

REVISIONE						
	00	08/02/2013	Prima emissione	M. D'Aleo, C. De Bellis, M.Ghilardi, M. Lamberti, M. Perotti, C. Pertot, R.Ziliani	M. Sala	G.P. Stigliano
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO



CESI S.p.A.
Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251 Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it www.cesi.it
Engineering & Environment – ISMES

**SITO SAPEI.
PROGETTAZIONE OPERE DI BARRIERAMENTO FISICO-IDRAULICO,
IMPIANTI TECNOLOGICI, IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE
Sintesi non Tecnica**

PROGETTO: AT12SCE042	COMMITTENTE: Terna Rete Italia S.p.A.	DOCUMENTO: B3001223	NOME FILE: REHR11006BASA00220.pdf	SCALA -	FOGLIO 01/50
-------------------------	---	------------------------	--------------------------------------	------------	-----------------

NUMERO E DATA ORDINE: Contratto per ricerca, sviluppo e supporto specialistico tra Terna Rete Italia S.p.A. e CESI S.p.A. 2012 – Scheda SRI140

REVISIONI					
	00	08/02/2013	Viola S. ING/ CRE-ASA	Rivabene N. ING/ CRE-ASA	
	N.	DATA	ESAMINATO TERNA/EXT	ACCETTATO UNITA' TERNA	RIFERIMENTO ACCETTAZIONE

TIPOLOGIA
DELL'ELABORATO

CODIFICA DELL'ELABORATO

RELAZIONE

REHR11006BASA00220



PROGETTO

TITOLO

TE-HR-11-006

RICAVATO DAL DOC.
TERNA

**SITO SAPEI.
PROGETTAZIONE OPERE DI BARRIERAMENTO
FISICO-IDRAULICO, IMPIANTI TECNOLOGICI,
IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE**

CLASSIFICAZIONE DI
SICUREZZA

Sintesi non Tecnica

PUBBLICO

NOME DEL FILE

SCALA CAD

FORMATO

SCALA

FOGLIO

REHR11006BASA00220.pdf

-

A4

-

01/50

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna Rete Italia S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia S.p.A.

This document contains information proprietary to Terna Rete Italia S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna Rete Italia S.p.A. is prohibited.

Indice

1	PREMESSA	4
2	MOTIVAZIONI DEL PROGETTO	5
3	DOV'È	5
4	IL PROGETTO	7
4.1	Descrizione dell'intervento di bonifica	7
4.2	Le opere	9
4.2.1	Opere Lato Fiume	9
4.2.2	Opere Lato Mare.....	11
4.2.3	Impianto di trattamento	12
4.2.4	Rete di monitoraggio	12
4.3	La fase di cantiere.....	13
4.3.1	Barriera fisico-idraulico lato fiume.....	13
4.3.1.1	Sequenza operativa	13
4.3.1.2	Aree di cantiere	14
4.3.1.3	Problematiche di cantiere	14
4.3.1.4	Produzione di rifiuti	16
4.3.1.5	Fabbisogni di risorse	17
4.3.2	Barriera fisico-idraulico lato mare.....	17
4.3.2.1	Sequenza operativa	17
4.3.2.2	Aree di cantiere	18
4.3.2.3	Problematiche di cantiere	18
4.3.2.4	Produzione di rifiuti	20
4.3.2.5	Fabbisogni di risorse	21
4.3.3	Impianto di trattamento delle acque.....	21
5	LE NORME VIGENTI	22
5.1	Pianificazione rifiuti.....	23
5.2	Pianificazione delle acque.....	24
5.3	Pianificazione Territoriale	24
5.4	Pianificazione urbanistica.....	25
5.5	Pianificazione acustica.....	25
5.6	Sistema delle aree protette	25
5.7	Regime vincolistico	26
6	COSA CAMBIERÀ PER L'AMBIENTE	27
6.1	L'aria.....	27
6.1.1	Caratterizzazione della componente.....	27
6.1.2	Valutazione degli impatti potenziali sulla componente	27
6.2	L'acqua	27
6.2.1	Caratterizzazione della componente.....	27
6.2.2	Valutazione degli impatti potenziali sulla componente	29
6.3	Il suolo e il sottosuolo.....	30
6.3.1	Caratterizzazione della componente.....	30
6.3.2	Analisi dell'impatto potenziale sulla componente	31

6.4	Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.....	31
6.4.1	Caratterizzazione della componente.....	31
6.4.2	Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente	34
6.5	Paesaggio	35
6.5.1	Caratterizzazione della componente.....	35
6.5.1.1	La struttura paesaggistica della Nurra	35
6.5.1.2	Elementi di pregio paesaggistico locale.....	36
6.5.1.3	Gli elementi morfologici, naturali e antropici delle aree interessate dagli interventi	37
6.5.1.4	Descrizione sotto il profilo paesaggistico delle aree interessate dal progetto	37
6.5.2	Valutazione degli impatti potenziali sulla componente	38
6.5.2.1	I risultati ottenuti.....	42
6.6	Rumore e vibrazioni.....	42
6.6.1	Caratterizzazione della componente.....	42
6.6.2	Valutazione degli impatti potenziali sulla componente	43
6.6.2.1	Impatti connessi alla fase di esercizio	43
6.6.2.2	Impatti connessi alla fase di cantiere	43
7	COME SARANNO MITIGATI GLI IMPATTI.....	46
7.1	Mitigazioni.....	46
7.1.1	Atmosfera e qualità dell'aria.....	46
7.1.2	Ambiente idrico	46
7.1.3	Suolo e sottosuolo	47
7.1.4	Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.....	47
7.1.5	Rumore.....	47
7.2	Monitoraggi.....	48
7.2.1	Monitoraggio degli interventi di bonifica	48
7.2.1.1	Monitoraggio qualitativo	48
7.2.1.2	Monitoraggio quantitativo	48
7.2.2	Monitoraggio e controllo dell'impianto di trattamento delle acque.....	49
8	CONCLUSIONI.....	50

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	08/02/2013	B3001223	Prima emissione

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la sintesi non tecnica dello Studio di Impatto Ambientale relativo al progetto di bonifica della falda mediante barrieramento fisico-idraulico nell'area della stazione elettrica di conversione SA.PE.I., in comune e provincia di Sassari (Sardegna).

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di opere di barrieramento fisico-idraulico nella pseudo-falda superficiale, costituite da diaframmi e trincee drenanti, oltre che di opere di barrieramento idraulico nella falda carbonatica profonda, costituite da pozzi di emungimento e di immissione. Il progetto prevede che le acque emunte siano sottoposte a trattamento in sito e in parte riutilizzate nell'ambito del processo di bonifica per la reimmissione in falda.

Il documento è redatto in conformità alla normativa comunitaria e nazionale in materia di valutazione di impatto ambientale.

Lo studio di impatto ambientale è stato redatto, in conformità alle modalità e disposizioni del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., dal Gruppo di Lavoro composto dai seguenti professionisti:

Quadro di riferimento / Componente Ambientale	Professionisti
<i>Coordinamento</i>	Cesare Pertot – Marina Ghilardi
<i>Quadro di riferimento progettuale</i>	Caterina De Bellis
<i>Quadro di riferimento programmatico</i>	Silvia Malinverno
<i>Atmosfera e qualità dell'aria</i>	Cesare Pertot – Marco D'Aleo
<i>Ambiente idrico</i>	Silvia Malinverno
<i>Suolo e sottosuolo</i>	Silvia Malinverno
<i>Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi</i>	Maurizio Perotti – Marina Ghilardi
<i>Rumore</i>	Roberto Ziliani – Marco Lamberti

Quadro di riferimento / Componente Ambientale	Professionisti
<i>Paesaggio</i>	Laura Boi – Aurelia Barone
<i>Redazione tavole</i>	Antonella Baglivi

2 MOTIVAZIONI DEL PROGETTO

L'Area TERNA-SA.PE.I. ricade all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Porto Torres, così come perimetrato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

Le attività di caratterizzazione ambientale eseguite a seguito delle prescrizioni di legge hanno indicato la necessità di mettere in atto opportuni interventi di bonifica della falda.

Sulla base dei dati disponibili, nel 2007 è stato predisposto e consegnato al MATTM un documento progettuale basato su un approccio di intervento di tipo fisico-idraulico, che è stato autorizzato in via provvisoria con uno specifico decreto ministeriale allo scopo di permettere l'avvio dei lavori.

Nel periodo 2008-2009 è stata condotta una campagna di indagini finalizzata ad acquisire gli elementi necessari per procedere alla progettazione esecutiva. Tale campagna è stata eseguita secondo il programma contenuto nel progetto approvato e tenendo conto di alcuni vincoli operativi emersi in corso d'opera, ma in ogni caso nel rispetto delle prescrizioni contenute nel decreto ministeriale.

3 DOV'È

Il sito di intervento è localizzato lungo costa nord-occidentale della Sardegna, nella regione di "Fiume Santu" che si affaccia sul Golfo dell'Asinara, ad Ovest di Porto Torres e nel territorio comunale di Sassari. Il sito è raggiungibile dall'area portuale di Porto Torres percorrendo la strada litoranea in direzione ovest, sino alla località Fiume Santo (Figura 3.1).



Figura 3.1 – Inquadramento territoriale

L'area interessata dagli interventi di bonifica include la sponda sinistra del Fiume Santo, a Est della centrale elettrica E.On e della Stazione di conversione Terna SA.PE.I, e il settore nord-orientale dell'area della centrale E.On. (Figura 3.2).



Figura 3.2 – Localizzazione dell'area di intervento

4 IL PROGETTO

4.1 Descrizione dell'intervento di bonifica

L'intervento di bonifica dell'area TERNA-SA.PE.I. ha lo scopo di intercettare i flussi idrici sotterranei, che risultano essere contaminati, prima che essi giungano ai recettori naturali rappresentati dalla valle del Fiume Santo e dal mare.

Secondo gli studi condotti per la caratterizzazione del sito, le principali sorgenti contaminanti non sono collocate all'interno dell'area TERNA-SA.PE.I., essendo quest'area soltanto una piccola parte di un più vasto territorio in cui sono emerse le medesime problematiche di inquinamento.

Le opere di bonifica riguardano i due corpi idrici sotterranei nei quali è stata riscontrata la presenza di contaminazione da solventi clorurati (sostanze non previste nel ciclo produttivo di Terna):

- il corpo idrico superficiale di modesta produttività (denominato pseudo-falda superficiale) ospitato dai terreni dell'aquitaro superficiale;
- il corpo idrico di importanza regionale ed elevata produttività rappresentato dalla falda carbonatica profonda.

Le alternative progettuali sono state sviluppate tenendo conto dei contenuti di una serie di studi specialistici eseguiti a cura del Prof. Pietro Bruno Celico¹ nell'ambito dei quali, a partire dai risultati delle campagne di indagine eseguite nel sito, è stato delineato l'andamento della circolazione sotterranea del sito e sono state individuate le soluzioni di intervento.

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale è stato sviluppato uno Studio delle alternative progettuali² che ha posto a confronto le implicazioni ambientali e territoriali determinate da due opzioni progettuali alternative, che perseguono gli stessi obiettivi di bonifica:

- barriera fisico-idraulica (Opzione A),
- barriera solo idraulica (Opzione B).

Il progetto sottoposto a VIA prevede che le acque emunte siano sottoposte a trattamento in sito e in parte riutilizzate nell'ambito del processo di bonifica per la reimmissione in falda.

L'intervento di bonifica si articola in due distinte tipologie di barriera:

- opere di barriera fisico-idraulica nella pseudo-falda superficiale, costituite da diaframmi e trincee drenanti;
- opere di barriera idraulica nella falda carbonatica profonda, costituite da pozzi di emungimento e di immissione.

Per pervenire all'obiettivo di protezione dei recettori le opere sono localizzate:

- in sponda sinistra del Fiume Santo (opere Lato Fiume);
- in corrispondenza del tratto litorale antistante la centrale E.On (opere Lato Mare).

Lo schema generale degli interventi è riportato in Figura 4.1, mentre di seguito si riporta una descrizione di entrambe le tipologie di opere previste.

¹ Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barriera della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barriera fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

² REHR11006BASA00225 "Sito SA.PE.I. Progettazione opere di barriera fisico-idraulica, impianti tecnologici, impianto trattamento acque - Studio delle alternative progettuali". CESI B3001227.

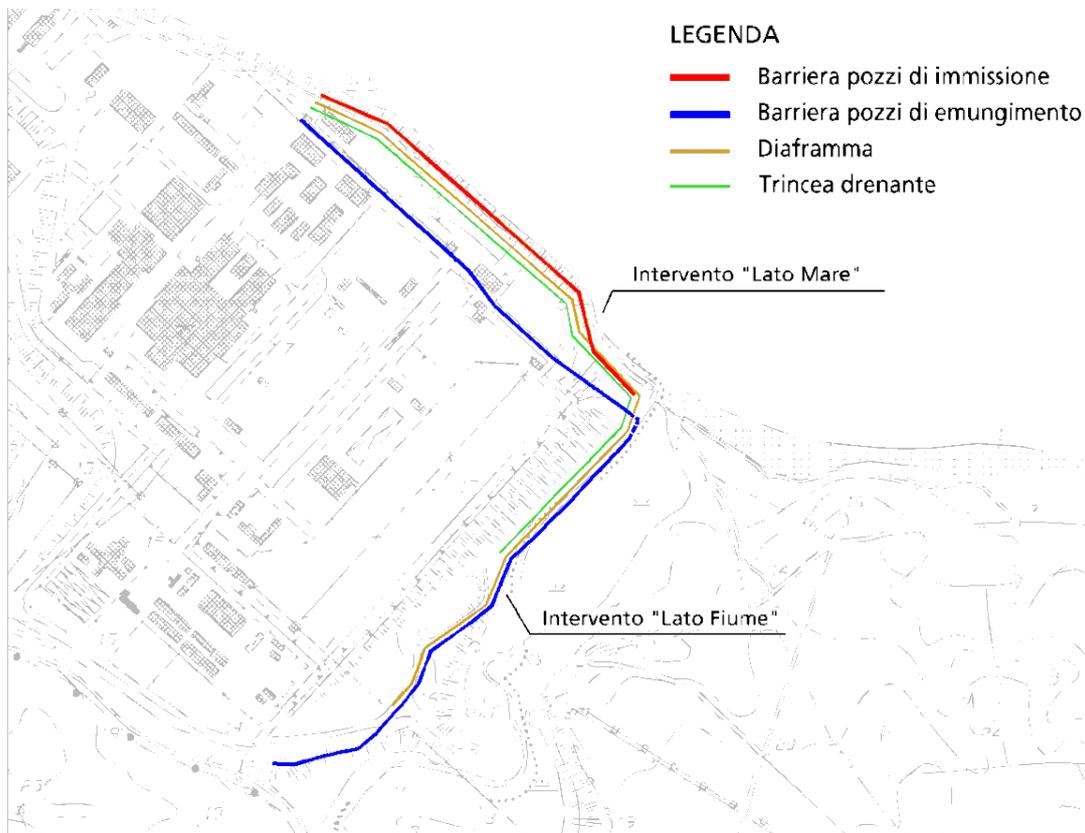


Figura 4.1 – Schema degli interventi

4.2 Le opere

4.2.1 Opere Lato Fiume

Nella pseudo-falda superficiale è previsto un sistema di barrieramento fisico-idraulico finalizzato a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso la valle del Fiume Santo, provenienti in parte da sito E.On e in parte dal sito Terna-SA.PE.I., la cui portata è stimata in 0.2 l/s³.

Il barrieramento fisico sarà costituito da un diaframma composito (bentonite con interposizione di una geomembrana in HDPE), che si svilupperà verticalmente fino alla sommità della formazione calcarea (sede della falda profonda), a profondità variabile tra 12 m e 20 m. Nel tratto terminale dell'intervento, laddove la formazione calcarea si approfondisce, la barriera fisica sarà limitata alla profondità massima di 20 m da piano campagna.

La barriera avrà sviluppo planimetrico di circa 500 m, e si estenderà dalla zona di foce del Fiume Santo fino all'area del carbondotto E.On. A sud del carbondotto non è prevista la

³ Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

realizzazione del barrieramento in quanto in tale area non è stata riscontrata la presenza della pseudo-falda.

Alle spalle del barrieramento fisico sarà realizzata una trincea drenante della lunghezza di 300 m e profondità variabile tra 12 e 15 m, finalizzata a intercettare le acque della pseudo-falda, evitare innalzamenti piezometrici con effetti sui terreni a monte e drenanza verso la falda carbonatica profonda. La trincea drenante non è prevista nel tratto di monte in quanto in tale tratto l'*aquitard* è risultato asciutto. La raccolta delle acque dalla trincea sarà effettuata mediante 6 pozzi posizionati a intervalli regolari all'interno della trincea stessa.

Nella falda carbonatica profonda è prevista una barriera idraulica costituita da 25 pozzi di emungimento della profondità di 150 m⁴, finalizzata a intercettare i flussi idraulici contaminati diretti verso l'asse di drenaggio preferenziale che si sviluppa lungo la valle del Fiume Santo., la cui portata complessiva è stimata in 25 l/s⁵.

L'elevata profondità dei pozzi si giustifica con la necessità di garantire l'intercettazione della contaminazione profonda riscontrata nel corso delle indagini del 2008-2009⁶.

L'interasse tra i pozzi è stato assunto pari a 30 metri sulla base dei risultati delle indagini condotte nel 2008-2009. In corso d'opera, attraverso specifiche prove di pompaggio, si dovrà procedere alla verifica dell'effettivo raggio di influenza dei pozzi e conseguentemente dell'eventuale necessità di realizzare pozzi integrativi.

La realizzazione delle opere di barrieramento richiede la disponibilità di adeguati spazi operativi (larghezza di circa 20 m). Poiché nel tratto terminale del Lato Fiume lo spazio disponibile è limitato a una pista di servizio della larghezza di 2-3 m posizionata tra il terrapieno di contenimento del carbonile della centrale E.On e l'alveo del Fiume Santo, si rende necessario prevedere l'ampliamento della pista attraverso il riporto di materiale in alveo e il conseguente rimodellamento dell'alveo.

⁴ Il sistema è completato da 6 piezometri profondi 150 m in asse alla barriera (SFp24÷SFp27, SFp29, SFp31).

⁵ Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

⁶ CESI. Sito Fiume Santo (Area SA.PE.I.). Progetto delle opere di bonifica della falda e relative indagini integrative. Voce 2.1.3 - Indagini integrative nell'area interessata dalle opere di bonifica - Relazione Finale. Prot. A9033075 del 10/12/2009;

CESI. Rapporto di prova "Acque di falda provenienti dal sito di Fiume Santo" Prot. A9028223 del 17-18/08/2009;

Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

4.2.2 Opere Lato Mare

Tulle le opere Lato Mare sono localizzate all'interno dell'area E.On. Non disponendo di dati idrogeologici e stratigrafici per questa area⁷, le opere sono state sviluppate facendo riferimento alle medesime caratteristiche idrogeologiche riscontrate nel tratto di valle del Lato Fiume.

Nella pseudo-falda superficiale è previsto un sistema di barrieramento fisico-idraulico finalizzato a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso il mare provenienti quasi esclusivamente dall'area E.On e, in misura ridotta, dall'area Terna-SA.PE.I., la cui portata complessiva è stimata in 0.05 l/s⁸.

Il barrieramento avrà profondità di 20 m e lunghezza di circa 700 m e sarà basato sul medesimo schema adottato per il Lato Fiume, ma con tecniche adattate alle condizioni logistiche e alle interferenze presenti (opere di presa e restituzione della centrale E.On, ecc.). In particolare il barrieramento sarà costituito da tratti di diaframma bentonitico composito e da tratti realizzati mediante jet grouting. Alle spalle del diaframma è prevista una trincea drenante della lunghezza di profondità variabile tra 12 e 17 m, in funzione della quota di piano campagna, corredata da 19 pozzi di aggotamento.

Nella falda carbonatica profonda è previsto un doppio barrieramento idraulico, di immissione e di emungimento. La barriera di emungimento, costituita da 20 pozzi, è finalizzata a intercettare i flussi idrici contaminati diretti verso il mare, la cui portata è stimata in 5 l/s⁹. La barriera intercetterà inoltre una quota parte della portata immessa nella barriera di immissione (stimata complessivamente in 5 l/s). La barriera di immissione, costituita da 22 pozzi localizzati in prossimità della linea di costa⁹, finalizzata sia all'intercettazione di eventuali flussi idrici non intercettati dalla barriera di emungimento sia a impedire locali fenomeni di ingressione marina. La distanza tra le due barriere è di circa 80 m per ridurre le reciproche interferenze.

Come per il Lato Fiume è stato assunto un interasse tra i pozzi pari a 30 metri, che dovrà essere verificato in corso d'opera, attraverso specifiche prove di pompaggio (emungimento o immissione in funzione del tipo di barriera).

Nei pozzi di emungimento della falda carbonatica saranno installate pompe elettriche sommerse. Analoghe pompe saranno installate nei pozzi interni alla trincea drenante

⁷ Nel corso delle indagini del 2008-2009 non è stato possibile eseguire investigazioni Lato Mare a causa della mancata autorizzazione all'accesso alle aree

⁸ Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

⁹ Il sistema è completato da 9 piezometri in asse alla barriera di immissione (SFp35÷SFp42 e SFp22) e 9 piezometri in asse alla barriera idraulica di emungimento (SFp43÷SFp51) profondi 150 m;

della pseudo-falda superficiale. Nei pozzi di immissione saranno installate pompe elettriche esterne.

Le tubazioni di mandata delle pompe di emungimento saranno collegate a linee di collettamento interrato per il recapito a un impianto di trattamento dedicato, da realizzare in un'area prossima al condottivo E.On. Tutti i tracciati delle tubazioni saranno realizzati in trincea.

4.2.3 Impianto di trattamento

L'impianto di trattamento è dimensionato sulla base dei risultati dello studio idrogeologico¹⁰ ed ha una potenzialità complessiva di 160 m³/h. L'impianto è costituito da due sezioni principali (filtrazione/adsorbimento e osmosi). L'acqua derivante dalla sezione di osmosi, con concentrazioni inferiori a D.lgs. 152/2006 Tabella 2 Allegato 5, è destinata alla reimmissione in falda e sarà inviata alla barriera di immissione tramite una linea dedicata. La parte eccedente, come pure l'acqua derivante dalla sezione di filtrazione/adsorbimento, sarà scaricata in acque superficiali nel tratto di Fiume Santo prossimo alla foce mediante una distinta tubazione. Alternativamente questa acqua potrà essere destinata a recupero in impieghi industriali.

4.2.4 Rete di monitoraggio

Per valutare gli effetti della bonifica verrà realizzata una rete di monitoraggio delle falde costituita da:

- piezometri da realizzare ex-novo;
- piezometri già esistenti, realizzati nel corso di precedenti campagne di indagine e da adattare alle esigenze progettuali.

I piezometri da realizzare ex-novo riguardano entrambi i corpi idrici oggetto dell'intervento di bonifica (falda carbonatica profonda e pseudofalda superficiale). I piezometri nella pseudo-falda superficiale avranno profondità limitata allo spessore dell'*aquitard* che ospita la pseudo-falda superficiale. I piezometri nella falda carbonatica profonda avranno profondità di 150 m, con tratto cieco in corrispondenza dell'*aquitard* e tratto finestrato in corrispondenza dell'acquifero carbonatico.

I nuovi piezometri saranno localizzati come segue:

- Lato Fiume: 3 piezometri nella falda carbonatica profonda (SFp23, SFp28, SFp30) e 3 piezometri nella pseudo falda superficiale (SFs23, SFs28, SFs30);
- Lato Mare: 3 piezometri nella falda carbonatica profonda (SFp52÷SFp54) e 3 piezometri nella pseudo falda superficiale (SFs52÷SFs54).

¹⁰ Prof. Pietro Bruno Celico - Progettazione delle opere di barrieramento della falda del sito TERNA-SA.PE.I. di Porto Torres (SS). Attività di consulenza idrogeologica nel corso della progettazione esecutiva. Relazione idrogeologica finalizzata alla definizione degli schemi di barrieramento fisico e idraulico per l'impostazione delle attività progettuali – Ipotesi di intervento n. 3 (Prot. CESI B2015615).

Inoltre saranno realizzati 3 piezometri nella falda carbonatica profonda nell'area della stazione elettrica (area vasta) con la funzione di piezometri di monte (SFp32÷SFp34).

I piezometri già esistenti¹¹ (realizzati nel corso di precedenti campagne di indagine) saranno inseriti nella rete di monitoraggio della bonifica previa esecuzione di limitati interventi di adeguamento delle teste pozzo. In particolare saranno utilizzati:

- Lato Fiume: 6 piezometri nella falda carbonatica profonda (SF 1a, SF13a, SF2a, SF3, SF4a, SF5a) e 3 piezometri nella pseudo falda superficiale (SF1b, SF2b, SF4b).
- a monte delle barriere (area vasta): 11 piezometri nella falda carbonatica profonda (SF8, SF9, SF10, SF11, SF16, SF17, SF18, SF19, SF20, SF6a, SF7a) e 1 piezometro nella pseudo falda superficiale (SF7b).

In tutti i piezometri sopra indicati e in tutti i pozzi di emungimento e di immissione è prevista l'installazione di trasduttori di pressione automatici. Inoltre in corrispondenza di 18 pozzi di emungimento nella falda carbonatica profonda (8 Lato Fiume e 10 Lato Mare) e in 8 pozzi della trincea drenante nella pseudo falda superficiale (3 Lato Fiume e 5 Lato mare) è prevista l'installazione di sensori di conducibilità elettrica finalizzati a verificare l'eventuale richiamo di acqua salmastra prodotto dal pompaggio, per ottimizzare e affinare i criteri di intervento pompaggio.

Il sistema di bonifica è completato da un sistema di controllo e gestione finalizzato a consentire la regolazione e l'ottimizzazione dei ratei di emungimento/immissione sulla base di condizioni prefissate. Infine, l'impianto sarà provvisto di un sistema di supervisione remota per consentire di visualizzare in tempo reale il funzionamento della barriera.

4.3 La fase di cantiere

4.3.1 *Barriera fisico-idraulico lato fiume*

4.3.1.1 *Sequenza operativa*

L'intervento Lato Fiume prevede la seguente sequenza operativa:

- a) approntamento del cantiere (recinzione, baraccamenti, costruzione delle baie di deposito temporaneo dei materiali scavati, degli scarrabili e dei rifiuti liquidi), preparazione delle piste di cantiere e dei piani di lavoro e ampliamento della pista Lato Fiume e realizzazione del nuovo alveo del Fiume Santo;
- b) esecuzione di attività preliminari alla realizzazione della barriera (campi prova, indagini sui sottoservizi, sondaggi a carotaggio continuo in asse alla barriera fisica);

¹¹ Nell'area di intervento sono presenti altri piezometri (SF12, SF13b, SF21, SF14, SF15) che non saranno utilizzati per il monitoraggio, ma che saranno comunque oggetto di un adeguamento delle teste pozzo al fine di preservarne l'integrità

- c) realizzazione della barriera fisica nella pseudo-falda superficiale mediante: prescavo dei tratti interessati dalla presenza di materiali litoidi con attrezzatura idonea, sostituzione del materiale scavato con calcestruzzo plastico/miscela cementizia (di caratteristiche tali da consentire lo scavo con benna mordente), scavo del diaframma con benna mordente e inserimento della geomembrana nella trincea di scavo riempita di miscela autoindurente ancora fluida;
- d) esecuzione della trincea drenante nella pseudo-falda superficiale a monte della barriera fisica mediante pali secanti in ghiaia. Ai due estremi della trincea e in quattro posizioni intermedie saranno installati pozzi superficiali allestiti con pompa per la raccolta delle acque drenate dalla trincea;
- e) realizzazione dei pozzi nella falda carbonatica profonda e dei piezometri di monitoraggio;
- f) realizzazione delle tubazioni idrauliche, delle vie cavo e delle relative opere civili;
- g) installazione degli impianti tecnologici (sistemi di pompaggio, impianti elettrici e sistemi di monitoraggio);
- h) sistemazione finale delle piste di cantiere;
- i) la smobilitazione del cantiere al termine delle attività.

La durata complessiva dell'intervento Lato Fiume è di 59 mesi.

Il personale previsto durante le attività lavorative risulta pari a 10 persone.

4.3.1.2 Aree di cantiere

Gli apprestamenti di cantiere previsti (area preparazione fanghi autoindurenti, uffici, ecc.) saranno realizzati in corrispondenza dell'area antistante la stazione elettrica SA.PE.I., internamente alla proprietà Terna.

4.3.1.3 Problematiche di cantiere

Le principali interferenze e problematiche associate alla realizzazione degli interventi Lato Fiume riguardano:

- la presenza di infrastrutture lungo il tracciato delle opere (cavi SA.PE.I., edifici pozzi E.On);
- la ristrettezza delle aree nel tratto prossimo alla costa;
- la pendenza di alcuni tratti di intervento;
- la presenza di formazioni litoidi e blocchi di calcare nei terreni a prevalente matrice argilloso-limosa che ospitano la pseudo-falda superficiale.

Interferenza con le infrastrutture

- Cavi interrati Terna SA.PE.I.: per limitare le sollecitazioni da parte dei mezzi di cantiere sui cavi sarà necessario posizionare lastre di acciaio in corrispondenza delle aree di lavoro delle macchine operatrici. Tali lastre saranno spostate contestualmente all'avanzare dei lavori.
- Edifici pozzi EON: gli edifici saranno demoliti per consentire la realizzazione delle opere.

Ristrettezza delle aree nel tratto prossimo alla costa

Per l'operatività delle attrezzature utilizzate per la realizzazione dell'intervento è necessario disporre di una pista di lavoro di ampiezza pari a 15 m.

Nel tratto limitrofo al Fiume Santo, la ristrettezza degli spazi disponibili, limitati a una pista di servizio dell'ampiezza di 2-3 m, rendono necessaria la realizzazione di un rilevato di allargamento all'interno dell'alveo del Fiume Santo, con realizzazione di un nuovo tracciato dell'alveo di magra del fiume.

Dal punto di vista esecutivo, si considera di operare con il mezzo di scavo direttamente dalla strada sterrata attuale, ricavando la nuova sede del fiume, senza occupazione dell'attuale alveo. Successivamente si infiggerà una palancola per almeno 4 m, avendo cura di preparare la piazzola di lavoro per l'esecuzione di tale intervento. La palancola ha la funzione di taglione idraulico, allo scopo di proteggere dall'erosione il piede della scarpata. Allo stesso fine si potranno in opera degli scogli naturali di I categoria a valle dello stesso palancolato.

La sponda del rilevato lato Fiume Santo sarà rivestita con mantellata di materassi Reno, di spessore pari a 30 cm. La protezione antiersiva mediante materassi Reno è da realizzarsi al termine dell'esecuzione del barrieramento fisico e idraulico anche per la sommità del rilevato, ad esclusione della zona riservata al passaggio dei mezzi di larghezza pari a 5 m.

Elevata pendenza di alcuni tratti di intervento

Alcuni tratti di intervento presentano pendenze non compatibili con l'operatività dei mezzi d'opera. In tali tratti, sarà eseguito un intervento di risagomatura del terreno, con realizzazione di piani di lavoro a berme, con salti di quota di circa 4 m. La sistemazione del terreno prevede 5 distinte zone alle seguenti quote: +16,8 m s.l.m., +12,8 m s.l.m., +8,81 m s.l.m., +4,8 m s.l.m. e +1,8 m s.l.m..

Attraversamento di formazioni litoidi

La presenza di materiali litoidi e blocchi di calcare nei terreni a prevalente matrice argilloso-limosa che ospitano la pseudo-falda superficiale non consente di procedere direttamente con la realizzazione del diaframma composito.

Sarà pertanto necessario eseguire un prescavo mediante pali secanti (o sistema alternativo tipo idrofresa), all'interno del quale eseguire successivamente lo scavo dei pannelli del diaframma mediante benna mordente.

4.3.1.4 Produzione di rifiuti

L'esecuzione dell'intervento comporterà la produzione di rifiuti solidi e liquidi. Di seguito sono riportati le tipologie di rifiuto previste e le stime delle quantità

Rifiuti solidi

- Terre e rocce derivanti dall'esecuzione della barriera fisica e della trincea drenante¹²

Attività di scavo e/o demolizione	Volumi
Barriera fisica: Scavi opere cantierizzazione	20.761 t
Barriera fisica: Scavo con benna mordente e pali secanti	45.952 t
Trincea drenante: Scavo trincea drenante	5.238 t
Trincea drenante: Scavo pozzi raccolta acque	44 t
Demolizione depositi temporanei	6.150 t
Totale	78.144 t

- Rifiuti misti derivante dall'esecuzione della barriera fisica (scavo del calcestruzzo plastico/miscela cementizia del prescavo)¹³: 19.905 t
- Calcestruzzo derivante dall'esecuzione della barriera fisica: 1.495 t
- Fanghi di perforazione derivanti dalla realizzazione dei pozzi e dei piezometri¹¹

Attività	Volumi
Pozzi di immissione ed emungimento	661 t
Piezometri di monitoraggio	147 t
Totale	808 t

I fanghi di perforazione saranno sottoposti a trattamento per la riduzione del contenuto d'acqua. Si stima che da tale trattamento deriverà una quantità di materiale palabile pari a circa 808 t e un volume di acqua separata pari a circa 523 m³.

- Terre e rocce derivanti dalle attività di posa di collettori, vie cavo e relative opere civili associate alle barriere idrauliche, dalle attività di posa dei pozzetti di protezione delle teste pozzo e dei piezometri¹²: 2.187 t

Rifiuti liquidi

La seguente tabella riassume le quantità previste di rifiuti liquidi derivanti dai processi indicati.

¹² Quantità previste assumendo una densità pari a 2,0 t/m³ per i materiali di copertura e pari a 2,5 t/m³ per i materiali carbonatici.

¹³ Quantità previste assumendo una densità pari a 2,0 t/m³.

Processo	Volumi
Spurgo pozzi e piezometri e prove di pompaggio	1.201 m ³
Dewatering dei fanghi di perforazione	523 m ³
Acque meteoriche aree impermeabilizzate deposito temporaneo ¹⁴	6.640 m ³
Lavaggio dei mezzi e delle attrezzature di scavo	1.095 m ³
Totale	9.459 m³

4.3.1.5 Fabbisogni di risorse

Per la realizzazione degli interventi saranno utilizzati i seguenti materiali principali:

- materiale da cava per la realizzazione di piste, ampliamento pista, viabilità, ecc.: 20.000 m³ circa;
- materiale da cava per dreno trincea drenante e per pozzi: 3.000 m³ circa;
- materiale da cava per rinterro trincee per posa tubazioni e vie cavo: 1.000 m³ circa;
- acqua da acquedotto per perforazioni, prove di pompaggio, preparazione miscele diaframma: 40.000 m³ circa;
- cemento per la realizzazione delle miscele per diaframma e pali secanti: 15.000 t circa;
- bentonite per la realizzazione delle miscele per diaframma e pali secanti: 2.500 t circa.

4.3.2 Barrieramento fisico-idraulico lato mare

4.3.2.1 Sequenza operativa

L'intervento Lato Mare prevede la seguente sequenza operativa:

- a) approntamento del cantiere (recinzione, baraccamenti, costruzione delle baie di deposito temporaneo dei materiali scavati, degli scarrabili e dei rifiuti liquidi), preparazione delle piste di cantiere e dei piani di lavoro;
- b) esecuzione di attività preliminari alla realizzazione della barriera (campi prova per le diverse tecniche di barriera previste, indagini sui sottoservizi, sondaggi a carotaggio continuo in asse alla barriera fisica per la definizione della stratigrafia di dettaglio);
- c) realizzazione della barriera fisica nella pseudo-falda superficiale mediante diaframma composito o trattamenti colonnari di jet grouting. Il diaframma composito è realizzato nei settori privi di interferenze e prevede lo scavo di una trincea con benna mordente e l'inserimento di una geomembrana nella trincea riempita di miscela autoindurente ancora fluida. I trattamenti di jet grouting sono

¹⁴ quantità stimata sulla base della piovosità media annua pari a 512 mm/anno.

invece realizzati per ottenere una schermatura nei tratti con infrastrutture altamente interferenti (opere di presa e restituzione) o di morfologia irregolare, che rendono non applicabile la tecnica del diaframma continuo;

- d) esecuzione della trincea drenante nella pseudo-falda superficiale a monte della barriera fisica mediante pali secanti in ghiaia. Ai due estremi della trincea e in posizioni intermedie saranno installati pozzi superficiali allestiti con pompa per la raccolta delle acque drenate dalla trincea;
- e) realizzazione dei pozzi nella falda carbonatica profonda e dei piezometri di monitoraggio;
- f) realizzazione delle tubazioni idrauliche, delle vie cavo e delle relative opere civili;
- g) installazione degli impianti tecnologici (sistemi di pompaggio, impianti elettrici e sistemi di monitoraggio);
- h) ripristino delle strade della centrale E.On;
- i) la smobilitazione del cantiere al termine delle attività.

La durata complessiva dell'intervento Lato Fiume è di 66 mesi.

Il personale previsto durante le attività lavorative risulta pari a 10 persone.

4.3.2.2 Aree di cantiere

Gli apprestamenti previsti sono i seguenti:

- impianti di cantiere (preparazione fanghi autoindurenti, uffici, area saldature geomembrana in HDPE, ecc.) in corrispondenza del piazzale della centrale E.On;
- baie di deposito temporaneo dei materiali di scavo, delle aree di deposito temporaneo scarrabili e dei rifiuti liquidi un corrispondenza dell'area antistante la stazione elettrica SA.PE.I..

4.3.2.3 Problematiche di cantiere

Le principali interferenze e problematiche associate alla realizzazione degli interventi riguardano:

- la presenza di infrastrutture della centrale E.On lungo il tracciato delle opere (opere di presa e di restituzione, condotte fognarie);
- la presenza di un'area archeologica;
- l'attraversamento dei cavi SA.PE.I: nel tratto del diaframma prossimo alla foce del Fiume Santo.

Interferenza con le infrastrutture di centrale

- Opere di presa e di restituzione della centrale termoelettrica

- Le due opere di centrale non consentono lo scavo dei pannelli del diaframma. Sarà quindi necessario modificare la tecnica di intervento prevedendo la realizzazione di trattamenti colonnari *jet grouting* dopo aver individuato con esattezza la geometria delle opere.
- In particolare, per l'opera di presa è prevista l'esecuzione di trattamenti colonnari verticali posizionati tra i condotti dell'opera. Per l'opera di restituzione, le caratteristiche geometriche non consentono di eseguire trattamenti colonnari verticali e conseguentemente si prevede l'esecuzione di schermature di iniezione inclinate a partire dai lati esterni dell'interferenza. E' tuttavia da segnalare che le geometrie di iniezione applicabili non garantiscono la totale schermatura dell'area trattata.
- Condotte fognarie
 - Nell'area di centrale le condotte fognarie sono disposte parallelamente al tracciato della barriera fisica e non rappresentano un'interferenza tale da richiedere la modifica della tecnologia esecutiva. Prima di procedere con i lavori si dovrà comunque verificare mediante scavi esplorativi la posizione di dettaglio delle condotte. Le diramazioni della rete fognaria interferiscono invece con la trincea drenante. Conseguentemente sarà necessario eseguire alcuni *by-pass* dei tratti interferenti per poter consentire la realizzazione delle opere (da concordare con E.On).

Interferenza con l'area archeologica

La presenza di un'area archeologica in prossimità del settore orientale della barriera rende impossibile la realizzazione di un tracciato regolare e parallelo alla costa, e impone l'adozione di un tracciato complesso, per la prossimità a edifici di centrale e per la presenza di dislivelli di quota dovuti alla morfologia del terreno.

Raggiunta l'area archeologica, il tracciato la barriera fisica devia perpendicolarmente alla linea di costa e si sviluppa in corrispondenza della rampa carrabile che collega il piazzale di centrale al carbonile. Successivamente il tracciato si sviluppa su viabilità di centrale parallela alla costa, con presenza di strutture di centrale che limitano gli spazi operativi. Al termine di questo tratto, a nord del carbonile, il tracciato devia verso la costa.

In tutto questo tratto il diaframma continuo non risulta realizzabile e deve essere sostituito da trattamenti colonnari di *jet-grouting*. Localmente, prima di procedere ai trattamenti è necessario accertare le caratteristiche di alcuni elementi strutturali (es. fondazioni di un muro di sostegno della rampa citata) mediante specifiche indagini (saggi perforazioni strumentate per riconoscere l'estensione delle fondazioni) al fine di evitare danneggiamenti in fase di iniezione.

Cavi interrati SA.PE.I.

Nel tratto di barriera prossimo alla foce del Fiume Santo, la barriera interseca i cavi SA.PE.I. La presenza dei cavi rende impossibile la realizzazione di un diaframma richiedendo l'applicazione della tecnica del jet-grouting.

Il trattamento deve essere tuttavia eseguito solo dopo l'esatta individuazione della posizione dei cavi, e adottando opportuni accorgimenti operativi per evitarne il danneggiamento.

4.3.2.4 Produzione di rifiuti

L'esecuzione dell'intervento comporterà la produzione di rifiuti solidi e liquidi. Di seguito sono riportati le tipologie di rifiuto previste e le stime delle quantità.

Rifiuti solidi

- Terre e rocce derivanti dall'esecuzione della barriera fisica e della trincea drenante¹⁵

Attività di scavo	Volumi
Barriera fisica: Scavi opere cantierizzazione	6.314 t
Barriera fisica: Scavo con benna mordente e pali secanti	25.086 t
Trincea drenante: Scavo trincea drenante	13.984 t
Trincea drenante: Scavo pozzi raccolta acque	6.150 t
Totale	51.534 t

- Calcestruzzo derivante dall'esecuzione della barriera fisica: 2.831 t
- Asfalto e pavimentazioni stradali derivanti dall'esecuzione della barriera fisica: 1.895 t
- Fanghi di perforazione derivanti dalla realizzazione dei pozzi e dei piezometri¹⁴

Attività	Volumi
Pozzi di immissione ed emungimento	866 t
Piezometri di monitoraggio	225 t
Totale	1.091 t

I fanghi di perforazione saranno sottoposti a trattamento per la riduzione del contenuto d'acqua. Si stima che da tale trattamento deriverà una quantità di materiale palabile pari a circa a circa 1091 t e un volume di acqua separata pari a circa 709 m³.

¹⁵ Quantità previste assumendo una densità pari a 2,0 t/m³ per i materiali di copertura e pari a 2,5 t/m³ per i materiali carbonatici.

- Terre e rocce derivanti dalle attività di posa di collettori, vie cavo e relative opere civili associate alle barriere idrauliche, dalle attività di posa dei pozzetti di protezione delle teste pozzo e dei piezometri¹⁶: 4.634 t

Rifiuti liquidi

La seguente tabella riassume le quantità previste di rifiuti liquidi derivanti dai processi indicati.

Processo	Volumi
Spurgo pozzi e piezometri e prove di pompaggio	1.315 m ³
Dewatering dei fanghi di perforazione	709 m ³
Acque meteoriche aree impermeabilizzate deposito temporaneo ¹⁷	12.158 m ³
Lavaggio dei mezzi e delle attrezzature di scavo	2.005 m ³
Totale	16.187 m³

4.3.2.5 Fabbisogni di risorse

Per la realizzazione degli interventi saranno utilizzati i seguenti materiali principali:

- materiale da cava per la realizzazione di piste, ampliamento pista, viabilità, ecc.: 7.000 m³ circa;
- materiale da cava per dreno trincea drenante e per pozzi: 7.000 m³ circa;
- materiale da cava per rinterro trincee per posa tubazioni e vie cavo: 1.700 m³ circa;
- conglomerati bituminosi: 1.900 m³ circa;
- acqua da acquedotto per perforazioni, prove di pompaggio, preparazione miscele diaframma: 39.000 m³;
- cemento per la realizzazione delle miscele per diaframma e delle colonne jet grouting: 11.000 t;
- bentonite per la realizzazione delle miscele per diaframma: 1.000 t.

4.3.3 Impianto di trattamento delle acque

L'intervento prevede la realizzazione di un impianto di trattamento delle acque di falda provenienti dalle attività di emungimento dalla barriera fisica e dai pozzi piezometrici.

L'impianto dovrà trattare 140 m³/h di acqua di falda e rendere disponibili 40 m³/h di acqua conforme ai limiti per la reimmissione in falda. L'eccedenza rispetto alla portata di reimmissione dovrà essere conforme ai limiti per lo scarico in acque superficiali.

¹⁶ Quantità previste assumendo una densità pari a 2,0 t/m³

¹⁷ quantità stimata sulla base della piovosità media annua pari a 512 mm/anno

Lo schema a blocchi del processo di trattamento è rappresentato nella seguente Figura 4.2.

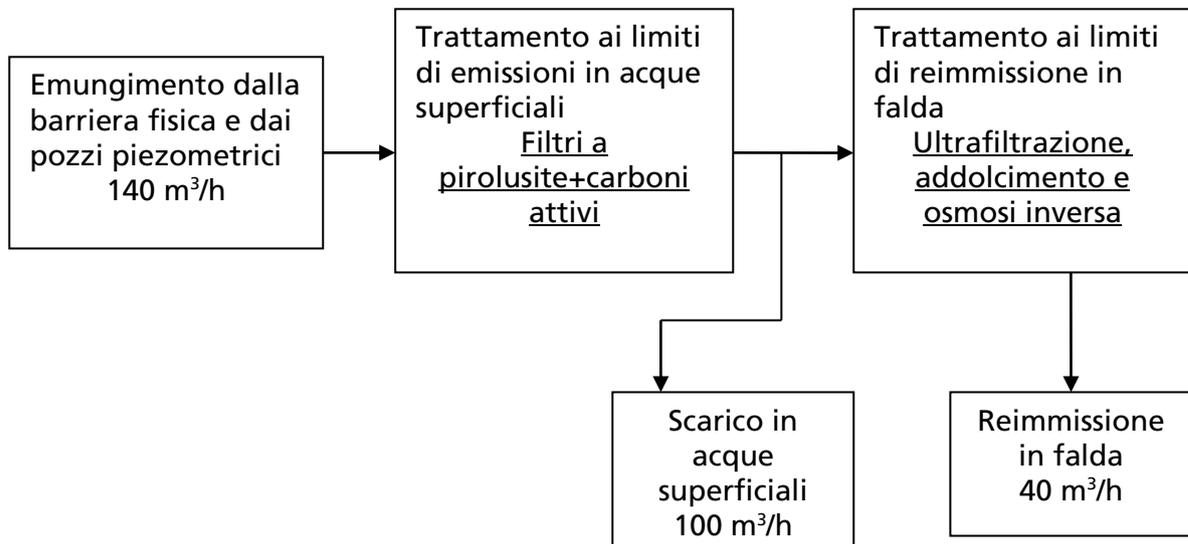


Figura 4.2 – Schema del trattamento

Le acque pompate dalla falda profonda e dalla pseudo-falda superficiale intercettata dalla barriera saranno raccolte in un sistema di accumulo di testa e avviate alla prima sezione di trattamento costituita da cinque linee di filtrazione a pirolusite e a carbone attivo, ciascuna dimensionata per trattare 40 m³/h.

È prevista la realizzazione di due vasche di raccolta in cemento del volume di 300 m³ ciascuna, parzialmente interrata dedicate all'accumulo delle acque pompate dalla falda e al loro invio alla sezione di trattamento. Esse saranno dotate di copertura idonea ad impedire la contaminazione con materiale estraneo e saranno attrezzate per consentire il campionamento dell'acqua contenuta.

Il regime di funzionamento è continuo sulle 24 ore.

5 LE NORME VIGENTI

Lo studio di impatto ambientale è chiamato a fornire gli elementi conoscitivi sulle relazioni fra l'opera e gli atti di pianificazione e programmazione. Nel quadro programmatico si descrive il progetto in relazione allo stato di attuazione degli strumenti pianificatori, valutandone i rapporti di coerenza.

In generale, quanto previsto dal progetto è coerente con le normativa nazionale in materia ambientale D.Lgs. 152/06 e s.m.i. che all'art. 243 comma 1 dispone che: «*Le acque di falda*

emunte dalle falde sotterranee, nell'ambito degli interventi di bonifica di un sito possono essere scaricate, direttamente o dopo essere state utilizzate in cicli produttivi in esercizio nel sito stesso, nel rispetto dei limiti di emissione di acque reflue industriali in acque superficiali di cui al presente decreto».

Il secondo comma dell'art. 243 prosegue prevedendo che *«in deroga a quanto previsto dal comma 1 dell'art. 104, ai soli fini della bonifica dell'acquifero, è ammessa la reimmissione, previo trattamento, delle acque sotterranee nella stessa unità geologica da cui le stesse sono state estratte, indicando la tipologia di trattamento, le caratteristiche quali-quantitative delle acque reimmesse, le modalità di reimmissione e le misure di messa in sicurezza della porzione dell'acquifero interessato dal sistema di istrione/reimmissione. Le acque reimmesse devono essere state sottoposte ad un trattamento finalizzato alla bonifica dell'acquifero e non devono contenere altre acque di scarico o altre sostanze pericolose e diverse, per qualità e quantità, da quelle presenti nelle acque prelevate».*

Fatta la suddetta premessa si specifica che nel seguito, relativamente al regime vincolistico, si considerano le tutele di carattere europeo e nazionale, esplicitati nel:

- Regime di tutela delle aree naturali protette, che si articola nelle Aree protette a livello nazionale (L. 394/1991) e nelle aree tutelate a livello europeo (Rete Natura 2000);
- Regime vincolistico nazionale di natura paesaggistica-ambientale (D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.), idrogeologica (R.D. 3267/23) e sismica (OPCM 3274/2003, OPCM 3519/2006).

Il complesso quadro della pianificazione vigente può essere agevolmente analizzato attraverso l'individuazione dei tre livelli principali in cui esso si articola:

- un primo livello di carattere regionale/interregionale, in cui il "Piano di Gestione dei Rifiuti Speciali (PRGRS)", "Piano Regionale delle Bonifiche (PRB)", il "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI)", il "Piano Stralcio di Bacino regionale per l'utilizzo delle Risorse Idriche, il "Piano di Tutela delle Acque (PTUA)" e il "Piano Paesaggistico Regionale" (P.P.R.) rappresentano i documenti di riferimento;
- un secondo livello di carattere provinciale, con riferimento al "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale" (P.U.P.-P.T.C.) della Provincia di Sassari;
- un terzo livello di carattere locale, che si esplicita nel Piano Regolatore (P.R.G.) dei Comuni di Sassari e Porto Torres e nel Piano Regolatore dell'area di sviluppo industriale di Sassari-Porto Torres-Alghero.

5.1 Pianificazione rifiuti

Sono stati analizzati i seguenti piani:

- Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali (PRGRS),
- Piano Regionale delle Bonifiche (PRB).

Coerenza con il progetto

Nell'ambito della pianificazione citata è nota la situazione di contaminazione diffusa del suolo e della falda nell'area di intervento e sono previsti nel PRB interventi di risanamento più o meno puntuali. Nell'ambito del PRB 2003 non è previsto l'intervento in oggetto tuttavia l'intervento di bonifica delle acque di falda della Stazione Elettrica Terna e dell'Area Stazione di Conversione SA.PE.I. di Fiume Santo, è compreso nell'anagrafica dei siti contaminati in continuo aggiornamento a cura degli uffici regionali.

5.2 Pianificazione delle acque

Sono stati analizzati i seguenti piani:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI),
- Piano Stralcio di Bacino regionale per l'utilizzo delle Risorse Idriche,
- Piano di Tutela delle Acque (PTA),
- Piano di Gestione del Distretto Idrografico.

Coerenza con il progetto

L'area di interesse è compresa nel bacino idrografico del Rio Mannu, nel sottobacino del Fiume Santu; l'acquifero profondo di interesse è quello carbonatico mesozoico; è presente anche un acquifero più superficiale plio-quadernario. Per quanto concerne le acque marino costiere, entrambe le alternative progettuali si sviluppano nel tratto denominato "Foce del Fiume Santo".

Non si rilevano elementi di contrasto con la pianificazione delle acque e, in generale il progetto risulta essere coerente con gli obiettivi in merito all'uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

Non si rilevano specifici elementi ostativi al progetto anche in relazione alle disposizioni del PAI.

5.3 Pianificazione Territoriale

Sono stati analizzati i seguenti piani:

- Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PUT),
- Piano Urbanistico della Provincia di Sassari (Pup-Ptcp).

Coerenza con il progetto

In generale, data la natura delle opere in progetto previste non si hanno sostanziali modifiche del contesto paesaggistico nel quale si inseriscono. Il progetto, quindi, non è incompatibile con le previsioni del PPR; si sottolinea che le opere dovranno comunque

essere assoggettate agli obblighi previsti dal D.Lgs. 42/04, così come recepiti dal PPR, dato che interferiscono con il sistema dei vincoli paesaggistici.

Rispetto alle indicazioni del PUT-PTCP di Sassari, l'area di intervento interessa la zona produttiva di Fiume Santo e interferisce con il sistema delle ecologie elementari n. 135 e 138; le norme di riferimento per tali aree non evidenziano elementi di diretta incompatibilità con le opere in progetto, volte al miglioramento delle condizioni ambientali dell'area. Nello sviluppo del progetto, inoltre, si tiene conto delle eventuali aree a rischio archeologico e/o rinvenimenti archeologici effettivi presenti, così da rispettare le norme individuate nell'ambito del PUT-PTCP per gli insediamenti storici.

5.4 Pianificazione urbanistica

Sono stati analizzati i seguenti piani:

- Piano Urbanistico Comunale del Comune di Sassari (PUC),
- Piano regolatore del Comune di Porto Torres,
- Piano Regolatore Territoriale dell'area industriale di Sassari, Porto Torres ed Alghero.

Coerenza con il progetto

Il progetto si colloca in zona D1 "Grandi aree industriali artigianali", normate dall'art. 37 delle NTA del PUC di Sassari che fornisce gli indirizzi e gli usi consentiti in tali aree. Le opere in progetto, data la natura dell'area, sono compatibili con le suddette destinazioni d'uso.

Il progetto si sviluppa in parte in aree a pericolosità idraulica e da frana individuate dal PUC ai sensi dell'artt. 8 e 26 del PAI. Il progetto deve dimostrare la propria compatibilità in relazione alle criticità delle aree in cui si colloca ma non è incompatibile con le stesse.

5.5 Pianificazione acustica

Sono stati analizzati i seguenti piani:

- Piano di zonizzazione Acustica del Comune di Sassari – bozza 2007.

Coerenza con il progetto

L'intervento ricade in aree classificate come IV, V e V. Gli interventi quindi dovranno tener conto dei limiti previsti per queste aree che sono, comunque, a natura prevalentemente industriale.

5.6 Sistema delle aree protette

Sono state verificate le interferenze con il sistema:

- delle Aree naturali protette,
- della Rete Natura 2000.

Coerenza con il progetto

Il progetto si colloca esternamente al sistema delle aree protette e dei siti Natura 2000.

Si segnala solo la presenza del "Santuario dei mammiferi marini" nel settore di mare prospiciente l'area di intervento.

5.7 Regime vincolistico

Sono state, in particolare, verificate le interferenze con:

- Vincoli paesaggistici ed ambientali (D.Lgs. 42/2004),
- Vincolo idrogeologico.

Coerenza con il progetto

L'area interessata dagli interventi in esame ricade nei seguenti vincoli paesaggistici:

- Vincolo delle bellezze d'insieme – art. 136 comma 1 lettere c) d) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i.; in particolare si tratta dell'area denominata "Territori di porto Ferro Argentiera e Stintino per il caratteristico valore estetico dei quadri naturali";
- Vincolo di tutela dei corsi d'acqua (fascia di rispetto di 150 m) art. 142 comma 1 lettera b) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i.; si tratta del vincolo al quale è sottoposto il Flumen Santu;
- Vincolo di tutela della fascia costiera (fascia di rispetto di 300 m) art. 142 comma 1 lettera a) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i.

Inoltre, l'area oggetto di intervento interferisce, anche se minimamente, dato che il progetto è stato sviluppato in modo da non attraversare il territorio vincolato, con aree sottoposte a vincolo archeologico – necropoli "Cuile Fiume Santo" (art. 142, comma 1, lettera m) del D.Lgs. 42/2004).

Data l'interferenza con tali vincoli (D.Lgs. 42/2004) deve essere presentata un'istanza di autorizzazione paesaggistica, ai sensi dell'art.146, comma 2, del Codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i.

L'area interessata dagli interventi in progetto non è soggetta a vincolo idrogeologico, tuttavia si segnala inoltre che l'Art. 9 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) inerente la "Gestione delle Aree a Vincolo Idrogeologico", evidenzia che *"l'organo competente della Regione Sardegna estende il vincolo idrogeologico di cui al Regio Decreto n. 3267/1923, ove non esistente, alle aree delimitate dal PAI come aree di pericolosità da frana"*. La presenza del vincolo comporta la necessità di una specifica autorizzazione per tutte le opere edilizie che presuppongono movimenti di terra.

6 COSA CAMBIERÀ PER L'AMBIENTE

6.1 L'aria

6.1.1 Caratterizzazione della componente

Le analisi condotte relativamente allo stato attuale della qualità della componente, non hanno messo in evidenza specifiche situazioni di criticità. I dati relativi alla qualità dell'aria riportati nel SIA sono stati desunti dal piano di risanamento della Regione Sardegna e dai rapporti annuali di dell' Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna - ARPAS. Dall'analisi dei dati di riferimento, si evince che il progetto si inserisce in un sito industriale all'interno di un contesto prevalentemente rurale. In generale, le misure di qualità dell'aria nella zona di Porto Torres non hanno registrato, nel periodo in esame e per i parametri di legge, alcun superamento dei limiti. Sporadici superamenti della soglia giornaliera di PM₁₀ interessano l'area, ma in numero annuo inferiore al massimo consentito.

6.1.2 Valutazione degli impatti potenziali sulla componente

Per quanto attiene la valutazione degli impatti a carico della componente, per la fase di cantiere si sono evidenziate unicamente le possibili criticità derivanti dalla diffusione di polveri, soprattutto in periodi di particolare ventosità e siccità, legate alla movimentazione del materiale degli scavi e al traffico indotto dalle attività di cantiere. Tali criticità sono di livello decisamente contenuto e comunque mitigabili con opportune misure volte al contenimento dei fenomeni diffusivi. Tali misure fanno sostanzialmente riferimento a specifiche buone pratiche comportamentali in fasi di movimentazione del materiale ed azioni di pulizia e bagnatura periodica delle aree di cantiere soggette al passaggio di mezzi e macchine.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, data la tipologia di intervento in progetto, non si evidenzia nessun tipo di criticità connessa al funzionamento delle opere in progetto.

6.2 L'acqua

6.2.1 Caratterizzazione della componente

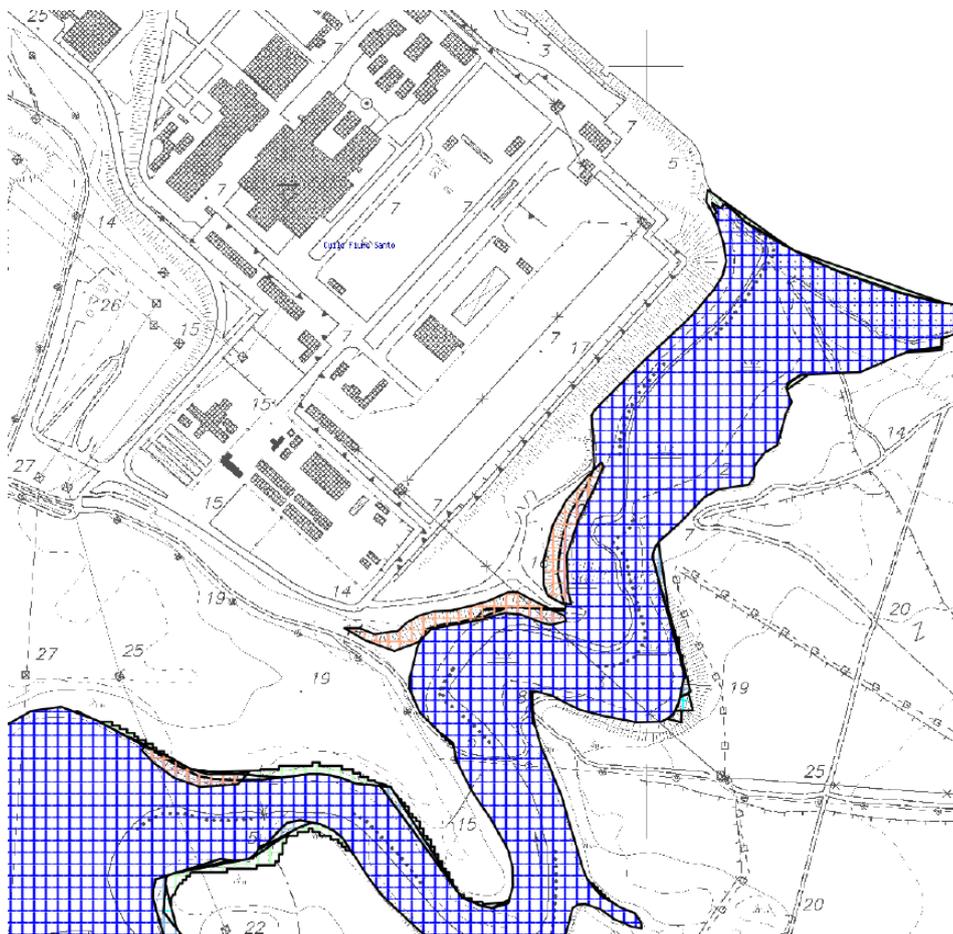
L'area di intervento si colloca nei pressi dell'alveo del Fiume Santo, a partire dall'area a Sud Ovest della Stazione Terna, fino al mare.

Il Fiume Santo fa parte del bacino idrografico del Coghinas Mannu Temo che si estende per 5402 Km², pari al 23% del territorio regionale.

Il Fiume Santo scorre da sud verso nord nella porzione nord-occidentale del territorio comunale di Sassari e, in misura marginale, nel Comune di Porto Torres, per quanto riguarda la sponda destra.

L'alveo attivo per il deflusso delle portate di magra del Fiume Santo risulta essere molto limitato, mentre l'alveo a piene rive per il deflusso delle portate di piena presenta, almeno lungo tutto il tratto terminale, di diretto interesse per lo studio in itinere, sufficientemente largo e ben delimitato da ripidi versanti.

Il Fiume Santo è stato oggetto di specifica analisi di compatibilità idraulica nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale, così come previsto dagli artt. 8 e 26 del PAI. Dalle risultanze dello studio condotto nel PUC (Figura 6.1) si evince che il corso d'acqua è interessato da un'area a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4); si segnalano, inoltre, due piccole aree soggette a media pericolosità da frana (Hg2).



Fonte dati: PUC del Comune di Sassari

Figura 6.1 - Aree a pericolosità idraulica e di frana

Per quanto concerne la qualità delle acque superficiali, rispetto alle indicazioni contenute nel Piano di Tutela delle acque, il Fiume Santo non è considerato un corso d'acqua significativo e non sono presenti lungo il corso d'acqua stazioni di misura della qualità delle acque superficiali.

L'unica stazione di misura presente riguarda la foce del Fiume Santo che, nell'ambito delle analisi condotte nel 2003, ha fornito valori di non idoneità in termini di balneazione (ai sensi dell'ex D.Lgs. 152/99 e al DPR 470/82).

6.2.2 Valutazione degli impatti potenziali sulla componente

Nel complesso il progetto di bonifica della falda apporterà un miglioramento delle condizioni di qualità dell'ambito idrico del contesto.

L'impatto potenziale dovuto alla possibile contaminazione delle acque superficiali per effetto del dilavamento, da parte delle acque meteoriche delle aree di cantiere e dalla presenza di fluidi di perforazione e/o di scavo è minimizzato dal sistema di gestione dei reflui previsto. Infatti le acque di dilavamento delle aree di deposito temporaneo e lavaggio autocarri, così come i reflui derivanti dalle operazioni di perforazione (acqua di lavaggio delle attrezzature di perforazione e acqua di dewatering dei fanghi di perforazione) saranno temporaneamente stoccate in appositi serbatoi/vasche e, previa analisi chimica, saranno evacuate con autobotte.

Per realizzare le piste di cantiere è necessario prevedere un rilevato di allargamento nell'alveo del Fiume Santo; l'innalzamento della quota sommitale del rilevato rispetto a quella attuale non comporta variazioni significative nella capacità di deflusso dell'alveo del Fiume Santo.

L'allargamento in alveo mediante rilevato comporta anche la realizzazione di un nuovo alveo per il Fiume Santo; durante la fase dei lavori potrebbe determinarsi la contaminazione delle acque superficiali del fiume, tuttavia le fasi realizzative del progetto sono state pensate in modo da interferire il meno possibile con l'attuale alveo.

In fase di realizzazione del rilevato saranno limitate, per quanto possibile, le interferenze con il sistema idrico afferente al Fiume Santo, anche si potranno determinare fenomeni di intorbidamento e di contaminazione, seppure localizzate, delle acque, fenomeni di erosione lungo le sponde e locali scalzamenti delle scarpate a causa delle operazioni di scavo e della presenza di macchinari in opera in zone di pertinenza fluviale. Rimane comunque il fatto che il rilevato realizzato avrà carattere permanente, con necessità di un assetamento del sistema idrologico del corso d'acqua.

In fase di realizzazione delle opere, l'impiego di fango autoindurente da impiegare nella realizzazione del diaframma e il trattamento colonnare jet grouting possono produrre un temporaneo inquinamento delle acque sotterranee immediatamente adiacenti alle aree di scavo, che sarà, per quanto possibile, minimizzato.

6.3 Il suolo e il sottosuolo

6.3.1 Caratterizzazione della componente

Come riportato nell'ambito del progetto, nel sito TERNA-SA.PE.I. e nelle sue immediate vicinanze, sono state condotte delle indagini geognostiche le cui risultanze suggeriscono la seguente stratigrafia generale (dall'alto verso il basso):

- Terreni di riporto, il cui spessore varia da un minimo di 1÷2 metri nell'area SA.PE.I. ad un massimo di 3÷5 metri nell'area TERNA;
- Depositi marini ed alluvionali (ghiaie e sabbie con intercalazioni pelitico-argillose), localizzati esclusivamente lungo la fascia costiera e lungo i principali corsi d'acqua;
- Calcari conglomeratici e calcari sabbiosi;
- Depositi vulcanici rimaneggiati a granulometria prevalentemente argilloso-limoso. Lo spessore è molto variabile e varia tra circa 5 metri e circa 30 m; gli spessori maggiori si osservano in corrispondenza del tratto terminale del Fiume Santo;
- Calcari dolomitici molto fratturati (con fratture che, nella zona investigata, sono spesso interessate da inclusioni argillose); si rinvengono a pochi metri dal p.c., nell'area più prossima al Fiume Santo, per poi approfondirsi fino ad oltre 20 m dal p.c., nella restante area SA.PE.I. e nella stazione TERNA e ben maggiori di 30 metri in corrispondenza del tratto terminale del Fiume Santo.

Sulla base delle indagini geognostiche condotte nella campagna del 2011, si osserva come lo strato di terreno superficiale fino alla profondità di 7-9 m da p.c. sia caratterizzato da materiali fini corrispondenti a limi e limi argillosi, da soffici a molli con caratteristiche geotecniche scadenti.

In termini di sismicità, l'intera Sardegna risulta essere classificata in zona 4 secondo la classificazione sismica vigente e presenta i livelli di pericolosità sismica tra i più bassi di Italia.

Nell'area di interesse, in sinistra idrografica del Fiume Santo si individua un sistema acquifero "composito", costituito da un aquitard superficiale (strato poco permeabile composto prevalentemente da argille e argille sabbiose) localmente intercalato da lenti sabbioso ghiaiose che contengono una pseudo-falda superficiale e da un acquifero carbonatico profondo. La pseudo -falda è caratterizzata da una circolazione idrica sotterranea di entità molto modesta che trova il recapito ultimo in mare e nel Fiume Santo. La direzione del flusso della falda va dal confine Terna-SA.PE.I. verso la linea di costa e il Fiume Santo. La falda è stata riscontrata a circa 1,5 m ca. da p.c.

L'acquifero carbonatico profondo, costituito da calcari dolomitici carsificati e fratturati, è sede di una circolazione idrica sotterranea più significativa e bene alimentata. L'acquifero presenta elevata eterogeneità. La direzione del flusso della falda va dal confine Terna-Sapei verso il tratto di Fiume Santo prossimo alla foce e verso la linea di costa.

In termini di qualità delle acque sotterranee, le indagini del Piano della Caratterizzazione eseguito nel 2006¹⁸ hanno indicato per l'Area TERNA-SA.PE.I. uno stato qualitativo delle acque di falda caratterizzato da:

- diffusa presenza di Alifatici Clorurati principalmente lungo il confine nord dell'area TERNA-SA.PE.I.;
- alcuni sporadici superamenti delle concentrazioni soglia per alcuni Metalli e per i Solfati.

6.3.2 Analisi dell'impatto potenziale sulla componente

L'area di intervento si colloca in un ambito territoriale già da tempo occupato da attività industriali e, di conseguenza, i caratteri naturali morfologici primitivi sono stati totalmente sostituiti da strutture e infrastrutture antropiche.

I principali impatti che si potranno generare in fase di cantiere derivano da:

- volumi di scavo derivanti dalla realizzazione della barriera fisica e relativa gestione dei rifiuti prodotti nella fase di cantiere - i volumi prodotti saranno consistenti e laddove possibile, sarà data preferenza al recupero dei rifiuti per i quali tale pratica è ammessa, ad eccezione di quelli per i quali tale destinazione finale non sia tecnologicamente/economicamente sostenibile. Il test di cessione finalizzato al recupero dei rifiuti sarà eseguito in conformità a quanto previsto dal D.M. 05/02/1998 e s. m. i.;
- cedimenti strutturali del rilevato realizzato per le piste di cantiere - considerate le scadenti caratteristiche geotecniche del terreno di appoggio dell'allargamento del rilevato, in opera si verificheranno dei cedimenti centimetrici dello stesso dovrà essere compensata con la ricarica di materiale di cava adeguatamente compattato.

In fase di esercizio non si rilevano evidenti impatti sul suolo e sottosuolo e in particolare non è ritenuto rilevante il consumo di suolo associato all'esercizio degli interventi.

6.4 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

6.4.1 Caratterizzazione della componente

La vegetazione presente all'interno dell'area considerata è distinta in:

- vegetazione delle aree umide costiere,
- vegetazione delle aree interne.

Vegetazione delle aree umide costiere

Si tratta in prevalenza di piante alofile che vegetano nelle condizioni di elevata salinità, propria di questi ambienti continuamente soggetti a fenomeni di concentrazione salina per evaporazione e di diminuzione della salinità per inondazione.

¹⁸ CESI. Piano di Caratterizzazione della Stazione Elettrica Terna S.p.A. e Area Stazione Conversione SA.PE.I. di Fiume Santo. Relazione Tecnica delle Indagini Svolte. Prot. A6034757 del 07/02/2007

All'interno dell'area considerata, sono presenti anche formazioni vegetali di ambienti di acqua dolce ubicate sulle sponde più interne dello Stagno di Pilo. Qui si possono osservare sia associazioni tipiche delle zone paludose come il Fragmiteto sia un'ampia formazione costituita da arbusti a Tamerice maggiore di grandi dimensioni. Le sponde laterali sono ricoperte da una stretta fascia di specie arbustive da considerarsi probabilmente come relitti di una più estesa zona a macchia mediterranea.

Vegetazione delle aree interne

La vegetazione delle aree interne riscontrata nell'area di indagine può essere suddivisa in: *fitocenosi erbacee*, *fitocenosi di macchia*, *fitocenosi forestali* (Bosco Mediterraneo), *fitocenosi prative e pascoli*, *fitocenosi sinantropiche* e vegetazione del territorio urbanizzato.

Le fitocenosi erbacee sono in prevalenza comunità pioniere che sono presenti nelle radure della vegetazione a Ginepro fenicio, nelle formazioni forestali e nelle garighe di degradazione. Si tratta di una vegetazione ampiamente diffusa nelle aree marginali non coltivate.

La macchia mediterranea è costituita da una fitta boscaglia formata da alberi a portamento arbustivo in prevalenza sempreverdi derivata dalla distruzione di foreste causata dai tagli, dal pascolo e dagli incendi. Queste formazioni rappresentano lo stadio evolutivo più avanzato verso il quale tendono la vegetazione dunale, quella delle falesie, delle garighe e delle aree salmastre.

La vegetazione forestale che si sviluppa nelle zone più interne è rappresentata da cenosi relitte a dominanza di Leccio. Queste formazioni sono abbastanza diffuse in situazioni aperte, intensamente pascolate e risultano destrutturate a causa del periodico passaggio del fuoco. Nelle cenosi a Leccio sono presenti diverse specie arbustive come la Fillirea sottile, la Fillirea comune, il Lentisco, il Mirto mortella, la Salsapariglia e, tra le erbacee, l'Asparago pungente, il Dafne gnidio e la Carice mediterranea. Nelle aree più calde si possono rinvenire alcuni nuclei in cui compare la Sughera.

Le *fitocenosi prative e pascoli* sono formazioni erbacee ben caratterizzate dal punto di vista floristico, ma molto alterate dal punto di vista strutturale dalle attività antropiche.

Le *fitocenosi sinantropiche* sono sinteticamente rappresentate dai seguenti tipi di vegetazione: vegetazione ad assenzio arbustivo, vegetazione annuale dei prati falciati e vegetazione costituita da formazioni sciafile.

Gli insediamenti urbani e produttivi, infine, sono caratterizzati da un ristretto numero di specie sinantropiche e ruderali come l'Ortica perenne, l'Ortica annuale e la Parietaria.

La fauna presente nell'area di studio è in prevalenza influenzata dalle attività antropiche. Solamente l'area dello Stagno di Pilo, ubicata a NW rispetto al sito di intervento, mostra una notevole ricchezza faunistica specialmente per l'avifauna presente.

La fauna riscontrata sul territorio in esame si distingue in:

- Fauna delle zone umide,
- Fauna dei territori interni,
- Fauna del territorio urbanizzato.

Fauna delle zone umide

Le zone umide presenti nell'area di interesse sono essenzialmente lo Stagno di Pilo e l'estuario del Fiume Santo. La zoocenosi terrestre è caratterizzata in prevalenza dall'avifauna, sia di passo sia svernante, e dagli anfibi.

Tra gli anfibi si rilevano in particolare il Discoglossò sardo, che frequenta anche le acque salmastre, la Raganella sarda e la Rana verde minore.

Le specie ornitiche, che costituiscono la fauna più numerosa, sono rappresentate dalle seguenti specie svernanti: Tarabuso, Garzetta, Airone cenerino, Airone bianco maggiore, Oca selvatica, Volpoca, Moretta tabaccata, Albanella reale, Falco pescatore, Fenicottero rosa, Corriere grosso, Beccaccino e Pettegola.

L'avifauna nidificante è rappresentata dalle seguenti specie: Airone rosso, Falco di palude, Pollo sultano, Cavaliere d'Italia, Gabbiano comune, Sterna comune, Fraticello, Usignolo di fiume, Cisticola, Cannaiola, Cannareccione, Spatola e Ghiandaia marina. Si registrano anche gli arrivi autunnali di anatidi (Morette, Alzavole, Moriglioni e Germani).

Fauna dei territori interni

Il bosco mediterraneo, distribuito in modo frammentario nell'area vasta, ospita zoocenosi di interesse naturalistico. Tra le specie di avifauna legate a habitat forestali, si segnalano: Colombaccio, Tortora dal collare orientale, Torcicollo, Picchio rosso maggiore, Pettiroso, Usignolo, Tordella, Fiorrancino, Ghiandaia e Poiana. Tra i mammiferi si segnalano: Martora, Gatto selvatico e Cinghiale.

La macchia mediterranea presenta generalmente un popolamento faunistico abbastanza ricco. Tra gli Anfibi si rilevano: il Discoglossò sardo, il Rospo smeraldino e la Raganella sarda, sebbene nel periodo riproduttivo frequentino ambienti umidi; tra le specie di Rettili: la Testuggine comune, la Testuggine marginata, l'Algiroide nano, la Lucertola sarda, il Gongilo e il Biacco. Tra le specie ornitiche si citano: Tottavilla, Calandro, Magnanina sarda, Magnanina, Sterpazzolina, Occhiocotto e Capinera. Della specie dei Mammiferi si rinvengono: alcuni Insettivori come il Riccio, il Mustiolo etrusco e la Crocidura rossiccia; tra i Lagomorfi la Lepre sarda e il Coniglio selvatico; tra i Roditori il Topo quercino, il Topo selvatico e il Cinghiale.

I prati e i pascoli sono frequentati da diversi Rettili, tra i quali: la Lucertola campestre, il Gongilo e la Luscengola. Per l'avifauna si rileva la presenza di: Pernice sarda, Quaglia, Gallina prataiola, Occhione, Calandra, Calandrella e Allodola.

Il popolamento faunistico che caratterizza le colture erbacee (tipologia di uso del suolo prevalente nell'area considerata) è piuttosto monotono, anche se non mancano specie interessanti la cui presenza è condizionata dalle attività antropiche. I rettili rinvenibili sono la Testuggine comune e la Tartaruga marginata. Le specie ornitiche sono le più numerose: Quaglia, Pernice sarda, Gallina prataiola e Occhione, oltre alle specie legate alla presenza di manufatti umani in cui nidificano: Barbagianni, Rondine comune, Balestruccio, Calandrella, Calandra e Allodola. Tra i mammiferi Lagomorfi si segnala la presenza della Lepre sarda e del Coniglio selvatico.

Fauna del territorio urbanizzato

Il popolamento faunistico del territorio urbanizzato è povero e influenzato dalle attività umane. Le specie più facilmente rinvenibili in queste porzioni di territorio sono: Tarantola muraiola e Emidattilo, Rondone e Rondone pallido, Merlo e Capinera. Tra i Mammiferi si rilevano alcune specie di Roditori, tra cui il Ratto nero e il Ratto delle chiavi, legati agli ambienti più degradati, e alcune specie di Chiroteri antropofili tra cui il Pipistrello albolimbato e il Pipistrello nano.

6.4.2 Analisi e stima degli impatti potenziali sulla componente

L'analisi degli impatti ritenuti potenziali e/o cumulativi su vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi viene illustrata in base alle realizzazioni progettuali ed alle diverse fasi della loro messa in opera. In fase di esercizio, con il progredire dell'opera di bonifica della falda, sono attesi impatti positivi sulla componente.

Per quanto concerne l'occupazione del suolo si stima trascurabile per la maggior parte dell'area occupata e medio-alto per il valore naturalistico-vegetazionale dell'area ripariale. La sottrazione di habitat con caratteristiche ripariali e di *stepping stone* può generare un impatto di entità bassa.

Il resto del territorio intensamente antropizzato, è caratterizzato da una frammentazione elevata e non presenta corridoi ecologici ben definiti, per cui, complessivamente, si può ritenere che l'impatto generato per la frammentazione di habitat sia di bassa entità.

Gli impatti potenziali sulla componente vegetazione e flora dovute alla produzione di polveri e all'emissione di gas di scarico sono da considerarsi trascurabili.

Le emissioni di rumore originate dalle attività di allestimento ed esercizio delle aree di lavoro generano un impatto trascurabile in relazione al rumore di fondo già presente a cui le specie faunistiche sono abituate e in relazione alla sua reversibilità al termine del periodo lavorativo.

6.5 Paesaggio

6.5.1 Caratterizzazione della componente

Lo studio dell'area in esame interessata dagli interventi in progetto è stato condotto considerando il paesaggio come un sistema complesso a cui rapportarsi con un approccio transdisciplinare, esaminando le componenti sia naturali che antropiche che lo caratterizzano, partendo da un'analisi generale per poi esaminare le aree direttamente interessate dalle opere in progetto.

6.5.1.1 La struttura paesaggistica della Nurra

Le aree interessate dalle opere in progetto ricadono, secondo il Piano Paesaggistico della Regione Sardegna, all'interno della regione storica n. 2 "Nurra" (Figura 6.2).

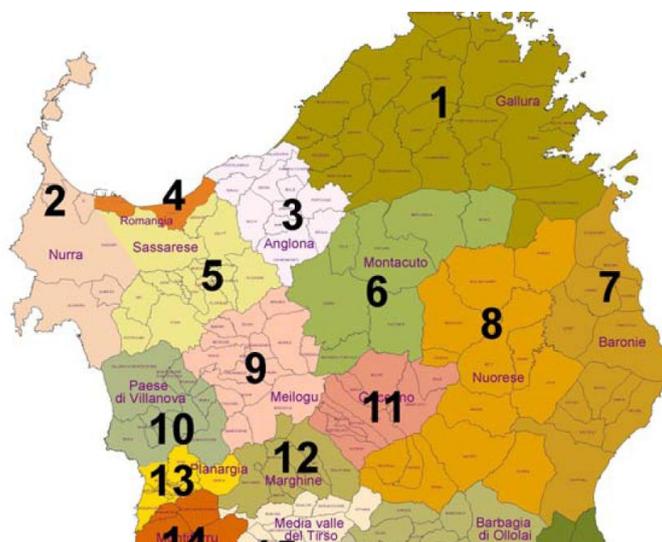


Figura 6.2 - Le regioni storiche della Sardegna (PPR)

La Nurra è un'area agricola pianeggiante posta all'estremità Nord - Occidentale dell'isola. Il territorio della Nurra è stato suddiviso in due dagli ambiti di paesaggio riconosciuti nella fase costiera dal Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna: la parte Sud, cioè dalla torre di Poglina fino alla torre di Porto Ferro, è stata racchiusa nell'ambito 13 denominato "Alghero", mentre la porzione di territorio ricompreso da Porto Ferro fino all'Isola dell'Asinara è stata racchiusa nell'ambito 14 che prende il nome di "Golfo dell'Asinara".

La Nurra è caratterizzata da una ricca complessità paesaggistica, dove alla pianura si alternano aree collinari, vigneti, zone minerarie, villaggi nuragici fino ad arrivare, nella zona a Nord, al mare e alle spiagge della Pelosa presso Stintino o, a Sud, al promontorio di Capocaccia.

Il territorio comunale di Sassari si estende sulle falesie della costa occidentale che definiscono una relazione tra il mare e i paesaggi interni attraverso le miniere

dell'Argentiera e Porto Palmas, fino a giungere al Lago Baratz e alla spiaggia di Porto Ferro. Sul litorale sabbioso del Golfo dell'Asinara, attraverso il paesaggio tipico dei pascolativi e dei seminativi della Nurra, il Comune di Sassari comprende lo Stagno di Pilo e le strutture industriali di Fiume Santo.

La direttrice idrografica del Rio Mannu struttura le relazioni tra l'insediamento di Sassari e quello di Porto Torres.

6.5.1.2 Elementi di pregio paesaggistico locale

Elementi di pregio archeologico

I siti preistorici nel territorio comunale sono numerosissimi, concentrati soprattutto nella Nurra centrale e nelle colline su cui si estende la città. Si contano in totale 40 luoghi censiti e studiati dalla Soprintendenza archeologica.

Anche la civiltà nuragica è presente nel territorio sassarese con oltre 150 siti, suddivisi tra nuraghi a torre singola e nuraghi complessi, villaggi, pozzi o fonti, Tombe di Giganti (costruzioni megalitiche costruite con una particolare forma a pianta rettangolare absidata, edificati mediante lastre di pietra di grandi dimensioni conficcate nella terra).

Elementi di pregio storico-culturale

Sassari vanta pregevoli edifici religiosi, molti dei quali presenti nel centro storico: il Duomo (**Cattedrale di San Nicola**) ha origini duecentesche e si presenta oggi in una suggestiva fusione di stili architettonici.

Il corso Vittorio Emanuele II divide la città in due zone ben distinte: un secolare quartiere settentrionale completamente dedicato al commercio, e una più nobile zona meridionale: alcune delle chiese più importanti della città sono infatti qui presenti; tra le più importanti la monumentale **Chiesa di Santa Caterina**.

Lungo il corso Vico è presente la **Chiesa di Santa Maria di Betlem**, costruita nel 1100 e caratterizzata dal grande rosone quattrocentesco della facciata e dalla cupola argentea. Degne di nota sono anche le **Chiese della Madonna del Rosario** e di **S. Antonio Abate**, apprezzabili per gli altari barocchi, intagliati e dorati.

Tra tutte merita anche particolare menzione, la **Chiesa di San Pietro di Silki**, a sud-ovest del centro storico, tra le più antiche chiese di Sassari.

In città è presente il **Palazzo Ducale**, non lontano dal Duomo, diventata sede del Municipio sin dal XX secolo.

Elementi di pregio naturalistico-ambientale

Dal punto di vista naturalistico ed ambientale, gli elementi che maggiormente caratterizzano le aree indagate sono, oltre il mare e le spiagge che creano paesaggi

suggestivi nei pressi dell'intera fascia costiera, il Sistema delle Aree Protette e della Rete Natura 2000. In particolare sono presenti:

- SIC ITB010002 - Stagno di Pilo e di Casaraccio;
- ZPS ITB013012 - Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino;
- Area Naturale Marina Protetta - Santuario dei Mammiferi Marini.

6.5.1.3 Gli elementi morfologici, naturali e antropici delle aree interessate dagli interventi

Gli elementi morfologici e naturali caratterizzanti il paesaggio in esame sono rappresentati:

- dalla costa che corre in direzione Nord-Ovest/Sud-Est lungo la quale si collocano gli interventi in esame;
- dallo stagno di Pilo, importante zona umida di livello europeo;
- dalle alture M. Elveddu e M. Elva, riconoscibili in un territorio caratterizzato dalla piana agricola con i loro boschi;
- dal Fiume Santo, torrente che nasce come rio de Astimini sul monte Lu Ferru a 228 m e sfocia nel mar Mediterraneo in prossimità delle aree in cui gli interventi in esame si collocano.

Gli elementi antropici che caratterizzano le aree indagate sono principalmente di grande pregio, in quanto testimonianza storico-archeologica di un territorio in cui l'uomo vive da sempre. Numerosi sono infatti i nuraghe presenti.

Sono inoltre presenti i Fortini della Seconda Guerra Mondiale di Scala Erre e il cosiddetto "Cuile Issi" e un'area archeologica a ridosso delle aree interessate dagli interventi. Il Piano Paesaggistico tutela inoltre il Fiume Santo per la probabile presenza di fossili.

Altri elementi antropici sono costituiti da:

- la zona industriale presente intorno alla quale sono presenti impianti di produzione di energia eolica;
- l'area portuale di Porto Torres.

6.5.1.4 Descrizione sotto il profilo paesaggistico delle aree interessate dal progetto

Le aree interessate dal progetto si collocano in prossimità della costa e lungo il tratto finale del Fiume Santo, a ridosso di un'area sottoposta a vincolo archeologico. Sebbene l'area in questione sia fortemente antropizzata per la presenza dell'esistente centrale elettrica, tuttavia la zona assume particolare valore dal punto di vista paesaggistico, per i numerosi elementi di pregio storico-archeologico e ambientale-naturale.

Oltre ai già citati elementi (Fiume Santo e area sottoposta a vincolo archeologico), la zona si caratterizza per la presenza di una ricca vegetazione mediterranea, soprattutto

lungo il corso del fiume, e di una costa prevalentemente rocciosa, alla quale si alternano piccole spiagge di sabbia chiara. Le visuali sulle aree di intervento, sebbene risultino piuttosto ampie, sono quindi spesso mascherate dalla vegetazione esistente.

La zona interessata dalla realizzazione delle opere in progetto presenta un grado di fruibilità piuttosto basso, legata prevalentemente ai tecnici ed agli operai delle aree industriali ed ai proprietari dei terreni limitrofi (posti a cavallo tra la zona di progetto e l'area industriale di Porto Torres).

6.5.2 Valutazione degli impatti potenziali sulla componente

Al fine di cogliere le potenziali interazioni che una nuova opera può determinare con il paesaggio circostante, è necessario, oltre che individuare gli elementi caratteristici dell'assetto attuale del paesaggio, riconoscerne le relazioni, le qualità e gli equilibri, nonché verificare i modi di fruizione e di percezione da parte di chi vive all'interno di quel determinato ambito territoriale o di chi lo percorre.

Lo studio si configura pertanto come l'insieme di una serie di livelli di approfondimento che, interagendo tra loro, permettono di definire l'entità e le modalità di visione e percezione delle nuove opere nell'area in esame.

Ciò premesso, l'impatto viene inteso come la combinazione fra progetto e contesto. Ciò equivale a dire che l'impatto paesaggistico di un intervento non dipende né soltanto dalle caratteristiche del sito nel quale si colloca, né soltanto dalle caratteristiche dell'intervento stesso (ad esempio, la dimensione), ma dall'interazione tra le caratteristiche dell'uno e dell'altro.

Per tale verifica si è proceduto alla realizzazione di simulazioni di inserimento paesaggistico in cui vengono riportate la situazione prima dell'intervento e quella ad intervento ultimato, da punti di vista rappresentativi.

In particolare, i punti di vista prescelti per la valutazione degli impatti, sono i seguenti:

- Punto di vista N.1 a Sud-Est dall'area di intervento (a circa 350 m di distanza);
- Punto di vista N.2: a Sud-Est dall'area di intervento (a circa 130 m di distanza);
- Punto di vista N.3: in prossimità degli interventi Lato Fiume vicino alla costa.

I punti di vista sono caratterizzati da una fruizione correlata esclusivamente alle attività dei presidi industriali.

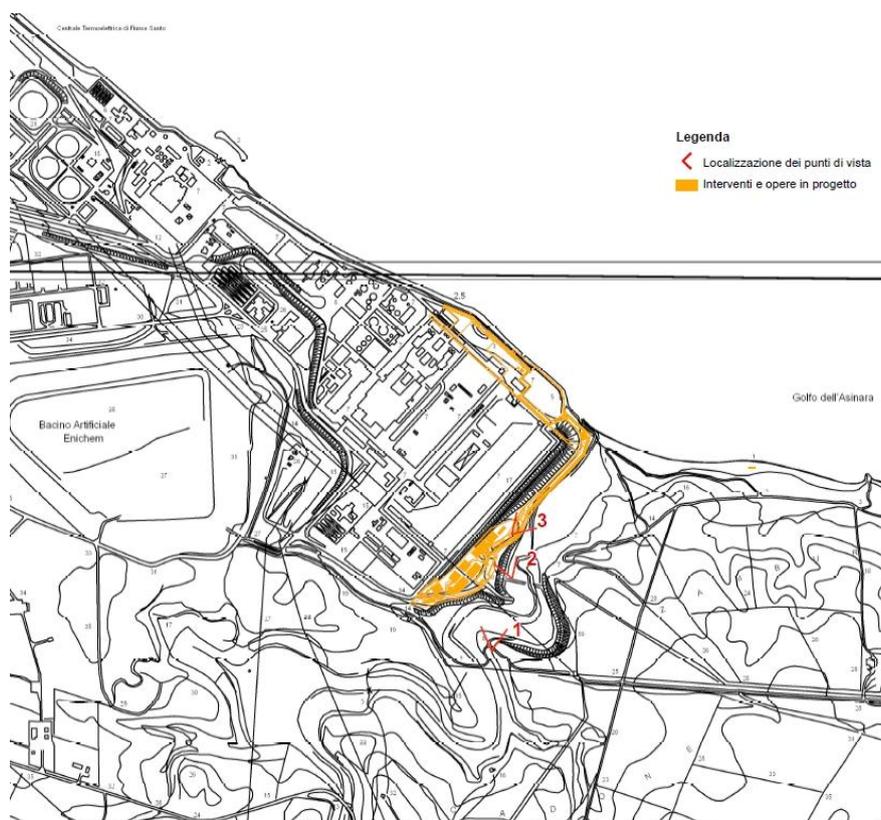


Figura 6.3 –Localizzazione dei punti vista selezionati

Di seguito vengono riportate le fotosimulazioni relative ai punti di vista selezionati.



Figura 6.4 –Punto di vista 1 – stato di fatto



Figura 6.5 –Punto di vista 1 – progetto



Figura 6.6 –Punto di vista 2 – stato di fatto



Figura 6.7 –Punto di vista 2 – progetto



Figura 6.8 –Punto di vista 3 – stato di fatto



Figura 6.9 –Punto di vista 3 – progetto

6.5.2.1 I risultati ottenuti

Le nuove opere in progetto saranno inserite in contesto industriale e non andranno a modificare significativamente lo skyline e il paesaggio percepito poiché saranno assorbiti e/o associati ad altri elementi già esistenti e assimilabili nel bagaglio culturale e percettivo del potenziale osservatore.

Per ciò che concerne la fase di esercizio dell'impianto, dall'analisi delle simulazioni effettuate, tenendo conto dei punti di vista sopra menzionati e descritti, risulta che le previste modifiche, date le caratteristiche dell'intervento, non comportano una significativa variazione della connotazione paesaggistica di fondo della zona, poiché gli impatti avranno BASSA entità.

Le interazioni con l'aspetto visivo-paesaggistico in fase di cantiere, in funzione prevalentemente della durata del cantiere, possono essere considerati di MEDIA entità ma completamente REVERSIBILI ad ultimazione dei lavori.

6.6 Rumore e vibrazioni

6.6.1 Caratterizzazione della componente

Gli interventi sono concentrati nel territorio comunale di Sassari; immediatamente ad Est delle aree interessate dal progetto, si trova il confine con Porto Torres. Il Comune di Sassari si è dotato di un Piano di classificazione acustica la cui bozza è stata approvata in prima lettura dal Consiglio comunale, ma attualmente il suo iter di approvazione definitiva è sospeso, in attesa del nuovo Piano Urbanistico Comunale. La zona industriale di Fiume Santo, a cui fanno capo la centrale termoelettrica E.On, la stazione Terna SA.PE.I. è stata inserita in classe VI "Aree esclusivamente industriali", mentre al territorio comunale verso l'entroterra è stata assegnata la classe III "Aree di tipo misto", con l'interposizione di fasce cuscinetto in classe V e IV, assegnate scalarmente. Il comune di Porto Torres non dispone del Piano di Classificazione acustica del proprio territorio ai sensi del DPCM 14/11/97.

La rumorosità ambientale del sito è caratterizzata dalla presenza di più sorgenti sonore, tra cui, principalmente, la centrale termoelettrica E.On, la stazione elettrica Terna, la centrale Alta Nurra di Enel Green Power dotata di aerogeneratori e di un impianto fotovoltaico, il traffico veicolare lungo la SP 27, una importante area estrattiva di materiali per uso civile nei pressi in località Cazza Larga, ecc.

Verificata la sostanziale assenza di ricettori abitativi nell'immediato intorno delle aree di intervento, non è stata eseguita una campagna di misura specifica sul sito; un quadro orientativo del clima acustico del sito è stato però ricavato dai dati reperiti in rete. Presso l'unico corpo ricettore presente nella zona, costituito da alcuni fabbricati in località Cazza Larga, che distano però circa 2 km dal sito di intervento, sono stati rilevati valori del

livello equivalente sul tempo di riferimento ($L_{Aeq,TR}$) pari a circa 47 dB(A) in periodo diurno e a circa 45 dB(A) in periodo notturno.

6.6.2 Valutazione degli impatti potenziali sulla componente

6.6.2.1 Impatti connessi alla fase di esercizio

In condizioni di esercizio, l'impatto acustico delle nuove opere sarà dovuto al funzionamento dell'impianto di trattamento dell'acqua di falda e ad alcune piccole pompe centrifughe asservite ai pozzi. L'impianto di trattamento dispone di alcuni gruppi di pompaggio per la movimentazione dei fluidi che saranno dislocati vicino ai rispettivi serbatoi; alcuni di questi gruppi saranno dislocati all'interno di fabbricati. Si tratta di pompe centrifughe tipiche degli impianti di processo, con caratteristiche tali da non ingenerare elevati livelli di rumorosità, come verificato su installazioni similari a quella in progetto. Le pompe asservite ai pozzi saranno in parte esterne, ma anche per queste, sulla base delle loro dimensioni e caratteristiche meccaniche, si ritiene del tutto trascurabile la loro rumorosità a distanza. Per tali motivi, l'impatto acustico verso l'ambiente esterno in fase di esercizio risulterà del tutto trascurabile; l'opera in se stessa, non potrà arrecare quindi disturbi particolari a distanza.

6.6.2.2 Impatti connessi alla fase di cantiere

In fase di cantiere, il rumore sarà generato prevalentemente dai macchinari utilizzati per le diverse attività di costruzione, oltre che dal traffico di veicoli pesanti per il trasporto dei materiali e di veicoli leggeri per il trasporto delle maestranze. La sua intensità dipende quindi sia dal momento della giornata considerata, sia dalla fase realizzativa in cui il cantiere si trova. I lavori saranno suddivisi in "partite" parzialmente sovrapposte: partita 1 (Barriera fisica), partita 2 (Barriera idraulica), partita 3 (Trincea drenante superficiale), ecc. Tutte le partite saranno eseguite operando con singolo turno di lavoro.

Ai fini della valutazione dell'impatto, sulla base del cronoprogramma di progetto, è stato selezionato un intervallo temporale in cui si avrà la sovrapposizione di diverse fasi lavorative "lato fiume", che potranno avere potenzialmente un maggiore impatto verso l'entroterra, in quanto meno schermate rispetto alle altre e rispetto a tutte quelle "lato mare". Nel corso della fase identificata avranno luogo contemporaneamente attività di realizzazione sia del barrieramento fisico che idraulico.

La rumorosità prodotta a distanza dalle attività selezionate è stata ottenuta mediante una simulazione previsionale del rumore; il calcolo è stato eseguito su uno scenario tridimensionale ricavato dalla cartografia digitale del sito e dalla documentazione progettuale. La simulazione è stata effettuata utilizzando il software previsionale SoundPLAN, con applicazione dell'algoritmo di calcolo di cui alla norma ISO 9613-2. Il

livello di potenza sonora attribuito ai principali macchinari di cantiere nel modello previsionale è stato ricavato, in larga parte, dalla documentazione fornita dai produttori delle attrezzature segnalate dai progettisti e da banche dati ampiamente utilizzate per le valutazioni previsionali d'impatto acustico dei cantieri edili in ambito nazionale. Tutti i macchinari, considerati in funzione contemporaneamente, sono stati rappresentati mediante sorgenti puntuali.

Sono state assunte alcune ipotesi conservative: per alcuni macchinari, tra l'altro quelli più rumorosi è stato utilizzato nella modellazione il livello di potenza sonora garantito, che risulta superiore di 2÷3 dB rispetto a quello misurato sperimentalmente; tale dato tiene conto, su base statistica, della possibile variabilità dell'emissione sonora del macchinario rispetto all'esemplare testato. Inoltre le lavorazioni presso la barriera idraulica, svolte contemporaneamente da due perforatrici, sono state localizzate presso i pozzi, che, tra quelli previsti dal cronoprogramma per l'intervallo temporale considerato, risultano più lontani dalla costa nella direzione dell'entroterra e quindi potenzialmente più impattanti.

I livelli calcolati sono rappresentativi del solo intervallo lavorativo e non tengono conto delle fasi di inattività del cantiere nell'arco del TR diurno (ore 06-22); ai fini della valutazione dei limiti di immissione essi sono quindi da intendersi come cautelativi.

Durante la fase di realizzazione dell'intervento, nell'area vi sarà un aumento del traffico veicolare dovuto agli automezzi in arrivo e in partenza dall'area di cantiere, destinati all'alienazione dei rifiuti solidi e liquidi prodotti, nonché all'approvvigionamento del materiale necessario alla realizzazione delle opere a progetto. Un ulteriore contributo, del tutto marginale, visto il numero massimo presunto di lavoratori, è associato al trasporto delle maestranze. Per quanto riguarda il trasporto dei materiali in ingresso e in uscita dal cantiere, noti i volumi complessivamente previsti a progetto, la durata delle attività in base al cronoprogramma e l'organizzazione su di un singolo turno lavorativo, si è valutato un flusso medio di mezzi in ingresso e in uscita dal cantiere di circa 5 veicoli al giorno. Il contributo del traffico indotto dalle attività di barrieramento all'inquinamento acustico della zona è quindi molto limitato, tale da non avere alcuna incidenza sugli attuali flussi veicolari e conseguentemente sulla rumorosità da traffico ad oggi presente.

Verificata la sostanziale assenza di ricettori abitativi nell'immediato intorno delle aree di intervento, si conferma la compatibilità del progetto con i limiti transitori di accettabilità di cui all'art.6, comma 1 del DPCM 01/03/91 da applicare, ai sensi dell'art.8 del DPCM 14/11/97, in carenza del provvedimento di zonizzazione acustica comunale, anche con l'ipotesi conservativa di funzionamento continuo del macchinario su tutto il tempo di riferimento. Il limite di accettabilità diurno, pari a 70 dB per le aree classificabili come "tutto il territorio nazionale", identico al limite diurno per le "zone esclusivamente industriali", sarà verificato già a poche decine di metri dalle aree di lavoro, in una zona

peraltro priva di ricettori assimilabili ad "ambiente abitativo" ai sensi della Legge Quadro. Presso l'unico corpo ricettore presente nella zona, costituito dai fabbricati in località Cazza Larga, la simulazione prevede un livello sonoro leggermente superiore a 36 dB(A) sul TR diurno (ore 22.00-06.00), assolutamente trascurabile rispetto al livello attuale rilevato sperimentalmente, di oltre 10 dB superiore.

Nessuna implicazione si avrà invece in merito al tempo di riferimento notturno (ore 22.00-06.00), in quanto non sono previste lavorazioni in tale orario.

Trattandosi in ogni caso di attività rumorosa a carattere temporaneo, in presenza di specifiche lavorazioni particolarmente rumorose, temporalmente circoscritte e ad oggi non prevedibili, potrà essere utilizzato lo strumento dell'autorizzazione in deroga (art. 6, comma 1, lett. h., della legge n. 447/1995, e s.m.i., D.G.R. n. 30/9 del 08/07/2005), da richiedere presso gli uffici comunali competenti.

Le azioni di mitigazione del rumore indotto in fase di cantiere sono innanzitutto di carattere tecnico, ossia l'utilizzo di macchinari conformi alla direttiva europea sull'emissione sonora dei macchinari ed il mantenimento nel tempo dei livelli garantiti, ma anche di tipo gestionale, come la pianificazione degli interventi per limitare la sovrapposizione di lavorazioni impattanti, l'ottimizzazione del trasporto di materiali o dell'uso dell'elicottero per la tesatura. In ogni caso le attività di cantiere saranno limitate al periodo diurno, nel corso del normale orario lavorativo.

7 COME SARANNO MITIGATI GLI IMPATTI

7.1 Mitigazioni

Sulla base di quanto riportato nel capitolo descrittivo del Progetto, l'intervento di bonifica è stato realizzato tenendo conto delle diverse possibili misure di ottimizzazione ambientale, sia per quanto riguarda i componenti dell'impianto, sia per quanto riguarda le modalità di realizzazione. Tali misure permettono di ridurre gli impatti generati dal progetto stesso sulle diverse componenti ambientali interferite, come esposto nei seguenti paragrafi.

7.1.1 *Atmosfera e qualità dell'aria*

Durante la fase di cantiere saranno adottate buone pratiche comportamentali di esecuzione e azioni di mitigazione che consentiranno una notevole riduzione delle quantità di polvere generate.

Per limitare lo sviluppo e la propagazione di tale materiale polverulento durante la fase di cantiere, si dovrà ricorrere a modalità operative idonee, correlate con le necessità, quali:

- bagnatura con acqua dei cumuli di materiali inerti polverulenti trasportati e stoccati, delle superfici interessate dalle aree e dalle piste di cantiere e delle ruote dei mezzi e macchinari impiegati;
- limitazione della velocità dei mezzi operanti in cantiere (velocità massima consigliata 10 km/h);
- protezione del materiale inerte polverulento durante il trasporto con idonea copertura;
- utilizzo dei mezzi/attrezzature di cantiere per il tempo strettamente necessario allo svolgimento delle attività di scavo e riporto;
- riduzione ed eventuale interruzione, delle operazioni di movimento del materiale polverulento in presenza di forte vento.

7.1.2 *Ambiente idrico*

Durante la fase di cantiere saranno applicate le opportune misure atte ad evitare eventuali contaminazioni accidentali del Fiume Santo, soprattutto per effetto del dilavamento superficiale.

L'area di intervento di progetto sarà dotata di una rete di drenaggio delle acque reflue con raccolta delle stesse e loro relativo trattamento prima di essere allontanate e scaricate nel reticolo idrografico superficiale.

Anche le acque meteoriche di drenaggio, dilavamento, lavaggio autocarri delle aree di deposito temporaneo confluiranno in un pozzetto di raccolta, dal quale, previa analisi chimica, saranno prelevate mediante autospurgo e accumulate nei serbatoi di stoccaggio

e quindi, previa omologazione, conferite ad idoneo impianto di trattamento o conferite direttamente ad idoneo impianto autorizzato.

Per minimizzare le interferenze con le acque del Fiume Santo, durante la realizzazione del nuovo alveo si opererà con il mezzo di scavo direttamente dalla strada sterrata attuale, ricavando la nuova sede del fiume, senza occupazione dell'attuale alveo. Successivamente si infiggerà una palancola allo scopo di proteggere dall'erosione il piede della scarpata.

7.1.3 Suolo e sottosuolo

Al fine di ridurre la quantità rifiuti derivanti dall'attività di scavo per la realizzazione del barrieramento e da smaltire in apposite discariche autorizzate, laddove possibile, sarà data preferenza al recupero dei rifiuti per i quali tale pratica è ammessa, ad eccezione di quelli per i quali tale destinazione finale non sia tecnologicamente/economicamente sostenibile. Il test di cessione finalizzato al recupero dei rifiuti sarà eseguito in conformità a quanto previsto dal D.M. 05/02/1998 e s. m. i.

7.1.4 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

Gli accorgimenti in fase di cantiere riguarderanno innanzi tutto la gestione del cantiere stesso con l'allontanamento dei rifiuti prodotti e il loro smaltimento in accordo con la normativa vigente. Il passaggio degli automezzi su strade non asfaltate sarà effettuato a velocità ridotta e, in caso di strade particolarmente polverose, sarà necessario provvedere alla loro bagnatura.

7.1.5 Rumore

Saranno adottati particolari accorgimenti, sia di tipo tecnico che gestionale, per ridurre l'impatto acustico in fase di cantiere.

Sarà richiesto alle ditte appaltatrici l'utilizzo di macchine ed impianti conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale (D.Lgs. n. 262 del 04/09/2002 "*Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto*" come modificato dal Decreto 24 Luglio 2006). Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa nazionale vigente, dovranno comunque essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso (carterature, oculati posizionamenti dei mezzi nel cantiere, ecc.) e dovranno essere attuati gli interventi manutentivi previsti.

L'operatività del cantiere sarà ristretta alle fasce orarie stabilite all'interno del normale orario lavorativo in periodo diurno dei giorni feriali.

Verranno evitate sovrapposizioni di attività rumorose, sarà ottimizzato il numero di trasporti previsti dei mezzi pesanti.

Qualora, in presenza di particolari situazioni non prevedibili si rendessero necessari ulteriori interventi mitigativi, potranno essere utilizzate barriere fonoisolanti mobili in prossimità dei corpi ricettori o a ridosso delle sorgenti.

7.2 Monitoraggi

7.2.1 Monitoraggio degli interventi di bonifica

7.2.1.1 Monitoraggio qualitativo

Il monitoraggio qualitativo delle acque sarà finalizzato a verificare l'efficacia dell'azione di intercettazione operata dalle barriere idrauliche e l'assenza di superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) dei parametri di interesse e l'evoluzione del processo di bonifica.

Il monitoraggio sarà eseguito in corrispondenza dei piezometri esistenti e di nuova realizzazione (localizzati nell'area di intervento e nell'area vasta) e di alcuni pozzi delle barriere di emungimento (indicativamente almeno 4 pozzi per ciascuna falda e per ciascun ramo di intervento).

La frequenza dei controlli sarà mensile per il primo anno di esercizio delle barriere e successivamente trimestrale.

L'attività di monitoraggio includerà il prelievo di campioni di acqua da sottoporre ad analisi chimica quantitativa di laboratorio.

Il prelievo dai piezometri sarà eseguito mediante idonee pompe di campionamento. Il prelievo dai pozzi delle barriere idrauliche sarà eseguito dalle tubazioni di mandata dei singoli pozzi.

Le analisi chimiche riguarderanno i composti organici di origine antropica individuati attraverso le indagini pregresse, rappresentati dai Composti Clorurati: Tricloroetano, Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1 Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene (PCE), 1,1,2-Tricloroetano, Tribromometano (bromofornio).

7.2.1.2 Monitoraggio quantitativo

Il monitoraggio quantitativo sarà finalizzato a verificare l'effetto idraulico indotto dalle barriere sui corpi idrici sotterranei (pseudo-falda superficiale e falda carbonatica).

Il monitoraggio consisterà nella misura dei livelli piezometrici per mezzo dei trasduttori di pressione installati nei piezometri esistenti e di nuova realizzazione (localizzati nell'area di intervento e nell'area vasta) e nei pozzi di emungimento e di immissione.

Con cadenza trimestrale sarà effettuata una misura manuale per la verifica dei dati acquisiti con i sistemi automatici.

7.2.2 Monitoraggio e controllo dell'impianto di trattamento delle acque

Durante l'esercizio dell'impianto di trattamento delle acque si effettuerà un controllo chimico ufficiale con frequenza quindicinale sia delle acque scaricate nel corpo recettore sia delle acque reimmesse in falda. Su entrambe le destinazioni finali (scarico nel corpo recettore e reimmissione in falda) potrebbe essere installato un campionatore automatico programmato per prelevare una aliquota con frequenza oraria e preparare un campione medio composito sull'arco temporale indicato. Un ulteriore campionatore automatico potrebbe essere installato sulla linea dell'acqua inviata al primo trattamento.

Tutte le vasche saranno attrezzate con indicatori di livello per la gestione dei flussi di acqua e con prese campione per la caratterizzazione, se richiesto, di ogni singolo batch di acqua processata dall'impianto. Parimenti, tutti i filtri saranno attrezzati con prese campione in ingresso e in uscita per una caratterizzazione puntuale dell'efficienza di ciascun filtro.

L'impianto sarà dotato di un proprio quadro elettrico alimentato da una cabina di trasformazione di Terna e di un quadro di comando e controllo. Entrambi saranno installati in un container prefabbricato. L'impianto è caratterizzato da un elevato grado di automazione.

8 CONCLUSIONI

Il progetto oggetto del presente studio riguarda un intervento di bonifica della falda mediante barrieramento fisico-idraulico nell'area della stazione elettrica di conversione SA.PE.I., in comune e provincia di Sassari (Sardegna), inclusa nel Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Porto Torres.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di opere di barrieramento fisico-idraulico nella pseudo-falda superficiale, costituite da diaframmi e trincee drenanti, oltre che di opere di barrieramento idraulico nella falda carbonatica profonda, costituite da pozzi di emungimento e di immissione. Il progetto prevede che le acque emunte siano sottoposte a trattamento in sito e in parte riutilizzate nell'ambito del processo di bonifica per la reimmissione in falda.

L'analisi della programmazione e pianificazione vigente ha messo in evidenza come gli interventi proposti non interferiscano con vincoli programmatici o ambientali di livello Regionale, Provinciale o locale. In particolare, si rileva che, seppur non previsto nell'ambito del Piano Regionale delle Bonifiche 2003, l'intervento di bonifica delle acque di falda della Stazione Elettrica Terna e dell'Area Stazione di Conversione SA.PE.I. di Fiume Santo, è compreso nell'anagrafica dei siti contaminati in continuo aggiornamento a cura degli uffici regionali.

La maggior parte degli impatti negativi dovuti agli interventi si esplicano durante la fase di cantiere, sia di costruzione, sia di dismissione. Durante la fase di esercizio, infatti, gli impatti sulle componenti risultano in genere nulli o trascurabili e, per l'ambiente idrico e la vegetazione, positivi; risulta negativo, anche se di entità bassa, l'impatto sul paesaggio.

Si può infine ritenere la soluzione solo idraulica preferibile a quella fisico-idraulica anche nella fase di fine esercizio per la considerevolmente ridotta entità, durata ed onerosità delle attività di smantellamento. Si consideri che la dismissione del barrieramento fisico-idraulico, anche successivamente al raggiungimento degli obiettivi di bonifica, costituisce attività imprescindibile per evitare il perpetuo emungimento dell'acqua e che l'accumulo di questa nell'area antistante il barrieramento pregiudichi le caratteristiche geotecniche del suolo, con potenziali danni alle strutture soprastanti, e crei l'allagamento dell'area stessa.

Sulla base dei risultati ottenuti si può quindi affermare che, durante la fase di cantiere, sia di costruzione, sia di dismissione, le componenti ambientali interferite potranno subire modifiche significative a seguito della realizzazione delle opere di bonifica della falda, ad esclusione delle componenti ambientali Atmosfera e Rumore.

L'intervento previsto ha come scopo quello di bonificare le acque di falda, nel complesso, quindi, durante la fase di esercizio, il progetto apporterà un miglioramento delle condizioni di qualità dell'ambito idrico del contesto.