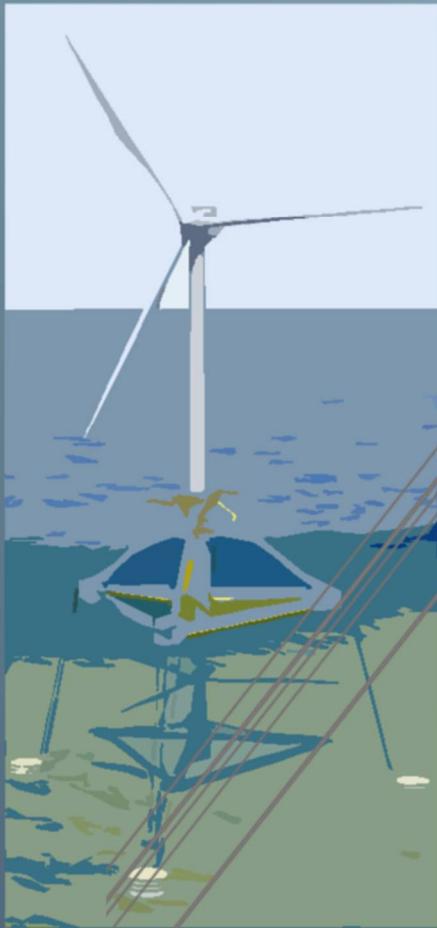




Ichnusa wind power srl

Progetto Definitivo

**PARCO EOLICO FLOTTANTE
NEL MARE DI SARDEGNA
SUD OCCIDENTALE**



**Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica**

Ministero della Cultura

**Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti**

*Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale
ex D.lgs. 152/2006*

*Domanda di Autorizzazione Unica
ex D.lgs. 387/ 2003*

*Domanda di Concessione Demaniale Marittima
ex R.D. 327/1942*

SIN - PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Progetto
Dott. Ing. Luigi Severini
Ord. Ing. Prov. TA n.776

Elaborazioni
iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

YR13

C0421YR13SINCAR00a



00	Marzo 2023	Emesso per approvazione		
REV	DATA	DESCRIZIONE		

Codice:

C	0	4	2	1	Y	R	0	1	3	S	I	N	C	A	R	0	0	a	
NUM.COMM.	ANNO	COD.SET	NUM.ELAB.	DESCRIZIONE ELABORATO			REV.	R.I.											



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
I di VI

SOMMARIO

1.	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	1
2.	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4.	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO	6
4.1.	Geologia e geomorfologia.....	6
4.2.	Idrogeologia e Idrografia.....	8
4.3.	Breve analisi della vincolistica ambientale vigente	9
4.4.	Sito di Interesse Nazionale "Sulcis-Iglesiente-Guspinese"	11
5.	QUADRO AMBIENTALE DELL'AREA DI PROGETTO	13
5.1.	Evoluzione storica del sito e delle attività produttive	13
5.2.	Elenco delle campagne di campionamento e caratterizzazione	14
5.3.	Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese	16
5.3.1.	Suolo e sottosuolo.....	16
5.3.2.	Fondali marini	20
5.4.	Report di monitoraggio ambientale dell'anno 2014 svolto da ARPA Sardegna.....	24
5.5.	Attività di monitoraggio da ASL7/PMP di Portoscuso/ARPAS	27
5.6.	Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese	29
5.6.1.	Attività di caratterizzazione ambientale.....	32
5.6.2.	Attività di laboratorio e determinazione analitiche.....	32
5.6.3.	Risultati analitici	33
5.6.4.	Risultati delle analisi chimiche	33
5.6.5.	Riepilogo	35
5.7.	Interventi di Messa in Sicurezza e Bonifica in atto.....	36
6.	OPERE DEL PROGETTO	37
6.1.	Parte a mare	38
6.2.	Tipologia di posa mediante copertura	38
6.2.1.	Protezione con massi naturali – rockdumping.....	38
6.2.2.	Protezione con materassi in calcestruzzo.....	39
6.2.3.	Protezione con elementi tubolari modulari	40
6.3.	Misure di mitigazione della torbidità.....	41
6.4.	Proposta di installazione elettrodotto marino	42
6.4.1.	I materassi attivi filtranti zavorrati (MAFZ).....	43
6.5.	BAT per la ripiantumazione della Posidonia oceanica.....	45



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina II di VI

6.6.	Piano di campionamento a mare.....	49
6.6.1.	Area marina costiera	49
6.7.	Valutazione delle interferenze delle attività a mare sulle bonifiche programmate.....	50
6.8.	Parte a terra.....	50
6.8.1.	Punto di sbarco e di punto giunzione (TJB).....	51
6.8.2.	Elettrodotti interrati a 220kV e 380 kV	52
6.8.3.	Sottostazione elettrica di trasformazione, misura e consegna	55
6.8.4.	Ampliamento a 380kV nella stazione TERNA Sulcis	56
6.9.	Misure di compensazione: mascheramento a verde della sottostazione	57
6.9.1.	Elettrodotti aerei a 380kV.....	57
6.10.	Piano di caratterizzazione a terra	59
6.10.1.	Suolo e sottosuolo	59
6.10.2.	Acque sotterranee	61
6.11.	Valutazione delle interferenze sulle attività di bonifica a terra.....	62
7.	RISCHI PER LA SALUTE E VARIAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE	63
8.	CONCLUSIONI.....	65



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
III di VI

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Schema concettuale dell’impianto.....	1
Figura 4.1 – Foto satellitare con inquadramento del progetto e dell’area SIN.	6
Figura 4.2 - Stralcio Carta Litologica e perimetrazione area SIN a mare e a terra.	7
Figura 4.3 – Bacino Idrografico del Riu Flumentepido.....	9
Figura 4.4 - Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.....	11
Figura 5.1 – Stato delle procedure di bonifica dei terreni.....	15
Figura 5.2 - Stato delle procedure di bonifica delle falde.	15
Figura 5.3 – Distribuzione spaziale dei metalli nell’area di indagine.	20
Figura 5.4 – Stazioni di campionamento di sedimenti marini e carote.....	20
Figura 5.5 – Stato di contaminazione dell’area marina prospiciente al porto di Portoscuso in riferimento a indagini del 1997.....	24
Figura 5.6 – Postazione stazioni di prelievo dei suoli.....	25
Figura 5.7 – Concentrazione di Arsenico (As) negli 8 punti di prelievo.....	26
Figura 5.8 - Concentrazione di Cadmio (Cd) negli 8 punti di prelievo.....	26
Figura 5.9 – Concentrazione di Piombo (Pb) negli 8 punti di prelievo.....	27
Figura 5.10 – Concentrazione di Zinco (Zn) negli 8 punti di prelievo.....	27
Figura 5.11 – Distribuzione dei valori di pH nelle acque della falda superficiale in corrispondenza dell’area di studio.	28
Figura 5.12 – Distribuzione dei valori di concentrazione di fluoruri e Arsenico nelle acque della falda superficiale nell’area studio.....	29
Figura 5.13 – Ubicazione delle stazioni di campionamento.	31
Figura 5.14 – Ubicazione sondaggi arenile Portovesme.....	32
Figura 6.1 – Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.	37
Figura 6.2 – Tipico di posa dell’elettrodotto marino con protezione in massi naturali.	39
Figura 6.3 – Messa in posa di materasso mediante bilancino	39
Figura 6.4 – Tipico di posa dell’elettrodotto marino con protezione a materassi in cls.	40
Figura 6.5 – Esempio di posa con protezione a materassi in cls (rendering).....	40
Figura 6.6 – Tipico di posa dell’elettrodotto marino con protezione in elementi tubolari modulari.....	41
Figura 6.7 – Esempio di posa con protezione in elementi modulari tubolari.	41
Figura 6.8 – Panne di contenimento per evitare l’intorbidimento delle acque.	42
Figura 6.9 – Materasso reattivo filtrante con ripiantumazione di <i>Posidonia oceanica</i>	43
Figura 6.10 – MAFZ – Vista in pianta e sezione tipo.....	44
Figura 6.11 – Possibili tecniche di reimpianto delle talee di <i>Posidonia oceanica</i>	47



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
IV di VI

Figura 6.12 – Materasso munito di rete metallica esagonale a doppia torsione e geostuoia/biostuoia in filamento di polipropilene.....	48
Figura 6.13 – Ubicazione sondaggi lungo tracciato della coppia di elettrodotti marini.....	49
Figura 6.14 – Inquadramento delle opere all’interno del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.....	51
Figura 6.15 – Misure anti-intorbidimento per il confinamento delle aree di lavoro a mare.....	52
Figura 6.16 – Punto di giunzione a terra - TJB.	52
Figura 6.17 – Elettrodotti interrati 220kV (Onec) e 380 kV (Oncc). Modalità di posa.....	53
Figura 6.18 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.....	54
Figura 6.19 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea con terne accoppiate.....	55
Figura 6.20 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in controtubo con metodologia TOC.....	55
Figura 6.21 – Sottostazione di trasformazione e consegna e nuova sezione 380 kV della stazione RTN “Sulcis”.....	56
Figura 6.22 – Mascheramento a verde della sottostazione di trasformazione, misure e consegna.....	57
Figura 6.23 - Comuni percorsi dalla linea aerea.....	58
Figura 6.24 - Sostegno 380 kV semplice terna.....	58
Figura 6.25 – Punti di indagine Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV-380kV.....	59
Figura 6.26 – Punti di indagine Stazione TERNA Sulcis.....	60



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina V di VI

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 5-1 – Stato delle procedure per la bonifica.....	14
Tabella 5-2 – Principali superamenti dei limiti normativi a seguito delle indagini di monitoraggio del suolo e sottosuolo svolte nel 2014.....	25
Tabella 5-3 – Risultati acque sotterranee 2014.	29
Tabella 5-4 - Coordinate Geografiche delle stazioni di campionamento.	30
Tabella 6.1 – Procedure di campionamento in fase di progettazione secondo Allegato 2. D.P.R. 120/2017...	59
Tabella 6.2 – Set analitico minimale (Allegato 4 DPR 120/2017).....	61



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
VI di VI

INDICE DELLE VOCI

BAT	Best Available Techniques
BTEX	Solventi aromatici
CBRA	Cable Burial Risk Assessment
DLGS	Decreto Legislativo
DM	Decreto Ministeriale
DPR	Decreto del Presidente della Repubblica
FOS	Floating Offshore Substation
IBA	Important Bird Area
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici
MAFZ	Materassi attivi filtranti zavorrati
MAG	Magnetometer
MBES	Multibeam Echo Sounder
MISE	Messa in Sicurezza di Emergenza
MISP	Messa in Sicurezza Permanente
PAI	Piano di Assetto Idrogeologico
PCB	Policlorobifenili
PFAR	Piano Forestale Ambientale Regionale
PSFF	Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
ROV	Remote Operated Vehicle
SBP	Sub-bottom Profiler
SIA	Studio Di Impatto Ambientale
SIC	Sito di Interesse Comunitario
SIN	Sito di Interesse Nazionale
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SSS	Side Scan Sonar
TOC	Carbonio Organico Totale
WTG	Wind Turbine Generator



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
1 di 68

1. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'impianto di produzione eolica, a realizzarsi nel mare di Sardegna sud-occidentale nel settore geografico ovest-nord-ovest delle coste di Portoscuso e dell'isola di San Pietro, a oltre 35 km dalle più vicine coste sarde garantirà una potenza nominale massima pari a 504MW attraverso l'utilizzo di 42 aerogeneratori e 2 sottostazioni elettriche di trasformazione sostenuti da innovative fondazioni galleggianti.

L'impiego di questi sistemi consente l'installazione in aree marine profonde e molto distanti dalle coste, dove i venti sono più intensi e costanti e la percezione visiva dalla terraferma è estremamente ridotta, mitigando così gli impatti legati alle alterazioni del paesaggio tipici degli impianti realizzati sulla terraferma o in prossimità delle coste. La collocazione del parco, frutto di una approfondita conoscenza delle caratteristiche del sito, armonizza le risultanze di studi e consultazioni finalizzati alla migliore integrazione delle opere all'interno del contesto naturale e antropico pre-esistente.

L'opera in oggetto, nella sua completezza, si sviluppa secondo una componente a mare (sezione offshore), dedicata prevalentemente alla produzione di energia, ed una a terra (sezione onshore) destinata al suo trasporto e immissione nella rete elettrica nazionale.

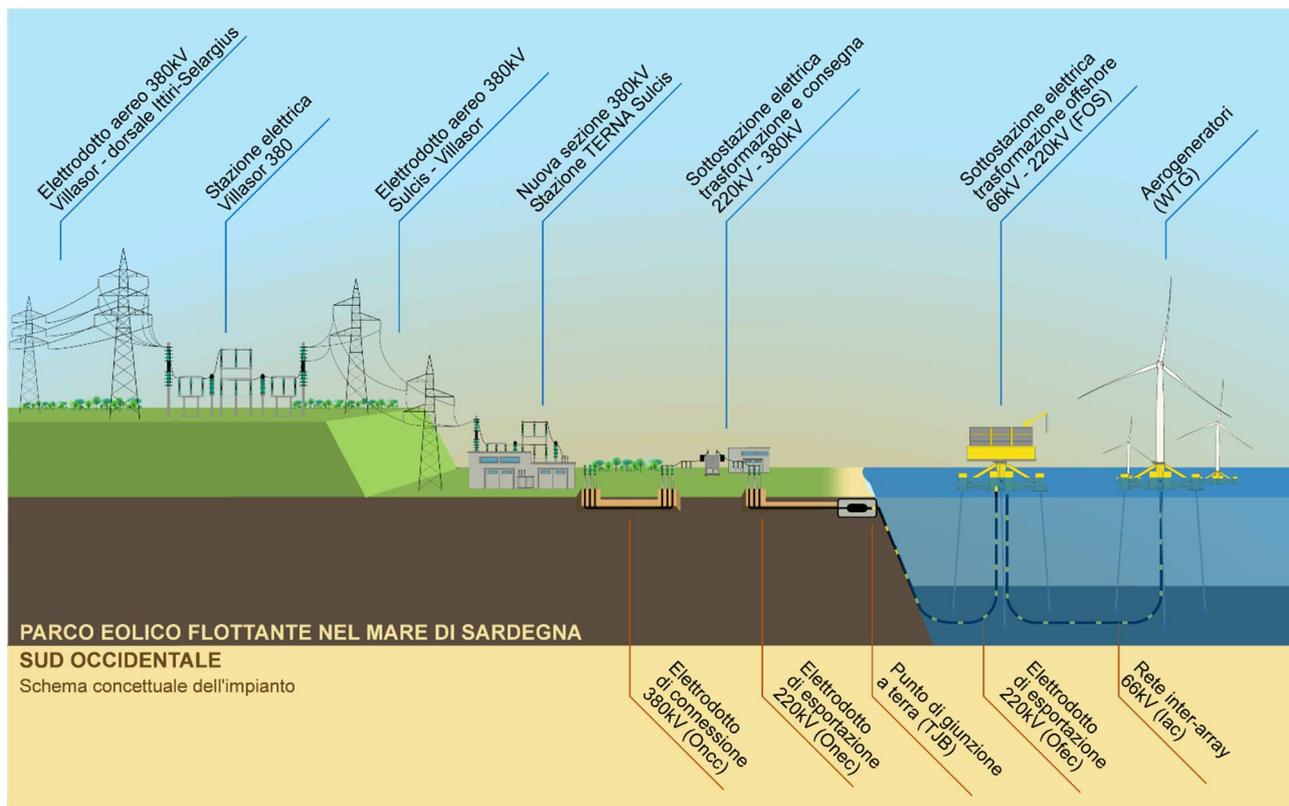


Figura 1.1 – Schema concettuale dell'impianto.

Elaborazione iLStudio.

Ciascun aerogeneratore (*Wind Turbine Generator* – WTG) sarà costituito da un rotore tripala con diametro fino a 255 m calettato su torre ad una quota sul livello medio mare fino a 155 m. L'energia elettrica prodotta dalle turbine alla tensione di 66 kV sarà collettata attraverso una rete di cavi marini inter-array (*Inter-array cable* - Iac) e convogliata verso due sottostazioni elettriche offshore galleggianti (*Floating Offshore Substation* - FOS) per l'elevazione di tensione al livello 220 kV. Il trasporto dell'energia verso la terraferma avverrà con un elettrodotto di esportazione sottomarino (*Offshore export cable* - Ofec) fino ad un punto di giunzione a terra (*Transition Junction Bay* - TJB). L'energia sarà quindi trasportata, mediante elettrodotto di esportazione interrato (*Onshore export cable* - Onec), presso una sottostazione elettrica di trasformazione e consegna in



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:

C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:

Marzo 2023

Pagina

2 di 68

località Portovesme, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 220kV a 380kV. Da qui, un breve elettrodotto interrato di connessione (*Onshore connection cable* - Oncc), permetterà il collegamento alla nuova sezione a 380kV all'interno della esistente stazione TERNA Sulcis.

Il progetto comprende la sostituzione dell'esistente elettrodotto aereo a 220 kV "Sulcis-Villasor" attraverso la costruzione di un nuovo elettrodotto a 380 kV che, seguendo il tracciato della linea esistente, unirà le stazioni di "Sulcis" e la nuova stazione elettrica Villasor 380 e raccorderà questa alla dorsale regionale 380 kV Ittiri-Selargius. Gli interventi di riqualificazione e ammodernamento della linea, oltre a consentire l'immissione in rete dell'energia prodotta dal parco, costituiranno anche una opportunità per ulteriori iniziative di produzione di energia da fonte rinnovabile, nonché il miglioramento dei servizi elettrici al territorio del Sulcis aumentandone l'efficienza e la fruibilità.

Infine, si evidenzia che l'opera in esame ricade parzialmente all'interno del Sito di Interesse Nazionale (SIN) "Sulcis Iglesias Guspinese".



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 3 di 68

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il sistema di collegamento elettrico tra il parco eolico offshore e la Rete Terna Nazionale, nella sua sezione marina costiera e per i primi km del suo percorso a terra ricade all'interno del Sito di Interesse Nazionale (SIN) del "Sulcis-Iglesiente-Guspinese". Pertanto, lo scopo del presente documento consiste, ai sensi dell'art. 242-ter del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 (Testo Unico Ambientale):

- nell'analizzare i dati di caratterizzazione dell'area già presenti e consultabili;
- nel relazionare circa le attività progettuali necessarie all'installazione delle opere di progetto;
- nella definizione della non interferenza delle stesse con il sedimento marino e terrestre inquinato ed eventuale interferenza con operazioni di bonifica a farsi.

Inoltre, uno specifico capitolo riporterà:

- la proposta di piano di caratterizzazione necessario per le opere di progetto e
- analizzerà le misure di mitigazione e di compensazione proposte.

Di seguito si riporta l'art. 242-ter comma 1 del suddetto decreto:

"1. nei siti oggetto di bonifica, inclusi i siti di interesse nazionale, possono essere realizzati i progetti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, (...) nonché opere lineari necessarie per l'esercizio di impianti e forniture di servizi e, più in generale, altre opere lineari di pubblico interesse, di sistemazione idraulica, di mitigazione del rischio idraulico, opere per la realizzazione di impianti per la produzione energetica da fonti rinnovabili e di sistemi di accumulo, esclusi gli impianti termoelettrici, fatti salvi i casi di riconversione da un combustibile fossile ad altra fonte meno inquinante o qualora l'installazione comporti una riduzione degli impatti ambientali rispetto all'assetto esistente, opere con le medesime connesse, infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, nonché le tipologie di opere e interventi individuati con il decreto del Presidente del Consiglio dei ministri di cui all'articolo 7-bis, a condizione che detti interventi e opere siano realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudichino né interferiscano con l'esecuzione e il completamento della bonifica, né determinino rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area nel rispetto del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81"

La valutazione del rispetto delle condizioni del comma 1, nell'ambito della procedura di valutazione di impatto ambientale, è effettuata da parte dell'autorità competente ai sensi del Titolo V, Parte quarta, del Testo Unico Ambientale.

Il comma 4 dell'art. 242-ter del D.lgs. 152/2006 afferma che:

"Ai fini del rispetto delle condizioni previste dal comma 1, anche nelle more dell'attuazione del comma 3, sono rispettate le seguenti procedure e modalità di caratterizzazione, scavo e gestione dei terreni movimentati:

a) nel caso in cui non sia stata ancora realizzata la caratterizzazione dell'area oggetto dell'intervento ai sensi dell'articolo 242, il soggetto proponente accerta lo stato di potenziale contaminazione del sito mediante un Piano di indagini preliminari. Il Piano, comprensivo della lista degli analiti da ricercare, è concordato con l'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente che si pronuncia entro e non oltre il termine di trenta giorni dalla richiesta del proponente, eventualmente stabilendo particolari prescrizioni in relazione alla specificità del sito. In caso di mancata pronuncia nei termini da parte dell'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente, il Piano di indagini preliminari è concordato con l'ISPRA che si pronuncia entro i quindici giorni successivi su segnalazione del proponente. Il proponente, trenta giorni prima dell'avvio delle attività d'indagine, trasmette agli enti interessati il piano con la data di inizio delle operazioni. Qualora l'indagine preliminare accerti l'avvenuto superamento delle CSC anche per un solo parametro, il soggetto proponente ne dà immediata comunicazione con le forme e le modalità di cui all'articolo 245, comma 2, con la descrizione delle misure di prevenzione e di messa in sicurezza di emergenza adottate;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 4 di 68

b) in presenza di attività di messa in sicurezza operativa già in essere, il proponente può avviare la realizzazione degli interventi e delle opere di cui al comma 1 previa comunicazione all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente da effettuarsi con almeno quindici giorni di anticipo rispetto all'avvio delle opere. Al termine dei lavori, l'interessato assicura il ripristino delle opere di messa in sicurezza operativa;

c) le attività di scavo sono effettuate con le precauzioni necessarie a non aumentare i livelli di inquinamento delle matrici ambientali interessate e, in particolare, delle acque sotterranee. Le eventuali fonti attive di contaminazione, quali rifiuti o prodotto libero, rilevate nel corso delle attività di scavo, sono rimosse e gestite nel rispetto delle norme in materia di gestione rifiuti. I terreni e i materiali provenienti dallo scavo sono gestiti nel rispetto del decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120".

Secondo l'art. 25 del DPR 120/2017, per le attività di scavo da realizzare nei siti oggetto di bonifica già caratterizzati ai sensi dell'articolo 242 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, deve essere analizzato un numero significativo di campioni di suolo insaturo prelevati da stazioni di misura rappresentative dell'estensione dell'opera e del quadro ambientale conoscitivo.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 5 di 68

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi presi in considerazione in materia di opere ricadenti in aree contaminate oggetto di bonifica sono i seguenti:

- Titolo V della Parte Quarta del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, Testo Unico Ambientale (Bonifica dei siti contaminati);
- Decreto della Direzione Generale per il Risanamento Ambientale n. 46 del 2021;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120, regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo. Il Titolo V tratta la gestione in aree oggetto di bonifica;
- Art. 36-bis della Legge 07/08/2012 n134 Razionalizzazione dei criteri di individuazione di siti di interesse nazionale;
- DM 468/2001 "Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale" (SO 10 GU 13 del 16/01/2002);
- DM 12/03/2003 "Perimetrazione del sito di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese" (SO 83 GU 121 del 27/05/2003);
- Deliberazione Giunta Regione Sardegna n. 27/13 del 01/06/2011 (BURAS 05/07/2011);
- DM 28/10/2016 (GU 267 del 15/11/2016) "Ridefinizione della perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale «Sulcis - Iglesiente – Guspinese»".

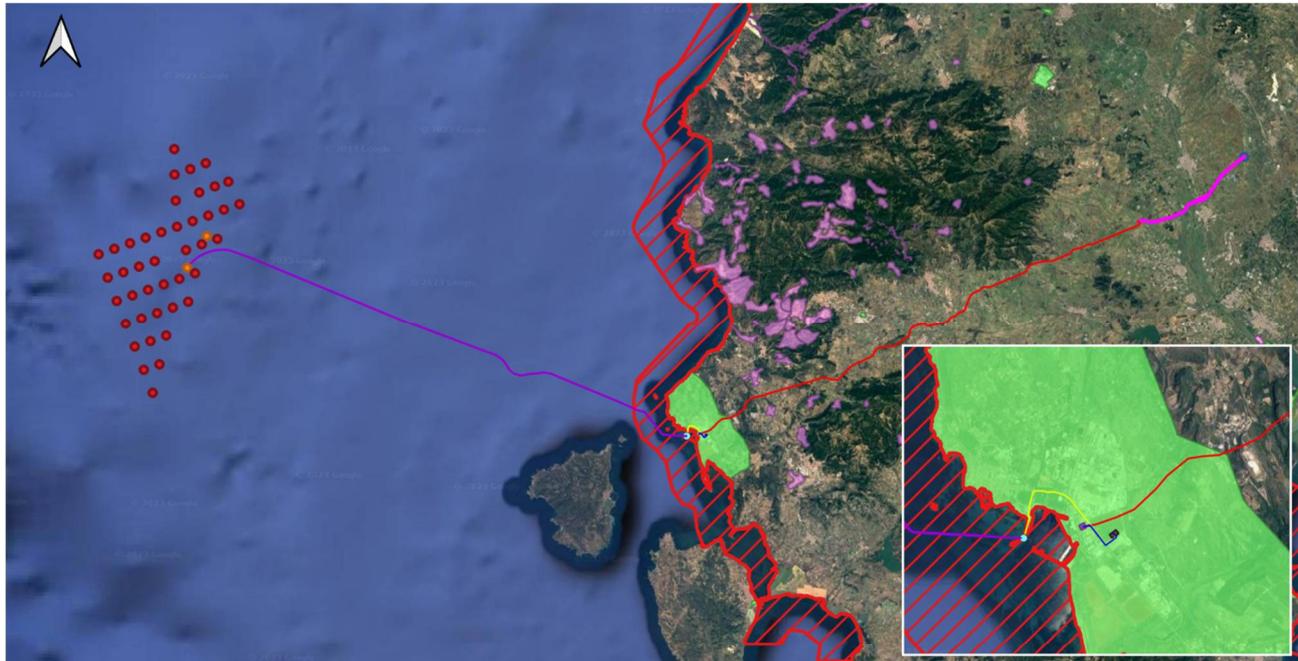


Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

4. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO

Il progetto proposto nell'area sud occidentale della Sardegna, comunemente denominata "Sulcis-Iglesiente", è caratterizzato da una sezione a mare e una a terra (Figura 4.1).



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Inquadramento Area SIN: Foto satellitare.
Elaborazione iLStudio

0 5 km

LEGENDA

Impianto Eolico

- WTG
- FOS
- Elettrodotto Marino 220kV
- Punto di Giunzione
- Elettrodotto Interrato 220kV

- Sottostazione di Trasformazione e Consegna
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Nuova Sezione TERNA Sulcis
- Elettrodotto Aereo 380kV ST
- Stazione Villasor 380

- Elettrodotto Aereo 380kV DT
- Intersezione Ittiri Selargius

SIN

- Area SIN Mineraria
- Area SIN Marina
- Area SIN Terra

Figura 4.1 – Foto satellitare con inquadramento del progetto e dell'area SIN.

Elaborazione iLStudio.

La macro-area possiede una notevole ricchezza in termini naturalistici e paesaggistici riconducibile alla presenza di ambienti ed ecosistemi di pregio in grado di ospitare numerose specie faunistiche e floristiche. Allo stesso tempo l'area è notoriamente contraddistinta da una forte antropizzazione dovuta alla storica presenza di realtà industriali ed estrattive che hanno determinato l'inserimento della fascia costiera marina e dell'entroterra come Sito di Interesse Nazionale (SIN).

4.1. Geologia e geomorfologia

L'area marina del Sito di Interesse Nazionale (SIN) del "Sulcis-Iglesiente-Guspinese" ricade in una porzione della piattaforma continentale della Sardegna occidentale, caratterizzata da una morfologia variabile di alti tettonici e trincee parallele alla costa, con occasionale affioramento roccioso.

Sulla base dei dati acquisiti durante alcuni progetti di ricerca, sono stati individuati sui fondali in studio i caratteri stratigrafici della sequenza superiore del Miocene e in cui le parti inferiori possono essere costituite da unità continentali e litorali o dal basamento sottostante. Inoltre, dalle indagini condotte è stato possibile riconoscere che i blocchi tettonici relativi al basamento litoide sono stati ampiamente coperti dalla successione turbiditica del Miocene, che continua fino alla pianura batiale chiamata Miocene infrasalino. Diversamente, la porzione



Ichnuza wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

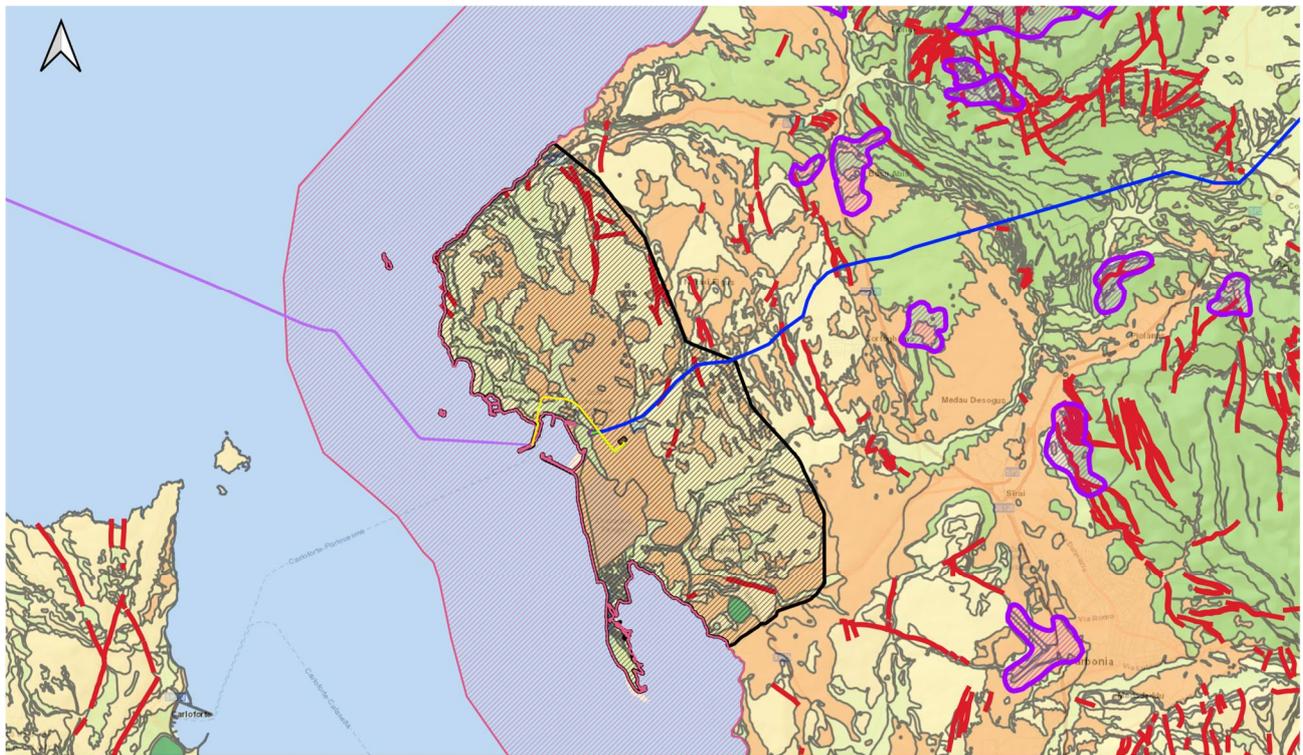
Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
7 di 68

dell'area SIN ricadente su terra ferma è situata nella parte occidentale del bacino del Sulcis ed è caratterizzata da una potente successione vulcanica di età oligo-miocenica e da una successione di sedimenti quaternari prevalentemente costituiti da alluvioni terrazzate ed attuali, e da depositi eolici wurmiani ed attuali.

All'interno del settore oggetto di intervento e a seguito del rilevamento geologico eseguito, si ipotizza la seguente successione lito-stratigrafica. Dall'alto verso il basso, abbiamo:

- coltre superficiale: costituita da terreno vegetale, presenta uno spessore in media pari a 1.00 m;
- litofacies nel Subsistema di Portoscuso (sistema di Portovesme). Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. Pleistocene sup.;
- rioliti di nuraxi ("Lipariti t4" Auct.). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riolitico, con cristalli liberi di PI (con orlo di Sa), Sa, scarsi Opx, Cpx, Mag, di colore variabile da grigio ceruleo a bruno violaceo. Laghiano.
- formazione del Cixerri. Argille siltose di colore rossastro, arenarie quarzoso feldspatiche in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati. eocene medio-oligocene.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Carta litologica e area di intervento con Area SIN
Elaborazione iLStudio.

0 0,1 0,2 m

LEGENDA

Parco eolico

- Elettrodotto Marino 220kV
- Elettrodotto Interrato
- Sottostazione Trasformazione e Consegna
- Nuova Sezione TERNA Sulcis
- Elettrodotto Aereo

SIN Portoscuso

- SIN Portoscuso

■ SIN Marine

■ SIN Minerarie

Geologia Lineare

— Geologia Lineare

Geologia Areale

■ Depositi Olocenici dell' Area Continentale

■ Depositi Pleistocenici dell' Area Continentale

■ Gruppo di Monte Sirai

■ Sedimenti Alluvionali

■ Sedimenti Eolici

■ Sedimenti Lacustri

■ Sedimenti Litorali

Figura 4.2 - Stralcio Carta Litologica e perimetrazione area SIN a mare e a terra.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 8 di 68

In Figura 4.2 si riporta lo stralcio della carta Carta Litologica sulla quale è stata riportata la perimetrazione dell'area SIN a mare e a terra e le opere dell'impianto.

4.2. Idrogeologia e Idrografia

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio è caratterizzato dall'alta permeabilità sia dell'unità della formazione sedimentaria sabbiosa - ghiaiosa del Pleistocene che dal deposito sedimentario sabbioso - ghiaioso. Esso è caratterizzato, inoltre, dalla media permeabilità, sia delle formazioni ignimbritiche del Cenozoico che delle diverse formazioni vulcaniche presenti, e, infine, dalla alta permeabilità.

Per quanto riguarda il complesso vulcanico, il quale rappresenta la litologia predominante nella parte a monte rispetto all'area in studio, siamo in presenza di due valori di permeabilità, il primo per il complesso sano massivo, 10^{-9} - 10^{-11} m/s, e il secondo relativo ad un acquifero interessato da sistemi di fratture, quindi con una K compresa tra 10^{-4} - 10^{-6} m/s. Per quanto riguarda, infine, il complesso sedimentario sabbioso - ghiaioso, vi è la presenza di valori di permeabilità K elevati, compresi tra 10^{-3} - 10^{-5} m/s.

In definitiva, sono stati riconosciuti due complessi idrogeologici principali facenti parte del complesso vulcanico del Cenozoico e del complesso sedimentario sabbioso - ghiaioso del Quaternario (Pleistocene). Il primo complesso (vulcanico) ospita falde idriche in pressione profonde, che probabilmente non verranno intercettate durante le fasi esecutive del progetto.

Per quanto concerne, invece, le falde idriche freatiche superficiali (Litofacies nel Sub sistema di Portoscuso), si rileva probabilmente la superficie piezometrica entro i primi 5.0 metri di profondità all'interno dei sedimenti sabbiosi - ghiaiosi - limosi.

Per quanto riguarda l'idrografia, il bacino idrografico principale di riferimento è quello appartenente al Rio Flumentepido (Figura 4.3).

L'asta del rio Flumentepido si sviluppa secondo la direttrice tettonica Nord-Est Sud-Ovest, conformazione imputabile alla complessa evoluzione geologica che ha subito il territorio sulcitano.

Nel tratto di monte, esso riceve alcuni affluenti secondari di modesta entità, il rio Ariena, il rio Barbaraxinu e il rio Pabionis e durante il suo corso riceve le acque anche di alcuni scarichi significativi, tra cui quello più consistente è il Canale di Guardia collegato al Polo Industriale di Portovesme. In corrispondenza della confluenza con i tre affluenti secondari, si riscontra un allargamento della piana alluvionale dove ha avuto notevole sviluppo il settore dell'agricoltura. Verso valle, la pianura alluvionale continua ad allargarsi fino a raggiungere un'ampiezza massima di circa 350 m, in corrispondenza del ponte della Ferrovia Carbonia-Villamassargia-Domusnovas.

Nel suo tratto di valle, quello ricadente in area SIN, la geometria del corso d'acqua cambia bruscamente e l'alveo si presenta sostanzialmente canalizzato, assumendo un andamento rettilineo per circa 4 km. In questo tratto, il corso d'acqua scorre con una pendenza più elevata in una piana alluvionale propria, sulla quale risultano individuabili alcune evidenze del passaggio delle piene più gravose.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

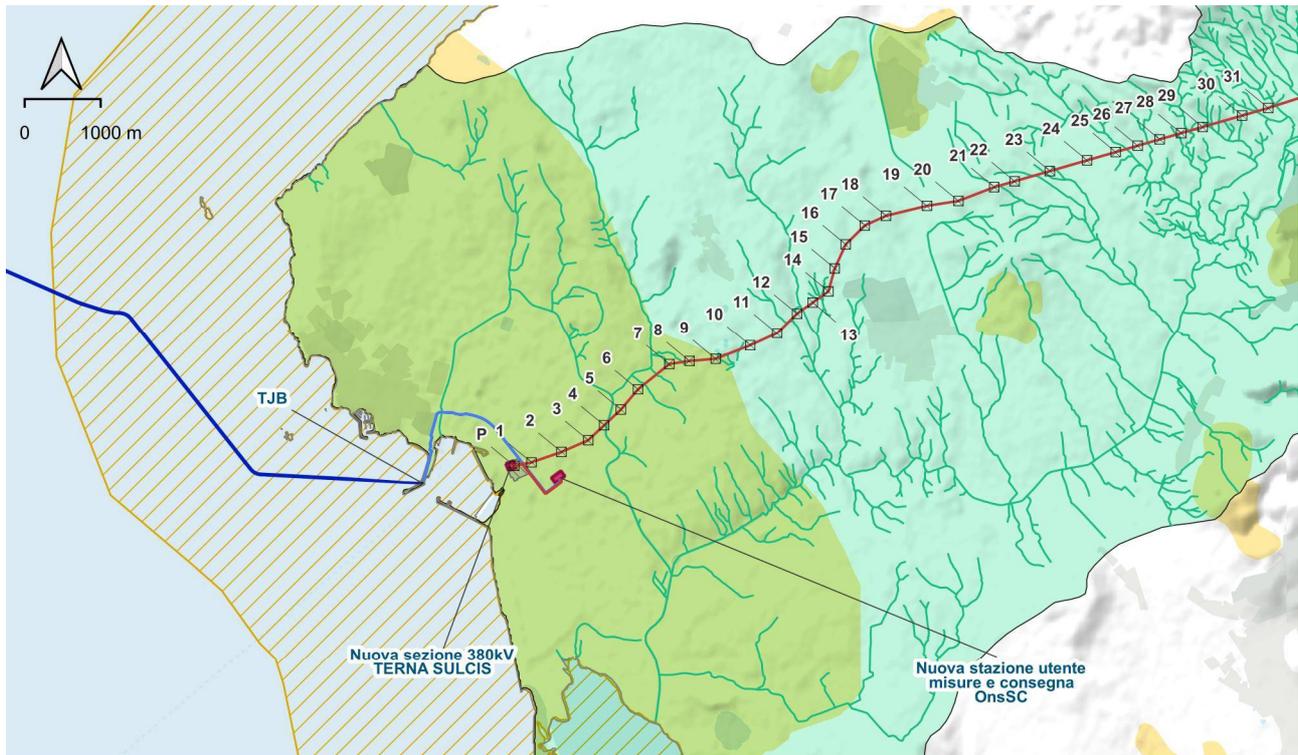
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
9 di 68



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Inquadramento area SIN - Bacino idrografico Rio Flumentepido

Elaborazione iLStudio

LEGENDA

Perimetrazione SIN

Perimetrazione marina

Perimetrazione terrestre

Elettrodotti

Elettrodotto di esportazione marino 220kV

Elettrodotto terrestre interrato

Elettrodotto aereo 380kV

Tralicci

Figura 4.3 – Bacino Idrografico del Rio Flumentepido.

Elaborazione iLStudio.

4.3. Breve analisi della vincolistica ambientale vigente

Al fine di definire al meglio gli elementi di progettazione del parco eolico offshore proposto, è stata verificata la presenza o meno di vincoli di natura idrogeologica, ambientale e paesaggistica. Relativamente all'area SIN, il progetto non presenta alcun tipo di interferenza con le seguenti aree e vincoli ambientali:

- La Rete Natura 2000, ossia lo strumento adottato dall'Unione Europea per tutelare la biodiversità fondata ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" al fine di preservare gli habitat naturali e le specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.
- Le Important Bird Areas o IBA, le quali sono delle aree che rivestono un ruolo chiave per la conservazione di popolazioni di uccelli selvatici, la cui identificazione è parte di un progetto di carattere internazionale, curato da BirdLife International;
- Le zone umide di importanza internazionale, che comprendono aree di torbiere paludose, naturali o artificiali, permanenti o temporanee, con acqua che può essere statica o fluente, fresca o salmastra, e le zone di acqua marina dove la profondità durante la bassa marea non supera i sei metri.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 10 di 68

- Le zone forestali, le quali sono definite dall'art. 142 D.lgs. 42/2004 come i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227. A livello regionale, il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR) ha cartograficamente individuato 25 distretti, tutti ritagliati quasi esclusivamente sui limiti amministrativi comunali, ed entro i quali è riconosciuta una sintesi funzionale degli elementi fisico-strutturali, vegetazionali, naturalistici e storico-culturali del territorio, affinché si facesse riferimento al concetto di indivisibilità delle unità fisiografiche, espressione dei caratteri fisici, geomorfologici, pedologico-vegetazionali e paesaggistici;
- Le riserve e parchi naturali, zone classificate o protette dalla normativa nazionale. Le aree naturali protette della Sardegna comprendono 3 parchi nazionali, 4 parchi regionali, 6 aree marine protette e un'area naturale protetta nazionale (Santuario dei Mammiferi marini);
- Il vincolo idrogeologico di cui al R.D. 3267/1923 e R.D. 1126/1926 e s.m.i., che, con lo scopo principale di preservare l'ambiente fisico, non è preclusivo della possibilità di trasformazione o di nuova utilizzazione del territorio, ma mira alla tutela di interessi pubblici e alla prevenzione del danno;
- Le fasce fluviali, le quali sono individuate dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF). Tale Piano ha valore di Piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo attraverso il quale vengono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso relative alle fasce fluviali. Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) approfondisce ed integra il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), costituendo lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali che rende possibile il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali, il tutto attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive).

Per maggiori dettagli, consultare l'elaborato di progetto dal titolo "Studio di Impatto Ambientale" (cod. C0421YR03RELSIA00).

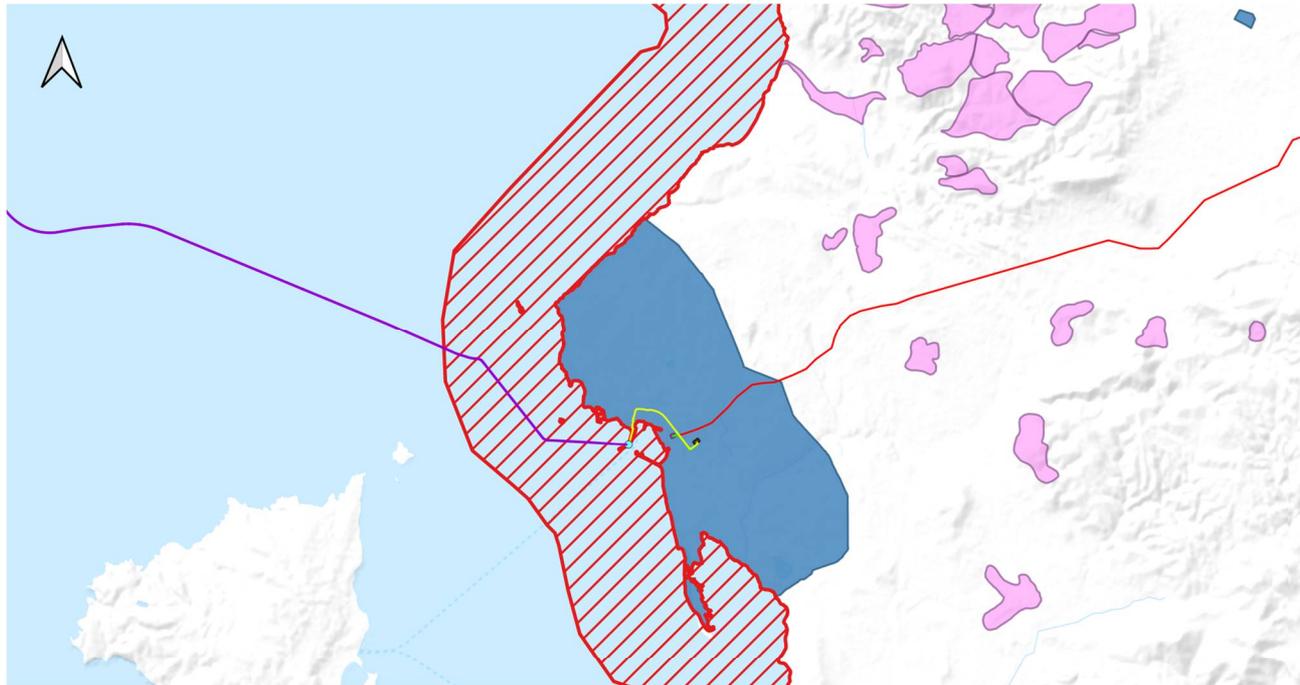


Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

4.4. Sito di Interesse Nazionale “Sulcis-Iglesiente-Guspinese”

Il progetto del Parco eolico offshore floating ricade parzialmente all’interno del Sito di Interesse Nazionale (SIN) “Sulcis Iglesiente Guspinese” (Figura 4.4), il cui perimetro è stato definito dal DM 28/10/2016 (GU 267 del 15/11/2016) “Ridefinizione della perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale «Sulcis - Iglesiente – Guspinese”.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.
Elaborazione iLStudio

0 5 km

LEGENDA

Impianto Eolico

- Elettrodotto Marino 220kV
- Punto di Giunzione
- Elettrodotto Interrato 220kV

- Sottostazione di Trasformazione e Consegna
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Nuova Sezione TERNA Sulcis
- Elettrodotto Aereo 380kV ST

SIN

- Area SIN Mineraria
- Area SIN Marina
- Area SIN Terra

Figura 4.4 - Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Elaborazione iLStudio.

Ai sensi dell’art. 252, comma 1 del D.lgs. 152/06 “*i siti d’interesse nazionale, ai fini della bonifica, sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell’impatto sull’ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali*”.

Per quanto concerne l’area perimetrata del SIN “Sulcis Iglesiente Guspinese”, essa è stata definita per un’estensione a mare di circa 32415 ettari e a terra di circa 19750 ettari. All’interno di tale perimetrazione sono presenti:

- I e aree industriali di Portovesme, Sarroch, Villacidro, S. Gavino Monreale e Macchiarèdu;
- le aree minerarie dismesse;
- le aree a mare prospicenti le aree industriali da sottoporre a caratterizzazione ambientale.

Lo stato e la tipologia delle contaminazioni sono legati alle lavorazioni specifiche che nel tempo sono state realizzate sulle aree. Il Sulcis Iglesiente Guspinese è la zona della Sardegna che presenta, in senso areale, un



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 12 di 68

maggior grado di compromissione del territorio per via della secolare vocazione dell'area all'attività mineraria. In queste aree è diffusa la contaminazione di suoli e acque sotterranee da metalli pesanti, con valori di concentrazione superiori ai già elevati valori di fondo naturale. La problematica principale è rappresentata dalla presenza di ingenti volumi di residui dovuti alla lavorazione del minerale, naturalmente ricchi in metalli pesanti, sui quali per decenni, spesso per centinaia di anni, l'azione degli agenti atmosferici ha causato la dispersione delle sorgenti della contaminazione e la diffusione della contaminazione stessa in seno alle matrici ambientali.

Le aree industriali dedicate alla metallurgia del Piombo, dello Zinco e dell'Alluminio, in particolare l'area di Portovesme, sono caratterizzate dalla presenza prevalente di contaminanti metallici sino a concentrazioni dell'ordine delle unità percentuali nei riporti utilizzati per la realizzazione dei piazzali industriali, con la conseguente contaminazione dei suoli e delle acque sotterranee (MiTE, s.d.).

Con il Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 23 aprile 1993 è stato approvato il "Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis Iglesiente", costituito dai Comuni di Carbonia, Gonnese, Portoscuso, Sant'Antioco e San Giovanni Suergiu e già dichiarato "Area ad elevato rischio di crisi ambientale", con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 30 novembre 1990.

Tale Piano di disinquinamento rappresenta uno strumento di indirizzo per la pianificazione delle attività a valenza ambientale nel territorio di riferimento.

L'area perimetrata del SIN comprende, dunque, un territorio caratterizzato dalla presenza di un insieme di stabilimenti industriali di grandi dimensioni, la cui presenza genera un impatto preponderante rispetto alle restanti attività sia industriali che antropiche. Uno degli obiettivi del Piano è la realizzazione di adeguate infrastrutture di smaltimento dei rifiuti industriali alla luce di una situazione di inquinamento non trascurabile.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 13 di 68

5. QUADRO AMBIENTALE DELL'AREA DI PROGETTO

In questo capitolo vengono riportate sinteticamente le indagini ambientali storicamente effettuate nell'area, al fine di permettere il corretto inquadramento preliminare del sito e una proposta di piano di caratterizzazione a farsi per le aree effettivamente impegnate dalle opere dell'impianto.

5.1. Evoluzione storica del sito e delle attività produttive

Sorto su una porzione di costa prevalentemente pianeggiante, l'attuale centro storico di Portoscuso risale al XVI secolo e la sua storia si è sviluppata inizialmente intorno alla principale attività economica dell'epoca, ossia la pesca del tonno. Il centro storico, infatti, si sviluppa a partire dalla tonnara Su Pranu eretta nel 1587 e recentemente ristrutturata ad opera del Comune di Portoscuso. Attorno alla tonnara sorsero presto magazzini, stanze per la lavorazione del tonno, una chiesa e le abitazioni dei pescatori (tonnarotti). Altre tonnare si svilupparono nei secoli successivi sulle coste del Sulcis, in particolare in prossimità di Portoscuso, sull'isola di San Pietro e a Sant'Antioco, ossia nelle aree attraversate dalla "rotta dei tonni" dall'Atlantico al Mediterraneo.

Nella seconda metà del XIX, negli anni conclusivi della dominazione dei Savoia in Sardegna, vennero scoperti, e successivamente sfruttati, i giacimenti minerari del Sulcis, in particolare di zinco, piombo e di carbone. Questa scoperta comportò una radicale trasformazione dell'intero territorio e dell'economia di Portoscuso. Intorno al 1855, il porto di Portoscuso iniziò a crescere d'importanza per l'esportazione dei minerali estratti dal Sulcis Iglesiente destinati agli impianti di lavorazione nel Nord Italia. A partire dagli anni Settanta dell'Ottocento, per facilitare il trasporto dalle miniere al mare, venne realizzata una ferrovia mineraria a scartamento ridotto di proprietà della Società Mineraria Monteponi, che gestiva varie miniere di piombo e zinco nei pressi di Iglesias.

Il trasporto minerario sardo raggiunse l'apice del suo sviluppo nel corso delle due guerre, ma in seguito al secondo dopoguerra, con l'avvento dei mercati internazionali, il carbone del Sulcis si rilevò poco competitivo dando così inizio al declino delle miniere dell'Iglesiente fino alla chiusura della linea Monteponi-Portovesme nel 1963. Nonostante la crisi mineraria del territorio, il comune di Portoscuso fu interessato dallo sviluppo del Polo Industriale di Portovesme alla fine degli anni '60, coinvolgendo grandi e medie industrie. Nel 1966 nacque il C.N.I.S.I (Consorzio per il Nucleo di Industrializzazione del Sulcis Iglesiente) allo scopo di favorire l'insediamento di industrie negli 800 ettari che si estendono tra Portoscuso e la frazione di Paringianu (Pessina & Balducci, 2018). Negli anni '90 iniziarono i lavori di costruzione della rete fognaria e degli impianti di trattamento delle acque reflue civili e quello delle acque industriali. Le realtà produttive che si insediarono nel polo industriale sono:

- La centrale termoelettrica ENEL denominata "Sulcis": nell'area compresa tra il porto industriale ed il bacino dei fanghi rossi sono stati depositati gli scarti del processo di produzione della centrale;
- Lo stabilimento Eurallumina S.p.a. che produce ossido di alluminio o allumina (Al_2O_3) ovvero il prodotto intermedio per la produzione di alluminio a partire dalla bauxite. A questo stabilimento appartiene il bacino dei "fanghi rossi" (Sa Foxi) dove vengono smaltiti i residui di lavorazione;
- Lo stabilimento Alcoa srl che produce alluminio primario attraverso l'elettrolisi dell'allumina (Al_2O_3). A questo appartiene la discarica "Sa Piramide" (volumetria 200.000 m^3) dove confluivano i rifiuti derivanti dai processi di lavorazione dei metalli non ferrosi di prima e seconda fusione dello stabilimento;
- Lo stabilimento di Portovesme srl: l'attività inizia nei primi anni '70, per trattare minerali concentrati di Pb e Zn provenienti dalle miniere dell'Iglesiente-Guspinese (in particolare solfuri e ossidi misti). Attualmente lo stabilimento produce per via termica, via umida ed elettrochimica metalli non ferrosi: piombo, zinco, acido solforico, ossidi Waeltz, mercurio, cadmio, cementi rame, spugna di cadmio e schiume cuprifere. Essendo di fatto terminata l'attività mineraria in Sardegna, le materie prime sono costituite da solfuri minerali, quali blende e galene, materiali solfo-ossidati, scraps e fumi di acciaieria, materia prima sostitutiva degli ossidati di origine mineraria;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
14 di 68

- La Syndial srl: in funzione tra il 1971 e 1992 come sito di smaltimento dei rifiuti provenienti dallo stabilimento metallurgico di proprietà EniRisorse, è stata oggetto di un intervento di MISP ai sensi del D.M. 471/99. L'intervento risulta completato.

A partire dagli anni 2000 fu avviato un processo di progressiva dismissione del Polo Industriale di Portovesme, principalmente a causa dei costi crescenti dell'energia e della scarsa competitività delle produzioni nel panorama internazionale. Nel 2008 sono stati chiusi gli impianti di Eurallumina e a partire dal 2009 la produzione di Alcoa è diminuita, per arrestarsi completamente nel 2012.

Nel contesto di dismissione vennero coinvolte anche numerose imprese dell'indotto, oltre alla Centrale Termoelettrica di Portoscuso, la cui produzione di energia era strettamente legata all'attività delle industrie circostanti e cessò definitivamente nel 2012. Attualmente, nel Polo Industriale di Portovesme restano in attività, seppur ridimensionate, la Centrale Termoelettrica "Grazia Deledda" e la Portovesme s.r.l., quest'ultima acquisita dopo vari passaggi di proprietà dalla multinazionale Glencore, attiva nella produzione di piombo e zinco. Alla chiusura delle imprese è seguita una forte crisi occupazionale nel territorio di Portoscuso e, più in generale, del Sulcis, dove il dato relativo alle imprese attive è significativamente più basso rispetto al dato regionale.

Oltre ai consistenti problemi occupazionali, il Polo Industriale di Portovesme presenta un grado molto elevato di compromissione ambientale dovuto alla presenza di contaminanti metallici nei suoli e nella falda, esito dei processi di lavorazione di piombo, zinco e alluminio (Murgia, 2018). All'interno del polo è presente, inoltre, il cosiddetto "Bacino dei fanghi rossi", bacino di raccolta dei reflui industriali della Eurallumina con estensione di circa 180 ettari.

Già dal 1990 l'intero polo è stato incluso tra le "Aree ad elevato rischio di crisi ambientale" e nel 1993 è stato disposto il Piano di Disinquinamento per l'area, la cui attuazione è stata definita con un Accordo di Programma tra Stato, Regione ed enti locali nel 1994. Attraverso il D.M. n. 468/2001 è stato poi istituito il SIN "Sulcis Iglesiente Guspinese".

5.2. Elenco delle campagne di campionamento e caratterizzazione

L'art. 252 del D.lgs. 152/2006 dispone l'individuazione di aree ritenute inquinate ai fini della loro bonifica. Annualmente il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica provvede a verificare lo stato delle procedure di bonifica delle aree SIN. Di seguito, vengono riportate sinteticamente i dati relativi al SIN Sulcis Iglesiente Guspinese (Tabella 5-1).

Tabella 5-1 – Stato delle procedure per la bonifica.

Stato delle procedure per la bonifica di aree contaminate:	Perimetrazione (ettari)	Percentuale di aree con progetto di messa in sicurezza/bonifica approvato con decreto rispetto alla superficie con AdR approvata. (Concentrazioni > CSC o CSR.)	Percentuale di aree con procedimento concluso (rispetto a superficie SIN con Pdc approvato) (concentrazioni < CSC o CSR)
SIN Sulcis - Iglesiente - Guspinese			
D.M. 468/2001,			
D.M. 12/03/2003,			
D.M. 304/2016			
Quadro riassuntivo bonifica terreni	10639	61%	18%
Quadro riassuntivo bonifica falda	10639	52%	10%

Nella Figura 5.1 e Figura 5.2 viene riportato lo stato delle procedure di bonifica (terreni e falda) del SIN in questione, tratto dal portale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ove vengono riportate le seguenti perimetrazioni:



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
15 di 68

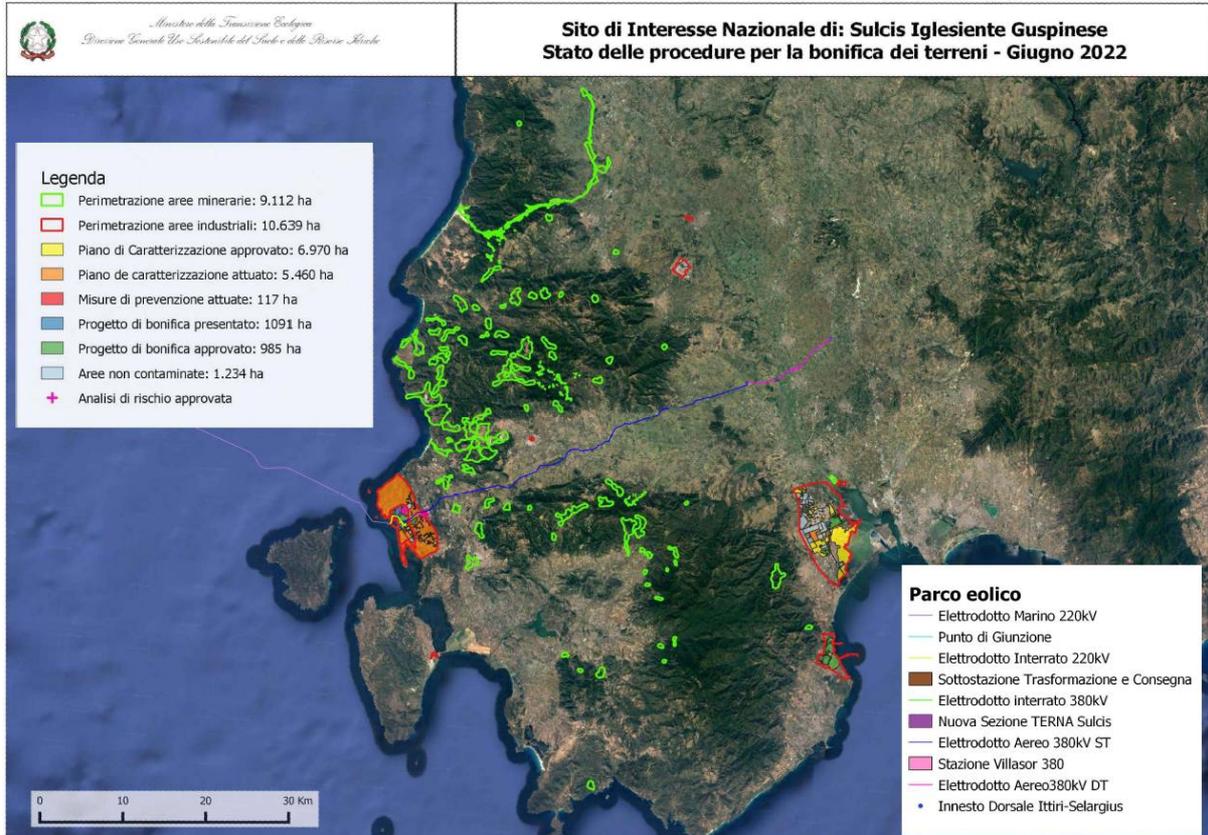


Figura 5.1 – Stato delle procedure di bonifica dei terreni.

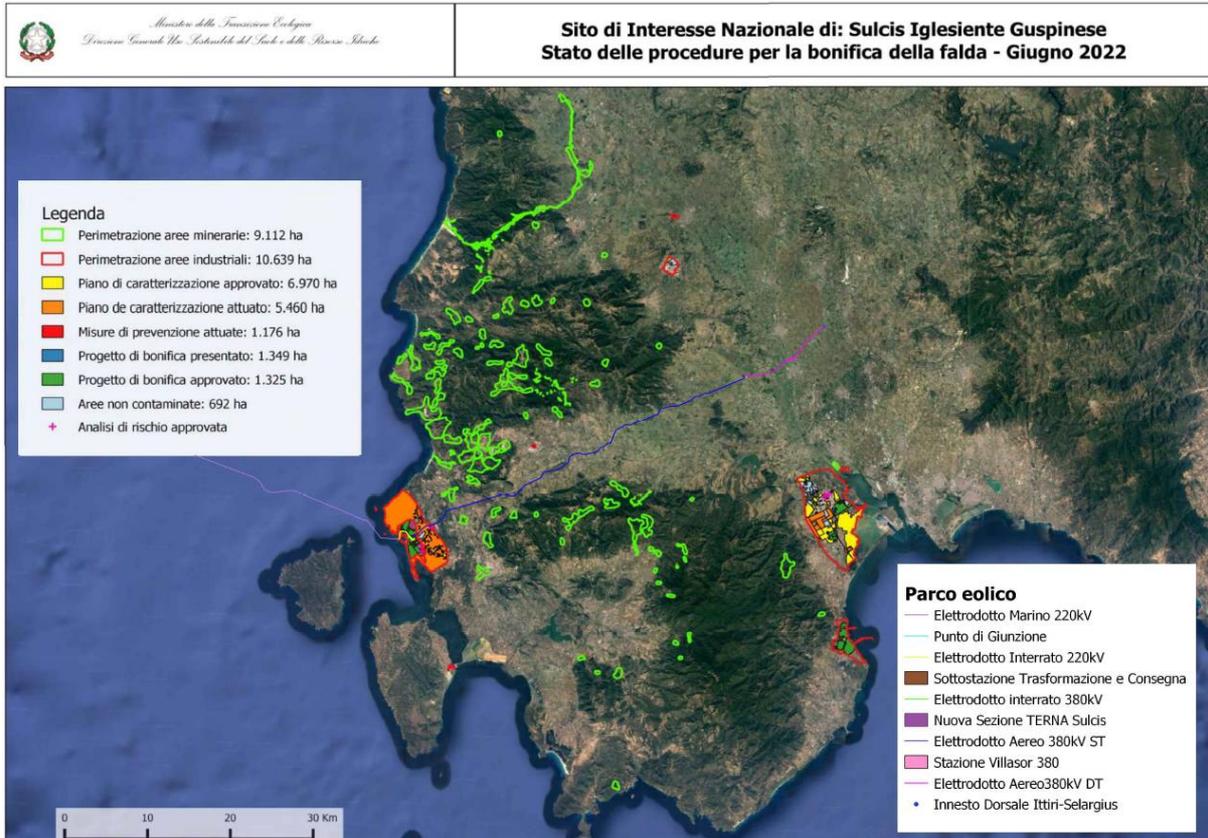


Figura 5.2 - Stato delle procedure di bonifica delle falde.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
16 di 68

Di seguito si riporta una sintesi di dati provenienti sia da studi che da campagne di caratterizzazione ambientale eseguiti nell'area SIN Sulcis - Iglesiente – Guspinese:

- Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese;
- Report di monitoraggio ambientale dell'anno 2014 svolto da ARPA Sardegna;
- Attività di monitoraggio condotte da ASL7/PMP di Portoscuso/ARPAS;
- Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

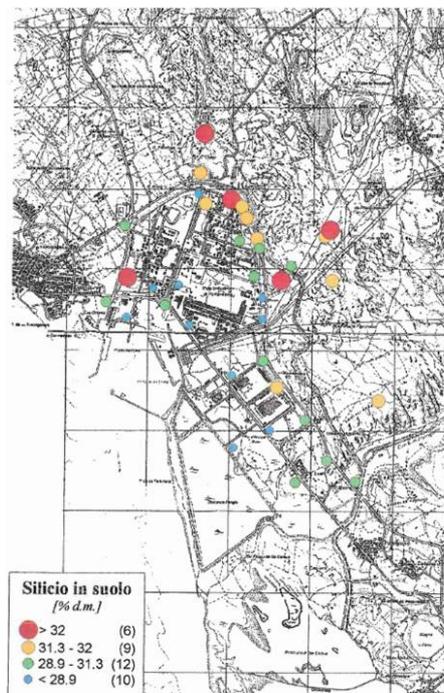
5.3. Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese

5.3.1. Suolo e sottosuolo

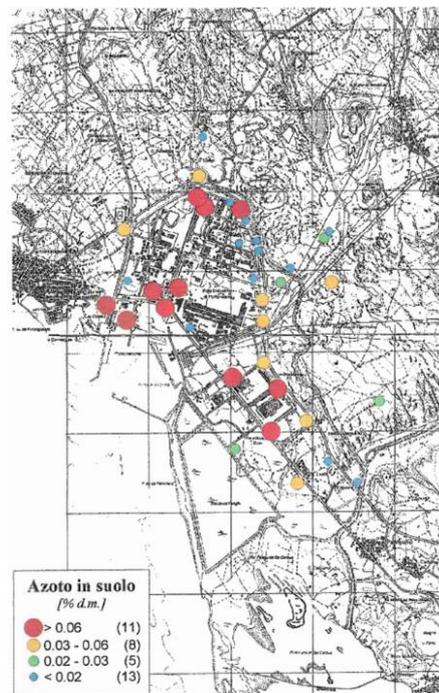
Dalle indagini di caratterizzazione sono stati riscontrati campionamenti svolti secondo una metodologia di tipo sia sistematico che ragionato, ovvero una disposizione dei sondaggi a griglia con maglia 100 x 100 m con un infittimento dei punti di campionamento nelle aree considerate di maggiore pericolo e/o con probabilità di contaminazione (i cosiddetti "centri di pericolo", come le aree stoccaggio delle ceneri, del carbone e degli oli combustibili).

Le analisi chimiche di questi campioni hanno dato come risultato una contaminazione dei suoli significativa e non trascurabile, sostanzialmente correlata alle attività produttive presenti. Le sostanze maggiormente presenti sono metalli pesanti e, in particolare, Piombo e Zinco.

Di seguito, vengono riportate delle mappe, tratte da (Vacca & Muntau, 2000), che illustrano la distribuzione spaziale dei metalli nell'area di indagine.



a)



b)



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

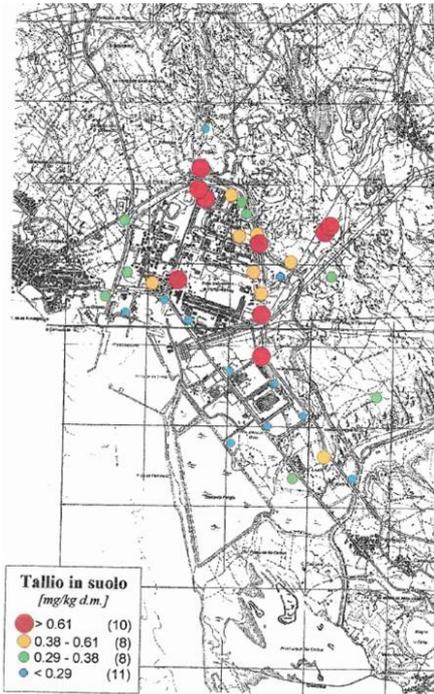
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

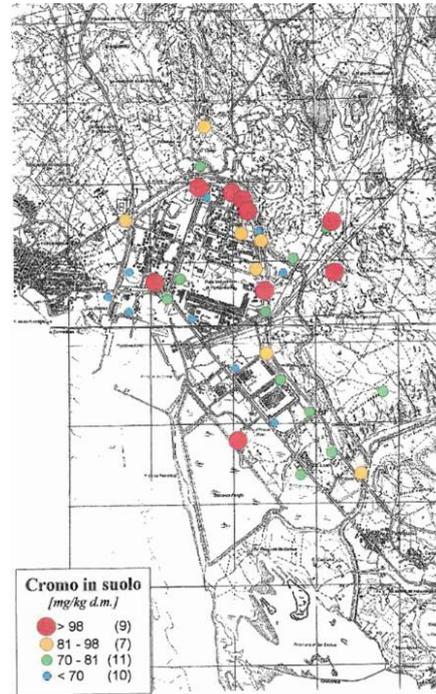
Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

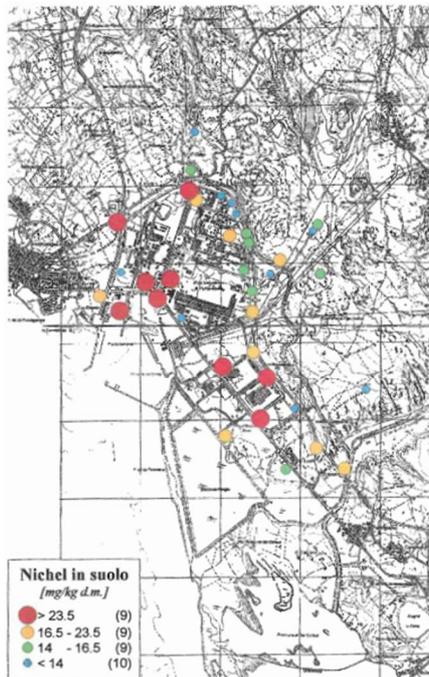
Pagina
17 di 68



c)



d)



e)



f)



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

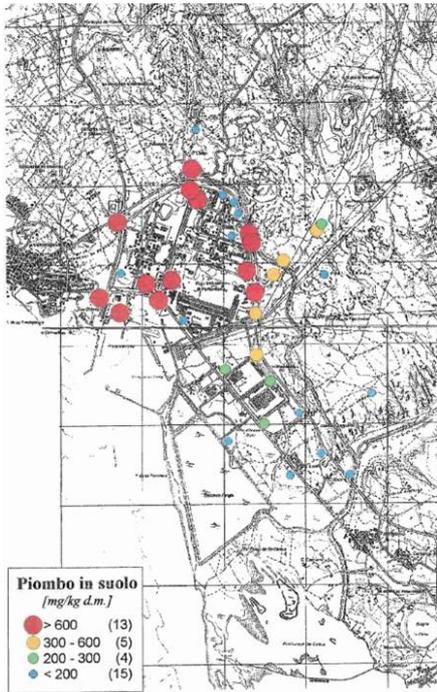
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

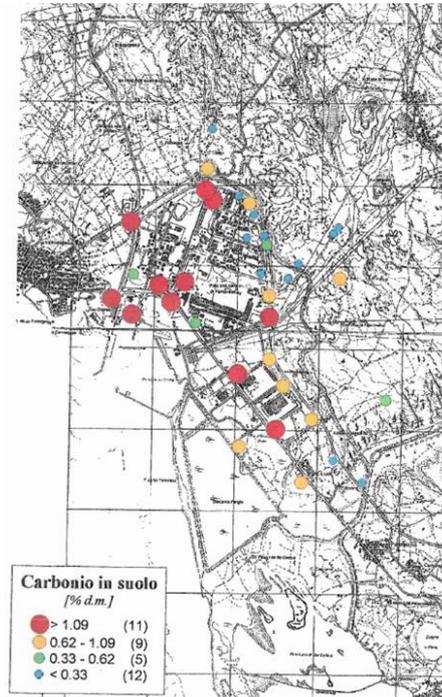
Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

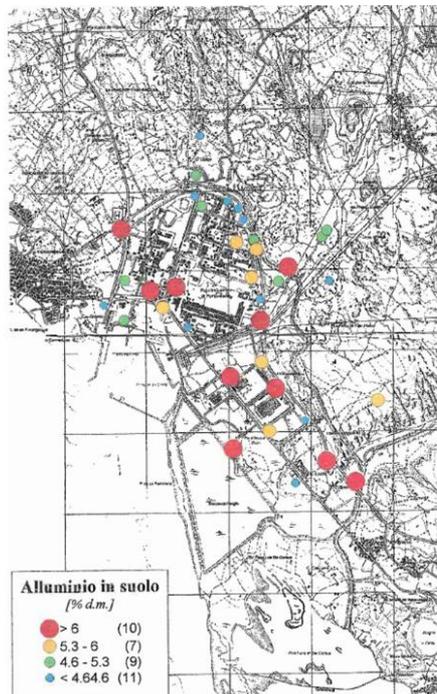
Pagina
18 di 68



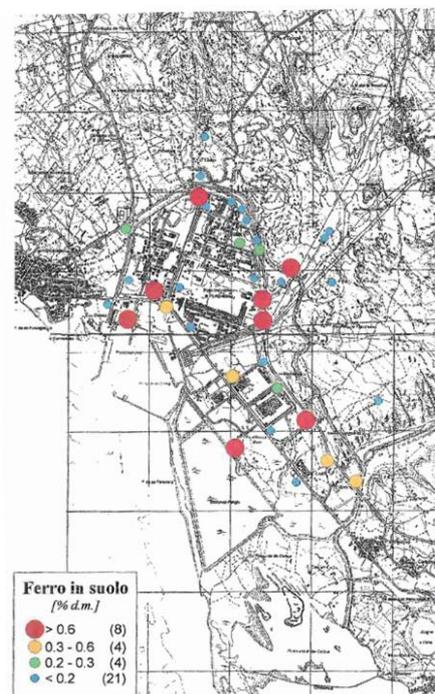
g)



h)



i)



l)



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

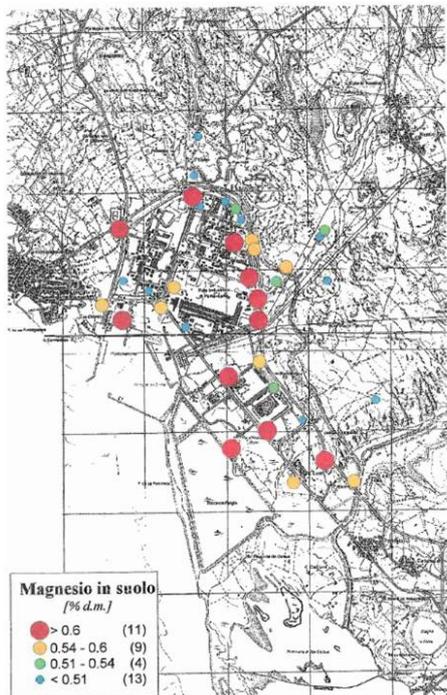
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

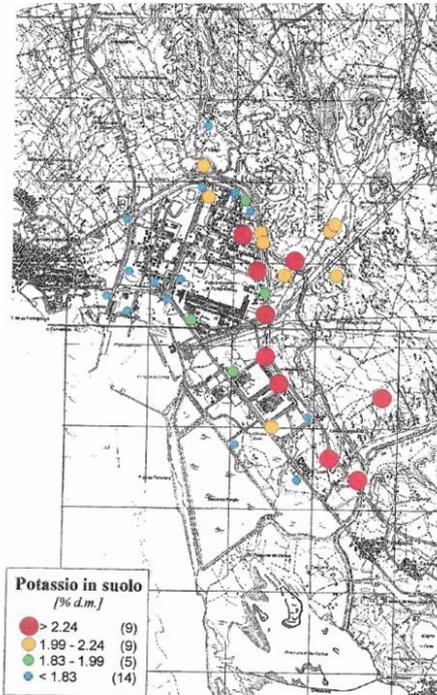
Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

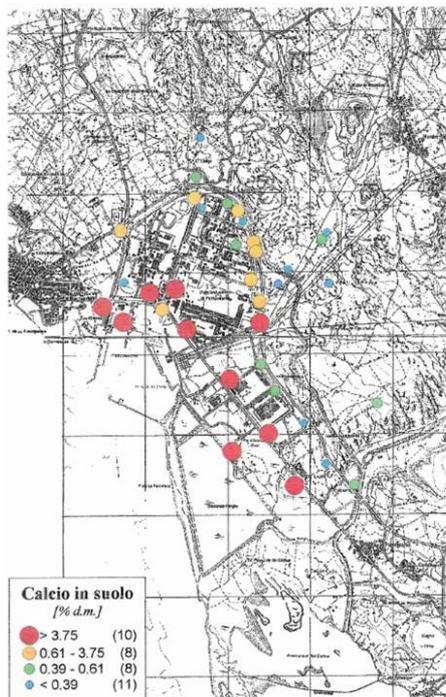
Pagina
19 di 68



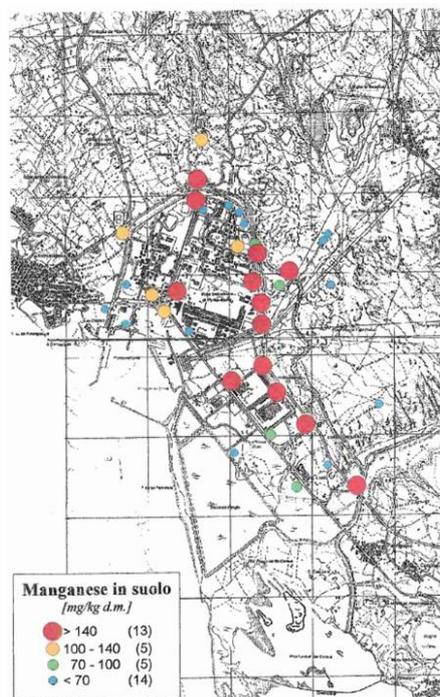
m)



n)



o)



p)



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

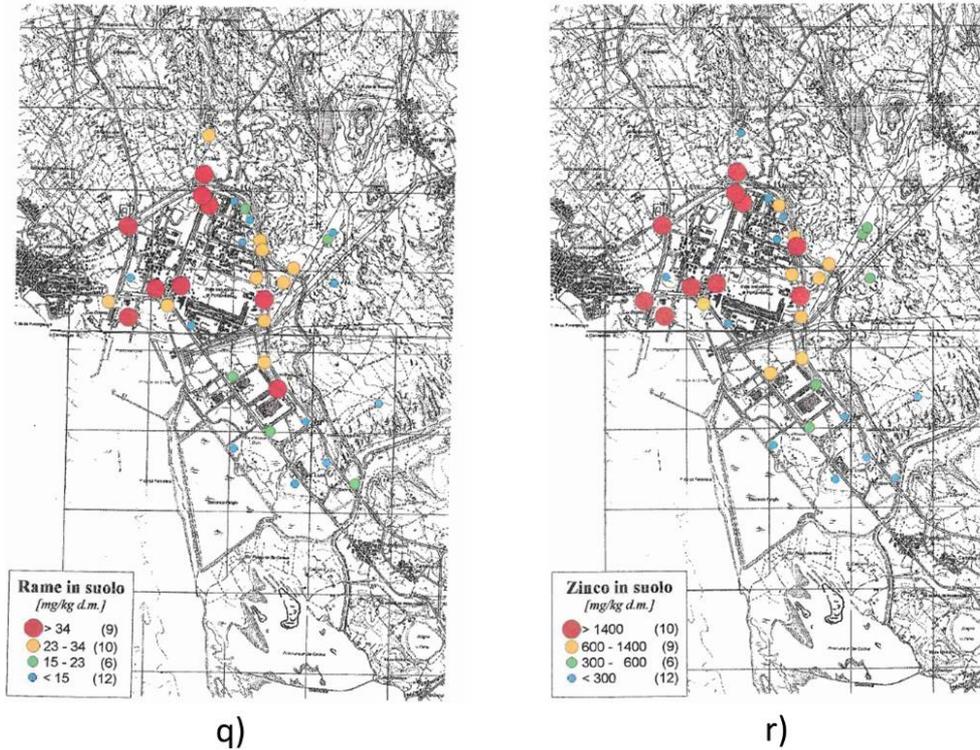


Figura 5.3 – Distribuzione spaziale dei metalli nell'area di indagine.

5.3.2. Fondali marini

Data la posizione geografica del polo industriale, è intuibile che la parte costiera abbia risentito dei trasporti degli inquinanti verso mare con probabile riciclo degli stessi nella sacca formata dalle isole di S. Pietro e S. Antioco e dalla costa (Figura 5.4). Sulla base di indagini pregresse sulla qualità dei fondali svolte nel Canale di San Pietro nel 1997, effettuate attraverso la raccolta di sedimento marino superficiale tramite benna (per i primi 10 cm) e carotatori a gravità (per l'acquisizione di una colonna di sedimento indisturbato da analizzare separatamente nelle diverse sezioni rappresentative di tempi di deposizione diversi), sono state rilevate, ed è prevedibile che ancora oggi si possano rilevare, elevate concentrazioni di metalli pesanti come Piombo, Zinco, Cadmio, Nichel e Cromo (Figura 5.5).

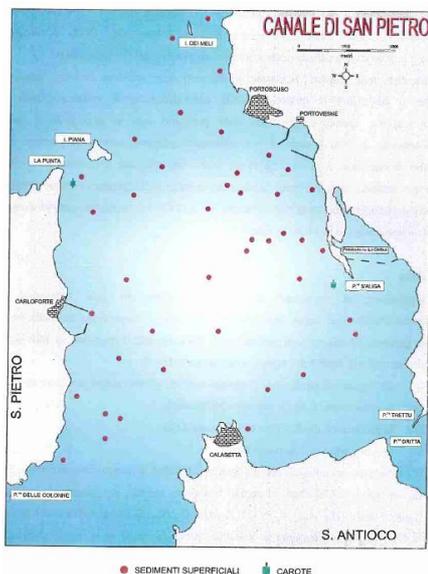


Figura 5.4 – Stazioni di campionamento di sedimenti marini e carote.

Fonte: (Vacca & Muntau, 1997).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

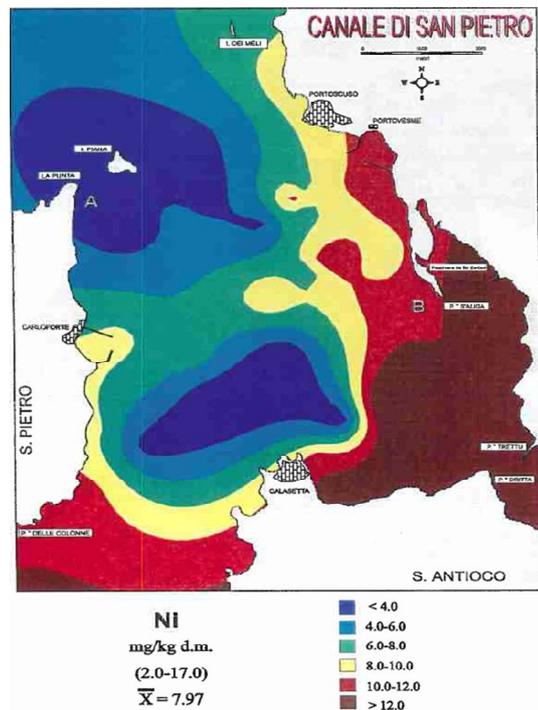
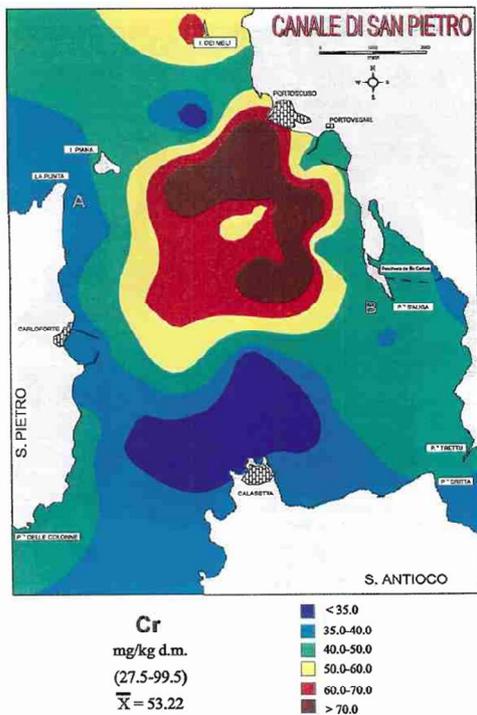
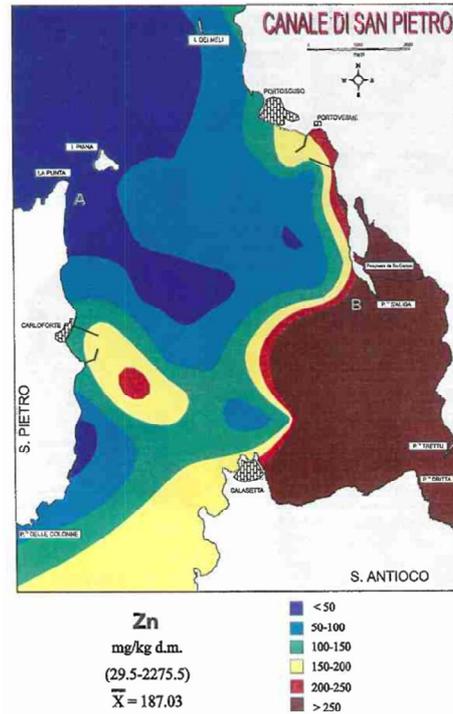
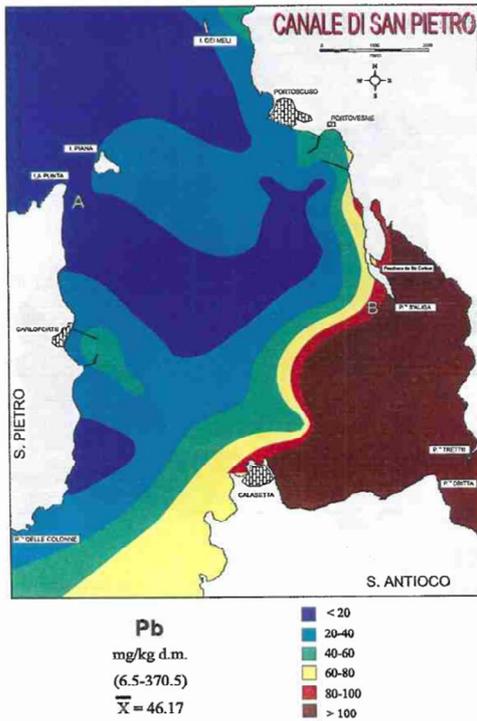
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
21 di 68





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

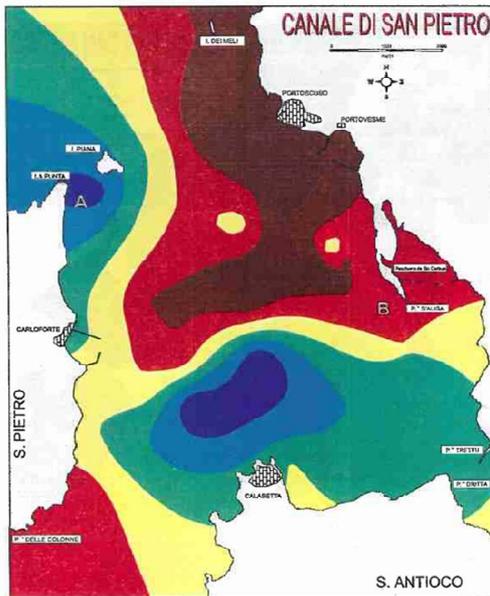
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

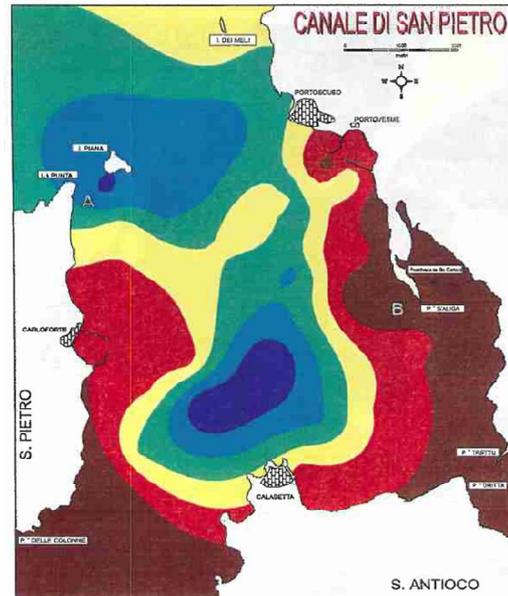
Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
22 di 68



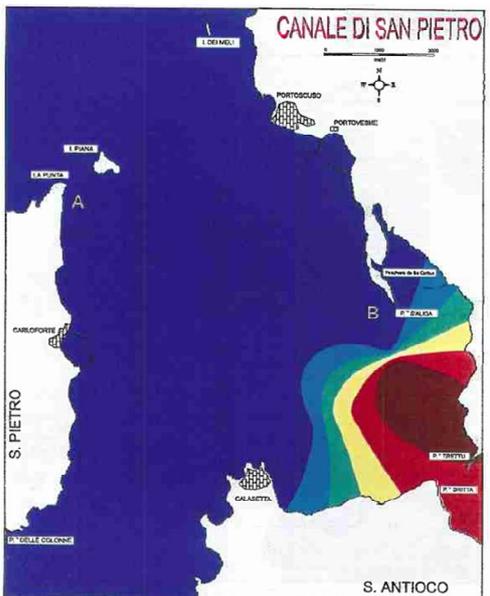
Si
% d.m.
(0.92-31.0)
 $\bar{X} = 21.69$

<5.0
5.0-10.0
10.0-15.0
15.0-20.0
20.0-25.0
>25.0



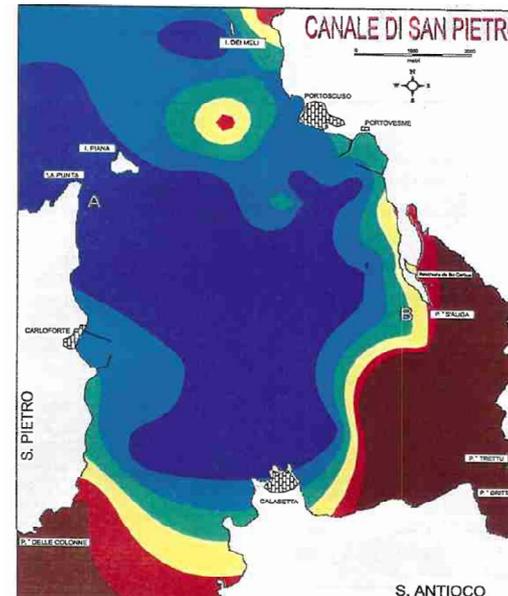
Al
% d.m.
(1.46-5.35)
 $\bar{X} = 3.24$

<2.0
2.0-2.5
2.5-3.0
3.0-3.5
3.5-4.0
>4.0



Fe
% d.m.
(0.04-1.26)
 $\bar{X} = 0.08$

<0.2
0.2-0.4
0.4-0.6
0.6-0.8
0.8-1.0
>1.0



Mn
mg/kg d.m.
(2.0-287.5)
 $\bar{X} = 35.57$

<20.0
20.0-40.0
40.0-60.0
60.0-80.0
80.0-100.0
>100.0



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

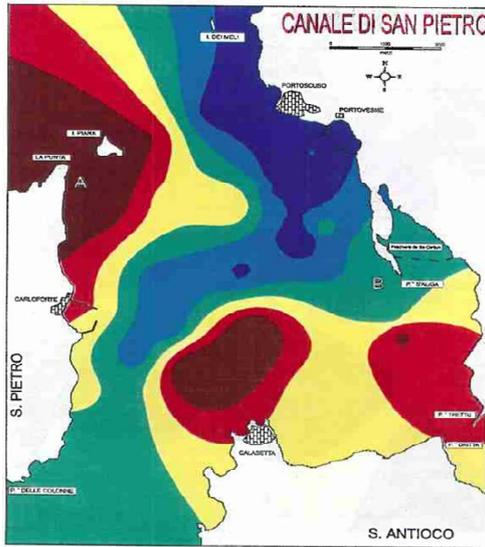
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

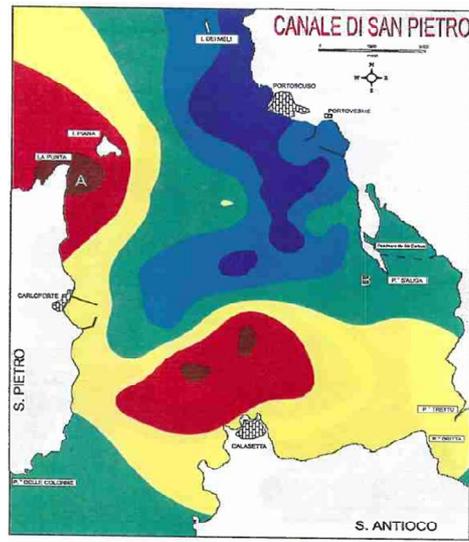
Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
23 di 68



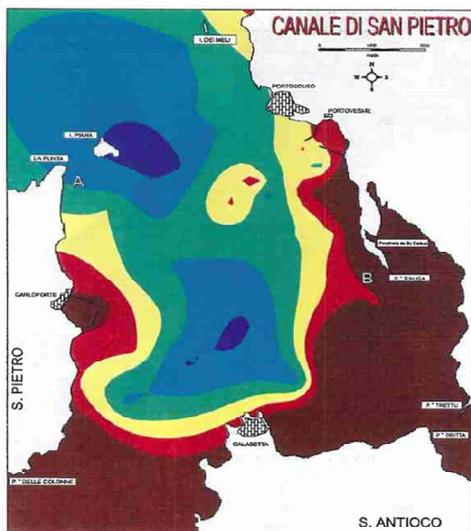
Mg
% d.m.
(0.51-2.19)
 $\bar{X} = 1.07$

< 0.75
0.75-1.00
1.00-1.25
1.25-1.50
1.50-1.75
> 1.75



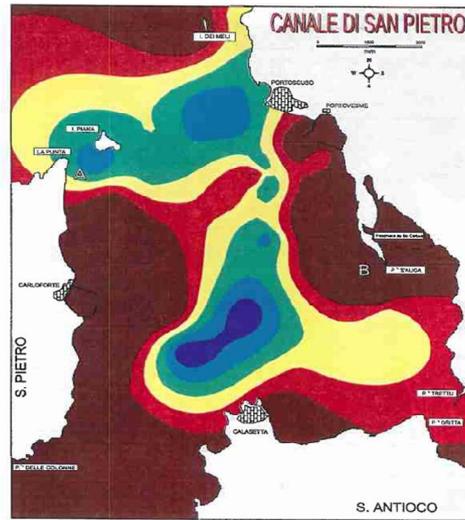
Ca
% d.m.
(1.32-26.67)
 $\bar{X} = 10.86$

< 5.0
5.0-10.0
10.0-15.0
15.0-20.0
20.0-25.0
> 25.0



Ti
% d.m.
(0.04-0.14)
 $\bar{X} = 0.07$

< 0.04
0.04-0.05
0.05-0.06
0.06-0.07
0.07-0.08
> 0.08



K
% d.m.
(0.46-2.91)
 $\bar{X} = 1.64$

< 0.75
0.75-1.00
1.00-1.25
1.25-1.50
1.50-1.75
> 1.75

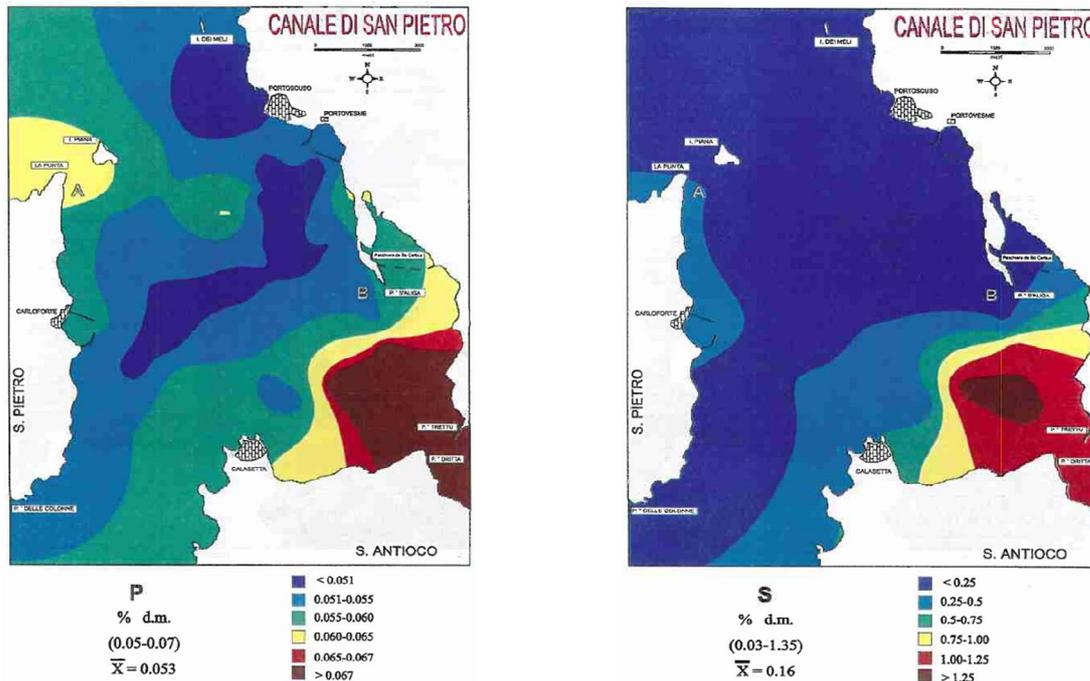


Figura 5.5 – Stato di contaminazione dell'area marina prospiciente al porto di Portoscuso in riferimento a indagini del 1997.

Fonte: (Vacca & Muntau, 1997).

5.4. Report di monitoraggio ambientale dell'anno 2014 svolto da ARPA Sardegna

Un'altra fonte che permette di comprendere l'attuale stato del sottosuolo è il report di monitoraggio ambientale dell'anno 2014 svolto da ARPA Sardegna, al fine di conseguire l'obiettivo posto dal Piano di Disinquinamento del Sulcis di definire un sistema integrato di monitoraggio.

Con riferimento al suolo e sottosuolo, i prelievi sono stati svolti con una frequenza semestrale (giugno-dicembre) esaminando i parametri di scheletro, pH, fluoruri, metalli (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn). Nel territorio di Portoscuso sono presenti otto punti di prelievo (P1, P2, P5, P8, P11, P13, PO3), i campioni prelevati rappresentano lo strato superficiale del suolo (pari a 10 cm). I valori presi in considerazione si riferiscono nella tabella 1A e 1B dell'allegato 5 titolo V della parte IV 'Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati' del D.lgs. 152/06. La tabella 1A si riferisce ai siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss) mentre la 1B si riferisce ai siti ad uso commerciale e industriale (mg/kg espressi come ss). In Tabella 5-2 vengono riportati risultati dei campionamenti per l'anno 2014 nell'ambito del suddetto piano. In particolare si riportano, per ciascuna stazione di campionamento (Figura 5.6) (indicata con lettera P e numerazione) presente nell'area intervento, gli inquinanti per i quali si è verificato il superamento.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

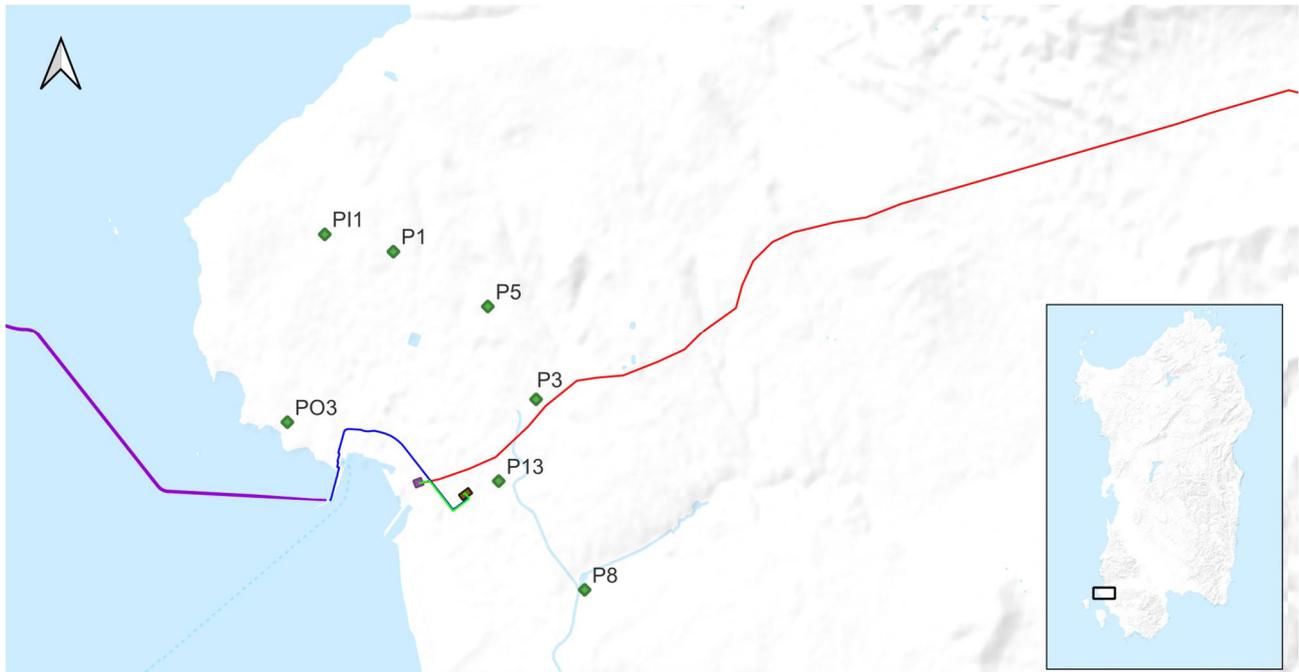
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
25 di 68



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Punti di campionamento per suolo e sottosuolo.

Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis-Iglesiente (2014)

Elaborazione iLStudio

LEGENDA

Impianto Eolico

- Elettrodotto Marino 220kV
- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto Interrato 380kV

— Elettrodotto Aereo 380kV ST

Punti Campionamento

◆ Punti Campionamento

Coordinate sistema di riferimento Monte Mario 3003

SIGLA	COOR. EST	COOR. NORD
P1	8,39879212	39,22417551
P3	8,42067995	39,20659243
P5	8,41323590	39,21773114
P8	8,42826282	39,18392615
P11	8,38832035	39,22617551
P13	8,41506902	39,19681484
PO3	8,38282046	39,20367593

Figura 5.6 – Postazione stazioni di prelievo dei suoli

Elaborazione iLStudio.

Tabella 5-2 – Principali superamenti dei limiti normativi a seguito delle indagini di monitoraggio del suolo e sottosuolo svolte nel 2014.

Stazione	Località	Superamenti tab. 1A	Superamenti tab. 1B
P1	Generuxi	Cd, Pb, Zn (I e II semestre)	
P2	Località Perdaias	Hg, Cu (I e II semestre)	As, Cd, Pb, Zn (I e II semestre)
P5	Sa Piramide	Pb, Zn (I e II semestre)	Cd (I e II semestre)
P8	Concali Arrubiu Diga	Cd, Pb, Zn (I e II semestre)	
P11	Monte Dolorosu	As, Cd, Pb, Zn (I e II semestre)	
P13	“Casa Figus” Depuratore	As, Hg, Pb (I e II semestre)	Cd, Zn (I e II semestre)
PO3	Centro abitato di Portoscuso (Palazzo Gardenia)	Cd, Hg, Pb, Zn (I e II semestre)	



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

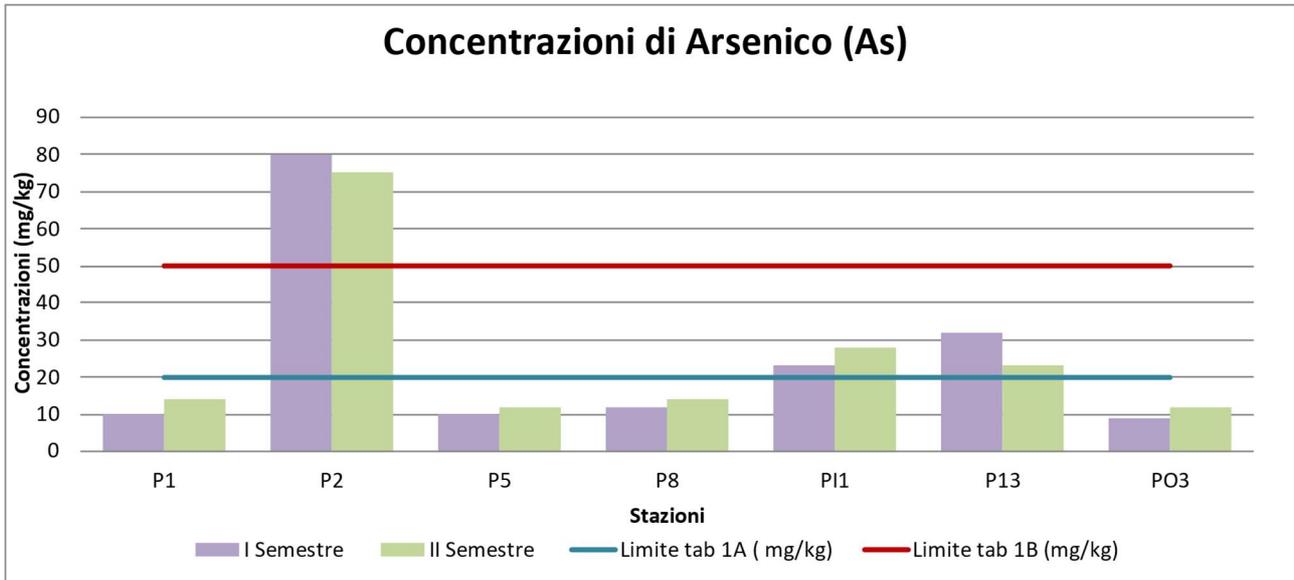


Figura 5.7 – Concentrazione di Arsenico (As) negli 8 punti di prelievo.

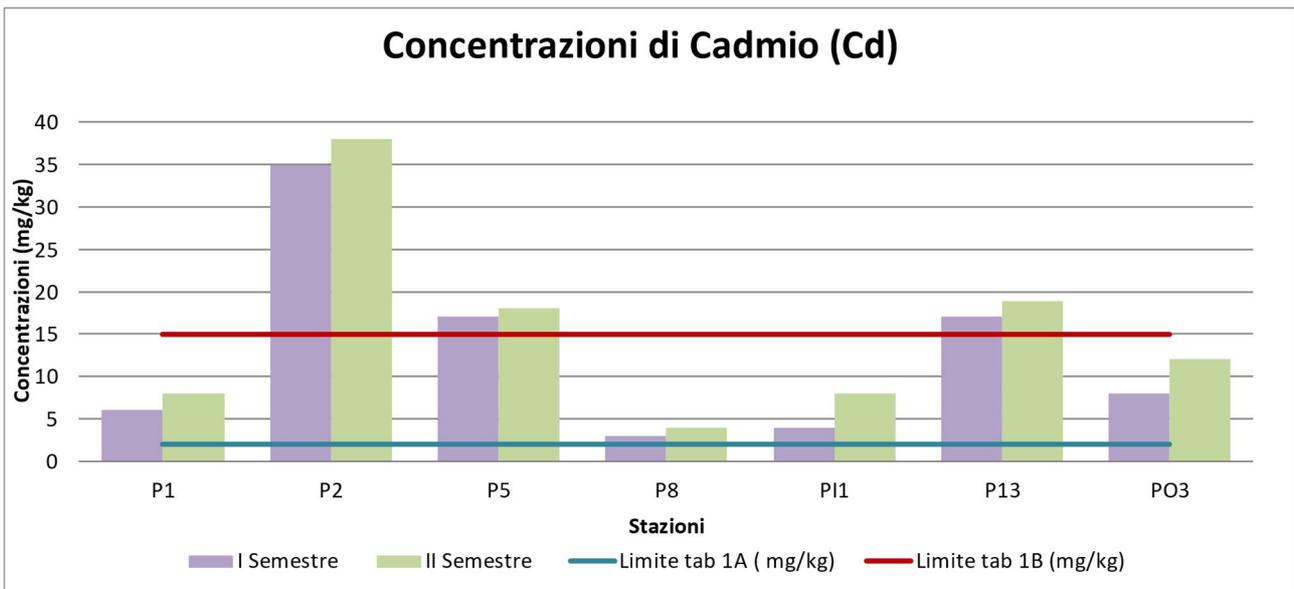


Figura 5.8 - Concentrazione di Cadmio (Cd) negli 8 punti di prelievo.

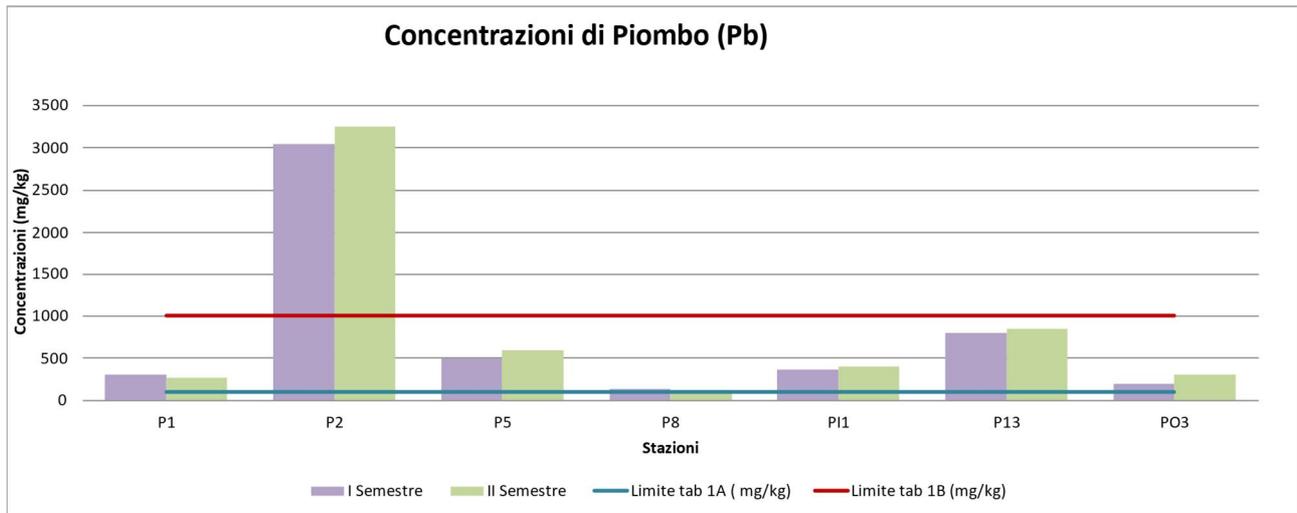


Figura 5.9 – Concentrazione di Piombo (Pb) negli 8 punti di prelievo.

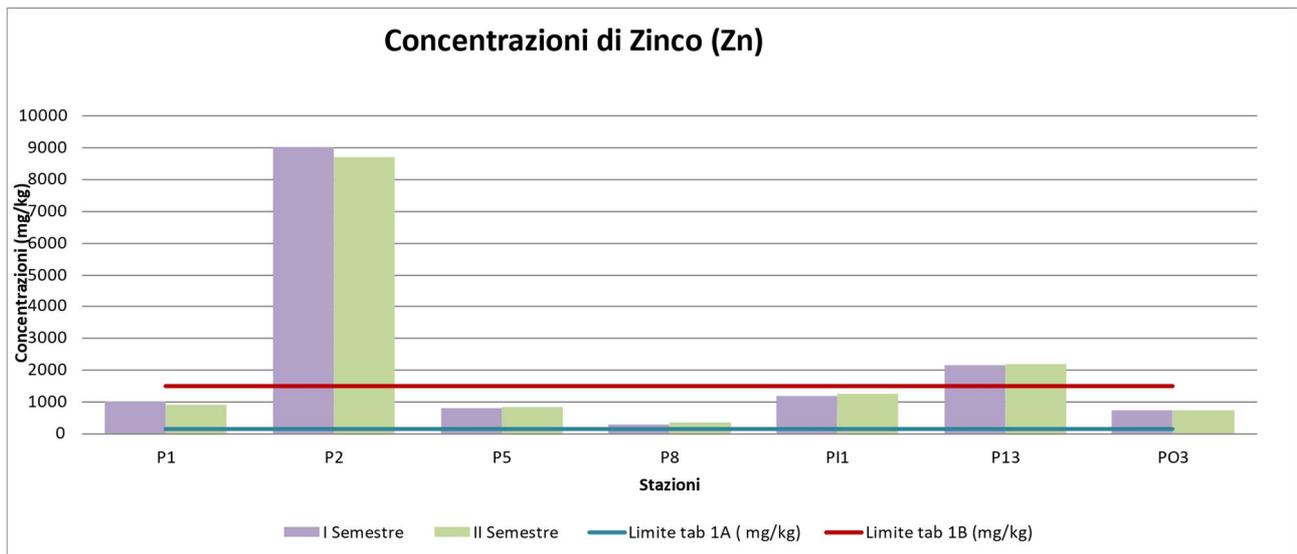


Figura 5.10 – Concentrazione di Zinco (Zn) negli 8 punti di prelievo.

5.5. Attività di monitoraggio da ASL7/PMP di Portoscuso/ARPAS

La situazione riassuntiva dello stato qualitativo delle acque sotterranee è desumibile dal “Piano di disinquinamento del territorio del Sulcis-Iglesiente” e dalle attività di monitoraggio condotte da ASL7/PMP di Portoscuso/ARPAS. La maggior parte dei dati sono relativi alla falda ospitata dall’acquifero superficiale quaternario, mentre minori informazioni si hanno sulla falda profonda presente nel complesso delle vulcaniti.

Nell’ambito del 2° stato di avanzamento “Scheda E1-2 rivalutazione destinazione d’uso dei suoli e realizzazione fascia di rispetto”, le acque sotterranee sono state campionate attraverso 12 pozzi di monitoraggio realizzati ad hoc e 7 pozzi esistenti. Tali punti di monitoraggio sono posti sostanzialmente in corrispondenza del polo industriale. La distribuzione dei parametri chimico-fisici ha messo in evidenza che generalmente procedendo da monte verso valle aumentano il pH e la conducibilità elettrica, mentre diminuiscono l’ossigeno disciolto ed il potenziale redox (Figura 5.11 e Figura 5.11).

Le acque sotterranee che fluiscono all’interno dell’acquifero detritico quaternario sono caratterizzate da un basso livello di ossigenazione e da condizioni fortemente riducenti. Queste caratteristiche sono tipiche delle



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
28 di 68

falde acquifere costiere poco profonde, caratterizzate da bassa velocità di flusso e da scarso ricambio. Tale situazione può essere eventualmente amplificata da scarichi accidentali nel sottosuolo di fluidi con elevato carico organico (di natura urbana e/o industriale). Condizioni di maggiore ossigenazione e moderatamente ossidanti si registrano unicamente in corrispondenza al bordo settentrionale della piana costiera, ossia ai limiti dell'acquifero stesso in cui avviene la ricarica da parte delle acque superficiali (ed eventualmente sotterranee) provenienti dalle alture circostanti.

Per quanto riguarda il contenuto di contaminanti (pH, Fluoruri, Arsenico), in linea generale si osserva che le concentrazioni di questi parametri nelle acque in ingresso (monte idrogeologico) sono inferiori alle CSC; all'interno della zona industriale e lungo la costa si registrano concentrazioni superiori, anche di alcuni ordini di grandezza, ai valori limite.

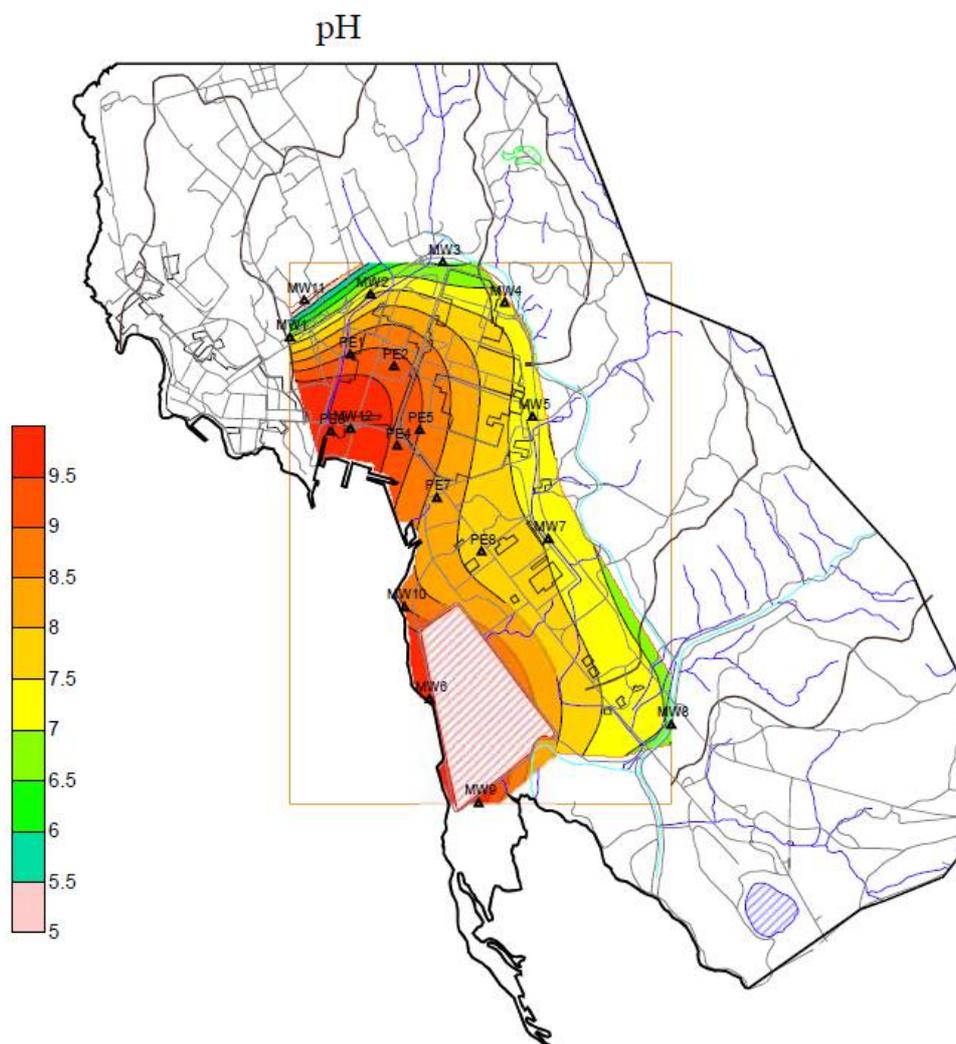


Figura 5.11 – Distribuzione dei valori di pH nelle acque della falda superficiale in corrispondenza dell'area di studio.

Fonte: Piano di Caratterizzazione aree esterne a area industriale di Portovesme

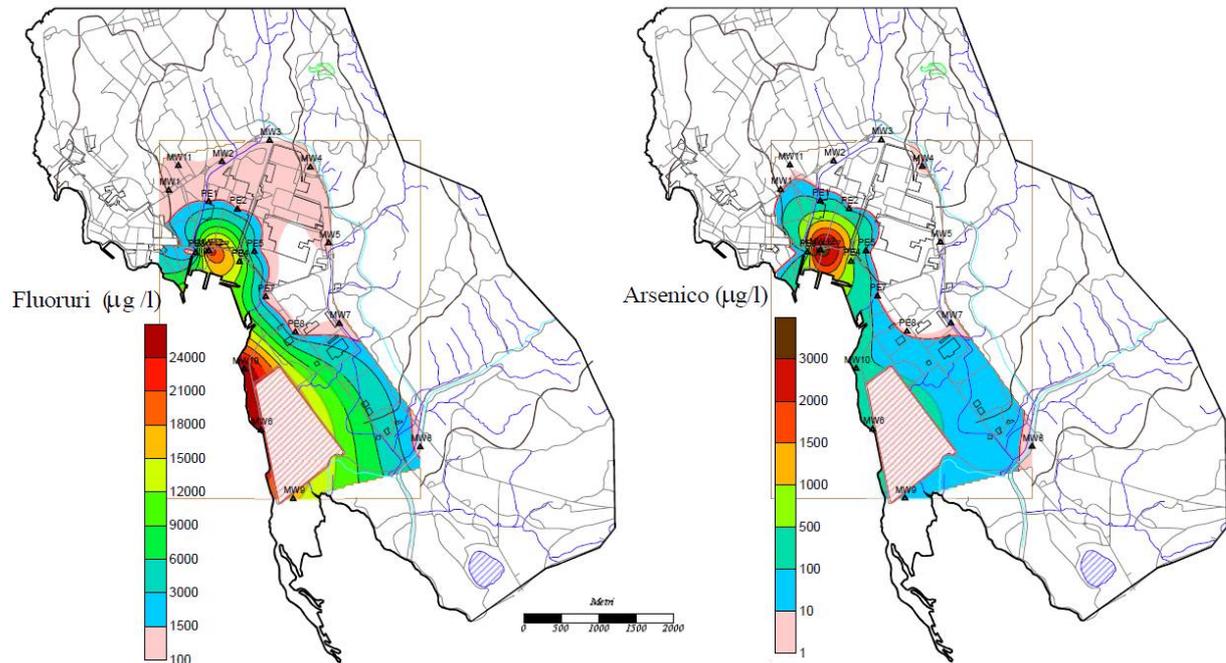


Figura 5.12 – Distribuzione dei valori di concentrazione di fluoruri e Arsenico nelle acque della falda superficiale nell'area studio

Fonte: Piano di Caratterizzazione aree esterne a area industriale di Portovesme

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati del monitoraggio delle acque sotterranee svolte nel 2014 nell'area industriale di Portoscuso ai sensi del Piano di Disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis-Iglesiente di cui al DPCM 23 aprile 1993.

Tabella 5-3 – Risultati acque sotterranee 2014.

Piezometri (sigla)	Coordinate geografiche		Superamenti
Alcoa			
MW28	X 1148541	Y 4339019	SO4, As, Cd, Mn
Pz 11	X 1448870	Y 4339144	SO4, Hg, Mn, Se
Pz 4	X 1448725	Y 4339373	SO4, Cd, Co, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn,
Pz 13	X 1448940	Y 4339537	F, SO4, N-NO2, Al, As, Cd, Fe, Hg, Mn, Ni, Se, Zn
ENEL			
Pz. PO2	X 1448444	Y 4340166	F, SO4, As, B, Cd, Co, Fe, Mn, Ni, Pb, Se, Ti, Zn
S148	X 1448151	Y 4339494	F, SO4, Al, As, B, Ni, Sb, Se
S97	X 1448436	Y 4338517	SO4, Mn, B
S124	X 1448301	Y 4338177	F, SO4, Al, B, Cr, Fe, Mn, Ni, Se

5.6. Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese

Di seguito si riportano, in sintesi, le attività previste nel "Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese", nel tratto compreso tra Capo Altana e Punta S'Aliga, nel Comune di Portoscuso (CI). Le fasi di lavoro effettuate sono state:

- 1) una fase di campionamento dei sedimenti marini, mediante operazioni di carotaggio;
- 2) una fase di campionamento degli arenili, mediante operazioni di carotaggio;
- 3) una serie di determinazioni analitiche di laboratorio (analisi di tipo chimico-fisico) su tutti i campioni



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
30 di 68

di sedimenti prelevati.

Il numero totale delle stazioni indagate è stato pari a 41, delle quali 31 stazioni a mare e le restanti 10 ricadenti sugli arenili. Nel proseguo, però, si farà riferimento alle sole indagini che hanno interessato il territorio di Portovesme (Figura 5.13 e Tabella 5-4).

La denominazione delle stazioni di campionamento dei sedimenti marini è indicata con la sigla PS02 seguita dalla numerazione da 0000 a 0017, mentre le stazioni ricadenti sugli arenili sono indicate con la sigla PV01 seguita dalla numerazione da 0001 a 0006 per quelli eseguiti a Portovesme.

Il prelievo dei campioni di sabbia è stato eseguito su n. 6 stazioni nella spiaggia di Portovesme.

Tabella 5-4 - Coordinate Geografiche delle stazioni di campionamento.

ID stazione	Coordinate WGS 84 UTM 32 (EST, NORD)	
PS02/0009	446270	4339081
PS02/0010	446594	4338991
PS02/0011	446988	4339122
PS02/0012	446803	4338765
PS02/0013	446983	4338585
PS02/0014	447048	4338180
PS02/0015	446812	4338217
PS02/0016	447010	4337961
PS02/0017	446745	4337987
PV01/0001 arenile Portovesme	446975	4339232
PV01/0002 arenile Portovesme	447042	4339181
PV01/0003 arenile Portovesme	447131	4339127
PV01/0004 arenile Portovesme	447217	4339044
PV01/0005 arenile Portovesme	447300	4339046
PV01/0006 arenile Portovesme	447358	4338928



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
31 di 68



Figura 5.13 – Ubicazione delle stazioni di campionamento.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
32 di 68

5.6.1. Attività di caratterizzazione ambientale

Campionamento della spiaggia sommersa (sedimenti marini)

Nell'area di interesse sono state estratte carote aventi lunghezza pari a 2 metri e 3 metri (Figura 5.13). Le corrispettive aliquote di sedimento prelevato sono:

- Carote di lunghezza pari a 2 metri: 0-20 cm, 30-50 cm, 100-120 cm, 180-200 cm;
- Carote di lunghezza pari a 3 metri: 0-20 cm, 30-50 cm, 100-120 cm, 180-200 cm, 280-300 cm.

Saggi ecotossicologici

Oltre alle operazioni di carotaggio di cui sopra, le attività hanno previsto il prelievo, nell'area di Portovesme, di n° 2 campioni superficiali nelle stazioni PS02/0010 e PS02/0014, al fine di recuperare uno spessore di almeno 20 cm di sedimento, confrontabile con la prima sezione prelevata nelle carote (0-20 cm) e sulle quali eseguire i saggi ecotossicologici. Tali aliquote sono state eseguite mediante una benna.

Campionamento della spiaggia emersa (sedimenti arenili)

Il prelievo dei campioni di sabbia è stato eseguito in n. 6 stazioni nella spiaggia di Portovesme. In totale sono stati prelevati n. 16 campioni. In tutte le stazioni sono state prelevate carote di lunghezza pari a 2 metri con prelievo di campioni in corrispondenza dei seguenti livelli: 0-20 cm, 30-50 cm, 100-120 cm, 180-200 cm, per un totale di n° 4 campioni per foro.

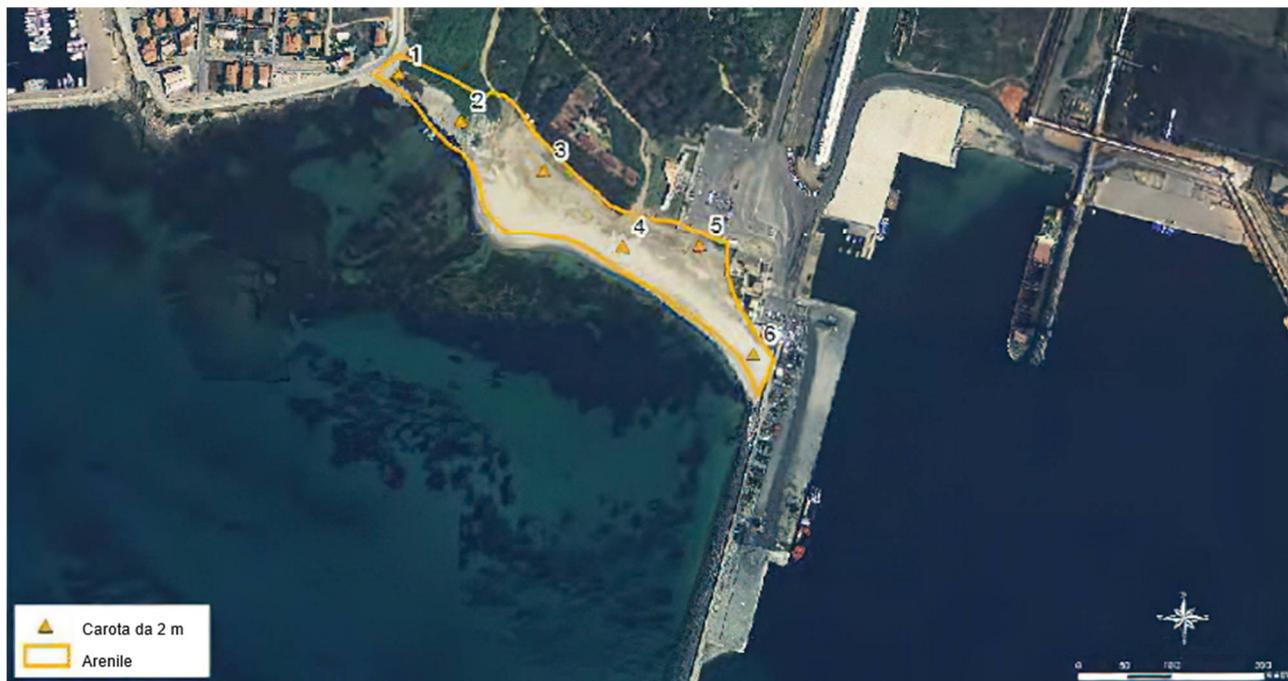


Figura 5.14 – Ubicazione sondaggi arenile Portovesme.

5.6.2. Attività di laboratorio e determinazione analitiche

Su tutti i campioni di sedimenti marini sono state eseguite le seguenti analisi chimico fisiche:

- Analisi granulometriche;
- pH e potenziale redox;
- Policlorobifenili (PCB);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
33 di 68

- Azoto totale;
- Fosforo totale;
- Carbonio Organico Totale (TOC);
- Idrocarburi C<12, Idrocarburi C>12;
- Solventi aromatici (BTEX);
- Cumene;
- Cianuri;
- Metalli (Al, As, Cd, Cr tot., Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, V, Zn).
- Organostannici TBT (sommatoria di mono-di e tributil stagno, espressi come stagno);
- diossine e furani;
- parametri microbiologici (Streptococchi fecali, Salmonella, spore di clostridi solfitoriduttori);
- amianto;
- tossicità acuta del batterio *Vibrio fischeri* (Microtox) e tossicità acuta dei Rotiferi (*Brachionus plicatilis*);

Su tutti i campioni di sabbia prelevati sono state eseguite le seguenti analisi chimico fisiche:

- Analisi granulometriche;
- pH e potenziale redox;
- Policlorobifenili (PCB);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Azoto totale;
- Fosforo totale;
- Carbonio Organico Totale (TOC);
- Idrocarburi C<12, Idrocarburi C>12;
- Cianuri
- Metalli (Al, As, Cd, Cr tot., Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, V, Zn)

5.6.3. Risultati analitici

Descrizione litostratigrafica delle carote analizzate

L'esame visivo delle carote estratte ha permesso di schematizzare il seguente assetto litostratigrafico:

Sedimenti marini:

- sabbie da medie a fini a tratti debolmente limose talora con frammenti conchigliari e resti di *Posidonia oceanica* (da 0.00 a -3.00 m)

Arenile Portovesme:

- sabbie fini ben classate con resti di *Posidonia oceanica* (da 0.00 a -1.20 m)
- substrato roccioso (da -1.20m).

5.6.4. Risultati delle analisi chimiche

Di seguito si riporta la trattazione di dettaglio dei risultati analitici:



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 34 di 68

Potenziale Redox, pH, Peso Specifico

La misura del potenziale redox, evidenzia condizioni ossidanti per tutti i campioni prelevati con valori compresi tra un minimo di 19 mV e un massimo di 27 mV.

Azoto, Fosforo, TOC, Cianuri

Su tutti i campioni prelevati sono state eseguite determinazioni di azoto, fosforo, TOC. Per quanto riguarda l'azoto, dall'esame complessivo dei risultati analitici si evince che circa l'82% dei campioni ha un valore compreso tra 101 e 480 mg/kg mentre il 10% circa presentano concentrazioni inferiori a 101 mg/kg. In un campione prelevato nel sondaggio PS02/0015, è stata riscontrata una concentrazione inferiore al limite strumentale. Il campione prelevato nel sondaggio PS02/0018 (intervallo di profondità 0.30-0.50 m) presenta una concentrazione in azoto pari a 846.00 mg/kg.

I risultati relativi al fosforo evidenziano valori compresi tra un minimo di 10 mg/kg ed un massimo di 518 mg/kg. Il 15% circa dei campioni presentano valori superiore ai 300 mg/kg.

La determinazione del TOC (Carbonio Organico Totale) mostra valori compresi tra un minimo di 1073 mg/kg e un massimo di 37910 mg/kg. Nei campioni prelevati nell'area sommersa, la media dei valori si attesta a circa 6000 mg/kg. In corrispondenza di un sondaggio, PS02/0014 i valori superano i 30000 mg/kg (rispettivamente 37919 e 31030 mg/kg). Nell'arenile di Portovesme i valori si attestano mediamente a circa 5000 mg/kg e 3500 mg/kg.

Le determinazioni eseguite sul contenuto in cianuri non hanno mai riscontrato la loro presenza nei sedimenti dei fondali.

Contaminanti Organici, TBT, BTEX e Cianuri (sedimenti marini)

I test di laboratorio hanno evidenziato esito negativo per quanto concerne i contenuti dei contaminanti in oggetto.

Diossine, Furani e Amianto

Le analisi eseguite sui campioni prelevati dal livello superficiale non hanno evidenziato superamenti dei valori tabellari.

Contaminanti inorganici

I superamenti dei limiti corrispondenti ai Valori di Intervento ICRAM sono relativi ai contaminanti inorganici quali: cadmio, mercurio, piombo, rame e zinco.

Mercurio

La contaminazione da Mercurio presenta una diffusione areale nel settore più a Nord, mentre nelle aree centrali e meridionali risulta essere pressoché puntuale.

Piombo

Per quanto riguarda il piombo (CSC 100 mg/kg), la contaminazione nel settore marino riguarda 3 sondaggi ubicati nel settore più a Nord e all'imboccatura del porto industriale di Portovesme.

Zinco

Per quanto riguarda lo zinco (CSC 170 mg/kg), i risultati analitici mostrano un livello di contaminazione piuttosto diffuso sia arealmente che in profondità, raggiungendo mediamente la profondità di 2 metri.

La contaminazione da Zinco risulta diffusa arealmente nel settore estremo Nord e Sud e in corrispondenza



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 35 di 68

dell'imboccatura del Porto di Portovesme.

Cadmio

Dai risultati analitici relativi al cadmio (CSC 1.4 mg/kg) si evince una contaminazione areale pressoché simile a quanto riscontrato nel caso dello zinco.

La contaminazione da Zinco risulta diffusa arealmente nel settore estremo Nord e Sud e in corrispondenza dell'imboccatura del Porto di Portovesme.

Analisi batteriologiche

Gli esami eseguiti sui campioni di sedimenti marini non hanno rilevato la presenza di Spore di clostridi solfito riduttori, Escherichia coli e Streptococchi fecali.

Contaminanti Organici e Cianuri

I test di laboratorio hanno evidenziato esito negativo per quanto concerne i contenuti dei contaminanti in oggetto.

Diossine, furani e amianto

Le analisi eseguite sui campioni prelevati dal livello superficiale non hanno evidenziato superamenti dei valori tabellari.

Contaminanti inorganici

L'analisi dei campioni prelevati negli arenili mostra una contaminazione cadmio, piombo, rame e zinco solo per quanto riguarda Portovesme.

Analisi batteriologiche

Gli esami eseguiti sui campioni di arenile non hanno rilevato la presenza di Salmonella, di *Streptococchi fecali* e di *Escherichia coli*.

Per quanto riguarda i Miceti sono state riscontrate, in entrambi gli arenili, concentrazioni con valori compresi tra un minimo di 20 e 400 UFC/g.

5.6.5. Riepilogo

Le attività sono state eseguite secondo le direttive specificate nei Piani di caratterizzazione ambientale dell'area marina prospiciente il sito di bonifica di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese Area Portuale di Portoscuso, Portovesme e Sant'Antioco.

I risultati delle analisi eseguite su tutti i campioni prelevati sono stati confrontati con i limiti riferiti al Piano ICRAM - CII-Pr-SA-SI-valori intervento S. Antioco 01.04.

Gli esiti analitici hanno evidenziato valori di concentrazione inferiori ai limiti riferiti al Piano ICRAM - CII-Pr-SA-SI-valori intervento S. Antioco 01.04 per tutti gli analiti ricercati ad eccezione dei parametri: cadmio, mercurio, piombo, rame e zinco. Tale contaminazione da Cd, Pb, Cu e Zn risulta diffusa arealmente nel settore estremo Nord e Sud e in corrispondenza dell'imboccatura del Porto di Portovesme. La contaminazione da Mercurio presenta, invece, una diffusione areale nel settore più a Nord, mentre nelle aree centrali e meridionali risulta essere pressoché puntuale.

Le analisi dei campioni prelevati negli arenili mostrano una contaminazione a carico del cadmio, piombo, rame e zinco solo per quanto riguarda Portovesme.

Le analisi batteriologiche eseguite sui campioni di arenile non hanno rilevato la presenza di Salmonella, di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE		
PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 36 di 68

Streptococchi fecali e di *Escherichia coli*, mentre è stato rilevato un valore di 30 UFC/g per quanto riguarda le Spore di clostridi solfitoriduttori.

Per quanto riguarda i Miceti, sono state riscontrate, in entrambi gli arenili, concentrazioni con valori compresi tra un minimo di 20 e 400 UFC/g.

5.7. Interventi di Messa in Sicurezza e Bonifica in atto

In merito alle attività di bonifica e messa in sicurezza in atto nell'area industriale di Portovesme, è stato preso come riferimento il documento “*Focus sulle Bonifiche dei Suoli e della Falda Superficiale nell'Area Industriale di Portovesme*”, sulla base del quale si riportano in breve gli interventi di risanamento ambientale in corso a carico delle aziende adiacenti le opere in progetto. Di seguito si riporta una tabella sintetica delle attività svolte e delle aziende coinvolte:

Azienda	Progetto di bonifica messa in sicurezza	Attività svolta
ALCOA (Sideralloy srl)	Piano Operativo di Bonifica dei suoli	Scavo, smaltimento esterno in discarica autorizzata e messa in sicurezza permanente dei riporti
	Progetto di Bonifica dei Suoli “Centrale Termoelettrica Sulcis e Portoscuso”	Bonifica suoli e Analisi di Rischio relativamente alle due Centrali ENEL Sulcis e Portoscuso
	Progetto di Messa in Sicurezza Permanente e/o Bonifica ex Parco Ceneri (Area 5)	Bonifica/messa in sicurezza permanente dell'Area 5. Lo studio prevedeva il mantenimento dei materiali <i>in situ</i> e il loro isolamento dall'ambiente attraverso un sistema combinato di tipo fisico (<i>capping</i>) e idraulico (sistema di barrieramento idraulico da realizzarsi nell'ambito del più ampio progetto consortile)
ENEL	Centrale Termoelettrica Sulcis “Grazia Deledda”. Cumuli ex Socomet	Rimozione dei rifiuti e conferimento in idoneo impianto di smaltimento e/o recupero autorizzato di due aree. In particolare, nell'area denominata “capannone ex Socomet e area adiacente”, rifiuti di varia tipologia quali ceneri, sabbie da letto fluido, pezzi meccanici dismessi, vecchi condizionatori, valvole, rifiuti elettrici e elettronici, materiali ferrosi, legname, plastiche, pneumatici, ecc., e nell'area compresa tra il DAS e i serbatoi TK4 e TK5, scarti di ceramica, imballaggi in legno e plastica, miscele bituminose, ecc.
	Bonifica Falda acquifera superficiale Area Industriale Portovesme (ALCOA, PORTOVESME, EURALLUMINA, LIGESTRA, ENEL)	Messa in sicurezza della falda superficiale del polo industriale con il metodo del barrieramento interaziendale del polo industriale di Portovesme



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

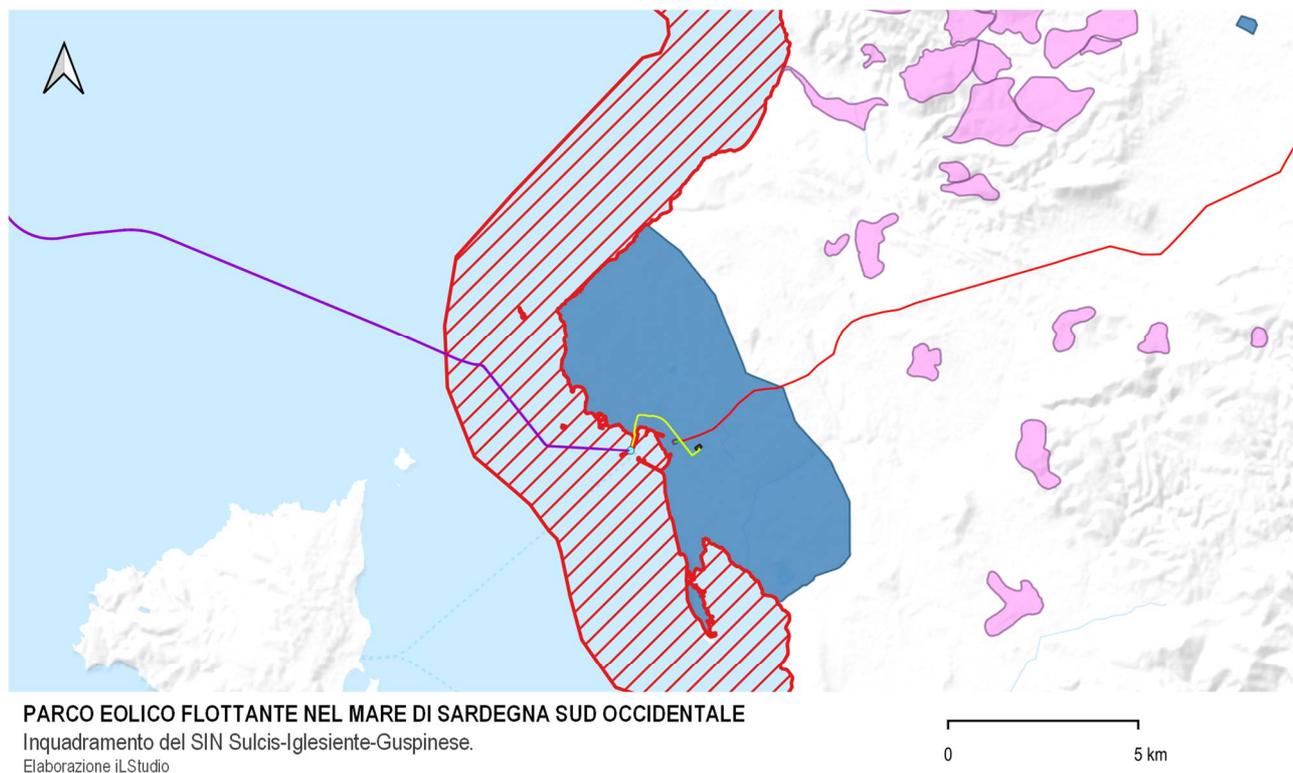
Pagina
37 di 68

6. OPERE DEL PROGETTO

Il progetto in esame ricade parzialmente all'interno del Sito di Interesse Nazionale (SIN) "Sulcis Iglesiente Guspinese" (Figura 6.1), il cui perimetro è stato definito dal Decreto Ministeriale dell'ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 28 Ottobre 2016.

In particolare, il progetto interessa sia l'area SIN a terra che l'area SIN a mare con le seguenti opere:

- l'elettrodotto di esportazione 220 kV a mare per c.a. gli ultimi 6 km;
- il punto di giunzione a terra (TJB);
- l'elettrodotto di esportazione 220 kV a terra;
- la sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220 kV – 380 kV;
- l'elettrodotto di connessione 380 kV;
- la nuova sezione 380 kV TERNA Sulcis, per quanto riguarda l'ampliamento della stazione già esistente;
- n. 9 tralacci dell'elettrodotto aereo 380 kV "Sulcis-Villasor", da realizzarsi in sostituzione della già esistente linea 220 kV.



LEGENDA

Impianto Eolico

- Elettrodotto Marino 220kV
- Punto di Giunzione
- Elettrodotto Interrato 220kV

- Sottostazione di Trasformazione e Consegna
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Nuova Sezione TERNA Sulcis
- Elettrodotto Aereo 380kV ST

SIN

- Area SIN Mineraria
- Area SIN Marina
- Area SIN Terra

Figura 6.1 – Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 38 di 68

6.1. Parte a mare

L'esportazione dell'energia elettrica, prodotta a 35km dalla costa dall'impianto eolico offshore, sarà effettuata mediante l'impiego di appositi cavi elettrici marini tripolari ed elicordati. La posa parallela dei due cavi a 220kV, avverrà mediante un'apposita imbarcazione posa cavi che sarà dotata di tutte le attrezzature e strumentazioni necessarie alla movimentazione ed al controllo durante le fasi di installazione.

La protezione dei cavi marini dalle perturbazioni antropogeniche (es. pesca, ancoraggio delle imbarcazioni) e naturali (es. azione delle correnti e del moto ondoso) sarà attuata mediante tecnica di posa interrata o l'installazione di appositi sistemi di copertura descritte nei paragrafi successivi. In questa fase di progetto è stata sviluppata un'analisi preliminare per la posa lungo l'intero tracciato dei cavi sia per la sezione offshore che per la sezione nearshore caratterizzata anche dal vincolo del SIN.

All'esterno del SIN, per le aree non caratterizzate da biocenosi di pregio e dove le caratteristiche geotecniche del fondale o l'assenza di altre infrastrutture sommerse (cavi marini o condotte sottomarine) lo consentano, la posa del cavo sarà realizzata mediante trincea (Trenching). Per tale tecnica è stato redatto un'analisi CBRA (Cable Burial Risk Assessment) per la valutazione del layout di posa e l'analisi dei potenziali rischi e vincoli ambientali connessi alla posa dei cavi. La metodologia di analisi è sviluppata secondo le principali linee guida di settore tra cui:

- Carbon Trust Cable Burial Risk Assessment Methodology (CBRA - Methodology),
- Offshore Wind Accelerator Cable Burial Risk Assessment Application Guide (OWA - CBRA)
- DNV–GL Subsea Power Cables in Shallow Water.

Nell'area nearshore, ossia nella sezione con batimetria inferiore ai 70m e quindi anche all'interno del SIN, si è provveduto ad attuare un apposito survey marino per la caratterizzazione geofisica e ambientale, i cui dati sono (Side Scan Sonar, MultiBEAM, SBP, Magnetometro e riprese ROV) sono state analizzate dal CNR di Oristano e dal CoNISMa – Università di Palermo (*"Rapporto sulle indagini a mare"* C0421YR31GEOMAR00 e *"Rapporto di monitoraggio e caratterizzazione ambientale dell'area marina costiera e offshore"* C0421UR30ENVMAR00). È stata inoltre redatta la valutazione preventiva dell'interesse archeologico (*"Verifica preventiva dell'interesse archeologico a mare"* C0421YR34ARCMR00). A seguito di tali indagini è stata riscontrata la presenza di habitat a coralligeno e praterie di Posidonia che, seppur degradate, sono di evidente rilievo naturalistico e rappresentano un elemento di tutela. Il percorso dell'elettrodotto è stato quindi ottimizzato al fine di ridurre al minimo gli impatti sulle biocenosi e permettere la sicura e corretta installazione. Nei paragrafi successivi sono descritte le misure di mitigazione, compensazione e bonifica.

6.2. Tipologia di posa mediante copertura

Di seguito si riportano le tipologie di posa per la protezione, mediante copertura, dei cavi elettrici marini.

6.2.1. Protezione con massi naturali – rockdumping

La protezione con rocce naturali (rockdumping) prevede il ricoprimento del cavo mediante pietrame al fine di proteggerlo dall'azione di reti, ancore e correnti marine di fondo. Questo metodo è generalmente utilizzato come protezione in corrispondenza di intersezioni tra infrastrutture o dove non sia possibile raggiungere una minima profondità di sepoltura del cavo. Il tipo, le dimensioni e il design delle protezioni in roccia vengono scelte in base al clima meteomarinario, alla morfologia e alla batimetria del sito di installazione. Il pietrame sciolto viene poi in breve tempo colonizzato da flora e fauna marina e determina la nascita di un reef artificiale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
39 di 68



Figura 6.2 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in massi naturali.

Elaborazione iLStudio.

6.2.2. Protezione con materassi in calcestruzzo

I materassi in calcestruzzo sono strutture costituite da blocchi di calcestruzzo (cls) collegati da cordame non degradabile generalmente in polipropilene.

La movimentazione dei materassi avviene mediante bilancini di posizionamento che, in combinazione con apparecchi di sollevamento, permettono la corretta e precisa installazione delle protezioni per il cavo marino (Figura 6.3 e Figura 6.4).



Figura 6.3 – Messa in posa di materasso mediante bilancino

La struttura dei materassi è assimilabile ad una maglia (materassi articolati) e, come per il pietrame impiegato nel rockdumping, la scelta dimensionale è legata alle peculiarità meteomarine e alle esigenze progettuali sito specifiche. Anche per i blocchi in cls la colonizzazione e naturalizzazione delle superfici da parte di flora e fauna marina avviene in tempi brevi e determina la nascita di un reef artificiale.

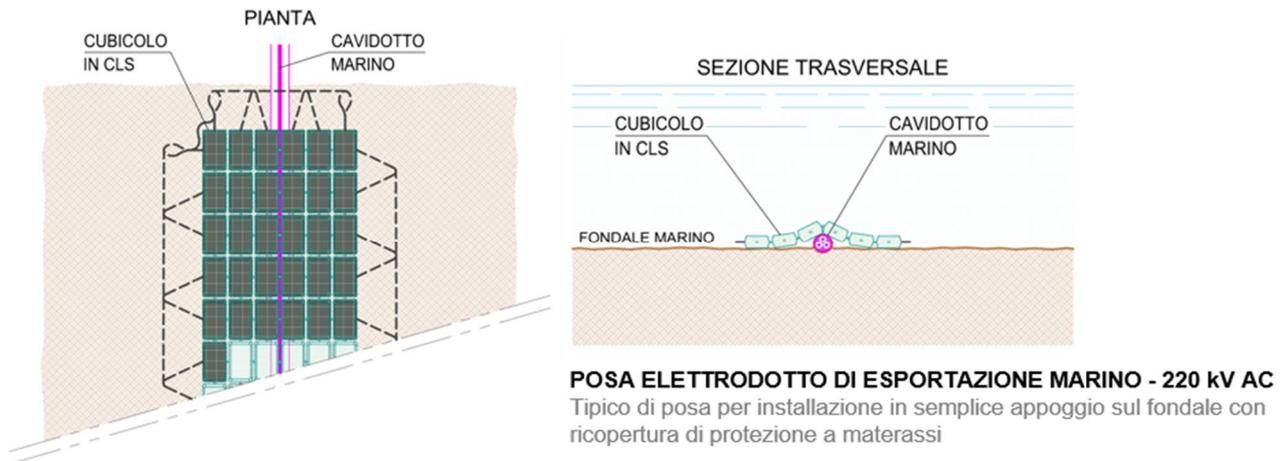


Figura 6.4 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione a materassi in cls.

Elaborazione iLStudio.



Figura 6.5 – Esempio di posa con protezione a materassi in cls (rendering).

Fonte: <https://tdnenergy.com>

Questo tipo di protezione dei cavi offre i seguenti vantaggi:

- buona capacità di adattamento al fondale;
- maggiore velocità, precisione e facilità di posa;
- minore dimensione dei mezzi navali necessari all'installazione;
- più facile rimozione dei componenti.

6.2.3. Protezione con elementi tubolari modulari

La protezione con elementi tubolari o semi circolari modulari si realizza mediante applicazione di manicotti protettivi in materiale plastico ad alta resistenza o più spesso in ghisa. L'accoppiamento tra i moduli garantisce una certa flessibilità del cavo e la possibilità di accompagnare i naturali cedimenti del fondale. Nelle aree in cui sono presenti biocenosi di particolare interesse naturalistico (ad esempio praterie di *Posidonia oceanica*) o dove bisogna limitare o evitare l'intorbidimento delle acque (aree SIN), l'utilizzo di conchiglie protettive può essere una soluzione di protezione ammissibile.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
41 di 68



Figura 6.6 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in elementi tubolari modulari.

Elaborazione iLStudio.



Figura 6.7 – Esempio di posa con protezione in elementi modulari tubolari.

Fonte: <https://www.farinia.com>.

6.3. Misure di mitigazione della torbidità

All'interno dell'area SIN si presterà particolare attenzione durante la posa dei cavi elettrici marini e dei sistemi di protezione degli stessi.

Durante l'installazione subacquea dei cavi la movimentazione del sedime, per quanto limitata non è ad oggi evitabile. Per impedire la dispersione nella colonna d'acqua del sedimento inquinato ed evitare l'incremento della torbidità al di là dell'area di posa si provvederà ad impiegare le giuste tecniche e tecnologie disponibili (BAT).

Una tecnica collaudata è l'impiego di apposite barriere fisiche antitorbidità per limitare l'estensione del pennacchio di torbidità. Tali barriere isolano il sito di installazione e le attività antropiche dalle aree circostanti sottoposte invece alle variabili ambientali quali correnti, maree e moto ondoso; pertanto l'area operativa viene delimitata.

Le barriere sono divise in due categorie principali:

- le barriere strutturali costituite da palcole e sistemi modulari protatili;
- Le barriere non strutturali galleggianti.

Per l'applicazione specifica, verranno impiegate delle panne antitorbidità costituite da una parte emersa con funzione di barriera galleggiante e una parte immersa, zavorrata e bilanciata, che svolge azione di contenimento sul fondo così da limitare l'eventuale diffusione dei sedimenti e dei contaminanti associati alla loro frazione fine.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

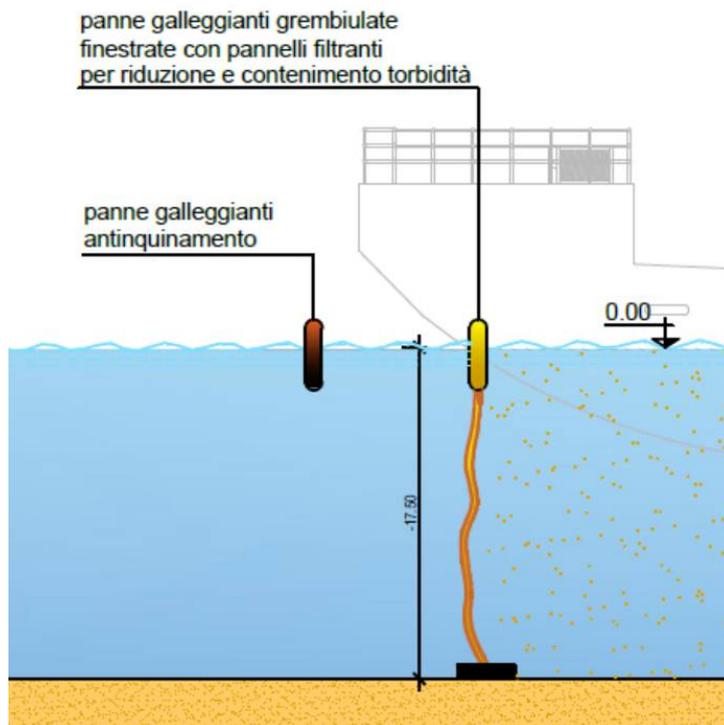


Figura 6.8 – Pannelli di contenimento per evitare l'intorbidimento delle acque.

6.4. Proposta di installazione elettrodotto marino

L'area nearshore, compresa tra le coste di Carloforte e di Portoscuso e ricadente all'interno del SIN "Sulcis-Iglesiente-Guspinese" ha determinato una scelta progettuale ad hoc che permettesse di raggiungere una serie di importanti obiettivi:

- Rispettare l'esigenza di protezione dei cavi;
- Ridurre al minimo gli impatti ambientali;
- Migliorare e/o compensare le condizioni della flora e della fauna marina;
- Determinare la bonifica delle superfici interessate dalle opere;
- Permettere le manutenzioni.

Il design di seguito descritto permette di ottemperare ai precedenti target mediante l'installazione di differenti manufatti disposti come nella Figura 6.9.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

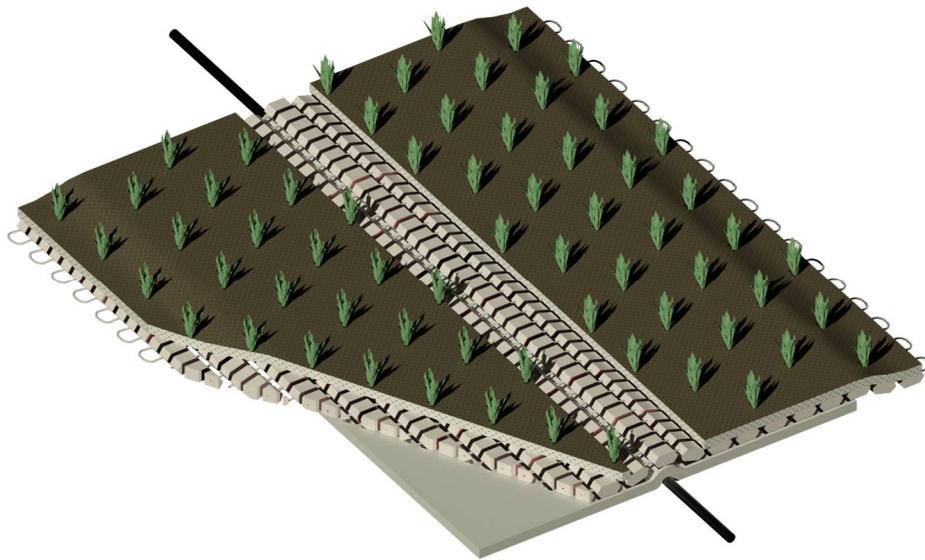


Figura 6.9 – Materasso reattivo filtrante con ripiantumazione di *Posidonia oceanica*.

Elaborazione iLStudio.

Di seguito si riporta la schematizzazione delle fasi installative:

- 1) il cavo viene posato sul fondale marino mediante apposita nave posacavi;
- 2) il cavo viene coperto da un primo materasso reattivo (capping reattivo) che permetterà la bonifica della sezione interessata;
- 3) il materasso reattivo viene coperto e protetto da un materasso in cls (vedi paragrafo 6.2.2 Protezione con materassi in calcestruzzo);
- 4) il materasso in cls e le zone limitrofe vengono naturalizzate dall'installazione di manufatti che velocizzano l'attecchimento della Posidonia o che ne permettono la ripiantumazione a valle di eventuale danneggiamento.

In merito alla fase 2 si evidenzia la vasta disponibilità sul mercato di soluzioni già in uso in altre aree portuali e SIN che sintetizziamo nel paragrafo seguente.

6.4.1. I materassi attivi filtranti zavorrati (MAFZ)

I materassi attivi filtranti zavorrati (MAFZ) sono stati progettati come misura di bonifica, mitigazione o compensazione per garantire la protezione dell'erosione localizzata o estesa oltre che filtro di separazione o base di appoggio di strutture portuali e marittime.

Il materasso è generalmente costituito dai seguenti elementi preassemblati:

- un geotessile inferiore accoppiato ad una geostuoia tridimensionale estrusa attorno ad una geogriglia;
- uno strato di ghiaia/sabbia per l'appesantimento;
- uno strato di materiale attivo per la bonifica
- un geotessile superiore;
- una trapuntatura a chiodi sintetici che, insieme alla geogriglia, permettono l'equa e stabile distribuzione del materiale di appesantimento e bonifica

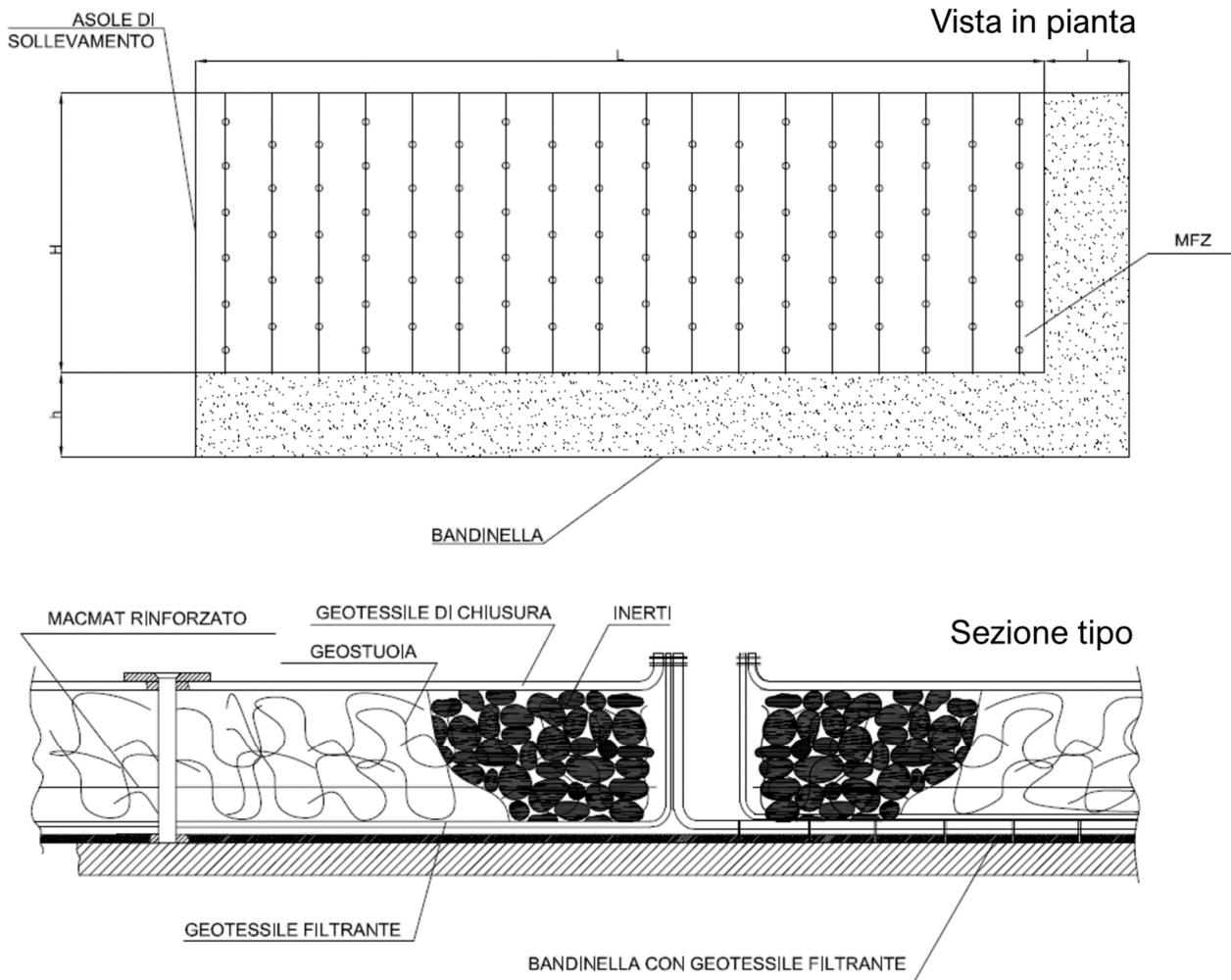


Figura 6.10 – MAFZ – Vista in pianta e sezione tipo.

La progettazione del riempimento attivo viene personalizzata in base alle specie inquinanti presenti nel sito di installazione e di seguito si riportano, a titolo di esempio, le proposte della Maccaferri (azienda innovativa e leader nel settore del capping e dei materassi di protezione in genere).

Provect-CH4®

Il Provect-CH4® è un ammendante antimetanogeno specificamente studiato per le bonifiche ambientali grazie alla presenza di statine naturali che inibiscono la metanogenesi permettendo gli altri processi naturali di biodegradazione.

Argilla reattiva

Per argille reattive si intende le argille chimicamente modificate in modo da cambiarne le proprietà chimiche e il comportamento. Può essere sfruttata come elemento di controllo e la depurazione di contaminanti organici e anche di liquidi organici come i pesticidi. In mare ha dimostrato risultati efficienti in merito al controllo di fanghi di depurazione senza incidere negativamente sulla vita acquatica, i pesci e l'ecosistema marino.

Carboni attivi granulari (GAC)

Il carbonio attivo possiede elevate capacità adsorbenti, in seguito alla sua struttura altamente porosa e all'elevata area specifica che gli garantisce di trattenere le molecole delle sostanze al suo interno. Viene ampiamente utilizzato nell'ambito della filtrazione, del trattamento dell'acqua residenziale o reflua, della



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 45 di 68

rimozione del cloro dall'acqua potabile e per la deodorizzazione e decolorazione dei fluidi.

Provect-IRM®

Questo reagente facilita le reazioni di assorbimento e di precipitazione utili all'immobilizzazione dei metalli pesanti, che vengono rapidamente catturati e immobilizzati in maniera sicura, stabile e a lungo termine.

Ferro zerovalente (ZVI)

A partire dagli anni '90 è riconducibile la capacità di trattamento del ferro zerovalente (ZVI) di acque contaminate da metalli pesanti riducibile e da solventi clorurati. La trasformazione chimica avviene, per mezzo del ferro zerovalente, sulla superficie delle particelle del ferro ed implica almeno tre passaggi: adsorbimento del substrato sui siti reattivi presenti sulla superficie delle particelle di ferro; reazione sulla superficie; desorbimento del prodotto di trasformazione.

6.5. BAT per la ripiantumazione della Posidonia oceanica

Le praterie di *Posidonia oceanica* giocano un ruolo chiave nell'assorbimento della CO₂ e negli ultimi 40 anni hanno subito una progressiva regressione per via della pressione antropica e della lenta capacità naturale di ricolonizzare nuove aree. Tale condizione ha incrementato la necessità di sviluppare e sperimentare nuove modalità operative al fine di tutelare e salvaguardare le praterie. Pertanto sono state sviluppate delle tecniche di trapianto per migliorare il loro stato di conservazione.

La realizzazione di infrastrutture, come cavi e condotte, in presenza di praterie comporta un impatto trascurabile qualora si proceda alla posa oppure sfruttando tecniche e dispositivi che ancorano il cavo sul fondale marino, permettendo in questo modo alla prateria di ricoprirlo e incorporarlo nella *matte*.

Il progetto in esame prevede la posa in semplice appoggio dell'elettrodotto marino di esportazione sul fondale, onde evitare la movimentazione e la dispersione dei sedimenti e degli inquinanti nella colonna d'acqua all'interno dell'area SIN. A causa delle perturbazioni naturali ed antropiche è necessario però adottare dei sistemi idonei per la protezione e la sicurezza del cavo marino (materassi zavorrati) nelle aree a maggior rischio, soprattutto sottocosta. In merito alle misure di compensazione, si procederà ad una ripiantumazione della fanerogama *Posidonia oceanica* nelle aree in cui dovesse essere disturbata durante la fase di installazione del progetto.

Attualmente sono in corso diversi progetti per riqualificare zone marine danneggiate, come le aree SIN, procedendo con la sperimentazione di nuove tecniche di reimpianto sempre più affidabili e sostenibili, affinché si possa conoscere la variabilità delle risposte biologiche e si possano selezionare tecniche più idonee, in funzione non solo delle caratteristiche del sito ma anche per le esigenze progettuali. Alcune delle esperienze più recenti sembrano avvalorare il raggiungimento di risultati incoraggianti, soprattutto per interventi su piccola scala. In particolare, si tende a prediligere il trapianto per mezzo di talee o "*transplants*", che consiste nel trasferimento del materiale vegetale da una prateria donatrice ad un nuovo sito ricevente (Calumpong & Fonseca, 2001).

L'operazione di piantumazione e la scelta della tipologia di reimpianto, essendo cruciali per la buona riuscita dell'intervento, richiedono competenze tecnico-scientifiche e l'applicazione di un *iter* procedurale con la supervisione di un Ente Scientifico che proceda alla validazione del piano di monitoraggio. In merito alla scelta della tipologia è importante tenere presente la modalità di ancoraggio delle talee al substrato; tale criticità scaturisce dalla necessità di servirsi di strutture in grado di resistere sia alle correnti di fondo che all'azione del moto ondoso. Le modalità, testate nella letteratura disponibile, prevedono di sfruttare la capacità di divisione dei fasci delle talee trapiantate, attraverso l'espansione di nuclei di ricolonizzazione che, nel lungo periodo, espandendosi, andrebbero a ripristinare una prateria di simile o comparabile valore ecosistemico rispetto a quella preesistente o a quelle delle zone limitrofe.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
46 di 68

Le tecniche in utilizzo si suddividono tra quelle prive di ancoraggio, semplicemente poggiando le talee sul substrato in contenitori biodegradabili e quelle munite di ancoraggio, come la fissazione a reti metalliche. Ad esempio si annoverano (ISPRA, 2014):

- reti in plastica o in metallo;
- reti in materiale biodegradabile;
- sistemi di ancoraggio che utilizzano ganci metallici, paletti o chiodi;
- cornici in calcestruzzo munite di rete metallica;
- lastre in cemento dotate di fori, in cui vengono posizionate le talee;
- zolle da posizionare in appositi scavi;
- materassi riempiti di sabbia e rinverditi con fasci di Posidonia.

Ad oggi sono stati inoltre sottoposte a sperimentazione altre tecniche, come l'utilizzo di ancoraggi flessibili, materassi rivegetati e stuoie antierosive. Per una disamina completa delle tecniche di trapianto, si rimanda al "Manuale delle tecniche e delle procedure operative per il trapianto di *Posidonia oceanica*" (La Porta & Bacci, 2022), ma di seguito si riportano alcuni esempi di sperimentazioni lungo le coste italiane.



Tecnica di reimpianto mediante un supporto in plastica biodegradabile (bioplastica Mater-Bi).
Casi studio: Area SIN di Priolo – Augusta (Sicilia).
Superficie 2500m² su *matte* morta.
AMP Capo Gallo – Isola delle Femmine.



Tecnica di reimpianto mediante biostuoie in agave e geostuoie in polipropilene.
Caso studio: isola D'Elba, in località Cavo.



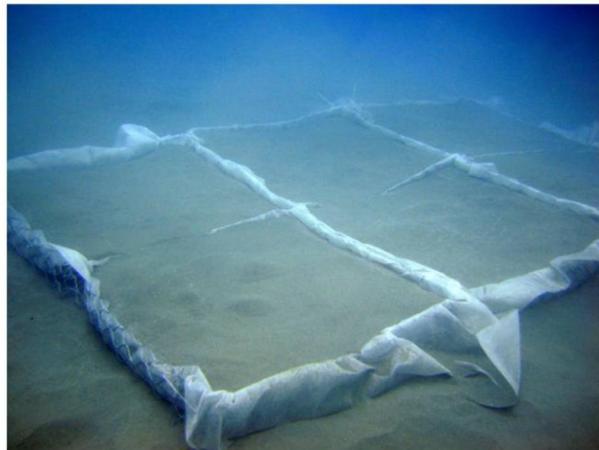
Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio



Tecnica di reimpianto mediante l'uso di rivestimenti antierosivi.

Casi studio: isola D'Elba, in località Cavo e AMP di Capo Rizzuto.



Tecnica di reimpianto mediante materassi rivegetati.



Tecnica di reimpianto mediante materassi di pietrame.

Figura 6.11 – Possibili tecniche di reimpianto delle talee di *Posidonia oceanica*.

Fonte: (ISPRA, 2014) (Scardi, 2017)

Ad oggi, per il progetto in esame, si ipotizza l'utilizzo di materassi costituiti da materiale naturale e muniti di rete metallica e geostuoia su cui si provvederà a ripiantumare le talee a distanze tali sia da consentire il corretto sviluppo dei rizomi e delle foglie e sia a garantire la circolazione dell'acqua e la corretta irradiazione solare.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

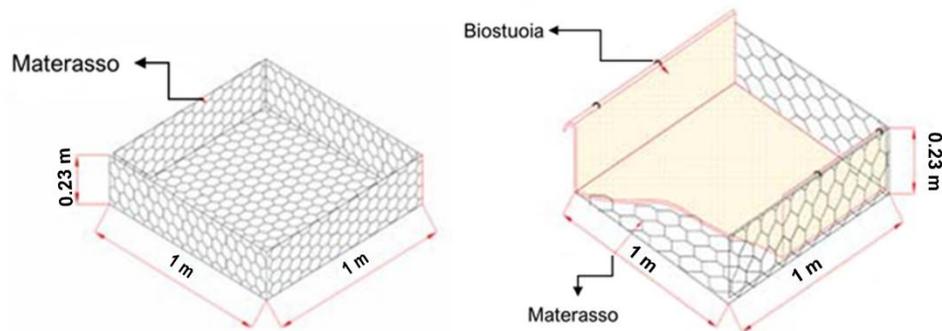


Figura 6.12 – Materasso munito di rete metallica esagonale a doppia torsione e geostuoia/biostuoia in filamento di polipropilene.

Si sottolinea che si rivaluterà, in fase ante-operam, insieme alle autorità competenti, la migliore tecnica di ripiantumazione disponibile (BAT – best available techniques) prima dell'effettiva installazione.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
49 di 68

6.6. Piano di campionamento a mare

Dall'analisi bibliografica delle caratterizzazioni già effettuate negli ultimi 20 anni si è ipotizzato un nuovo piano di caratterizzazione per aggiornare i livelli di inquinamento dell'area di intervento e permettere l'ottimale progettazione per l'installazione delle opere.

6.6.1. Area marina costiera

Ai fini della definizione analitica dei materiali, i campioni del piano di caratterizzazione ante-operam saranno prelevati nello strato superficiale dei sedimenti lungo la direttrice del tracciato di installazione del cavo dritto marino.

La proposta di campionamento, con magliatura quadrata, prevede la seguente frequenza di prelievo (Figura 6.13):

- un campione ogni 50 metri per i primi 1000 metri dell'opera (distanza presa dal punto di sbarco del cavo), per un totale di 20 campioni;
- un campione ogni 100 metri per il successivo chilometro dell'opera, per un totale di 10 campioni;
- un campione ogni 200 metri per i rimanenti circa 4km dell'opera per un totale di 19 campioni.

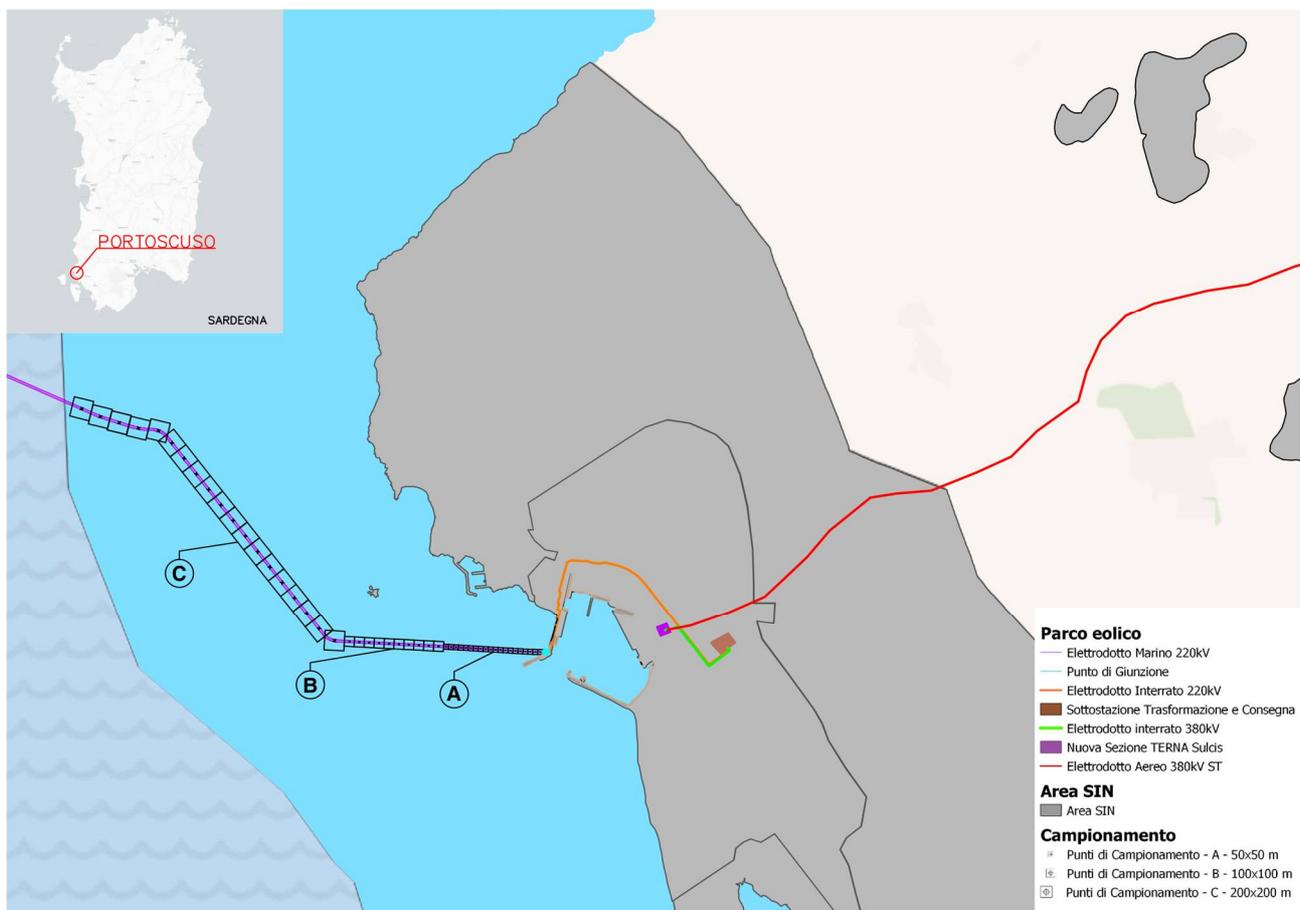


Figura 6.13 – Ubicazione sondaggi lungo tracciato della coppia di elettrodotti marini.

Elaborazione iLStudio.

Per una migliore interpretazione si allega la tavola in Figura 6.13 in allegato (ALLEGATO 1).

La profondità di indagine di ciascun sondaggio sarà di 0.40 m: da ciascuna carota saranno prelevati n. 2 sezioni sui quali effettuare le analisi chimiche corrispondenti agli strati relativi ai 20 cm di superficie, ai 20 cm di fondo.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 50 di 68

Secondo il DM 24 gennaio 1996 (Allegato B2, interventi comportanti movimentazione di materiali in ambito marino (posa di cavi e condotte, costruzione di moli, etc)), i materiali da movimentare dovranno essere caratterizzati sotto l'aspetto fisico, chimico e microbiologico:

- 1) **Caratteristiche Fisiche:** *descrittiva dell'aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale di concrezioni o altri materiali grossolani); analisi granulometria (scala Wentworth); % umidità; peso specifico,*
- 2) **Caratteristiche Chimiche:** *contenuto in mercurio, cadmio, piombo, arsenico, cromo totale, rame, zinco, idrocarburi totali, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), policlorobifenili (PCB), pesticidi organoclorurati, sostanza organica totale, azoto totale, fosforo totale, alluminio.* Oltre ai componenti sopraindicati per i quali la caratterizzazione chimica dei materiali è resa obbligatoria, la stessa dovrà essere estesa anche agli altri componenti elencati al punto 2 dell'allegato A al Decreto, quando se ne possa presumere la presenza nei materiali medesimi, a causa dell'esistenza di specifiche fonti di emissioni che possono aver contaminato significativamente l'area di escavazione. La caratterizzazione chimica dei materiali omessa qualora il contenuto in sabbia o in componenti di granulometria superiore a 2 mm superi il 90%.
- 3) **Caratteristiche Microbiologiche:** *coliformi totali, coliformi fecali, Streptococchi fecali.*
 - I risultati delle analisi chimiche saranno espressi in termini di contenuto dello specifico componente per peso di sostanza secca (mg/kg s.s.).
 - I risultati delle analisi microbiologiche saranno espressi in numero di unità formanti colonia per grammo di sostanza secca (UFC/g. s.s.) o numero più probabile per grammo di sostanza secca (MPN/g s.s.).

Le analisi per la caratterizzazione dei materiali saranno effettuate dagli Organismi tecnici pubblici competenti (U.S.L. o, ove già operative, la Agenzie Regionali per L'Ambiente) o da Istituti scientifici pubblici specializzati.

6.7. Valutazione delle interferenze delle attività a mare sulle bonifiche programmate

Le opere descritte nei paragrafi precedenti saranno svolte in aree marginali, inoltre non sono previste operazioni di bonifica dell'area marina costiera esterna alla rada del porto. Le uniche attività attualmente previste sono quelle di dragaggio all'interno dell'area portuale non interessata dalle attività di posa del cavidotto marino in progetto.

6.8. Parte a terra

Le opere a terra del progetto si estendono per una lunghezza di circa 60km all'interno del territorio della Provincia del Sud Sardegna di cui soltanto la parte iniziale rientra nell'area SIN. Le opere a terra che ricadono si distinguono in:

- punto di sbarco a terra e di giunzione tra elettrodotto marino e terrestre;
- elettrodotti interrati a 220kV e 380kV;
- sottostazione elettrica di trasformazione e consegna;
- nuova sezione (ampliamento) a 380kV nell'esistente stazione TERNA Sulcis;
- n.9 tralicci per l'elettrodotto aereo a 380kV in sostituzione dei tralicci a 220kV.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

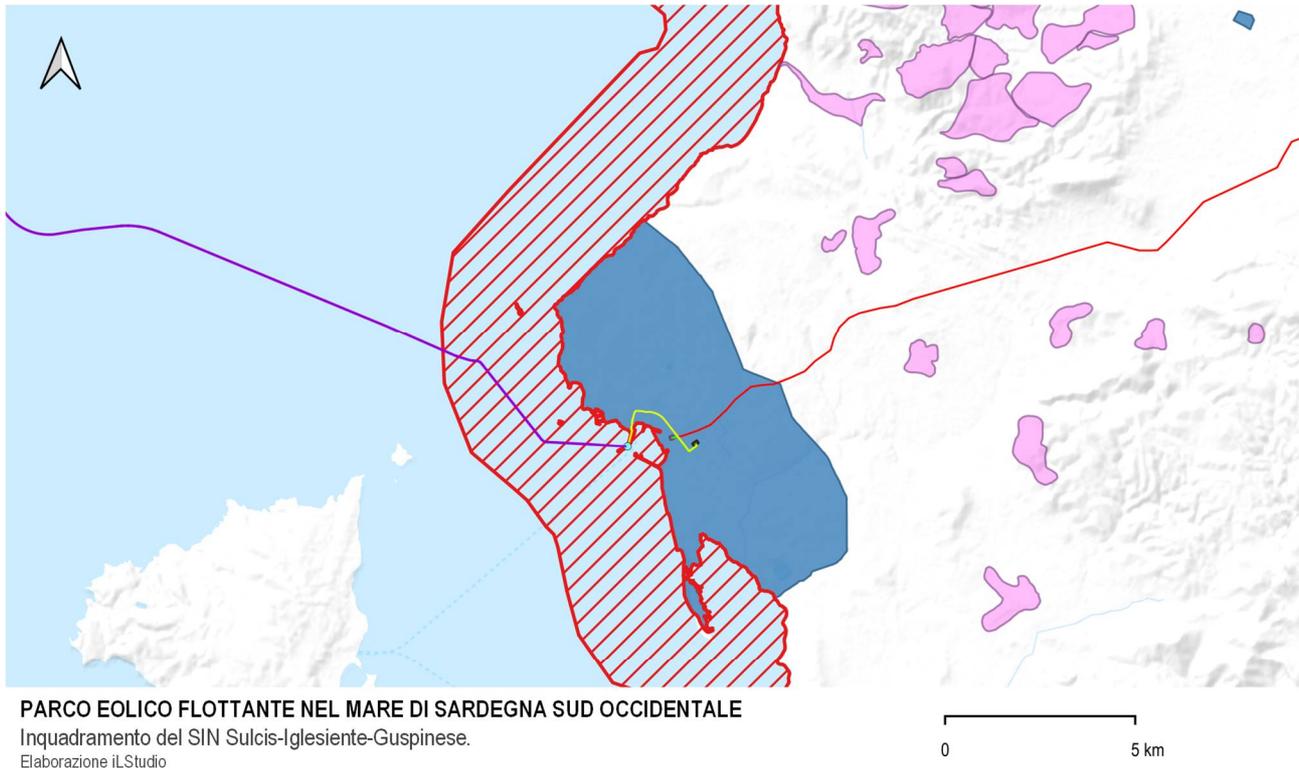
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
51 di 68



LEGENDA

Impianto Eolico

- Elettrodotto Marino 220kV
- Punto di Giunzione
- Elettrodotto Interrato 220kV

- Sottostazione di Trasformazione e Consegna
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Nuova Sezione TERNA Sulcis
- Elettrodotto Aereo 380kV ST

SIN

- Area SIN Mineraria
- Area SIN Marina
- Area SIN Terra

Figura 6.14 – Inquadramento delle opere all'interno del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Elaborazione iLStudio.

6.8.1. Punto di sbarco e di punto giunzione (TJB)

Il cavo marino costituito da due cavi tripolari elicordati a 220kV ha come punto di sbarco sulla terra ferma la massicciata posta a protezione del porto di Portovesme.

Per permettere la corretta protezione dei cavi marini si procederà alle seguenti attività:

- accurata rimozione di parte dei blocchi di pietra afferenti alla massicciata posta a protezione del molo;
- posa dei controtubi in HDPE per il passaggio e la protezione dei cavi;
- riposizionamento dei massi della massicciata a copertura dei controtubi e ripristino della massicciata frangiflutti.

Per tale installazione non sono previste attività di scavo in mare e l'eventuale sospensione/dispersione di sedimento nella colonna d'acqua sarà impedita mediante la realizzazione di una barriera (Figura 6.15) a protezione dell'area di lavoro e confinamento dello specchio d'acqua interessato dalle attività mediante barriera antinquinamento galleggiante dotata di telo verticale anticontaminazione esteso dalla superficie al fondale marino. Tali accorgimenti garantiranno le migliori condizioni di tutela dell'habitat marino circostante.



Figura 6.15 – Misure anti-intorbidimento per il confinamento delle aree di lavoro a mare.

L'opera che permette la transizione tra le sezioni di elettrodotto offshore e quelle onshore è definita punto di giunzione o Transition Joint Bay (TJB). Questa è assimilabile ad un pozzetto tecnico in calcestruzzo che ospita le giunzioni tra i cavi di esportazione marini (tripolari) e quelli terrestri (terna di conduttori unipolari). Il punto di giunzione sarà realizzato in corrispondenza delle superfici di camminamento della diga a gravità posta a protezione dell'area portuale di Portovesme e insisterà su un'area di circa 5 m di larghezza, 16 m di lunghezza, con pavimento e pareti in calcestruzzo. Il layout generale della TJB è mostrato nella successiva Figura 6.16.

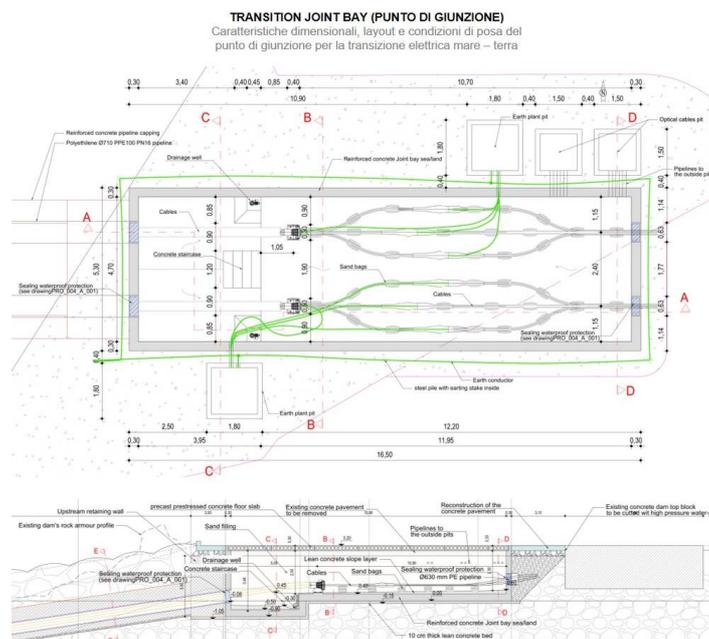


Figura 6.16 – Punto di giunzione a terra - TJB.

6.8.2. Elettrodotti interrati a 220kV e 380 kV

Il tracciato degli elettrodotti terrestri è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti. Lo studio del tracciato è stato inoltre effettuato con l'obiettivo di non interferire con aree protette e/o sensibili e, in generale, in coerenza con i vincoli ambientali e paesaggistici vigenti.

Da un punto di vista generale, gli elettrodotti sono suddivisibili in:

- un elettrodotto di esportazione costituito da una doppia terna di cavi unipolari 220kV posati a trifoglio che connettono il TJB alla stazione di trasformazione, misura e consegna ONS-SC Sulcis il località Portovesme;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

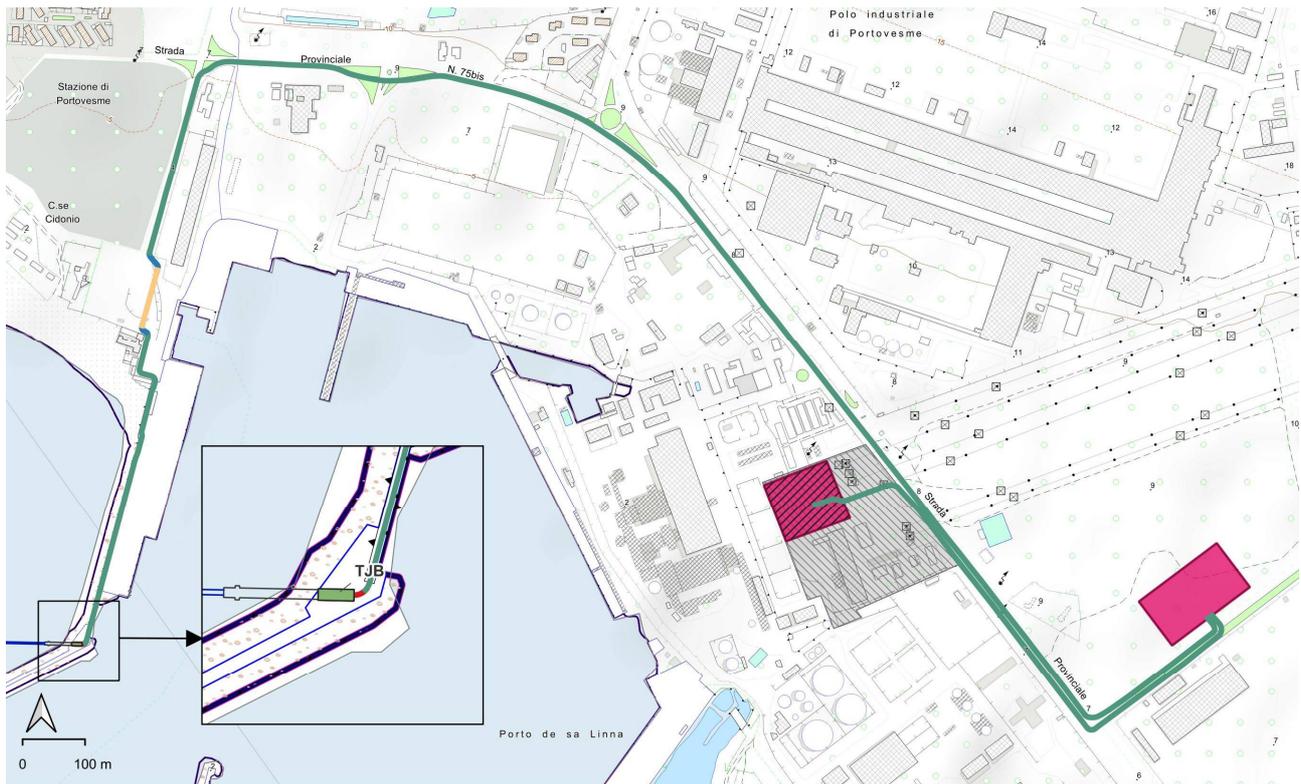
Pagina
53 di 68

- un'elettrodotto di connessione costituita da una doppia terna ridondata di cavi unipolari 380kV posati a trifoglio che connettono la stazione di trasformazione, misura e consegna ONS-SC Sulcis con la nuova sezione 380kV a realizzarsi nella esistente stazione RTN TERNA Sulcis.

L'elettrodotto a 220kV percorre l'area portuale per una lunghezza totale di circa 654 m (fino alla prima buca giunti) sviluppandosi secondo:

- un tratto posato in cunicoli prefabbricati in cls di circa 17 m;
- un tratto in tubiera in unica trincea di circa 533 metri;
- tratti in tubiera in trincee separate con lunghezza di circa 15 metri;
- tratti in Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) di circa 92 metri (soluzione adottata per non interferire con la viabilità del porto);
- tratti in tubiera in trincee separate con lunghezza di circa 13 metri.

Successivamente il cavo percorre via Portovesme e imbocca via 1° Maggio per immettersi nella Strada Provinciale 75bis (SP75bis) percorrendo circa 2.5 km (in tubiera in unica trincea) all'interno della zona industriale di Portoscuso ed insistendo sulla sede delle strade pubbliche esistenti, fino alla sottostazione di trasformazione e consegna. Da qui un nuovo collegamento in doppia terna interrata 380 kV (posato anch'esso in tubiera e in unica trincea) raggiunge la nuova sezione 380kV della RTN TERNA Sulcis fiancheggiando il tracciato dell'elettrodotto 220kV lungo la SP75bis per una tratta complessivamente inferiore ad 1 km.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Elettrodotto terrestre dal punto di giunzione TJB fino alla nuova sezione 380kV della stazione RTN TERNA Sulcis - Modalità di posa
Elaborazione iLStudio su Carta Tecnica Regionale Sardegna

LEGENDA

Modalità di posa interrata

- Sezione in cunicoli prefabbricati in CLS
- Tratto in Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)
- Tratto in tubiera (trincee separate)
- Tratto in tubiera in un'unica trincea

Stazioni elettriche

- Sottostazione di trasformazione, misura e consegna ONS-SC
- Stazione RTN TERNA Sulcis
- Nuova Sezione 380kV RTN TERNA Sulcis

Figura 6.17 – Elettrodotti interrati 220kV (Onec) e 380 kV (Oncc). Modalità di posa.

Elaborazione iLStudio.



Ichonusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

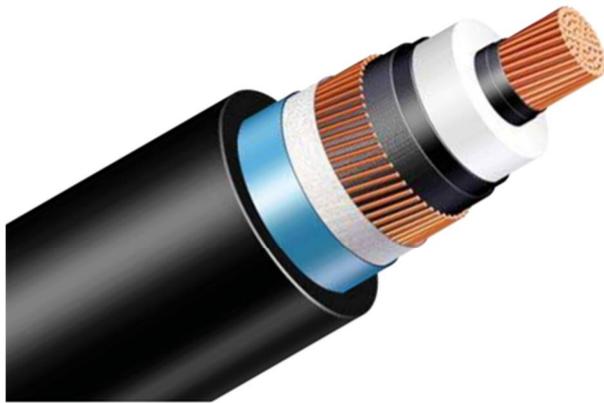
6.8.2.1. Elettrodotto di esportazione

All'interno del TJB ciascun cavo marino tripolare 220kV AC sarà convertito, mediante giunto, in una terna di cavi unipolari. La terna, posata in configurazione trifoglio, si svilupperà secondo un tracciato in cavo di circa 3 km, prediligendo sedi stradali esistenti, fino alla stazione di consegna e misure prevista in prossimità della esistente stazione elettrica RTN TERNA Sulcis.

6.8.2.1.1. Aspetti costruttivi del cavo terrestre di esportazione

La struttura del cavo prevede in generale:

- conduttore elettrico (in rame o alluminio);
- isolamento elettrico;
- guaina del conduttore;
- schermo metallico;
- guaina esterna.



CAVO ELETTRICO TERRESTRE
caratteristiche costruttive
di un cavo elettrico terrestre

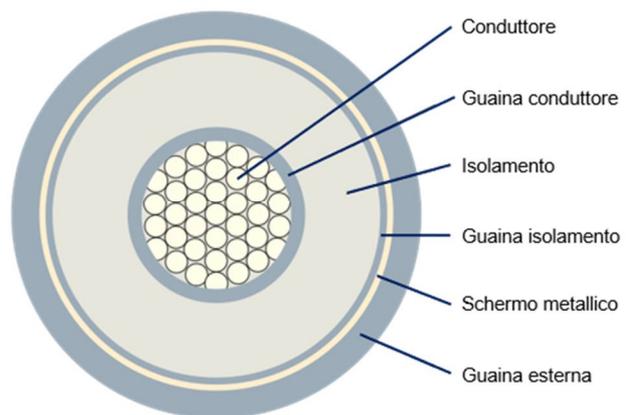


Figura 6.18 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.

Elaborazione iLStudio.

6.8.2.2. Posa e protezione degli elettrodotti interrati

L'elettrodotto terrestre sarà installato in modo da garantire adeguata protezione da aggressioni meccaniche e chimiche sia durante le fasi di installazione sia durante la successiva fase di esercizio. Sarà infine installata idonea protezione e segnalamento dei cavi per evitare danneggiamenti durante le operazioni di manutenzione, costruzione e scavo ragionevolmente prevedibili sulle sedi interessate dall'elettrodotto.

Le tipologie di posa dei cavi previste in progetto sono:

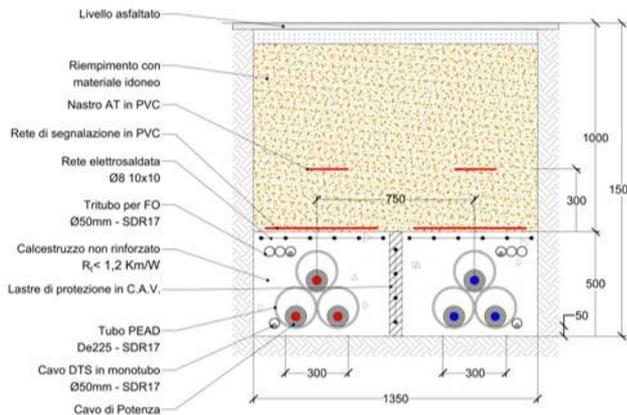
- in trincea
- in TOC (trivellazione orizzontale controllata),

Di seguito si riportano i tipici di posa e le caratteristiche dei sistemi di protezione



SEZIONE TIPICA IN TRINCEA SU STRADA ASFALTATA

Terna doppia - Cavo di potenza 1 + Cavo di potenza 2



SEZIONE TIPICA IN TRINCEA SU SEDE GENERICA

Terna doppia - Cavo di potenza 1 + Cavo di potenza 2

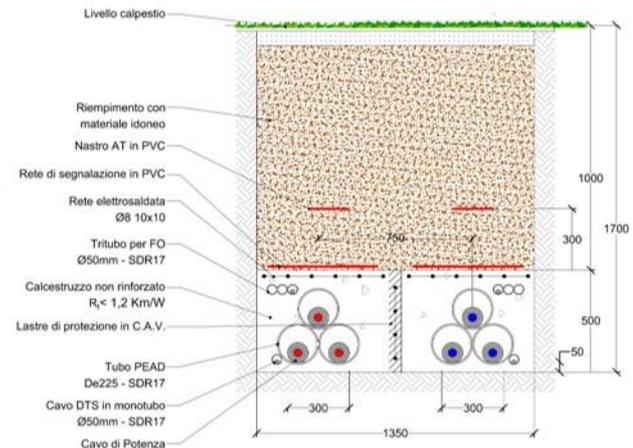


Figura 6.19 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea con terne accoppiate.

Elaborazione iLStudio.

SEZIONE TIPICA MEDIANTE TOC (TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA)

Terna doppia - Cavo di potenza 1 + Cavo di potenza 2

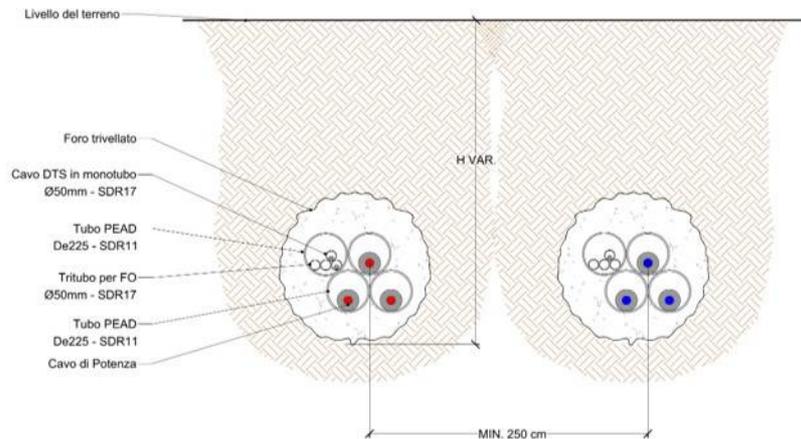


Figura 6.20 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in controtubo con metodologia TOC.

Elaborazione iLStudio.

6.8.3. Sottostazione elettrica di trasformazione, misura e consegna

Per la connessione dell'impianto eolico alla rete RTN TERNA si rende necessaria la realizzazione di una nuova sottostazione di trasformazione e consegna che permetta l'elevazione della tensione da 220 kV a quella di rete a 380 kV. La sottostazione si comporrà di tutte le apparecchiature necessarie all'interfaccia con la RTN e quelle per la compensazione della potenza reattiva così da mantenere l'impianto in ogni condizione di funzionamento coerente con le prescrizioni del codice di rete.

La sottostazione trasformazione e consegna, ubicata nei pressi della esistente stazione RTN TERNA Sulcis nell'area industriale di Portovesme (Figura 6.21), comprenderà quindi:

- trasformatori 380/220 kV;
- trasformatori 220/33 kV;
- sistemi STATCOM (Static Synchronous Compensator);



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

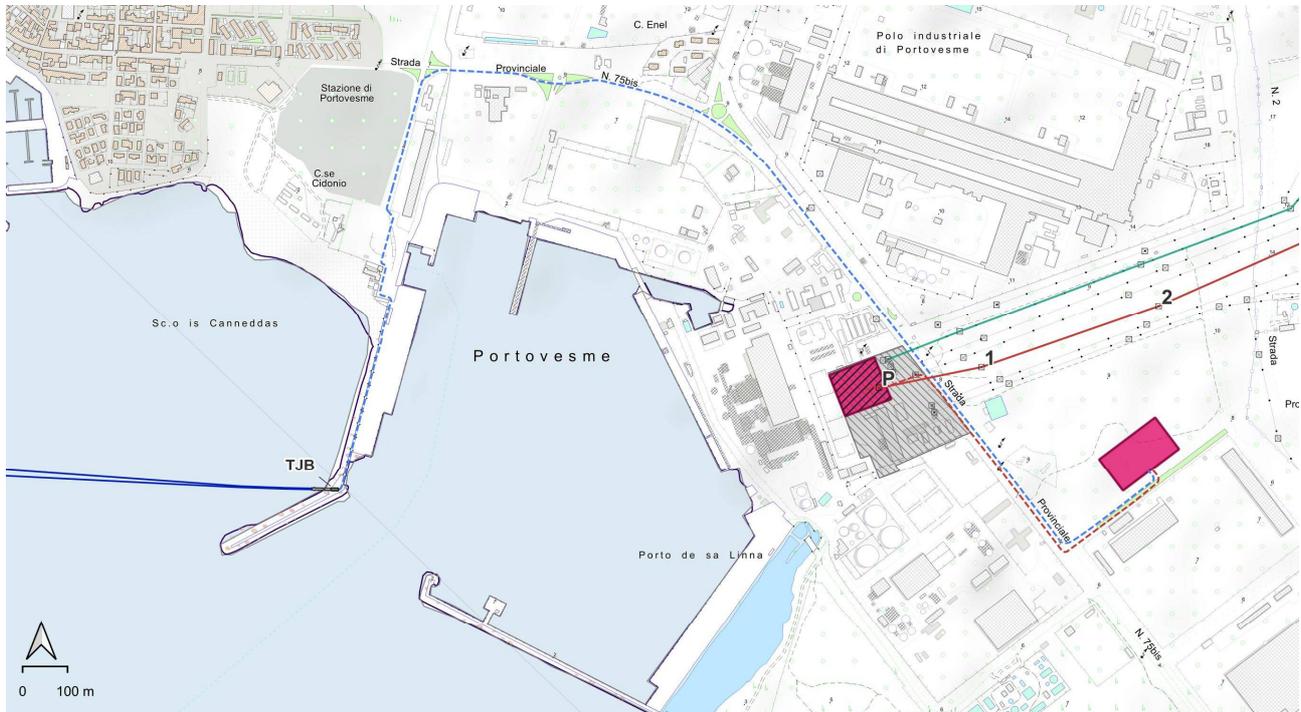
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
56 di 68

- reattori di compensazione;
- edificio GIS (Gas-Insulated Switchgear) - supervisione e controllo.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Sviluppo dell'elettrodotto terrestre dal punto di giunzione TJB fino al raccordo con la dorsale 380kV Ittiri - Selargius
Dettaglio 1: fino alla stazione RTN Terna Sulcis
Elaborazione iLStudio su Carta Tecnica Regionale Sardegna

LEGENDA

Elettrodotti Interrati

- Elettrodotto Interrato 380kV, Oncc
- Elettrodotto Interrato 220kV, Oncc

Elettrodotti aerei

- Vecchia dorsale aerea 220kV Sulcis - Villasor
- Nuova dorsale aerea 380kV Sulcis - Villasor (singola terna)
- Traliccio

Stazioni elettriche

- Sottostazione di trasformazione, misura e consegna ONS-SC
- Stazione RTN Terna Sulcis
- Nuova Sezione 380kV RTN Terna Sulcis

Figura 6.21 – Sottostazione di trasformazione e consegna e nuova sezione 380 kV della stazione RTN “Sulcis”.

Elaborazione iLStudio.

La connessione con la nuova sezione 380 kV della stazione RTN Terna Sulcis sarà effettuata con un nuovo elettrodotto di connessione interrato costituito da una doppia terna ridondata di cavi unipolari 380kV posati a trifoglio.

6.8.4. Ampliamento a 380kV nella stazione Terna Sulcis

La nuova sezione a 380 kV della esistente stazione RTN Terna Sulcis è prevista all'interno dell'area annessa dalla stazione esistente, occupando una superficie di circa 115x100m al momento adibita a piazzale per il deposito materiali. Le opere comprenderanno due sezioni, 380 e 150 kV secondo gli standard di unificazione Terna oltre alle seguenti apparecchiature esterne (in aria):

- trasformatori 380/150 kV,
- scaricatori 380 kV e 150 kV,
- sostegno a traliccio portale linea aerea 380 kV,

La nuova sezione sarà elettricamente connessa con il nuovo elettrodotto 380kV, in sostituzione dell'esistente tratta 220kV Sulcis – Villasor, mediante apposito portale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
57 di 68

6.9. Misure di compensazione: mascheramento a verde della sottostazione

Con riferimento alle indicazioni della Deliberazione n. 24/12 del 19.05.2015 dalla Giunta Regionale della Sardegna, al fine di mitigare l'impatto visivo ed ambientale generato dalla realizzazione delle sottostazioni elettriche, attorno a tali strutture verrà eseguito un lavoro di rimboschimento tramite la piantumazione di specie arboree appartenenti alla flora della Sardegna compatibili con il tipo di vegetazione potenziale del sito d'interesse. Tenendo in considerazione le dimensioni delle sottostazioni elettriche e le caratteristiche ambientali del sito, la scelta ricadrà sul ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus*) e sul leccio (*Quercus ilex*), specie già abbondantemente presenti lungo la costa del Sulcis-Iglesiente e frequentemente utilizzate nei rimboschimenti forestali e pertanto adatte alla riqualificazione ambientale-paesaggistica del sito (Figura 6.22).

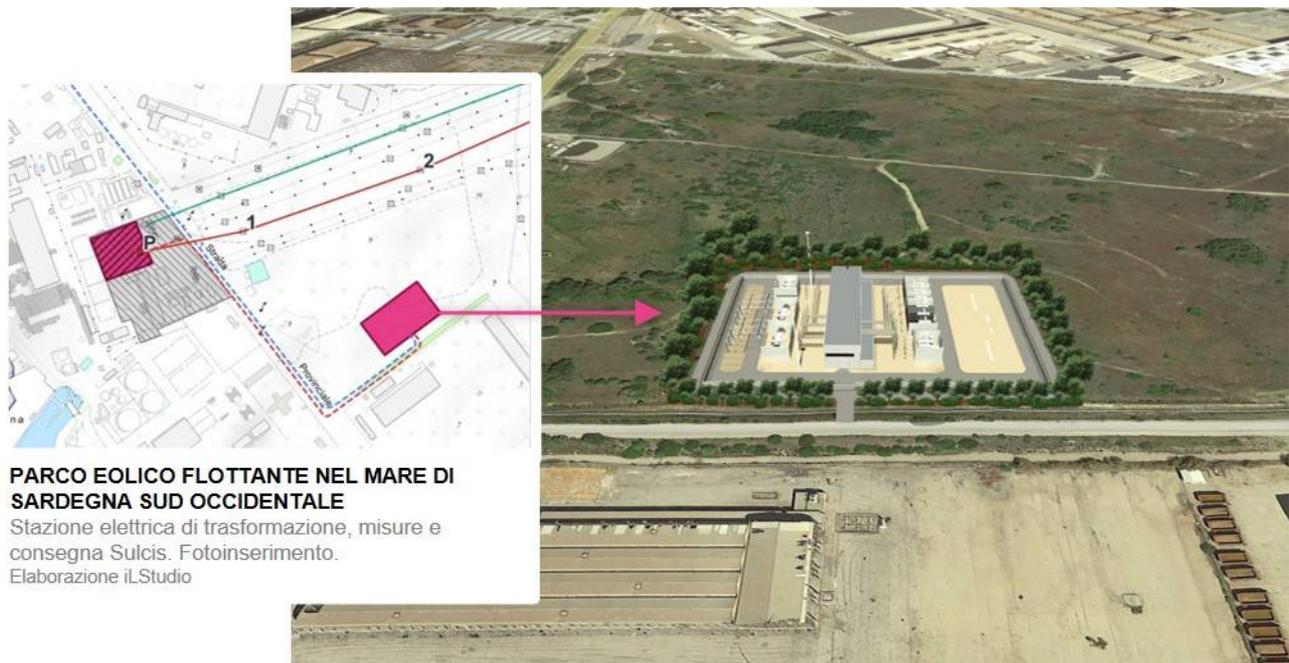


Figura 6.22 – Mascheramento a verde della sottostazione di trasformazione, misure e consegna.

Elaborazione iLStudio.

6.9.1. Elettrodotti aerei a 380kV

La distribuzione dell'energia prodotta dal parco eolico all'interno della rete regionale/nazionale avverrà grazie alla connessione con il nodo elettrico della stazione RTN TERNA Sulcis. Nell'ambito degli interventi proposti, è previsto la sostituzione dell'esistente elettrodotto aereo a 220 kV "Sulcis-Villasor" attraverso la costruzione di un nuovo elettrodotto in classe 380 kV che, seguendo il tracciato della linea esistente, unirà la stazione RTN TERNA Sulcis con la stazione elettrica di smistamento Villasor 380kV e, da qui, con la dorsale regionale 380 kV "Ittiri-Selargius" mediante la costruzione di un nuovo elettrodotto 380kV in doppia terna.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

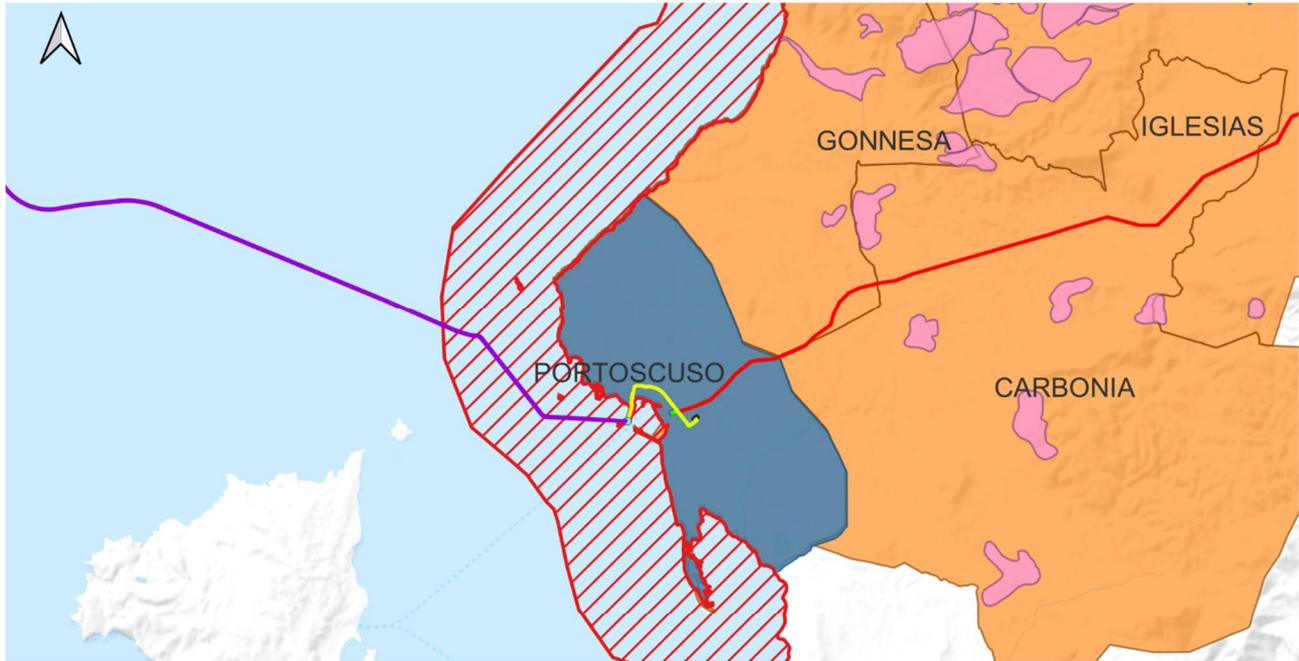
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
58 di 68



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Inquadramento Area SIN: Limiti comunali.

Elaborazione iLStudio

0 5 km

LEGENDA

Impianto Eolico

- Elettrodotto Marino 220kV
- Punto di Giunzione
- Elettrodotto Interrato 220kV

- Sottostazione di Trasformazione e Consegna
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Nuova Sezione TERNA Sulcis
- Elettrodotto Aereo 380kV ST

- SIN**
- Area SIN Mineraria
- Area SIN Marina
- Area SIN Terra

Limiti Comunali

- Limiti Comunali

Figura 6.23 - Comuni percorsi dalla linea aerea.

Elaborazione iLStudio.

Dei 150 tralicci necessari per la connessione sopra descritta, 9 di questi rientrano all'interno dell'area SIN.

6.9.1.1. Aspetti costruttivi dei sostegni

In Figura 6.24 è riportata la struttura caratteristica di un sostegno a traliccio per linea aerea semplice terna 380 kV. Nell'ambito della presente proposta si prevede l'uso di sostegni tradizionali a traliccio del tipo a delta rovescio (anche denominati tralicci a fusto a Y).

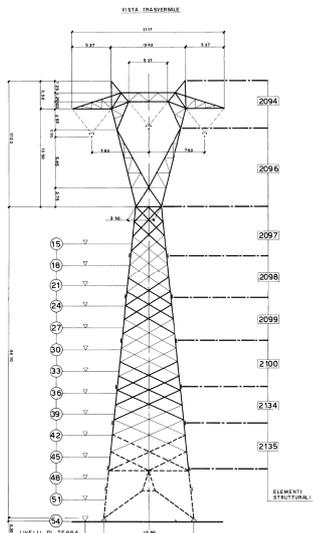


Figura 6.24 - Sostegno 380 kV semplice terna.

Fonte: Terna SpA.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

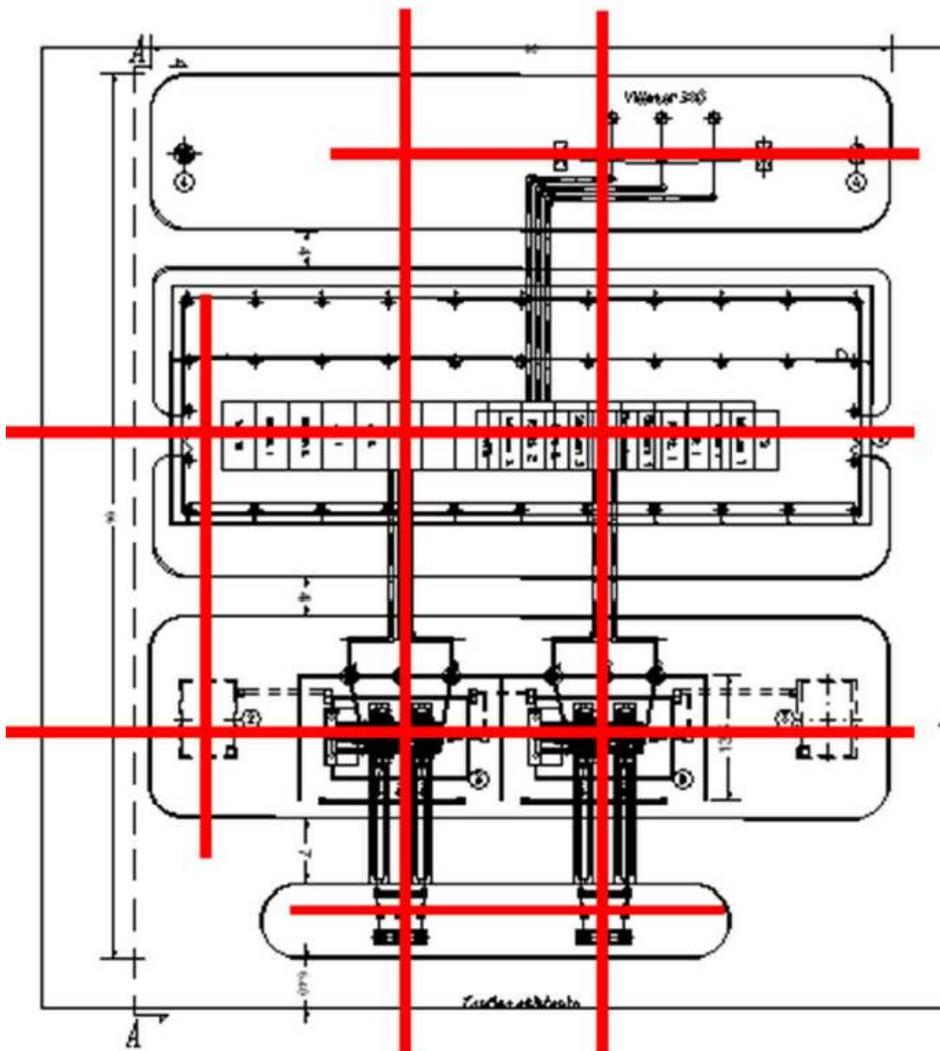


Figura 6.26 – Punti di indagine Stazione TERNA Sulcis.

Lo stesso allegato riporta:

“Nel caso di opere infrastrutturali lineari (scavi lineari per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), il campionamento è effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato ovvero ogni 2.000 metri lineari in caso di studio di fattibilità o di progetto di fattibilità tecnica ed economica, salva diversa previsione del piano di utilizzo, determinata da particolari situazioni locali, quali, la tipologia di attività antropiche svolte nel sito; in ogni caso è effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia.”

Nelle opere infrastrutturali lineari rientrano l'elettrodotto interrato e quello aereo. Dato che il tracciato del cavidotto interrato, 220 kV e 380 kV, è lungo 4 km, sulla base di quanto detto, saranno previsti n. 9 sondaggi.

Per le linee aeree, i sondaggi dovranno essere eseguiti sulle aree oggetto di scavo, per ciascun micro cantiere costituito dalla realizzazione delle fondazioni di ciascun sostegno. Pertanto si realizzeranno carotaggi, di profondità pari alla massima profondità di scavo prevista, da realizzarsi in corrispondenza delle aree di realizzazione dei nuovi sostegni degli elettrodotti aerei di raccordo. Nell'area SIN rientrano n.9 tralicci.

I campionamenti saranno realizzati con la tecnica del carotaggio verticale, in corrispondenza delle aree oggetto di scavo. Il carotaggio verticale sarà eseguito utilizzando una sonda di perforazione attrezzata con testa a rotazione o roto-percussione. Il diametro della strumentazione consentirà il recupero di una quantità di materiale sufficiente per l'esecuzione di tutte le determinazioni analitiche previste, tenendo conto della modalità



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 61 di 68

di preparazione dei campioni e scartando in campo la frazione granulometrica maggiore di 2 cm.

Non saranno utilizzati fluidi o fanghi di circolazione per non contaminare le carote estratte e sarà utilizzato grasso vegetale per lubrificare la filettatura delle aste e del carotiere.

Inoltre, secondo l'Allegato 2 del DPR 120/2017, la profondità d'indagine è determinata in base a quella prevista per gli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche per profondità di scavo superiori a 2 m sono:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

I campioni, contenuti in appositi contenitori sterili, saranno mantenuti al riparo dalla luce ed alle temperature previste dalla normativa mediante l'uso di un contenitore frigo portatile, e successivamente consegnati ad un laboratorio d'analisi certificato prescelto dopo essere stati trattati secondo quanto descritto dalla normativa vigente.

Il set di parametri analitici da ricercare sui campioni ottenuti con i sondaggi di cui a paragrafi precedenti è riportato nell'allegato 4 al D.P.R. n. 120/2017 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali" e riporta:

"I campioni da portare in laboratorio o da destinare ad analisi in campo saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). Qualora si abbia evidenza di una contaminazione antropica anche del sopravaglio le determinazioni analitiche sono condotte sull'intero campione, compresa la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, e la concentrazione è riferita allo stesso.

Il set di parametri analitici da ricercare è definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato in Tabella 6.2, in più rientra nelle analisi il PCB e i fitofarmaci. Fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse.

Tabella 6.2 – Set analitico minimale (Allegato 4 DPR 120/2017).

- Arsenico	- Mercurio
- Cadmio	- Idrocarburi C>12
- Cobalto	- Cromo totale
- Nichel	- Cromo VI
- Piombo	- Amianto
- Rame	- BTEX (*)
- Zinco	- IPA (*)

(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

6.10.2. Acque sotterranee

Da quanto riportato nella relazione geologica, emerge che le aree a terra sono state indagate mediante l'analisi delle perforazioni effettuate dall'ISPRA e contenute nell'Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 62 di 68

464/1984). Da queste risulta che il livello piezometrico della falda più prossima alla superficie si attesta a circa -6.00 m dal piano campagna.

Dato che le operazioni di scavo per la realizzazione delle opere terrestri saranno svolte fino ad una profondità che risulta inferiore rispetto alla profondità effettiva della falda, è possibile affermare che le stesse operazioni non rappresenteranno un rischio per la qualità già attualmente critica della risorsa idrica.

6.11. Valutazione delle interferenze sulle attività di bonifica a terra

Le opere descritte nei paragrafi precedenti saranno svolte in aree marginali o poco intersecanti rispetto alle aree riservate ai progetti di risanamento previste, in corso o concluse, nell'area industriale di Portoscuso.

Le operazioni di bonifica o messa in sicurezza descritte precedentemente, infatti sono previste all'interno delle aree industriali. Tuttavia, le operazioni di scavo per la realizzazione delle opere terrestri (soprattutto nell'area a verde adiacente al Alcoa adibita alla sottostazione elettrica) possono essere considerate come operazioni di bonifica data la rimozione di suolo presumibilmente contaminato.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 63 di 68

7. RISCHI PER LA SALUTE E VARIAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE

Sulla base delle informazioni storiche disponibili è stato realizzato un Modello Concettuale con i quali vengono individuati:

- potenziali fonti della contaminazione;
- estensione della contaminazione;
- caratteristiche e qualità preliminari delle matrici ambientali;
- potenziali percorsi di migrazione dalle sorgenti ai bersagli individuati.

Nel caso in esame, è possibile individuare le seguenti sorgenti, vie di migrazione/esposizione e bersagli:

- **Sorgenti:**
le sorgenti di contaminazione primarie coincidono con gli stabilimenti e le relative aree di stoccaggio e smaltimento già individuate nell'istituzione e perimetrazione dell'area SIN denominata "Sulcis-Iglesiente-Guspinese". Esse rientrano nelle seguenti categorie:
 - stoccaggio inidoneo delle materie prime;
 - emissioni atmosferiche;
 - scarichi (accidentali e non) sul suolo di scarti di lavorazione, fanghi, rifiuti solidi e liquidi;
 - ricaduta degli aerosol emessi in atmosfera.
- **Vie di migrazione:**
in base alle condizioni meteorologiche, idrogeologiche e morfologiche, si ritiene che le possibili vie di migrazione dei contaminati consistano in:
 - Dispersione in aria (azione eolica);
 - Percolazione nel suolo e sottosuolo;
 - Trasporto per acque superficiali e profonde.
- **Vie di esposizione:**
data la natura dei contaminanti e le modalità di trasporto, l'esposizione dei recettori può avvenire tramite:
 - Inalazione;
 - Contatto dermico;
 - Ingestione indiretta.
- **Bersagli:**
 - La popolazione residente;
 - Lavoratori dell'area industriale;
 - La risorsa idrica superficiale e sotterranea;
 - Fauna e flora locale;
 - Ambiente marino.

La realizzazione delle opere in progetto non comporterà una variazione del presente modello concettuale data l'esigua profondità degli scavi e la puntualità delle installazioni. Tuttavia, permane il rischio di esposizione a inalazione di polveri e al contatto con terreno contaminato da parte degli operatori degli scavi e degli altri fruitori dell'area.

Tale rischio sarà limitato grazie all'adozione delle idonee misure di gestione del materiale escavato e delle misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro nel rispetto del D.Lgs. 9 aprile 2008, n.81.

Maggiori dettagli sulle modalità di prevenzione durante i lavori saranno definiti meglio durante la fase esecutiva del progetto.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

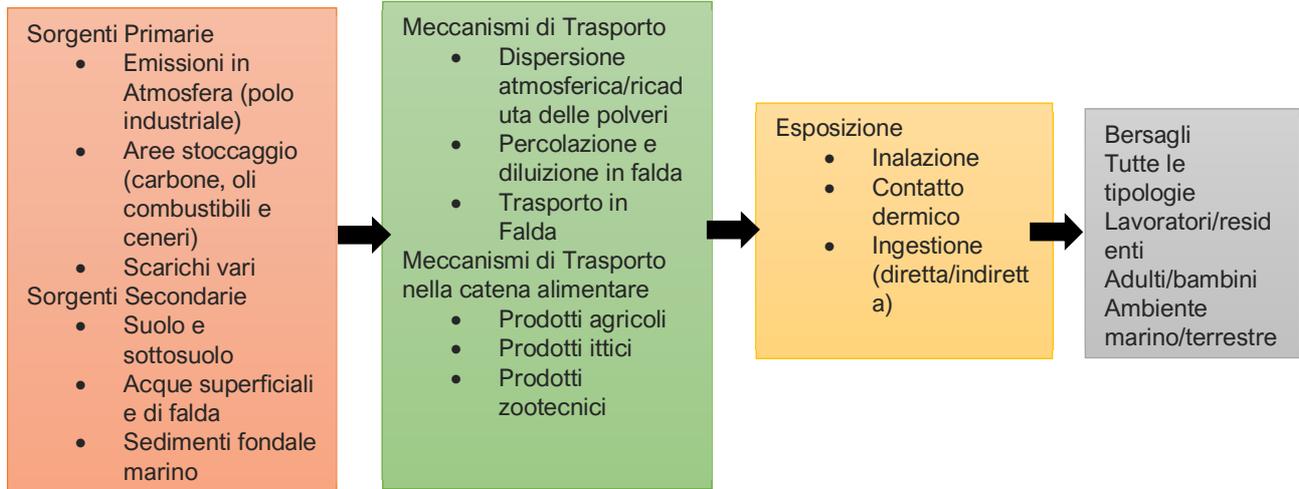
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
64 di 68





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 65 di 68

8. CONCLUSIONI

Nel presente documento è stata svolta un'analisi bibliografica delle indagini di caratterizzazione e piani di monitoraggio pregressi al fine di comprendere lo stato dei luoghi dell'area SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese e poter contestualizzare al meglio le attività di installazione delle opere necessarie alla connessione del parco eolico offshore con la Rete Terna Nazionale.

Inoltre si è proposto un piano di caratterizzazione per la sezione a mare e per la sezione a terra dell'impianto. Per la parte a mare si sono analizzate anche le possibili soluzioni di mitigazione e compensazione ambientale nonché una proposta di capping attivo al fine di bonificare la sezione SIN interessata dal cavidotto marino. In generale, l'installazione del cavidotto è un'operazione che riguarda opere di natura lineare dall'ingombro limitato, il cui percorso è stato scelto a seguito di un attento studio del territorio e delle sue caratteristiche (mediante tecniche di investigazione geognostiche del tipo MBES (Multibeam Echo Sounder), SSS (Side Scan Sonar), MAG (Magnetometer), video ROV (Remote Operated Vehicle) e dati sismici SBP (Sub-bottom Profiler)).

Durante i lavori di posa, che sono di estensione limitata e di natura temporanea, è comunque previsto l'impiego delle BAT (Best Available Techniques) e di opportune misure di mitigazione al fine di contenere quanto più possibile gli impatti sull'ambiente.

Anche per la sezione terrestre, l'installazione del cavidotto interrato e della linea aerea è un'operazione che riguarda opere di natura lineare dall'ingombro limitato lungo un tratto di territorio già altamente antropizzato, costituito dalla banchina frangiflutti, parcheggio portuale e dalla rete stradale. Anche in questo caso, i lavori sono di natura poco invasiva, con una profondità massima di posa del cavo inferiore ai 2 m. La stazione di misura e consegna e l'ampliamento della esistente stazione RTN TERNA Sulcis interesseranno un'area limitata e le attività di installazione delle opere, considerando l'asportazione dello strato superficiale biologico (che da precedenti caratterizzazioni si ipotizza essere inquinato), possono essere annoverate come attività di bonifica superficiale.

Nell'area esterna al polo industriale e all'area SIN di Portoscuso, i restanti tralicci dell'elettrodotto aereo non intersecano le ulteriori aree minerarie dismesse attualmente soggette a messa in sicurezza.

Per i motivi sopra descritti, tenendo conto delle caratteristiche tecniche del progetto, delle condizioni del sito prescelto per la realizzazione dell'opera, e delle tecnologie di cui è previsto l'impiego, si ritiene che i lavori per la realizzazione di quest'opera, d'interesse strategico per il Paese, non costituiscano un ulteriore rischio ambientale e sanitario, in quanto non degradano ulteriormente il contesto industriale del Sulcis ma, al contrario, contribuiscono al miglioramento della qualità del fondale marino e del suolo terrestre attraverso specifici interventi.

Le attività di installazione che determinano interazione con la matrice suolo sono peraltro da considerarsi molto limitate nel tempo e nello spazio e gli interventi non costituiranno ostacolo alla realizzazione dei programmi di risanamento previsti dal Piano Sulcis.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

SIN – Piano di caratterizzazione ambientale

Codice documento:
C0421YR13SINCAR00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
66 di 68

ALLEGATO 1- UBICAZIONE SONDAGGI LUNGO TRACCIATO DELLA COPPIA DI ELETTRODOTTI MARINI.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 67 di 68

RIFERIMENTI

Calumpong, H. P. & Fonseca, M. S., 2001. Seagrass transplantation and other seagrass restoration methods.. *Global Seagrass Research Methods*, pp. 425-442.

ISPRA, 2014. Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di Posidonia oceanica.. *Manuali e Linee Guida 106/2014*.

La Porta, B. & Bacci, T., 2022. *Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di Posidonia oceanica*, Roma: LIFE SEPOSSO (LIFE16 GIE/IT/000761).

MiTE, s.d. *Schede SIN - Sulcis Iglesiente Guspinese*. [Online]
Available at: <https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin-34/>

Murgia, A., 2018. *Area industriale Portovesme. Interventi di risanamento e messa in sicurezza dei suoli e della falda*. Portoscuso, s.n.

Pessina, G. & Balducci, A., 2018. *Dossier Informativo - Invito a manifestare interesse per la riqualificazione e acquisizione del Sito Industriale Enel di Portoscuso (SU)*, s.l.: s.n.

Scardi, M., 2017. *Tecniche di trapianto di Posidonia oceanica e monitoraggio dei casi studio in Italia*, s.l.: s.n.

Vacca, S. & Muntau, H., 2000. *Valutazione preliminare dello stato di inquinamento dei suoli, delle acque e dei sedimenti marini nella zona ad alto rischio ambientale di Portoscuso. Definizione di un sistema di controllo permanente della contaminazione ambientale nell'ambito del Sistem*, s.l.: JRC.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
SIN – Piano di caratterizzazione ambientale		
Codice documento: C0421YR13SINCAR00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 68 di 68

Il presente documento, composto da n. 76 fogli è protetto dalle leggi nazionali e comunitarie in tema di proprietà intellettuali delle opere professionali e non può essere riprodotto o copiato senza specifica autorizzazione del Progettista.

Taranto, Marzo 2023

Dott. Ing. Luigi Severini