

# Relazione

## Validazione della realizzazione del Piano di caratterizzazione dell'Area EX PERTUSOLA nel Comune di LERICI (SP)

### Sito di interesse nazionale Pitelli

REDATTO DA:	F.Colonna, R.Gazzolo	DATA:	
VERIFICATO DA:	C.Brescianini, E.Gollo	DATA:	
APPROVATO DA:	C.Brescianini, E.Gollo	DATA:	



## Indice.

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Inquadramento area * .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Iter amministrativo .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Operazioni di verifica in campo .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Risultati della caratterizzazione .....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Confronto e validazione .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Analisi puntuale ragionata dei risultati .....</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>26</b>

## ALLEGATI



# 1 Premessa

---

Il Decreto Ministeriale n. 471 del 25 Ottobre 1999 prevede nell'allegato 2 che siano effettuate da parte dei soggetti pubblici competenti (ARPA) operazioni di controllo dell'attività svolta dai privati nel corso dell'esecuzione dei Piani di Caratterizzazione.

Tali operazioni si possono generalmente configurare in:

- Stesura di un protocollo operativo contenente la descrizione dettagliata delle modalità di esecuzione di tutte le attività previste sia di campo che di laboratorio
- Verifica in campo delle attività di indagine (indagini geofisiche, sondaggi meccanici, trincee ecc.) e di prelievo e formazione dei campioni da sottoporre ad analisi
- Verifica delle procedure di analisi utilizzate dai laboratori pubblici e privati coinvolti, anche mediante l'attivazione di prove di intercalibrazione, analisi di campioni a concentrazione nota, utilizzo di campioni di riferimento standard ecc.
- Esecuzione di alcuni campioni in doppio (generalmente il 10% del totale dei campioni analizzati)
- Verifica della realizzazione delle attività previste dal piano
- Validazione dei risultati ottenuti dai laboratori pubblici e privati.

Con riferimento all'ultimo punto, ARPAL ha predisposto un protocollo che è stato sottoposto all'attenzione dell'ISS in data 29/09/03 e approvato nella sua applicazione nella CdS decisoria del servizio Ri.Bo del Ministero dell'Ambiente in data 5/11/03.

Tale protocollo costituisce il riferimento per la presente validazione dei risultati della "Relazione descrittiva della caratterizzazione" dell'area ex Pertusola – loc. Muggiano – Lerici (SP) ora in capo alla Società NAVALMARE S.r.l.



## 2 Inquadramento area \*

---

Il sito “ex Pertusola” è ubicato in località Muggiano nel Comune di Lerici, in Provincia della Spezia: la proprietà dell’area attualmente è in capo alla società Navalmare Srl, in virtù del rilevamento da parte della stessa delle attività della società Mineraria e Metallurgica di Pertusola SpA, avvenuto nel 1979. Le aree immediatamente prospicienti alla costa sono affidate in concessione sempre alla Navalmare Srl.

L’area è inclusa all’interno del Golfo della Spezia a ridosso della diga foranea, sul lato di levante del golfo. Geograficamente risulta caratterizzata dalla Punta di Calandrello e dal seno di Pertusola ed è sovrastata dal Monte Castagnedo.

I mappali che identificano il sito sono riportati nella TAV.1.4 del Piano di Caratterizzazione: l’estensione dell’area è pari a circa 16 ettari, suddivisibili tra una zona prospiciente il mare, interessata da un’attività industriale di fonderia dei metalli dal 1857 al 1979 ed una collina ove erano ubicati i condotti fumi con relativi camini.

Il Ministero dell’Ambiente, nella relazione di perimetrazione, individuava un inquinamento nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque superficiali e profonde di metalli pesanti. In particolare *“... le motivazioni che hanno indotto ad inserire la Pertusola all’interno della perimetrazione dell’area vasta delimitante la zona da sottoporre a riqualificazione ambientale non derivano dalla presenza di attività in grado di esercitare oggi un qualunque impatto. Essendo infatti lo stabilimento inattivo da oramai 30 anni, l’emergenza ambientale è dovuta a problematiche connesse ad aspetti di carattere paesaggistico e funzionale, derivanti dalla necessità di recuperare determinati spazi all’uso della comunità. Detti spazi non possono tuttavia prescindere dalla presenza probabile di agenti inquinanti prodotti durante il periodo di attività della fabbrica e dall’estensione delle aree eventualmente contaminate”* (Regione Liguria, Gruppo di Lavoro Inter-Enti costituita con DGR n. 2211 del 19/10/98 – Criteri di riqualificazione ambientale della zona orientale del Comune di La Spezia). In particolare nella documentazione si denuncia la presenza di contaminazione del suolo da Piombo, Arsenico e Zinco (nota AS/2001 del 15/3/2001 dell’ARPAL).

E’ importante sottolineare il fatto che il sito è stato interessato sin dal 1858 e fino al 1994 da una progressiva attività di abbanchinaggio: tale attività ha condotto alla



distribuzione di materiale in mare, che, nell'epoca della società Pertusola trattavasi di scarti di lavorazione del Piombo, dello zinco e dell'Arsenico. Mentre, in epoca più recente, sono stati utilizzati materiali inerti.

Attualmente, alla luce del Piano regolatore , l'area della Navalmare è identificata con la seguente classificazione:

PA.1            Piannelloni – S.Teresa

TR.1            Pertusola – Muggiano

L'area PA.1 ha destinazione prevalente agricola, mentre quella TR.1 è di destinazione cantieristica.

Per quanto attiene alla destinazione d'uso prevista il Piano urbanistico prevede un recupero totale dell'area, con particolare riferimento a:

Area PA.1 recupero dei camminamenti di congiunzione con le fortificazioni militari presenti in zona, attività commerciali, ricettive, terziarie, artigianato compatibile con la residenza, attività sanitarie e di servizio, attività sportive. Mentre nell'area TR.1 è previsto un indirizzo turistico ricettivo come un porticciolo turistico e servizi a parcheggi.

\* Fonte: Cap.1 del Piano di caratterizzazione del sito ex Pertusola :” Indice e introduzione al Piano”



### 3 Iter amministrativo

Con la Legge 426 del 9 Dicembre 1998 il Ministero dell'Ambiente ha incluso l'area di Pitelli nelle aree di interesse nazionale ai sensi dell'art. 17, comma 6-bis del D.Lgs. 22/1997.

Successivamente con DM 10 gennaio 2000 del Ministero dell'Ambiente è stata individuata la perimetrazione dell'area definita come Pitelli e nella quale è inclusa l'area attualmente di proprietà Navalmare. In seguito con il DM 18 Settembre 2001, n. 468 l'area di Pitelli è descritta come area al cui interno sono presenti:

- discarica di rifiuti urbani speciali e pericolosi
- area di smaltimento abusivo di rifiuti industriali
- area ENEL di produzione energia elettrica
- siti di stoccaggio (carbonili) dell'ENEL
- area industriale Oto Breda
- Area industriale PBO per la produzione di ossidi di piombo
- AREA PERTUSOLA, DISMESSA DA CIRCA 30 ANNI, PER LA PRODUZIONE DI PIOMBO
- Area cantieri navali

In data 23/05/02, l'azienda con nota Prot. 146, ha presentato in Conferenza dei Servizi presso il servizio Ri.Bo. del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio il Piano di Caratterizzazione che, a seguito delle preoccupazioni espresse dagli enti locali nel corso di precedenti CdS, conteneva una relazione dedicata alla messa in sicurezza d'emergenza. Durante l'iter di approvazione del Piano di Caratterizzazione, è stato inserito il progetto di messa in sicurezza della ciminiera ubicata sulla sommità della collina, sovrastante l'ex stabilimento Pertusola, condiviso dalla CdS con nota Prot. 12184/RiBo/Di/B del 23/12/02.

Il Piano di caratterizzazione è stato definitivamente approvato con 12 prescrizioni, in data 30/12/02 nel corso della CdS decisoria presso la Direzione per la gestione dei rifiuti e per le bonifiche del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Si ricorda che il 17/03/04, in seguito all'approvazione del Piano, si è dato corso ai lavori di demolizione della ciminiera, che si sono conclusi il 01/04/03, con il completo abbattimento della struttura sino al piano campagna.

Le attività di attuazione del Piano di Caratterizzazione sul campo si sono svolte da luglio a settembre 2003, le successive attività di laboratorio si sono concluse a febbraio 2004.



Si rileva che, a seguito del sopralluogo presso il sito Navalmare (ex Pertusola) del 3 febbraio 2004 e della riunione del 29 marzo 2004 tra i consulenti della Navalmare e ARPAL (All.1.C), è stata ravvisata la necessità di effettuare un approfondimento di indagine in corrispondenza di

- bag house, lato monte – Sud
- ex serbatoio gasolio/olio combustibile.

I campionamenti sono stati realizzati in data 04/05/04 alla presenza di personale ARPAL; il quale ha provveduto a prelevare uno dei due campione ai fini delle controanalisi.



## 4 Operazioni di verifica in campo

---

Il Dipartimento ARPAL della Spezia e la Direzione Scientifica si sono riuniti in data 16/04/03 con Navalmare, Tecnova e Laboratorio Alfa per concordare le modalità e le tempistiche dell'inserimento nel Piano di Caratterizzazione delle prescrizioni emerse della CdS (vedi All. 1.A). Nel corso di una seconda riunione, tenutasi in data 08/05/03, sono state concordate le metodiche analitiche da utilizzare per le analisi delle acque sotterranee e dei terreni (vedi All. 1.B).

Personale ARPAL del Dipartimento Provinciale della Spezia e della Direzione Scientifica ha costantemente presenziato alle operazioni sul campo connesse al prelievo di tutti i campioni previsti dal Piano di caratterizzazione approvato in Conferenza dei Servizi. Inoltre, ai fini dell'esecuzione in doppio del 10% dei campioni, il personale suddetto ha prelevato sedici controcampioni così suddivisi:

- ❑ otto campioni prelevati da sondaggi a carotaggio continuo eseguiti per soli scopi analitici di questi, quattro campioni sono stati prelevati nel piazzale sul mare (costituito da materiale di riporto), due nella collina in prossimità della ciminiera di recente demolita, due nell'area dove si trovano gli antichi edifici (bag house);
- ❑ quattro campioni prelevati da sondaggi a carotaggio continuo eseguiti per scopi sia geologici che analitici di questi, tre campioni sono stati prelevati nel piazzale sul mare (costituito da materiale di riporto), uno nell'area dove si trovano gli antichi edifici (bag house);
- ❑ due campioni prelevati da scavi esplorativi eseguiti nel piazzale sul mare (costituito da materiale di riporto);
- ❑ due campioni di sedimento marino.

Ai fini delle controanalisi sul 10% dei campioni, le analisi sono state eseguite dal laboratorio ARPAL del Dipartimento della Spezia e, in misura minore, dai laboratori ARPAL del Dipartimento di Savona e di Genova e dal laboratorio AMGA di Genova come risulta dai Rapporti di prova allegati (All. 2).

Le attività analitiche sono state ultimate a febbraio 2004.



## 5 Risultati della caratterizzazione

I lavori di indagine eseguiti sull'area sono consistiti nel prelievo e nell'analisi di **109 campioni di suolo e sottosuolo, 16 campioni di sedimento marino, 15 campioni di acqua di pozzo e campioni di rifiuto finalizzati alla messa in sicurezza di emergenza.**

Nella successiva Tabella 1 vengono riportati i **campioni di suolo e sedimento marino** successivamente analizzati dal Laboratorio Alfa, contrassegnati dalle rispettive quote rispetto al piano campagna. Le evidenze riscontrate sono segnalate in grassetto.

TABELLA 1					
Campione	Quota	Campione	Quota	Campione	Quota
C1-1	0,3 – 1,7 m	C5-4	8,0 – 11,4 m	C11-2	1,0 – 1,6 m
C1-2	1,7 – 3,4 m	C5-5	11,4 – 13 m	C12-1	0,1 – 1,0 m
<b>C1 EV</b>	6,25 – 6,75 m	C6-1	0,7 – 2 m	C12-2	1,0 – 2,5 m
C1-3	6,75 – 9,20 m	C6-2	2,0 – 5,0 m	C16-1	0 – 0,20 m
C1-4	9,20 – 9,70 m	C6-3	5,0 – 10,5 m	C17-1	0,0 – 0,12 m
C2-1	0,2 – 1,65 m	C6-4	10,50 – 15,5 m	C18-1	0 – 0,12 m
C2-2	1,65 – 5,0 m	C6-5	15,5 – 16,40 m	C19-1	0 – 0,2 m
C2-3	5,0 – 9,2 m	C7-1	0,15 – 2 m	C19-2	0,2 – 0,7 m
C2-4	9,2 – 10,0 m	C7-2	3 – 5 m	C20-1	0 – 0,10 m
C3-1	0,30 – 1,7 m	C7-3	5,0 – 6,9 m	C20-2	0,10 – 0,18 m
C3-2	1,7 – 3,6 m	<b>C8 EV</b>	0,5 – 1,20 m	C21-1	0 – 0,2 m
C3-3	3,6 – 7 m	C8-1	1,5 – 2,2 m	C22-1	0 - 0.10 m
C4-1	0,03 – 1,0 m	C8-2	2,2 – 3,10 m	C23-1	0- 0,20 m
C4-2	1 – 3 m	C8-3	3,10-6,50 m	C25-1	0,15 – 2,10m
C4-3	3 – 3,5 m	C8-4	6,50 –7,00 m	C25-2	2,10 – 5 m
C5-1	0,18 –1,7 m	C9-1	0,25 - 0,90 m	C25-3	5 – 6 m
C5-2	1,7 – 5 m	C10-1	0,0 – 0,2 m	C25-4	6 – 7,8 m
C5-3	5,0 – 8,0 m	C11-1	0,2 – 1,0 m	C26-1	0 - 0,15 m

*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure*



<b>Campione</b>	<b>Quota</b>	<b>Campione</b>	<b>Quota</b>	<b>Campione</b>	<b>Quota</b>
C28-1	0 – 0,10 m	S3-EV	3,5 – 4,0 m	SSM1 S	0 – 0,20 m
C28-2	0,10 – 1,0 m	S4-1	0,25 – 1,2 m	SSM1 F	0,6 – 0,8 m
C31-1	2,30 – 3,30 m	S4-2	3,4 – 4,6 m	SSM2 S	0 – 0,20 m
C31 EV	3,30 – 4,0 m	S4-3	5 – 7 m	SSM2 F	0,6 – 0,8 m
C31-2	4,0 – 6,0 m	S4-4	7 – 7,9 m	SSM3 S	0 – 0,20 m
C31-3	6,00 – 10,00m	S4-5	7,9 – 9,3 m	SSM3 F	0,6 – 0,8 m
C32-1	0,2 – 1,0 m	S4-EV	2,7 – 3,30 m	SSM4 S	0 – 0,20 m
C33-1	0,33 – 0,5 m	S5-1	0,03 - 0,5 m	SSM4 F	0,6 – 0,8 m
C33- EV	2,0 – 2,9 m	S6-1	0,03 - 1,6 m	SSM5 S	0 – 0,20 m
C33-2	2,9 – 5,0 m	S6-2	1,60 – 5,10 m	SSM5 F	0,6 – 0,8 m
C33-3	5 – 9 m	S6-3	5,60 – 6,50 m	SSM6 S	0 – 0,20 m
C33-4	9,0 – 9,5 m	S6-4	6,50 – 7 m	SSM6 F	0,6 – 0,8 m
S1-1	0,1 – 0,4 m	S7-1	0,1 -1,5 m	SSM7 S	0 – 0,20 m
S1-2	0,4 – 1,9 m	S7-2	4,3 – 4,9 m	SSM7 F	0,6 – 0,8 m
S1-3	1,9 – 4,0 m	S7-EV	9,0 – 9,5 m	SSM8 S	0 – 0,20 m
S1-4	12,4 – 15,6 m	SE1-1	0,5-2,2 m	SSM8 F	0,6 – 0,8 m
S2-1	0,1 – 0,8 m	SE2-1	1,8 m		
S2-2	0,8 – 2 m	SE3-1	0,10 – 0,40 m		
S2-3	2,0 – 3,2 m	SE3-2	0,60 – 1,50 m		
S2-4	4,3- 5,6 m	SE4-1	0,40 – 1,30 m		
S2-5	6,0-10,0 m	SE5-1	0 - 0,15 m		
S2-6	10 – 12 m	SE 6-EV	1,5m		
S2-7	12-12,6 m	SE7 EV	0,50 - 0,60 m		
S2 EV	3,2 - 4 m	SE 7-1	0,80 – 1,80 m		
S3-1	0,2 – 2,2 m	SE8-1	0,15 – 1,50 m		
S3-2	2,2 – 3,5 m	SE9-1	0,10-1,00 m		
S3-3	4,0 – 7,5 m	SE9-2	1,0 – 2,0 m		
S3-4	9 – 9,5 m				



Nella successiva Tabella 1 bis, sono indicate le profondità dei campioni di acqua sotterranea prelevati, per ogni piezometro installato

<b>Tabella 1 bis</b>			
<b>Campione</b>	<b>Quota</b>	<b>Campione</b>	<b>Quota</b>
Pz1-1	2,50 m	Pz4-1	6,00 m
Pz1-2	12,50 m	Pz4-2	16,00 m
Pz2-1	1,50 m	Pz5-1	8,50m
Pz2-2	6,00 m	Pz5-2	14,50 m
Pz 2-3	18,00 m	Pz8-1	25 m
Pz 2-4	28,00 m	Pz9-1	4,90 m
Pz 3-1	1,80 m	Pz9-2	17,00 m
Pz3-2	8,00m		

Nella successiva **Tabella 2** si verifica la corrispondenza tra i campioni di suolo/sedimento previsti dal Piano di caratterizzazione e i campioni effettivamente realizzati, riportati nella precedente Tabella 1. Nell'ultima colonna sono riportate le annotazioni di campo, da cui risultano le motivazioni dell'eventuale mancato prelievo del campione.



**TABELLA 2**

Indagini	sezione 1		sezione 2		sezione 3		sezione 4		sezione 5		Evidenza stratigrafica	NOTE
	Prev	Real										
C1	si	si	si	si	si	si	si	si			EV(6,25-6,75)	previsto fino a 10 m OK
C2	si	si	si	si	si	si	si	si				previsto fino a 10 m OK
C3	si	si	si	si	si	si	si	no				previsto fino a 10 m ma roccia a 7,60
C4	si	si	si	si	si	si	si	no				previsto fino a 10 m ma 3,80 roccia
C5	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si		previsto fino 10 m ma raggiunti 13 m (fondo marino)
C6	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si		previsto fino 10 m ma raggiunti 16 m (fondo marino)
C7	si	si	si	si	si	si	si	no				previsto fino a 10 m ma 7,00 roccia
C8	si	si	si	si	si	si	no	si			EV(0,5-1 m)	previsto fino 5 m ma raggiunti 7 m (roccia)
C9	si	si	si	no	si	no	si	no				previsto fino a 10 m ma 1,00 m roccia Sondaggio eseguito fino 8 m (no camp)
C10	si	si	si	no	si	no	si	no				previsto fino a 10 m ma 0,20 roccia
C11	si	si	si	si								Campione sub orizzontale di 3 m. Previsti e realizzati 2 campioni
C12	si	no	si	si	si	si						Profondità prevista: 2 m. Ricontrata pavimentazione fra 0 e 0,1 m.
C13	si	no	si	no								non fatto per eccessiva pendenza (>45°)
C14	si	no	si	no								non fatto per eccessiva pendenza (>45°)
C15	si	no	si	no								non fatto per eccessiva pendenza (>45°)
C16	si	si	si	no	si	no						previsto fino a 2 m ma dopo 0,2 cm roccia
C17	si	si	si	no	si	no						previsto fino a 2 m ma dopo 0,12 cm roccia
C18	si	si	si	no	si	no						previsto fino a 2 m ma dopo 0,12 cm roccia
C19	si	si	si	si	si	no						previsto fino a 2 m ma da 0,70 m a 1 m cappellaccio di roccia
C20	si	si	si	no	si	no					EV (0,10-0,20)	previsto fino a 2 m ma dopo 0,20 m roccia (prelevato camp 0-0,10 m e 0,10-0,20 m)
C21	si	si	si	no								previsto fino a 2 m ma dopo 0,40 m roccia
C22	si	si	si	no								previsto fino a 1 m ma dopo 0,15 m roccia
C23	si	si	si	no								previsto fino a 1 m ma dopo 0,20 m roccia
C24	si	no	si	no	si	no						non eseguito per irraggiungibilità postazione
C25	si	si	si	si	si	si	si	si				previsto fino a 10 m ma 7,80 roccia



Indagini	sezione1		sezione 2		sezione 3		sezione 4		sezione 5		Evidenza stratigrafica	NOTE
	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real		
C26	si	si	si	no								previsto fino a 2 m ma dopo 0,15 m roccia
C27	si	no	si	no	si	no						non eseguito per irraggiungibilità postazione
C28	si	si	si	si	si	no						campionamento concordato con ARPAL successivamente all'approvazione del Piano. A 0,8 m roccia
C29	si	no	si	no								campionamento concordato con ARPAL successivamente all'approvazione del Piano non eseguito per irraggiungibilità postazione
C30	si	no	si	no								campionamento concordato con ARPAL successivamente all'approvazione del Piano non eseguito per irraggiungibilità postazione
C31	no	no	si	si	si	si	si	si			EV (3,3 – 4 m)	campionamento concordato con ARPAL previsto fino a 10 m 0 fino a 2,30 m soletta in cemento
C32	si	si	si	no	si	no	si	no				campionamento concordato con ARPAL Previsto fino a 10 m, ma a 1 m di profondità roccia
C33	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	EV (2,0 – 2,9 m)	campionamento concordato con ARPAL (lo strato sup era stato escluso perché cementato) Previsto fino a 10 m a 9,5 m roccia
S1	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si		Previsto fino a 15 m. da 4 m a 6,3 m ciottoli non campionabili. Da 6,3 fino a 9,2 calcare nero non campionabile. Da 9,2 a 11 m vuoto, da 11 m fino a 12,4 m blocchi quarzo-arenitici. Campionato da 12,4 a 15,6 m: S1-4 (limo sabbioso omogeneo).
S2	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	EV (3,2 – 4 m)	Previsto fino a 30 m. Prelevati 7 camp + EV.(dei 10 previsti) incontrata roccia a 12,60 m proseguito sondaggio fino a 31 m. Roccia trovata a 12,6 m.
S3	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si	EV(3,5 – 4m)	Previsto fino a 15 m Incontrato roccia a 9 m.
S4	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	EV(2,7 – 3,3m)	Previsto fino a 15 m. Incontrata roccia a 9,8 m. campioni previsti:5, realizzati 5 +EV
S5	si	si	si	no	si	no	si	no	si	no		Previsto fino a 15 m dopo 0,5 m ghiaia e calcestruzzo
S6	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no		Previsto fino a 15 m dopo 7,00 m roccia. Campioni previsti:5, realizzati 4
S7	si	si	si	no	si	si	si	no	si	no	EV(9-9,5m)	Previsto fino a 15 m:dopo 4,90 m roccia.Fra 1,5 e 2,5 m ciottoli non campionabili. Da 2,50 a 4,30 m cavità



Indagini	sezione1		sezione 2		sezione 3		sezione 4		sezione 5		Evidenza stratigrafica	NOTE
	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real	Prev	Real		
SE1	si	si	si	no								Previsto fino a 2,5m Materiale di riporto omogeneo sui 4 lati fino a 2,20 (1 camp prelevato)
SE 2	si	si	si	no								Previsto fino a 2,5m Materiale prelevato m fra 0,3 e 1,8 m oltre solettone in cemento armato
SE3	si	si	si	si								Previsto fino a 2,5m dopo 1,5 m solettone in cemento armato
SE 4	si	si	si	no								Previsto fino a 2,5m dopo 1,5 m roccia. Campione prelevato fra 0,4 e 1,3 m.
SE 5	si	si	si	no								Previsto fino a 2,5m dopo 0,15 m roccia
SE 6	si	no	si	no							EV( 0,20-0,70 m)	Previsto fino a 2,5 m: fino a 1,30 m Lati N ed E) solettone in cemento armato. Lati S ed W materiale campionato 0,20-0,70 m: Evidenza
SE 7	si	si	si	no							EV (0,5 – 0,6 m)	Previsto sino a 2,5m oltre 1,80: roccia Campione prelevato fra 0,8 e 1,8 m. L'evidenza è costituita da scorie di fusione
SE 8	si	si	si	no								Previsto sino a 2,5m campione prelevato fa 0,15 m e 1,50 m. oltre 1,5 m: platea in calcestruzzo.
SE 9	si	si	si	si								Previsto sino a 2,5m OK
SS M1	si	si	si	si								Prelevato a quota 0 - 0,2 e 0,6 - 0,8 m OK
SS M2	si	si	si	si								Prelevato a quota 0 - 0,2 e 0,6 - 0,8 m OK
SS M3	si	si	si	si								Prelevato a quota 0 - 0,2 e 0,6 - 0,8 m OK
SS M4	si	si	si	si								Prelevato a quota 0 - 0,2 e 0,6 - 0,8 m OK
SS M5	si	si	si	si								Prelevato a quota 0 - 0,2 e 0,6 - 0,8 m OK
SS M6	si	si	si	si								Prelevato a quota 0 - 0,2 e 0,6 - 0,8 m OK
SS M7	si	si	si	si								Prelevato a quota 0 - 0,2 e 0,6 - 0,8 m OK
SS M8	si	si	si	si								Prelevato a quota 0 - 0,2 e 0,6 - 0,8 m OK

I **campioni di acque sotterranee** sono stati prelevati attrezzando a piezometro i sondaggi S1, S2, S3, S4, S5 e C 25 e realizzando Pz8: rispetto a quanto previsto dal Piano di caratterizzazione si sono registrate le seguenti variazioni

-non sono stati realizzati i piezometri di controllo Pz6 e Pz7, ubicati in area esterna rispetto al sito di indagine;



- il piezometro P9 è stato realizzato in corrispondenza del sondaggio C25;
- il piezometro P8 è stato rilocato in prossimità della ciminiera di recente demolizione.

Navalmare ha proceduto al censimento, classificazione, rimozione ed avviamento a smaltimento di tutti i rifiuti presenti al primo piano della bag house, salvo quelli all'interno del primo locale lato mare.

In definitiva, dall'analisi effettuata sulle attività di campionamento riportate nella relazione di caratterizzazione, è emerso che vi sono state alcune difformità rispetto al numero di sondaggi e di campionamenti previsti dal PdC approvato in data 30/12/02 e integrato dalle prescrizioni formulate dalla CdS, nel corso della riunione avvenuta tra ARPAL, Navalmare e SEAL-Tecnova in data 16/04/03. Le differenze riscontrate sono riportate nella successiva Tabella 3.

<b>Tabella 3</b>			
<b>Matrice</b>	<b>Numero campioni Previsti</b>	<b>Numero campioni previsti seguendo protocollo ARPAL</b>	<b>Numero campioni Realizzati</b>
Terreno	133	150	<b>109</b>
sedimento marino	16	16	<b>16</b>
acque sotterranee	27	27	<b>15</b>

Nonostante il numero di campioni prelevati sia stato inferiore rispetto a quanto previsto, **le difformità riscontrate tra il numero di campioni previsti seguendo il protocollo ARPAL e il numero di campioni effettivi, registrate di volta in volta nei fogli di lavoro compilati da Seal, sono state condivise da ARPAL durante l'assistenza all'attività di campo, poichè giustificate da oggettive motivazioni.**

In particolare si precisa che, per quanto riguarda i campioni non effettuati, ARPAL ha riscontrato la effettiva pendenza della zona e si è ritenuto inutile spostare i campionamenti nella fascia più a monte o più a valle in quanto già sufficientemente indagate. Come già indicato a pag. 7, si è evidenziata la necessità di effettuare due



carotaggi (prossimità bag house e serbatoio nafta) che sono stati eseguiti in data 04/05/04.

I risultati della caratterizzazione sono riportati in una serie di tavole allegate (metalli da IA 01 a IA 11; Idrocarburi: I A 12) alla Relazione descrittiva della caratterizzazione presentata da Navalmare, in cui, per ciascun inquinante, viene illustrato il grado di inquinamento per matrice e profondità considerata, evidenziando nella rappresentazione stratigrafica dei sondaggi in colore verde le concentrazioni inferiori alla CLA della **Colonna A** della Tabella 1 del DM 471/99, e in colore rosso quelle superiori. Nella Tavola I A 11 sono illustrate le rappresentazioni stratigrafiche di tutti i sondaggi, evidenziando le concentrazioni di tutti i metalli pesanti analizzati.

A causa dell'elevato numero di campioni (e dunque delle analisi effettuate), nonché dell'esteso grado di inquinamento emerso, questa relazione non riporta in una specifica tabella ciascun superamento dei limiti di legge riscontrato, rimandando alla disamina delle tavole succitate. A tal proposito si è verificata la corrispondenza tra i rapporti di prova emessi dal laboratorio Alfa e i valori riportati sulle Tavole I A 06, I A 08 relative ai parametri Piombo e Zinco. Si è inoltre verificata la corrispondenza tra i valori riportati nelle due tavole suddette e quelli presenti in Tavola I A 11, tavola di sintesi dell'inquinamento da metalli. Per quel che attiene ai parametri organici si è verificata la corrispondenza dei valori degli Idrocarburi C<12 e idrocarburi C>12 riportati nei rapporti di prova del laboratorio Alfa e quelli presenti in Tavola I A 12. Si è deciso di verificare i dati relativi a Piombo e Zinco per l'elevata concentrazione degli stessi nei campioni analizzati e quelli relativi agli idrocarburi per la loro bassa concentrazione. Ciò ha permesso di verificare sia valori estremamente elevati, sia valori prossimi ai limiti di rilevabilità.

Dalla verifica è emerso che

1) i valori analitici relativi ai due campioni più superficiali del sondaggio C25 sono riportati esclusivamente nelle tavole: ciò significa che la documentazione ufficiale è priva dei rapporti di prova relativi a tali campioni. Tali rapporti di prova sono però stati consegnati allo scrivente dipartimento in sede di verifica dell'avanzamento dei lavori.

2) Il valore di concentrazione dello zinco nel campione C4 -3, pari a 5010 mg/Kg, in Tavola I A 11 è erroneamente riportato pari a 5410 mg/kg.

3) In Tavola 1 A 11 non sono riportati i sondaggi C9, C17 e C26.



Dall'analisi complessiva dei dati presenti nella relazione di caratterizzazione si rileva che nella matrice suolo è stato riscontrato un diffuso e rilevante inquinamento da metalli pesanti, eccedente anche la CLA della colonna B della Tabella 1 del D.M. 471/99, un inquinamento da solventi organici rispetto alla colonna A del D.M. 471 (eccezion fatta per due soli punti in cui si è superata anche la CLA della colonna B) ed infine un inquinamento meno diffuso e più lieve da idrocarburi C<12 e idrocarburi C>12. Non è stato riscontrato inquinamento da IPA, fenoli, diossine ed amianto.

In particolare, suddividendo il sito tra area piazzale, e area collinare, si può riassumere che:

- **nell'area piazzale** l'inquinamento è risultato di entità molto elevata in tutti i punti di campionamento soprattutto per piombo e zinco. Non si è riscontrato, almeno in prima approssimazione, un legame tra il grado di concentrazione dei metalli e la quota a cui è stato prelevato il campione. Il substrato roccioso è stato riscontrato ad una quota variabile da pochi metri, nei punti in prossimità della primitiva linea di costa fino a 15 metri circa, protendendosi verso il mare (in corrispondenza del fondo marino).
- **nell'area collinare**, ove il substrato roccioso è affiorante e quindi è stato possibile prelevare campioni prevalentemente di suolo superficiale, si è ancora riscontrato un inquinamento da metalli pesanti rilevante (anche in questo caso soprattutto da piombo e zinco); il solo punto C21, quello cioè maggiormente lontano dal mare, ha evidenziato un grado di inquinamento più contenuto.

Inoltre il sito presenta un'area edificata nella porzione di Levante caratterizzata dalla presenza di edifici interessati dalla MISE, su cui, come già detto in data 04/05/04 sono stati prelevati ulteriori campioni di suolo in due punti: uno in prossimità della bag house e l'altro dell'ex serbatoio nafta.

Dall'analisi idrogeologica si è osservato che l'area, a causa della presenza di rocce prevalentemente a bassa permeabilità, non consente di definire una circolazione idrica sotterranea, comunque le **acque sotterranee** campionate sono risultate diffusamente inquinate da arsenico e piombo. Colpiscono in particolare le concentrazioni dell'arsenico nei due campioni prelevati nel piezometro Pz4, pari a circa 29000 µg/l, quasi 3000 volte il valore di CLA. Si è riscontrato inoltre un inquinamento da antimonio ed uno più lieve da



cadmio.

Per quanto riguarda i **sedimenti dell'area marina** prospiciente il sito, l'indagine effettuata ha avuto una finalità essenzialmente conoscitiva, in quanto per ogni sondaggio realizzato sono stati prelevati due campioni, uno superficiale, da 0 a 20 cm ed uno più profondo da 60 a 80 cm, senza raggiungere la profondità idonea per caratterizzare il sedimento.

I risultati analitici mostrano un inquinamento da metalli pesanti estremamente elevato sia nel campione superficiale che in quello profondo di ogni sondaggio.



## 6 Confronto e validazione

Il “controllo del 10%” è stato effettuato su 14 campioni di suolo, rappresentativi di tutti gli strati, e due campioni di sedimento marino. I campioni analizzati sono riportati nella successiva Tabella 3.

**TABELLA 3**

<b>Campione</b>	<b>Sondaggio</b>	<b>Profondità</b>
5314	C1-3	6,75-9,20
5331	C3-2	1,70-3,60 m
5315	C6-3	5,00-10,50 m
5919	C9-1	0,25-0,90 m
7677	C17-1	0,10-0,70 m
6335	C19-2	0,10-0,70 m
5920	C32-1	0,20-1,00 m
5358	C33-3	5,00-9,00 m
5424	S1-1	0,10-0,40 m
5716	S2-2	0,80-2,00 m
5918	S4-3	5,00-7,00 m
5921	S7-1	0,00-1,50 m
6334	SE1-1	0,50-2,20 m
6333	SE4-1	0,40-1,30 m
5378	SSM-3	0,00-0,20 m
5379	SSM-5	0,60-0,80 m

Ai fini di quantificare l'accordo tra i dati prodotti dai due laboratori è stata utilizzata la procedura ARPAL approvata dall'ISS, sottolineando comunque che la stessa riguarda solo una parte del percorso necessario alla validazione dei dati di caratterizzazione .

Per il calcolo della “percentuale di discordanza” tra i due laboratori è stata usata la seguente definizione (che offre il vantaggio di essere simmetrica, a meno del segno, nell'inversione dei due laboratori):

$$\Delta C = \frac{\frac{C_{PBO}}{CLA} - \frac{C_{ARPAL}}{CLA}}{\frac{1}{2} \left[ \frac{C_{PBO}}{CLA} + \frac{C_{ARPAL}}{CLA} \right]}$$



In **Allegato 3** si riportano per ciascun campione i valori delle concentrazioni determinati da ARPAL confrontati attraverso il calcolo della percentuale di discordanza con quelli determinati dal laboratorio Alfa che ha eseguito le analisi per Seal

Si osserva in via preliminare che ARPAL, come il Laboratorio Alfa, ha riscontrato numerosi superamenti della CLA prevista dalla colonna B e in maggior ragione della colonna A della Tabella 1 del DM 471/99: in particolare i parametri più critici sono apparsi l'antimonio, l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il piombo, il rame e lo zinco. Dalle analisi non risultano invece particolari criticità per i parametri organici.

Usando il criterio del protocollo ARPAL (approvato dall'ISS in data 05/11/03) che prevede, per i metalli un intervallo di accettabilità del 50% e per i composti organici un'estensione di tale intervallo al 100%, la percentuale dei campioni di suolo/sedimento da ritenersi conformi è riportato nella seguente Tabella 4.



**TABELLA 4**

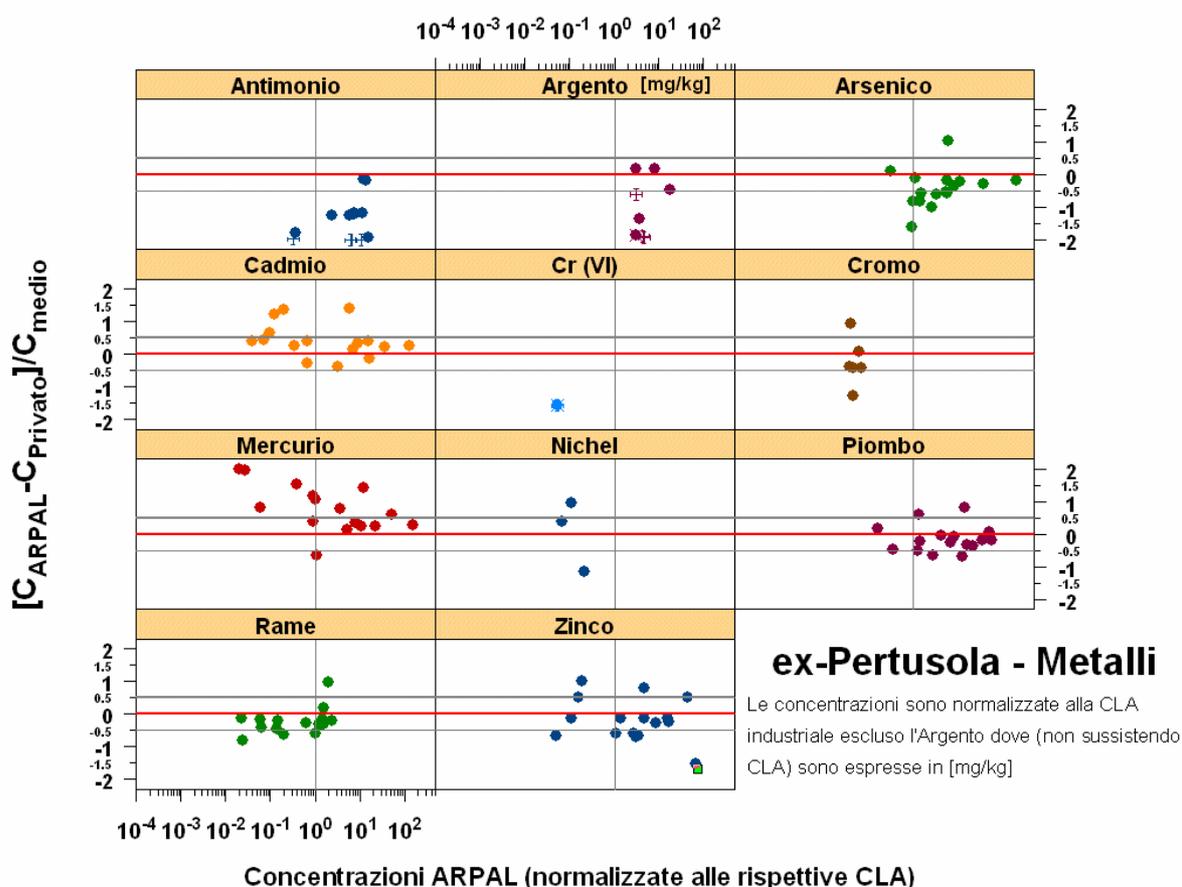
<b>Parametro</b>	<b>N° campioni conformi</b>	<b>N°campioni NON conformi</b>	<b>N° campioni Totali</b>	<b>% di conformità del parametro</b>
Residuo secco a 105°C	16	0	16	100%
Residuo secco a 600°C	14	0	14	100%
Antimonio	2	10	12	17%
Arsenico	7	9	16	44%
Cadmio	12	4	16	75%
Cromo	4	2	6	67%
Cromo VI	5	0	5	100%
Mercurio	6	10	16	38%
Nichel	1	2	3	33%
Piombo	12	4	16	75%
Rame	12	4	16	75%
Zinco	7	9	16	44%
Argento	8	3	11	73%
IPA	0	1	1	0%
Organici Aromatici	11	0	11	100%
Idrocarburi C<12	13	0	13	100%
Idrocarburi C>12	10	3	13	77%
Fenoli	11	0	11	100%
Amianto	4	0	4	100%
Composti organostannici	1	0	1	100%
Diossine	1	0	1	100%
PCB	1	0	1	100%
<b>Totale</b>	<b>158</b>	<b>61</b>	<b>219</b>	
<b>Percentuale di conformità complessiva dei parametri</b>				74% ( media delle percentuali)
<b>Percentuale di conformità complessiva dei campioni</b>				72% (= 100*158/219)

Per quel che concerne le acque sotterranee, nel campione controanalizzato da ARPAL, si è avuta la conformità dei parametri pH, conducibilità, Cromo, Arsenico, Cadmio, Mercurio e IPA. Per i parametri COD, Piombo, Rame, Zinco e Idrocarburi totali, Navalmare ha invece riscontrato valori superiori, oltre alla soglia di accettabilità, a quelli espressi da ARPAL



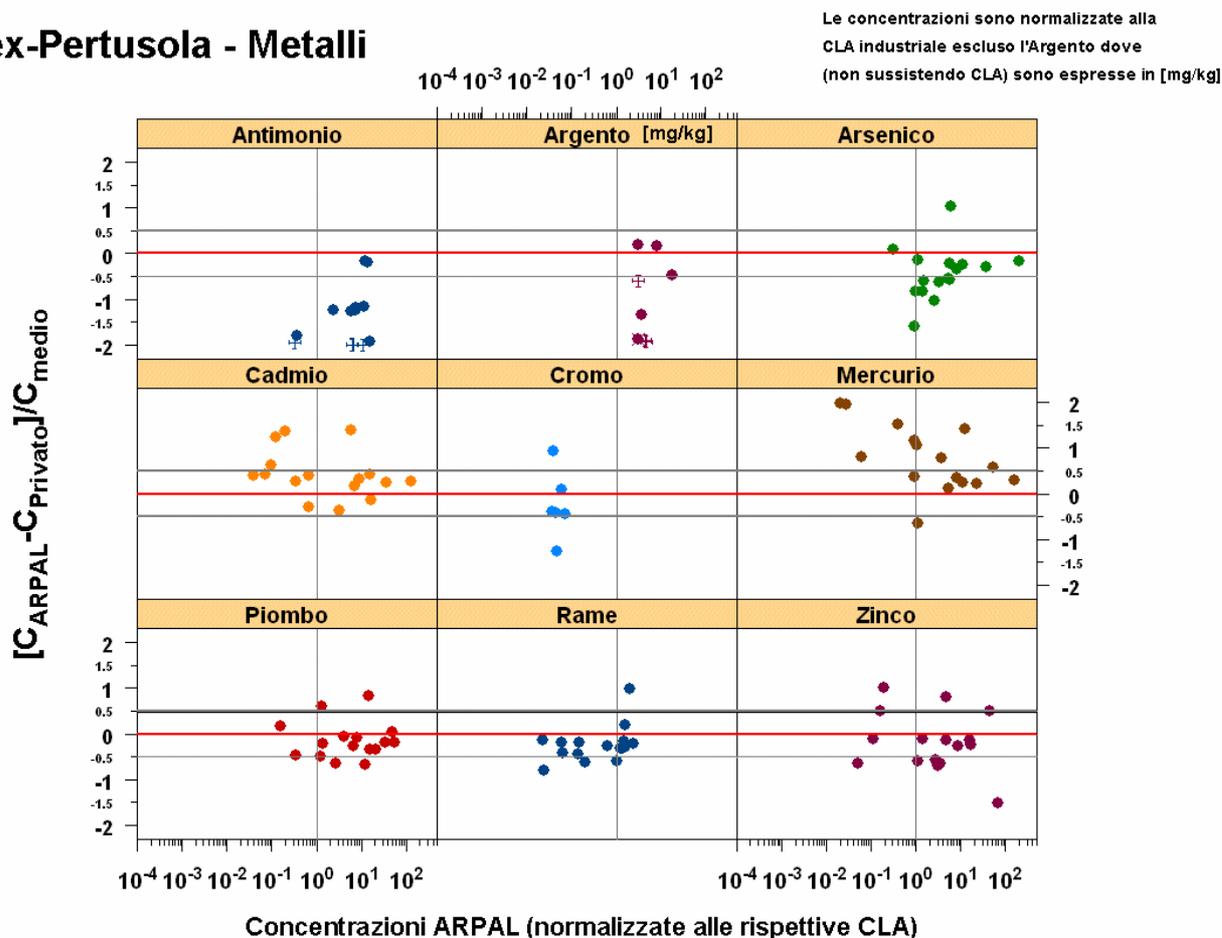
Ai fini di una più facile visualizzazione, per i metalli, il confronto dei dati viene anche rappresentato graficamente. Nella seguente figura viene riportato il “valore di discordanza” (indice definito precedentemente, alla base delle considerazioni statistiche) delle concentrazioni misurate, rispetto al valore normalizzato alla concentrazione limite di accettabilità.

Il simbolo “ pallino pieno” indica il fatto che entrambi i laboratori hanno rilevato un valore finito. Il simbolo “croce” il fatto che un laboratorio ha misurato un valore inferiore al limite di quantificazione e l'altro un valore finito, infine il simbolo “croce maltese” il fatto che entrambi i laboratori hanno misurato un valore inferiore al limite. Nella rappresentazione grafica il dato "inferiore al limite di quantificazione" viene sostituito con il valore del limite stesso.



Nella successiva figura vengono esclusi dal confronto il Cromo VI ed il Nickel in quanto analizzati in un numero inferiore di campioni rispetto agli altri metalli, ottenendo così una rappresentazione più compatta. La simbologia è la stessa adottata nel grafico precedente.

## ex-Pertusola - Metalli



## 7 Analisi puntuale ragionata dei risultati

---

Si osserva in via preliminare che il valore di percentuale di conformità del parametro è influenzato in egual misura tanto da sopravvalutazioni quanto da sottovalutazioni del laboratorio ARPAL rispetto al Laboratorio Alfa che per conto di Navalmare ha eseguito le analisi. Si rimarca il fatto che, ai fini delle future attività di bonifica, **risultano critici i soli parametri per cui ARPAL ha ottenuto dei valori di concentrazione superiori** (di oltre il 50 % per i parametri inorganici e di oltre il 100 % per i parametri organici) **a quelli di Navalmare.**

Ciò premesso, la percentuale di campioni conformi è totalmente soddisfacente per i parametri residuo secco a 105° C e a 600°C, Cromo VI, composti organici aromatici, PCB, idrocarburi C<12, fenoli, amianto, diossine, composti organostannici; soddisfacente (>70%) per i parametri Argento, Cadmio, Piombo, Rame, idrocarburi C>12; risulta non soddisfacente per i parametri Antimonio, Arsenico, Cromo, Mercurio, Nichel e Zinco.

Considerando i parametri risultati non soddisfacenti (percentuale di conformità del parametro <70%), limitando l'analisi ai soli campioni risultati non conformi, si rileva che le non conformità riscontrate sono da attribuirsi:

- **per il parametro Antimonio, nella totalità dei casi, il valore di percentuale di non conformità è dovuto ad un dato di concentrazione più alto da parte del Laboratorio ARPAL. Si precisa che nei campioni C1/3, C3/2, C33/3, S4/3 ARPAL ha riscontrato un superamento rispetto ai limiti della colonna A della Tabella 1 del DM 471/99 non riscontrato da Navalmare.**
- **per il parametro Arsenico, in 8 casi su 9 il valore di percentuale di non conformità è dovuto ad un dato di concentrazione più alto da parte del Laboratorio ARPAL. Si rileva che nel campione S1/1 e nel campione SSM5, ARPAL ha riscontrato un superamento rispetto alle CLA non evidenziato da Navalmare.**
- **per il parametro Zinco il valore di percentuale di non conformità è dovuto ad un dato di concentrazione più alto da parte del Laboratorio ARPAL, in 6 casi su 9, comunque, nella fattispecie, la discordanza non risulta critica in quanto le concentrazioni in gioco sono per entrambi contemporaneamente maggiori o minori rispetto alla CLA.**



- per il parametro **Cromo**, il valore di percentuale di non conformità è dovuto ad un dato di concentrazione più alto da parte del Laboratorio ARPAL , in 1 caso su 2, comunque anche il valore espresso da ARPAL risulta contenuto entro la CLA.
- per il parametro **Mercurio**, il valore di percentuale di non conformità è dovuto ad un dato di concentrazione più alto da parte del Laboratorio ARPAL in un solo caso su 10, comunque, in questo unico caso , entrambi i laboratori hanno riscontrato valori maggiori alla CLA.
- per il parametro **Nichel** il valore di percentuale di non conformità è dovuto ad un dato di concentrazione più alto da parte del Laboratorio ARPAL in 1 caso su 2, comunque contenuta entro la CLA

Dalla valutazione delle differenze di concentrazione espresse dal laboratorio ARPAL e da laboratorio Alfa che portano ad un valore di percentuale di conformità del parametro < 70 %, sono risultati critici i parametri **antimonio, arsenico e zinco** per i quali si suggerisce di prestare particolare attenzione nella scelta delle operazioni di bonifica.



## 8 Conclusioni

---

In conclusione, dalle attività di verifica condotte col supporto del protocollo di campionamento, consistite in:

- presenza al campionamento,
- analisi dei dati e trattazione statistica (indice di validazione di conformità dei parametri pari al 74% e indice di validazione di conformità dei campioni pari al 72%),
- valutazione ragionata dei dati

si esprime, sulla base delle considerazioni espresse nel corso del presente lavoro, **PARERE FAVOREVOLE** alla validazione della "Relazione descrittiva della caratterizzazione del sito Ex Pertusola" presentata da NAVALMARE con prot. 271/04 a tutti i membri della CdS proponendo però, relativamente al parametro Antimonio, Arsenico e Zinco, una particolare attenzione sul monitoraggio di tale parametro nella fase successiva, per la certificazione di avvenuta bonifica. -

***Allegato 1A-1B: Verbali di riunione ARPAL***

***Allegato 2: Rapporti di prova ARPAL.***

***Allegato 3: Valori di concentrazione e percentuali di discordanza.***

