

Nuraxi Figus, 18 maggio 2018

Allegato n. 2 alla Delib.G.R. n. 1/16 del 8.1.2019



## ***Piano industriale 2018-2022***

## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. PIANO DI CHIUSURA: ANALISI DELL'AVANZAMENTO RISPETTO ALLE PREVISIONI .....	5
2.1 Attività oggetto di Aiuto ex art. 3 – Produzione corrente del carbone.....	6
2.2 Attività oggetto di Aiuto ex art. 4.....	8
2.2.1 Messa in sicurezza del sottosuolo .....	8
2.2.2 Caratterizzazione ambientale .....	10
2.2.3 Messa in sicurezza e recuperi ambientali dell'esterno .....	11
2.2.4 Esodi incentivati .....	14
2.2.5 Riqualificazione del personale.....	15
3. LINEE STRATEGICHE DI AZIONE .....	16
4. AREE DI BUSINESS DA COLLOCARE SUL MERCATO .....	17
4.1 Discarica per rifiuti speciali non pericolosi.....	17
4.2 Progetto lisciviazione del carbone per produzione fertilizzanti.....	21
4.3 Progetto Aria .....	24
4.4 Sistemi di Accumulo e Gestione Energetica.....	26
5. EVOLUZIONE DELLA STRUTTURA E DEL PERSONALE.....	32
5.1 Costi comuni di amministrazione (costi di struttura) .....	32
5.2 Evoluzione del personale in carico alla società.....	33
6. PIANO ECONOMICO DELLA SOCIETA' .....	36
7. ANALISI DELLA SOSTENIBILITA' FINANZIARIA.....	37
8. PROSPETTIVE FUTURE .....	39
8.1 Esito positivo sviluppo aree di business .....	39
8.2 Opzione zero .....	39
8.2.1 Prospetto economico.....	40
8.2.2 Flusso di cassa semplificato.....	41
8.2.3 Evoluzione del personale .....	41
9. ANALISI DELLE OPPORTUNITA' E DEI MERCATI POTENZIALI .....	42
9.1 Gestione dell'infrastruttura sotterranea.....	42
9.1.1 Mercato degli isotopi stabili .....	55
9.1.2 Mercato dell'accumulo energetico .....	59
9.1.3 Laboratorio Ulisse.....	67
9.2 Gestione impianti ed aree di superficie.....	73
9.2.1 Impianto di vagliatura .....	78
9.2.2 Impianto di flottazione .....	80
9.2.3 Bacino fini.....	82
9.2.4 Potenziale riuso brownfield.....	84

## 1. PREMESSA

Il prossimo quinquennio è decisivo per ridefinire il ruolo della Carbosulcis Spa all'interno dell'Amministrazione controllante e la sua conseguente collocazione nel panorama territoriale sulcitano.

La definizione del ruolo della società infatti impatta fortemente sulle possibili ricadute occupazionali ed economiche che andranno ad incidere sul territorio.

Gli scenari proposti nel piano industriale 2018-2022 (di seguito "Piano") vedono la Carbosulcis proseguire nell'accompagnamento del piano di chiusura con l'avvio anche di nuove attività, finanziate con risorse proprie e con incentivi nazionali, con l'obiettivo di trasformare la stessa in società di servizi a supporto delle nuove attività progressivamente esternalizzate a partner privati.

Le scelte programmatiche effettuate nel *Piano*, sono determinate in particolare dal mutato contesto normativo introdotto del Decreto legislativo 19 agosto 2016, n. 175, il cosiddetto "*Testo unico in materia di società a partecipazione pubblica*". Le sopra citate previsioni normative vedono infatti Carbosulcis impossibilitata a perseguire attività di produzione di beni e servizi non strettamente necessarie per il perseguimento delle finalità istituzionali della Regione Autonoma della Sardegna.

I programmi della società prevedono pertanto che le aree di business già attive e in fase di avviamento quali la gestione dei rifiuti in discarica, la fase industriale della produzione di fertilizzanti, la fase commerciale del progetto ARIA e le tecnologie di accumulo di energia in sottosuolo vengano assegnate ad operatori economici da selezionare con procedure ad evidenza pubblica. Fondamentale per la realizzazione di quanto previsto nel *Piano* sarà quindi l'interesse che gli operatori economici dimostreranno per i progetti che la società propone con particolare attenzione alla loro collocabilità sul mercato.

Il *Piano* si basa necessariamente sull'ipotesi che le azioni da realizzare trovino riscontro in tempi ragionevoli nelle autorizzazioni da parte degli Enti preposti: ciò con l'obiettivo di poter trovare rapidamente un equilibrio economico nella gestione societaria a fronte dei costi di gestione legati al mantenimento in esercizio degli asset societari. Infatti questi ultimi dovranno essere equilibrati da una parte dagli aiuti di Stato per la chiusura della miniera e dall'altro dai ricavi generati dell'esternalizzazione delle aree di business.

Di seguito si riporta un cronoprogramma indicativo delle attività previste e descritte nel seguito del documento. Il cronoprogramma vede affiancarsi, alla attività finanziate con gli aiuti di Stato autorizzati dal piano di chiusura, le nuove attività finanziate con risorse economiche aziendali o con finanziamenti nazionali. I costi degli investimenti sostenuti saranno rimborsati dagli operatori che si aggiudicheranno i rami di azienda titolari della fase industriale e commerciale dei progetti.

Nella prima sezione del *Piano* vengono descritte le attività previste dal piano di chiusura evidenziando la congruenza delle attività poste in essere a partire dal 2015 con quelle previste dal piano approvato e delineando le modifiche non sostanziali avviate e quelle ulteriori necessarie per allineare quanto previsto dal piano al mutato contesto delineatosi dal suo avvio ad oggi.

La seconda parte del documento descrive le nuove attività in fase di avvio che, accompagnando quelle previste dal piano di chiusura, dovrebbero consentire un profondo processo di riconversione produttiva e tecnologica che interesserà sia le maestranze che gli asset materiali di proprietà della società.

Il processo di riconversione sarà caratterizzato da collaborazioni con partner d'eccellenza sia pubblici che privati (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Enel, Università, etc.) e dall'obiettivo di implementare sinergie strategiche con altre società partecipate dalla Regione Sarda (IGEA SpA e Sotacarbo SpA).

Nel paragrafo 8.2 è stata verificata l'opzione zero che rappresenta la situazione che verrebbe a crearsi nel caso in cui non si sviluppasse le nuove aree di business individuate dal piano. Nell'ultimo paragrafo, infine, sono riportati ulteriori elementi riguardo le potenzialità connesse allo sfruttamento del sito sia in sottoterraneo che in superficie.

#### CRONOPROGRAMMA DELLA PRINCIPALI ATTIVITA' OPERATIVE DEL PIANO INDUSTRIALE

<b>Miniera: ART. 3 Decisione 787/2010/EU</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
produzione carbone					
pompaggio ceneri sottosuolo					
<b>Miniera: ART. 4 Decisione 787/2010/EU</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
recupero ambientale Seruci					
progettazione interventi di riutilizzo impianti esterni					
decommissioning impianti di trattamento Nuraxi Figus					
messa in sicurezza sottosuolo					
pompaggio ceneri sottosuolo					
<b>Discarica:</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
conferimento rifiuti nella discarica esistente					
progetto, autorizzazione e costruzione nuovo lotto					
selezione partner privato					
avvio esercizio nuovo lotto					
ricavi da privatizzazione					
<b>Progetto Lisciviazione:</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
sperimentazione processo e prodotto					
R&S per implementazione prodotto					
selezione partner privato					
ricavi da privatizzazione					
<b>Progetto ARIA:</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
costruzione e commissioning impianto Seruci I					
produzione sperimentale Argon					
selezione partner privato e autorizzazioni					
ricavi da privatizzazione (fase sperimentale)					
<b>Progetto Energy Storage:</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
R&S con accordo di innovazione MiSE/RAS					
selezione partner privato e autorizzazioni					

## 2. PIANO DI CHIUSURA: ANALISI DELL'AVANZAMENTO RISPETTO ALLE PREVISIONI

La strategia del piano di chiusura, predisposto e ai sensi della Decisione 787/2010/EU e approvato il 1/10/2014, prevedeva:

- vendita del carbone ad Enel dal 2014 fino al 2018 per complessive 315.000 tonnellate e ripiano perdite della produzione corrente ex art. 3 Decisione EU;
- ritiro ceneri Enel per discarica superficiale con continuità (almeno fino al 2018) non esposta nel piano ma il cui esercizio è necessario per disporre di risorse economiche per gli investimenti compensativi e utilizzo discarica sotterranea a partire dal 2019 prevista invece nel piano per ridurre oneri dell'aiuto ex art. 4 Decisione EU fino al 2026;
- realizzazione di investimenti compensativi in campo ambientale ed energetico. Misure ricomprese obbligatoriamente all'interno del piano di chiusura (ex art. 3 lettera h della decisione 787/2010/EU). Il piano di chiusura prevedeva che gli interventi fossero finanziati tramite project financing o finanziamento MiSE;
- esodo incentivato del personale che gradualmente matura i requisiti pensionistici a partire dal 2014;
- esuberanti nel 2016, 2019 e 2027 da "accompagnare" all'esodo incentivato.

I presupposti del piano di chiusura erano pertanto:

- contratto di somministrazione del carbone con Enel (dal 2014 fino al 2018) e contestuale possibilità di ricevere ceneri ad un prezzo predeterminato per tutto il periodo di riferimento (dal 2014 fino al 2026);
- produzione di carbone fino al 2018 in quantità decrescenti dal 2014 al 2018 ma significative e tali da mantenere entro le soglie di ammissibilità l'aiuto ex art. 3 Decisione EU;
- realizzazione di investimenti (impianto desolfurazione carbone per sperimentazione acidi unici e produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili: fotovoltaico ed eolico) con equity ed aiuti pubblici nazionali e comunitari;
- adesione automatica all'esodo incentivato dei lavoratori che maturano requisiti pensionistici secondo le previsioni del piano (in ragione dei relativi saldi: costi/ricavi/aiuto massimo);
- formazione di un anno e esternalizzazione dall'azienda degli esuberanti, con incentivo all'esodo, per un totale di  $62+54+34=150$  lavoratori al 2027, presumibilmente in raccordo con nuove iniziative imprenditoriali del territorio.

All' avvio del piano di chiusura (inizio anno 2015) la situazione effettivamente presente era invece:

- produzione di carbone ferma da inizio 2013 e conseguente rischio di inutilizzabilità delle attrezzature di taglio presenti in sottosuolo all'interno della frana della fronte lunga W3;
- avviati esodi nel gennaio 2015 per 110 lavoratori a seguito di dimissioni per la pensione ma incentivo all'esodo bloccato per indagine ispettiva dell'INPS su effettività dei requisiti maturati dai lavoratori (questione marche pesanti);

- drastica riduzione dei lavoratori del sottosuolo a seguito degli esodi, in particolare quelli più esperti nella conduzione dell'attività di produzione mineraria;
- scadenza del contratto di somministrazione e contestuale ritiro delle ceneri con Enel il 31/12/2015 e per il quale Enel aveva già dichiarato di voler interrompere l'acquisto del carbone per tutto l'anno 2015;
- impossibilità di rinnovo del contratto di somministrazione carbone e ritiro ceneri a seguito dei limiti alle emissioni delle centrali termoelettriche imposti da una nuova normativa comunitaria in vigore dal 1/1/2016 e conseguente necessità dell'Enel di bandire gara europea per servizio di ritiro ceneri della centrale termoelettrica Grazia Deledda.

Conseguentemente la strategia societaria prevista nel Piano Industriale 2016 in coerenza con piano di chiusura e dei suddetti vincoli esterni è stata:

- produzione limitata di carbone a seguito della proroga contratto Enel nel 2016 e negli anni 2017/2018 per sperimentazione con impianto pilota del processo con brevetto proprietario per la desolfurazione del carbone e la produzione di acidi umici, ex art. 3 Decisione EU;
- ritiro ceneri Enel per discarica superficiale nel 2016 a seguito di proroga del contratto Enel e partecipazione alla gara per servizio di smaltimento ceneri della centrale termoelettrica Grazia Deledda (di durata triennale, fino al 2019) necessari per disporre di equity per gli investimenti compensativi; utilizzo della discarica sotterranea a partire dal 2018 per compensare i mancati ricavi da vendita del carbone riducendo gli oneri ex art. 3 Decisione EU e dal 2019 come previsto invece nel piano di chiusura, per ridurre oneri dell'aiuto ex art. 4 Decisione EU fino al 2026;
- realizzazione di investimenti compensativi in campo ambientale ed energetico. In considerazione della obbligatorietà degli interventi previsti dal piano di chiusura, sono state aggiornate le iniziative previste in particolare nel campo energetico, selezionando quelle volte al miglioramento delle performance aziendali (efficienza energetica) e quelle suscettibili di attività di ricerca e sviluppo anche con personale interno (solare termodinamico con smart grid), entrambe volte a favorire l'autoconsumo. Il piano industriale, coerentemente con il piano di chiusura, prevede che gli interventi siano finanziati tramite project financing o finanziamenti nazionali o comunitari;
- realizzazione di investimenti in ricerca e sviluppo per la quota parte spettante nell'ambito del progetto Aria, come previsto negli accordi di programma tra RAS e INFN di marzo 2016 (successivamente integrato e modificato nell'agosto 2017);
- prosecuzione dell'esodo incentivato del personale che gradualmente matura i requisiti pensionistici;
- esuberi nel 2016 e 2019 impiegati nelle iniziative non agevolate con gli aiuti del piano di chiusura.

## **2.1 Attività oggetto di Aiuto ex art. 3 – Produzione corrente del carbone**

In accordo con quanto previsto dal piano di chiusura la produzione di carbone terminerà il 31.12.2018 e con essa cesseranno gli Aiuti di Stato erogati a norma dell'art.3 della

Decisione 787/2010/EU che costituivano oltre il 50% degli Aiuti previsti nel piano di chiusura e autorizzati dalla Commissione Europea.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dalla quale si evince il rispetto dei vincoli economici del piano di chiusura. Nell'ipotesi di saturare gli aiuti ammissibili per il biennio 2017-2018 si sarebbe comunque conseguito un risparmio di oltre il 10% rispetto alle previsioni del piano di chiusura per il periodo 2013-2018.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	<b>Totale</b>
Aiuto da piano di chiusura [k€]	34.265,00	32.006,00	23.840,00	21.855,00	13.735,00	13.726,00	<b>139.427,00</b>
Aiuto rilevato e concesso [k€]	27.581,00	27.210,00	23.475,00	19.490,00	13.735,00	13.726,00	<b>125.217,00</b>
Differenza [k€]	6.684,00	4.796,00	365,00	2.365,00	0,00	0,00	<b>14.210,00</b>

Relativamente all'ultimo esercizio carbonifero, il 2018, sono stati previsti ricavi derivanti dallo stoccaggio di ceneri in sottosuolo e dalla cessione di sterili vagliati alla discarica.

Per quanto riguarda la vendita del carbone è in fase di verifica la possibilità che Enel lo acquisti a seguito del miglioramento delle sue caratteristiche attraverso la sperimentazione del processo di lisciviazione. Nelle more della definizione di un eventuale contratto e della relativa definizione del prezzo di vendita si è ipotizzata pari a zero il valore della variazione delle rimanenze.

Il prospetto economico delle attività della miniera per il 2018 è riportato nel paragrafo 2.2.1.

## 2.2 Attività oggetto di Aiuto ex art. 4

### 2.2.1 Messa in sicurezza del sottosuolo

A partire dal 2019, terminata la produzione di carbone, proseguiranno i lavori di messa in sicurezza del sottosuolo previsti dal piano di chiusura che consistono principalmente nel riempimento delle gallerie con le ceneri e nella rimozione delle vecchie attrezzature del sottosuolo.

L'impianto di pompaggio ceneri in sottosuolo sarà avviato e messo a punto nel 2018 e, nel biennio 2019-2020 consentirà di stoccare in sottosuolo le 89.000 tonnellate di ceneri andando a riempire esclusivamente gallerie scavate nel produttivo. Così come previsto dal piano di chiusura i ricavi derivanti dallo stoccaggio delle ceneri in sottosuolo andranno a ridurre l'importo degli aiuti di Stato per la messa in sicurezza del sottosuolo. Le gallerie riempite con le ceneri saranno segregate e, non avendo più necessità di manutenzioni, consentiranno una riduzione nei costi di gestione della miniera. Nel 2021 proseguiranno i lavori di messa in sicurezza e di segregazione delle aree per le quali non è previsto un riutilizzo mentre saranno definite le reali condizioni di utilizzo e la conseguente allocazione dei costi per le zone nelle quali saranno impiantate le nuove attività. A riguardo si rimanda al paragrafo 9.1 Gestione dell'infrastruttura sotterranea.

Relativamente alle autorizzazioni allo smaltimento delle ceneri in sottosuolo si ricorda che il sistema integrato di smaltimento rifiuti non pericolosi che la Società esercisce è composto da una discarica di superficie e da un deposito in sottosuolo.

L'impianto di smaltimento in sottosuolo è a sua volta composto da:

- un'area di vagliatura situata all'interno del corpo discarica in superficie, in cui il materiale proveniente dalla CTE Enel di Portovesme viene suddiviso per pezzatura; il sopravaglio è smaltito nella discarica di superficie, il passante a 5mm è avviato all'impianto di miscelazione e pompaggio;
- un impianto di trattamento, in cui il passante a 5mm viene umidificato, preparato per il pompaggio e avviato verso il sottosuolo attraverso una tubazione che percorre il pozzo 2 di Nuraxi Figus e la rete di gallerie sotterranee sino al luogo di stoccaggio definitivo;
- i pannelli di discarica, costituiti nella autorizzazione originaria (AIA della Provincia CI, ora SU, det. 4 del 6 febbraio 2009) dalla frana dei pannelli di coltivazione del carbone, comprendenti anche le gallerie in strato di delimitazione dei pannelli stessi.

A seguito dell'approvazione del piano di chiusura della miniera, la Società ha preso atto del fatto che non sarebbe stato possibile continuare la coltivazione del carbone con fronti lunghe o corte e che pertanto non si sarebbe più generata un'area di frana in cui smaltire le ceneri provenienti dalla centrale.

La produzione di carbone sarebbe dovuta avvenire mediante lo scavo di gallerie in strato, nelle stesse condizioni e con le stesse barriere geologiche a suo tempo individuate per la delimitazione e successiva coltivazione dei pannelli di produzione del carbone.

È stata pertanto richiesta all'Ente autorizzante (provincia Sud Sardegna) la modifica non sostanziale all'AIA per lo smaltimento dei rifiuti nelle gallerie che sarebbero state scavate fino alla cessazione dell'attività estrattiva.

La modifica è stata recepita dalla Provincia SU con la determina 80 del 13.03.2017.

A seguito del progressivo pensionamento incentivato del personale, la Società si è trovata nell'impossibilità di poter scavare le gallerie previste nel programma di chiusura ed ha

pertanto presentato una nuova istanza, in data 31.10.2017, in cui si richiedeva la possibilità di:

- stoccare il materiale anche nelle gallerie già scavate, nelle stesse aree e condizioni geologiche rispetto a quelle autorizzate, in sostituzione di quelle non scavate, senza modifica della volumetria autorizzata;
- smaltire nella discarica di superficie il materiale inviato all'impianto di trattamento che, per problemi tecnici all'impianto, non potesse essere pompato in sottosuolo;
- smaltire nella discarica di superficie rifiuti non pericolosi non provenienti dalla CTE Enel di Portovesme.

L'insieme delle richieste è stato considerato una modifica sostanziale all'AIA (comunicazione della provincia SU ricevuta in data 01.12.2017).

Tale parere è stato confermato dallo SVA dell'Assessorato Regionale Ambiente con nota prot. 5884 del 12.03.18.

La Società ha successivamente richiesto alla Provincia l'apertura di un tavolo tecnico con lo SVA, richiesto dalla provincia SU allo SVA con comunicazione via e-mail del 16.04.2018, per la verifica congiunta dell'iter da seguire per l'accoglimento della prima richiesta.

Attualmente si è in attesa di risposta da parte del Servizio Valutazione Ambientali. La Società sta predisponendo la documentazione tecnica integrativa a corredo dell'istanza.

A seguito del confronto con gli uffici preposti sarà definito se la richiesta potrà essere accolta come non sostanziale o se sarà necessario avviare l'iter di verifica di assoggettabilità a VIA. In quest'ultimo caso la tempistica prevista è di 150 giorni. In caso di esito positivo dell'iter non sarà necessaria una nuova VIA e la modifica potrà essere accordato. In caso negativo sarà necessario un nuovo studio di impatto ambientale, il cui iter avrebbe una durata non compatibile con il rispetto del contratto di smaltimento che la Società ha stipulato con Enel.

La seconda richiesta (smaltimento in superficie del sottovaglio) sarà oggetto di una nuova istanza che, a seguito del confronto con la Provincia, verrebbe accettata come modifica non sostanziale.

A differenza di quanto previsto nel piano di chiusura il *Piano* non prevede, dal 2021, la messa in sicurezza con le ceneri delle gallerie di struttura in quanto si prevede che tali infrastrutture vengano destinate allo sviluppo dei nuovi progetti. Nel biennio 2021-2022 proseguiranno pertanto i lavori di recupero delle attrezzature dal sottosuolo, previsti nel piano di chiusura, di cui si riporta di seguito un breve elenco indicativo e non esaustivo:

- a) nastri trasportatori (oltre 5km di impianti da smontare e trasportare all'esterno);
- b) tubazioni (oltre 30km di linee da smontare e trasportare all'esterno);
- c) impianti elettrici e telefonici per decine di chilometri, cabine elettriche, trasformatori, interruttori, etc.;
- d) vecchie attrezzature (molte delle quali del periodo ENI) ancora stoccate nelle gallerie.

Se le nuove attività non dovessero venire realizzate avviati, dal 2023, compatibilmente con la disponibilità delle ceneri da parte di Enel e con l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni, i lavori di riempimento e messa in sicurezza delle gallerie di struttura. Al riguardo si segnala che la SEN prevede che produzione di energia elettrica da carbone termini entro il 2025 e con essa la produzione delle ceneri da combustione.

È in fase di valutazione la possibilità di effettuare la ripiena delle gallerie con gli sterili derivanti dal processo di separazione dei fini carboniosi presenti nel bacino fini.

Si riporta di seguito un prospetto economico delle attività della miniera. Dal 2021 i costi dell'infrastruttura sotterranea diminuiranno anche in virtù del fatto che una quota parte dei costi di gestione sarà rimborsata da INFN e, dal 2022, dall'operatore economico che si aggiudicherà la gestione della fase commerciale del progetto Aria.

	<b>Produzione carbone</b>	<b>messa in sicurezza miniera</b>			
<b>Costi della produzione</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
per il personale	€ 5.049.667	€ 3.808.805	€ 2.940.349	€ 2.672.341	€ 2.104.260
per beni di consumo e forniture	€ 1.153.093	€ 859.840	€ 625.640	€ 408.140	€ 338.500
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 2.710.234	€ 1.959.229	€ 1.676.859	€ 919.183	€ 746.690
per oneri diversi di gestione	€ 246.600	€ 100.600	€ 100.600	€ 100.600	€ 100.600
per ammortamenti	€ 9.290.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
per costi indiretti	€ 4.677.847	€ 3.290.224	€ 2.684.020	€ 2.716.420	€ 2.135.952
<b>sommano:</b>	<b>€ 23.127.442</b>	<b>€ 10.018.698</b>	<b>€ 8.027.468</b>	<b>€ 6.816.685</b>	<b>€ 5.426.001</b>
<b>Valore della produzione</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
contributi piano di chiusura	€ 13.358.186	€ 4.580.800	€ 3.936.800	€ 3.595.800	€ 3.470.800
variazione delle rimanenze	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
ricavi delle vendite (ceneri Enel)	€ 345.000	€ 3.301.486	€ 2.494.514	€ 0	€ 0
cessione inerti a discarica	€ 20.856	€ 20.856	€ 0	€ 0	€ 0
altri ricavi e proventi (Interrompibilità)	€ 113.400	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
<b>sommano:</b>	<b>€ 13.837.442</b>	<b>€ 7.903.142</b>	<b>€ 6.431.314</b>	<b>€ 3.595.800</b>	<b>€ 3.470.800</b>
<b>risultato:</b>	<b>-€ 9.290.000</b>	<b>-€ 2.115.556</b>	<b>-€ 1.596.154</b>	<b>-€ 3.220.885</b>	<b>-€ 1.955.201</b>

## 2.2.2 Caratterizzazione ambientale

La caratterizzazione del sito di Nuraxi Figus è stata condotta nel 2016 e si è in attesa della convocazione della conferenza di servizi da parte dell'ente competente (Provincia Sud-Sardegna). Le risultanze della conferenza determineranno le azioni successive.

Relativamente alla caratterizzazione ambientale del cantiere si prevede di presentare Analisi di Rischio Sito Specifica, già predisposta in bozza e in caso di approvazione della stessa nei termini di legge, la Predisposizione e presentazione del progetto di bonifica (la legge prevede entro 6 mesi dall'approvazione dell'analisi del rischio).

Il piano di chiusura prevedeva un costo di 1.000.000 Euro per tale attività da sostenersi nel triennio 2014-2016. L'attività è stata avviata nel 2015 e si prevede di raggiungere la spesa prevista nel piano nel 2017.

Come già discusso in sede del comitato di monitoraggio del piano di chiusura del 05.12.2017, essendo l'iter amministrativo ancora in corso per cause non dipendenti dalla società, nelle more del giudizio definitivo in merito allo svincolo o meno delle aree, il personale Carbosulcis è comunque impegnato nella realizzazione dell'analisi di rischio e la società deve sostenere il costo del personale impiegato.

Tale onere, da ricomprendere tra gli oneri straordinari, sarà imputato dal 2018 tra quelli di messa in sicurezza e recuperi ambientali.

A tal fine si ricorda che il piano non prevedeva Aiuti a copertura di eventuali Bonifiche, non prevedibili all'epoca della sua stesura e pertanto, in caso risultassero necessarie ci sarebbe da affrontare anche tale aspetto. Una soluzione potrebbe essere quella di coprire gli eventuali costi delle bonifiche con le risorse risparmiata dall'incentivo all'esodo del personale.

### **2.2.3 Messa in sicurezza e recuperi ambientali dell'esterno**

Nei due siti di Nuraxi Figus e Seruci saranno avviati i lavori di messa in sicurezza e ripristino ambientali previsti a seguito della cessazione dell'attività estrattiva. Nel corso dell'anno 2018 si prevede di completare la recinzione dei siti e di avviare i lavori di movimento terra previsti per la messa in sicurezza delle discariche di Seruci. I lavori di movimento terra saranno effettuati con personale e mezzi della società.

Contrariamente a quanto già fatto per il sito di Nuraxi Figus, per Seruci non si prevede il ricorso alla preventiva caratterizzazione ambientale del sito ma l'esecuzione dei lavori ai sensi della normativa che regola la gestione delle strutture di deposito dei rifiuti estrattivi (D. Lgs. 117/2008). I lavori potranno partire solo una volta risolta la problematica legata allo svincolo delle aree gravate da usi civici.

A partire dal secondo semestre 2018 saranno avviati i lavori di rimodellamento del sito di Seruci previsti nel progetto approvato, i lavori si svolgeranno a partire dal secondo semestre e impegneranno per 3 mesi 5 operai che opereranno sui mezzi della società. Alla gestione del cantiere sarà inoltre dedicato il personale impiegatizio necessario a dirigere i lavori.

Nel 2019 i lavori di risistemazione proseguiranno per 9 mesi e saranno interrotti per tre mesi in modo da consentire alla squadra di dedicarsi alla realizzazione del capping della discarica.

Nel 2020 la squadra, impegnata per 9 mesi nel rimodellamento del sito, sarà affiancata da una seconda squadra composta da tre operai e un sorvegliante che, dotata di miniscavatore di proprietà della società, sarà impegnata prevalentemente nei lavori di regimazione delle acque meteoriche. I lavori saranno terminati nel primo semestre del 2021. Per poter realizzare i lavori sarà necessario acquistare il tessuto non tessuto, tubazioni, embrici e terreno vegetale (si ipotizza che l'importo previsto a progetto per fornitura e posa in opera della terra vegetale sia dovuto al 50% alla fornitura del terreno e per il restante 50% alla messa in opera).

Il piano di chiusura e il progetto di ripristino approvato prevedevano che l'intervento di recupero ambientale nel sito di Nuraxi Figus fosse quasi esclusivamente quello di sistemazione del bacino fini. Il piano non prevedeva invece costi per la dismissione degli impianti di trattamento che, secondo la convenzione siglata tra Carbosulcis e il comune di Gonnese il 26.01.1990, avrebbero dovuto essere mantenuti come memoria storica del territorio, nei limiti consentiti dalle vigenti disposizioni di legge.

Considerata la necessità di garantire le condizioni di sicurezza dei fabbricati e degli impianti e il rispetto della normativa ambientale, definiti in accordo con il comune di Gonnese gli impianti e gli immobili che debbano essere eventualmente mantenuti come memoria storica del territorio, sarà esperito un tentativo di utilizzo degli impianti prioritariamente in ambito pubblico (ad esempio nell'ambito del progetto CESA) ovvero con operatori privati selezionati con procedure ad evidenza pubblica. A tal fine è in corso di definizione uno studio di pre-fattibilità per il riutilizzo degli impianti condotto con l'Università di Cagliari - DICAAR.

Nel caso in cui i tentativi di cui sopra non dovessero andare in porto si procederà alla loro dismissione previo tentativo di alienazione e vendita delle macchine. Considerato che nell'area su cui insiste il bacino fini si prevede siano realizzati i nuovi lotti di discarica, previo recupero degli inerti carboniosi da destinare all'impianto di produzione di fertilizzanti, e che i costi per il successivo ripristino del sito saranno ricompresi nel piano economico di tale attività si prevede di utilizzare gli Aiuti non spesi per la sistemazione del bacino fini per coprire i costi della dismissione degli impianti di trattamento.

Eventuali ricavi realizzati grazie all'alienazione di componenti d'impianto o alla vendita di rottami ferrosi andranno a ridurre l'importo dell'Aiuto nell'anno di riferimento.

Per la dismissione degli impianti si prevede di impiegare una squadra di 5 operai coordinati da 2 impiegati. Si prevede di avviare i lavori di decommissioning degli impianti a partire dal 2021. I lavori si protrarranno oltre l'intervallo temporale di riferimento del Piano.

Le attività di decommissioning dell'impianto industriale nel suo complesso, per sua dislocazione all'interno della concessione, possono essere raggruppate nelle seguenti aree di intervento:

- Dismissione linee esterne nastri di trasporto e carpenterie di supporto;
- Dismissione macchinari locale frantumazione e strutture di supporto macchine;
- Dismissione impianto recupero polveri locale frantumazione;
- Dismissione impianto omogeneizzazione carbone;
- Dismissione macchinari locale laveria e strutture di supporto macchine;

Al momento della dismissione si procederà alla suddivisione delle parti di impianto in 3 differenti categorie:

1. equipaggiamenti e macchinari recuperabili per la vendita sul mercato dell'usato;
2. materiali inquinati non bonificabili da inviare ai siti di smaltimento autorizzati;
3. materiali collocabili nel mercato del ferro vecchio (ferro e acciaio).

L'attività nel suo complesso sarà suddivisa in due fasi operative:

- smontaggio e bonifica degli impianti di processo;
- eventuale ripristino e recupero delle opere civili, edifici e/o infrastrutture dei luoghi circostanti.

L'attività numero 1 consiste nello smontaggio e/o smantellamento di tutte le apparecchiature di processo. Prima di eseguire l'attività si procederà ad un inventario delle apparecchiature, alla constatazione della presenza di composti liquidi, solidi e semisolidi in tutte le apparecchiature ed alla verifica della loro composizione.

Questi prodotti saranno preventivamente rimossi e mandati al recupero e/o allo smaltimento. Successivamente, le apparecchiature verranno rimosse avendo particolare cura nel selezionare e dividere i materiali componenti, al fine di favorirne il recupero per una potenziale loro ricollocazione sul mercato.

Gli oli lubrificanti utilizzati nei riduttori meccanici saranno inviati allo smaltimento da parte di smaltitori autorizzati. Altri materiali quali nastri, motori elettrici, quadri e parti elettriche verranno egualmente smaltiti o valorizzati.

Si specifica che le reti dei sottoservizi (idrica, elettrica, fognaria, antincendio) e gli impianti di illuminazione interni ai capannoni non saranno rimossi ma preservati in vista di un loro potenziale riutilizzo.

Per la realizzazione del progetto di decommissioning degli impianti si è valutato congruo un periodo temporale di anni 3, comprensivo della fase di progettazione dell'intervento, della sicurezza e del coordinamento delle attività di campo.

Per la determinazione del costo degli interventi di dismissione sopra descritti, sono state valutate le incidenze delle voci di spesa sottoelencate:

- incidenza della manodopera considerando ipotizzando una squadra tipo composta da n. 2 impiegati tecnici e n. 5 operai specializzati;
- incidenza del bilancio costi/ricavi proveniente dal conferimento a smaltimento o recupero dei materiali provenienti dall'attività di demolizione;
- incidenza del nolo a caldo di macchinari quali piattaforma elevatrice e gru;
- incidenza dei materiali di consumo quali ricarica bombole gruppo di taglio ossiacetilenico;
- incidenza dei costi derivanti dall'applicazione di azioni di mitigazione degli impatti ambientali provenienti dall'attività di decommissioning;
- incidenza dei costi di ripristino delle aree e cantieri di lavoro;
- incidenza dei costi di progettazione dell'intervento e della sicurezza.

Nella tabella che segue è riportato il confronto tra la situazione prevista dal piano di chiusura e quella prevista dal Piano

Il piano di chiusura prevedeva che la messa in sicurezza e recupero ambientale del sito di Seruci avvenissero in due fasi, nella prima ricompresa nel periodo 2014-2018 si prevedeva di fare ricorso ad un Aiuto pari ad Euro 3.994.656. Il Piano prevede invece che i lavori della prima fase lavori si svolgano nel periodo 2018-2020 per un importo stimato in Euro 3.355.478.

Relativamente alla messa in sicurezza e recupero ambientale del sito di Nuraxi Figus il piano di chiusura prevedeva due fasi, nella prima tra il 2019-2023 si prevedeva di fare ricorso ad un Aiuto pari ad Euro 3.693.242. Il Piano prevede invece che i lavori della prima fase si svolgano nel periodo 2021-2023 rimanendo all'interno di tale importo. Nel biennio 2021-2022 si prevede di fare ricorso ad un Aiuto pari ad Euro 2.617.177.

Pertanto il Piano risulta essere conforme negli importi con le previsioni del piano di chiusura.

	messa in sicurezza e recupero ambientale Seruci			decommissioning impianti trattamento Nuraxi		sommano
	2018	2019	2020	2021	2022	
<b>Costi della produzione</b>						
per il personale	€ 174.941	€ 482.349	€ 698.315	€ 383.466	€ 379.586	€ 2.118.657
per beni di consumo e forniture	€ 126.650	€ 76.951	€ 138.505	€ 3.076	€ 3.076	€ 348.258
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 287.957	€ 79.371	€ 79.371	€ 574.684	€ 574.684	€ 1.596.068
per costi indiretti	€ 164.906	€ 416.676	€ 637.438	€ 389.791	€ 385.303	€ 1.994.114
<b>sommano:</b>	<b>€ 754.454</b>	<b>€ 1.055.346</b>	<b>€ 1.553.629</b>	<b>€ 1.351.018</b>	<b>€ 1.342.650</b>	<b>€ 6.057.097</b>
<b>Valore della produzione</b>						
ricavi da vendita rottami	€ 0	€ 0	€ 0	€ 25.967	€ 25.967	€ 51.934
contributi piano di chiusura	€ 754.454	€ 1.055.346	€ 1.553.629	€ 1.325.051	€ 1.316.683	€ 6.005.164
<b>sommano:</b>	<b>€ 754.454</b>	<b>€ 1.055.346</b>	<b>€ 1.553.629</b>	<b>€ 1.351.018</b>	<b>€ 1.342.650</b>	<b>€ 6.057.097</b>

<b>risultato</b>	<b>€ 0</b>					
------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

## 2.2.4 Esodi incentivati

Così come previsto dal Piano di Chiusura approvato, la forza lavoro della Carbosulcis sta seguendo un processo di graduale fuoriuscita che ha determinato, dall'approvazione del piano ad oggi, l'esodo incentivato di 239 lavoratori.

Al 1 febbraio 2018 la forza lavoro presente in azienda ammonta a 192 unità suddivise come segue:

- n. 1 dirigenti
- n. 98 impiegati
- n. 93 operai

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle fuoriuscite nel quinquennio 2013-2017 ed un confronto con quelle previste dal piano di chiusura.

	2013	2014	2015	2016	2017	sommano
esodi previsti dal piano di chiusura	75	38	21	85	7	226
esodi reali	9	0	130	50	50	239
personale previsto dal piano a fine anno	365	327	306	221	214	
personale realmente in carico a fine anno	431	431	301	251	201	
incentivo previsto dal piano [€]	7.804.000	3.852.000	2.180.000	9.080.000	692.000	23.608.000
incentivo realmente concesso [€]	0	0	7.112.363	3.042.235	3.024.643	13.179.241

Il piano di chiusura prevedeva che nel 2016 oltre al personale in uscita per pensionamento abbandonassero l'industria carboniera ulteriori 62 dipendenti non ancora in possesso dei requisiti pensionistici.

Come si evince dalla tabella il processo di phasing out attuato dalla società è in linea con quello previsto dal piano. Nel periodo in esame sono stati concessi complessivamente al personale che ha abbandonato l'azienda incentivi all'esodo per un totale di Euro

13.179.241,00 contro gli Euro 23.608.000,00 previsti dal piano di chiusura nel medesimo intervallo di tempo.

La previsione degli esodi incentivati per il periodo 2018-2022 è riportata nella tabella seguente, dal consuntivo del costo degli esodi avvenuti nel biennio 2016-2017 si è desunto un costo medio pari a circa Euro 60.000 per ciascun dipendente che abbandona l'azienda.

	2018	2019	2020	2021	2022	sommario
esodi previsti dal piano di chiusura	95	62	10	4	1	172
esodi previsti dal piano industriale	33	19	8	12	5	77
personale a fine anno (piano di chiusura)	119	57	47	43	42	
personale a fine anno (piano industriale)	168	149	141	129	124	
incentivo previsto dal piano di chiusura [€]	9.920.000	6.212.000	960.000	404.000	96.000	17.592.000
incentivo previsto dal piano industriale [€]	1.980.000	1.140.000	480.000	720.000	300.000	4.620.000

Il piano di chiusura prevedeva che nel 2019 oltre al personale in uscita per pensionamento abbandonassero l'industria carboniera ulteriori 54 dipendenti non ancora in possesso dei requisiti pensionistici.

Pertanto il personale in carico alla società alla data del 01.01.2023 sarebbe pari a 124 dipendenti contro i 42 previste dal piano di chiusura. La tabella rappresenta l'evoluzione del personale in carico alla società nel caso in cui non venga avviato il processo di privatizzazione delle aree di business e si raccorda con l'opzione zero di cui al paragrafo 8.2.3. Si rimanda invece al paragrafo 5.2 per la previsione di come impiegare il personale in eccedenza rispetto a quello previsto dal piano di chiusura.

### 2.2.5 Riqualificazione del personale

La Carbosulcis sta implementando un importante piano di adeguamento delle competenze del personale al fine di concretizzare un decisivo investimento nelle Risorse Umane indispensabile per permettere la riconversione produttiva della società con possibilità di successo e il ricollocamento del personale in attività diverse rispetto a quella carboniera. L'art. 4 della Decisione 787/2010/UE prevede che possa essere oggetto di Aiuti di Stato la riqualificazione della manodopera onde facilitare la ricerca di nuovi impieghi al di fuori del settore carboniero, ed in particolare i corsi di formazione.

Il piano di chiusura prevedeva che la riqualificazione del personale si svolgesse in 3 step negli esercizi 2016, 2019 e 2027 e fosse collegata agli esodi del personale che abbandonava l'azienda a seguito della formazione. La pianificazione aziendale, condivisa in sede di comitato di monitoraggio del piano di chiusura, è invece quella di prevedere la formazione continua del personale al fine di accrescerne il bagaglio di conoscenze per facilitarne l'impiego nelle nuove attività poste in essere dalla società o in attività diverse al di fuori della società stessa.

L'azienda coerentemente con l'evoluzione delle proprie attività ha implementato un piano di formazione continuo nel quinquennio 2018-2022 favorendo la riqualificazione del personale al fine di facilitarne l'inserimento in nuovi impieghi nelle nuove attività in fase di implementazione o eventualmente anche al di fuori del settore carboniero. Il piano è la logica evoluzione delle attività di assessment e di formazione di base condotte da ASPAL nel biennio 2016-2017. Le attività formative in programma saranno erogate da ASPAL, con la quale Carbosulcis ha sottoscritto un "accordo procedimentale per l'attivazione di una collaborazione mirante alla formazione del capitale umano", tramite società da loro selezionate con procedure ad evidenza pubblica.

Il piano di chiusura prevedeva che la riqualificazione del personale avvenisse in tre fasi, esercizi 2016, 2019 e 2027 per un importo complessivo di Euro 11.470.000. Il Piano prevede invece che i lavori della prima fase lavori si svolgano in maniera continuativa andando a spendere poco più di 6.000.000 Euro nel periodo 2016-2022. In questo modo le risorse saranno sufficienti a garantire la formazione continua del personale per tutto il periodo di vigenza del piano, rimarranno infatti a disposizione oltre 5.000.000 di Euro per il quinquennio 2023-2027 sufficienti a proseguire la formazione continua del personale residuo.

Il costo medio della formazione sarà pari a circa 1.000.000,00 Euro/anno come si evince dalla tabella sottostante.

	Riqualificazione del personale					sommano
Costi della produzione	2018	2019	2020	2021	2022	2018-2022
per il personale	€ 408.350	€ 409.076	€ 408.758	€ 409.457	€ 411.934	€ 2.047.575
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 282.800	€ 200.000	€ 200.000	€ 200.000	€ 200.000	€ 1.082.800
per costi indiretti	€ 384.630	€ 353.379	€ 373.124	€ 416.211	€ 418.138	€ 1.945.482
<b>sommano:</b>	<b>€ 1.075.780</b>	<b>€ 962.456</b>	<b>€ 981.881</b>	<b>€ 1.025.668</b>	<b>€ 1.030.071</b>	<b>€ 5.075.857</b>
Valore della produzione	2018	2019	2020	2021	2022	2018-2022
contributi piano di chiusura	€ 1.075.780	€ 962.456	€ 981.881	€ 1.025.668	€ 1.030.071	€ 5.075.857
<b>sommano:</b>	<b>€ 1.075.780</b>	<b>€ 962.456</b>	<b>€ 981.881</b>	<b>€ 1.025.668</b>	<b>€ 1.030.071</b>	<b>€ 5.075.857</b>
<b>risultato:</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 0</b>

### 3. LINEE STRATEGICHE DI AZIONE

Carbosulcis dispone di asset umani, tecnologici e infrastrutturali frutto di decenni di attività. La progressiva cessazione delle attività minerarie prevista dal piano di chiusura, se non opportunamente accompagnata da interventi integrativi, vedrebbe inesorabilmente la progressiva perdita di valore di tali asset fino al loro completo annullamento.

Per scongiurare tale eventualità la società è impegnata in un ambizioso piano di ristrutturazione aziendale finalizzato ad integrare e modificare le competenze del proprio

personale in modo che possano accompagnare la trasformazione della società da soggetto industriale a società di servizi.

Con lo stesso fine sono stati avviati i progetti che dovrebbero condurre al riutilizzo degli importanti asset infrastrutturali dei quali la società dispone tanto in sottosuolo quanto in superficie.

Il riutilizzo dei diversi asset infrastrutturali a fini produttivi e commerciali, come accennato in premessa e come previsto dalla vigente normativa in materia di società a partecipazione pubblica, sarà in carico ad operatori economici selezionati con procedura ad evidenza pubblica.

Nella stessa infrastruttura potrebbe essere realizzato il laboratorio pubblico di ricerca in sottosuolo previsto nell'accordo di ricerca siglato con Sotacarbo nel mese di agosto 2016 (laboratorio ULISSE).

Fine ultimo del processo di ristrutturazione aziendale è quello di giungere ad una società snella che, fornendo servizi alle realtà industriali private che si insedieranno nel sito di proprietà pubblica, sia in grado di autosostenersi economicamente.

Il Piano in questione è il primo step del processo sopraccennato in quanto nell'orizzonte temporale considerato verrebbe raggiunto l'equilibrio anche grazie agli aiuti di Stato ancora in essere a seguito del piano di chiusura. L'obiettivo è invece quello di consentire che la trasformazione in società di servizi economicamente autosufficiente possa completarsi entro il 2027. Infatti una volta a regime le attività dovrebbero assorbire altro personale della società con conseguente riduzione dei costi, garantendo al contempo sempre maggiori introiti derivanti anche dalle royalties.

Si riportano di seguito le attività avviate, in fase di avvio e da avviare al fine di poter realizzare quanto sopradescritto.

#### **4. AREE DI BUSINESS DA COLLOCARE SUL MERCATO**

##### **4.1 Discarica per rifiuti speciali non pericolosi**

Carbosulcis a seguito dell'aggiudicazione della gara bandita dall'ENEL, ha sottoscritto con un contratto triennale (2017-2019) avente per oggetto il servizio di raccolta, trasporto e smaltimento a discarica dei rifiuti di processo (reflui) prodotti dalla centrale termoelettrica Grazia Deledda di Portovesme. Nell'ambito dell'attività di smaltimento dei rifiuti, in fase di partecipazione alla gara indetta dall'ENEL, la Società ha preventivamente scelto i subappaltatori per le attività di intermediazione e di trasporto dei rifiuti. La procedura di gara, infatti, imponeva la comunicazione preventiva all'ENEL sia delle eventuali discariche terze in cui conferire i rifiuti sia dei dati dei trasportatori abilitati.

La scelta di ricorrere all'intermediazione si è resa necessaria al fine di avere le volumetrie necessarie a garantire il servizio all'ENEL in quanto la somma dei volumi residui nei due depositi esistenti ed autorizzati in superficie e sottosuolo era insufficiente a consentire lo smaltimento delle quantità richieste da ENEL.

Per l'esercizio 2018, partendo dall'ipotesi contrattuale che ENEL conferisca 120.000 tonnellate di ceneri di cui circa 22.378 verrebbero intermedie con Ecoserdiana (L'intermediazione si è resa necessaria per avere il necessario margine di sicurezza nella gestione dei volumi complessivi disponibili tra impianto superficiale e deposito in sottosuolo) e circa 5.000, previa vagliatura, dovrebbero essere trasferite all'impianto di miscelazione e pompaggio per essere stoccate nel deposito in sottosuolo; le restanti 92.622 tonnellate si prevede vengano invece allocate presso la discarica di superficie.

Carbosulcis fatturerà all'ENEL le 120.000 tonnellate ad un prezzo medio di 69,00 Euro/ton per un fatturato complessivo pari ad Euro 8.280.000,00 dei quali però 345.000,00 saranno legati allo stoccaggio delle ceneri in sottosuolo andando a ridurre la perdita della produzione corrente.

Nei costi della discarica sono stati imputati i costi per l'intermediazione con Ecoserdiana che, per 22.378 tonnellate valgono Euro 1.656.000 e i costi di trasporto pari a 5,5 Euro/ton che per 92.622 tonnellate valgono Euro 509.421,00.

Nel 2019 la discarica esistente verrà portata a saturazione tramite il conferimento delle ultime 49.000 tonnellate di ceneri.

Nel corso del 2018 si prevede di avviare le attività di realizzazione del capping della zona sud della discarica previo acquisto dei materiali da costruzione (prevalentemente Argilla e terreno vegetale). La posa in opera sarà effettuata con mezzi e personale della Carbosulcis. La realizzazione del capping sarà terminata nel 2020.

Nel 2018 sarà ultimata la progettazione del nuovo lotto di discarica capace di ospitare una volumetria di circa 420.000 m<sup>3</sup> di reflui che sorgerà nell'area a monte del bacino di decantazione dei fini nell'area a suo tempo individuate, progetto depositato nel 2008, per la realizzazione del deposito preliminare asservito allo stoccaggio di ceneri in sottosuolo. Nello stesso progetto saranno ricompresi anche gli ulteriori lotti che, a differenza nel primo, sorgeranno nell'area su cui attualmente insiste il bacino fini, in adiacenza alla discarica esistente. Entro il primo semestre 2019 si prevede vengano espletate le pratiche autorizzative

Si prevede di depositare il progetto presso gli Enti per la fine del mese di luglio dell'anno corrente. La normativa di settore (D. Lgs. 104/17 e Delibera di giunta regionale n. 34/33 del 2012) prevede, per lo sviluppo del procedimento unico ambientale, tempistiche variabili tra i 385 ed i 565 gg dalla presentazione dell'istanza.

E' importante che l'iter autorizzativo si concluda in tempo utile per consentire a Carbosulcis di avere i requisiti per la partecipazione alla gare che Enel bandirà verosimilmente alla fine del 2019 per il servizio di smaltimento ceneri nel triennio 2020-2022.

La costruzione del primo lotto sarà avviata nel 2019 e completata nel 2020 anno in cui si prevede entri in servizio. Il costo stimato per la costruzione del nuovo lotto è di Euro

5.300.000,00 circa da sostenersi parte nel 2019 (circa Euro 3.000.000,00) e parte nel 2020 (circa Euro 2.300.000,00).

Nel 2019 si prevede di esperire la procedura ad evidenza pubblica finalizzata a selezionare l'operatore economico al quale cedere il ramo d'azienda consistente anche del nuovo lotto di discarica già costruito. Insieme all'impianto si prevede di cedere all'operatore economico anche il personale necessario alla sua gestione stimato in almeno n° 5 unità (n° 2 impiegati e n° 3 operai). Si prevede che l'operatore economico avvii la gestione della discarica a partire dal secondo semestre del 2020. Nel 2020 si prevede di abbancare nel nuovo lotto di discarica circa 80.000 tonnellate di ceneri provenienti dalla CTE ENEL e da altri produttori.

Presupposto necessario per potere abbancare tale quantità di rifiuti è quella di vincere la gara che verosimilmente ENEL bandirà per il triennio 2020-2022. Carbosulcis, al fine di non depauperare l'asset aziendale "gestione rifiuti" che è anche l'attività prevalente della società, parteciperà alla gara bandita dall'Enel nell'ottica di aggiudicarsi il servizio e di cedere poi il contratto all'operatore economico (selezionato con procedura ad evidenza pubblica) aumentando così l'appetibilità del "ramo d'azienda gestione rifiuti" comprensivo anche di personale e impianto di discarica.

Carbosulcis continuerà a fornire servizi all'operatore economico quali ad esempio l'energia elettrica, l'acqua per l'abbattimento polveri, la manutenzione delle strade, la guardiania del sito, l'utilizzo di servizi igienici etc. Per garantire i servizi la società impiegherà mediamente 1 impiegato e due operai.

Per il calcolo dei compensi dovuti dall'operatore economico alla Carbosulcis si ipotizza che venga riconosciuta nel primo anno una quota di ingresso pari alla somma del valore dei terreni di imposta del primo lotto del costo della progettazione dell'impianto nell'intero bacino fini e dal 30% del costo di costruzione del primo lotto.

Alla quota di ingresso sarà poi sommata una quota variabile annuale così calcolata:

$$R = (Inv_{70}/5) * 1,2 + C_g * 1,25 + F * 0,15$$

Dove:

R=compenso annuo dovuto alla Carbosulcis dall' Operatore economico aggiudicatario della gara.

Inv<sub>70</sub>= 70 % del costo sostenuto da Carbosulcis per la costruzione della discarica;

C<sub>g</sub>= costi di gestione sostenuti da Carbosulcis nell'esercizio di riferimento gravati di costi generali nella misura del 15%;

F= fatturato dell'operatore economico nell'esercizio di riferimento;

I costi per il capping del nuovo lotto di discarica stimati in Euro 3.165.000 e quelli per la post gestione del nuovo lotto e dell'impianto esistente saranno interamente a carico dell'aggiudicatario.

Nella tabella che segue è riportato il riepilogo dei conti dell'attività di gestione di rifiuti in capo alla Carbosulcis sino al 2019. Nel 2020 l'attività è esclusivamente quella di realizzazione del capping.

	discarica esistente: Carbosulcis		
<b>Costi della produzione</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
per il personale	€ 486.417	€ 354.445	€ 135.745
per beni di consumo e forniture	€ 1.135.910	€ 1.099.910	€ 1.550.294
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 2.608.342	€ 2.402.749	€ 202.786
per oneri diversi di gestione	€ 16.753	€ 16.682	€ 0
per ammortamenti	€ 107.457	€ 74.763	€ 0
per altri accantonamenti (chiusura e post gestione)	€ 1.344.551	€ 722.549	€ 0
per oneri pluriennali (valore terreno)	€ 12.345	€ 8.535	€ 0
per costi indiretti	€ 458.483	€ 306.186	€ 123.911
<b>sommano:</b>	<b>€ 6.170.258</b>	<b>€ 4.985.820</b>	<b>€ 2.012.736</b>
<b>Valore della produzione</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
ricavi delle vendite (ceneri Enel)	€ 7.935.000	€ 4.978.514	€ 0
oneri capitalizzati (realizzazione capping)	€ 1.244.021	€ 1.244.021	€ 1.704.138
<b>sommano:</b>	<b>€ 9.179.021</b>	<b>€ 6.222.535</b>	<b>€ 1.704.138</b>
<b>Risultato</b>	<b>€ 3.008.763</b>	<b>€ 1.236.715</b>	<b>-€ 308.597</b>

Nella tabella che segue è invece riportata una rappresentazione dei conti della società, a seguito della cessione del ramo d'azienda dalla seconda metà del 2020, generati dalla fornitura di servizi al privato. Come si evince dalla tabella è possibile ipotizzare, a regime, un risultato positivo dell'ordine dei Euro 2.000.000 all'anno.

	nuovo lotto: gestito da privato			
<b>Costi della produzione</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
per il personale	€ 0	€ 135.745	€ 166.437	€ 162.929
per beni di consumo e forniture	€ 0	€ 28.270	€ 56.540	€ 56.540
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 0	€ 7.500	€ 15.000	€ 15.000
per costruzione nuovo lotto	€ 3.300.000	€ 5.300.000	€ 0	€ 0
per costi indiretti	€ 0	€ 123.911	€ 169.183	€ 165.383
<b>sommano:</b>	<b>€ 3.300.000</b>	<b>€ 5.595.426</b>	<b>€ 407.160</b>	<b>€ 399.853</b>
<b>Valore della produzione</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
oneri capitalizzati (costruzione nuovo lotto)	€ 3.300.000	€ 0	€ 0	€ 0
quota di ingresso (terreni e progetto)	€ 0	€ 640.000	€ 0	€ 0
quota di ingresso (30% costi costruzione)	€ 0	€ 1.590.000	€ 0	€ 0
ristoro costi residui investimento	€ 0	€ 445.200	€ 890.400	€ 890.400
royalties sul fatturato	€ 0	€ 867.823	€ 1.242.000	€ 1.242.000
ristoro costi di gestione	€ 0	€ 171.046	€ 342.092	€ 337.050
<b>sommano:</b>	<b>€ 3.300.000</b>	<b>€ 3.714.069</b>	<b>€ 2.474.492</b>	<b>€ 2.469.450</b>
<b>risultato:</b>	<b>€ 0</b>	<b>-€ 1.881.357</b>	<b>€ 2.067.332</b>	<b>€ 2.069.597</b>

## 4.2 Progetto lisciviazione del carbone per produzione fertilizzanti

Carbosulcis S.p.A. ha depositato in data 01/07/2009 domanda per i diritti di sfruttamento della proprietà intellettuale del brevetto dal titolo "PROCESS FOR THE DESULPHURIZATION OF LOW-MEDIUM RANK COAL". Allo stato attuale, successivamente al riconoscimento giuridico dello status di concessione del brevetto, in data 28/12/2016 (Bollettino Europeo dei brevetti n.52/2016), ha avuto accesso alle fasi nazionali, in cui lo stesso accede alla procedura di tutela negli Stati designati.

Il processo di lisciviazione protetto dal brevetto riguarda la desolforazione dei carboni di medio - basso rango, come il carbone Sulcis, mediante una lisciviazione eseguita in doppio stadio:

- il primo per l'abbattimento dello zolfo organico, che genera un ambiente basico (pH  $\approx$  14),
- il secondo con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (pH  $\approx$  5) per la riduzione della materia minerale (ceneri e pirite) ed il conseguente mantenimento del potere calorifico inferiore su valori intorno ai 5.000 kcal/kg.

Ciò che rende estremamente interessante questo processo, oltre al beneficio della riduzione del 30% dello zolfo presente nel carbone Sulcis, è il sottoprodotto del processo del 1° stadio di lisciviazione. Infatti, la presenza di acidi umici e fulvici nella liscivia esausta tal quale è tale da poter classificare il sottoprodotto, ai sensi del D. Lgs. n. 75/2010, come "umati solubili", a meno del tenore di azoto organico; rendendone particolarmente interessante l'utilizzo in campo agricolo come "attivatore".

Nell'ambito del contesto di riconversione industriale attualmente in corso a seguito del Piano di Chiusura della miniera, l'obiettivo primario è di attrarre l'interesse di potenziali investitori industriali al fine di entrare in un mercato globale in elevate espansione, come quello dei prodotti fertilizzanti per la bioagronomia, di elevata prospettiva per il futuro, per valorizzare il territorio e le sue risorse sia in termini di potenziale umano che di infrastrutture.

A tal fine dal dicembre 2016 la società si è dotata di un impianto pilota e dal 2017 ha provveduto alla formazione del personale e ad avviare la definizione dei parametri di processo, adattando le procedure di laboratorio alla scala di impianto.

Nel 2018 sarà ultimata la definizione dei parametri di processo avviando la produzione sperimentale. A tale fine il 2018 vedrà realizzata l'implementazione dell'impianto pilota con l'acquisto di una nuova centrifuga e di una pompa di ispessimento del prodotto e il ripristino di un impianto di ciclonatura per la preparazione dell'alimentazione mediante il trattamento dei fini di laveria presenti nel bacino fini.

Nel biennio 2019-2020 l'obiettivo primario della società sarà concentrato nell'attrarre l'interesse di potenziali investitori industriali al fine di entrare in un mercato globale in elevate espansione, come quello dei prodotti fertilizzanti per la bioagronomia, di elevata

prospettiva per il futuro, per valorizzare il territorio e le sue risorse sia in termini di risorse umane che di infrastrutture.

Il perseguimento dell'obiettivo passa per la realizzazione di una campagna di ricerca e sviluppo finalizzato alla produzione di un fertilizzante, ovvero un prodotto di elevato valore commerciale con prospettive di mercato molto promettenti e progressivamente crescenti. A tal fine Carbosulcis ha già avviato una prima fase di sperimentazione iniziale e investito in personale e strutture, dotandosi di un impianto pilota che come primaria finalità ha il compito di riprodurre i risultati di laboratorio su scala più ampia, soddisfacendo le condizioni di qualità e ripetibilità sia del processo che del prodotto. Nel periodo di sviluppo della campagna i tecnici Carbosulcis non solo ottimizzeranno il processo e lo adegueranno ai requisiti necessari alla realizzazione di un impianto dimostrativo/industriale, ma in collaborazione con la facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari, metteranno a punto lo sviluppo di prodotti migliorativi sia nello stesso ambito agronomico, attraverso la sperimentazione nella somministrazione dei fertilizzanti alle specie vegetali durante il loro ciclo di vita, avvalendosi a tal fine di metodiche e strumentazioni innovative come serre tecnologiche, che nel settore più specifico delle bonifiche e della restituzione ambientale, sfruttando la capacità dimostrata del prodotto di affrontare e migliorare condizioni di inquinamento dei suoli, sia agendo nella bio-filtrazione di metalli pesanti, che nella coltivazione di piante selettive per la fito-restituzione. Il tutto permetterà di fornire un'offerta di prodotti più ampia al mercato e sfruttare al meglio le risorse già disponibili, nell'ottica dello sfruttamento di un'economia circolare.

In tale ambito, è in corso la definizione di un accordo di collaborazione con il CREA, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria del Ministero per le politiche agricole e forestali, finalizzato all'implementazione dei programmi di ricerca sui prodotti del processo di lisciviazione del carbone Sulcis utili per una più ampia valorizzazione dell'asset aziendale.

L'accordo col CREA favorirà l'ampliamento della gamma dell'offerta di prodotti derivanti dal processo brevettato che in considerazione della potenzialità del sito produttivo Carbosulcis dovrebbe permettere di far evolvere il processo verso una dimensione industriale-commerciale. Entro il primo semestre 2018, è previsto l'avvio delle relative attività di ricerca congiunta; in parallelo partirà la promozione di manifestazioni di interesse sul prodotto fertilizzante per l'individuazione di eventuali partner industriali.

Nel contempo il personale Carbosulcis sarà riqualificato con l'obiettivo di integrarlo in una filiera produttiva che preveda la completa realizzazione dell'iniziativa industriale sul territorio, attraverso l'impiego non solo delle risorse umane, ma anche delle infrastrutture esistenti, dei servizi e della logistica del sito.

La materia prima necessaria per la produzione dei fertilizzanti è il carbone Sulcis. Nei primi anni di sperimentazione sarà possibile utilizzare come materia prima il carbone presente nel carbonile (circa 8.000 tonnellate). Una volta terminato il carbone presente nel carbonile la materia prima sarà approvvigionata all'impianto dal bacino fini. Nel bacino fini sono presenti circa 300.000 tonnellate di materiale inerte carbonioso che, una volta trattati, dovrebbe consentire di recuperare circa 100.000 tonnellate di materiale inerte carbonioso concentrato utilizzabili per la produzione dei fertilizzanti.

Il recupero del materiale inerte carbonioso concentrato passa per le seguenti fasi:

- progettazione e autorizzazione dell'intervento di recupero del rifiuto d'estrazione ai sensi del d.lgs 117/2011 e/o di altra normativa applicabile;
- escavazione del fino e suo approvvigionamento all'impianto di separazione;
- separazione materiale inerte carbonioso concentrato da materiale inerte sterile;
- abbancamento materiale inerte carbonioso in parco materie prime;
- abbancamento materiale inerte sterile in deposito rifiuti d'estrazione.

Gli interventi di cui sopra dovrebbero fare attestare il costo della tonnellata del materiale inerte carbonioso concentrato prodotto al di sotto del prezzo di mercato e del conseguente prezzo di vendita all'operatore economico privato.

Sono in fase di avvio degli studi per la caratterizzazione del materiale inerte sterile per valutarne l'idoneità per il riutilizzo in campo ambientale quale materiale a bassa permeabilità.

Nel 2020 si prevede di espletare le procedure ad evidenza pubblica finalizzate a cedere il ramo d'azienda e a selezionare un operatore economico che gestisca il progetto a partire dal 2021. Dal 2021 si prevede inoltre che l'operatore economico aggiudicatario della licenza rilevi, oltre ai diritti di sfruttamento del brevetto e all'impianto, anche n° 6 unità (n° 2 impiegati e n°4 operai) in grado di gestire il processo di produzione dei fertilizzanti e di avviare il nuovo impianto industriale che sarà costruito dall'aggiudicatario. Nel 2022, con la messa a regime dell'impianto industriale, il personale ceduto da Carbosulcis all'aggiudicatario si stima potersi attestare in almeno n° 12 unità ( n° 4 impiegati e n° 8 operai).

Carbosulcis fornirà invece dei servizi all'aggiudicatario quali fornitura energia, acqua e aria compressa, guardiania del sito, etc e quota parte dei costi per la gestione dell'infrastruttura esterna (strade, sottostazione elettrica etc.)

Per la fornitura del supporto esterni la società prevede di destinare mediamente 1 impiegato e 2 operai.

Per il calcolo dei compensi dovuti dall'operatore economico alla Carbosulcis si ipotizza la seguente formula:

$$R = (Inv/5) * 1,2 + C_g * 1,25 + F * 0,1$$

Dove

R=compenso annuo dovuto alla Carbosulcis dall' Operatore economico aggiudicatario della gara.

Inv= Importo dell'investimento effettuato da Carbosulcis per il progetto di ricerca e sviluppo del 2019-2020;

C<sub>g</sub>= costi di gestione sostenuti da Carbosulcis nell'esercizio di riferimento gravati di costi generali nella misura del 15%;

F= fatturato dell'operatore economico nell'esercizio di riferimento.

	R&S: Lisciviazione del carbone			Operatore privato	
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Costi della produzione</b>					
per il personale	€ 268.558	€ 348.571	€ 346.761	€ 166.437	€ 164.753
per beni di consumo e forniture	€ 97.648	€ 101.350	€ 101.350	€ 180.225	€ 180.225
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 14.000	€ 290.000	€ 170.000	€ 3.000	€ 3.000
per ammortamenti	€ 160.602	€ 0	€ 0	€ 295.866	€ 295.866
per costi indiretti	€ 253.153	€ 301.112	€ 316.532	€ 169.183	€ 167.235
<b>sommano:</b>	<b>€ 793.961</b>	<b>€ 1.041.032</b>	<b>€ 934.644</b>	<b>€ 814.711</b>	<b>€ 811.079</b>
<b>Valore della produzione</b>					
capitalizzazione costo di sviluppo	€ 0	€ 739.921	€ 618.111	€ 0	€ 0
ristoro costi di ricerca e sviluppo	€ 0	€ 0	€ 0	€ 355.040	€ 355.040
royalties sul fatturato	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 441.600
ristoro costi di gestione	€ 0	€ 0	€ 0	€ 502.639	€ 500.219
<b>sommano:</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 739.921</b>	<b>€ 618.111</b>	<b>€ 857.679</b>	<b>€ 1.296.858</b>
<b>risultato:</b>	<b>-€ 793.961</b>	<b>-€ 301.112</b>	<b>-€ 316.532</b>	<b>€ 42.968</b>	<b>€ 485.779</b>

Le royalties nell'esercizio 2022 derivano dall'ipotesi cautelativa che l'operatore economico privato realizzi un impianto capace di processare 2.000 tonns/anno di carbone che potrà essere implementato in ragione della capacità del mercato di assorbire i diversi prodotti.

### 4.3 Progetto Aria

Nel corso dell'anno sono previsti l'installazione e l'esercizio dell'impianto pilota, la cosiddetta FASE 0, all'interno del sito di Nuraxi Figus. La struttura di supporto dell'impianto, predisposta da Carbosulcis, è stata installata nel corso del 2017 mentre i primi componenti dell'impianto sono stati collaudati al CERN e trasferiti presso la Carbosulcis.

Relativamente all'installazione dell'impianto nel pozzo 1 di Seruci, la cosiddetta FASE 1, entro il 2018 Carbosulcis installerà le nuove strutture di guidaggio della gabbia e la struttura di supporto da installare in pozzo e avvierà l'installazione dei moduli d'impianto provenienti dal Cern. L'installazione dell'impianto dovrebbe concludersi entro il primo semestre del 2019. Il commissioning dell'impianto avverrà a cavallo tra il 2019 e il 2020.

Nel 2020 e 2021 si prevede che l'impianto venga utilizzato per produrre l'isotopo stabile, <sup>40</sup>Ar, arricchendolo dall'elemento naturale (i.e. Ar) presente in natura, per scopi sperimentali funzionali ai progetti INFN. Si prevede pertanto di ricevere da parte di INFN un canone a ristoro dei costi sostenuti.

Si ipotizza che tale canone abbia un importo pari al 130% dei costi di competenza sostenuti nell'esercizio di riferimento inclusi costi generali nella misura del 15% ed esclusa la quota di ammortamento dell'investimento. La quota di ammortamento dell'investimento sarà rimborsata, tramite la corresponsione a Carbosulcis di un canone e di royalties,

dall'operatore economico che negli anni seguenti, a seguito di selezione tramite procedura ad evidenza pubblica, si aggiudicherà la gestione dell'impianto al fine di produzione e commercializzazione degli isotopi <sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N, e <sup>18</sup>O, che trovano applicazione, tra l'altro, negli studi clinici per la produzione di traccianti per la diagnostica antitumorale Positron Emission Tomography (PET), di traccianti di interesse per studi clinici in generale e di traccianti di interesse per le scienze ambientali ed agricole.

Nel 2020 si prevede di espletare la procedura ad evidenza pubblica finalizzata a selezionare l'operatore economico che gestisca la fase commerciale a partire dal 2022. Dal 2022 si prevede inoltre che l'operatore economico aggiudicatario della licenza rilevi, oltre ai diritti di sfruttamento dell'impianto, anche n° 4 unità (n°4 impiegati tecnici) che sono stati formati e affiancati operativamente negli esercizi precedenti.

Carbosulcis fornirà invece dei servizi all'aggiudicatario quali gestione e manutenzione del pozzo, fornitura energia, acqua e aria compressa, guardiania del sito etc.

Per la fornitura del supporto esterno la società prevede di destinare mediamente 4 impiegati e 10 operai. Dal 2022 si prevede che l'aggiudicatario partecipi ai costi di gestione della struttura sotterranea facendosi capo di quota parte dei costi per servizi e forniture necessari per tenere aperto il sottosuolo.

Dal 2022 Carbosulcis incasserà dall'operatore economico che si aggiudicherà la gestione dello sfruttamento dell'impianto un compenso così articolato:

$$R = (Inv/5) * 1,2 + C_g * 1,25 + F * 0,1$$

Dove

R=compenso annuo dovuto alla Carbosulcis dall' Operatore economico aggiudicatario della gara.

Inv= Importo dell'investimento effettuato da Carbosulcis per l'installazione dell'impianto;

C<sub>g</sub>= costi di gestione sostenuti da Carbosulcis nell'esercizio di riferimento gravati di costi generali nella misura del 15%;

F= fatturato dell'operatore economico nell'esercizio di riferimento;

Nel 2022 non sono ancora presenti le royalties in quanto ci si troverà nella fase di sperimentazione legata all'implementazione dell'impianto per la produzione degli isotopi commerciali.

	Carbosulcis e INFN				Operatore privato
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Costi della produzione</b>					
per il personale	€ 906.725	€ 871.752	€ 867.227	€ 861.510	€ 809.252
per beni di consumo e forniture	€ 644.921	€ 11.921	€ 11.921	€ 127.421	€ 127.421
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 201.800	€ 322.000	€ 524.500	€ 841.420	€ 841.420
per ammortamenti	€ 8.791	€ 10.916	€ 588.566	€ 588.086	€ 585.836
per costi indiretti	€ 854.714	€ 753.060	€ 791.626	€ 875.720	€ 821.440
<b>sommano:</b>	<b>€ 2.616.951</b>	<b>€ 1.969.650</b>	<b>€ 2.783.840</b>	<b>€ 3.294.157</b>	<b>€ 3.185.369</b>
<b>Valore della produzione</b>					
Incremento immobilizzazioni	€ 1.743.446	€ 1.960.592	€ 0	€ 0	€ 0
ristoro costi di investimento	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 1.109.088
royalties sul fatturato	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
ristoro costi di gestione	€ 0	€ 0	€ 2.098.454	€ 2.631.130	€ 2.556.009
<b>sommano:</b>	<b>€ 1.743.446</b>	<b>€ 1.960.592</b>	<b>€ 2.098.454</b>	<b>€ 2.631.130</b>	<b>€ 3.665.097</b>
<b>risultato:</b>	<b>-€ 873.505</b>	<b>-€ 1.109.057</b>	<b>-€ 685.385</b>	<b>-€ 663.028</b>	<b>€ 479.727</b>

#### 4.4 Sistemi di Accumulo e Gestione Energetica

La recente Strategia Energetica Nazionale, adottata lo scorso novembre 2017, pone come obiettivo, legato alla mitigazione nella produzione e la diffusione dei gas serra, la chiusura delle centrali termoelettriche a carbone. Ciò comporterà una revisione del sistema di produzione e di distribuzione energetico regionale nel momento in cui verrà a mancare l'apporto dei sistemi di produzione di energia elettrica da fonti combustibili tradizionali. Pertanto la Sardegna dovrà adeguarsi per garantire in maniera affidabile e continuativa la disponibilità di potenza attraverso la rete di alcune centinaia di MW, da ottenersi in particolare attraverso l'utilizzo massiccio delle fonti rinnovabili. A tal proposito, lo studio dei sistemi di accumulo e della gestione stabile ed affidabile dell'energia elettrica diventa un obiettivo strategico della Regione Sarda e quindi della Carbosulcis.

Infatti, nell'ambito dello stesso Piano di Chiusura approvato sono enfatizzate le opere di mitigazione e di compensazione di natura energetica e ambientale che, oltre allo sviluppo del progetto proprietario di Carbosulcis riguardante la lisciviazione del carbone per la produzione di fertilizzanti, prevede la realizzazione di sistemi di produzione e gestione energetica attraverso fonti rinnovabili, da rendere coerenti con le strategie energetiche regionali e nazionali per il prossimo quinquennio.

In tale contesto è nelle intenzioni della società realizzare, per l'appunto, progetti ed investimenti a lungo termine che comunque prevedano il riuso delle infrastrutture e delle risorse aziendali esistenti.

La disponibilità di strutture in sottosuolo, che comprende circa 30 km tra gallerie di struttura e secondarie, si sposa perfettamente con un progetto di studio sperimentale sulle tecniche e le tecnologie di accumulo dell'energia. Oltre ai considerevoli volumi disponibili il vantaggio del sottosuolo sta nel suo isolamento, importantissimo per applicazioni speciali

come la schermatura dai raggi cosmici in fisica o in campo meccanico nella sperimentazione di macchinari di accumulo di potenza in perfetta sicurezza operativa.

Il progetto, avviato in collaborazione con il DIMCM e il DEE della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari, consiste nell'applicazione delle seguenti tecnologie innovative, studiate ma non applicate soprattutto nel contesto minerario nel quale Carbosulcis intende invece impiegarle:

- accumulo di energia, prodotta in maniera discontinua da FER, attraverso aria compressa stoccata nei serbatoi ricavati dalle gallerie del sottosuolo (Underground Compressed Air Energy Storage);
- accumulo meccanico attraverso volani cinetici (Flywheel Energy Storage System);
- gestione, armonizzazione e ottimizzazione dei sistemi attraverso Smart Grid Technologies (SGT).

Più nel dettaglio, la prevista realizzazione di una smart grid avrà finalità non limitate alla gestione puntuale degli impianti oggetto delle attività del progetto, si svilupperà inizialmente attraverso una micro-rete destinata a realizzare il bilanciamento istantaneo tra la produzione e il consumo associato alle utenze del sito minerario e si estenderà alla virtualizzazione dei sistemi di produzione, di consumo e di accumulo dell'energia, tenendo conto non solo dagli eventuali impianti FER integrabili nel sito ma degli impianti FER già presenti nell'area (parchi eolici di terzi) con i quali si potrà sviluppare un Virtual Power Plant (VPP), ovvero un sistema globale di gestione dell'energia prodotta nell'intero territorio.

Tali attività saranno propedeutiche alla realizzazione di sistemi di gestione e di infrastrutture, volti a consentire, nella fase di progressiva riduzione dei carichi, la fornitura di servizi particolarmente utili in un'area, quale quella compresa tra Carbonia, Iglesias e Portoscuso/Portovesme, caratterizzata da una significativa presenza di impianti FER di tipo intermittente, quali soprattutto gli impianti eolici.

Lo sviluppo della Rete Intelligente, dei Servizi di Accumulo Energetico ad essa connessi, unitamente all'utilizzo e la gestione dei sistemi elettrici di Alta Tensione, di cui l'azienda è provvista, consentirà di far evolvere il sito produttivo di Carbosulcis verso lo sviluppo e la fornitura di servizi energetici tipo "Capacity Payment" o di Accumulo energetico, sia dei picchi di assorbimento che del carico di base.

I sistemi di accumulo saranno funzionali alla determinazione di un modello tecnologico impiegabile su più ampia scala al fine di perseguire obiettivi di sicurezza e affidabilità energetica più vasta.

#### Underground Compressed Air Energy Storage (UCAES)

La disponibilità di volumi e di infrastrutture in sottosuolo crea le condizioni ideali per valutare soluzioni efficaci ed altamente innovative come la U-CAES (Underground Compressed Air Energy Storage), ossia l'accumulo di energia sovrapprodotta dalle fonti energetiche rinnovabili in forma elastica attraverso la compressione dell'aria e il suo stoccaggio in sottosuolo a condizioni termodinamiche sicure e stabili. A temperatura ambiente infatti si

potrebbe contenere l'aria compressa entro le cavità opportunamente rivestite, a pressioni che verrebbero contrastate dal massiccio roccioso, in volumi sufficienti a garantire restituzioni di energia adeguate alle esigenze della rete.

L'accumulo-recupero di energia elettrica per mezzo di sistemi ad aria compressa rappresenta pertanto una nuova frontiera dell'innovazione tecnologica per l'ottimizzazione ed il miglioramento dei sistemi energetici. L'accumulo avviene mediante opportuni compressori alimentati da energia elettrica a basso costo prodotta nelle ore notturne, o comunque nei periodi di saturazione di produzione da FER. L'aria compressa viene accumulata in cavità sotterranee ermetiche, ad una pressione di 70-100 bar e viene successivamente fatta espandere in turbina, previo riscaldamento, in fasce orarie caratterizzate da picchi di richiesta e che conferiscono maggior valore dell'energia elettrica prodotta. A seconda della configurazione gli impianti CAES si distinguono in non-adiabatici e adiabatici (A-CAES). Nei CAES diatermici o diabatici, che rappresentano le soluzioni più convenzionali, l'aria compressa prelevata dalla cavità sotterranea viene inviata prima in una camera di combustione, analogamente a quanto avviene in un gruppo turbogas e quindi all'espansore (turbina). Nel suo complesso il sistema opera come un normale gruppo turbogas in cui però il compressore e la turbina sono disgiunti e operano in modo differito. Il sistema A-CAES (adiabatico) rappresenta una interessante evoluzione del CAES poiché non utilizza una fonte esterna di energia primaria. Esso prevede infatti, in breve, il recupero del calore sensibile dell'aria a fine compressione, il suo stoccaggio in un sistema di accumulo termico di tipo Packed-Bed e la sua restituzione per il preriscaldamento dell'aria all'ingresso della turbina invece della camera di combustione. Due Impianti industriali CAES (diabatici), uno in Germania (impianto di Huntorf da 290 MW, realizzato dalla *Brown Boveri* nel 1978) e l'altro negli USA (impianto di McIntosh da 110 MW realizzato dalla *Dresser Rand* nel 1991), applicano già la tecnologia dello stoccaggio dell'aria compressa in serbatoi sotterranei, che è particolarmente adatta all'integrazione con altre tecnologie di produzione principalmente derivanti da fonti rinnovabili. Gli sviluppi e l'innovazione sulla stessa tecnologia possono essere molteplici, soprattutto nella scelta delle trasformazioni termodinamiche che prevedono la facoltà di recuperare calore generato durante la compressione e di restituirlo durante l'espansione. Un impianto pilota ACAES è stato realizzato a Polleggio (Svizzera) in una galleria della trasversale del San Gottardo. Ad oggi, inoltre, la sperimentazione sullo stoccaggio di aria compressa in gallerie di miniere di carbone è stata eseguita esclusivamente in Giappone.

Lo stoccaggio di energia attraverso aria compressa in sottosuolo consente oltre ad una buona capacità di accumulo, poiché relativa soprattutto a cavità geologiche esistenti, anche una produzione specifica di energia elettrica variabile tra 2 e 5 kWh/m<sup>3</sup> di volume disponibile, un ordine di grandezza superiore ai sistemi idroelettrici di accumulo che hanno mediamente una densità energetica di norma inferiore a 0,4 kWh/m<sup>3</sup> di serbatoio idrico. Inoltre, altro tipo di efficienza & risparmio si avrebbe nell'utilizzo dell'aria compressa spillata dal serbatoio in galleria per azionamenti pneumatici in sottosuolo, andando ad eliminare gli attuali compressori in superficie un piccolo impianto pilota (impianto di Sunagawa), ma viste le ambizioni del progetto e le risorse disponibili in termini di strutture, infrastrutture e

personale, la realizzazione presso i cantieri di Nuraxi Figus risulta un obiettivo assolutamente pertinente e raggiungibile.

#### Valutazioni preliminari disponibilità Sottosuolo per UCAES:

Tenendo conto dei potenziali serbatoi sotterranei presenti e disponibili, risulta di particolare interesse l'area Est rispetto ai Pozzi 1 e 2 di Nuraxi Figus, il cui accesso è dato dalla Galleria di Riflusso Principale (GRP), attualmente segregata ma perfettamente integra. Questa era un'area di espansione mineraria che non è stata ulteriormente sviluppata, in cui era stata realizzata parte di un pannello di coltivazione, ovvero una galleria di testa per 400 m, una galleria di struttura principale (estensione della GRP) di 250 m e una galleria di base per circa 100 m. Nella galleria il sistema di sostegno geo-strutturale è dato dal bullonamento della roccia e, a parte le dovute opere di manutenzione una volta riaperte le gallerie, la fattibilità tecnica in quest'area verrà assicurata con la realizzazione di adeguati presidi di sicurezza realizzati da rivestimenti del cavo in c.a..

Da valutazioni preliminari realizzate col DIMCM sarebbe possibile, sotto forma di energia meccanica (aria compressa), poter sviluppare una potenza disponibile di 1 MW ogni 25 m di galleria, considerando la sezione al netto dei rivestimenti che permettano condizioni di pressione prossime a 100 bar. Ciò significa che solo nel tratto di galleria scelto per la sperimentazione, potrebbero essere disponibili cautelativamente fino a 15 MW.

Considerata la modularità prevista dei sistemi di accumulo ad aria compressa, sono disponibili in sottosuolo diversi km di gallerie strutturalmente e logisticamente adeguate a garantire gli stessi requisiti valutati nelle condizioni sperimentali, confidando agevolmente di poter raggiungere disponibilità oltre i 100 MW.

#### Energy Storage con Potenziale Cinetico (FESS)

Come anticipato, le batterie sono attualmente i sistemi di accumulo più diffusi sul mercato, ma presentano degli svantaggi dati dal costo elevato, decadimento delle prestazioni durante il ciclo di vita, ridotto rapporto potenza/capacità erogato e elevato costo di smaltimento a fine vita.

I sistemi meccanici basati su volani, appaiono in prospettiva economicamente competitivi rispetto ai sistemi elettrochimici in virtù del maggiore ciclo di vita e della minore manutenzione; presentano tuttavia capacità non confrontabili con i sistemi elettrochimici. Pertanto, pur essendo caratterizzati da un'alta efficienza, da un'elevata durata (non risentono dei cicli di carica/scarica) e da un ridotto tempo di ricarica il loro utilizzo è ancora molto limitato ad applicazioni specifiche (UPS per ICT). Infatti, la principale criticità è connessa ai costi associati alla necessità di utilizzo di specifici sistemi di contenimento. La presenza di cavità sotterranee consente lo sviluppo di sistemi di accumulo a volano specifici, utilizzando le strutture sotterranee quali ambienti atti ad accoglierli. Inoltre la possibilità di poter disporre di dimensioni significative consente di poter progettare sistemi dedicati caratterizzati da potenze di picco particolarmente elevate erogabili per periodi di tempo utili alle finalità del progetto.

A seguito della modellizzazione e delle simulazioni della Smart Grid, tra le attività del progetto vi saranno pertanto il dimensionamento, la progettazione e la realizzazione su scala prototipale di un volano per sistemi sotterranei.

Le verifiche e il confronto tra i risultati dei modelli sperimentali e la realizzazione di opportune analisi tecnico economiche consentiranno di valutare le opportunità di un'estensione del prototipo su scala industriale per la realizzazione di un sistema capace di fornire servizi ancillari alla rete di trasmissione. Per la fornitura di tali servizi si verificherà l'utilizzabilità delle infrastrutture elettriche già presenti ed utilizzate per l'alimentazione del sito minerario.

Verranno sviluppati sistemi di gestione e controllo dedicati, destinati all'integrazione delle diverse tecnologie di accumulo presenti nel sito consentendo la collaborazione sinergica tra i sistemi di accumulo energetico e gestendo opportunamente le diverse dinamiche dei dispositivi. Obiettivo finale è quello di realizzare una gestione tra tutti i sistemi di accumulo che consenta di compensare le differenti dinamiche e le differenti caratteristiche in termini di erogazione di energia e di potenza con lo scopo di poter rispondere efficientemente ed efficacemente a richieste impreviste da parte sia delle utenze del sito e della rete.

In tale contesto è prevista una analisi delle problematiche connesse all'adeguamento dei sistemi elettrici del sito e ciò comporterà una verifica preliminare del sistema elettrico e l'installazione di dispositivi innovativi per il miglioramento della qualità della fornitura studiati "ad hoc" per le applicazioni a cui si intende destinare il sistema di accumulo. In particolare, l'attenzione verrà dedicata allo sviluppo di opportuni sistemi di filtraggio attivo che consentano la compensazione armonica in corrente e tensione prodotte dalla presenza di sistemi elettronici di potenza e da fluttuazioni di potenza attiva e reattiva di natura istantanea.

#### Integrazione modulo FESS in Carbosulcis

La principale causa della mancata diffusione dei volani è legata a criticità sulla sicurezza: i volani sono caratterizzati da velocità di rotazione particolarmente elevate e pertanto le specifiche di sicurezza impongono che in caso di cedimento delle masse in rotazione il sistema sia dotato di idonei sistemi di contenimento che risultano particolarmente costosi. In tale contesto, utilizzare ambienti intrinsecamente protetti in sottosuolo come sistemi di contenimento fisico delle masse in rotazione consente di superare tali vincoli consentendo di abbattere notevolmente di costi sia nella fase di prototipazione e sperimentazione, sia nella fase di sviluppo industriale/energetico. Pertanto le miniere e le relative infrastrutture elettriche già presenti costituiscono l'infrastruttura di base per la sperimentazione prima e per lo sviluppo successivo dei sistemi di accumulo cinetici per la fornitura di servizi ancillari di potenza sulla rete di Alta Tensione in grado di garantire a tutti gli operatori e gli utilizzatori nonché agli abitanti delle zone interessate le migliori condizioni di sicurezza e più elevati standard di sostenibilità.

Il progetto prevede una fase di sperimentazione e una successiva fase di sviluppo per consentire ad alcune aree dei cantieri Nuraxi Figus & Seruci di configurarsi come siti di installazione di volani per la fornitura di servizi di potenza bidirezionali sulla rete di Alta Tensione.

### Energy Storage con Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)

L'ammoniaca anidra - NH<sub>3</sub> - è un vettore ideale per trasportare ed immagazzinare azoto (N<sub>2</sub>) ed idrogeno (H<sub>2</sub>), nonché energia. La potenzialità di accumulo energetico dei maggiori sistemi di stoccaggio energetico sotto forma di Energia Chimica è infatti tipicamente proporzionale alla presenza di idrogeno: anche se inferiore a quella degli idrocarburi, la densità energetica dell'ammoniaca è comunque elevata. Inoltre, i sistemi di stoccaggio e trasporto dell'ammoniaca sono decisamente più semplici e meno costosi di quelli richiesti per l'idrogeno.

L'ammoniaca è pertanto un vettore energetico molto promettente ed è anche intrinsecamente più stabile e sicuro dell'idrogeno nei processi di conservazione e trasporto, il che lo rende molto interessante anche per le applicazioni diverse da quelle industriali, ad es. nel settore *automotive*.

Allo stesso fine dei precedenti sistemi di accumulo scelti, lo scopo è quello di valutare la possibilità di utilizzare il surplus di energia generato nei periodi di sovraccapacità FER per produrre ammoniaca, a partire da azoto ed acqua. Nei periodi di maggior fabbisogno energetico, l'ammoniaca potrà essere utilizzata per restituire la maggior parte dell'energia assorbita per la sua produzione.

### Integrazione modulo ES-NH<sub>3</sub> nei processi Carbosulcis

Con riferimento alla produzione di NH<sub>3</sub> con sistemi tradizionali N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>, Carbosulcis già dispone di un sistema di separazione dell'aria adibito alla produzione di azoto N<sub>2</sub> con grado di purezza stabilito, installato all'esterno per l'inertizzazione dei cantieri in sottosuolo in cui era richiesta l'inibizione del fenomeno dell'autocombustione. Sono infatti disponibili 4 moduli di produzione azoto collegati ad una batteria di compressor, che attraverso un sistema di membrane a permeazione selettiva (PSA) consentono di produrre ciascuno fino a 800 Nm<sup>3</sup>/h di N<sub>2</sub> contenente da 0,1 a 2,5 % di O<sub>2</sub>, oltre ad impurezze di tenore minore. Ulteriore purificazione del gas potrebbe essere realizzata integrando il sistema con gli impianti criogenici già previsti nel Progetto ARIA. Il fabbisogno energetico del processo di produzione dell'ammoniaca include inoltre assunzione di energia termica, che può essere fornita dal sistema CAES.

L'impianto ARIA è un'utenza energivora presente nel sito minerario. La sua integrazione prevede che l'ammoniaca anidra vada ad assumere un posto del tutto speciale nel Progetto, nella fattispecie nei cicli designati per la produzione dell'isotopo <sup>15</sup>N: difatti, l'alimentazione diretta della colonna criogenica prevista per la produzione di <sup>15</sup>N nell'impianto Aria può consistere direttamente in ammoniaca anidra NH<sub>3</sub>, oppure, alternativamente, in azoto N<sub>2</sub> e, soprattutto e con estrema efficacia, nel monossido di azoto NO, ottenibile a sua volta da NH<sub>3</sub>.

Il progetto di ricerca e sviluppo di cui al presente paragrafo sarà realizzato solo se finanziato con risorse statali con strumenti di aiuto quali ad esempio gli "accordi per l'innovazione" di

cui al Decreto del Ministro dello sviluppo economico 24 maggio 2017, che riconosce un contributo stimabile nella misura del 30% dei costi diretti previsti.

I costi che si stima di dover sostenere per il progetto di ricerca sono riepilogati nella tabella che segue. Come si evince dalla tabella sono stati capitalizzati tutti i costi di ricerca e sviluppo ad eccezione dei costi di struttura.

	R&S: Energy storage con smart grid				sommano
Costi della produzione	2019	2020	2021	2022	2018-2022
per il personale	€ 410.646	€ 408.515	€ 405.822	€ 401.715	€ 1.626.698
per beni di consumo e forniture	€ 852.500	€ 97.500	€ 0	€ 0	€ 950.000
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 1.827.667	€ 272.000	€ 123.667	€ 142.000	€ 2.365.333
per costi indiretti	€ 354.736	€ 372.902	€ 412.516	€ 407.766	€ 1.547.919
<b>sommano:</b>	<b>€ 3.445.549</b>	<b>€ 1.150.917</b>	<b>€ 942.004</b>	<b>€ 951.481</b>	<b>€ 6.489.950</b>
Valore della produzione	2019	2020	2021	2022	2018-2022
capitalizzazione costo di sviluppo	€ 3.090.813	€ 778.015	€ 529.488	€ 543.715	€ 4.942.032
<b>sommano:</b>	<b>€ 3.090.813</b>	<b>€ 778.015</b>	<b>€ 529.488</b>	<b>€ 543.715</b>	<b>€ 4.942.032</b>

<b>risultato</b>	<b>-€ 354.736</b>	<b>-€ 372.902</b>	<b>-€ 412.516</b>	<b>-€ 407.766</b>	<b>-€ 1.547.919</b>
------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	---------------------

## 5. EVOLUZIONE DELLA STRUTTURA E DEL PERSONALE

### 5.1 Costi comuni di amministrazione (costi di struttura)

Tra i costi comuni di amministrazione ricadono i costi che non sono di competenza esclusiva delle attività di cui ai capitoli precedenti. Sono considerati costi di struttura quelli relativi ai reparti amministrativi (gestione del personale, contabilità e bilancio, pianificazione e controllo, appalti, sistemi di gestione, segreteria, ricerca e sviluppo, servizi informatici, etc.). Tra i costi comuni rientrano, a titolo esemplificativo, i costi per le pulizie dei locali, quelli per il trattamento delle acque sanitarie e delle acque nere, le tasse (IMU, ICI, etc.), il servizio di guardiania e una serie di altri costi comuni a tutte le attività. I costi di struttura passano dagli oltre 6,8 milioni di Euro dell'esercizio 2018 ai circa 4.3 milioni di Euro dell'esercizio 2022.

Nel corso del 2018 sono previsti degli investimenti (il principale è il revamping dell'impianto antincendio mentre interventi minori riguardano la sostituzione di due carrelli elevatori e di 2 pick up), la sostituzione gli impianti di trattamento delle acque sanitarie e delle acque nere. Proseguiranno inoltre gli interventi mirati all'efficientamento energetico, in particolare saranno attuate misure sugli impianti luce con l'adozione generalizzata di lampade al LED e sarà realizzato un investimento finalizzato al revamping degli impianti di riscaldamento dei locali e delle acque sanitarie degli spogliatoi mediante integrazione del calore geotermico. L'impianto sarà realizzato in sostituzione di quello obsoleto attualmente in servizio.

Nel conto economico previsionale si è tenuto conto delle quote di ammortamento degli investimenti di competenza dell'esercizio che sono andate a sommarsi alle quote di ammortamento degli investimenti di struttura realizzati negli esercizi precedenti.

L'incidenza del costo complessivo di struttura sulle singole attività viene determinato utilizzando quale driver l'incidenza delle ore lavoro.

La riduzione dei costi di struttura nel periodo di vigenza del piano industriale è legata principalmente alla riduzione del personale nonché ad economie rilevabili sulle forniture di beni e servizi.

	struttura - costi comuni di amministrazione				
<b>Costi della produzione</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
per il personale	€ 4.244.576	€ 3.300.070	€ 2.955.450	€ 2.773.484	€ 2.228.635
per beni di consumo e forniture	€ 349.802	€ 292.802	€ 286.802	€ 257.998	€ 250.794
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 1.369.960	€ 1.286.440	€ 1.286.440	€ 1.319.180	€ 1.314.580
per oneri diversi di gestione	€ 224.088	€ 224.088	€ 224.088	€ 224.088	€ 224.088
per oneri finanziari	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000
per altri costi	€ 459.429	€ 414.315	€ 396.343	€ 341.200	€ 292.457
per ammortamenti	€ 137.878	€ 249.658	€ 249.658	€ 204.391	€ 161.980
<b>sommano:</b>	<b>€ 6.793.733</b>	<b>€ 5.775.373</b>	<b>€ 5.406.782</b>	<b>€ 5.128.342</b>	<b>€ 4.480.534</b>
<b>Valore della produzione</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
altri ricavi e proventi (vendita materiali diversi)	€ 30.000	€ 30.000	€ 30.000	€ 30.000	€ 30.000
altri ricavi e proventi (interrompibilità)	€ 12.600	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000
<b>sommano:</b>	<b>€ 42.600</b>	<b>€ 156.000</b>	<b>€ 156.000</b>	<b>€ 156.000</b>	<b>€ 156.000</b>
<b>risultato</b>	<b>-€ 6.751.133</b>	<b>-€ 5.619.373</b>	<b>-€ 5.250.782</b>	<b>-€ 4.972.342</b>	<b>-€ 4.324.534</b>

## 5.2 Evoluzione del personale in carico alla società

Il costo del personale è stato stimato considerando il costo orario medio rilevato nel 2017 per gli impiegati (40,5 Euro/ora) e gli operai (34 Euro/ora) moltiplicandolo per le ore mediamente lavorate nel triennio 2015-2017 da impiegati ed operai (1.700 ore/anno per gli impiegati e 1.570 ore/anno per gli operai).

Nel Piano l'evoluzione del personale in carico alla società risente oltre che degli esodi incentivati per il pensionamento anche del personale che sarà ceduto agli operatori economici che gestiranno le attività in fase di avvio nel sito Carbosulcis. Il personale che rimarrà in carico alla società si occuperà, oltre che delle attività previste dal piano di chiusura, di fornire servizi agli operatori economici che si insedieranno nel sito.

Nella costruzione della tabella si è tenuto conto degli esodi incentivati per pensionamenti previsti per gli esercizi 2018-2022. Non sono stati considerati gli altri eventuali esodi volontari in quanto aleatori.

Si è inoltre considerato che, dalla seconda metà del 2020, n° 5 dipendenti Carbosulcis saranno rilevati dall'operatore economico che si aggiudicherà la gestione del nuovo lotto

di scarica; dal 2021 ai 5 dipendenti di cui sopra si sommeranno anche n° 6 unità in grado di gestire il processo di produzione dei fertilizzanti saranno rilevati dall'aggiudicatario e, nel 2022, con la messa a regime dell'impianto industriale, il personale ceduto da Carbosulcis all'aggiudicatario del progetto Lisciviazione si incrementeranno di ulteriori n° 6 unità. Sempre a partire dal 2022 saranno ceduti all'operatore economico che si aggiudicherà la gestione della fase commerciale del progetto ARIA i 4 impiegati all'uopo formati. Di seguito una tabella riepilogativa della prevista evoluzione del personale Carbosulcis impiegato nelle nuove attività nell'esercizio 2022.

Al 31.12.2022 il personale in carico a Carbosulcis, a meno delle cessioni ai privati, ammonterà a 103 dipendenti dei quali 20 saranno impiegati per garantire i servizi ai nuovi progetti mentre dei restanti 91 circa 48 saranno impiegati nelle attività previste dal piano di chiusura (34 nella messa in sicurezza della miniera, 7 nei recuperi ambientali dell'esterno e 7 in formazione). I restanti 38 saranno in carico alla struttura e lavoreranno al servizio di tutte le attività in essere. Il numero del personale in carico alla miniera e alla struttura potrebbe essere destinato ad assottigliarsi ulteriormente già dal 2023 a seguito dell'avvio della fase commerciale dell'accumulo di energia in sottosuolo che garantirebbe l'impiego di essere cedute all'operatore economico che si aggiudicherà la gestione dell'accumulo di energia in sottosuolo. La tabella riportata di seguito fotografa la distribuzione del personale all'interno dei nuovi progetti.

Distribuzione del personale Carbosulcis (al 31.12.2022)	
personale per gestione e messa in sicurezza sottosuolo	34
personale per messa in sicurezza esterno	7
personale in formazione	7
personale di struttura	35
personale impegnato direttamente per garantire servizi ai nuovi progetti	20
	<b>103</b>

Distribuzione del personale ceduto da Carbosulcis ai privati (al 31.12.2022)	
personale ceduto per gestione discarica	5
personale ceduto per progetto Lisciviazione e produzione fertilizzanti	12
personale ceduto per progetto ARIA	4
Sommano:	<b>21</b>

Con le ipotesi riportate in tabella il costo del personale passerà pertanto dagli Euro 11.539.225,00 previsti per il 2018 agli Euro 6.663.065 previsti per il 2022, per n° 103 unità.

Nel caso in cui, al termine del 2022, le attività messe in campo non dovessero essere economicamente sostenibili il personale in eccesso, già oggetto di formazione continua nel quinquennio 2018-2022, abbandonerebbe a partire dal 2023 l'industria carboniera

consentendo di riallineare la forza lavoro in carico alla Carbosulcis con quella prevista nel piano di chiusura (n° 42 unità).

Nell'auspicato caso contrario, a seguito quindi dell'evoluzione positiva dei progetti proposti, nel periodo 2023-2027:

- sono previsti ulteriori 21 esodi per pensionamento;
- è ipotizzabile la fuoriuscita dall'azienda di almeno ulteriori n° 10 unità che saranno assorbite dai nuovi progetti (UCAES e lisciviazione) e che faranno quindi attestare complessivamente in almeno n° 31 unità il personale che da Carbosulcis viene ceduto ad operatori economici privati insieme ai rami aziendali d'appartenenza.
- l'incremento del personale destinato alla gestione tecnica dell'infrastruttura sotterranea e superficiale, nonché per garantire i servizi ai nuovi progetti si attesterà ad almeno n° 45 unità;
- il personale necessario per la gestione amministrativa della società si stima pari a non meno di n° 17 unità.

Rimarrebbero pertanto non impiegate n° 10 unità per le quali, considerato il trend delle uscite volontarie riscontrato nel periodo 2015-2017, non è irrealistico ipotizzare però che le stesse si possano avvalere durante il periodo in esame del previsto incentivo all'esodo su base volontaria.

In conclusione, pertanto al 2027 residuerebbe una snella società di servizi, composta da circa n° 60 unità.

## 6. PIANO ECONOMICO DELLA SOCIETA'

Si riporta di seguito una tabella che riepilogativa dei conti della società nel periodo preso in esame dal Piano. Dalla tabella si evince che, dal 2022 si prevede di pervenire ad un risultato economico positivo frutto della cessione del personale alle nuove attività e dagli introiti che realisticamente tali attività si prevede possano generare per le casse della società.

	CARBOSULCIS				
	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Costi della produzione</b>					
per il personale	€ 11.539.235	€ 9.985.715	€ 8.896.865	€ 7.838.955	€ 6.663.065
per beni di consumo e forniture	€ 3.508.025	€ 3.295.274	€ 2.840.282	€ 1.033.400	€ 960.556
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 7.475.093	€ 9.437.456	€ 4.419.455	€ 3.996.134	€ 3.837.374
per oneri diversi di gestione	€ 487.441	€ 341.370	€ 341.370	€ 341.370	€ 341.370
per ammortamenti	€ 9.704.728	€ 335.337	€ 838.224	€ 1.088.343	€ 1.043.682
per altri accantonamenti (chiusura e post gestione disc.)	€ 1.344.551	€ 722.549	€ 0	€ 0	€ 0
per oneri pluriennali (valore terreno disc.)	€ 12.345	€ 8.535	€ 0	€ 0	€ 0
per oneri finanziari	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000
per altri costi	€ 459.429	€ 414.315	€ 396.343	€ 341.200	€ 292.457
per costruzione nuova discarica	€ 0	€ 3.300.000	€ 5.300.000	€ 0	€ 0
per incentivo all'esodo	€ 1.960.000	€ 1.080.000	€ 480.000	€ 720.000	€ 300.000
<b>sommano:</b>	<b>€ 36.498.847</b>	<b>€ 28.928.550</b>	<b>€ 23.520.540</b>	<b>€ 15.367.403</b>	<b>€ 13.446.504</b>
<b>Valore della produzione</b>					
contributi piano di chiusura	€ 17.148.421	€ 7.678.602	€ 6.952.310	€ 6.666.519	€ 6.117.554
incassi da stoccaggio ceneri Enel	€ 8.280.000	€ 8.280.000	€ 2.494.514	€ 0	€ 0
altri ricavi e proventi (vendita materiali diversi)	€ 30.000	€ 30.000	€ 30.000	€ 55.967	€ 55.967
altri ricavi e proventi (interrompibilità)	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000
incremento Immobilizzazioni per lavori interni	€ 1.743.446	€ 1.960.592	€ 0	€ 0	€ 0
oneri capitalizzati (realizzazione capping)	€ 1.244.021	€ 1.244.021	€ 1.704.138	€ 0	€ 0
oneri capitalizzati (costruzione nuova discarica)	€ 0	€ 3.300.000	€ 0	€ 0	€ 0
capitalizzazione costo di sviluppo	€ 0	€ 3.830.734	€ 1.396.126	€ 529.488	€ 543.715
quota di ingresso per privatizzazione discarica	€ 0	€ 0	€ 2.230.000	€ 0	€ 0
ristoro costi investimento e ricerca e sviluppo	€ 0	€ 0	€ 445.200	€ 1.245.440	€ 2.354.527
royalties sul fatturato	€ 0	€ 0	€ 867.823	€ 1.242.000	€ 1.683.600
ristoro costi gestione	€ 0	€ 0	€ 2.282.928	€ 3.475.862	€ 3.393.278
<b>sommano:</b>	<b>€ 28.571.888</b>	<b>€ 26.449.949</b>	<b>€ 18.529.040</b>	<b>€ 13.341.275</b>	<b>€ 14.274.641</b>
<b>risultato:</b>	<b>-€ 7.926.959</b>	<b>-€ 1.378.601</b>	<b>-€ 4.991.500</b>	<b>-€ 2.026.127</b>	<b>€ 828.137</b>

## 7. ANALISI DELLA SOSTENIBILITA' FINANZIARIA

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo semplificato dei flussi di cassa nel periodo 2018-2022. Il fine del prospetto non è quello di riprodurre la situazione puntuale dei movimenti finanziari nei singoli esercizi bensì quello di mostrare a quali condizioni, date le disponibilità finanziarie attuali dell'azienda, è possibile implementare il piano industriale.

La tabella è stata predisposta prevedendo le semplificazioni di seguito listate:

- 1) il flusso finanziario relativo al pagamento di servizi e forniture si manifesta nell'anno di competenza economica del costo;
- 2) il flusso finanziario relativi all'incasso del servizio di smaltimento ceneri si manifesta nell'anno di competenza economica del ricavo.
- 3) il flusso finanziario relativi all'incasso dell'aiuto di Stato si manifesta nell'anno successivo a quello di competenza economica.
- 4) il flusso finanziario relativi allo svincolo del deposito a garanzia dell'esecuzione dei lavori di messa in sicurezza e recupero ambientale si manifesta nell'anno successivo a quello di competenza economica;

Si è inoltre valutato che il progetto di ricerca e sviluppo di cui al paragrafo 5.4 sarà finanziato nella misura del 30% dei costi diretti in accordo con quanto previsto dal Decreto del Ministro dello sviluppo economico 24 maggio 2017 "accordi per l'innovazione".

Dal prospetto riepilogativo riportato di seguito si evince come Carbosulcis, data l'attuale situazione finanziaria, sia in grado di far fronte alle spese necessarie per realizzare il *Piano*.

Nella tabella è stato inserito il pagamento di Euro € 9.754.663 effettuato nel 2018 in favore di Ina Assitalia a seguito dell'esito sfavorevole della causa relativa al riconoscimento dei premi non pagati (interessi e rivalutazioni) dal 1997-2003 per una polizza decennale stipulata nel 1993 a copertura del rischio incendio.

Nella tabella non si è tenuto conto del flusso finanziari legati ai contenziosi in essere, tra i quali si segnalano di seguito i più rilevanti:

- 1) contenzioso con ENI in quanto la polizza di cui sopra era stata stipulata dall'ENI nel 1993. La società ha richiesto all'ENI la refusione del debito maturato nei confronti di Assitalia.
- 2) contenzioso con le Assicurazioni Generali per il mancato indennizzo dei costi sostenuti per il recupero dell'armamento marciante interessato dal fenomeno di autocombustione del 1999 nel pannello di coltivazione W1. L'importo complessivo pari a € 7.525.490 (comprensivo degli interessi maturati al 31 dicembre 2011) è iscritto in bilancio alla voce "Crediti verso altri" fin dal bilancio chiuso al 31 dicembre 2011.

## FLUSSO DI CASSA SEMPLIFICATO 2018-2022

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
risorse finanziarie disponibili inizio anno	€ 40.394.095	€ 22.017.135	€ 21.421.125	€ 19.482.627	€ 20.040.477	€ 23.435.441

uscite	2018	2019	2020	2021	2022	sommano
per il personale	€ 11.539.235	€ 9.985.715	€ 8.896.865	€ 7.838.955	€ 6.663.065	€ 44.923.835
per beni di consumo e forniture	€ 3.508.025	€ 3.295.274	€ 2.840.282	€ 1.033.400	€ 960.556	€ 11.637.537
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 7.475.093	€ 9.437.456	€ 4.419.455	€ 3.996.134	€ 3.837.374	€ 29.165.512
per oneri diversi di gestione	€ 487.441	€ 341.370	€ 341.370	€ 341.370	€ 341.370	€ 1.852.921
per oneri finanziari	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 40.000
per altri costi	€ 459.429	€ 414.315	€ 396.343	€ 341.200	€ 292.457	€ 1.903.745
per costruzione nuovo lotto discarica	€ 0	€ 3.300.000	€ 2.000.000	€ 0	€ 0	€ 5.300.000
per incentivo all'esodo	€ 1.960.000	€ 1.080.000	€ 480.000	€ 720.000	€ 300.000	€ 4.540.000
contenzioso INA Assitalia	€ 9.754.663	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 9.754.663
<b>Sommano:</b>	<b>€ 35.191.886</b>	<b>€ 27.862.129</b>	<b>€ 19.382.316</b>	<b>€ 14.279.060</b>	<b>€ 12.402.822</b>	<b>€ 109.118.213</b>

entrate	2018	2019	2020	2021	2022	sommano
contributi piano di chiusura	€ 8.378.926	€ 17.148.421	€ 7.678.602	€ 6.952.310	€ 6.666.519	€ 46.824.778
incassi da stoccaggio ceneri Enel	€ 8.280.000	€ 8.280.000	€ 2.494.514	€ 0	€ 0	€ 19.054.514
altri ricavi e proventi (vendita materiali diversi)	€ 30.000	€ 30.000	€ 30.000	€ 55.967	€ 55.967	€ 201.934
altri ricavi e proventi (Interrompibilità)	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 630.000
Svincolo deposito recuperi ambientali	€ 0	€ 754.454	€ 1.055.346	€ 1.553.629	€ 1.325.051	€ 4.688.481
Finanziamento MSE - "accordi per l'innovazione"		€ 927.244	€ 233.404	€ 158.847	€ 163.115	€ 1.482.610
quota di ingresso discarica	€ 0	€ 0	€ 2.230.000	€ 0	€ 0	€ 2.230.000
ristoro costi investimento / ricerca e sviluppo	€ 0	€ 0	€ 445.200	€ 1.245.440	€ 2.354.527	€ 4.045.167
royalties sul fatturato	€ 0	€ 0	€ 867.823	€ 1.242.000	€ 3.423.008	€ 5.532.831
ristoro costi di gestione	€ 0	€ 0	€ 2.282.928	€ 3.502.717	€ 1.683.600	€ 7.469.245
<b>Sommano:</b>	<b>€ 16.814.926</b>	<b>€ 27.266.119</b>	<b>€ 17.443.818</b>	<b>€ 14.836.909</b>	<b>€ 15.797.787</b>	<b>€ 92.159.559</b>

<b>differenza:</b>	<b>-€ 18.376.960</b>	<b>-€ 596.010</b>	<b>-€ 1.938.498</b>	<b>€ 557.849</b>	<b>€ 3.394.964</b>	<b>-€ 16.958.654</b>
--------------------	----------------------	-------------------	---------------------	------------------	--------------------	----------------------

## 8. PROSPETTIVE FUTURE

### 8.1 Esito positivo sviluppo aree di business

A partire dal 2023, in caso di sviluppo positivo della attività proposte nei paragrafi da 4.1 a 4.4, la riduzione degli aiuti di Stato dovrebbe essere progressivamente compensata, fino a raggiungere in conclusione una condizione di sostenibilità economica, oltre che dagli utili derivanti dalle attività di smaltimento rifiuti e di produzione fertilizzanti, dai seguenti accadimenti:

- 1) messa a regime della fase commerciale del progetto ARIA che consentirà di incassare le royalties sul fatturato dell'operatore privato;
- 2) entrata in servizio del sistema di accumulo di energia in sottosuolo che dovrebbe cominciare ad essere remunerativo, con l'assorbimento al contempo da parte dell'operatore privato di personale Carbosulcis, con l'effetto di ridurre ulteriormente i costi di gestione della società;
- 3) possibilità di conseguire un sensibile incremento delle royalties dal fatturato dell'impianto di produzione fertilizzanti in conseguenza del raddoppio della linea di produzione, in relazione a potenziali nuove opportunità di mercato.

### 8.2 Opzione zero

L'opzione zero prevede che non vengano sviluppate parte delle attività descritte nei paragrafi precedenti, nello specifico le assunzioni alla base dell'opzione zero sono di seguito riportate:

1. Il progetto ARIA, una volta ultimata la fase sperimentale nel 2021, non suscita interesse commerciale e pertanto la gara per la privatizzazione dell'impianto non viene aggiudicata. In questo caso nel 2020 e 2021 vengono ammortizzate le prime due quote dell'investimento mentre nel 2022 si manifesta il resto del costo d'investimento. A seguito della recente comunicazione da parte dell'INFN di volere innalzare la produzione di Argon da 50 a 300 tons si potrebbe pensare di proseguire con la fase sperimentale sino al 2023. **I costi del decommissioning non sono stati considerati in quanto saranno sostenuti dal proprietario dell'impianto.**
2. La nuova discarica non viene costruita, **la società non può partecipare alla gara ENEL 2020-2022 e quindi termina l'attività di smaltimento ceneri nel 2019.** Dal 2021 inizia la post gestione della discarica con i costi previsti dal fondo post gestione interamente a carico della Carbosulcis Spa. La mancata costruzione della discarica implica la realizzazione della messa in sicurezza e recupero ambientale del bacino fini secondo progetto approvato con i costi a carico degli oneri straordinari ex art.4 **Il piano di chiusura. Emergerebbe pertanto il costo del decommissioning degli impianti esterni per i quali bisognerebbe individuare apposite risorse finanziarie.**
3. il progetto di ricerca lisciviazione si ferma non arrivando alla fase commerciale ma avviando un tentativo di cessione sul mercato del brevetto proprietario;
4. non viene realizzato il progetto ULISSE;
5. non viene avviato il progetto di ricerca sullo stoccaggio energia;

Nei paragrafi che seguono sono rappresentati:

- 1) il conto economico della società con le ipotesi di cui ai punti da 1 a 5;



- 2) il flusso di cassa semplificato partendo dalle ipotesi di cui ai punti da 1 a 5 e dalle stesse ipotesi semplificative di cui al paragrafo 7;
- 3) l'evoluzione del personale in carico alla società.

## 8.2.1 Prospetto economico

Dalla prima tabella si evince come il costo del lavoro, dal 2020 in poi, sia maggiore rispetto all'ipotesi di avviare e portare a compimento tutte le attività previste al paragrafo II maggiore costo è dovuto al fatto che non avviando le nuove attività tutto il personale rimarrebbe in carico alla Carbosulcis.

Dalla tabella relativa ai flussi finanziari si evince che, all'inizio del 2023, nelle casse della società, rimarrebbero ancora circa 10 milioni di Euro nonché un ulteriore milione di Euro da svincolare dal fondo recuperi ambientali.

### OPZIONE ZERO - PIANO ECONOMICO DELLA SOCIETA'

Costi della produzione	CARBOSULCIS				
	2018	2019	2020	2021	2022
per il personale	€ 11.539.235	€ 9.985.715	€ 9.045.785	€ 8.488.015	€ 7.938.745
per beni di consumo e forniture	€ 3.508.025	€ 2.341.424	€ 2.480.395	€ 786.635	€ 664.870
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 7.475.093	€ 6.249.789	€ 3.621.843	€ 3.851.925	€ 3.038.411
per oneri diversi di gestione	€ 487.441	€ 341.370	€ 341.370	€ 341.370	€ 341.370
per ammortamenti	€ 9.704.728	€ 335.337	€ 838.224	€ 792.477	€ 3.606.526
per altri accantonamenti (chiusura e post gestione disc.)	€ 1.344.551	€ 722.549	€ 0	€ 0	€ 0
per oneri pluriennali (valore terreno disc.)	€ 12.345	€ 8.535	€ 0	€ 0	€ 0
per oneri finanziari	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000
per altri costi	€ 459.429	€ 414.315	€ 396.343	€ 341.200	€ 292.457
per incentivo all'esodo	€ 1.960.000	€ 1.080.000	€ 480.000	€ 720.000	€ 300.000
<b>sommano:</b>	<b>€ 36.498.847</b>	<b>€ 21.487.034</b>	<b>€ 17.211.961</b>	<b>€ 15.329.622</b>	<b>€ 16.190.380</b>
Valore della produzione	2018	2019	2020	2021	2022
contributi piano di chiusura	€ 17.148.421	€ 7.769.462	€ 7.051.863	€ 6.799.378	€ 6.299.988
incassi da stoccaggio ceneri Enel	€ 8.280.000	€ 8.280.000	€ 0	€ 0	€ 0
altri ricavi e proventi (vendita materiali diversi)	€ 30.000	€ 30.000	€ 30.000	€ 55.967	€ 55.967
altri ricavi e proventi (Interrompibilità)	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000
incremento Immobilizzazioni per lavori interni (ARIA)	€ 1.743.446	€ 1.960.592	€ 0	€ 0	€ 0
oneri capitalizzati (realizzazione capping e post gestione)	€ 1.244.021	€ 1.244.021	€ 1.704.138	€ 136.207	€ 136.207
capitalizzazione costo di sviluppo	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
ristoro costi investimento e ricerca e sviluppo	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
ristoro costi gestione	€ 0	€ 0	€ 2.099.505	€ 2.244.782	€ 0
<b>sommano:</b>	<b>€ 28.571.888</b>	<b>€ 19.410.075</b>	<b>€ 11.011.507</b>	<b>€ 9.362.333</b>	<b>€ 6.618.162</b>
<b>risultato</b>	<b>-€ 7.926.959</b>	<b>-€ 2.076.958</b>	<b>-€ 6.200.454</b>	<b>-€ 5.967.289</b>	<b>-€ 9.572.218</b>

## 8.2.2 Flusso di cassa semplificato

Dalla seguente tabella relativa ai flussi finanziari si evince che, all'inizio del 2023, nelle casse della società, rimarrebbero ancora circa 10 milioni di Euro nonché un ulteriore milione di Euro da svincolare dal fondo recuperi ambientali e un credito di quasi 6,8 milioni di Euro nei confronti della RAS legato agli aiuti di Stato di competenza dell'esercizio 2022.

### OPZIONE ZERO – FLUSSO DI CASSA SEMPLIFICATO 2018-2022

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
risorse finanziarie disponibili inizio anno	€ 40.394.095	€ 18.993.210	€ 24.031.472	€ 18.187.214	€ 14.985.718	€ 10.355.424

uscite	2018	2019	2020	2021	2022	sommano
per il personale	€ 11.539.235	€ 9.985.715	€ 9.045.785	€ 8.488.015	€ 7.938.745	€ 46.997.495
per beni di consumo e forniture	€ 3.508.025	€ 2.341.424	€ 2.480.395	€ 786.635	€ 664.870	€ 9.781.349
per servizi e utilizzo di beni di terzi	€ 7.475.093	€ 6.249.789	€ 3.621.843	€ 3.851.925	€ 3.038.411	€ 24.237.061
per oneri diversi di gestione	€ 487.441	€ 341.370	€ 341.370	€ 341.370	€ 341.370	€ 1.852.921
per oneri finanziari	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 8.000	€ 40.000
per altri costi	€ 459.429	€ 414.315	€ 396.343	€ 341.200	€ 292.457	€ 1.903.745
per incentivo all'esodo	€ 3.020.000	€ 1.960.000	€ 1.080.000	€ 480.000	€ 720.000	€ 7.260.000
contenzioso INA Assitalia	€ 9.754.663	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 9.754.663
<b>Sommano:</b>	<b>€ 36.251.886</b>	<b>€ 21.300.613</b>	<b>€ 16.973.737</b>	<b>€ 14.297.145</b>	<b>€ 13.003.854</b>	<b>€ 101.827.234</b>

entrate	2018	2019	2020	2021	2022	sommano
contributi piano di chiusura	€ 6.415.000	€ 17.148.421	€ 7.769.462	€ 7.051.863	€ 6.799.378	€ 45.184.124
incassi da stoccaggio ceneri Enel	€ 8.280.000	€ 8.280.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 16.560.000
altri ricavi e proventi (vendita materiali diversi)	€ 30.000	€ 30.000	€ 30.000	€ 55.967	€ 55.967	€ 201.934
altri ricavi e proventi (Interrompibilità)	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 126.000	€ 630.000
Svincolo deposito recuperi ambientali	€ 0	€ 754.454	€ 1.104.511	€ 1.617.038	€ 1.392.215	€ 4.868.219
ristoro costi di gestione	€ 0	€ 0	€ 2.099.505	€ 2.244.782	€ 0	€ 4.344.287
<b>Sommano:</b>	<b>€ 14.851.000</b>	<b>€ 26.338.875</b>	<b>€ 11.129.478</b>	<b>€ 11.095.650</b>	<b>€ 8.373.560</b>	<b>€ 71.788.563</b>

<b>differenza:</b>	<b>-€ 21.400.886</b>	<b>€ 5.038.263</b>	<b>-€ 5.844.258</b>	<b>-€ 3.201.496</b>	<b>-€ 4.630.294</b>	<b>-€ 30.038.671</b>
--------------------	----------------------	--------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------

## 8.2.3 Evoluzione del personale

Relativamente all'evoluzione del personale in carico alla società, in caso si decida di percorrere l'opzione zero, all'inizio del 2023 la società si troverebbe ad avere in carico circa 124 dipendenti contro i 42 previsti dal piano di chiusura. Ulteriori 20 unità circa dovrebbero abbandonare l'azienda per pensionamento nel periodo 2023-2027.

Ci si troverebbe quindi, nel 2023, a dover riprendere esclusivamente le attività previste nel piano di chiusura e a dovere quindi riallineare il personale in carico alla società con quello previsto dal piano di chiusura.

Si presenterebbero pertanto **82 esuberi**, circa 32 in meno rispetto ai 114 previsti dal piano di chiusura nei due step 2016 (62 esuberi) e 2019 (54 esuberi), per i quali bisognerebbe trovare collocazione. Si segnala che gli esuberi, a tale data, avrebbero già svolto la formazione propedeutica all'abbandono dell'attività nell'industria carboniera e che la società dispone comunque di ulteriori risorse economiche per potere accrescere il bagaglio formativo del personale nel settore di destinazione degli esuberi stessi.

Per il personale più anziano si potrebbe inoltre valutare il ricorso all'**isopensione** che permetterebbe di ridurre ulteriormente il personale in carico alla società. Da una prima stima, ricorrendo all'isopensione, potrebbero abbandonare da subito l'azienda circa 30 dipendenti che maturerebbero i requisiti per la pensione di vecchiaia nel periodo 2020-2027 con un costo per l'azienda di **circa 4,4 milioni di Euro**. Se si decidesse invece di ricorrere all'isopensione a partire dal 2023 potrebbero abbandonare l'azienda circa 31 persone che maturerebbero i requisiti per la pensione di vecchiaia tra il 2024 e il 2030 con un costo stimato in 2,4 milioni di Euro. Allo stato attuale l'isopensione permette ai lavoratori di uscire dal lavoro 7 anni prima della pensione di vecchiaia se vi aderiscono entro il 2020 e 4 anni prima se vi aderiscono dopo il 2020. Le modalità di applicazione dell'isopensione andrebbero ricollegate con quelle di erogazione dell'incentivo all'esodo.

## **9. ANALISI DELLE OPPORTUNITA' E DEI MERCATI POTENZIALI**

Di seguito vengono riportati 4 paragrafi di approfondimento finalizzati all'esame della modalità di gestione dell'infrastruttura disponibile in sottosuolo e della capacità dei progetti previsti di generare reddito o di creare opportunità per il territorio e altrettanti paragrafi dedicati alle opportunità offerte dall'infrastruttura in superficie.

### **9.1 Gestione dell'infrastruttura sotterranea**

Vengono di seguito illustrate le attività minime necessarie al mantenimento in efficienza degli impianti minerari di base in sottosuolo, la cui agibilità è necessaria per ottemperare a quanto previsto nel Piano di Chiusura.

La situazione descritta di seguito non tiene conto, pertanto, delle operazioni e dei relativi costi di riempimento con ceneri delle gallerie già autorizzate, della segregazione definitiva di tutte le aree non più necessarie e delle operazioni di recupero delle attrezzature e degli impianti attualmente presenti in sottosuolo.

L'impianto di pompaggio ceneri in sottosuolo sarà avviato e messo a punto nel 2018 e, nel biennio 2019-2020 consentirà di stoccare in sottosuolo 89.000 tonnellate di ceneri andando a riempire esclusivamente gallerie scavate nel produttivo. Se le nuove attività non dovessero venire realizzate saranno riavviati, compatibilmente con la disponibilità delle ceneri da parte di Enel, i lavori di riempimento e messa in sicurezza delle gallerie di struttura. Al riguardo si segnala che la SEN prevede che produzione di energia elettrica da carbone termini entro il con esse la produzione delle ceneri da combustione.

E' in fase di valutazione la possibilità di effettuare la ripiena delle gallerie con gli sterili derivanti dal processo di separazione dei fini carboniosi presenti nel bacino fini.

Le segregazioni delle gallerie non più necessarie all'esercizio della miniera e le segregazioni necessarie per la realizzazione del progetto ARIA saranno realizzate nel corso del 2018, ricorrendo a imprese terze.

L'eventuale utilizzo della zona sud, alternativo alla segregazione da effettuare nel 2019, è in fase di valutazione nell'ambito della proposta di realizzazione di un laboratorio in sottosuolo (ULISSE), presentato congiuntamente a Sotacarbo.

Vengono quindi definiti i costi annui di esercizio della rimanente infrastruttura mineraria principale che dovranno essere comunque sostenuti per mantenere accessibile il sottosuolo sino al 2026, anno di completamento del recupero dei materiali e della messa in sicurezza di tutte le gallerie esistenti, tenuto conto però che dal 2024 potrebbero ridursi gradualmente.

L'infrastruttura mineraria principale consiste nei quattro pozzi di ventilazione, la discenderia (sviluppo di 3200m) e le gallerie principali di afflusso e riflusso (sviluppo complessivo di 9000m).

La tavola 1 (riportata a pag. 47), rappresenta l'infrastruttura base da mantenere in esercizio in quanto funzionale alle attività del Piano di chiusura ed alle nuove attività di riconversione, almeno nel quinquennio 2020-2024.

L'infrastruttura così definita risulta interessata da circuiti di ventilazione aperti, in assenza di fondi ciechi e di cantieri di scavo o coltivazione in strato. Ai sensi della dichiarazione di classifica rilasciata dall'allora Distretto Minerario di Iglesias (Corpo delle Miniere) tali gallerie non sono classificate per presenza di metano.

Di seguito vengono sinteticamente descritte le specifiche attività che verranno condotto nel sottosuolo nel periodo in considerazione.

### **Controllo e disaggio della volta della galleria**

Il tratto di galleria (GAP e GRP) relativo a Nuraxi Figus è in gran parte scavato nel calcare miliolitico alla base del giacimento ed è caratterizzato da una buona stabilità. In particolare la GAP è stata oggetto di interventi di consolidamento e stesura di rete di protezione, con riduzione drastica dei costi di manutenzione.

Il tratto di struttura relativo a Seruci è armato con centine metalliche; devono essere effettuati gli interventi manutentivi sul guarnissaggio, in modo da mantenere l'attuale standard di sicurezza.

La discenderia è completamente rivestita in cemento armato e la manutenzione richiederà solo il controllo e minimi interventi puntuali.

Si prevede il mantenimento di una piccola scorta di centine per gli interventi di rinterzo che si dovessero rendere necessari. Sulla base dei consuntivi degli ultimi cinque anni si può ipotizzare il rinterzo del 2% delle centine all'anno.

### **Manutenzione del piede delle gallerie**

Il mantenimento delle piste lungo la struttura è legato al transito dei mezzi d'opera e di trasporto. Si prevede l'impiego di una ruspa e di un rullo compattatore. Il materiale eventualmente asportato sarà evacuato con mezzi diesel.

Il controllo delle polveri sarà ottenuto mediante la scistificazione con calcare micronizzato (polveri infiammabili) e umidificazione delle piste (polveri inalabili).

Con la progressiva riduzione dell'attività estrattiva è stato consuntivato un drastico ridimensionamento dei consumi di calcare; la cessazione della coltivazione del giacimento a fine anno comporterà il sostanziale azzeramento della produzione di polveri infiammabili, come risulta evidente dai consuntivi degli ultimi anni.

Per l'umidificazione del piede viene impiegata l'acqua proveniente dalla discenderia.

### **Manutenzione pozzi**

L'utilizzo dei pozzi per il transito del personale viene limitato agli accessi per le operazioni di controllo e manutenzione della struttura e delle tubazioni installate.

La minore usura legata al minor utilizzo consentirà il ridimensionamento dell'organico e la riduzione dei consumi di energia elettrica.

### **Eduzione**

Le acque edotte attraverso il sistema di pompaggio attuale provengono in piccola parte dall'intercettazione della falda presente nelle vulcaniti da parte dei pozzi ancora aperti e della discenderia; la quantità maggiore, attualmente circa 3500 metri cubi al giorno, proviene dalla falda geologica imprigionata nel calcare miliolitico. La falda non riceve apporti meteorici e i dati di consuntivo mostrano la progressiva riduzione di portata; in base ai rilievi disponibili è previsto il controllo della piezometrica a circa 10m sotto il livello -400 con una portata di circa 3000 m<sup>3</sup>/g.

Il pompaggio all'esterno è stato ottimizzato con la revisione dell'impianto e la prevista messa fuori esercizio della sala pompe intermedia a quota -150 (intervento di efficientamento energetico).

### **Ventilazione**

La chiusura delle gallerie secondarie e dei fondi ciechi permette lo stacco di tutti i ventilatori secondari ed il mantenimento in esercizio dei soli ventilatori principali.

Questi sono installati nel pozzo 2 di Nuraxi Figus (due ventilatori, uno di riserva all'altro) e a pozzo 2 di Seruci (stessa configurazione).

Il mantenimento in stand-by della struttura permetterà lo stacco di uno dei due impianti, riconfigurando il circuito di ventilazione con un pozzo di riflusso (pozzo 2 Nuraxi Figus) e tre pozzi di afflusso; la discenderia viene mantenuta in leggero afflusso, come nel circuito attuale.

### **Aria compressa**

L'impiego di aria compressa sarà ridotto notevolmente con la progressiva chiusura dei cantieri. Attualmente sono in esercizio due compressori, situati in superficie, uno a Nuraxi

Figus ed uno a Seruci che funzionano per l'intero turno di lavoro, per garantire la costanza della pressione di rete.

L'aria compressa è utilizzata per le pompe secondarie di eduazione dai cantieri periferici, per l'azionamento delle porte pneumatiche in sottosuolo e per il funzionamento delle piccole utenze pneumatiche necessarie alla manutenzione mineraria.

Nella configurazione base ipotizzata, per il funzionamento degli argani l'azionamento dei compressori avverrebbe solo in occasione di interventi in pozzo, con il personale che accede al sottosuolo attraverso la discenderia. Gli impianti pneumatici delle porte possono essere sostituiti da piccoli impianti elettroidraulici. Le attrezzature portatili possono essere azionate con utilizzo di un solo compressore.

### **Rete di distribuzione elettrica**

L'area di Nuraxi Figus è alimentata, attraverso Pozzo 1 (linea 6kV), dalla cabina a quota -373 con trasformatori 6kV/1kV a servizio del livello -400 (sala pompe eduazione principale), ingresso discenderia, GRP confluenza Nuraxi Figus-Seruci.

L'area di Seruci è alimentata, attraverso Pozzo 1 (linea 6kV) con trasformatori 6kV/1kV per eventuali utenze temporanee.

Viene mantenuta in stand-by la dorsale 6kV tra Nuraxi Figus e Seruci.

### **Mezzi diesel**

Per lo svolgimento delle attività è necessario il mantenimento in esercizio dei seguenti mezzi:

- nr. 1 ruspa
- nr. 1 rullo compattatore
- nr. 2 mezzi per carichi pesanti (tipo PAUS PST 20)
- nr. 2 pale multifunzione (tipo PAUS PLF)
- nr. 3 mezzi di trasporto personale (Land Rover/pick-up)
- nr. 2 carrelli elevatori

### **Attività terziarizzate**

Si assumono terziarizzate per carenza di organico le attività di:

- manutenzione dei mezzi diesel
- manutenzione elettrica e meccanica degli argani e dei ventilatori principali
- manutenzione degli impianti di trattamento e depurazione acque (Bamar, Osmosi)

Gli impianti indicati all'ultimo punto non sono funzionali solo al sottosuolo, ma all'intero sito industriale.

L'organico strettamente necessario alla gestione della infrastruttura base, senza considerazioni sulla struttura societaria e l'esercizio delle strutture di superficie, è sintetizzato come segue:

- Manutenzione miniera: dieci addetti per le attività di manutenzione della struttura e per i controlli ambientali di legge, cinque addetti alla manutenzione del pozzo e tre addetti agli argani (18 unità).
- Manutenzione elettrica: tre addetti alla manutenzione degli strumenti di rilevazione e tre addetti alla manutenzione degli impianti elettrici del sottosuolo (6 unità).

Di seguito si riportano le tabelle con i costi in funzione di quanto sopra descritto.

**COSTI MANTENIMENTO STRUTTURA SOTTOSUOLO**

tabella 1 - controlli e disaggi gallerie

Materiali per sostituzione armature ammalorate	€ 20.000,00
Materiali per interventi ripristino bullonamento	€ 10.000,00
Materiali per manutenzione gallerie	€ 5.000,00
sostituzione guarnissaggio	€ 30.000,00
<b>subtotale 1</b>	<b>€ 65.000,00</b>

tabella 2 - manutenzione piste

Ricambi pompa inertizzazione	€ 1.000,00
Inerti	€ 2.000,00
<b>subtotale 2</b>	<b>€ 3.000,00</b>

tabella 3 - manutenzione pozzi

Manutenzione struttura interna pozzi	€ 30.000,00
Controllo funi	€ 10.000,00
<b>subtotale 3</b>	<b>€ 40.000,00</b>

tabella 4 - consumi energia elettrica

alimentazione argani	€ 15.000,00
eduzione principale	€ 500.000,00
eduzione secondaria	€ 20.000,00
ventilazione	€ 100.000,00
aria compressa	€ 70.000,00
utenze PROGETTI	
utenze superficie	
utenze sottosuolo	€ 60.000,00
<b>subtotale 4</b>	<b>€ 765.000,00</b>

tabella 5 - materiali di consumo e ricambi

argani principali	€ 15.000,00
eduzione principale	€ 15.000,00
eduzione secondaria	€ 40.000,00
ventilazione	€ 20.000,00
aria compressa	€ 7.000,00
linea acqua alta pressione	€ 5.000,00
utenze sottosuolo	€ 50.000,00
<b>subtotale 5</b>	<b>€ 152.000,00</b>

tabella 6 - esercizio mezzi diesel

ricambi	€ 40.000,00
gasolio	€ 30.000,00
prestazioni	€ 10.000,00
<b>subtotale 6</b>	<b>€ 80.000,00</b>

tabella 7 - gestione impianti (terziarizzazione)

service manutenzione argani principali	€ 30.000,00
service officina diesel	€ 80.000,00
prestazioni	€ 20.000,00
revisioni apparecchiature elettriche	€ 10.000,00
revisioni apparecchiature meccaniche	€ 10.000,00
service manutenzione compressori	€ 40.000,00
<b>subtotale 7</b>	<b>€ 190.000,00</b>

tabella 8 - costi del personale

personale impiegato (6 addetti)	€ 420.000,00
personale operaio (18 addetti)	€ 900.000,00
<b>subtotale 8</b>	<b>€ 1.320.000,00</b>

**totale** € 2.615.000,00

I costi precedentemente definiti, sono a carico di Carbosulcis per l'intero periodo o, definendo adeguati riutilizzi industriali delle gallerie, in settori diversi da quello minerario, essere gradualmente e proporzionalmente ribaltati sui gestori delle nuove attività dal momento in cui tali attività verranno avviate.

In particolare lo sviluppo dei progetti ARIA e UCAES, illustrati nella relazione sul Piano Industriale e nei paragrafi che seguono, come il progetto ULISSE, utilizzando parte delle gallerie e dei pozzi come impianti o sede di impianti, potrebbero ridurre ad una sola galleria e alla discenderia l'estensione delle infrastrutture mineraria, come illustrato nella tavola 2 (riportata a pag. 48),

La tavola 3 (riportata a pag. 50), mostra una ipotesi in riduzione del riuso del sottosuolo che lo divide in due aree distinte. Tale configurazione, se da un lato permette la cessione ai privati di due aree distinte e indipendenti, presenta alcune controindicazioni.

L'area di Seruci, dettagliata nella tavola 4 (riportata a pag. 51), adibita alle attività relative al Progetto Aria, è circoscritta ai due pozzi (pozzo 1 in afflusso e pozzo 2 in riflusso), al tratto di Galleria Accesso Strutture che collega i due pozzi e al tratto iniziale della 2<sup>a</sup> discenderia, adibito a laboratorio in sottosuolo. Il progetto ARIA vedrebbe preclusa la possibilità di accedere agli impianti anche attraverso la discenderia e, pertanto, si perderebbe uno degli elementi, la flessibilità del sito, che ha pesato nella scelta di ubicare a Seruci la colonna di distillazione.

L'area di Nuraxi Figus, adibita alle sole attività di UCAES, è circoscritta ai due pozzi (pozzo 1 in afflusso e pozzo 2 in riflusso), alla discenderia e alla struttura di base, GAP e GRP, sino alla confluenza Nuraxi Figus-Seruci. Il resto delle gallerie di struttura viene segregato, previo eventuale riempimento con ceneri e gessi.

I tratti terminali di GAP e GRP, i tratti iniziali di APS ed RPS e l'area Est, come rappresentato in figura, vengono adibiti a serbatoi per lo stoccaggio di aria compressa; il volume utile dei serbatoi è di circa 60.000 m<sup>3</sup>.

Il progetto UCAES vedrebbe quindi, a parità di lunghezza delle gallerie di accesso (che peraltro sarebbero a suo totale carico) vedrebbe ridursi di circa il 40% il volume complessivo utilizzabile per lo stoccaggio di energia.

Le figure sotto rappresentano in 3D le due situazioni.

Figura 1 - Rappresentazione tridimensionale infrastruttura sotterranea completa

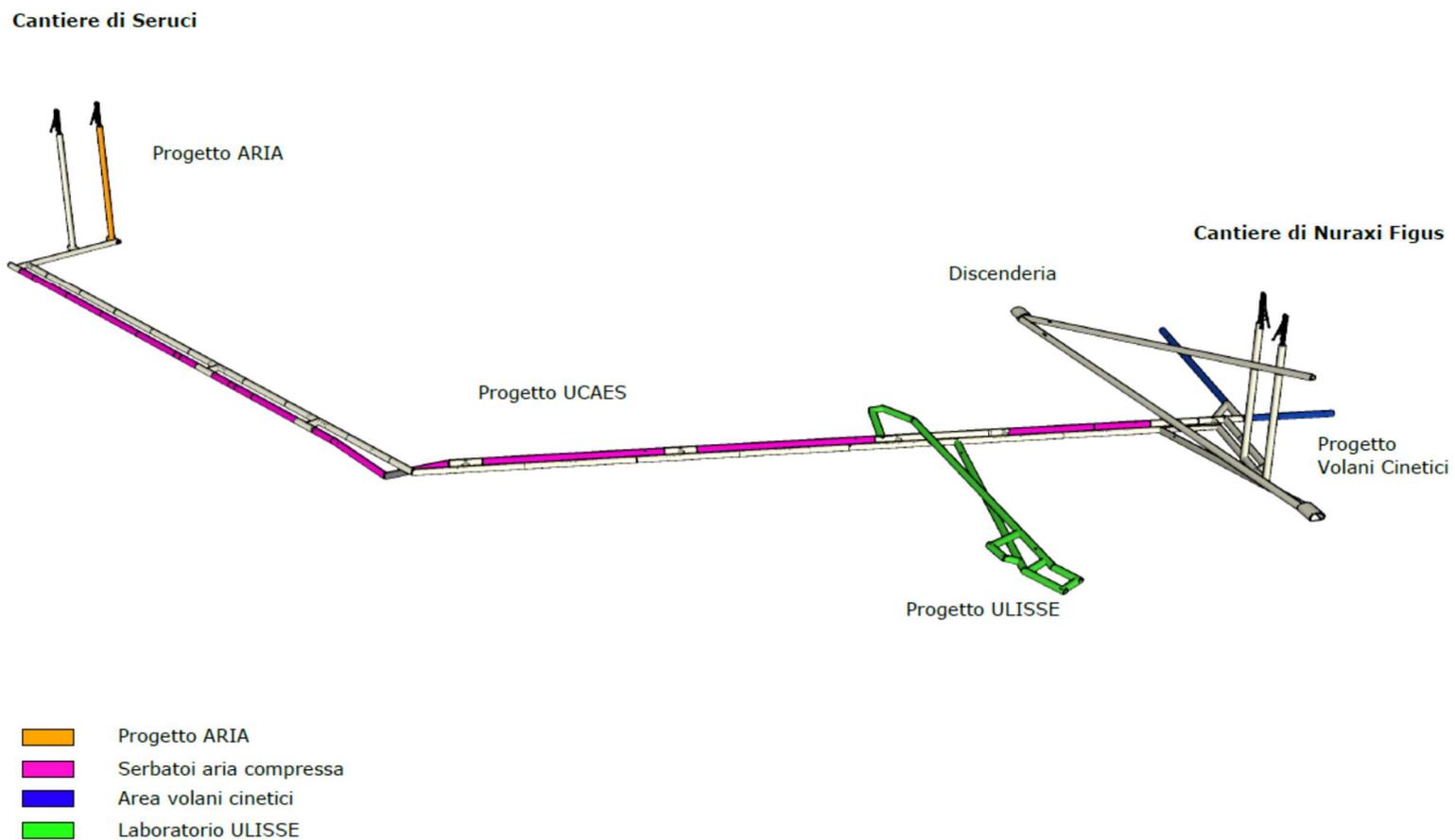
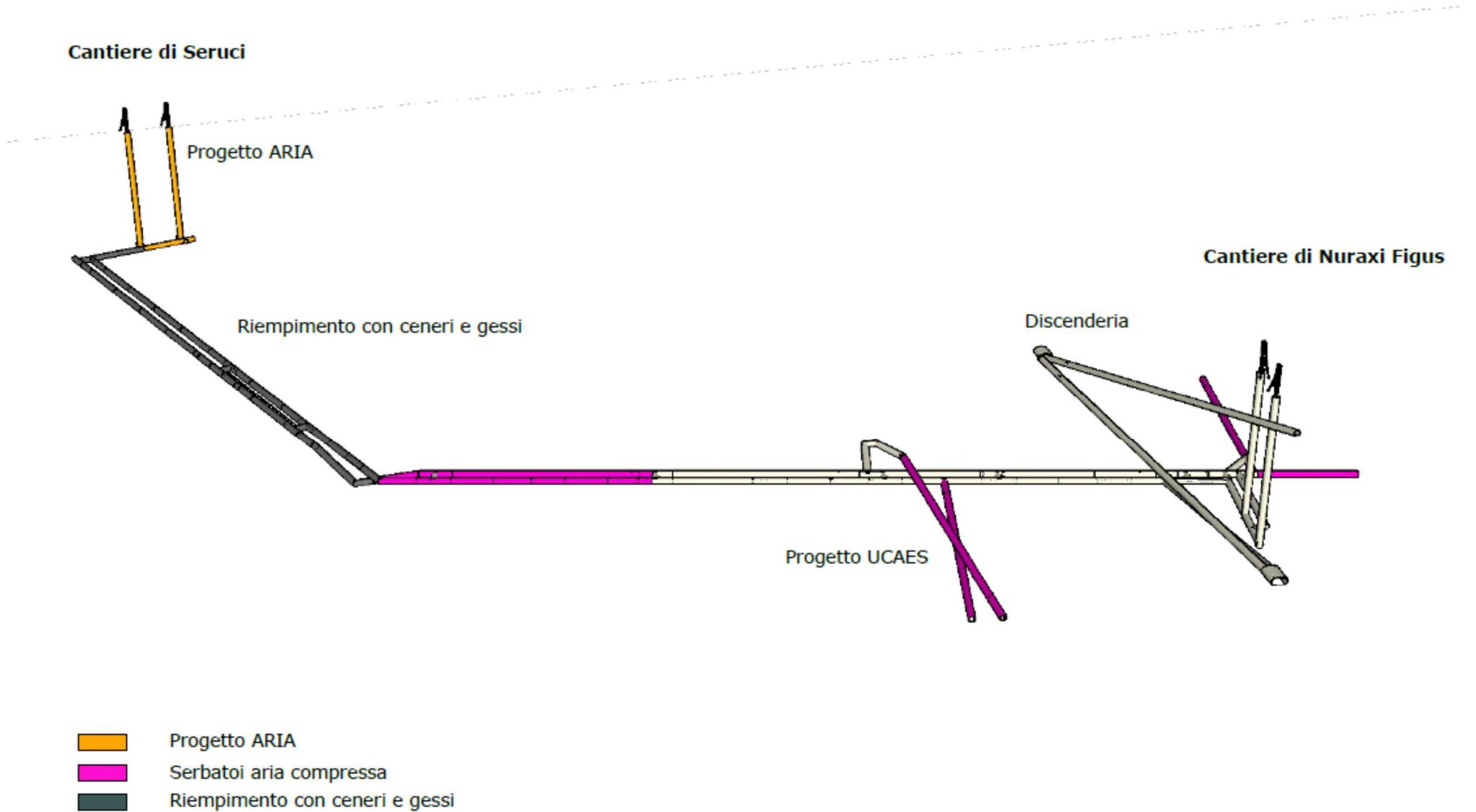


Figura 2 - Rappresentazione tridimensionale infrastruttura sotterranea parzializzata





Nell'ipotesi di riuso industriale del sito, Carbosulcis si troverebbe ad essere gestore di servizi che vengono erogati ai concessionari/gestori delle attività esercite, dei servizi di gestione della rete viaria, di distribuzione dell'energia elettrica, di trattamento e distribuzione dell'acqua industriale e per usi sanitari.

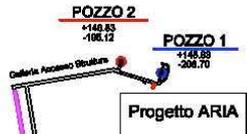
A tali costi, ribaltati interamente sui gestori privati, vanno aggiunti i costi generali e le royalties, come meglio dettagliato nella relazione sul Piano.

Tutte le attività sono quindi sviluppate con l'obiettivo della loro privatizzazione, mantenendo Carbosulcis la sola gestione dei servizi comuni e la proprietà del sito, in quanto patrimonio pubblico, che ne permette il sostentamento economico ovvero, nell'ipotesi di parzializzazione in due cantieri dell'infrastruttura mineraria, come luoghi da cedere al gestore privato dei relativi impianti.





CANTIERE DI  
SERUCI



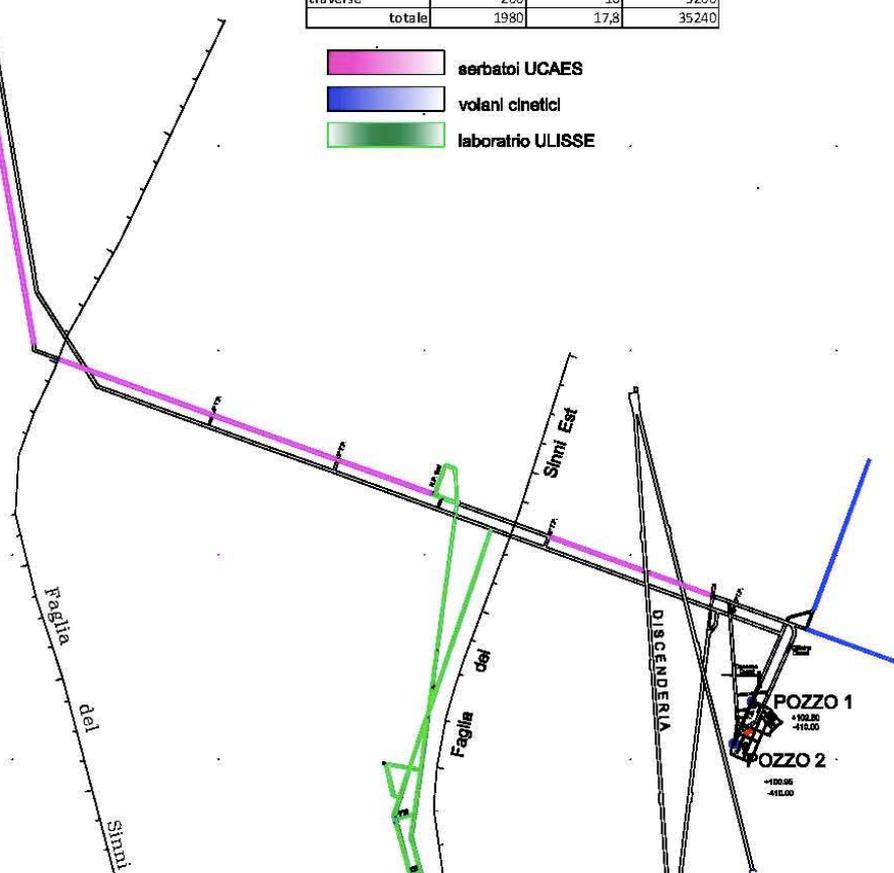
Serbatoi UCAES			
serbatoio	lunghezza (m)	sezione (mq)	volume (mc)
1	153	25	3825
2	235	25	5875
3	235	25	5875
4	148	25	3700
5	158	25	3950
6	390	25	9750
7	640	25	16000
8	247	25	6175
9	211	25	5275
10	463	25	11575
11	497	23	11431
<b>totale</b>	<b>3377</b>	<b>24,7</b>	<b>83431</b>

Volani cinetici			
galleria	lunghezza (m)	sezione (mq)	volume (mc)
GRE	250	18	4500
TE1	390	16	6240
<b>totale</b>	<b>640</b>	<b>16,8</b>	<b>10740</b>

Laboratorio ULISSE			
galleria	lunghezza (m)	sezione (mq)	volume (mc)
APS	880	18	15840
RPS	900	18	16200
traverse	200	16	3200
<b>totale</b>	<b>1980</b>	<b>17,8</b>	<b>35240</b>

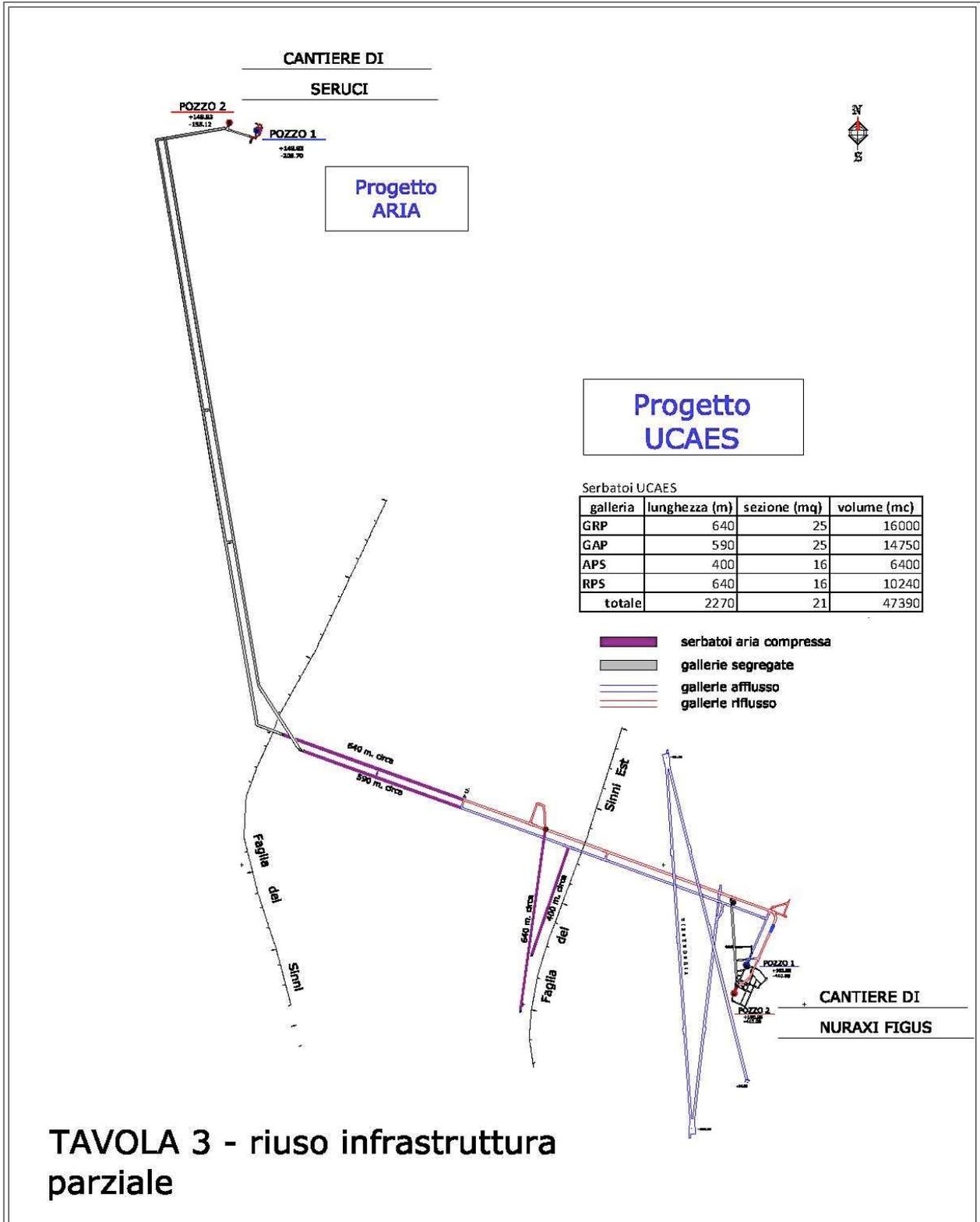
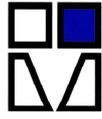
- serbatoi UCAES
- volani cinetici
- laboratorio ULISSE

GALLERIA A FLUSSO  
GALLERIA RIFUSSO



**TAVOLA 2 - riuso  
infrastruttura completa**

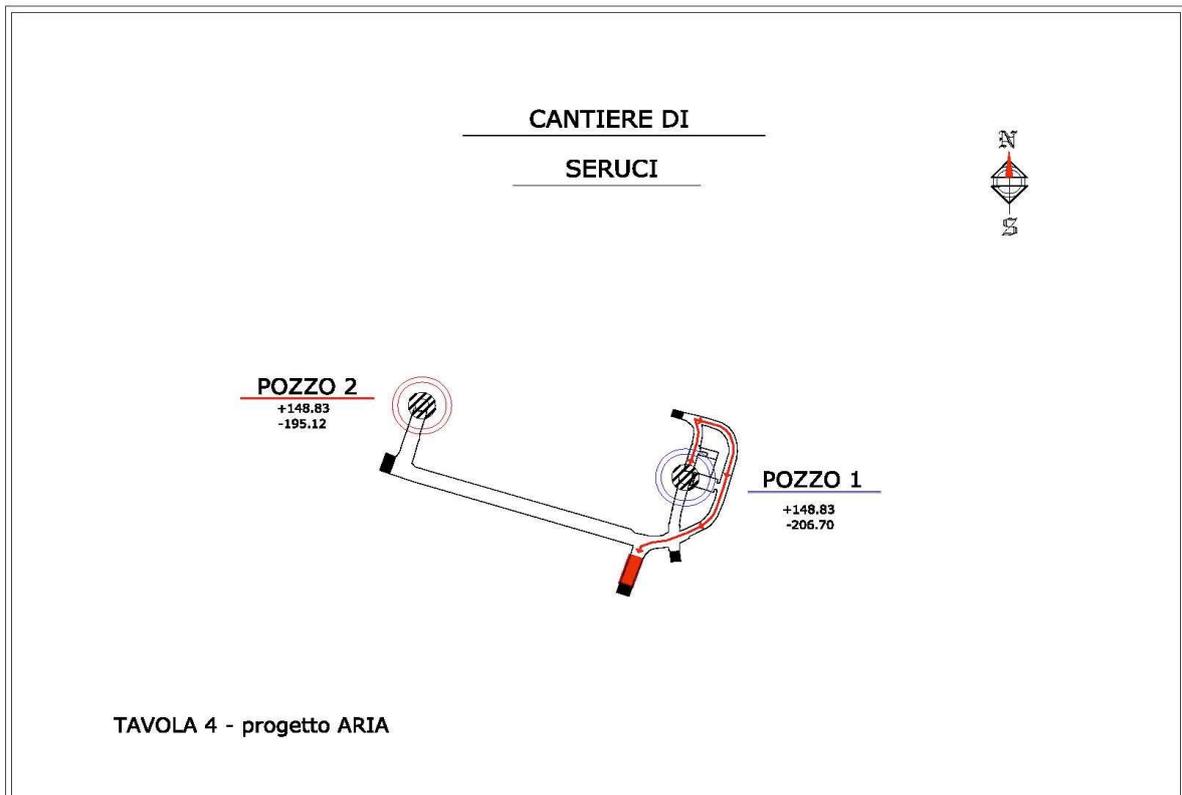
CANTIERE DI  
NURAXI FIGUS



**TAVOLA 3 - riuso infrastruttura parziale**



**CARBOSULCIS** SPA  
Unico Azionista



### 9.1.1 Mercato degli isotopi stabili

#### Introduzione

La torre di distillazione criogenica, oltre che parte del programma di ricerca di fisica astroparticellare, rappresenta un “punto di non ritorno” in campi quali la medicina nucleare e la diagnostica medica (Positron Emission Tomography -PET) per la lotta contro i tumori e le malattie neurodegenerative [1], per gli impianti nucleari di IV generazione e per traccianti d’interesse per studi clinici in generale e per le scienze ambientali e agricole grazie alla produzione di isotopi stabili [2].

#### Ricerca di base come volano dello sviluppo

Il progetto Aria è un esempio importante di come la ricerca di base possa offrire l’opportunità di un potenziale sfruttamento industriale delle tecniche sviluppate per gli esperimenti alla frontiera della conoscenza. L’obiettivo è che, in presenza di buoni risultati, possa seguire la “scalabilità” industriale del progetto, in considerazione delle ottime prospettive di mercato e dello sviluppo tecnologico legato all’utilizzo dei possibili prodotti.

Il progetto Aria, quindi, oltre che di fondamentale importanza per la ricerca di base e al servizio della sperimentazione avanzata che si svolge presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso per la ricerca della Materia Oscura, è anche di notevole importanza strategica regionale e nazionale e di elevato interesse per le possibili ricadute a livello locale che le attività condotte potrebbero comportare. Lo spin-off di questa tecnologia potrebbe permettere un impatto importante a livello sociale, delle imprese sul territorio e dei centri di ricerca della Regione Sardegna, a partire dall’Università, e settori che ne tratterebbero beneficio vanno dalla medicina diagnostica, con particolare riferimento allo screening avanzato di diverse patologie, all’energia pulita, dall’eco-sostenibilità, all’agricoltura, e allo studio del cambiamento del clima. In poche parole si potrebbe stabilire un nuovo ciclo produttivo ad altissimo contenuto tecnico, con potenziali ricadute sull’occupazione locale.

#### Il Mercato degli Isotopi Stabili

Su raccomandazione del governo della Regione Autonoma della Sardegna, il gruppo di ricerca ha effettuato uno studio del mercato degli isotopi stabili acquisendo dei rapporti di dettaglio da una società leader in ricerche di mercato [4, 5, 6]. Il mercato è attualmente guidato dalla medicina nucleare e dalla biotecnologia, il cui valore globale supera i \$200 milioni/anno e il suo tasso di crescita annuale composto (CAGR) è compreso tra il 13% e il 15%: cfr. tabelle 1, 2 e 3.

Oltre ciò è stato anche appreso che il mercato degli isotopi stabili è gravemente condizionato dall’offerta: la costruzione ed il funzionamento del progetto Aria (Fase I e Fase II), con la sua capacità di produzione leader a livello mondiale contribuirà ad avviare due nuovi mercati per le applicazioni stabili degli isotopi.

**ASIA-PACIFIC: STABLE ISOTOPE MARKET,  
2010 – 2017 (\$MILLION)**

Isotope	2010	2011	2012	2017	CAGR% (2012-2017)
Carbon-13	24.483	24.736	24.991	44.401	12.2
Deuterium	19.512	19.696	19.881	37.405	13.5
Oxygen-18	6.521	6.567	6.613	12.013	12.7
Nitrogen-15	3.645	3.669	3.693	6.170	10.8
Others	0.933	0.939	0.945	1.478	9.4
Total	55.094	55.607	56.123	101.467	12.6

Source: Annual Reports, SEC Filings, OECD Publications, IAEA, SNMMI, PMDA, OAPP, BRIT, KINS, KINAC, AELB, BAPETEN, ANZSNM, DOST, CRPNS, Nuclear Medicine Associations, Society of Nuclear Medicine, Experts Interviews, MnM Analysis

**Tabella 1 - MarketsAndMarkets:** Dimensione del mercato degli isotopi stabili nella regione Asia-Pacifico, valutata da MarketsAndMarkets, Inc.[4].

**EUROPE: STABLE ISOTOPE MARKET,  
2010 – 2017 (\$MILLION)**

Isotope	2010	2011	2012	2017	CAGR% (2012-2017)
Carbon-13	6.88	7.78	8.75	13.89	8.4
Deuterium	2.34	2.62	2.91	4.46	9.7
Oxygen-18	8.91	9.93	11.00	16.48	8.9
Nitrogen-15	1.38	1.50	1.63	2.29	7.1
Others	0.36	0.39	0.42	0.55	5.6
Total	19.88	22.22	24.70	37.67	8.8

Source: Annual Reports, SEC Filings, OECD Publications, WNA, EANM, IAEA, SNMMI, Nuclear Medicine Associations, Experts Interviews, MnM Analysis

**Tabella 2 - MarketsAndMarkets:** Dimensione del mercato degli isotopi stabili nella regione Europa valutata da MarketsAndMarkets, Inc.[5].

**NORTH AMERICA: STABLE ISOTOPE MARKET,  
2010 – 2017 (\$MILLION)**

Isotope	2010	2011	2012	2017	CAGR% (2012-2017)
Carbon-13	15.6	17.8	20.5	37.5	12.8
Deuterium	12.2	14.1	16.3	30.9	13.6
Oxygen-18	4.1	4.7	5.4	10.1	13.2
Nitrogen-15	2.3	2.7	3.0	5.2	11.2
Others	0.6	0.7	0.8	1.2	8.7
Total	34.8	40.0	46.1	84.8	13.0

Source: Annual Reports, SEC Filings, OECD Publications, NRC, SNMMI, CNSC, Nuclear Medicine Associations, Experts Interviews, MnM Analysis

**Tabella 3 - MarketsAndMarkets:** Dimensione del mercato degli isotopi stabili nella regione del Nord America e valutata da MarketsAndMarkets, Inc.[6].

## Ricaduta Commerciale e Tecnologica

### Argon-40

Un primo esempio di un nuovo mercato è quello dell'utilizzo dell'Argon-40 nei grandi progetti scientifici. L'Argon-40 depleto in Argon-39 è essenziale per le ricerche dirette sulla materia oscura e per la misurazione precisa dei neutrini solari. Sulla base della nostra conoscenza dettagliata del mercato delle Big Science, si stima che le dimensioni del mercato per l'Argon-40 nel 2021 e oltre possa aggirarsi tra le 30-50 tonnellate all'anno ad un prezzo supportato di circa 200.000 \$/ton.

### Argon-39

Anche L'argon-39 ha un proprio mercato in quanto è utilizzato come mezzo di rilevamento nel conteggio proporzionale dei gas di origine interna degli isotopi utili come radiotraccianti ambientali. Uno dei metodi più sensibili per l'analisi di routine di radionuclidi stimolanti si ha con il trizio e l'Argon-39 per l'età di datazione dell'acqua.

### Gas ultra-puri

Le tecnologie per la purificazione del gas sono estremamente importanti in alcuni segmenti di mercato, come le industrie farmaceutiche e dei semiconduttori. Le colonne di distillazione Aria hanno una capacità unica di produrre gas di elevata purezza grazie alla presenza delle loro migliaia di fasi di equilibrio. La perfezione di questa tecnologia potrebbe aiutarne

l'applicazione con particolare interesse nei predetti settori industriali.

### **Centrali Nucleari di IV Generazione**

Un ulteriore esempio di nuovo mercato è il Nitruro di Uranio (UN), ampiamente considerato il miglior candidato per il combustibile nucleare dei reattori nucleari di IV Generazione grazie alle sue superiori proprietà termiche e meccaniche [7, 8, 9]. Il principale vantaggio dell'UN è l'aumento del periodo di ciclo, con conseguente diminuzione della frequenza degli arresti di rifornimento e di una maggiore (50%) economia. Le superiori proprietà termiche e fisiche dell'ONU, ovvero densità più elevata, temperatura di fusione più elevata, migliore conduttività termica e minore capacità termica [10], migliorano inoltre il margine di sicurezza del design dei reattori [11]. Lo svantaggio principale dell'ONU è che deve essere sintetizzato da Azoto-15 puro (> 99%) per evitare l'assorbimento del neutrone su Azoto-14 e, da ottimizzare l'economia dei neutroni. La sfida è quindi quella di stabilire una linea di produzione di Azoto-15 (con grado di purezza > 99%) in grado di erogare molte tonnellate all'anno. Ad oggi Aria rappresenterebbe una soluzione pratica e praticabile con un utilizzo energetico molto ridotto. Se si stabilisse un metodo affidabile per la produzione Azoto-15, si contribuirebbe a creare un mercato per tale sostanza con un valore potenziale a lungo termine di centinaia di milioni di dollari l'anno. Un reattore tipo di IV Generazione richiederebbe circa 500 kg di Azoto-15 come combustibile.

### **Medicina nucleare**

Un ulteriore esempio riguarda il grande interesse che si concentra sulla produzione di Ossigeno-18 e Carbonio-13 come traccianti per la terapia tumorale, studi clinici e sviluppo di nuovi farmaci. Lo sviluppo delle colonne di distillazione criogeniche Aria per la separazione isotopica aprirà la strada a nuovi metodi di produzione dei predetti isotopi.

### **Referenze**

1. BCC Research, "Photonic Sensors and Detectors: Technologies and Global Markets", 2014.
2. MarketsAndMarkets, Inc., "Nuclear Medicine/Radiopharmaceutical & Stable Isotopes Market - Trend and Forecast to 2017", 2015.
3. MarketsAndMarkets, Inc., "Asia-Pacific Nuclear Medicine/Radiopharmaceuticals Market & Stable Isotopes", Dallas, TX, USA (2013).
4. MarketsAndMarkets, Inc., "European Nuclear Medicine/Radiopharmaceuticals Market", Dallas, TX, USA (2013).
5. MarketsAndMarkets, "North American Nuclear Medicine/Radiopharmaceuticals Market", Dallas, TX, USA (2013).
6. J. Zakova and J. Wallenius, *Annals of Nuclear Energy* 47, 182 (2012).
7. G.J. Youinou and R.S. Sen, *Nuclear Technology* 188, 123 (2014).
8. B.J. Jaques, et al., *Journal of Nuclear Materials* (2015).
9. S.L. Hayes, et al., *Journal of Nuclear Materials* 171, 300 (1990).
10. H. Zhao, et al., *Progress in Nuclear Energy* 71, 152 (2014)

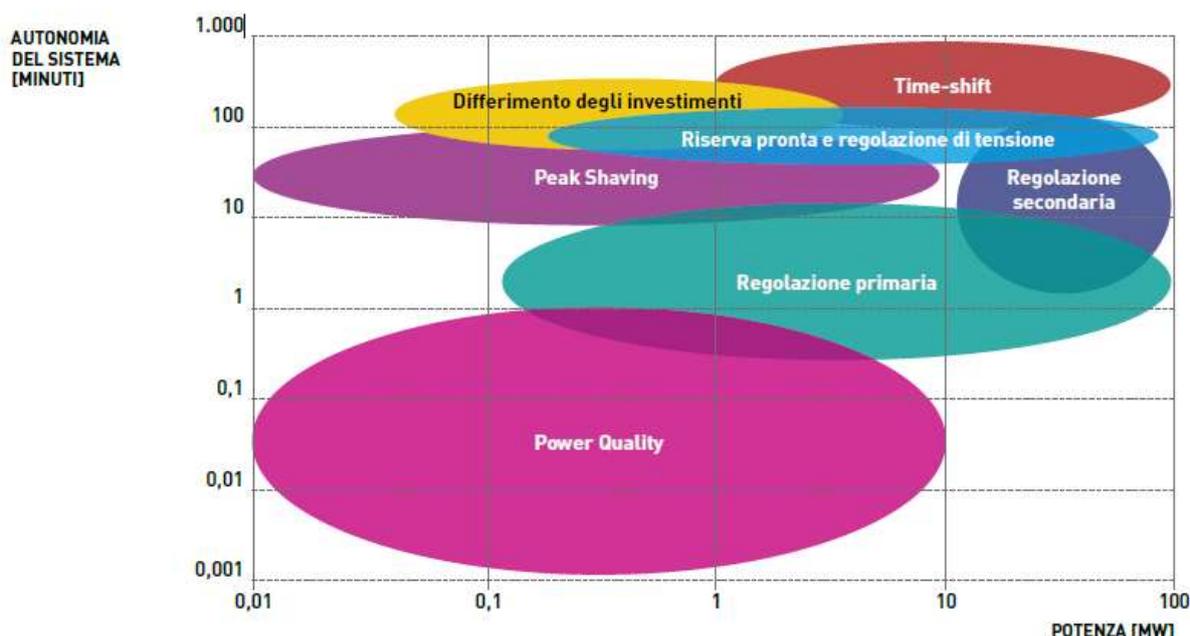
## 9.1.2 Mercato dell'accumulo energetico

### Elementi a favore del Progetto UCAES

Nell'ambito del Piano di Chiusura approvato, elemento rilevante è il compimento di opere di mitigazione e di compensazione di natura energetica e ambientale, che prevede la realizzazione di sistemi di produzione e gestione energetica attraverso fonti rinnovabili, da rendere allineati alle strategie energetiche regionali e nazionali per il prossimo quinquennio.

Per quanto concerne la mitigazione e compensazione sui Temi energetici, la crescente domanda di energia ed il ricorso in misura sempre più elevata a fonti rinnovabili aleatorie spingerebbe a potenziare la capacità di accumulo del sistema elettrico<sup>1</sup>. In particolare, nell'ambito della Regolazione di Rete Secondaria & Terziaria - *Riserva Pronta*:

- i Sistemi di Accumulo possono adeguatamente fornire servizi di regolazione, riducendo le necessità di modulazione e di funzionamento a carico parziale delle unità termoelettriche
- tali servizi sono oggetto di contrattazione sul Mercato per il Servizio di Dispacciamento (MSD)



La tecnica più matura e conveniente per l'accumulo di energia elettrica come *Riserva Pronta* risulta il pompaggio idraulico, generalmente realizzato sfruttando bacini idroelettrici utilizzati per la raccolta di acque da apporti naturali. Il pompaggio è presente in modo abbastanza ampio nel sistema elettrico italiano, con circa 7.000 MWe installati ed una produzione annua da solo pompaggio di circa 5÷6 TWh.

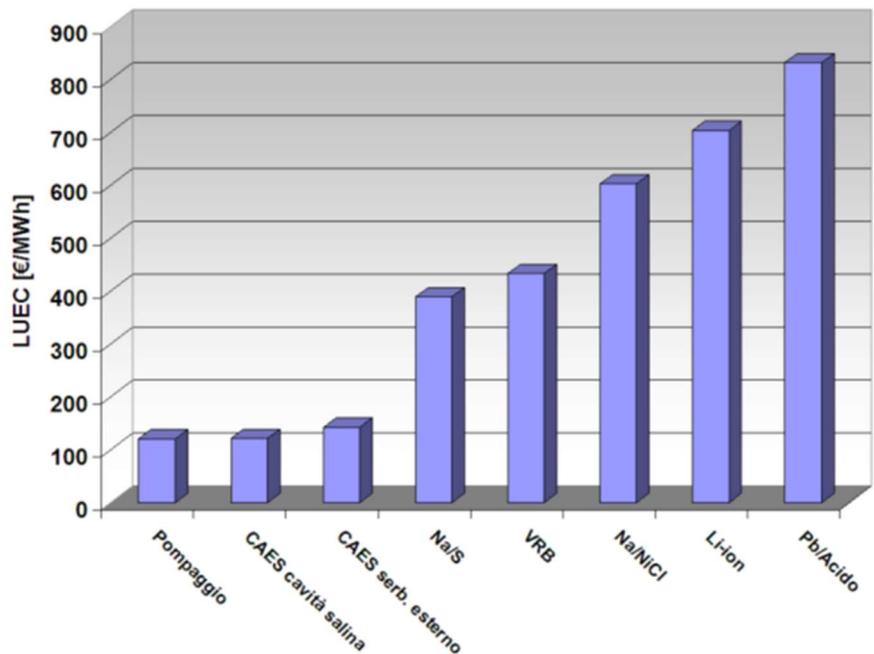
<sup>1</sup> <http://www.rse-web.it/monografie/rseview001.page>



**CARBOSULCIS** SPA

Unico Azionista

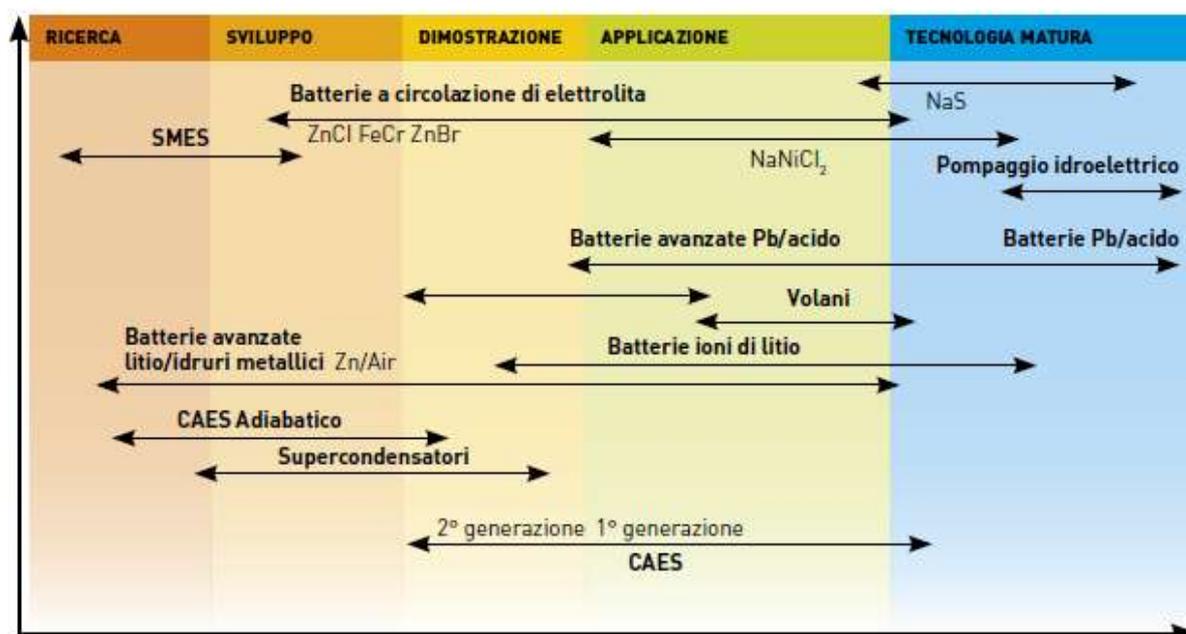
Estendere l'applicazione del pompaggio ad altri impianti idroelettrici diventa però sempre più difficoltoso, in quanto le potenzialità del territorio italiano e degli impianti esistenti sono limitate. Risulta quindi opportuno considerare altre tecnologie di accumulo energetico che possano essere adatte anche alla grande scala.



Con riferimento al Diagramma sopra, l'accumulo dell'energia con aria compressa risulta un metodo non solo efficace ma anche particolarmente economico rispetto ad altre modalità: sin dal 1973 in Germania è stata avviata la prima impresa di stoccaggio di aria compressa, utilizzando come serbatoio grotte e cavità naturali situate nel sottosuolo. Successivamente altre imprese simili sono state attivate anche negli Stati Uniti (Alabama e Ohio). Tutti gli impianti relativi a tali imprese sono concepiti in modo da operare con ciclo giornaliero, effettuando la carica di aria compressa durante la notte e la scarica di essa durante il giorno. Il funzionamento di questi impianti si basa sul recupero dell'energia elettrica in eccesso (quindi a basso costo in quanto al di fuori degli orari di punta), per comprimere l'aria e stoccarla in sotterranei, utilizzandola in seguito per alimentare turbine a gas che a loro volta alimentano il sistema elettrico nei periodi di forti richieste energetiche. L'aria viene compressa per fasi successive, con raffreddamenti intermedi e finale consentendo un buon rendimento durante la fase di immagazzinamento dell'energia nei periodi in cui se ne ha eccedenza. Quando tale energia è nuovamente necessaria, viene utilizzata l'aria compressa per alimentare turbine a gas inserite in circuiti dotati di combustore, eventuale post-combustore e recupero del calore dei gas di uscita. Durante la fase di generazione, cioè di trasformazione dell'energia accumulata, la totalità dell'energia prodotta dal turbogas viene utilizzata per azionare il generatore elettrico, quindi non viene utilizzata la consistente frazione (2/3 del totale) di energia per azionare i compressori, che costituiscono il fattore limitante del rendimento delle turbine a gas.

Tale tecnica è però intrinsecamente in contrasto con la colonna portante su cui è basata l'intera filiera delle rinnovabili, vale a dire l'obiettivo di rendersi energeticamente indipendenti dai combustibili fossili. In seguito sono state infatti implementate altre tecniche mediante le quali sopperire all'introduzione di un combustibile di natura fossile nel ciclo termodinamico, azzerando quindi l'emissione di CO<sub>2</sub>, come per esempio l'AA-CAES (*Advanced Adiabatic – Compressed Air Energy Storage*), ma soprattutto incrementando il

valore dell'efficienza energetica raggiungibile: *fino al 70% per CAES Adiabatico, rispetto al 50% del CAES<sup>2</sup>.*



È sopra rappresentato lo stato delle diverse tecnologie di accumulo, con le prospettive di sviluppo con orizzonte 2030, ove l'estremità della freccia a sinistra indica lo stato corrente della tecnologia, quella a destra indica il livello di sviluppo atteso al 2030.

Nel caso Carbosulcis, lo stoccaggio dell'energia sotto forma di aria compressa sia in forma convenzionale che adiabatica può inoltre rappresentare:

- ✓ Un rilevante Efficientamento dell'attuale Rete distribuzione di Aria Compressa, che disperde attualmente circa il 50% di energia impiegata nella fase di compressione a causa della Rete di Distribuzione, a partire dall'esterno sino in sottosuolo;
- ✓ una soluzione molto valida per adattare l'irregolarità di produzione delle turbine eoliche presenti nel Territorio alla domanda.

#### il Mercato Servizi Dispacciamento - MSD

L'Autorità di Regolazione per Energia, Reti & Ambiente - ARERA (ex. Autorità Energia Elettrica, Gas e Sistema Idrico – AEEGSI) sta progressivamente adeguando il Quadro Normativo ai Requisiti necessari affinché si sviluppi la cosiddetta "Generazione Distribuita". I progressi sono in particolare riscontrabili attraverso le seguenti Delibere:

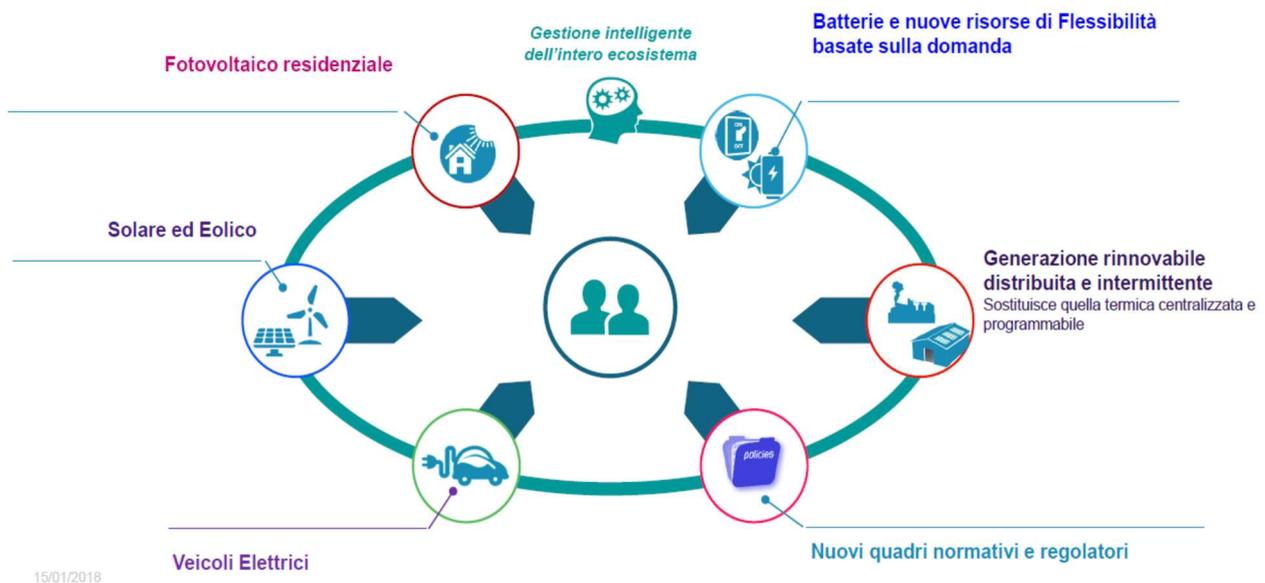
- 9 giugno 2016 - 298/2016/R/EEL

<sup>2</sup> <http://www.rse-web.it/monografie/rseview001.page>

“prima fase della riforma del Mercato per il Servizio di Dispacciamento: apertura alla domanda, alle fonti rinnovabili non programmabili ed alla generazione distribuita”

- 5 MAGGIO 2017 - 300/2017/R/EEL

“prima apertura del Mercato per il Servizio di Dispacciamento (MSD) alla domanda elettrica ed alle unità di produzione anche da fonti rinnovabili non già abilitate nonché ai Sistemi di Accumulo. istituzione di progetti pilota in vista della costituzione del testo integrato dispacciamento elettrico (TIDE) coerente con il *balancing code* europeo”

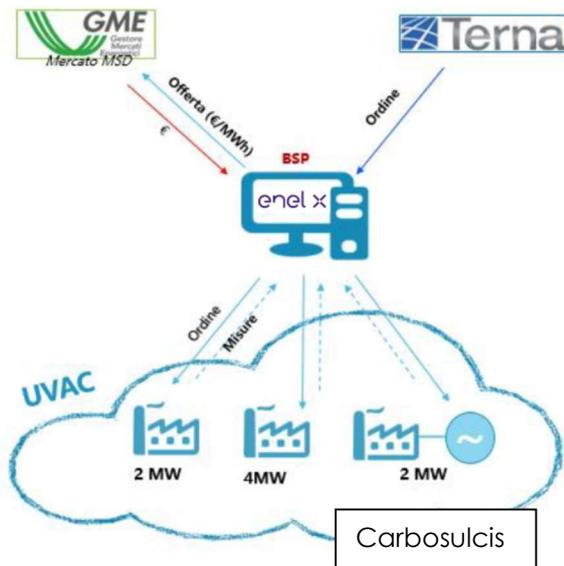


Tali Delibere, attraverso appositi Regolamenti su;

1. UVAC - Unità Virtuali Abilitate di Consumo
2. UVAP - Unità Virtuali Abilitate di Produzione
3. UVAM - Unità Virtuali Abilitate Miste

consentiranno pertanto all'Italia di *costituire un Nuovo Testo Integrato del Dispacciamento Elettrico - TIDE: un Balancing Code a livello Europeo.*

A titolo meramente esemplificativo, nell'Ambito del Regolamento UVAC (Delibera 372/2017/R/EEL) i Soggetti coinvolti a livello nazionale potrebbero essere:



**GME:** gestore dei mercati dell'energia a pronti (MSD)

**Terna:** responsabile della gestione ed equilibrio della rete e quindi «utilizzatore» della flessibilità

**BSP:** *Balancing Service Provider* è il soggetto titolare della UVAC e responsabile della prestazione del servizio offerto in MSD

**Consumer:** impianto o porzioni d'impianto che consumano/producono energia e possono mettere a disposizione del BSP flessibilità

**UVAC:** Unità Virtuale Abilitata di Consumo costituita tramite l'aggregazione della flessibilità di più Consumer

**Ordine:** Ordine di attivazione della flessibilità impartito

Interessante mettere in evidenza che:

- ✓ A partire dal 2012, il Prezzo Unico Nazionale – PUN – a causa dell'elevata volatilità delle FER (in Sardegna +10.3% nel 2016) è frequentemente sceso sino a 0 €/MWh. Andamento puntuale sarà rintracciabile della relazione annuale GME 2017<sup>3</sup>
- ✓ è stato già costituito un Perimetro di aggregazione UVAC (Unità Virtuali Abilitate di Consumo) a livello Regionale, denominato da Terna 15-SARD\_CA;
- ✓ Carbosulcis è già particolarmente attrezzata a livello impiantistico, essendo dotata di ben 2 linee indipendenti in Alta Tensione (150 kV), nonché di Unità Periferica di Monitoraggio Carico (UPMC);



Di seguito sono approfondite, in termini generali e preliminari, le prestazioni energetico-economiche di un impianto Adiabatico CAES di taglia medio-grande, limitatamente alla Remunerazione prevista degli attuali Programmi di Aggregazione Domanda UVAC di Enel, denominati *Demand Response* - DR.

<sup>3</sup> [www.mercatoelettrico.org/it/](http://www.mercatoelettrico.org/it/)

## Risultati Preliminari

Lo schema attuale DR prevede:

- Remunerazione Disponibilità Stoccaggio Potenza = ca. 60.000€/MW x anno
- Remunerazione Disponibilità Modulazione Energia = ca. 40€/MWh

UVAC partecipazione MSD	
Modalità di chiamata	Preavviso ≈ 15min
Criterio di chiamata da parte di Terna	Regolato da un mercato (indirizzabile con modalità di bidding)
Durata chiamata	Indefinita
Tipologia chiamata	Modulazione
Ore disponibilità	h 14 + 20 Lun-Ven
Limite minimo disponibilità	70%
Ulteriori opportunità	Bidding nelle restanti 18h
Remunerazione disponibilità	60.000 €/MW/anno
Remunerazione disp. [€/MWh]	38,46 €/MWh

In base a certa Letteratura<sup>4</sup>, un Sistema UCAES può vendere oppure accumulare energia lungo la sua vita tecnica e coprire tutti i costi relativi alla costruzione e all'esercizio dell'impianto stesso (oneri finanziari e tasse inclusi) se il prezzo che si può ottenere dal mercato si avvicina nell'intorno dei 30€/MWh. Importante evidenziare che questa valutazione rappresenta essa stessa argomento del Progetto di Ricerca.

Sotto questa ipotesi ogni MWh scambiato sul mercato avrebbe una marginalità stimabile in 10€ [40-30]. Ipotizzando un tempo di scarica del Sistema pari a 15h, ogni MW di potenza installata renderebbe 15MWh, remunerato per il solo stoccaggio a 60.000€/anno

Sarebbe pertanto possibile predisporre una potenza disponibile di 1 MW per 3h ogni 25 m di galleria, considerando la sezione al netto dei rivestimenti che permettano condizioni di pressione sino a circa 100 bar. Ciò significa che nel tratto di galleria scelto per la sperimentazione - circa 400m - potrebbero essere disponibili cautelativamente fino a 15 MW - ovvero 45MWh - che verrebbero remunerati per il solo stoccaggio 900.000€/anno.

Volendo portare il tempo di scarica da 3h a 15h, occorrerebbero volumi 5 volte maggiori, ovvero 1 MW ogni 120m circa di galleria.

In Conclusione, ogni 120m di galleria lo schema attuale ENEL-DR consentirebbe la seguente remunerazione:

- Remunerazione Disponibilità Stoccaggio Potenza = 60.000€/anno
- Marginalità per Modulazione Energia = 10€/MWh

<sup>4</sup> RdS/2012/156 - 156 LP1 RdS - [www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico)

- $10\text{€/MWh} \times 15\text{h} = 150\text{€}$  di utile per ogni ciclo di carica/scarica di 15h (Ipotesi di scaricare 120m di galleria per 15h)

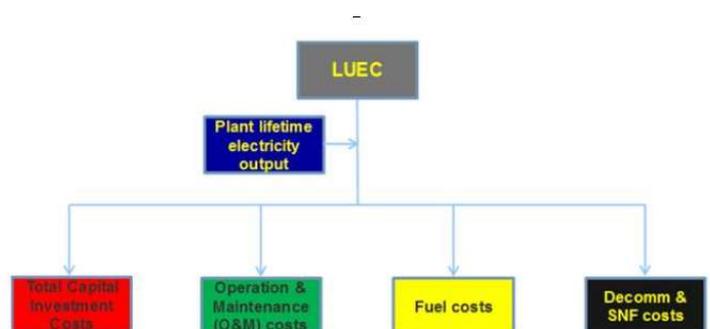
Ipotezzando 350 cicli/anno della durata di 15h - al netto dell'indisponibilità impianto - si otterrebbe un Utile di circa 50.000€ per l'Esercizio UCAES, che andrebbe sommato ai 60.000€ per lo stoccaggio.

Sotto queste ipotesi preliminari, 120m di galleria destinati ad UCAES garantirebbero un Utile netto di oltre 100.000€/anno. Segue un prospetto di calcolo per 3 scenari attualmente in valutazione

Parametro	u.m.	Pilota R&S	Dimostrativo 50.000 m <sup>3</sup>	Industriale 100.000 m <sup>3</sup>
<b>V</b>	m <sup>3</sup>	175	50,000	100,000
<b>P</b>	kW	500	28,571	57,143
<b>Carica</b>	h	8	9	9
	cicli/anno	R&S	175	175
<b>Scarica</b>	h	3	15	15
	cicli/anno	R&S	175	175
<b>Densità E</b>	kWh/m <sup>3</sup>	8.6	8.6	8.6
<b>LUEC</b>	€/MWh	n/a	€ 30	€ 30
<b>Remunerazione P</b>	€/MW x anno	n/a	€ 60,000	€ 60,000
	€ / anno	n/a	€ 1,714,286	€ 3,428,571
<b>Remunerazione E</b>	€/MWh	n/a	€ 38.5	€ 38.5
	€/anno	n/a	€ 5,769,000	€ 11,538,000
<b>Redditività E</b>	€/anno	n/a	€ 1,269,000	€ 2,538,000
<b>Redditività Totale U-CAES</b>	<b>€/anno</b>	<b>n/a</b>	<b>€ 2,983,286</b>	<b>€ 5,966,571</b>

Le *Ipotesi di Calcolo* attuali sarebbero:

- Remunerazione Stoccaggio Potenza Elettrica =  $60.000\text{€/MW} \times \text{anno}$
- Remunerazione Modulazione Energia Elettrica =  $40\text{€/MWh}$
- Densità Energetica =  $8.5 \text{ kWh/m}^3$
- Cicli Carica-Scarica = 350/anno
- *Levelized Unit Energy Cost* - LUEC =  $30\text{€/MWh}$



## Conclusioni

In un'ottica di medio-lungo periodo, la crescente domanda di Energia Elettrica, il costante manifestarsi di picchi di prezzo nelle ore serali di maggior consumo, la progressiva penetrazione di fonti rinnovabili ad elevata volatilità - solare, eolico - spingono verso la necessità di installare nuove capacità di accumulo elettrico in aggiunta agli esistenti impianti, che siano in grado di restituire nelle ore di punta energia accumulata nelle ore "vuote", con un elevato rendimento complessivo.

Dai calcoli effettuati, risulterebbe una profittabilità stimata in 100.000€ ogni 100m di galleria / 900m<sup>3</sup> netti di stoccaggio.

Ipotizzando un totale netto di volumi destinati a UCAES compreso tra 50.000 e 100.000m<sup>3</sup>, per una taglia dimostrativa di produzione compresa tra 30 e 60MW, risulterebbe un utile netto stimato tra 3 e 6 M€/anno, con la Potenza Impianto direttamente proporzionale ai volumi in sottosuolo che si potranno effettivamente destinare.

Gli studi preliminari hanno pertanto dimostrato che il U-CAES adiabatico può diventare un'interessante e profittevole alternativa. Una più concreta e dettagliata analisi di fattibilità tecnico-economica potrà tenere conto degli esiti specifici della Sperimentazione oggetto del Progetto di Ricerca ai sensi del decreto del MiSE 24 maggio 2017.

### 9.1.3 Laboratorio Ulisse

#### I laboratori sotterranei di ricerca nel mondo

La realizzazione e l'impiego di Laboratori sotterranei al mondo è molteplice, ed è finalizzata tanto ad impieghi di natura industriale che di natura scientifica.

Le più importanti applicazioni coerenti con la strategia del progetto per il Laboratorio Ulisse proposto da Carbosulcis e Sotacarbo sono:

#### Fisica delle particelle

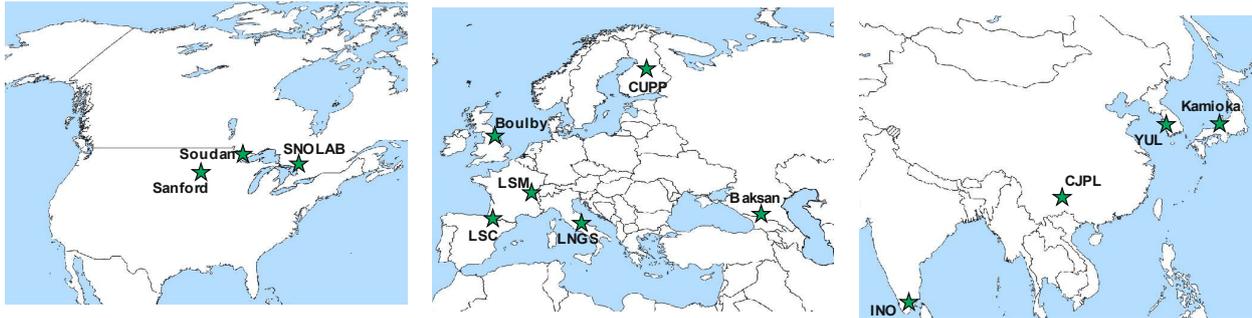


Figure 1. Location of the main particle physics URLs.

Gli esperimenti condotti nei laboratori sotterranei di fisica delle particelle sono primariamente focalizzati sulla ricerca della materia oscura, sullo studio dei neutrini e della materia/anti-materia. Questi fenomeni nucleari e sub-nucleari sono molto rari, e gli ambienti di lavoro richiedono un rumore di fondo estremamente basso allo scopo di massimizzare la sensibilità strumentale. I laboratori di sottosuolo possiedono tale caratteristica dato che le rocce presenti al di sopra assorbono le radiazioni di fondo provenienti dai raggi cosmici e altri processi. Il primo esperimento di questo tipo fu condotto nel 1960, durante il quale l'attrezzatura fu temporaneamente assemblata in miniere profonde per studiare i neutrini. Da allora, sono stati costruiti numerosi laboratori permanenti nel mondo, ognuno dei quali ospitante esperimenti multipli eseguiti per anni e decenni.

Questi laboratori devono trovarsi a profondità maggiori dei laboratori di scorie nucleari perché necessitano di bassi valori di radiazioni di fondo. In particolare, alcuni esperimenti (es. materia oscura, neutrini solari) richiedono siti molto profondi (> 1 km) mentre altri (fascio di neutrini, decadimento di protoni) possono essere localizzati in siti più superficiali. Per raggiungere queste elevate profondità in un modo economicamente efficace, molti sono localizzati sia in miniere abbandonate che attive, oppure sono localizzati all'interno di gallerie stradali costruite all'interno di montagne.

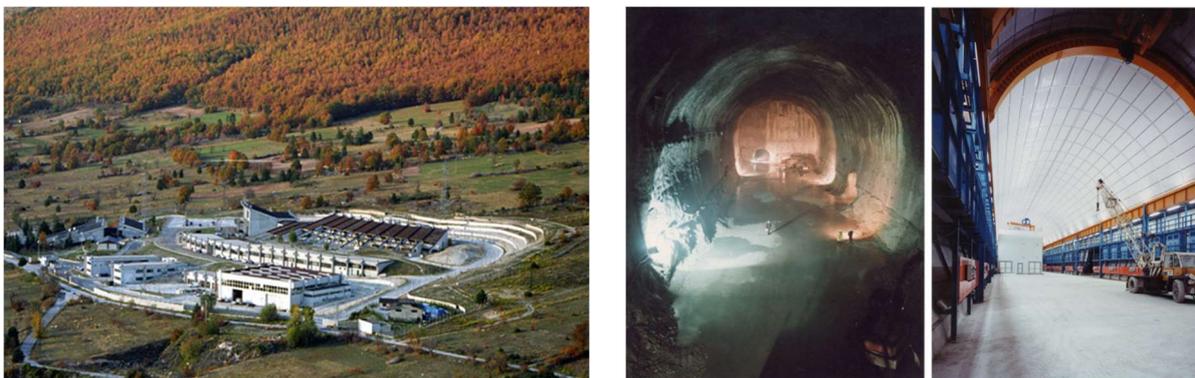
La collaborazione internazionale è molto comune in questi laboratori, dati gli elevati costi richiesti per eseguire esperimenti complessi e sensibili data la natura puramente scientifica di questo lavoro. Negli anni recenti, molti di questi laboratori hanno esteso le loro competenze al di là della fisica delle particelle e si stanno aprendo ad altre discipline scientifiche, quali la geologia, la microbiologia, e altri campi fisici (es. onde gravitative).

Di seguito tabella riassuntiva di tutti i maggiori laboratori sotterranei di fisica delle particelle.

URL	Nazione	Rocce ospite	Profondità	Tipo di escavazione	Escavazione associata	Periodo operativo
LNGS	Italia	dolomie e carbonati	1400 m	combinata	tunnel autostradale Gran Sasso	dal 1987 al presente
SNOLAB	Canada	Rocce ignee	2000 m	esistente	miniera di nickel Vale Creighton Nickel (attiva)	dal 1999 al presente
Boulby	UK	Rocce saline	1100 m	esistente	miniera di potassa Boulby (attiva)	dal 1990 al presente
Sanford	USA	Rocce metamorfiche	1500 m	esistente	miniera d'oro Homestake (abbandonata)	dal 2012 al presente
LSM	Francia	calcescisti, scisti verdi	1700 m	combinata	tunnel autostradale Modane - Bardonecchia	dal 1981 al presente
LSC	Spagna	- sconosciuta	850 m	combinata	tunnel autostradale Spain - France	dal 2010 al presente
CUPP	Finlandia	metavulcaniti	1450 m	esistente	miniera di metallo Pyhäsalmi (attiva)	dal 2001 al presente
Soudan	USA	greenstone, rocce vulcaniche	710 m	esistente	miniera di ferro Soudan (abbandonata)	dal 1981 al presente
Kamioka	Giappone	skarn? calcari?	1000 m	esistente	miniera di zinco Mozumi (abbandonata)	dal 1983 al presente
CJPL	Cina	marmo	2400 m	combinata	tunnel autostradale JinPing	dal 2015 al presente
YUL	S. Korea	- sconosciuta	700 m	combinata	Centrale di stoccaggio Yangyang	dal 2003 al presente
Baksan	Russia	- sconosciuta	> 2200 m	costruita a scopo	-	dal 1977 al presente
INO	India	Rocce ignee, charnockite	1000 m	Costruita a scopo?	-	in costruzione

Tabella 1. Sommario dei laboratori sotterranei operativi di fisica delle particelle. I primi quattro siti presenti in tabella sono descritti in maggior dettaglio nelle pagine successive. Notare che nella voce "tipo di escavazione", "combinata" si riferisce alla costruzione durante altre attività di escavazione (come tunnel stradale), "esistente" si riferisce a opere di escavazione preesistenti (es. una miniera), e "costruita a scopo" si riferisce all'escavazione della roccia solo con lo scopo di costruzione dei laboratori sotterranei.

A titolo descrittivo si riporta l'esempio di laboratorio sotterraneo dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare del Gran Sasso in Italia:



Credits: left - <https://www.lngs.infn.it>; right – Coccia (2005)

Il Laboratorio Nazionale del Gran Sasso (LNGS), il più grande laboratorio sotterraneo nel mondo, è utilizzato per condurre attività di ricerca sulla fisica del neutrino, sulla materia oscura, e in ambito astrofisico nucleare così come nell'ambito della fisica della terra, della biologia e della fisica fondamentale. Tale laboratorio fu fondato dall'Istituto Nazionale di

Fisica Nucleare (INFN), il quale coordina le attività di ricerca in Italia nell'ambito delle particelle elementari, in ambito nucleare e fisica sub-nucleare.

**Luogo.** Il laboratorio sotterraneo è localizzato a circa 120 km a est di Roma ed è situato su un lato della galleria autostradale lunga 10 km che attraversa il massiccio del Gran Sasso.

**Data di inizio / data di fine.** Dal 1987 al presente

**Costruzione / operazione.** La costruzione avvenne dal 1982 al 1987, congiuntamente alla costruzione della galleria autostradale del Gran Sasso.

**Profondità.** 1400 m

**Tipo di roccia / geologia.** Rocce carbonatiche

**Struttura nel sottosuolo.** Il laboratorio consiste di tre sale, ognuna di dimensione 100 x 20 x 18 m, di gallerie ausiliarie per esperimenti e servizi a piccola scala, e di due gallerie lunghe 90 m, per una superficie totale di circa 17.300 m<sup>2</sup>. Le sale dove vengono condotti gli esperimenti sono riscaldate e impermeabilizzate, e un sistema di ventilazione fornisce circa 35.000 m<sup>3</sup> di aria pompata dall'esterno.

**Struttura superficiale.** Il laboratorio sotterraneo è connesso tramite cavi di fibra ottica alla struttura presente in superficie, localizzata a circa 8 km da Assergi. La struttura superficiale include uffici, laboratori, officine meccaniche ed elettroniche, sale per seminari, una caffetteria, aree di riposo, un centro computer e uffici amministrativi per una superficie totale di circa 12.000 m<sup>2</sup>.

**Coinvolgimento internazionale.** Nelle attività del laboratorio LNGS sono coinvolti ricercatori provenienti da oltre 30 differenti nazioni.

Esperimenti. Il laboratorio ospita vari esperimenti e attività che riguardano ricerche nell'ambito del neutrino solare, dell'accelerazione del neutrino, della materia oscura, del doppio decadimento beta dei neutrini, e delle sezioni nucleari di interesse astrofisico. Vengono inoltre condotte attività di ricerca nell'ambito di altre scienze come fisica della terra, biologia e fisica fondamentale.

**Costi.** I costi relativi alla costruzione iniziale del 1987 furono circa 96 M€. A tale costo si aggiunsero altri 70 M€ per la costruzione di nuove infrastrutture fino al 2002, mentre i costi relative agli esperimenti e alle varie attività operative sono dell'ordine di altri 15 M€.

### **Carbon Capture and Storage**

L'unico laboratorio sotterraneo focalizzato in modo specifico sul CCS è stato CARBOLAB, posto ad una profondità di 464 metri in una porzione abbandonata della miniera di carbone di Montsacro nell'Asturia, NW della Spagna. Questo laboratorio è stato utilizzato dal 2009 – 2013 per un esperimento di iniezione di CO<sub>2</sub> condotto durante un solo progetto di 4 anni di durata dal titolo "Migliorare la conoscenza dello stoccaggio di CO<sub>2</sub> e la produzione di metano da carbone mediante test sotterranei in situ", finanziato dalla comunità europea.



Credit: left - Carbolab, 2012a; right - Carbolab, 2012b

**Ubicazione.** Asturias, NW Spain

**Data inizio / fine.** 2009-2013

**Costruzioni / operazioni.** La preparazione e la messa in sicurezza del sito è iniziata nel 2009/2010, comprese le operazioni per migliorare la ventilazione, l'impianto elettrico l'illuminazione e il sistema di comunicazione.

**Profondità.** 464 m

**Tipo di rocce / geologia.** Carbone

**Strutture sotterranee.** L'area dell'esperimento era sistemata nel nono livello della zona occidentale della miniera. Questa galleria è lunga 170 metri e ha una sezione di 12 mq. Una galleria di passaggio tra i livelli di carbone è stata usata per ospitare gran parte degli strumenti. La galleria CARBOLAB è larga 4,5 metri e alta 3,3 metri, con archi di acciaio come supporto. La galleria di collegamento è larga 3,6 m e alta 2,9 m e l'accesso principale avviene attraverso un pozzo verticale.

**Operatore.** Hulleras del Norte, S.A. è una compagnia mineraria che opera nelle mineire di carbona nei bacini di Nalon e di Caudal in Asturia, nella Spagna settentrionale.

**Coinvolgimento internazionale.** Spagna, Francia, Polonia

**Esperimenti.** I lavori preliminari nella miniera hanno compreso nella preparazione della galleria per l'esperimento previsto, tra cui il miglioramento dei sistemi di ventilazione, di energia elettrica, di illuminazione e di comunicazione. Il lavoro iniziale è stato effettuato per caratterizzare il sito, comprese le indagini dettagliate della geologia (mappatura stratigrafia), la struttura (mappatura delle faglie e della rete di fratture), la geofisica (prove di sismica passiva, polarizzazione indotta, potenziale spontaneo, resistività elettrica tomografia, conducibilità, raggi gamma, unico radar riflessione buco, radar cross-hole, tomografia, microgravità, ed elettrico singolo foro tomografia), e geochimica (composizione standard dell'acqua, concentrazione di gas e flusso, gli isotopi, pH, redox, P, T, ecc.).

**Costi pubblicati.** Carbolab ha caratteristiche molto simili a quelle della miniera del Sulcis, sebbene Carbolab è stato creato per un solo esperimento e il laboratorio non è stato sviluppato per attività di ricerca a più lungo termine. Questo progetto che è durato 4 anni

ha avuto un costo totale di 4.1 M€, con un contributo di 2.5 M€ dall'Europa dal programma Fondi di ricerca per il carbone e l'acciaio.

### Costi dei centri di ricerca sotterranei

La descrizione precedente delle diverse tipologie di laboratori nel mondo mostra una grande varietà di scopi e dimensioni in questi argomenti. Allo stesso modo c'è una grande varietà nei budget, che dipendono dagli scopi del sito, dal coinvolgimento o meno di una struttura preesistente (una miniera), la natura tecnologica del sito, il numero degli esperimenti, ecc. Un confronto diretto di tutti i siti è molto difficile dalle fonti disponibili, tuttavia un breve sommario dei costi stimati ottenuto sulla base dei dati ricavati dai siti di ciascun laboratorio e dalla bibliografia è presentata in Tabella 3.

Site Name	Construction costs (M€)	Yearly budget, operating and experiment costs (M€)
<b>Particle physics URLs</b>		
LNGS	164	15
SNOLAB	50	5
Sanford	220	17
LSM		1
LSC		1.6
<b>CCS / ECBM URLs</b>		
Carbolab	Total project budget – 4.1 M€	

Tabella 1. Sommario dei costi stimati per un numero selezionati di laboratori di ricerca sotterranei

### Laboratorio Ulisse

Finora gran parte dei laboratori sotterranei sono stati concepiti per ricerche riguardanti la fisica delle particelle o per studi su particolari formazioni rocciose adatte allo stoccaggio di scorie nucleari. In tempi recenti questi due tipi di laboratori si sono sviluppati fino ad includere ricerche di altri campi scientifici (come la geologia strutturale, la microbiologia in ambienti estremi, altri campi della fisica, dell'ingegneria, ecc.).

Il laboratorio ha l'obiettivo di divenire un polo di attrazione scientifica, tecnologicamente avanzato, scientificamente attraente, ed economicamente autosostenibile. Per attuare questo progetto è necessario adeguare le infrastrutture ai fini della ricerca e avviare un processo che una volta innescato possa crescere e si possa autoalimentare.

### Idea Progettuale

La miniera del Sulcis e l'area vasta del bacino carbonifero hanno un grande potenziale per studi di carattere scientifico, tecnico ed ingegneristico, legato alle tecnologie di Stoccaggio Geologico della CO<sub>2</sub>. Il maggior interesse di questo sito riguarda la possibilità di effettuare test sperimentali:

- nei banchi di carbone;
- nelle sottostanti unità carbonatiche proposte come potenziale serbatoio per lo stoccaggio della CO<sub>2</sub>;

- nelle unità sovrastanti che formano le rocce di copertura del potenziale serbatoio naturale o *reservoir*.

### **Descrizione del sito**

Il laboratorio verrà realizzato ad una profondità di circa 500 m rispetto al livello del suolo all'interno della miniera del Monte Sinni, che è attualmente infrastrutturata per le attività di coltivazione del carbone. La miniera è costituita da oltre 30 km di gallerie scavate, di cui 15 km di gallerie di struttura, accessibili attraverso due pozzi ubicati presso il sito di Nuraxi Figus e due pozzi a Seruci, i quali hanno sia funzione di trasporto materiale e personale, che soprattutto di ventilazione. La connessione tra superficie e sottosuolo avviene anche attraverso una discenderia, ossia una galleria di struttura che attraverso tre rampe da poco più di un chilometro ciascuna collegano i cantieri del sottosuolo alla superficie.

### **Potenziali sviluppi del laboratorio**

Le attività potranno svolgersi entro le due gallerie di struttura secondaria dette Riflusso Principale Sud (RPS) e Afflusso Principale Sud (APS) di estensione totale di circa 2,5 km, entro la quale si potranno definire porzioni per la realizzazione di laboratori.

Le gallerie avevano l'obiettivo di permettere la coltivazione nelle nuove aree di sviluppo della miniera a Sud, e in virtù di ciò sono state nel tempo adeguatamente infrastrutturate.

Una nuova traversa di collegamento tra APS e RPS risulterà un'opera mineraria essenziale per lo sviluppo di quell'area del sottosuolo poiché favorirà la ventilazione nei cantieri interessati alle attività di laboratorio. Le gallerie saranno opportunamente allestite laddove sarà ubicato il Laboratorio in sottosuolo, in cui verranno installate speciali apparecchiature e strumenti tecnologici di ricerca.

### **Ventilazione e scelta dell'area di interesse**

Le due gallerie di struttura APS e RPS, intestate rispettivamente nella Galleria di Afflusso Principale (GAP) e nella Galleria di Riflusso Principale (GRP) di Nuraxi Figus, attraversano interamente una sequenza stratigrafica che va dalla "Formazione del Miliolitico" al tetto del "Produttivo".

Sarà oggetto di definizione operativa la scelta di possibili punti di intesto di una traversa che, per motivi di sicurezza e ventilazione, metta in comunicazione la APS con la RPS

### **Potenziali esperimenti**

Nel Laboratorio di Ricerca "ULISSE" può essere condotta una vasta gamma di esperimenti, con applicazioni che variano da quelle specificatamente correlate allo Stoccaggio Geologico dell'Anidride Carbonica e al Recupero di Metano estratto da Giacimenti di Carbone (ECBM), fino ai temi di interesse più generici come lo studio di migrazione di fluidi lungo le faglie, la stabilità delle zone di faglia, la sicurezza in miniera, e la comprensione della risposta geofisica delle rocce sottoposte ad una naturale pressione litostatica, la geofisica in miniera, e perfino la fisica della materia sfruttando la schermatura del sistema geologico nel sottosuolo dai raggi cosmici.

La configurazione della miniera (con due gallerie parallele che permettono lo studio degli affioramenti rocciosi tra loro compresi) e la sua esistente infrastruttura (come l'accesso agli autoveicoli per consentire il trasferimento delle attrezzature), così come la sua geologia (carbonati fratturati, depositi di carbone, caprock) e struttura (varie faglie di differente dimensione e rigetto), apre la strada a molte possibilità di ricerca.

Il primo step consisterà nel creare una conoscenza base del sistema geologico costituita da dati aggiornati che permetterà quindi di definire il quadro di riferimento sulla base del quale saranno pianificati i potenziali esperimenti da condurre. Questa caratterizzazione dell'URL riassumerà tutte le informazioni geologiche, geofisiche, geochimiche e biologiche esistenti, integrate con dati ottenuti da nuovi studi condotti allo scopo di coprire i gap e fornire più informazioni scientifiche di base, con lo scopo finale di creare un modello geologico 3D della miniera che descriva le caratteristiche e le condizioni di base del sito. Parallelamente a queste indagini di caratterizzazione del sito, potranno essere condotti esperimenti individuali indirizzati a specifiche tematiche relative alla CCS, ECBM o altri temi.

## **9.2 Gestione impianti ed aree di superficie**

La Società, nell'ambito del Piano di Chiusura dell'attività estrattiva, è impegnata in un processo di riconversione di tutte le sue infrastrutture, sia in superficie sia in sottosuolo.

Alle ipotesi già sviluppate di riutilizzo tecnologico del sottosuolo si affianca, pertanto, lo studio delle possibilità offerte dagli impianti e aree di superficie.

Le attività Societarie di superficie si svolgono in due siti, Nuraxi Figus e Seruci, distanti tra loro circa 4 km, collegati attraverso la rete viaria pubblica.

I due siti sono inoltre collegati, in sottosuolo, attraverso le gallerie di struttura principali e i pozzi di ventilazione.

Il sito di Seruci non è più operativo dal 1998, ad eccezione dei due pozzi di ventilazione. Gli stabili presenti sono quindi attualmente non agibili. Nell'ambito del progetto ARIA saranno ripristinati gli stabili intorno a Pozzo 1, che ospiteranno uffici e utilities asserviti all'impianto che sarà installato all'interno del pozzo.

Sono presenti inoltre fabbricati per circa 60.000m<sup>3</sup> di volumetria, che potranno essere recuperati ed utilizzati per ulteriori iniziative da realizzare.

Il sito comprende anche terreni per una superficie complessiva di circa 50 ha, tutti di proprietà della Società, che potrebbero essere utilizzati per interventi consentiti all'interno di Area SIC.

Sono presenti, ma ormai in disuso, un impianto di trattamento Rossetti per acque sanitarie e un impianto BAMAR per il trattamento delle acque nere.

L'approvvigionamento idrico del sito è assicurato da una tubazione esterna di collegamento tra Seruci e Nuraxi Figus. Con il completamento delle manutenzioni all'interno dei pozzi di ventilazione sarà pompata in superficie l'acqua intercettata a quota +60 s.l.m., oggi inviata per caduta a Nuraxi Figus ed edotta con l'impianto principale, rendendo superflua la tubazione esterna.

L'energia elettrica necessaria al funzionamento degli impianti è fornita attraverso una linea elettrica a 20kV, di proprietà della Società, che dalla sottostazione principale di Nuraxi Figus raggiunge la sottostazione di Seruci e viene poi distribuita in media e bassa tensione. L'aria compressa è prodotta in loco con l'utilizzo di un compressore ATLAS COPCO.

Il sito di Nuraxi Figus è la sede operativa della Società. Tutti gli stabili presenti sono agibili e utilizzati.

L'area è servita da una sottostazione elettrica alimentata a 150kV da due linee aeree indipendenti; da qui partono le linee di distribuzione per Seruci e per gli impianti di superficie e di sottosuolo di Nuraxi Figus.

Le acque sanitarie sono trattate con un impianto Rossetti in via di sostituzione con un impianto di osmosi inversa, le acque nere sono trattate con un impianto BAMAR, anch'esso in via di sostituzione in quanto oramai obsoleto; i nuovi impianti saranno dimensionati per le prevedibili esigenze future del sito, quindi in netta riduzione rispetto agli impianti attuali.

L'approvvigionamento idrico è garantito dall'eduzione attraverso la discenderia, che intercetta la falda superficiale, per quanto riguarda le acque sanitarie, e attraverso l'eduzione delle acque del miliolitico di -400 per gli usi industriali. L'acqua del miliolitico è un'acqua geologica, senza apporti stagionali, edotta alla temperatura di circa 40°C, che si prevede di utilizzare per il riscaldamento delle acque sanitarie e il condizionamento degli spogliatoi/uffici.

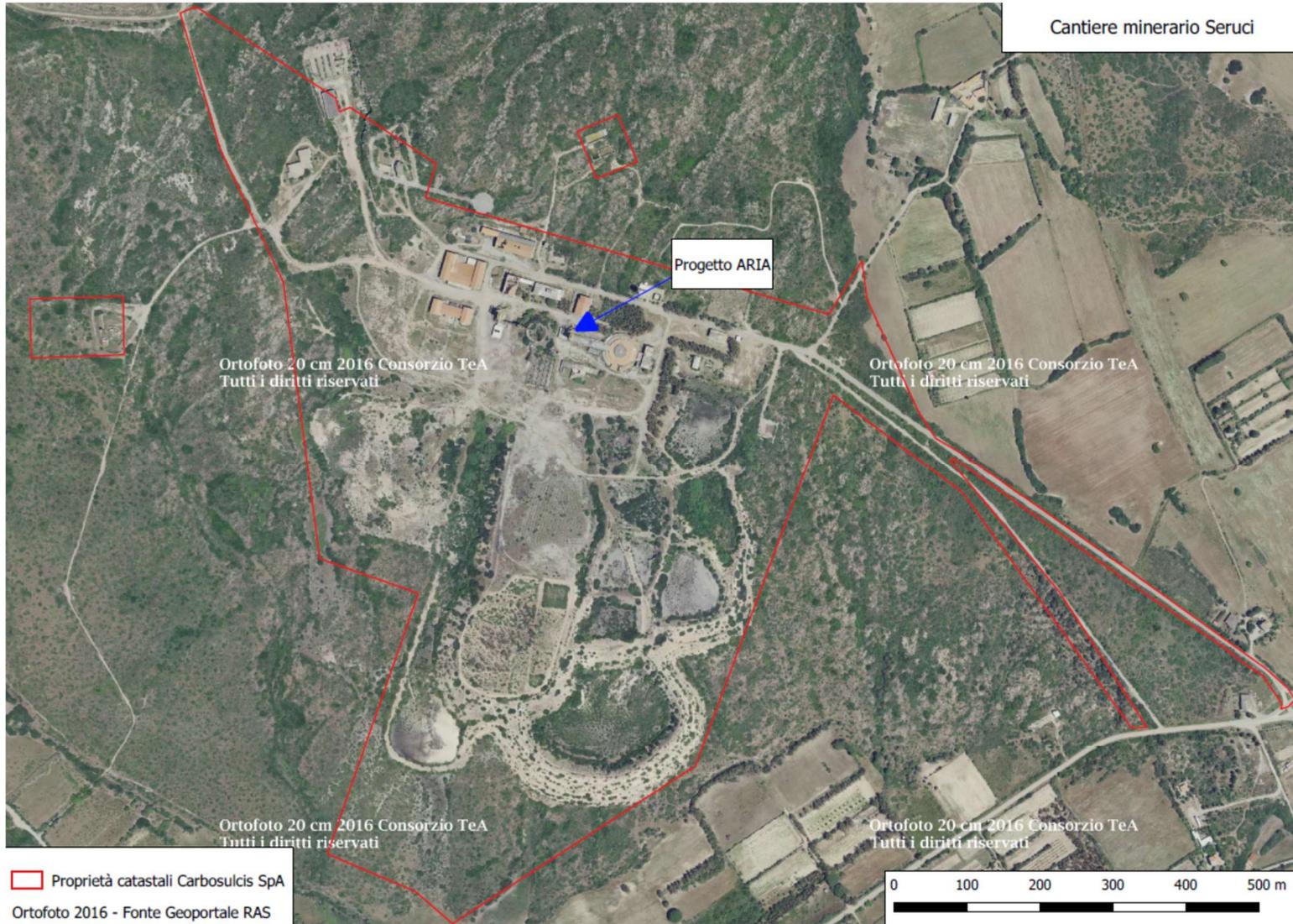
La Società dispone infine di una centrale di produzione azoto, utilizzata per il controllo dei fenomeni di ossidazione del carbone nelle coltivazioni, e di produzione di aria compressa. Il sito dispone inoltre di una articolata rete viaria interna, di un impianto antincendio e di una rete di illuminazione stradale.

Con la progressiva chiusura dell'attività estrattiva parte degli stabili saranno resi disponibili per attività avviabili nell'ambito della riconversione della Società, in particolare magazzini ed officine.

Analogamente saranno disponibili impianti in precedenza utilizzati per l'attività estrattiva e le aree adibite a carbonile o occupate da Strutture di Deposito dei Rifiuti Estrattivi (SDRE).

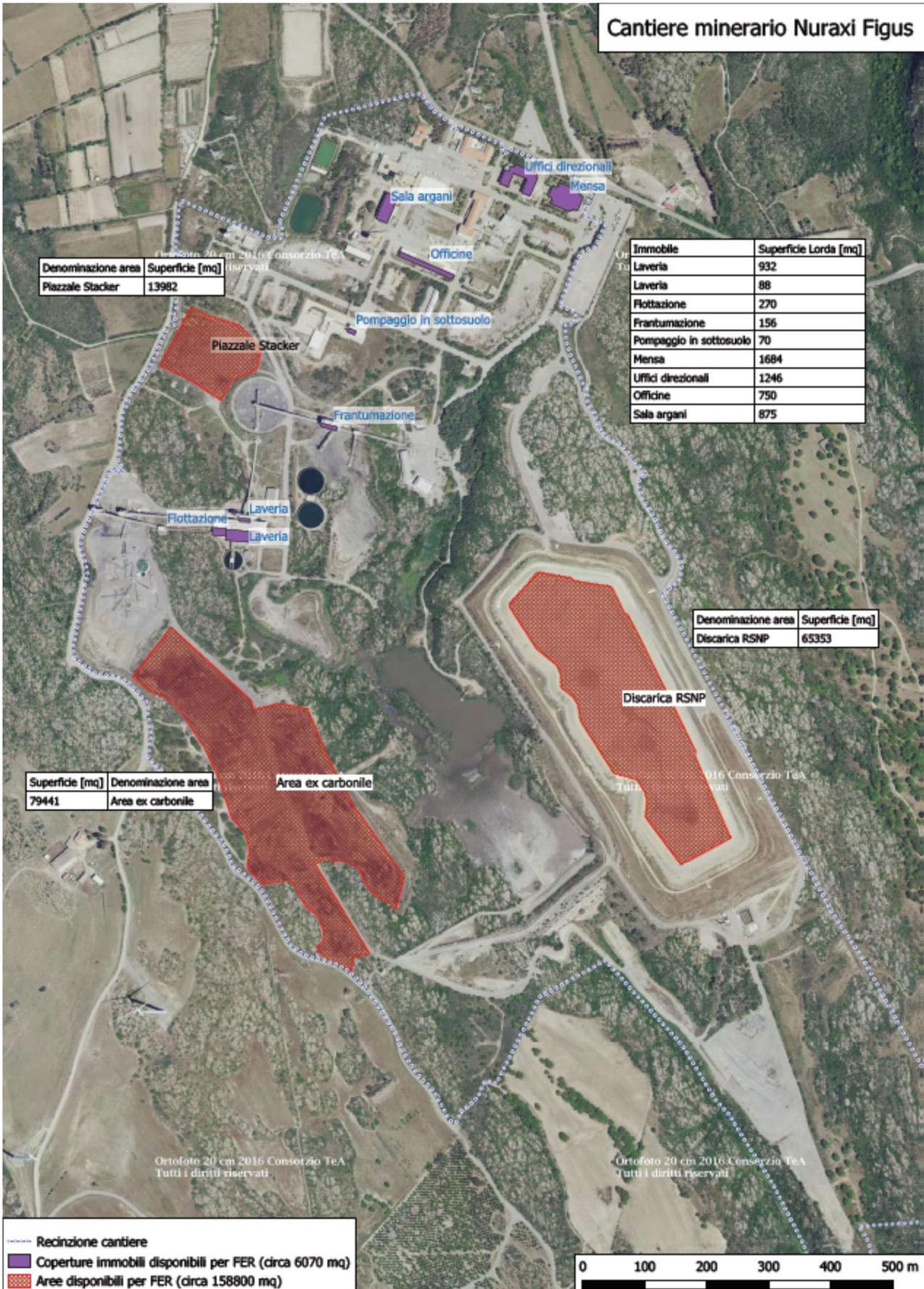
Nelle figure sotto sono rappresentati i due siti con l'individuazione delle aree che potrebbero essere rese disponibili nel prossimo futuro per nuove attività. La prima immagine è relativa al sito di Seruci, la seconda e la terza sono relative a Nuraxi Figus e forniscono informazioni rispettivamente riguardo le aree destinabili alle FER e a quelle potenzialmente utilizzabili per attività di discarica.

Nella seconda immagine relativa al sito di Nuraxi sono rappresentati anche i terreni di proprietà della Carbosulcis (circa 200 ha) compresa la fascia che collega la società con l'area industriale di Portovesme acquistata a suo tempo per realizzare il cd Asse attrezzato.





## Cantiere minerario Nuraxi Figus





### 9.2.1 Impianto di vagliatura

L'impianto per il trattamento e la classificazione degli sterili di miniera, è stato acquisito e messo in esercizio al fine di valorizzare un materiale che per composizione litologica e specifiche tecniche fosse riqualificato come sottoprodotto, uscendo dalla accezione di "rifiuto minerario di estrazione".

Avviato contestualmente un percorso di certificazione dei sottoprodotti, questi hanno trovato un valido utilizzo all'interno dell'Azienda, come materiali inerti nella realizzazione degli argini della discarica RNP e, una collocazione di mercato all'esterno come materiale di riempimento per sottofondi stradali.

Anche in questo caso, come per la maggior parte dei nostri impianti, emerge la necessità di individuare un riutilizzo in ambito diverso da quello minerario classico. A riguardo l'impianto di vagliatura, per sua architettura e similitudine di processo, bene si presta ad una riconversione come impianto Soil Washing.

Il Soil Washing è una tecnologia di trattamento dei terreni contaminati ex-situ che sfrutta fondamentalmente due meccanismi:

- ✓ il primo, fisico, che consiste nella separazione/classificazione dimensionale delle particelle, in considerazione del fatto che nella maggior parte dei casi le sostanze inquinanti si trovano nella frazione fine del terreno (limo, argille e sostanze umiche). Tale operazione produce un immediato e tangibile risultato nella riduzione del volume di terreno effettivamente inquinato e conseguentemente una riduzione dei costi di gestione dello stesso;
- ✓ Il secondo meccanismo, chimico, realizza il trasferimento per dissoluzione delle sostanze contaminanti nel liquido di estrazione. Tali processi possono essere favoriti aggiungendo nel processo opportuni reagenti che in modo selettivo lavorano sull'inquinante specifico.

Il processo di trattamento di un suolo inquinato può essere sintetizzato nelle seguenti fasi:

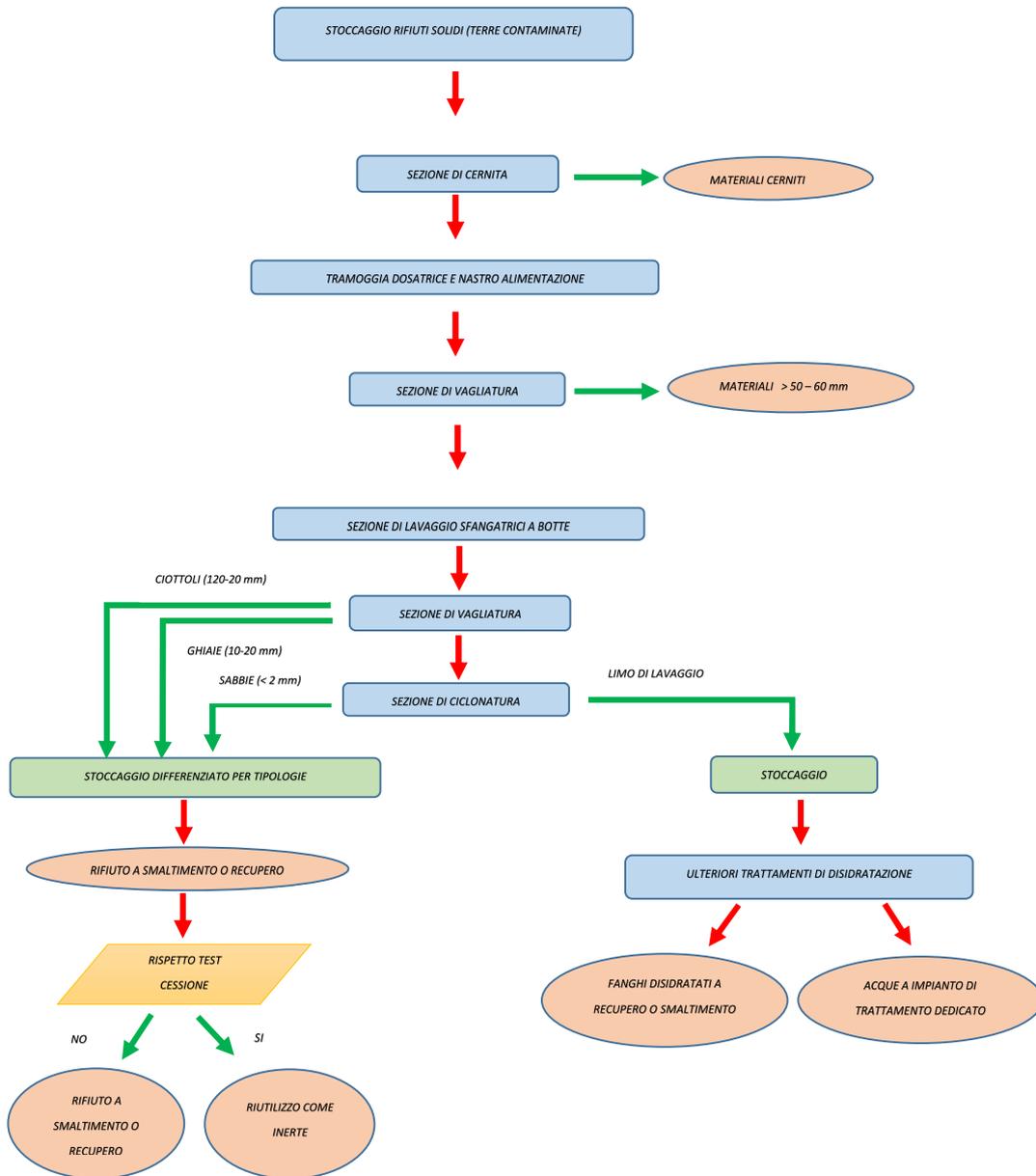
- ✓ scavo del terreno ed eventuale trasporto presso impianto off-site;
- ✓ pretrattamento del terreno mediante cernita meccanica o manuale del materiale di dimensioni maggiori e disomogeneo (legno, cemento, plastiche, pietrame ecc.)
- ✓ vagliatura del terreno per selezionare il materiale di pezzatura inferiore a 50 – 60 mm da avviare ai trattamenti successivi. L'operazione è richiesta sia a tutela dell'unità di trattamento a valle sia per rimuovere agglomerati argillosi che potrebbero inficiare il rendimento di processo;
- ✓ lavaggio ed estrazione. Il materiale proveniente dalla sezione di pretrattamento viene miscelato con l'agente estraente in celle di attrizione/sfangatrici a botte. L'estrazione dei contaminanti si realizza: per abrasione e sfregamento ad umido tra le particelle stesse o tra le particelle e le componenti delle apparecchiature di lavaggio; per processi di natura chimico-fisica, che determinano il distacco dei contaminanti a causa dell'alterazione delle forze di adsorbimento o della risolubilizzazione dei precipitati;

- ✓ separazione delle fasi. All'uscita dell'unità di lavaggio, si effettua la separazione delle particelle di terreno di dimensioni superiori a 0.03 – 0.05 mm dal fluido di lavaggio contenente i contaminanti in esso disciolti e dispersi e la frazione fine del terreno. Questa operazione si rende possibile con l'ausilio di macchine quali sedimentatori, idrocycloni ecc.;
- ✓ post trattamento dei prodotti in uscita. Il terreno depurato, prevalentemente costituito da ghiaia e sabbia, viene avviato ad un ulteriore lavaggio per eliminare i residui del fluido di estrazione contaminato e, successivamente, sgrondato/disidratato e reso idoneo per usi commerciali. La frazione fine contenente la maggior parte dei contaminanti originariamente presenti nel terreno sottoposto a bonifica, deve subire un ulteriore processo di trattamento, quali inertizzazione, incenerimento ecc. prima di andare a recupero. Nel caso non fosse possibile rendere idoneo il prodotto agli standard commerciali si deve prevedere il suo conferimento a discarica autorizzata. Il fluido di lavaggio viene stoccato e avviato in apposito impianto di trattamento/depurazione.

La riconversione dell'impianto ne permetterebbe quindi l'utilizzo, da parte di Carbosulcis o di privati, per le attività di bonifica legate al polo industriale di Portovesme.

Un potenziale utilizzo interno, da parte di Carbosulcis, è invece quello di slimatura dei fini presenti nel bacino ed un primo arricchimento della frazione carboniosa, propedeutico al trattamento degli stessi nell'impianto di flottazione.

Si riporta a seguire uno schema semplificato del processo, realizzato tenendo conto delle attuali installazioni.



## 9.2.2 Impianto di flottazione

L'impianto di flottazione permette il recupero della frazione carboniosa fine dalle code del processo di arricchimento carbone e dai materiali fini abbancati nella diga omonima. Con la chiusura dell'attività estrattiva si prospetta la possibilità di utilizzare l'impianto per finalità diverse. In particolare si ritiene che il processo di flottazione possa essere utilmente impiegato nel campo delle bonifiche di siti minerari dismessi e/o di bonifica di terreni inquinati.

Date le sue caratteristiche l'impianto permette:

- Trattamento di ingenti volumi di materiali, data la capacità produttiva dell'impianto;
- Recupero di prodotti con un residuo valore economico e inserimento degli stessi in capitolati tecnici;
- Avvio di progetti di bonifica e restituzione agli usi legittimi di aree oggi inutilizzate;
- Messa in sicurezza/adequamento delle discariche minerarie e riduzione degli impatti ambientali sul territorio;
- Riduzione dei volumi di materiale (rifiuti) da destinare a potenziali bacini di raccolta da realizzare come sito di stoccaggio nei progetti di bonifica definitivi.

Nello specifico si può attuare una riconversione:

- per il trattamento dei rifiuti minerari, metalliferi e non, provenienti dalle vecchie discariche;
- per il trattamento di chiarificazione delle acque e la rimozione dei solidi sospesi e/o idrocarburi.

La flottazione è un particolare processo chimico/fisico che consiste nell'insufflare aria all'interno di una vasca agitata, detta "cella di flottazione" dove è presente un liquido (in genere acqua) e uno o più componenti solidi in sospensione.

Durante il processo, in funzione dei componenti solidi che si intende flottare o deprimere è possibile aggiungere particolari sostanze chimiche, dette "agente flottante" o "flocculante" in funzione dell'azione richiesta, che si combina selettivamente con alcuni componenti solidi o liquidi per dare origine alla schiuma.

In tal modo, in funzione di tensioni capillari tra le bolle d'aria e le particelle solide e le caratteristiche idrofobiche più o meno marcate di queste ultime, avviene il trascinarsi delle particelle verso il pelo libero della cella, con la formazione di un pacco di schiume, mentre i componenti idrofilici che hanno maggiore affinità con il liquido precipitano sul fondo.

Tra le possibili applicazioni possono essere di particolare interesse, per il potenziale utilizzo nel territorio:

### **Trattamento Acque - Separazione per flottazione ad aria disciolta (DAF)**

Nel trattamento delle acque, con processi biologici o chimici, i colloidali vengono flocculati per formare flocchi o solidi sospesi. Detti flocchi hanno una classificazione ben precisa: se di grandezza superiore a 0,1 mm si chiamano "sedimentabili" e si separano in appositi sedimentatori, mentre se i flocchi presentano dimensione inferiore a 0,1 mm sono chiamati "solidi sospesi" e la flottazione rappresenta l'unico processo di separazione tecnicamente idoneo.

La dissolved air flotation (DAF) è un trattamento di chiarificazione delle acque per la rimozione dei solidi sospesi o idrocarburi. Si procede dissolvendo aria in pressione nell'acqua, che risalendo in piccole bolle trascina con sé le particelle sospese, stando con esse sulla superficie liquida sotto forma di schiume. Successivamente queste ultime

vengono allontanate dal pelo libero dell'acqua con l'ausilio di una lama schiumatrice. Talvolta, per migliorarne i rendimenti e accelerare le dinamiche di processo, l'acqua da trattare viene addizionata con un flocculante ad esempio cloruro ferrico o solfato di alluminio.

### **Trattamento solidi – Froth Flotation**

La froth flotation viene impiegata per la separazione dei minerali dalle loro ganghe, sfruttando la loro differenza di idrofobicità. A causa delle diverse proprietà superficiali dei minerali, uno dei solidi adsorbe più rapidamente la fase acquosa e si “bagna” depositandosi naturalmente sul fondo della cella (idrofilo); l'altro solido, invece, adsorbe più rapidamente l'aria e si circonda di bollicine d'aria indotte nella torbida, risalendo naturalmente e stazionando sul pelo libero della cella (idrofobo).

Al fine di esaltare ulteriormente tali proprietà fra le frazioni minerali presenti e i materiali sterili, vengono impiegati tensioattivi specifici che lavorano in modo selettivo.

A questo punto la densità media od apparente del solido e delle bollicine d'aria risulta minore di quella dell'acqua in cui si trovano a bagno, cosicché l'insieme solido/aria galleggia formando una schiuma ricca di minerale che, schiumata, viene abbattuta, disidratata e recuperata come concentrato.

Il processo di flottazione è stato largamente utilizzato nell'arricchimento dei minerali di piombo e zinco nelle miniere dell'Iglesiente. Alla luce della necessità di procedere alla bonifica dei siti ex minerari da parte di IGEA, la disponibilità di un impianto con le potenzialità di quello presente in Carbosulcis è un elemento che può permettere la riduzione dei costi attraverso collaborazioni tra Società Regionali.

È inoltre allo studio l'utilizzo dell'impianto per l'arricchimento dei fini di carbone da utilizzare nella produzione di fertilizzanti. Tale utilizzo, limitato nel tempo viste le quantità di materiale presente nel bacino fini, non ostacolerebbe gli altri impieghi descritti.

### **9.2.3 Bacino fini**

La funzione del bacino è quella di raccogliere il materiale fine (inferiore a 0,1mm) proveniente dal trattamento del carbone. Attualmente nel bacino sono presenti circa 300.000 tonnellate di materiale con un residuo contenuto in carbone. La cessazione dell'attività estrattiva fa venir meno la necessità di disporre della struttura di deposito, peraltro ad oggi utilizzata per il 15% circa della sua capacità.

Il progetto a suo tempo predisposto per il rinnovo della concessione mineraria, conformemente a quanto previsto dal D.Lgs. 117/2008, prevede che il bacino essendo una Struttura di Deposito di Rifiuti Estrattivi (SDRE), sia messo in sicurezza e tombato.

Le aree e i volumi relativi non avrebbero pertanto alcun utilizzo successivo. Tuttavia, nei programmi di sviluppo che si stanno sottoponendo all'Azionista, tali aree e volumi sono interessati dalla prospettata prosecuzione dell'attività di smaltimento dei rifiuti.

In quest'ottica si sta parallelamente sviluppando una serie di studi sui possibili utilizzi dei fini e sui potenziali mercati degli stessi.

Come detto il materiale costituente il deposito è costituito da una frazione carboniosa e da una frazione, più consistente di materiali arenaceo-argillosi.

Partendo da questo si stanno avviando le attività necessarie a verificare la possibilità dei seguenti impieghi.

Per i fini carboniosi:

- Ciclonatura/lisciviazione del carbone per produzione di fertilizzanti. Venendo meno la produzione dal sottosuolo, si sta studiando la possibilità di recuperare il carbone residuo contenuto nei fini per garantire una alimentazione nel lungo periodo ad un impianto industriale di produzione di fertilizzanti.
- Produzione di gas e di energia attraverso impianti di pirolisi o di incenerimento rifiuti (produzione con materiale assimilabile a fonte rinnovabile)
- Vendita del materiale per impiego come combustibile e/o materia prima in processi industriali

Per la frazione arenaceo-argillosa:

- produzione di materiali per impermeabilizzazioni. Le operazioni di bonifica e/o di capping delle discariche richiedono la posa in opera di un materiale impermeabilizzante e successivamente la copertura con terreno vegetale. Entrambi i materiali devono essere prodotti e trasportati nei luoghi di utilizzo. La Carbosulcis avrà nell'immediato futuro la necessità di eseguire le suddette opere sul corpo della discarica la cui coltivazione è attualmente in fase di completamento; successivamente la stessa esigenza si presenterà per i successivi lotti di discarica, la cui progettazione è in corso, che dovrebbero occupare proprio gli spazi dell'attuale bacino fini.

Data, pertanto, la natura del materiale presente si intende predisporre un progetto di recupero che, previa separazione per ciclonatura ed eventuale flottazione, permetta di utilizzare:

- la frazione carboniosa (+0,045mm) per la produzione di fertilizzante mediante lisciviazione e assicurare la materia prima all'impianto industriale sul lungo periodo (riserve per oltre 15 anni);
- la frazione arenaceo-argillosa per la produzione di materiale impermeabilizzante per il capping dei nuovi lotti di discarica mediante miscelazione con adeguate quantità di argilla/bentonite, sino al raggiungimento dei valori di permeabilità richiesti dalla normativa. In tal modo si avrà un risparmio sul costo dei materiali ed una minore necessità di sfruttamento dei giacimenti di argilla;
- la frazione arenaceo-argillosa, mista alla frazione solida derivante dal processo di lisciviazione (umina), per la produzione di terreno vegetale da utilizzare per i ripristini previsti nel sito. Quest'ultimo impiego permetterà, oltre che la riduzione dei nostri costi, di ovviare alla scarsità di terreno vegetale presente in ambito regionale.

Le attività attualmente in corso vedono la realizzazione, con risorse interne, dell'impianto di ciclonatura in scala di laboratorio, la sua messa in esercizio e l'esecuzione delle prove di permeabilità del materiale arenaceo-argilloso sia tal quale sia miscelato con percentuali crescenti di argille e bentoniti, fino a trovare la "ricetta" che assicuri il rispetto delle specifiche per l'impiego.

La campagna di prove sui fini di carbone per l'impiego nel processo di lisciviazione è in corso di esecuzione presso il nostro laboratorio chimico.

La produzione di terreno vegetale potrà essere testata una volta che saranno disponibili adeguate quantità dei componenti derivanti dalle precedenti attività.

L'esito positivo degli studi permetterà di definire un programma dei lavori che parallelamente, da parte di Carbosulcis e/o dei gestori delle attività privatizzate, vedrà:

- la coltivazione di un lotto di discarica
- il contestuale recupero dei fini dall'area in cui deve essere costruito il lotto successivo
- la costruzione del successivo lotto di discarica
- la contestuale produzione di fertilizzante e del materiale necessario al capping ed al rinverdimento delle superfici dei lotti in via di chiusura.

Le ipotesi di utilizzo sopra descritte sono relative agli utilizzi interni del materiale. Tali impieghi, tuttavia, potrebbero riguardare in generale i ripristini di discariche in tutto il territorio regionale, stante come accennato precedentemente la scarsità di terreno vegetale da un lato e la necessità di sfruttare le cave esistenti o aprirne di nuove per le argille.

#### **9.2.4 Potenziale riuso brownfield**

Scopo della presente sezione del piano documento è presentare una stima delle Potenzialità dei Cantieri dal punto di vista di una destinazione a produzioni FER, che Carbosulcis potrebbe almeno parzialmente sviluppare con Capitale proprio, ovvero mettere a disposizione a titolo oneroso per Sviluppo da parte di Terzi.

Sono stati approfonditi diversi Scenari, sia su Tecnologie consolidate che innovative, in merito alla possibilità di realizzare Impianti di Produzione da fonte Eolica e/o Solare presso le pertinenze Carbosulcis. A tale proposito, Carbosulcis ha già sviluppato nell'ordine:

1. Studio Preliminare per un Parco Eolico da circa 13 MW, che a fronte di Investimenti stimati in 14-15 M€, ed impegnando fino a circa 25 ha potrebbe produrre almeno 25.000 MWh di Energia Elettrica – oltre il doppio dell'attuale assorbimento elettrico aziendale, tuttavia sostanzialmente conforme alle Previsioni dell'attuale Piano di Chiusura;
2. Studio Preliminare per un piccolo Impianto Solare Fotovoltaico da 0.1 MW, che a fronte di un Investimento complessivo contenuto in circa 140k€ ed impegnando circa 0.3 ha di Coperture piane potrebbe produrre quasi 150 MWh di Energia Elettrica – a qs. Proposito, Il nuovo Decreto MiSE FER1 di seguito illustrato prevede le condizioni più vantaggiose proprio per gli Impianti fino a 100 kWp;
3. Studio Preliminare per un Impianto Solare Termodinamico da 1 MW, che a fronte di un Investimento complessivo di circa 7M€ ed occupando circa 6.5 ha potrebbe produrre:

- ✓ oltre 10.000 MWh di Energia Termica a 45°C;
- ✓ quasi 3.000 MWh di Energia Elettrica - circa 1/3 dell'attuale assorbimento elettrico aziendale;

L'Eolico ed il Fotovoltaico si potrebbero avvantaggiare delle condizioni di migliore favore che potranno essere determinate dall'Approvazione del Decreto MiSE FER1, cosiddetto **Decreto Rinnovabili**. La Tecnologia CSP invece non essendo considerata matura dal MiSE, potrebbe essere nuovamente incentivata con apposito ulteriore Decreto MiSE FER2, come peraltro già previsto dalla Strategia Energetica Nazionale – SEN. La prima bozza del Decreto FER2 sarebbe prevista entro il primo semestre 2018.

Nel contesto dello Sviluppo FER occorre inoltre richiamare alcuni Temi strettamente correlati attualmente in fase di Sviluppo, che includono il Progetto ES - Energy Storage ed il Regime di Interrompibilità & Demand Response. È inoltre rilevante osservare che, benché a partire dal 2017 il 100% dell'Energia assorbita è contrattualmente di origine FER, ad oggi non è stato installato alcun Impianto FER c/o Carbosulcis.

**La Bozza di Decreto MiSE approvato dal Ministero Ambiente ai primi di aprile 2018 è di particolare interesse per Carbosulcis, in quanto prevede condizioni particolarmente favorevoli per un Operatore che valuti un Investimento c/o i Cantieri in via di riconversione: per quanto riguarda le Tecnologie FER considerate mature quali il Solare Fotovoltaico e l'Eolico, il Decreto infatti prevedrebbe condizioni di maggior favore per Impianti realizzati su Discariche, Cave e Miniere esaurite, aree di pertinenza incluse.**

A livello preliminare, in gara ci sarebbero un totale di 580 MW per l'iscrizione ai Registri (taglia compresa tra 20 e 1000 kW) e 4.800 MW per le aste al ribasso (oltre 1 MW), con Priorità alle offerte ricevute da Progetti che insistono sulle Aree sopra menzionate.

Nell'Ambito del Decreto FER1 sarebbe previsto un regime Incentivante dell'ordine dei 70 €/MWh per Impianti di Potenza Nominale che supera 1 MWp, come da Tabella Allegata alla Bozza di Decreto MiSE:

**Allegato 1 – Vita utile convenzionale, tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti**

Fonte rinnovabile	Tipologia	Potenza	VITA UTILE degli IMPIANTI	TARIFFA
		kW	anni	€/MWh
Eolica	On-shore	1<P≤100	20	140
		100<P<1000	20	90
		P>1000	20	70
Idraulica	ad acqua fluente (compresi gli impianti in acquedotto)	1<P≤100	20	140
		400<P<1000	25	110
		P>1000	30	80
	a bacino o a serbatoio	1<P<1000	25	90
		P>1000	30	70
Geotermia	Impianti con caratteristiche diverse da quelle di cui all'articolo 1, comma 3-bis, del decreto legislativo 22/2010	1<P≤100	20	120
		100<P<1000	25	120
		P>1000	25	80
Gas di discarica		1<P≤100	20	90
		100<P<1000	20	90
		P>1000	20	80
Gas residuati dai processi di depurazione		1<P≤100	20	110
		100<P<1000	20	100
		P>1000	20	80
Solare fotovoltaico		20<P≤100	20	110
		100<P<1000	20	90
		P>1000	-	70

Tabella 1.1

Nel Prospetto sottostante sono rappresentati gli Investimenti FER che risultano attualmente più vantaggiosi c/o i Cantieri di Nuraxi Figus:

	Potenza	CAPEX	Superfici	Pay Back	Schema Incentivante	Soggetto Attuatore
	MW	k€	Ha	anni		
<b>FV Coperture</b>	0.3	370	0.5	5.5	SSP - Scambio sul Posto 145 €/MWh	Carbosulcis
<b>FV Piazzali</b>	14	14.000	16	6.5	FER1+SEU <sup>1</sup> 70-140 €/MWh	Soggetto Giuridico interessato
<b>Parco Eolico</b>	13	15.000	25	6	FER1+SEU <sup>1</sup> 70-140 €/MWh	Soggetto Giuridico interessato

**Investimenti su Fotovoltaico - FV**

Con riferimento alla seconda Tavola riportata nel paragrafo 10.2, sono state individuate alcune Coperture per un totale di oltre 5000m<sup>2</sup> che possano essere vantaggiosamente attrezzate con Generatori FV: a fronte di un CAPEX stimato in 370k€ sarebbe possibile realizzare un Impianto FV distribuito da oltre 300 kWp, che produrrebbe quasi 500 MWh/anno di energia elettrica. Il FV su Coperture è normalmente quello che offre la

migliore redditività dell'Investimento: in base ai Dati a disposizione, lo schema incentivante economicamente più vantaggiosa risulta il Regime di Scambio sul Posto - SSP. In tale scenario l'Energia prodotta, essendo auto-assorbita al 100%, potrebbe essere valorizzata al costo attuale di approvvigionamento CONSIP, ovvero oltre 140€/MWh. Con tale remunerazione, l'Investimento FV sulle Coperture individuate rientrerebbe finanziariamente in solo 5.5 anni.

Per quanto riguarda i Piazzali individuati c/o i Cantieri di Nuraxi Figus per un totale di quasi 16 ha, essi potrebbero essere attrezzati con un Parco FV da almeno 14 MW che avrebbe una Capacità di oltre 21.000 MWh/anno di Energia Elettrica. Il CAPEX di tale Impianto è stimato in 14 M€. Remunerando una quota parte della Produzione Energetica in Autoconsumo l'Investimento produrrebbe utili in circa 6.5 anni<sup>5</sup>.

### **Investimenti su Eolico - EO**

Con riferimento allo Studio Preliminare inizialmente menzionato, il costo di un impianto EO chiavi in mano si posiziona nell'intorno di 1.200 €/kW; Carbosulcis potrebbe impegnare in modo non esclusivo fino a circa 25 ha, che potrebbero essere attrezzati con un Parco Eolico da circa 13 MW, possibilmente compatibile con la presenza Parco FV prima delineato.

Il CAPEX del Parco Eolico è stimato in 15 M€, e nell'ipotesi della Remunerazione FER1 a 70 €/MWh la Redditività si riscontrerebbe in circa 7.5 anni. Ipotizzando tuttavia di remunerare la quota parte della Produzione Energetica in Autoconsumo a 140€/MWh<sup>1</sup> (Rispetto al costo attuale di 145€/MWh), l'Investimento di Terzi sarebbe invece remunerato entro 6 anni. Rilevante evidenziare che il contesto Carbosulcis presenta delle condizioni di particolare favore: la morfologia dei terreni è regolare, le aree individuate sono facilmente raggiungibili e non presentano particolari ostacoli, né necessitano di interventi particolari. Soprattutto, la Cabina Primaria di allaccio è già dotata di un collegamento in Alta Tensione ridondato. Una conseguenza è che i costi fissi di predisposizione del Sito, come l'accessibilità e il collegamento alla rete, hanno una incidenza minore e possono aumentare la redditività dell'Investimento rispetto ad un Sito non predisposto.

### **Autosufficienza Energetica – Prospettive Investimenti FER**

Carbosulcis assorbe un totale di circa 10 GWh/anno di Energia Elettrica: ambendo ad una sostanziale autosufficienza energetica risulta fattibile, nonché economicamente vantaggioso raggiungere la copertura del 100% del Fabbisogno con Autoconsumi FER tramite un investimento dell'Ordine dei 6 M€, conseguendo un risparmio costi Energia Elettrica stimato in 1,5 M€/anno. Il Tempo di ritorno medio lordo dell'Investimento in assenza di qualsiasi forma di incentivazione economica risulta pertanto stimato in soli 4 anni:

	<b>Potenza</b>	<b>CAPEX</b>	<b>Superfici</b>	<b>PayBack</b>	<b>Schema Incentivante</b>
	MW	k€	ha	anni	
<b>Aereogeneratore</b>	2.5	2.700	5	3.7	SSP+ SEU <sup>1</sup> 140-145 €/MWh
<b>Impianto FV</b>	3.3	3.300	4	4.6	SSP+ SEU <sup>1</sup> 140-145 €/MWh

<sup>5</sup> **Sistemi Semplici di Produzione & Consumo – SSPC** - sono sistemi caratterizzati dall'insieme dei sistemi elettrici, connessi direttamente o indirettamente alla rete pubblica, all'interno dei quali il trasporto di energia elettrica per la consegna alle unità di consumo che li costituiscono non si configura come attività di trasmissione e/o di distribuzione, ma come attività di autoapprovvigionamento energetico. Tali Sistemi includono i **Sistemi Efficienti di Utente – SEU**.

Tali Investimenti potrebbero verosimilmente avere la seguente configurazione finale:

- Assetto normativo assimilabile ai Sistemi Efficienti di Utente – SEU – con Tecnologie Smart Grid & Energy Storage, già individuate ed in corso di sviluppo nell'ambito del Progetto Energy Storage - ES;
- n°1 Aerogeneratore da circa 2.5 MWp / 6 kV, da installare preferibilmente in prossimità della Cabina SS1, o di una dorsale 6 kV;
- Campo FV da circa 3.3 MWp, che potrebbe essere ricavato in più Lotti funzionali impegnando solo il 25% dei Piazzali di cui è stata già individuata la disponibilità: ad esempio la metà della Superficie disponibile c/o la Discarica RSNP, oppure c/o il Carbonile.

Scenari <b>AUTOCONSUMO</b> Capitale proprio	Parametri Tecnici				Analisi Redditività				
	Stima Potenza elettrica	Stima Energia elettrica		Stima Superfici	CAPEX		AUTOCONSUMO		
	MW netti	MWh	% autoconsumo	ha	k€	% su Piano Chiusura	€/anno	Pay Back	
Fabbisogno & Autoconsumi	Stima Carbosulcis	<b>2.10</b>	<b>10,000</b>	-			€	<b>145.00</b>	<b>anni</b>
	Hyp. FV	6.67	10,000	100%	7.5	€	6,667	131%	N/A
	Hyp. Eolico	4.70	10,000	100%	10.8	€	5,404	44%	N/A
	Hyp. 50% FV	<b>3.33</b>	5,000	50%	3.8	€	3,333	65%	€ 725,000 4.6
	Hyp. 50% Eolico	<b>2.35</b>	5,000	50%	5.4	€	2,702	22%	€ 725,000 3.7
	<b>Mix. 50% FV + 50% Eolico</b>	<b>5.68</b>	<b>10,000</b>	<b>100%</b>	<b>9.2</b>	€	<b>6,035</b>	<b>35%</b>	€ <b>1,450,000</b> <b>4.2</b>
Piano Chiusura	Fotovoltaico	4.00	6,000	60%	10.0	€	5,100	30%	€ 870,000 5.9
	Eolico	12.00	25,000	250%	25.0	€	12,150	70%	N/A
	SubTotale	<b>16.00</b>	<b>31,000</b>	<b>310%</b>	<b>35.0</b>	€	<b>17,250</b>	<b>100%</b>	N/A
Potenzialità FER	Fotovoltaico Coperture	0.31	464	5%	0.5	€	371	7%	€ 67,277 5.5
	Fotovoltaico Piazzali	14.11	21,170	212%	15.9	€	14,113	277%	N/A
	Eolico	12.50	26,600	266%	28.8	€	14,375	118%	N/A
	CSP	0.95	2,900	29%	6.5	€	7,500	43%	€ 420,500 17.8

E' inoltre importante sottolineare che la destinazione del brownfield e dei cantieri a produzioni da FER consentirebbe di ottemperare a quanto previsto dall'art.3 paragrafo 1 lettera h della Decisione 787/2010/EU riallineando gli interventi con quelli previsti nel piano di chiusura approvato nel 2014 che prevedeva venissero realizzate presso i siti di Nuraxi Figus e Seruci produzioni da FER rispettivamente per 12 MW da eolico e per 4MWp da fotovoltaico. Giova ricordare che la pianificazione di interventi di cui dall'art.3 paragrafo 1 lettera h della decisione 787/2010/EU era una delle condizioni necessarie per vedere approvato il piano.