



Chimica
Applicata
Depurazione
Acque s.n.c.
di Filippo Giglio & C.

Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova" da ACCREDIA con n° 0439

Azienda con Sistema di Gestione Qualità' certificato ISO 9001 n° IT -55570 e con Sistema di Gestione Ambientale certificato ISO 14001 n° IT -56880 e sistema di Gestione OHSAS 18001:2007 n° IT-108080



Area tecnica - Settore Monitoraggi e Controllo - Settore Servizi Tecnici

**COMUNE DI
PALERMO**

**LIBERO CONSORZIO COMUNALE
DI PALERMO**

Committente

***Autorità di sistema Portuale del Mare di
Sicilia Occidentale***

Via Piano dell'Ucciardone, 4
Palermo



ELABORATO

Progetto di Messa In Sicurezza Permanente

(ai sensi del titolo V parte quarta D.lgs 152/06)

C.A.D.A. snc
Caratterizzazioni e bonifiche ambientali
Responsabile
dott. Giandomenico Nardone

C.A.D.A. snc
Divisione Tecnica
Direttore
dott. Filippo Giglio

Menfi, 29 novembre 2018

Rev. 001

Indice

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	6
3	CRONISTORIA DEGLI EVENTI.....	8
3.1	Fase 1: aprile 2014 -Rimozione rifiuti-.....	8
3.2	Fase 2: giugno 2014 -Indagine top soil-.....	10
3.3	Fase 3: gennaio 2015 -Interventi ex art.249-.....	12
3.4	Fase 4: aprile 2016 -Piano della caratterizzazione-.....	14
3.4.1	Rete di realizzazione interventi diretti (sondaggi)	15
3.4.2	Campioni prelevati	17
3.4.3	Punto di conformità	18
3.4.4	Risultanze del Piano della caratterizzazione.....	19
3.4.4.1	Suoli e sottosuoli	21
3.4.4.2	Acque sotterranee	26
3.4.5	Considerazioni conclusive relative al Piano di Caratterizzazione	27
3.5	Fase 5: Dicembre 2016 - Analisi di Rischio	28
4	M.I.S.P. - INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	29
5	M.I.S.P. - DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	33
5.1	Report fotografico dello stato dei luoghi.....	35
5.2	Contesto Idrologico-idraulico del sito	43
5.3	Descrizione del progetto	50
5.3.1	Interventi progettuali direttamente connessi con la M.I.S.P.	53
5.3.2	Interventi estranei alle operazioni di MISP	60
5.3.3	Vegetazione	62
5.4	Interventi di M.I.S.P. integrati - <i>Capping superficiale</i> -	63
5.4.1	Caratteristiche generali del capping.....	66
5.4.2	Scelta progettuale	67
5.4.3	Videosorveglianza.....	71
6	M.I.S.P. - OBIETTIVI DI BONIFICA.....	72
6.1	Generalità	72
6.2	Contenimento del rischio.....	74
7	PIANO DI MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DELLE MISURE ADOTTATE.....	76

7.1	Monitoraggio delle acque sotterranee	76
7.2	Monitoraggio del soil gas.....	81
8	GESTIONE DEI RIFIUTI.....	84
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	86

1 PREMESSA

Il presente progetto di Messa in Sicurezza Permanente (**MISP**) si inserisce nel procedimento tecnico-amministrativo di “**caratterizzazione**”, “**messa in sicurezza**” e “**bonifica**” delle matrici ambientali del porticciolo di S. Erasmo – Palermo, di cui alle conferenze dei servizi del 19 novembre 2015 e del 6 dicembre 2017 (data di approvazione dell’Analisi di Rischio) così come regolamentata dalla pedissequa applicazione delle fasi operative indicate nei vari punti dell’art. 242 del D. Lgs. 152/06.

Il titolare del sito – *Autorità di sistema Portuale di Mare di Sicilia Occidentale*, anche con il supporto della consulenza tecnica di *C.A.D.A. snc*, ha progettato, contestualizzato integrato gli interventi di riqualificazione del porto di Sant’Erasmo, nell’ambito dell’intervento di **Messa in Sicurezza Permanente (MISP) di prima fase**, che ha già previsto alcune *misure di prevenzione* operate prima delle attività di caratterizzazione ambientale di cui all’elaborato “Applicazione delle procedure Semplificate art. 249 Parte IV Titolo V D.Lgs. 152/06 area potenzialmente contaminata località Porticciolo di Sant’Erasmo (Palermo) -2014”.

Le attività oggetto dei prossimi interventi di “**Messa in Sicurezza Permanente**” del sito prevedono, nell’ambito del processo di riqualificazione del fronte a mare urbano, un’opera di complessiva riqualificazione del porticciolo storico di Sant’Erasmo. Il progetto si connota come un progetto di suolo volto a riattivare dinamiche in grado di “ripopolare” di funzioni e usi questo importante tratto della costa urbana della città. L’opera nel suo complesso sarà integrata da ulteriori mirate attività di MISP con particolare riferimento al capping dell’area denominata “Spiaggetta” costituita dal piccolo arenile insistente nel lato sud della banchina.

Tutte le opere in progetto sono state precedute da uno studio di fattibilità a supporto degli interventi con individuazione degli aspetti ambientali significativi per la definizione dell’entità e della realizzazione dei processi “contenimento” richiesti.

Nel merito sono state individuate le tecniche di intervento più idonee a garantire gli obiettivi previsti dall’**allegato 3 al titolo V** della parte quarta del **D.Lgs. 152/06 (migliori tecniche di intervento)**.

Tutti gli interventi proposti sono finalizzati ad annullare o ridurre il rischio per la salute pubblica e per l'ambiente a livelli di accettabilità, attraverso il contestuale,

- ✓ contenimento degli inquinanti all'interno dei confini del sito;
- ✓ isolamento degli inquinanti mediante barriera fisica;
- ✓ protezione delle matrici ambientali sensibili
- ✓ graduale eliminazione delle sorgenti inquinanti secondarie mediante tecniche che siano compatibili le attività produttive svolte nell'ambito del sito.

Gli interventi di “**messa in sicurezza permanente**” saranno accompagnati da idonei sistemi di monitoraggio e controllo atti a verificare l'efficacia delle misure adottate e il mantenimento nel tempo delle condizioni di accettabilità del rischio.

Per il perseguimento di siffatto obiettivo è stata prevista la pianificazione di un mirato “**Piano di Autocontrollo**” delle acque sotterranee, dei suoli e del soil gas, nell'ambito del complessivo “**Piano di Monitoraggio**” dell'efficacia della **MISP** di cui al comma 1, lettera o dell'art. 240 del D.lgs 152/06.

In siffatta pianificazione di monitoraggio verrà definito lo “**stato iniziale di riferimento**” a cui verranno, nel tempo, comparati risultati ed il periodico *reporting* agli enti, sempre nell'ambito della procedura di MISP indicata nel titolo V parte quarta del D.Lgs. 152/06.

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I documenti di riferimento che stanno alla base dell'elaborazione del presente documento possono essere definiti nell'elenco riportato in tabella.

ID	Nome documento	Data documento
1.	<i>Piano di interventi per la rimozione dei rifiuti e il ripristino dei luoghi dell'area portuale di Sant'Erasmo Palermo</i>	29/07/2013
2.	<i>Piano di interventi per la rimozione dei rifiuti e il ripristino dei luoghi dell'area portuale di Sant'Erasmo Palermo - Relazione Tecnica Finale-</i>	3/04/2014
3.	<i>Piano di interventi per la rimozione dei rifiuti e il ripristino dei luoghi dell'area portuale di Sant'Erasmo Palermo -Relazione Tecnica Finale-</i>	11/07/2014
4.	<i>Applicazione delle procedure Semplificate art. 249 Parte IV Titolo V D.Lgs. 152/06 area potenzialmente contaminata località Porticciolo di Sant'Erasmo (Palermo)</i>	23/09/2014
5.	<i>Applicazione delle procedure Semplificate art. 249 Parte IV Titolo V D.Lgs. 152/06 area potenzialmente contaminata località Porticciolo di Sant'Erasmo (Palermo) - RISULTANZE INTERVENTI-</i>	19/02/2015
6.	<i>Porticciolo di S.Erasmo (PA) "Piano della Caratterizzazione Ambientale ai sensi ex art. 245 e ex art.242 D.Lgs 152/06"</i>	31/07/2015
7.	<i>D.D.G. 2288 Regione Siciliana - Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità - Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti - Decreto di Approvazione del Piano della Caratterizzazione.</i>	5/12/2015
8.	<i>ARPA ST Palermo prot. Nr.0068787 - Validazione risultati analitici</i>	21/10/2016
9.	<i>Autorità Portuale di Palermo - Porticciolo di S.Erasmo (PA)</i>	5/12/2016

ID	Nome documento	Data documento
	- "Analisi di Rischio sanitario ambientale sito-specifica ex art. 245 e ex art.242 D.Lgs 152/06" -RELAZIONE TECNICA FINALE-	
10.	Regione Siciliana - Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità - Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti - Verbale CdS di Approvazione Analisi di Rischio	6/12/2017
11.	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL PORTO DI SANT'ERASMO - PALERMO - Progetto esecutivo -	24/03/2018
12.	Relazione Idrologica-Idraulica - Studio degli interventi di mitigazione del Rischio (ing. Francesco Giordano)	24/03/2018

3 CRONISTORIA DEGLI EVENTI

3.1 Fase 1: aprile 2014 -Rimozione rifiuti-

A seguito di ripetuti eventi di abbandono di rifiuti da parte di ignoti nell'area del porticciolo di Sant'Erasmus (Palermo), nel mese di aprile del 2014, l'Autorità di sistema Portuale del mare di Sicilia occidentale (prima denominata Autorità portuale di Palermo) ha operato un piano degli interventi per la caratterizzazione e classificazione dei rifiuti "abbandonati" finalizzato al successivo avvio a recupero/smaltimento degli stessi.

Obiettivo degli interventi è stato quello di rimuovere i rifiuti, ripristinare i luoghi e restituirli alla loro configurazione iniziale. In fase operativa sono stati individuati e smaltiti tutti i rifiuti presenti nell'area (in tabella 1 sono elencate tutte le tipologie di rifiuti smaltiti) e sono stati ripristinati i luoghi.

A valle di detta attività su espressa indicazione dei Carabinieri del Nucleo Operativo Ecologico e di concerto con l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente risultava necessario provvedere alla caratterizzazione del terreno di fondo su cui appoggiavano i rifiuti rimossi.

Tabella 1. Elenco tipologia dei rifiuti

Tipologia Rifiuti	Codice CER	Famiglia CER	Descrizione	Materia Rifiuti	Categoria Rifiuti
Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco	160103	Rifiuti non specificati	Pneumatici fuori uso	Pneumatici	Rifiuti speciali
Misti da costruzione e demolizione	170904	Rifiuti da operazioni di demolizione	Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche	Demolizioni	Rifiuti speciali
Frazioni oggetto di raccolta differenziata	200111	Rifiuti urbani	Prodotti tessili	Prodotti tessili	Rifiuti urbani
Frazioni oggetto di raccolta differenziata	200138	Rifiuti urbani	Legno, diverso da quello di cui alla voce 20 01 37	Legno	Rifiuti urbani
Frazioni oggetto di raccolta differenziata	200139	Rifiuti urbani	Plastica	Plastica varia	Rifiuti urbani
Frazioni oggetto di raccolta differenziata	200140	Rifiuti urbani	Metallo	Metallo, latte	Rifiuti urbani
Rifiuti prodotti da giardini e parchi	200201	Rifiuti urbani	Rifiuti biodegradabili	Parti vegetali	Rifiuti urbani

PORTICCIOLO DI S. ERASMO: PRIMA DELLA PULIZIA 22.01.2014 (discarica incontrollata)



PORTICCIOLO DI S. ERASMO: DOPO LA PULIZIA 22.02.2014 (spiaggia ripristinata)



3.2 Fase 2: giugno 2014 -Indagine top soil-

In data 16/6/2014 personale C.A.D.A., su incarico dell'autorità portuale di Palermo [Prot. N. 0004666/14 del 16/5/2014, alla presenza dei *Carabinieri del Nucleo Operativo Ecologico di Palermo* e dei tecnici dell'*ARPA ST Dipartimento di Palermo*, ha provveduto al campionamento del Top Soil. Nella fattispecie sono stati individuati e "picchettati" 5 punti di campionamento, scelti sull'area rappresentativa dell'impronta dei rifiuti, come riportato in figura 2 e nella tabella riepilogativa.



Figura 1. Ubicazione punti di campionamento

Tabella 2. Elenco campioni prelevati

Accettazione	Denominazione Campione
2113146-001	"Top Soil 1 a -0,30 mt" Area Porticciolo di Sant'Erasmo (PA)
2113146-002	"Top Soil 2 a -0,30 mt" Area Porticciolo di Sant'Erasmo (PA)
2113146-003	"Top Soil 3 a -0,30 mt" Area Porticciolo di Sant'Erasmo (PA)
2113146-004	"Top Soil 4 a -0,30 mt" Area Porticciolo di Sant'Erasmo (PA)
2113146-005	"Top Soil 5 a -0,30 mt" Area Porticciolo di Sant'Erasmo (PA)

I risultati analitici ottenuti in questa fase sono riportati in tabella 3 dove sono anche evidenziati i superamenti registrati nel rispetto delle colonne A e B della tabella 1 allegato

5 parte IV titolo V del D.Lgs 152/2006. In giallo i superamenti di colonna A e in arancio i superamenti di colonna B.

Tabella 3. Report analitico suoli (verifica di fondo scavo) prelevati in data 16 giugno 2014

PARAMETRO CHIMICO	u.m.	Tabella 1 allegato 5 parte IV titolo V		2113146-001	2113146-002	2113146-003	2113146-004	2113146-005
		Col A	Col B	Top Soil 1	Top Soil 2	Top Soil 3	Top Soil 4	Top Soil 5
Antimonio	mg/kg	10,0	30,0			17,30		
Mercurio	mg/kg	1,0	5,0					1,60
Piombo	mg/kg	100,0	1000,0				119,00	365,00
Stagno	mg/kg	1,0	350,0	3,00	15,00	70,00	13,00	36,00
Zinco	mg/kg	150,0	1500,0	260,00				363,00
Benzo(a)antracene	mg/kg	0,5	10,0				2,29	46,50
Benzo(a)pirene	mg/kg	0,1	10,0	0,23	2,69	1,00	2,88	50,60
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	0,5	10,0		2,92	1,11	3,28	55,00
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	0,5	10,0		1,18		1,21	20,00
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	0,1	10,0	0,14	1,67	0,93	1,78	27,80
Crisene	mg/kg	5,0	50,0					46,90
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	0,1	10,0		0,22		0,30	3,87
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	0,1	10,0		0,86	0,52	0,98	12,90
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	0,1	10,0		0,13		0,15	2,16
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	0,1	10,0		0,14	0,15	0,28	3,73
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	0,1	10,0		0,38	0,18	0,46	6,65
Indenopirene	mg/kg	0,1	5,0		1,72	0,88	1,90	34,00
Pirene	mg/kg	5,0	50,0					77,40
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	10,0	100,0		14,80		15,50	269,00
Idrocarburi pesanti C >12	mg/kg	50,0	750,0		140,00	85,00	130,00	3500,00
Sommatoria diossine e furani (PCDD / PCDF) I-TEQ	ng/Kg	10,0	100,0					29,00

Dall'esito dei risultati analitici, così come riportati in tabella, venne stato acclarato che:

1. In tutti i campioni prelevati sono stati evidenziati superamenti generalizzati per diversi parametri chimici dei limiti di colonna A (verde pubblico e residenziale) tabella 1 dell'allegato 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs 152/06 come evidenziato nel quadro sinottico appresso riportato in tabella 3;
2. Per un solo campione (2113146-001 Top soil n.5) sono stati registrati superamenti generalizzati per parametri di natura organica dei limiti di colonna B (aree industriali) tabella 1 dell'allegato 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs 152/06.

3.3 Fase 3: gennaio 2015 -Interventi ex art.249-

Sulla scorta dei dati ottenuti sui campioni di top soil era stato redatto ed attuato un piano degli interventi in applicazione a quanto previsto dalle procedure semplificate ex art. 249 parte IV Titolo V D.Lgs 152/06.

In siffatto contesto, in data 28 gennaio 2015 è stata effettuata la rimozione del materiale potenzialmente contaminato in posto (suolo), quindi, sono stati valutati gli effetti della potenziale contaminazione sulla matrice ambientale (suolo in posto) delle aree oggetto dell'evento.

A seguito dell'asportazione dello strato superficiale e profondo di suolo (spessore medio circa 1 m) venuto a contatto con i potenziali contaminanti, sono stati prelevati alcuni campioni dallo strato superficiale di fondo scavo e da ciascuna delle pareti dello scavo in modo da verificare che il suolo non asportato e lasciato *in situ* fosse effettivamente esente da residuale contaminazione, ovvero, per la specifica destinazione d'uso del sito, rientrante entro i limiti della tabella 1 colonna A dell'allegato 5 Parte IV titolo V del citato D. Lgs. 152/06.

Considerata l'estensione areale del fenomeno che è stata inizialmente stimata in una superficie di circa 200 m², in via progettuale si era stabilito di prelevare n°5 (cinque) campioni di fondo scavo (in corrispondenza dei punti già individuati in fase preliminare) nell'area di scavo.

In aggiunta alle indagini eseguite sul fondo dello scavo furono prelevati n. 4 campioni dalle pareti dello scavo finalizzati ad accertare che il fenomeno di contaminazione fosse stato del tutto eliminato sia in profondità che in estensione.

Oltre ai campioni citati si decise di individuare un punto di bianco, in un'area distante da quella oggetto degli interventi, non interessata dal fenomeno dal fenomeno di potenziale contaminazione e in corrispondenza del quale è stato prelevato n.1 campione di bianco.

Dalle analisi eseguite sui campioni prelevati in data 28/1/2015 alla presenza dei tecnici dell'ARPA Dipartimento di Palermo, emerse che:

1. in tutti i campioni erano stati evidenziati superamenti generalizzati per diversi parametri chimici dei limiti di colonna A (verde pubblico e residenziale) tabella 1

- dell'allegato 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs 152/06 come evidenziato nel quadro sinottico appresso riportato in tabella 4;
2. gli interventi attuati quali prime misure di messa in sicurezza di emergenza non avevano dato l'esito atteso, in quanto, sia le pareti dello scavo che il fondo dello scavo risultavano ancora potenzialmente contaminati.
 3. dagli interventi attuati emergeva che l'area in oggetto non poteva essere considerata di ridotte dimensioni.

Tabella 4. Quadro sinottico dei superamenti suoli

Parametro	U.M.	Lim. Tab1 col.A	2115248 -001 FS1	2115248 -002 FS2	2115248 -003 FS3	2115248 -004 FS4	2115248 -005 FS5	2115248 -006 PS1	2115248 -007 PS2	2115248 -008 PS3	211524 8-010 B1
Piombo	mg/kg	100	419,00	169,00	305,00	216,00	206,00	152,00	196,00		178,00
Rame	mg/kg	120				296,00					90,00
Zinco	mg/kg	150	221,00	201,00	615,00	352,00	679,00	225,00	211,00		362,00
Cianuri	mg/kg	1		2,40			1,10				
Benzo(a)antracene	mg/kg	0,5	27,10	10,50	5,75	5,30	29,70	26,00	0,89	2,33	2,03
Benzo(a)pirene	mg/kg	0,1	27,20	8,19	5,41	4,32	24,40	22,70	1,02	2,70	2,49
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	0,5	27,90	8,50	5,72	4,88	26,10	23,10	1,22	3,06	2,78
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	0,5	9,94	3,64	2,27	1,82	8,78	9,05		1,02	0,99
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	0,1	14,60	4,24	3,16	2,29	11,80	11,20	0,84	2,16	2,10
Crisene	mg/kg	5	24,40	9,05	5,15	5,13	24,80	21,80			
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	0,1	2,57	1,03	0,65	0,57	2,18	2,03	0,16	0,42	0,44
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	0,1	10,10	3,34	2,31	1,72	8,32	7,62	0,50	1,28	1,43
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	0,1	1,26	0,44	0,30	0,20	1,02	1,07	0,05	0,17	0,18
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	0,1	1,55	0,58	0,40	0,25	1,27	1,32	0,08	0,25	0,24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	0,1	4,64	1,51	1,01	0,79	3,79	3,68	0,19	0,51	0,55
Indenopirene	mg/kg	0,1	19,40	5,56	4,17	2,93	16,90	15,70	0,93	2,49	2,51
Pirene	mg/kg	5	47,00	15,20	8,11	8,25	54,50	41,90			
Sommatoria IPA	mg/kg	10	147,00	49,50	31,10	26,50	138,00	126,00		15,60	14,70
Idrocarb. pesanti C >12	mg/kg	50	274,00	56,00	127,00		725,00	879,00	70,00		
(PCDD / PCDF) I-TEQ	ng/kg	10		11,70	24,70	15,10	21,60	15,80	19,60		18,40

In ragione delle considerazioni finali si giunse alla conclusione che il sito oggetto di indagine risultava ancora **potenzialmente contaminato** e che la stessa contaminazione non poteva più essere considerata di tipo puntiforme, bensì, una contaminazione di tipo diffuso che interessava un'area più vasta e non certamente di "ridotte dimensioni".

Pertanto, in tale contesto operativo, le procedure tecniche ed amministrative da applicare non ricadevano nei casi previsti dall'articolo 249 parte IV titolo V D.Lgs 152/06 (Aree contaminate di ridotte dimensioni) e si riteneva opportuno procedere a produrre giusta comunicazione in accordo con quanto previsto dagli articoli 242 e 245 del D. Lgs. 152/06 e procedere alla redazione di un adeguato "**PIANO DI CARATTERIZZAZIONE**" in accordo con quanto previsto dalle procedure amministrative citate.

3.4 Fase 4: aprile 2016 -Piano della caratterizzazione-

Il piano della caratterizzazione redatto e approvato in sede di Conferenza dei servizi del 19/11/2015 ha previsto un set di attività di indagine eseguite *in situ* (realizzazione sondaggi e prelievo campioni) e un set di indagini eseguite *ex situ*.

INDAGINI ESEGUITE IN SITU

A. Interventi diretti

- i. Indagini indirette finalizzate allo studio del sottosuolo;
- ii. Realizzazione di N° 6 sondaggi di tipo ambientale a carotaggio continuo a profondità variabile e “spinti” fino al raggiungimento della zona satura del;
- iii. Realizzazione di N° 4 sondaggi di tipo ambientale a carotaggio continuo da attrezzare a piezometro.

B. Campionamento

- iv. Prelievo di N° 4 campioni di acque sotterranee dal totale dei piezometri realizzati e installati;
- v. Prelievo di n° 18 campioni di suolo profondo (3 campioni per sondaggio per 6 sondaggi);

INDAGINI ESEGUITE EX SITU

C. Attività di laboratorio

- vi. Esecuzione delle analisi di laboratorio su 18 campioni di suolo e sottosuolo;
- vii. Esecuzione delle analisi di laboratorio su 4 campioni di acque sotterranee;

3.4.1 Rete di realizzazione interventi diretti (sondaggi)

La rete di monitoraggio fu realizzata sulla scorta:

- A. delle dimensioni dell'area di competenza di Autorità Portuale di Palermo;
- B. dell'analisi delle attività industriali condotte in precedenza sul sito;
- C. della cronistoria degli eventi;
- D. della probabile distribuzione degli inquinati sul suolo, nella falda in relazione alla possibile direzione di flusso della falda stessa.



Nome Sondaggio	Est	Nord
S1	357853	4219542
S2	357857	4219530
S3	357875	4219536
S4	357888	4219545
S5	357902	4219543
S6	357913	4219509



Nome Sondaggio	Est	Nord
S1	357853	4219542
S2	357857	4219530
S4	357888	4219545
S6	357913	4219509

3.4.2 Campioni prelevati

Suoli

Accettazione	Nome campione e profondità di campionamento
2119340-001	Suolo "Sondaggio S1-C1 da 0 m. a -1,20 m."
2119340-002	Suolo "Sondaggio S1-C2 da - 2,5 m. a - 3,5 m."
2119340-003	Suolo "Sondaggio S1-C3 da - 4 m. a - 5 m."
2119340-004	Suolo "Sondaggio S2-C1 da 0 m. a -1 m."
2119340-005	Suolo "Sondaggio S2-C2 da - 2,5 m. a - 3,5 m."
2119340-006	Suolo "Sondaggio S2-C3 da - 4 m. a - 5 m."
2119340-007	Suolo "Sondaggio S3-C1 da 0 m. a -1 m."
2119340-008	Suolo "Sondaggio S3-C2 da - 2 m. a - 3 m."
2119340-009	Suolo "Sondaggio S3-C3 da - 3,5 m. a - 4,5 m."
2119340-010	Suolo "Sondaggio S4-C1 da 0 m. a -1 m."
2119340-011	Suolo "Sondaggio S4-C2 da - 2 m. a - 3 m."
2119340-012	Suolo "Sondaggio S4-C3 da - 4 m. a - 5 m."
2119340-013	Suolo "Sondaggio S5-C1 da 0 m. a -1 m."
2119340-014	Suolo "Sondaggio S5-C2 da - 2 m. a - 3 m."
2119340-015	Suolo "Sondaggio S5-C3 da - 4 m. a - 5 m."
2119340-016	Suolo "Sondaggio S6-C1 da 0 m. a -1 m."
2119340-017	Suolo "Sondaggio S6-C2 da - 2 m. a - 3 m."
2119340-018	Suolo "Sondaggio S6-C3 da - 4 m. a - 5 m."

Acque sotterranee

Accettazione	Nome campione e profondità di campionamento
2119533-001	Acque Sotterranee S4/PZ4 -
2119533-002	Acque Sotterranee S1/PZ1 -
2119533-003	Acque Sotterranee S2/PZ2 -
2119533-004	Acque Sotterranee S6/PZ6 -

In fase di Attuazione del Piano della Caratterizzazione, l'ARPA ST Palermo ha presenziato nella giornata del 5 aprile 2016 durante l'intera campagna di realizzazione dei 6 sondaggi previsti e per tutte le fasi di prelievo di campioni di suolo e sottosuolo, nella giornata del 12 aprile 2016 durante le fasi prelievo delle acque sotterranee. Nelle stesse giornate sono state prelevate le aliquote di campioni per le attività analitiche da condursi in contraddittorio. Con protocollo Nr.0068787 del 21/10/2016 la l'ARPA ST Palermo ha validato i risultati analitici del Piano di caratterizzazione, indicando nel documento citato quanto di seguito riportato.

3.4.3 Punto di conformità

Nell'allegato I al Titolo V della parte quarta del decreto legislativo n. 152 del 2006 "Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica", nella voce relativa alle "Componenti dell'analisi di rischio da parametrizzare" si riporta che il **punto di conformità** per le acque sotterranee rappresenta il punto a valle idrogeologico della sorgente al quale deve essere garantito il ripristino dello stato originale (ecologico, chimico e/o quantitativo) del corpo idrico sotterraneo, onde consentire tutti i suoi usi potenziali, secondo quanto previsto nella parte terza e nella parte sesta del presente decreto citato. Pertanto in attuazione del principio generale di precauzione, il punto di conformità deve essere di norma fissato non oltre i confini del sito contaminato oggetto di bonifica e la relativa CSR per ciascun contaminante deve essere fissata equivalente alle CSC di cui all'allegato 5 della parte quarta del presente decreto.

Per il sito in esame il punto di conformità è stato individuato in corrispondenza del sondaggio attrezzato a piezometro denominato "**Sondaggio S6**".

3.4.4 Risultanze del Piano della caratterizzazione

Con riferimento all'esecuzione **del Piano della Caratterizzazione Ambientale ai sensi ex art. 245 e ex art.242 D.Lgs 152/06 dell'area potenzialmente contaminata "Porticciolo di S.Erasmo Palermo**, finalizzato alla valutazione dello stato di contaminazione del sito,

- Preso atto delle "evidenze dirette" raccolte in campo mediante la realizzazione di sei sondaggi ambientali eseguiti sull'area in esame;
- Preso atto dell'esito dei "Rapporti di Prova" sviluppati sulla matrice ambientale suolo, sottosuolo e acque sotterranee;
 - N. 18 campioni di suolo e sottosuolo
 - N. 4 campioni di acque sotterranee
- Viste le Concentrazioni Soglia di Contaminazione per i suoli di cui alla tabella 1 colonna A Allegato 5 alla parte quarta titolo V del D.Lgs. 152/06;
- Viste le Concentrazioni Soglia di Contaminazione per le acque sotterranee di cui alla tabella 2 allegato 5 parte quarta titolo V D. Lgs 152/06;
- Atteso che l'area oggetto delle presenti attività di indagine è inserita in un contesto urbano, fortemente antropizzato e frequentato dalla popolazione residente e non residente;
- Considerato che
 - per il sito non vi è alcuna pavimentazione e/o impermeabilizzazione antropica o naturale;
 - dallo strato superficiale di terreno fino a circa 3/4 metri dal p.c. è presente principalmente materiale di riporto .
 - il terreno in posto si incontra a partire da circa 4 m dal piano campagna.
 - la conducibilità delle acque sotterranee con valori compresi tra 1500 e 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lascia intendere la presenza di un "cuneo salino" nell'area oggetto di indagine

era stato affermato quanto riportato nei paragrafi seguenti.

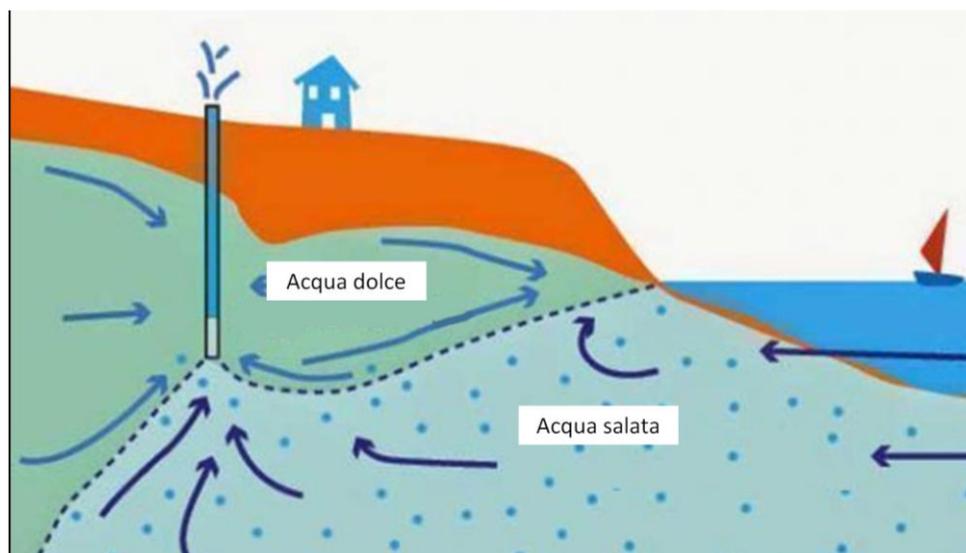


Figura 2. Schema intrusione marina

*Si definisce **intrusione marina** o **cuneo salino** il movimento di acqua dal mare verso l'entroterra attraverso il sottosuolo. Le acque sotterranee dolci, essendo meno dense dell'acqua del mare (1 g/cm^3 contro $1,025 \text{ g/cm}^3$), tendono a "galleggiare" sopra. Nelle semplificazioni concettuali si ipotizza che l'acqua dolce si disponga sopra l'acqua salata definendo una linea di interfaccia netta. Nella realtà esiste una vera e propria zona di mescolamento o mixing zone, la cui ampiezza dipende da fenomeni di dispersione e diffusione molecolare sia verticali che orizzontali, dalle fluttuazioni marine e dagli interventi antropici. In condizioni naturali, dunque, l'intrusione marina può essere semplificata al fenomeno dell'intrusione laterale, ovvero la massa di acqua salata si infiltra nell'acquifero lateralmente dalla costa. Fattori che incidono su questo fenomeno sono l'eterogeneità delle formazioni rocciose e le fluttuazioni del mare. In tale fenomeno l'eterogeneità del sistema geologico ha una notevole importanza, infatti crea variazioni spaziali nelle proprietà idrauliche del mezzo che controllano il trasporto e perturbano il moto del flusso a differente scala. L'altro importante fattore è quello delle fluttuazioni del livello del mare, soprattutto in quelle aree esposte a forti variazioni stagionali dove sono importanti i fenomeni di marea. L'intervento antropico può rompere l'equilibrio naturale del sistema. Rientrano tra le influenze antropiche che provocano intrusione marina attività come il prelievo dall'acquifero di un volume idrico superiore o non commisurato alla ricarica totale, le modificazioni della linea di costa, l'urbanizzazione e la "cementificazione" del terreno, che riducono l'infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo e quindi la ricarica naturale, lo scavo di canali o il loro approfondimento, e più in generale gli scavi eseguiti al livello piezometrico e la creazione di opere sotterranee. Il fattore che però più influenza il fenomeno dell'intrusione marina è il prelievo di acqua attraverso l'utilizzo di pozzi. Si parla di intrusione verticale. La massa di acqua salata, soggiacente alle acque dolci di falda, è richiamata verso l'alto da una depressione generata dall'estrazione da un pozzo di captazione. Si formano così quelli che vengono definiti "coni di intrusione". Il grado e l'estensione del cono di intrusione dipende da innumerevoli fattori, tra cui le proprietà idrogeologiche dell'acquifero, il tasso e la durata di prelievo, la posizione iniziale dell'interfaccia, il tasso di ricarica della zona, la geometria e le dimensioni del pozzo e la presenza di altri impianti di prelievo.

3.4.4.1 Suoli e sottosuoli

- A. Su un totale di 18 campioni prelevati dai sondaggi realizzati, su 14 campioni è stato registrato l'avvenuto superamento delle CSC per almeno un parametro indagato in relazione ai limiti previsti dalla tabella 1 Allegato 5 al titolo V della parte IV del D. Lgs. 152/06 colonna **A – Siti ad uso verde pubblico privato e residenziale**. Su 2 campioni è stato registrato l'avvenuto superamento delle CSC per almeno un parametro indagato in relazione ai limiti previsti dalla tabella 1 Allegato 5 al titolo V della parte IV del D. Lgs. 152/06 colonna **B – Siti ad uso commerciale e industriale**;
- B. I superamenti dei metalli sono confinati nell'area più prossima al mare in corrispondenza dei sondaggi S4 e S5 e nella porzione superficiale di terreno, profondità compresa tra 0 e -1 m dal p.c.;
- C. I superamenti dei composti organici quali gli Idrocarburi Policiclici Aromatici hanno una diffusione più omogenea su tutto il sito indagato e per tutte le profondità oggetto di indagine, ovvero, tra 0 e -5 m dal p.c. Tra tutti il Benzo(a)pirene, il Benzo(g,h,i)perilene e l'Indenopirene sono quelli che più di altri hanno fatto registrare valori fuori norma;
- D. I superamenti degli idrocarburi pesanti sono confinati nell'area più prossima al mare in corrispondenza dei sondaggi S4 e S6 e nella porzione intermedia di terreno, profondità compresa tra -2.5 e -3.5 m dal p.c.;
- E. Il superamento del parametro PCB è stato registrato in un unico campione superficiale, da 0 a -1 m, in corrispondenza del sondaggio S5.

Tabella 5. tabella riepilogativa dei superamenti registrati

Analita	U.d.m.	D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 1 A		CAMPIONE													
		Col. A	Col. B	S1-C1	S1-C2	S2-C1	S2-C2	S3-C1	S3-C2	S3-C2	S4-C1	S4-C2	S4-C3	S5-C1	S5-C2	S5-C3	S6-C2
PARAMETRI CHIMICI		Col. A	Col. B														
METALLI																	
Piombo	mg/kg	100	1000								161				149		
Rame	mg/kg	120	600												2029		
Zinco	mg/kg	150	1500								497				311		
Benzo(a)antracene	mg/kg	0,5	10			1,7	1,43		4,9	2,83		1,1	1				6,98
Benzo(a)pirene	mg/kg	0,1	10	0,38	0,22	1,4	1,06	0,25	2,98	2,59	0,24	5,6	1,04		0,39	0,54	5,07
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	0,5	10			1,58	1,21		3,65	2,62		5,74	1,11				5,62
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	0,5	10						1,23	0,85		1,39					2,2
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	0,1	10	0,23		0,8	0,57	0,18	1,44	1,46	0,19	4,6	0,63		0,42	0,31	2,43
Crisene	mg/kg	5	50														

Analita	U.d.m.	D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 1 A		CAMPIONE													
				S1- C1	S1- C2	S2- C1	S2- C2	S3- C1	S3- C2	S3- C2	S4- C1	S4- C2	S4- C3	S5- C1	S5- C2	S5- C3	S6- C2
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	0,1	10			0,21	0,17		0,48	0,42		0,98					0,49
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	0,1	10	0,19		0,79	0,6	0,17	1,86	1,28	0,17	4,32	0,58		0,33	0,27	2,15
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	0,1	10									0,41					0,21
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	0,1	10						0,29	0,28		0,67					0,36
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	0,1	10			0,26	0,2		0,67	0,43		1,17	0,19				0,68
Indenopirene	mg/kg	0,1	5	0,32	0,15	1,16	0,87	0,25	2,22	2,2	0,25	7,23	0,95		0,48	0,44	4,14
Pirene	mg/kg	5	50														17,9
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	10	100						20,7			26,4					30,5
PCB	mg/kg	0,06	5												0,39		
Idrocarburi pesanti C >12	mg/kg	50	750									81					96

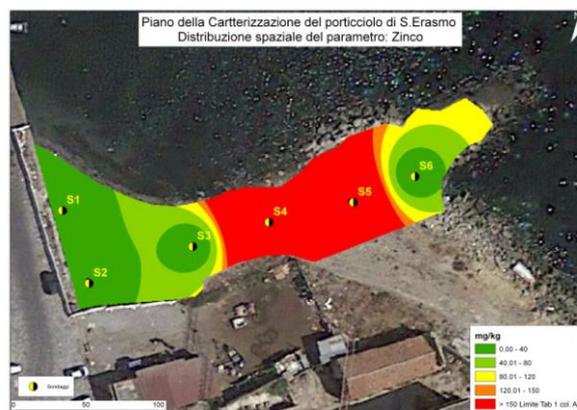
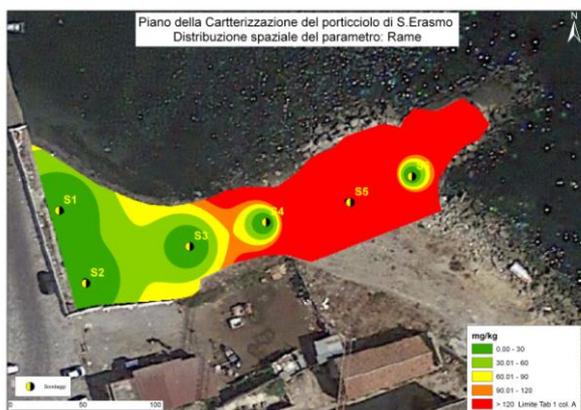
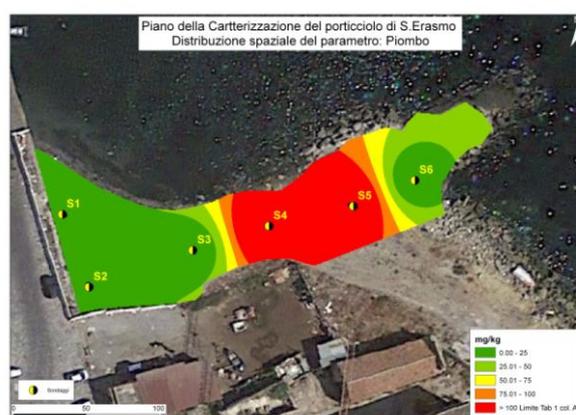


Figura 3. Analisi geostatistica e modellizzazione della distribuzione spaziale della contaminazione dei suoli per i metalli *Piombo, Rame e Zinco*

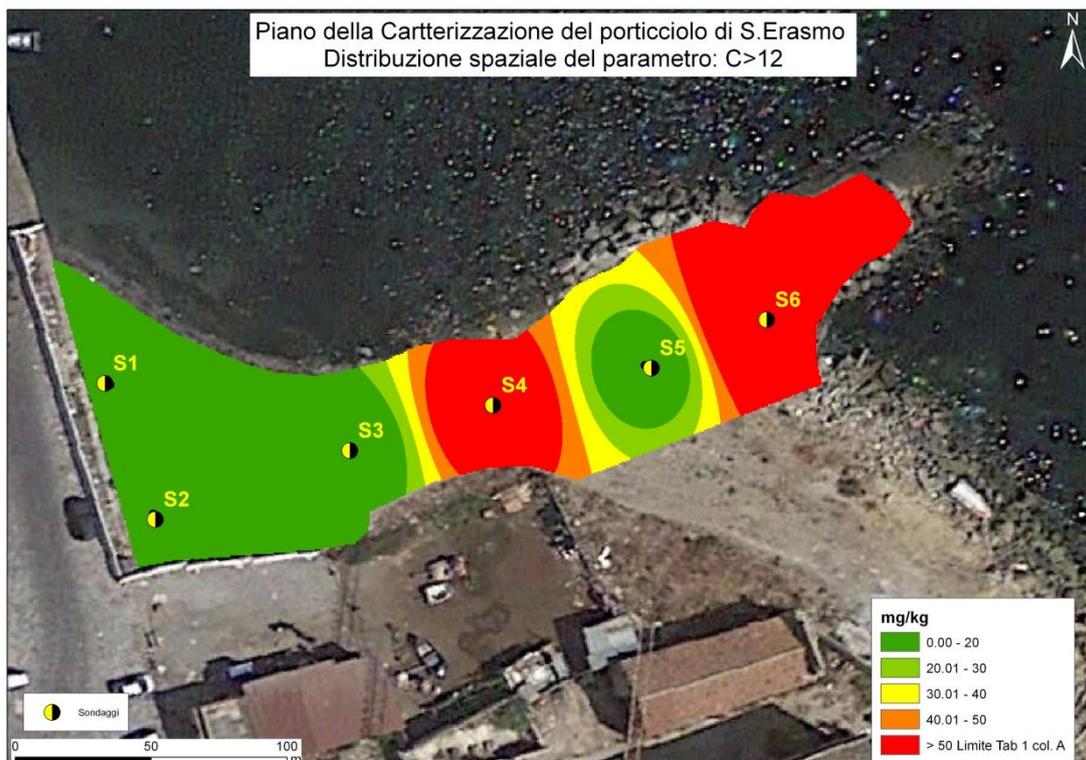
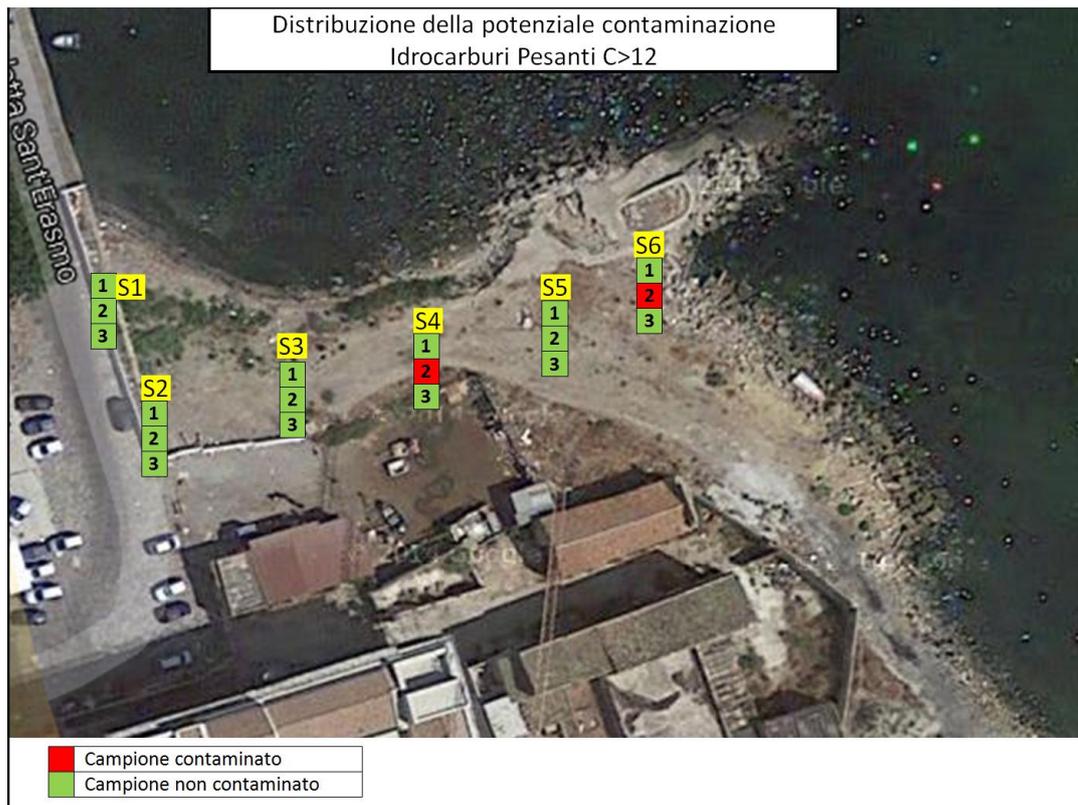


Figura 4. Analisi geostatistica e modellizzazione della distribuzione spaziale della contaminazione dei suoli per gli *idrocarburi pesanti C>12*



Figura 5. Analisi geostatistica e modellizzazione della distribuzione spaziale della contaminazione dei suoli per il parametro PCB

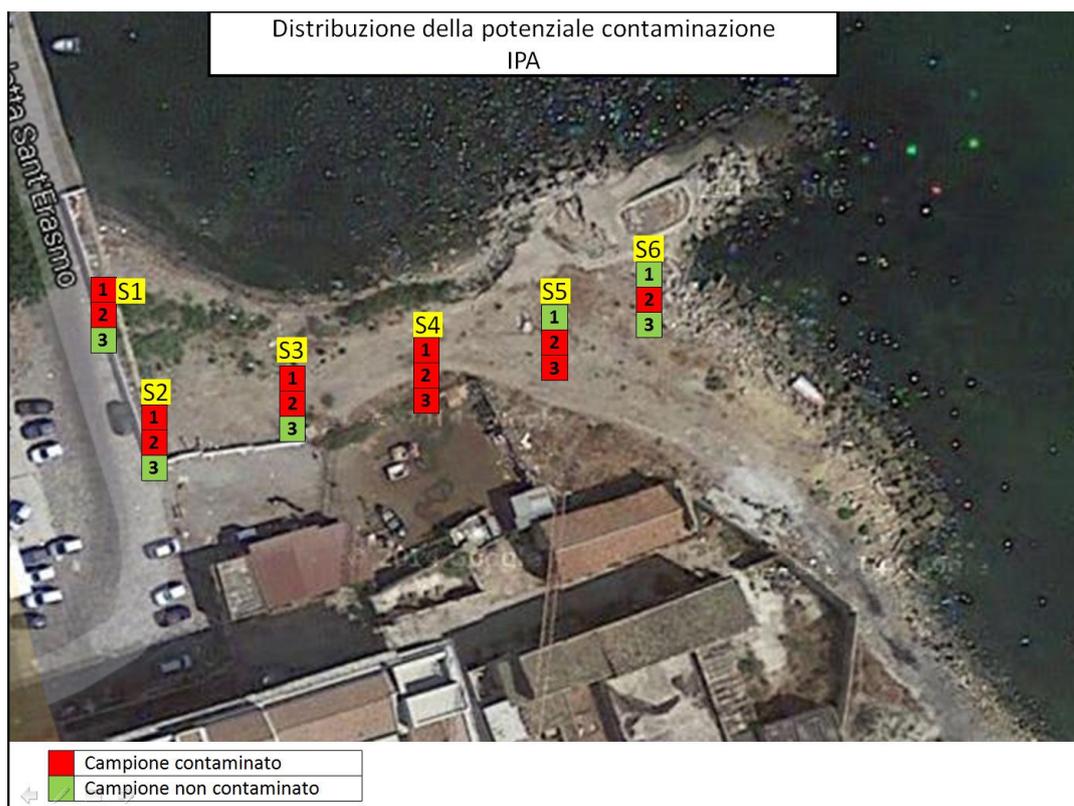


Figura 6. Schematizzazione della contaminazione dei suoli da *Idrocarburi Policiclici Aromatici* alle diverse profondità indagate

3.4.4.2 Acque sotterranee

Nelle acque sotterranee erano state riscontrate concentrazioni superiori a quelle indicate in tabella 2 Allegato 5 al titolo V della parte IV del D. Lgs. 152/06 In tutti i campioni di acque prelevate dai quattro piezometri installati. Nella fattispecie i superamenti riscontrati erano relativi al parametro Manganese e Arsenico.

Analita	U.d.m.	D.Lgs. 152/06 All.to 5 parte IV Tab. 2	2119533-001	2119533-002	2119533-003	2119533-004
			S4	S1	S2	S6
Manganese	µg/l	50	218	243	242	484
Arsenico	µg/l	10	42	18	49	42



Figura 7. Schematizzazione della contaminazione delle acque sotterranee per i parametri *Arsenico* e *Manganese*

3.4.5 Considerazioni conclusive relative al Piano di Caratterizzazione

Con l'attuazione del Piano della Caratterizzazione ambientale, redatto e attuato in accordo con quanto dettato dall'allegato 2 parte IV titolo V del D.Lgs 152/06, venne acclarato che il sito oggetto di indagine **era interessato da un fenomeno di potenziale contaminazione ambientale diffusa che interessava sia la matrice suolo che le acque sotterranee.**

Dai risultati ottenuti appariva evidente che i superamenti delle CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione), in relazione ai metalli, Idrocarburi Policiclici Aromatici, PCB e idrocarburi pesanti (C>12), indicavano che il sito in questione era un sito "**potenzialmente contaminato**", ai sensi dell'art. 240, comma d del D.Lgs.152/2006¹.

Per ciò che atteneva alle acque sotterranee prelevate dai quattro piezometri le stesse presentano superamenti dei limiti normativi di cui alla tabella 2 Allegato 5 al titolo V della parte IV del D. Lgs. 152/06, in particolare. per il parametro **arsenico**.

Di contro il manganese presente nelle acque sotterranee le cui concentrazioni furono considerate direttamente correlate con la conducibilità registrata in campo, quindi con la salinità, poteva essere certamente considerato di origine naturale.

Pertanto, ottenuta la definizione del "**Modello Concettuale Definitivo**" e in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente in materia di siti contaminati, vi è stata l'esigenza di elaborare l'"**Analisi di Rischio sito-specifica**", ai sensi del **comma 4, art. 242 del Parte IV titolo V del D.Lgs 152/06** e ss.mm.ii.

¹ **Art. 240, comma d):**

"sito potenzialmente contaminato: un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevati nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC), in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica, che ne permettano di determinare lo stato o meno di contaminazione sulla base delle concentrazioni soglia di rischio (CSR)".

3.5 Fase 5: Dicembre 2016 - Analisi di Rischio

L'elaborazione della procedura di **Analisi di Rischio sanitario ambientale sito-specifica**, attuata per ciascun comparto ambientale potenzialmente contaminato e in riferimento a tutti i bersagli individuati nel modello concettuale definitivo, ha permesso di acclarare che il sito presentava un rischio **NON ACCETTABILE** in relazione a tutti i parametri per i quali è stato registrato il superamento dei limiti tabellari riportati nella tabella 1 colonna A allegato 5 parte IV titolo V del D.Lgs.152/2006.

Pertanto, in accordo con quanto previsto al comma 7² articolo 242 Parte IV titolo V del D.Lgs 152/06, il sito risultava e risulta ancora oggi **CONTAMINATO** e, quindi, soggetto ad idonei interventi di bonifica finalizzati a riportare i valori di concentrazione al di sotto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione o Concentrazione Soglia di Rischio previste dalla normativa vigente per i siti con destinazione verde agricolo/residenziale.

Tuttavia, in relazione alla quantità, qualità e natura delle contaminazioni registrate, nonché ai risultati dell'Analisi di Rischio sito-specifica, raffrontati con la storia del sito, è ipotizzato che il fenomeno di contaminazione registrato sul sito non è da considerarsi limitato alla sola area indagata.

Pertanto si rendeva necessario estendere l'indagine di caratterizzazione ambientale oltre i limiti amministrativi e giuridici dell'area di pertinenza l'Autorità di sistema Portuale del mare di Sicilia occidentale (prima denominata Autorità portuale di Palermo), in quanto, anche mediante l'applicazione dell'Analisi di Rischio è stato impossibile giungere ad un completo progetto di bonifica con annessa definizione oggettiva degli "obiettivi di bonifica". Obiettivi che la norma di tutela ambientale orienta verso la totalità delle aree contaminate a prescindere dalla titolarità delle singole aree di pertinenza.

² Qualora gli esiti della procedura dell'analisi di rischio dimostrino che la concentrazione dei contaminanti presenti nel sito è superiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR), il soggetto responsabile sottopone alla regione, nei successivi sei mesi dall'approvazione del documento di analisi di rischio, il progetto operativo degli interventi di bonifica o di messa in sicurezza, operativa o permanente, e, ove necessario, le ulteriori misure di riparazione e di ripristino ambientale, al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nel sito.

4 M.I.S.P. - INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. (c.d. *Testo Unico Ambientale*) disciplina la bonifica dei siti inquinati, con la definizione delle procedure, dei criteri e delle modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e comunque tutti i processi finalizzati alla riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti, in armonia con i principi e le norme comunitari.

Gli interventi indicati della presente relazione tecnica si inquadrano nell'ambito delle definizioni delle attività di "**Messa in Sicurezza Permanente - M.I.S.P.**"

Ovvero, come indicato alla lettera o) dell'art. 240 del citato D. Lgs. 152/06, la progettazione "***l'insieme degli interventi atti a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente. In tali casi devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo e limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici***".

Nella presente fattispecie, con riferimento alle attività di caratterizzazione e d'indagine di rischio eseguite e approvate, gli interventi di **M.I.S.P.** s'inquadrano come opere di contenimento e isolamento della contaminazione della matrice ambientale "**suolo**".

Ciò anche in attesa di acquisire ulteriori informazioni sulla sorgente primaria e secondaria della stessa contaminazione, la cui distribuzione attuale è stata descritta negli elaborati progettuali redatti nei diversi *step* del procedimento amministrativo e che nel complesso non hanno portato alla netta definizione dell'estensione della contaminazione.

Tali interventi si collocano nell'ambito di quanto previsto al **comma 7 dell'art. 242**, il quale prevede che "***il soggetto responsabile sottopone alla Regione, nei successivi sei mesi dall'approvazione del documento di analisi di rischio, il progetto operativo degli interventi di bonifica o di messa in sicurezza, operativa o permanente, e, ove necessario, le ulteriori misure di riparazione e di ripristino ambientale, al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nel sito***".

Pertanto, nel contesto attuale, il titolare del sito oggetto delle presenti attività ha attuato una prima serie **misure di prevenzione** e di interventi di **Messa in Sicurezza** previsti e descritti nelle pagine precedenti.

In siffatto contesto, nell'ambito delle azioni di attenuazione della propagazione della contaminazione primaria, si è provveduto ad una prima fase di scavo finalizzata all'allontanamento come rifiuti dei suoli e sottosuoli contaminati.

Opera, quest'ultima, classificabile come misura di riparazione (*qualsiasi azione o combinazione di azioni, tra cui misure di attenuazione o provvisorie dirette a riparare, risanare o sostituire risorse naturali e/o servizi naturali danneggiati, oppure a fornire un'alternativa equivalente a tali risorse o servizi*) così come indicato ai **commi 2 e 3 dell'art. 242 del D. Lgs. 152/06**.

I risultati di tali interventi già posti in essere sono stati oggetto di specifiche verifiche da parte degli organi preposti al controllo e tramite attività di campionamento ed analisi chimico fisica, eseguite in contraddittorio con ARPA ST Palermo.

Con riferimento alle scelte progettuali poste in essere va ricordato che Il **co. 7 dell'art. 242** prevede anche che **"nel caso di interventi di bonifica o di messa in sicurezza (..) che presentino particolari complessità a causa della natura della contaminazione, degli interventi, delle dotazioni impiantistiche necessarie o dell'estensione dell'area interessata dagli interventi medesimi, il progetto può essere articolato per fasi progettuali distinte al fine di rendere possibile la realizzazione degli interventi per singole aree o per fasi temporali successive"**.

In conformità al suddetto obbligo normativo la Conferenza dei Servizi del 06/12/2017 riteneva meritevole di approvazione l'Analisi di Rischio e, pertanto, rimaneva in attesa di ricevere dall'Autorità Portuale il progetto di bonifica o progetto di messa in sicurezza permeante.

Pertanto il presente **progetto** di "**Messa in Sicurezza Permanente**", riguardante il sito contaminato, ha l'obiettivo di garantire una adeguata **sicurezza sanitaria ed ambientale** e, pertanto, impedire un'ulteriore **propagazione** dei contaminanti (**co. 9 art. 242**).

La normativa tecnica di settore impone, tra l'altro, che progetto di **M.I.S.P.** deve essere accompagnato da un accurato "**piano di monitoraggio**" dell'efficacia delle misure adottate (**piano di autocontrollo**).

Col fine di meglio definire il contesto normativo e la relativa conformità allo stesso del presente progetto è certamente utile riportare le definizioni degli interventi finali successivi alla “**Messa in Sicurezza**”, da valutare a valle dei dati chimico-fisici ed ambientali derivanti dall’attuazione del presente progetto.

o) Messa in Sicurezza Permanente:

- ✓ *“l’insieme degli interventi atti a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l’ambiente. In tali casi devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo e limitazioni d’uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici”*

p) Bonifica:

- ✓ *“l’insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR)”.*

Con riferimento a dette definizioni l’allegato 3 al titolo V contiene i criteri generali per la selezione e l’esecuzione degli interventi di “**bonifica**” e “**ripristino ambientale**” nonché di eventuale “**messa in sicurezza (d’urgenza, operativa o permanente)**” ivi compresa l’individuazione delle “**migliori tecniche d’intervento a costi sopportabili**”.

Quindi attraverso il presente elaborato tecnico è stato individuato, tra le diverse opzioni oggetto di approfondita valutazione sito specifica, un intervento di **M.I.S.P.** finalizzato, nel contempo,

- ✓ **sia** a pervenire ad un’effettiva eliminazione/riduzione e isolamento della contaminazione,
- ✓ **che** a conseguire un’efficace azione di protezione delle matrici ambientali influenzate dagli effetti di contaminazione del sito,

Interventi di **MISP**, pertanto, tutti finalizzati alla preliminare protezione delle matrici ambientali sensibili mediante l’isolamento e il contenimento degli inquinanti all’interno dello stesso, che a provvedere gradualmente all’eliminazione delle sorgenti inquinanti secondarie in *step* successivi.

Va inoltre ricordato che la **messa in sicurezza** di un sito inquinato è comprensiva delle azioni di monitoraggio e controllo finalizzate alla verifica, nel tempo,

- ✓ **sia** dell'efficacia delle soluzioni adottate
- ✓ **che** al mantenimento dei valori di concentrazione degli inquinanti nelle matrici ambientali interessate al di sotto dei "**Valori Soglia di Rischio**" (**CSR**).

Rispetto ai criteri tecnici generali degli interventi di **messa in sicurezza** elencati, dal citato allegato 3 della Parte IV del D. Lgs. 152/06, è stato possibile individuare, come compatibili col caso di specie, i requisiti specifici dell'intervento di seguito indicati.

- 1. Privilegiare** le tecniche di trattamento/bonifica che riducono permanentemente e significativamente la concentrazione degli inquinati nelle diverse matrici ambientali, gli effetti tossici e la mobilità delle sostanze inquinanti.
- 2. Privilegiare** le tecniche tendenti al barriera **on-site**, con conseguente riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e trattamento **off-site** dei contaminanti, nello specifico eliminando trasporti e conferimenti presso impianti di terzi.
- 3. Evitare**, tramite la realizzazione di un sistema di barriera fisico, i possibili rischi di contatto, perdite o altri rischi di dispersioni di inquinanti nell'aria, nelle acque sotterranee e superficiali, nel suolo e nel sottosuolo, nonché ogni inconveniente derivante da rumori e odori.
- 4. Evitare** rischi igienico-sanitari, per la popolazione e/o per gli addetti delle aree produttive, durante lo svolgimento degli interventi.
- 5. Adeguare** le misure di sicurezza alle caratteristiche specifiche del sito e dell'ambiente da questo influenzato.

Nel progetto relativo agli interventi da realizzare, con riferimento agli obiettivi della bonifica, è stata valutata una dettagliata analisi comparativa delle diverse tecniche di intervento applicabili al sito in esame.

Ciò in considerazione delle specifiche caratteristiche dell'area e di efficacia nel raggiungere gli obiettivi finali, le concentrazioni residue, i tempi di esecuzione, l'impatto sull'ambiente circostante degli interventi.

5 M.I.S.P. - DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

La proposta impiantistica di **M.I.S.P.** (Messa in Sicurezza Permanente) prevede la realizzazione di un sistema di isolamento della contaminazione con **sbarramento attivo di natura fisica**, realizzato attraverso:

- A. Una ulteriore fase di scarifica superficiale del terreno in posto che sarà gestito come rifiuto e inviato ad idonei impianti di recupero/smaltimento opportunamente individuati;
- B. La predisposizione di uno strato di suolo compatto con bassissimo grado di permeabilità che costituirà un intervento di isolamento denominato *Capping*;
- C. Il rifacimento e il ripristino dell'intera copertura del suolo
- D. La realizzazione di un sistema denominato "barriera ad aiola";
- E. La regimentazione delle acque di scorrimento superficiali;
- F. La realizzazione di una Pavimentazione tipo *decking* con doghe fissate;

Tale proposta M.I.S.P. si colloca per buona parte all'interno dei lavori di RIQUALIFICAZIONE DEL PORTO DI SANT'ERASMO già appaltati (interventi coerenti con le previsioni del piano regolatore portuale per il porto turistico di Sant'Erasmus limitatamente agli spazi occupati dall'intervento stesso ed escludendo le ulteriori previsioni di ampliamento portuale) e in una restante parte (stralciata del progetto dei lavori citati) in ulteriori interventi aggiuntivi da realizzarsi sull'arenile insistente nella parte sud della banchina. Il programma degli interventi così predisposti, integrato al sistema della vegetazione, definisce la soluzione formale agli obiettivi prefissati.

Il citato progetto definitivo di RIQUALIFICAZIONE DEL PORTO DI SANT'ERASMO ha ottenuto il *nulla osta* della Soprintendenza dei Beni Culturali e Ambientali di Palermo prot. 124/515.h del 13 Marzo 2018, nonché Parere da parte del Servizio Mare e Coste del Comune di Palermo del 16.03.2018 Prot. 233732.

L'intero perimetro interessato dall'intervento rientra per un più vasto ambito nello strumento urbanistico (P.R.G.), nella destinazione F16 di aree portuali, inoltre, l'area risulta gravata da vincolo paesaggistico per la sua prossimità alla linea di costa.

Dal punto di vista ambientale e degli interventi da realizzarsi, il bordo meridionale del porticciolo manifesta le maggiori problematiche. La parte residuale della borgata è fagocitata da edilizia spontanea e la conformazione del suolo si presenta fortemente alterata da successivi depositi e abbandoni di materiale da parte di ignoti.

In siffatto contesto, la riconfigurazione dell'unità formale del porticciolo si realizzerà attraverso:

- la modellazione dell'ampia fascia tra la passerella sull'acqua e il bordo costruito a schiena d'asino;
- la realizzazione di una collinetta con vegetazione alofila e mediterranea che asseconderà la linea di costa in direzione sud e rappresenterà la nuova quinta meridionale del porticciolo, definendo due unità spaziali nettamente distinte;
- la ridefinizione del sistema "mare-banchina-strada" attraverso il progetto che ristabilisce il rapporto visivo e fisico è interrotto soltanto da due *Ficus elastica*, preesistenti, posti lungo la strada, e da una siepe disposta a spalliera che definisce e protegge lo spazio di fruizione della banchina.

Un aspetto determinante nelle valutazioni progettuali sono state le relazioni del nuovo progetto del porticciolo con il sistema urbano preesistente, con cui il progetto costruisce connessioni. Le scelte paesaggistiche adoperate, oltre a rafforzare la qualità formale del progetto, rappresentano le più significative misure di mitigazione degli impatti generati dalle operazioni in programma.

Il disegno dei sistemi vegetazionali ha contribuito al raggiungimento di alcuni obiettivi generali del progetto quali:

- soluzione di continuità con il sistema della passeggiata della Marina, dalla Cala a Sant'Erasmus;
- riconfigurazione del sistema "mare-banchina-strada";
- riconfigurazione del fronte meridionale del porticciolo e relazioni con gli edifici prospicienti;

5.1 Report fotografico dello stato dei luoghi



Figura 8. Vista in direzione sud con in evidenza la stazione carburante esistente e scorcio della P.zza Tonnarazza

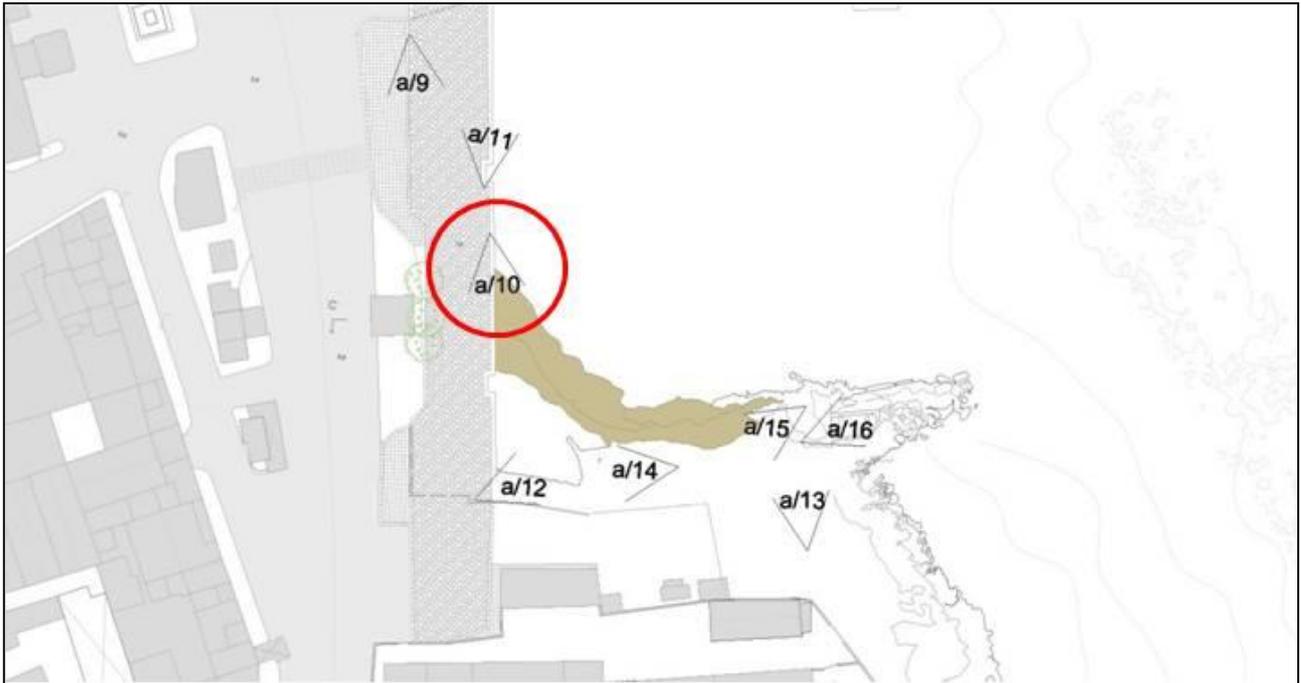


Figura 9. Vista in direzione sud con in evidenza l'evidente stato di degrado dell'arenile "Spiaggetta"

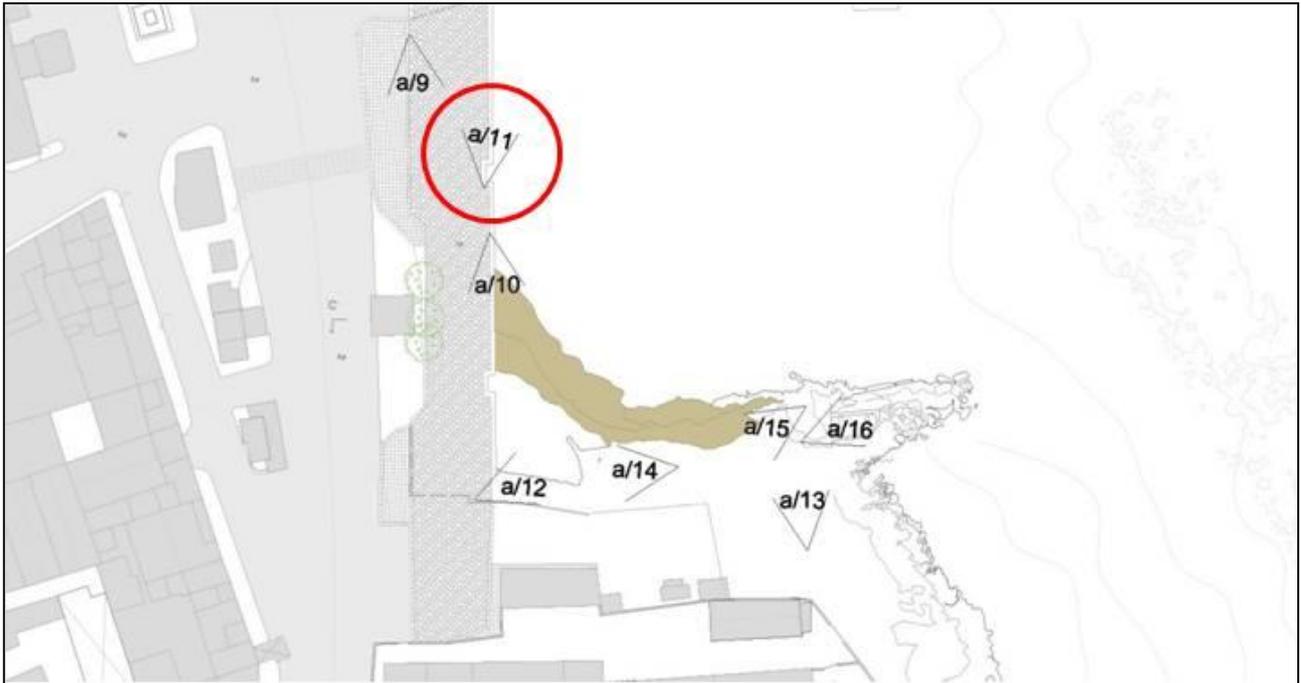


Figura 10. Vista in direzione nord della banchina lato terra e della banchina nord

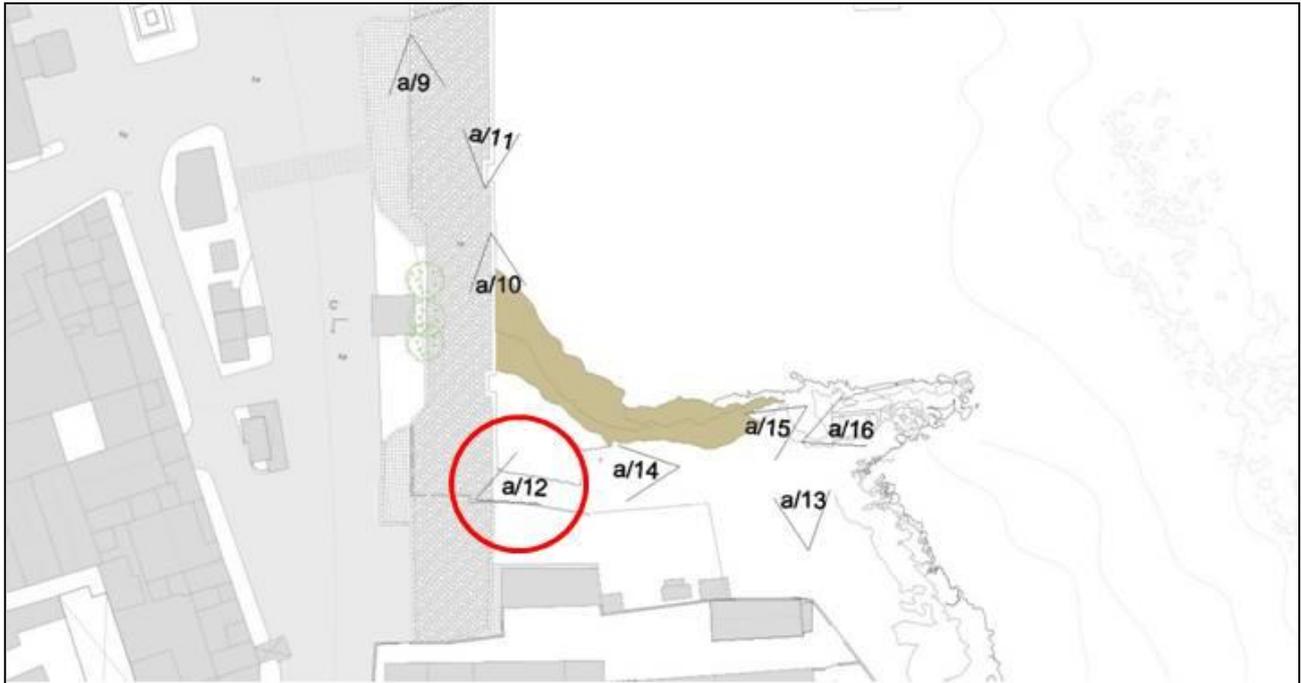


Figura 11. Vista lato mare dell'evidente stato di degrado della banchina lato sud e della camminata che porta alla "picca a mare"

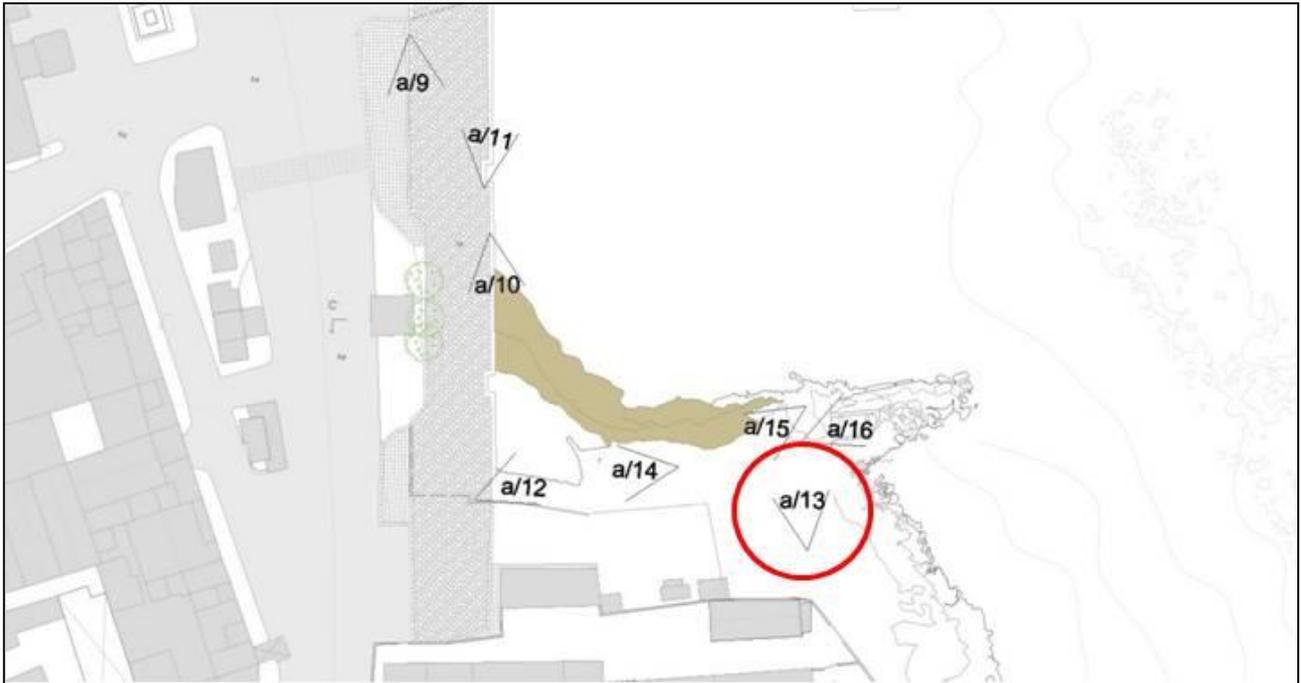


Figura 12. Vista lato nord della camminata che porta alla “picca a mare”

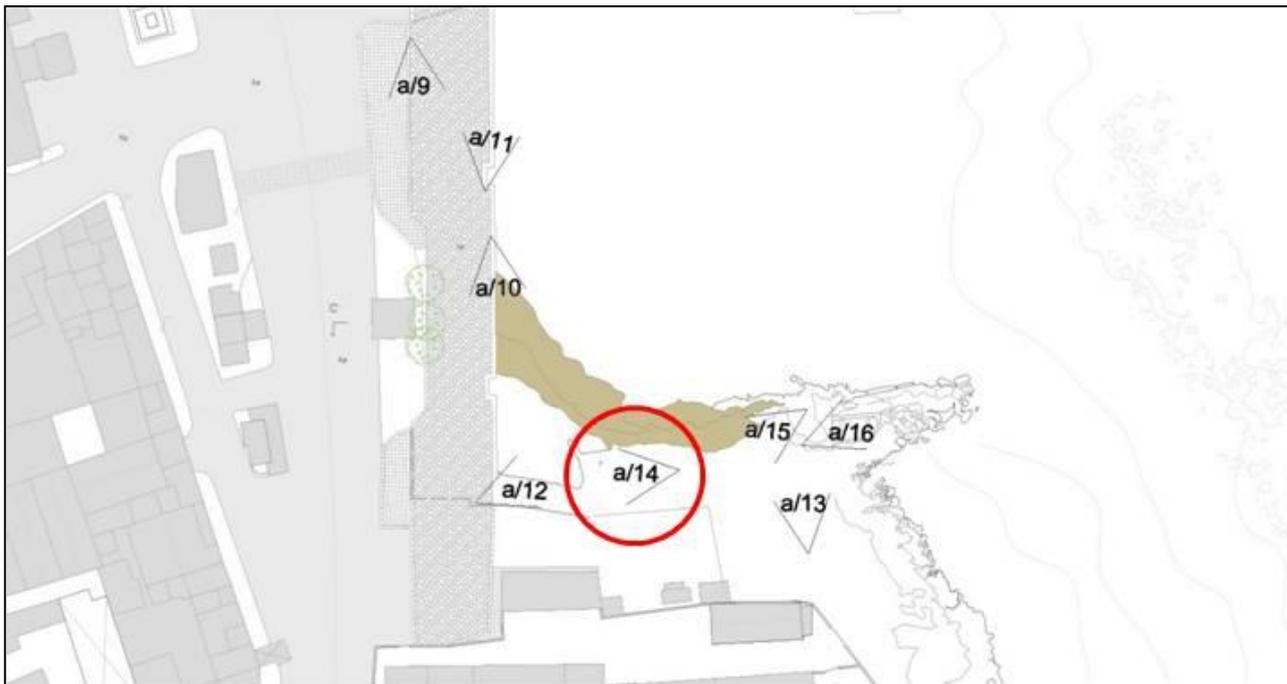


Figura 13. Vista lato terra dell'evidente stato di degrado della banchina lato sud e della camminata che porta alla "picca a mare"

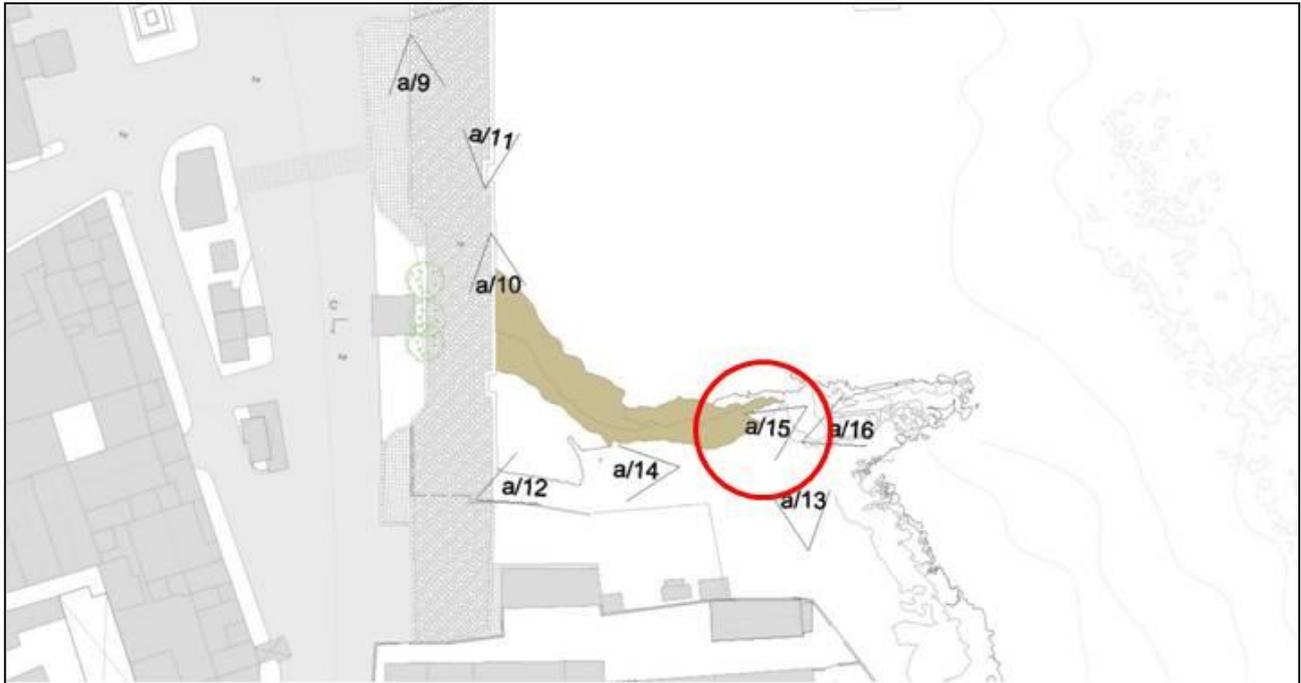


Figura 14. Vista lato terra dell'evidente stato di degrado della banchina lato sud e delle costruzioni che caratterizzano l'area retro banchina

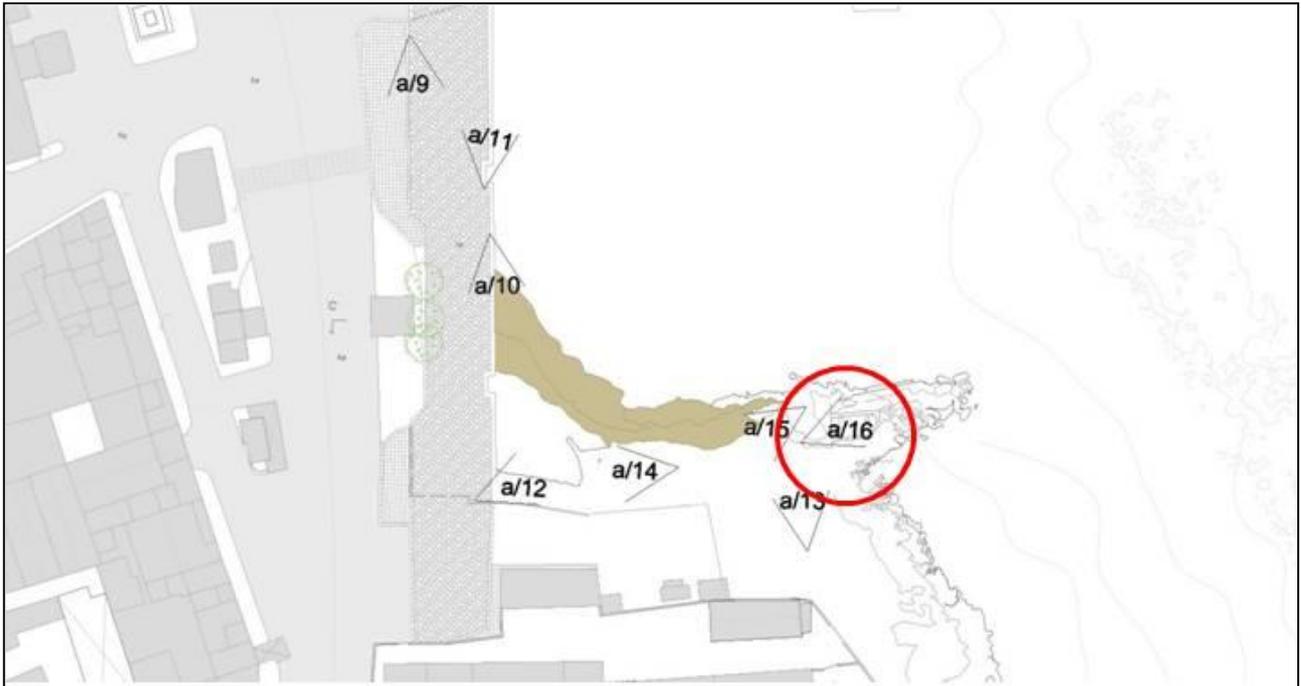
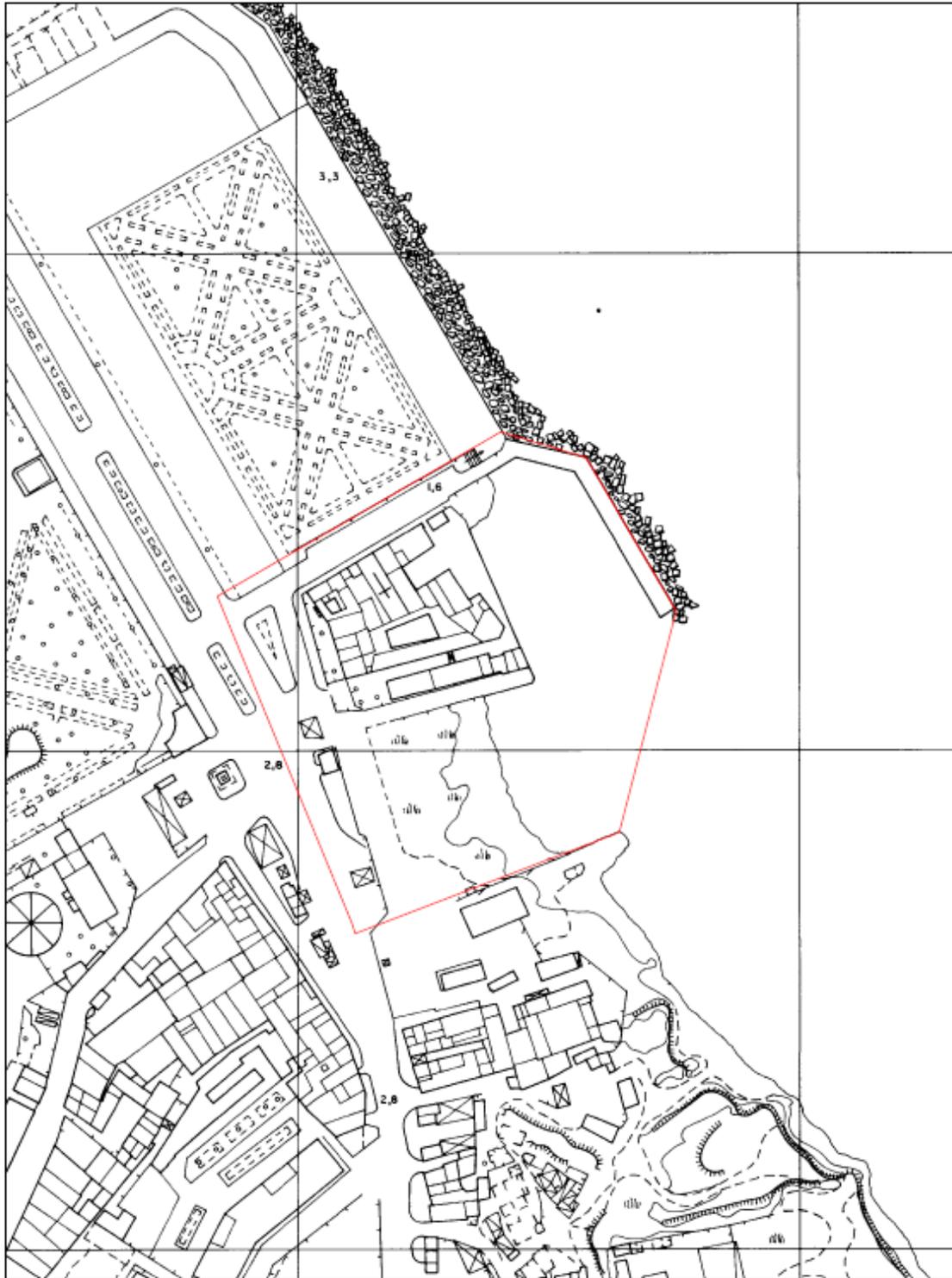


Figura 15. Dettaglio dell'area di sedime che caratterizza la "picca a mare"

5.2 Contesto Idrologico-idraulico del sito

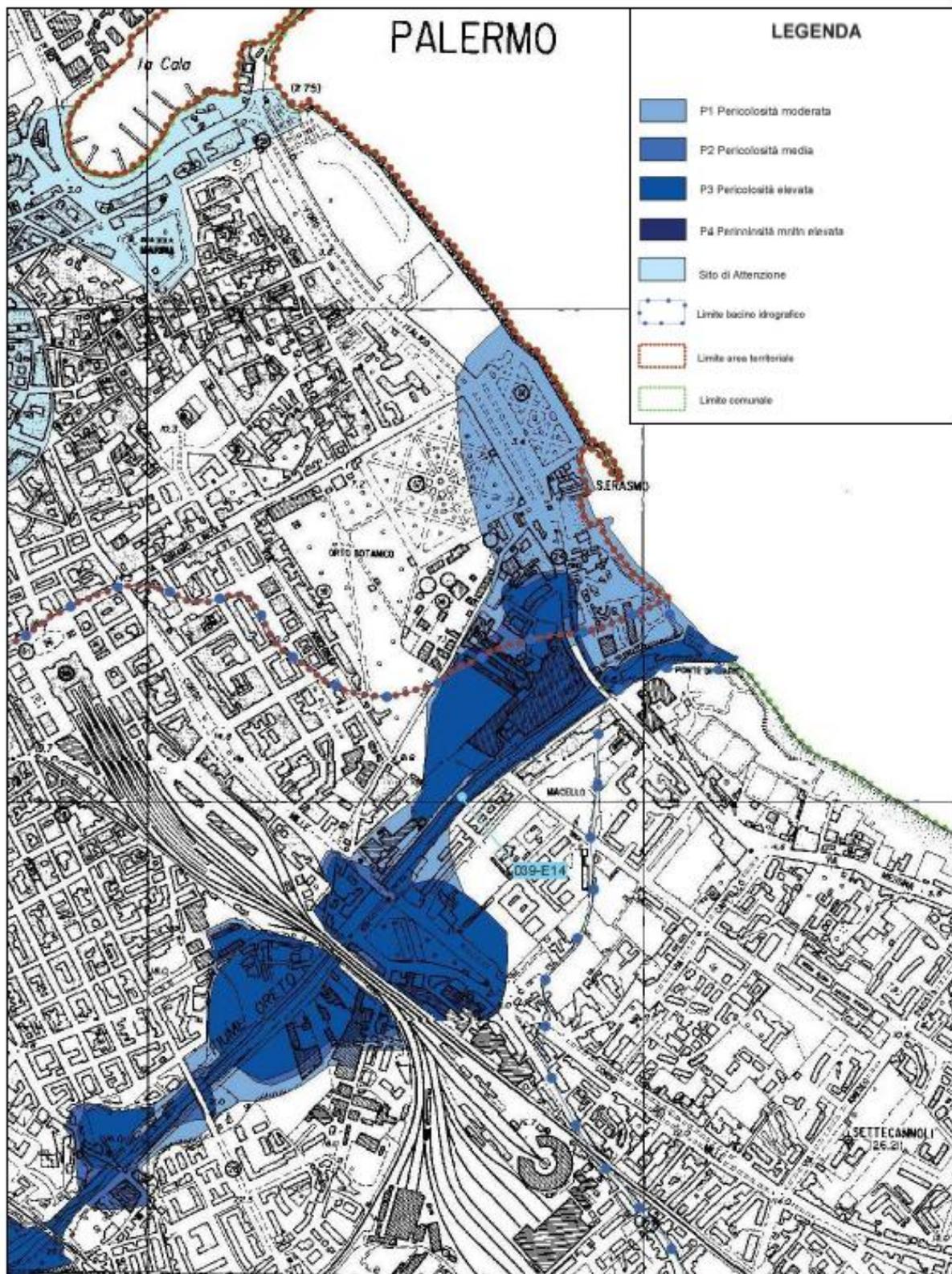
Al fine di contestualizzare il sito dal punto di vista idrologico e idraulico si riportano di seguito alcuni stralci delle cartografie tematiche estratte della relazione idrologica-idraulica e dello studio degli interventi di mitigazione del rischio annesso (redatto dall'Ing. Francesco Giordano) a cui si rimanda per la consultazione dell'intero documento.



Stralcio C.T.C. F.44 Orto Botanico

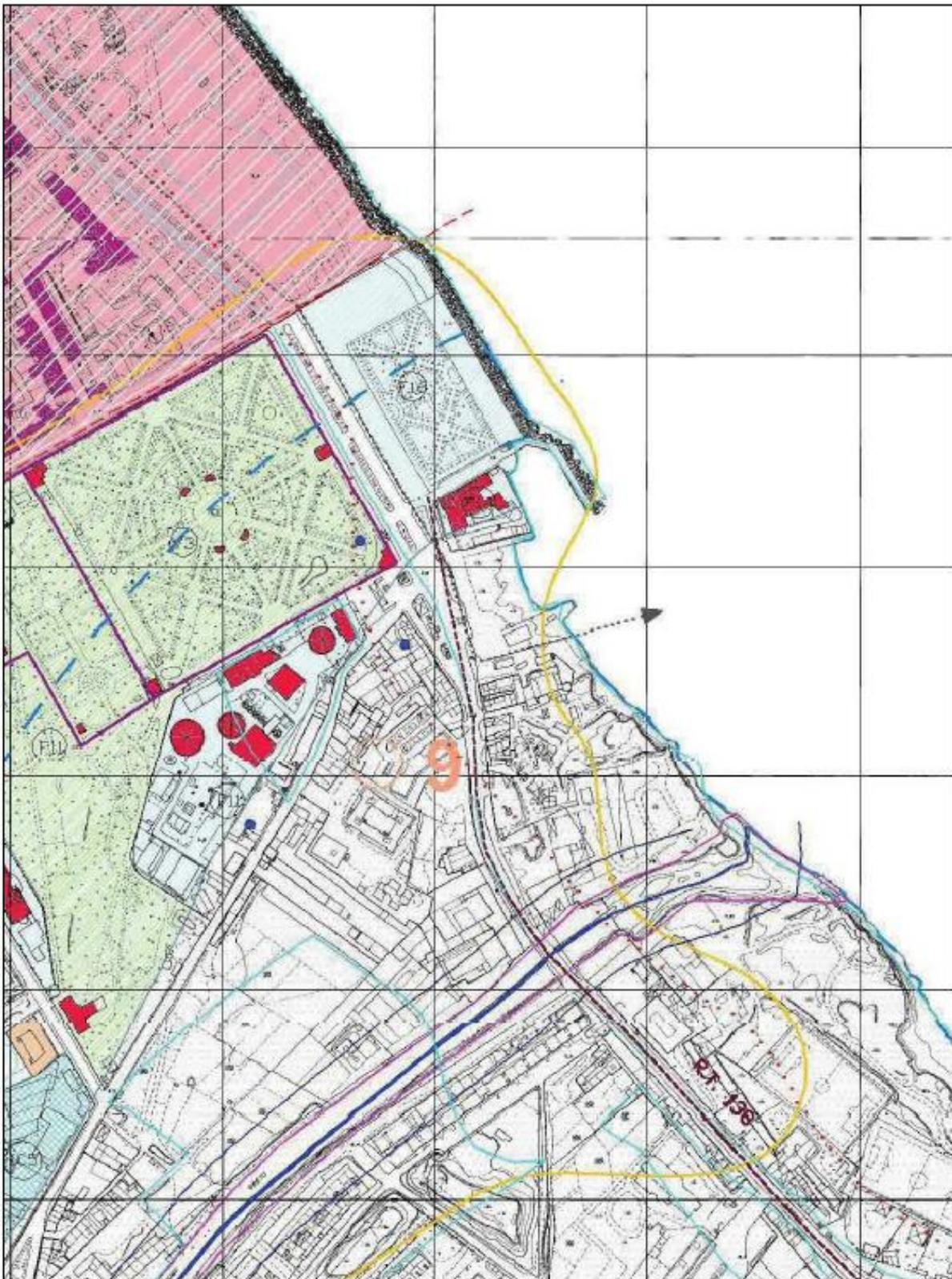
volo aprile 1990

scala 1:2000



Stralcio carta della pericolosità idraulica per fenomeni di inondazione -F.09 - Bacino Fiume Oreto

scala 1:10,000



Stralcio Variante Generale al P.R.G. di Palermo D.C.C. 7/2004

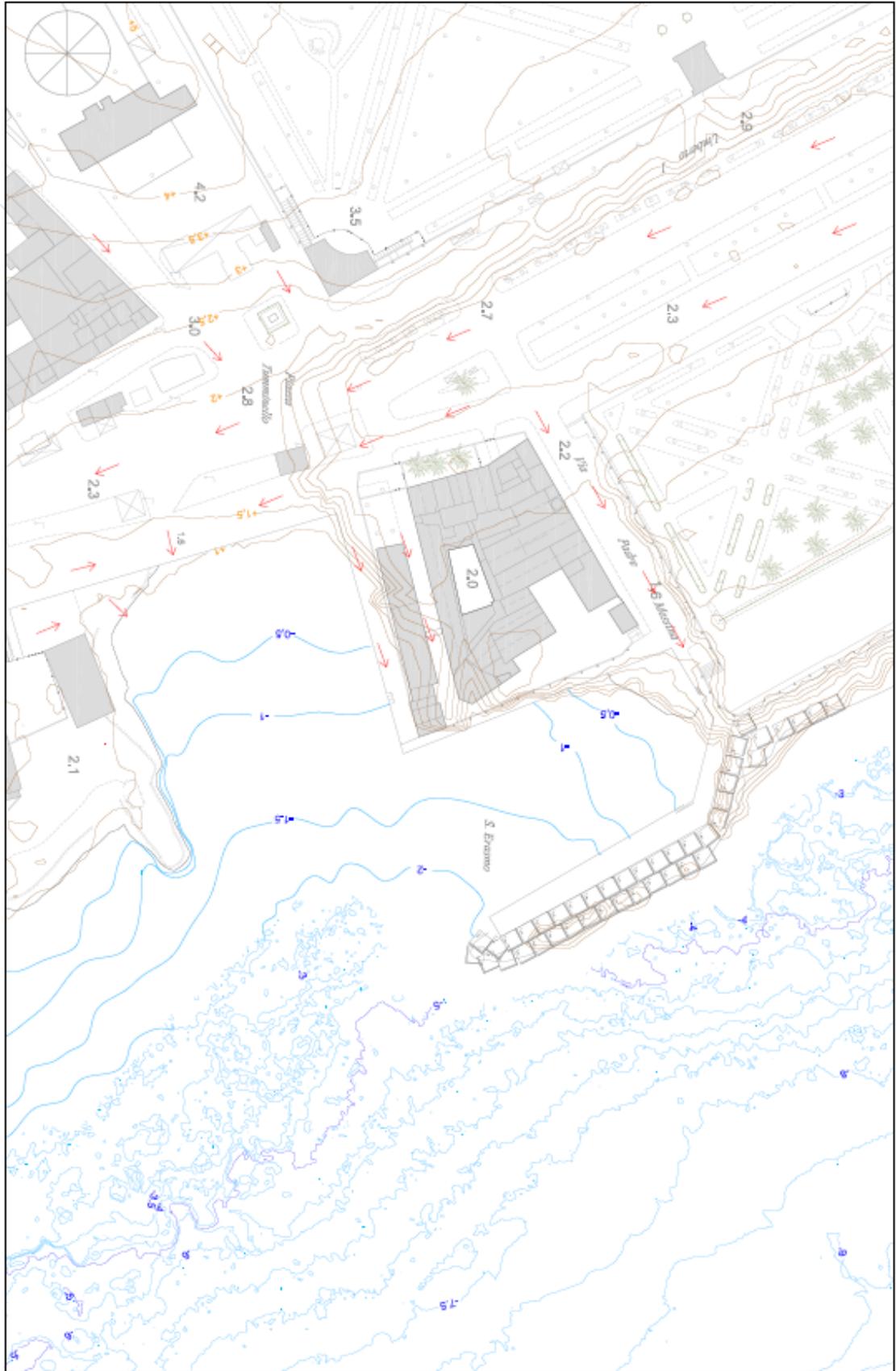
-Tav. P2A-5011

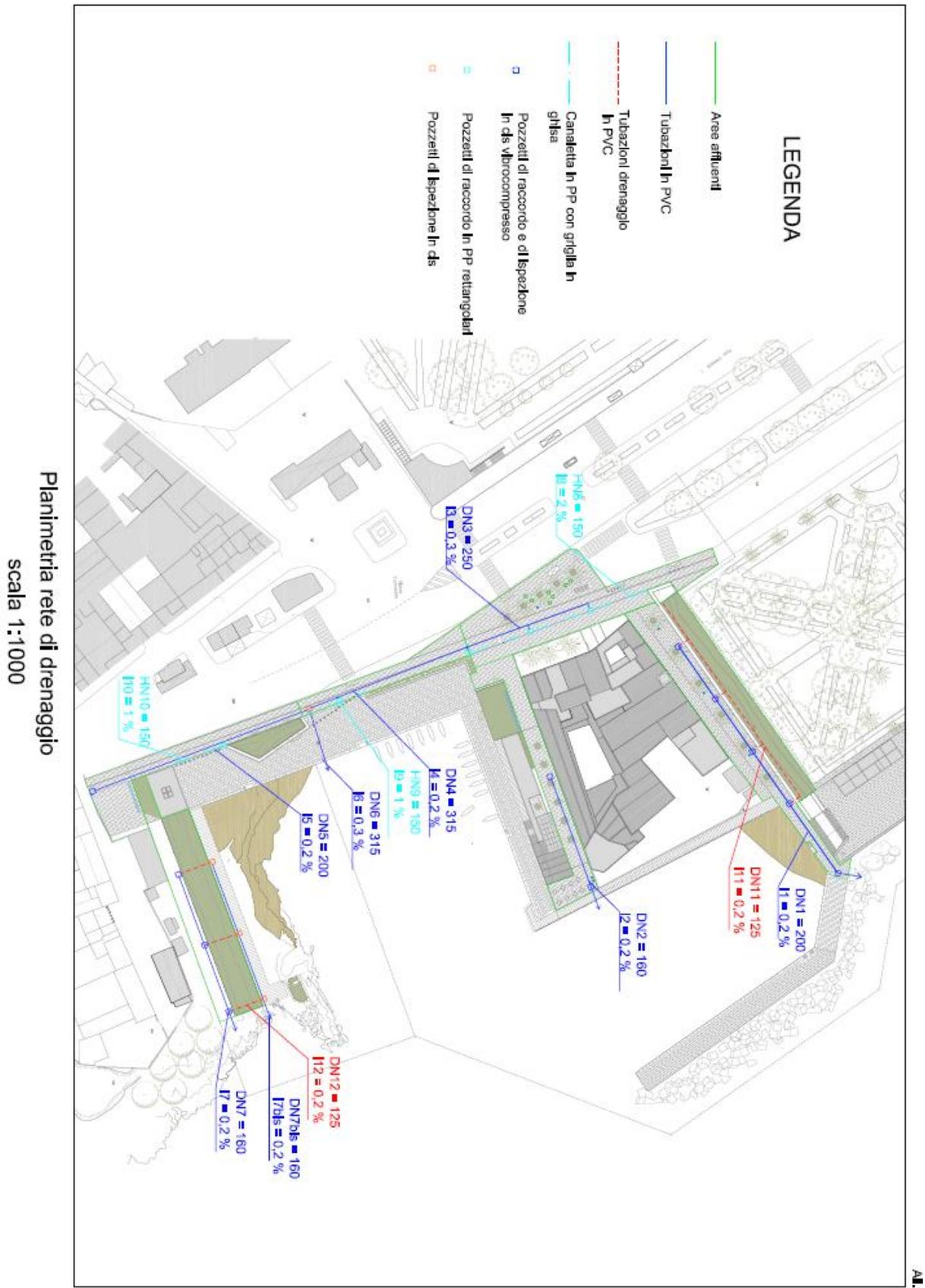
scala 1:5000



Rilievo del Porto di Sant'Erasmo
scala 1:1000

—> Linee di deflusso





5.3 Descrizione del progetto

Viene di seguito descritto il progetto di riqualificazione del porto di Sant'Erasmo con esclusivo riferimento alle lavorazioni che possono essere contestualizzate quali interventi di M.I.S.P. (Messa in Sicurezza Permanente), per tutti i dettagli progettuali si rimanda al *PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL PORTO DI SANT'ERASMO - PALERMO* - Progetto esecutivo del 24/3/2018 e rispettivi allegati tecnici.

Nel suo complesso, volendo l'intervento giungere ad una generale riqualificazione di un tratto del fronte a mare della città di Palermo nel rispetto delle valenze architettoniche e paesaggistiche, procede ad un riordino complessivo delle parti e dei materiali presenti nel contesto per omogeneizzarli al complessivo obiettivo da perseguire.

Procedendo nell'illustrazione delle opere e delle sistemazioni previste dal progetto di riqualificazione del porto di Sant'Erasmo si possono elencare gli interventi suddividendoli in:

- interventi direttamente connessi con le opere di M.I.S.P.
- interventi estranei alle opere di M.I.S.P.



Figura 16. Planimetria degli interventi. Quadrante B direttamente connesso con le opere di MISP; Quadrante A solo parzialmente connesso con le opere di MISP (parte in giallo).

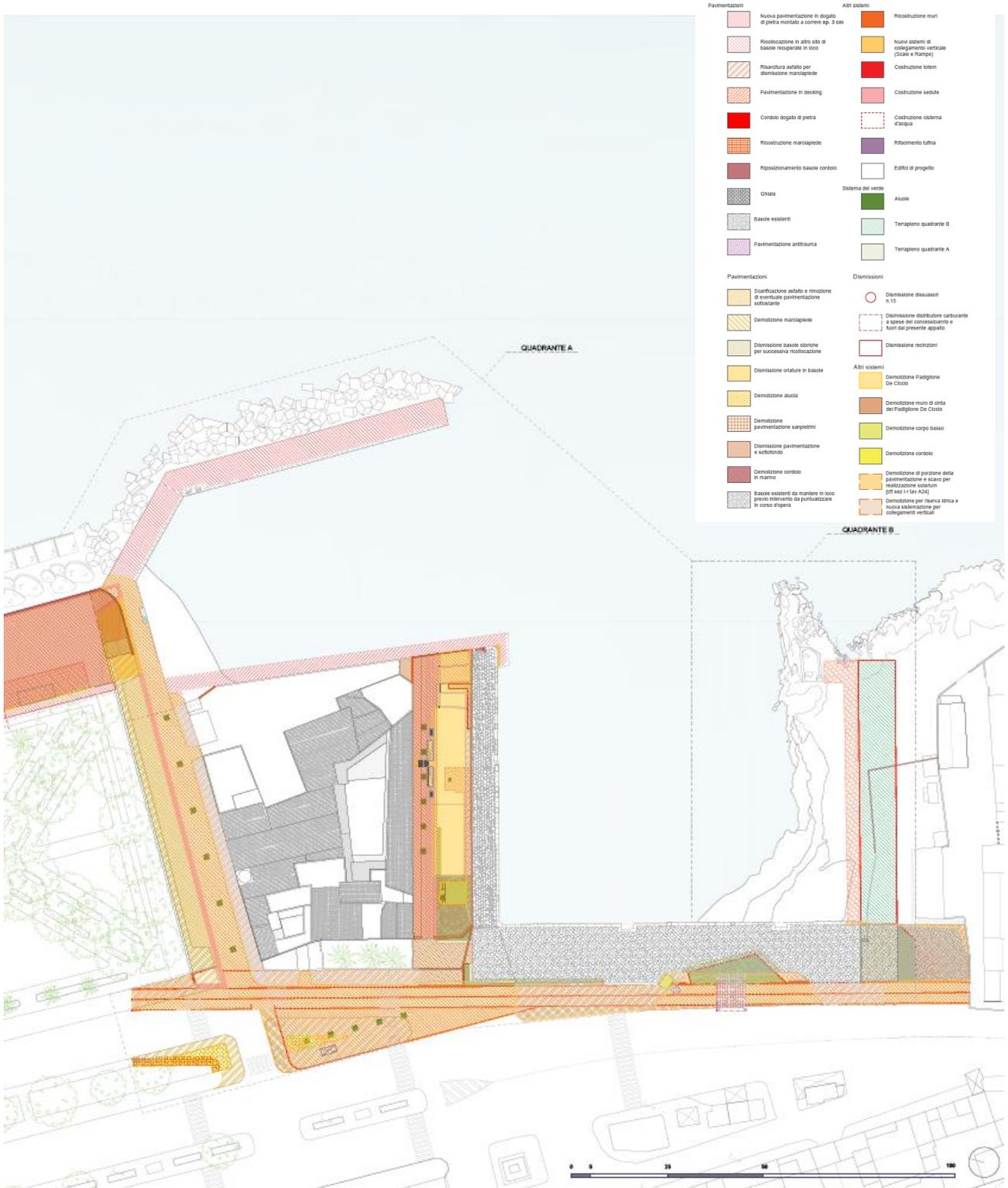


Figura 17. Stralcio progettuale, sovrapposizione stato di fatto/progetto.

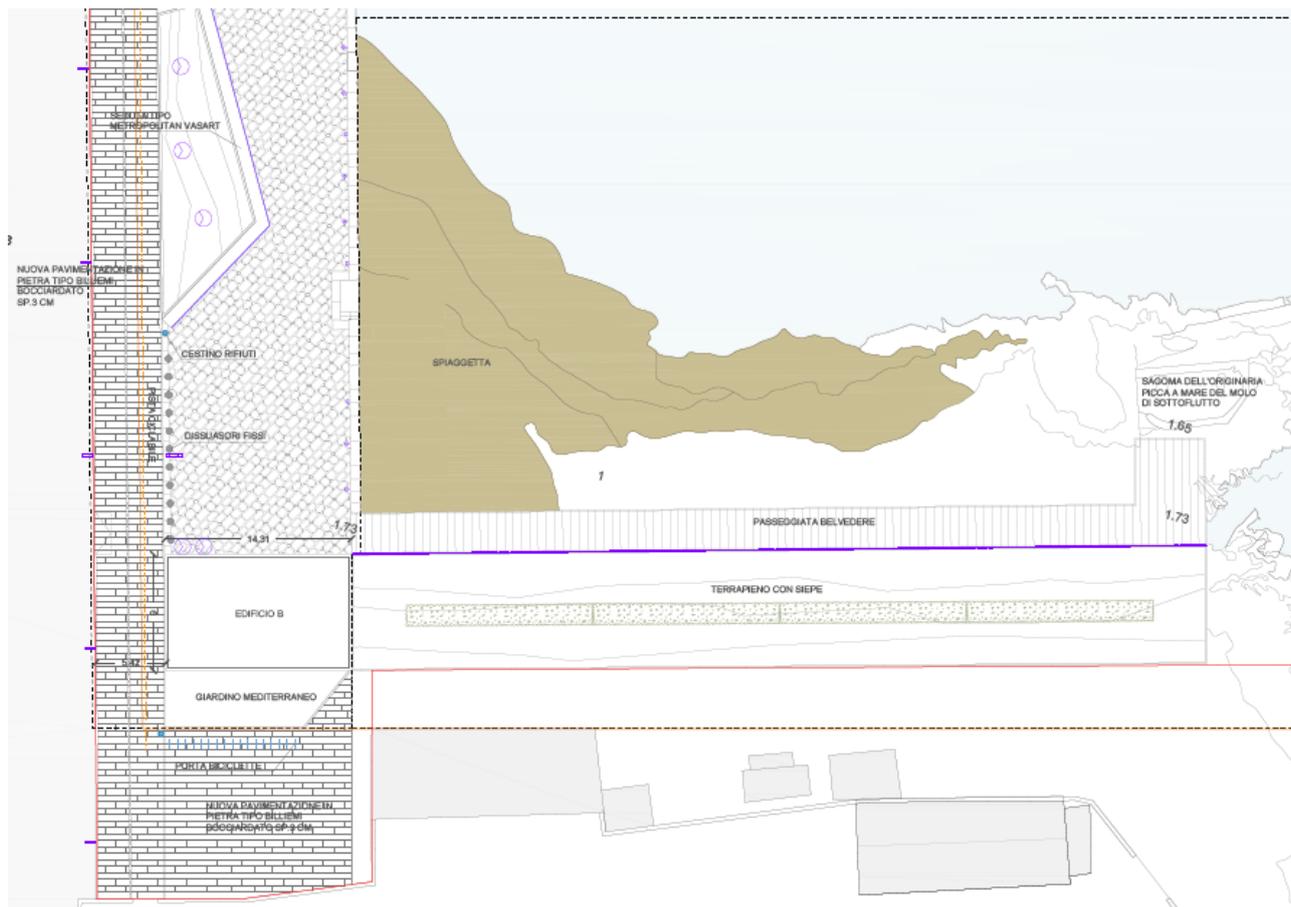


Figura 18. Dettaglio dell'area in cui saranno realizzati gli interventi di riqualificazione del porto di Sant'Erasmo direttamente connessi con le opere di M.I.S.P.

5.3.1 Interventi progettuali direttamente connessi con la M.I.S.P.

Intervento N°1.

Nell'area oggetto d'intervento di riqualificazione lato sud, si prevede la realizzazione di una estesa barriera di aiola che ripristina la geometria elementare del fronte opposto costituito dalla banchina portuale, dando così ordine geometrico che esclude dall'intervento i tessuti sfrangiati costituiti dal degrado edilizio adiacente. Costeggia l'aiuola un percorso realizzato con doghe che conduce al suo terminale adiacente al sedime ancora leggibile della *picca a mare*. Una vestigia da mantenere e valorizzare con interventi di liberazione da apporti impropri. La sezione trasversale di questa aiuola ulteriormente si presta, in uno con l'impianto a verde, a costituire barriera viva che esclude dalla percezione il contesto edilizio particolarmente sconvolto e degradato. Una ulteriore superficie a verde si prevede alle spalle dell'edificio *urban centre* con analoghi intenti di definizione di un perimetro e di esclusione percettiva del tessuto edilizio degradato.

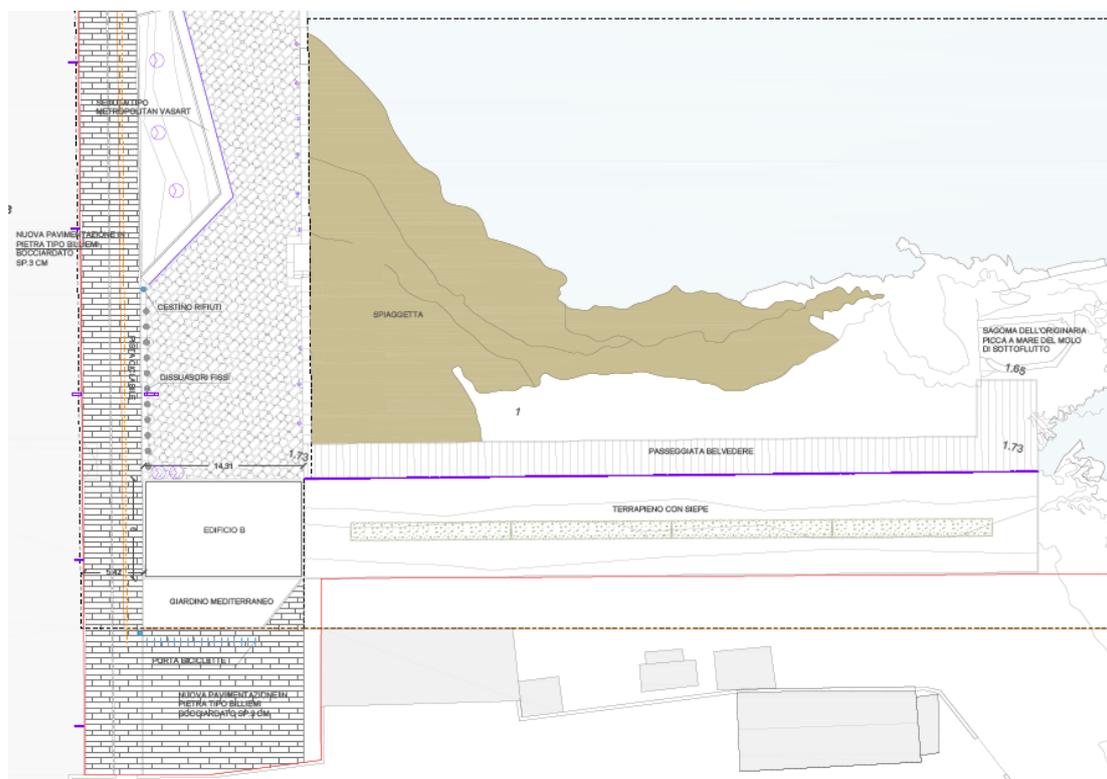


Figura 19. Stralcio planimetrico intervento n°1. In Rosso l'area di intervento, in giallo i limiti amministrativi di pertinenza di Autorità Portuale di Palermo. La "spiaggetta" colorata in marroncino è stralciata dall'intervento n°1 e sarà interessata da ulteriori interventi di MISP da realizzarsi contestualmente.



Figura 20. Ricostruzione schematica dell'intervento n.1. Confronto tra lo stato dei luoghi prima dei lavori e lo stato dei luoghi dopo la realizzazione delle opere



Figura 21. Individuazione degli interventi

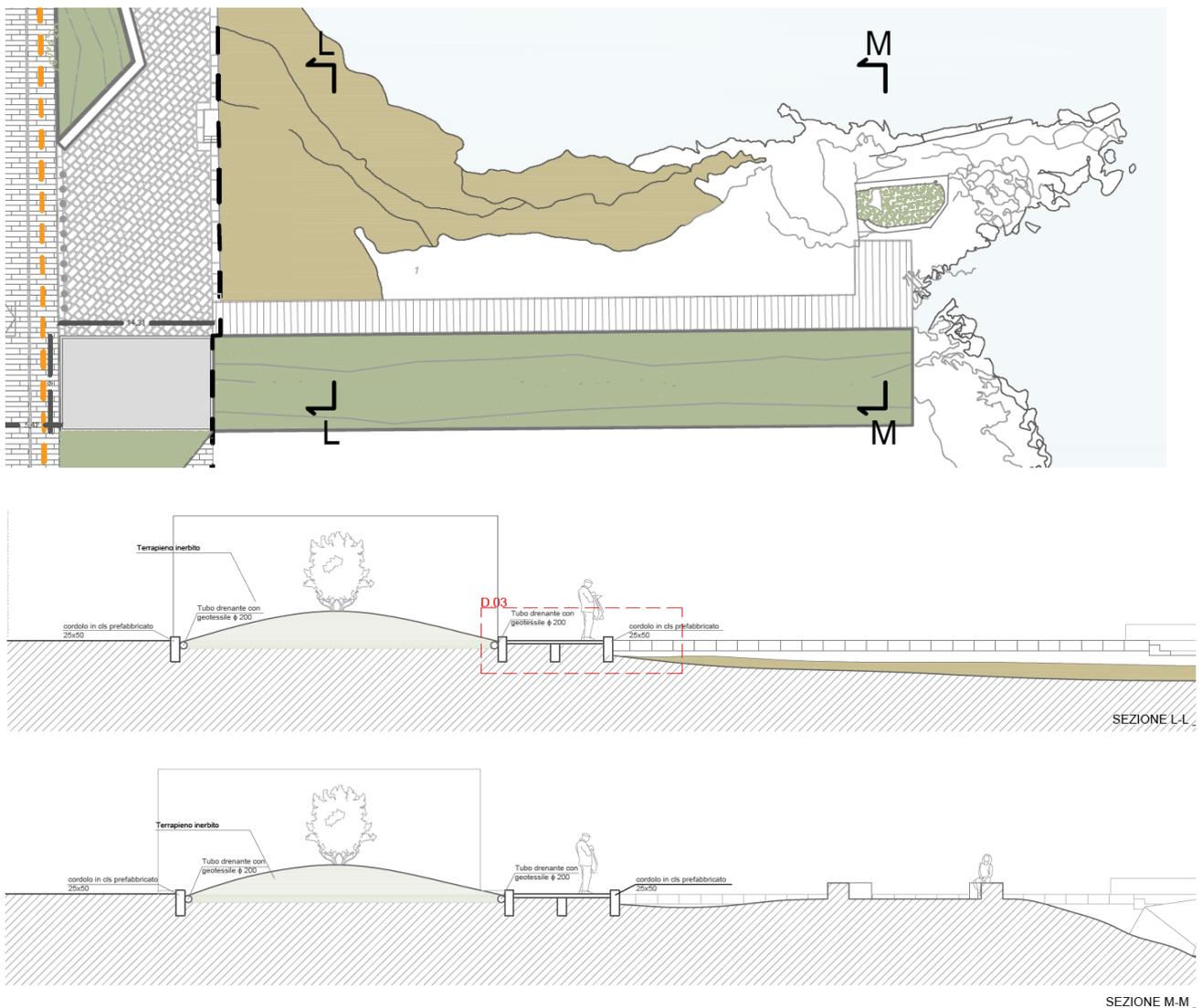


Figura 22. Dettagli costruttivi in sezione L-L e M-M

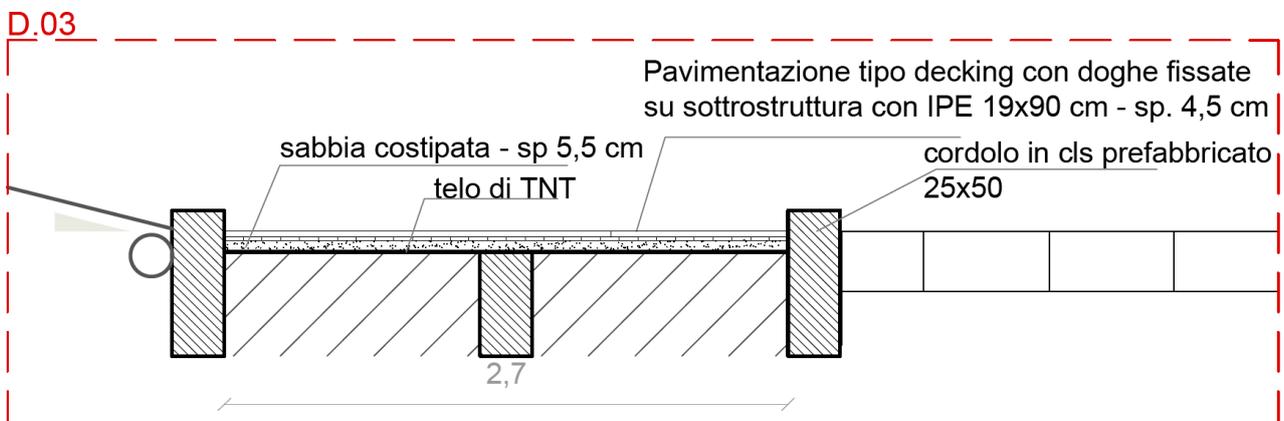


Figura 23. Dettaglio in sezione delle modalità di realizzazione della pavimentazione in doghe

Intervento N°2. L'intera superficie della grande banchina che si sviluppa nel senso sud-nord sarà oggetto di salvaguardia della pavimentazione esistente in basole di calcare di Billiemi. In questo tratto del fronte di banchina viene prevista un'aiuola poligonale bordata da una seduta in cemento bianco. L'aiuola viene dimensionata al fine di contenere l'alberatura esistente (*figus*) che verrà preservata anche a seguito della dismissione dell'impianto di carburante esistente.

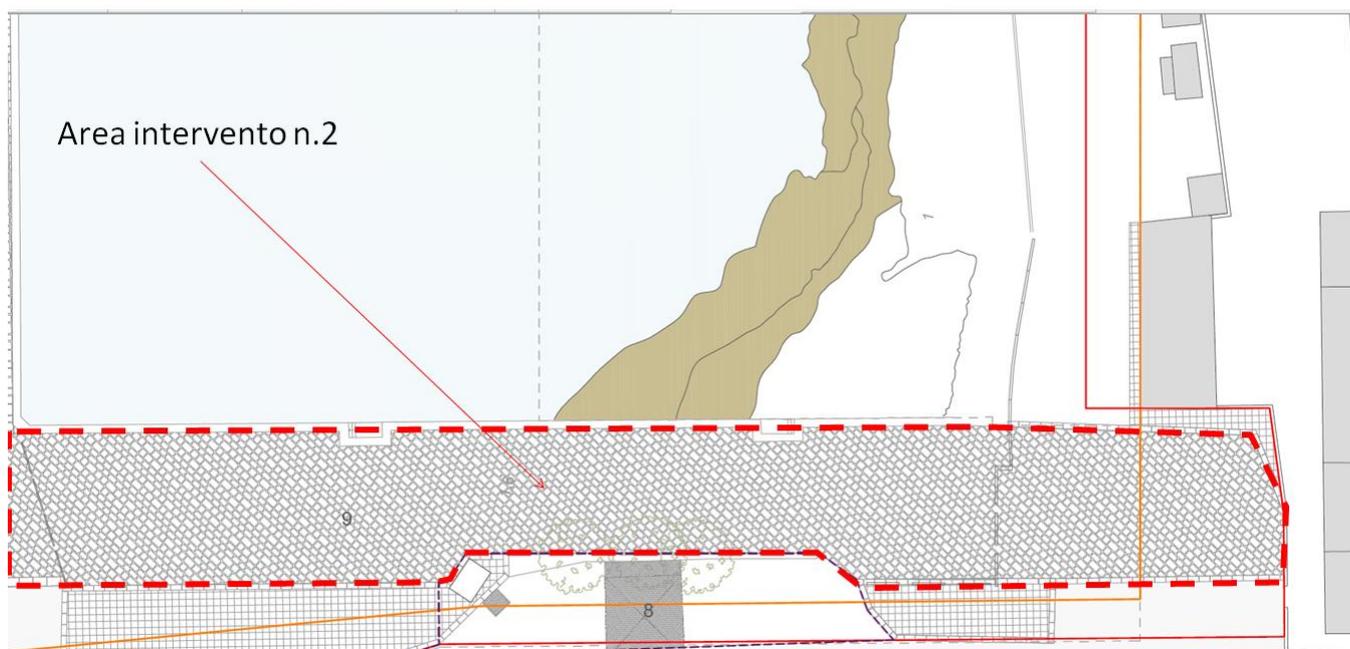


Figura 24. Stralcio planimetrico dell'area in cui sono previsti gli interventi di ripavimentazione della banchina

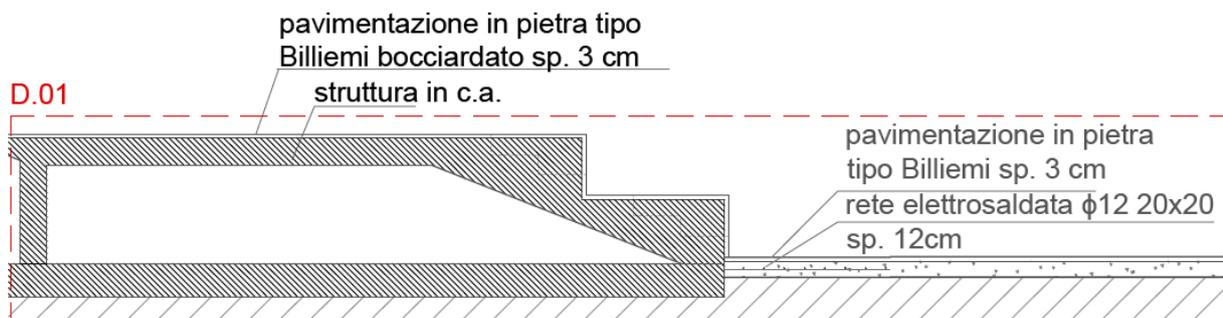


Figura 25. Dettaglio in sezione della ripavimentazione della banchina



Figura 26. Ricostruzione schematica dell'intervento n.2. Confronto tra lo stato dei luoghi prima dei lavori e lo stato dei luoghi dopo la realizzazione delle opere



Figura 27. Dettaglio della banchina di terra dopo la realizzazione delle opere

5.3.2 Interventi estranei alle operazioni di MISP

Per ragioni di completezza si riportano di seguito le altre opere previste dal progetto di RIQUALIFICAZIONE DEL PORTO DI SANT'ERASMO non direttamente connesse con le misure di Messa in Sicurezza Permanente.

Intervento N°3.

Procedendo dalla banchina verso nord si presenta un ulteriore sviluppo di panchina rivolta al mare con siepe retrostante. Al fine di impedire l'accesso dei mezzi alla banchina verranno collocati nei varchi una serie di dissuasori fissi in cemento bianco.

Intervento N°4.

L'intervento di maggior impegno riguardante le dismissioni corrisponde alla prevista demolizione dell'edificio costituente il padiglione De Ciccio di proprietà dell'Autorità portuale e provvisoriamente concesso in uso al complesso di "Padre Messina". Questo edificio, privo di valore architettonico e storico, priva il complesso conventuale della leggibilità della sua autonomia formale rivolta verso lo specchio d'acqua. Per recuperare questa leggibilità si realizzerà un percorso pedonale aperto al pubblico di sezione adeguata (circa 6 m), punteggiato da impianti a verde che segnerà anche il confine della parete del nuovo edificio denominato A. Tutta la superficie di banchina preesistente verrà salvaguardata con le modalità d'intervento già descritte per l'adiacente banchina rivolta a nord.

Intervento N°5.

Sulla testata ad angolo dello specchio d'acqua verrà ripristinato un percorso pedonale basato sull'ingombro dell'esistente banchina in cemento parzialmente affiorante dall'acqua. Questo percorso sarà pavimentato in pietra e consentirà una circuitazione totale del complesso religioso rendendo fruibili gli spazi e godibile il panorama del golfo di Palermo rivolto verso l'Aspra.

Intervento N°6.

Alcuni interventi di ripavimentazione e riordino sono previsti in prossimità della viabilità costiera ove verrà realizzata una piazza, sollevata rispetto alla quota stradale ornata di

alberature e panchine e rastrelliere *bike sharing*. Si prevede il mantenimento della pensilina per la fermata autobus nonché di arredare lo spazio con sedute rotonde illuminate.

Intervento N°7.

Un intervento significativo di ripavimentazione e arredo verde corrisponde alla via Padre Messina che sarà pedonalizzata limitandone l'utilizzo carrabile soltanto ai mezzi di soccorso e di servizio per le esigenze di "Padre Messina". Il viale sarà pavimentato in pietra e punteggiato da una serie di palme poste in asse al percorso pedonale. Al fine di collegare la quota del Giardino a mare con il livello della Via Padre Messina si prevede di costituire un piano inclinato inerbito conterminato da un muretto di contenimento utilizzabile come seduta. Questo si conclude con una vasca decorativa che funge al contempo da snodo tra le giaciture dei principali assi pedonali previsti.

Intervento N°8.

Sul fronte della Via Padre Messina corrispondente all'affaccio sullo specchio d'acqua del porticciolo si prevede di modificare l'andamento della scalinata preesistente di collegamento con il vasto terrazzo panoramico con la conseguente formazione di un "balcone" alla quota del terrazzo del Foro Italico. La superficie della banchina del molo di sopraflutto a protezione del porticciolo di Sant'Erasmus sarà oggetto di intervento di pavimentazione e collocazione di arredo urbano.

Intervento N°9.

La porzione di perimetro che si origina dal citato "balcone" sarà caratterizzata dalla previsione di sedute con schienale. Questa tipologia di seduta che prevede che il fruitore dia le spalle al mare riproduce analoghe modalità storiche presenti in tratti della passeggiata a mare per come desumibili dalla iconografia storica. Lo schienale della seduta assolve altresì alla funzione di costituire dei paraschizzi a maggior protezione dello spazio impegnato dall'antistante punto di ristoro.

Intervento N°10.

Tutta la residua superficie del terrazzo del Foro Italico, che verrà realizzata con successivo appalto, sarà oggetto di ripavimentazione con basole di pietra analoghe a

quelle utilizzate per l'intero intervento, previa dismissione della pavimentazione esistente e delle ringhiere attuali. Al fine offrire uno spazio di maggiore intimità per la percezione statica del mare e del paesaggio si prevede di realizzare una striscia ribassata con sedute accessibile da rampa per disabili e da cordonata. La protezione rispetto ai massi frangi flutti sarà assicurata da un muretto di seduta di altezza pari a circa 50 cm.

Intervento N°11.

Completa la descrizione degli interventi del grande terrazzo del foro italico la previsione di uno spazio ombreggiato, un *ombrarium*, con sedute pivottanti, che verranno realizzate con successivo appalto. Questo spazio ombreggiato da una pensilina costituisce un *miradòr* del golfo di Palermo nella sua massima estensione percepibile da Monte Pellegrino fino all'Aspra.

Intervento N°12.

Al fine di coinvolgere nei percorsi ciclabili anche una porzione del giardino a mare che presenta alberature ormai di considerevole sviluppo si prevede che il prolungamento della pista ciclabile costiera lungo il terrazzo del Foro Italico si concluda con l'attraversamento in diagonale di uno dei viali alberati del giardino per poi riconnettersi al tratto della pista ciclabile che si sviluppa per l'intera dimensione dell'area d'intervento lungo il fronte a mare.

5.3.3 Vegetazione

Nel progetto si è cercato di interpretare e sviluppare le energie presenti nel sito, nel tentativo di costruire il più possibile in sintonia con la natura e con i caratteri di questo ambito della città. La scelta delle essenze vegetali prende le mosse dall'osservazione del luogo, in parte abbandonato e degradato ma, in realtà ricchissimo di vegetazione, di una vegetazione molto varia e per di più spontanea. Si sono scelte specie autoctone in associazione che si esprimeranno attraverso diversi abbinamenti di forme e colori lungo l'arco dell'anno.

Le particolari condizioni climatiche generate dal mare hanno influito nella selezione di specie vegetali resistenti appartenenti ad uno dei principali ecosistemi mediterranei: la macchia, una formazione vegetale arbustiva costituita tipicamente da specie sclerofille, distinta in tappezzanti alofile (*Limonium tenuicolum*, *Euphorbia* spp, *Thymus vulgaris*, *Mesembryanthemum crystallinum*, etc) cespugli (*Rosa* "La Sevilliana", *Rosmarinus officinalis*, *Rosmarinus officinalis* var. prostrata, *Lonicera caprifolium*, etc) arbusti (*Arbutus unedo*, *Phyllirea angustifolia*, *Spartium junceum*, *Tagetes lemmonii*, *Teucrium fruticans*, *Pistacia lentiscus*, etc) e alberi (*Tamerix L*, *Olea europea*, etc). Alle specie della macchia si affiancheranno altre ornamentali e esotiche usate con consuetudine nei nostri giardini.

Tra le misure in progetto attinenti la componente vegetale si sottolinea la potatura di alleggerimento, contenimento e rimonda dal secco dei due *Ficus elastica* e dei due *Ficus magnoilioides*, in entrambi i casi il progetto si espletterà nella salvaguardia delle piante e nel garantire le condizioni ottimali di accrescimento e convivenza con la nuova conformazione del luogo.

5.4 Interventi di M.I.S.P. integrati - Capping superficiale -

L'area di sedime composta dalla "spighetta" sita a ridosso dell'angolo banchina lato sud non è stata volutamente inserita nei lavori del progetto di RIQUALIFICAZIONE DEL PORTO DI SANT'ERASMO, in quanto, per quest'area che si estende per circa 1000 m², si è optato per una progettazione *ad hoc* di mirati interventi di M.I.S.P.

A tal proposito, in linea con i risultati emersi dell'analisi di rischio sito-specifica sanitario ambientale, per la porzione di suolo in questione (arenile), l'idea progettuale è quella di intervenire con una appropriata operazione di capping superficiale e successivo ripristino morfologico dell'arenile.

Il "capping" è una tecnologia di intervento *in situ* per la "messa in sicurezza/bonifica" di siti contaminati che consiste nel porre sopra l'area contaminata una copertura (detta appunto *cap* o *capping*), costituita da uno o più strati di materiale pulito (argilla, sabbia, ghiaia) e/o sintetico (geotessili, liners), allo scopo di contenere e/o isolare le matrici contaminate dall'ambiente circostante e, quindi, ridurre significativamente sia il rischio di esposizione diretta degli organismi alla contaminazione che l'estensione di quest'ultima.

Con la realizzazione del capping superficiale dell'arenile si otterrà l'annullamento del rischio residuo in virtù dell'eliminazione di tutti percorsi diretti di esposizione per l'uomo, ovvero, ingestione di suolo e contatto dermico.

Inoltre, grazie all'impiego di materiali a bassissima permeabilità, tale tecnologia di intervento è in grado di fornire una barriera fisica all'infiltrazione di acqua superficiale nel terreno contaminato e prevenire, quindi, il rilascio di contaminanti verso le acque superficiali o sotterranee. Ulteriori obiettivi ottenuti con l'impiego del capping superficiale saranno il controllo delle emissioni di gas e degli odori (evaporazione *on site* e *off site*).

Nel suo complesso tale tecnologia di bonifica/messa in sicurezza permanente offre una gamma di opzioni di progettazione che include semplici coperture a singolo strato e sistemi multilayer più complessi. La selezione della tipologia di impianto dipende dalle caratteristiche del sito, dagli obiettivi della bonifica/M.I.S.P., nonché, dai fattori e dall'entità del rischio associati con il sito. Una importante fase di rivegetazione, in alcuni casi anche naturale, viene associata al capping al fine di rinforzare il suolo, ridurre l'erosione e la velocità di deflusso delle acque superficiali e per aiutare a rimuovere l'acqua dal terreno mediante l'evapotraspirazione.

La scelta di un impianto di capping, rispetto alle tecnologie che prevedono la rimozione dei suoli e sedimenti contaminati, è preferibile in ragione dei seguenti vantaggi:

- Minimo rischio di ri-sospensione dei sedimenti qualora il sito interessi aree sommerse;
- Riduzione dei rischi associati alla movimentazione, al carico, al trasporto e allo smaltimento dei suoli/sedimenti contaminati;
- Contenimento e Minimizzazione dei fenomeni di erosione;
- Riduzione della capacità degli organismi che operano "bioturbazione", di spostare i contaminanti verso la superficie;
- Impatto più contenuto sulle comunità locali;
- Tempi rapidi di riduzione dell'esposizione ai contaminanti; □
- Minore necessità di infrastrutture in termini di gestione del materiale;
- Costi contenuti, se i materiali di copertura sono disponibili in sito.

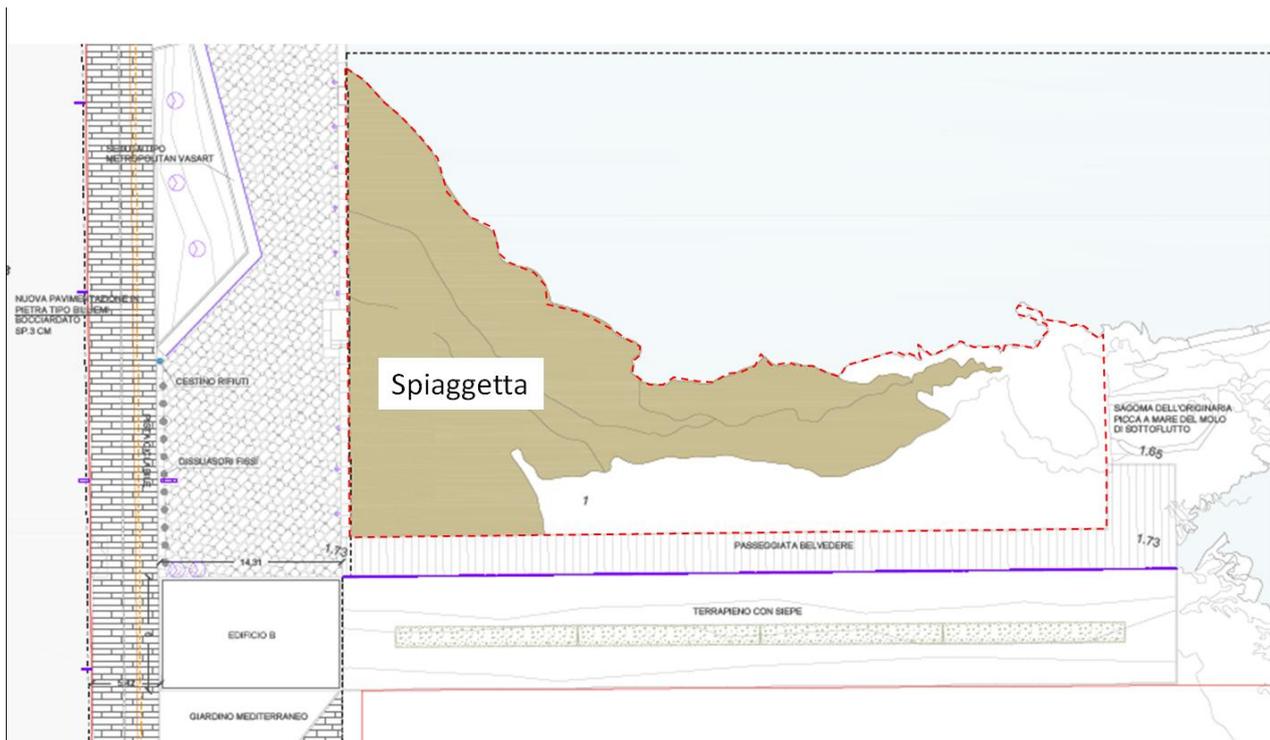


Figura 28. Dettaglio dell'area in cui si intende realizzare l'intervento di capping (tratteggio in rosso)



Figura 29. Stralcio dell'area interessata dalla realizzazione del capping superficiale.

5.4.1 Caratteristiche generali del capping

A seconda dei requisiti, il capping può avere una struttura semplice oppure complessa, ossia può essere costituito da un singolo strato o da più strati di materiali differenti, inclusi materiali che operano un “*trattamento*” dei contaminanti all’interno di esso.

Ad ogni modo l’obiettivo principale di un intervento di capping superficiale è sempre quello di garantire:

- la stabilizzazione/protezione dall’erosione;
- il barrieramento/isolamento fisico;
- l’isolamento chimico.

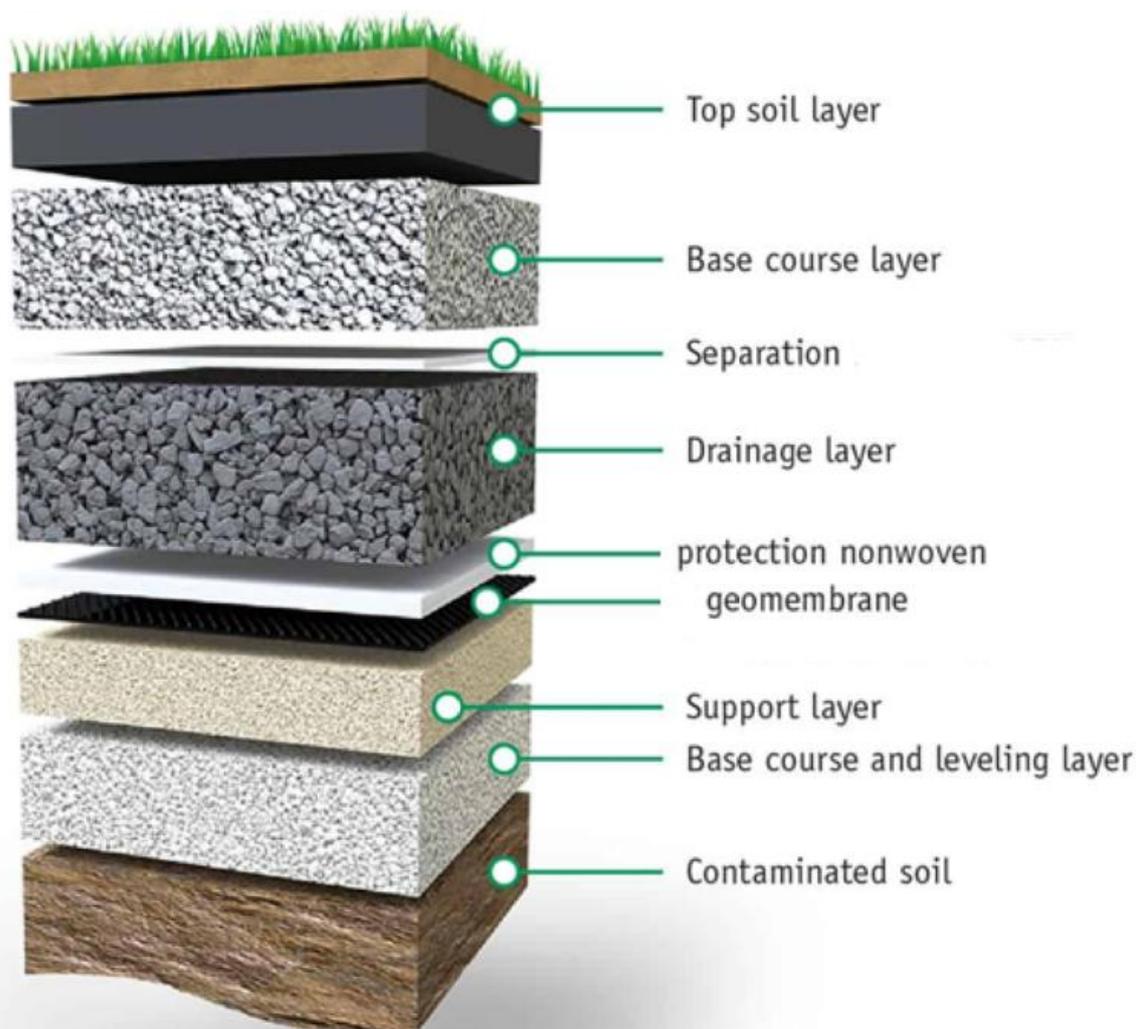


Figura 30. Esempio schematico di un sistema di capping *multilayer*

I materiali comunemente utilizzati per il capping sono sabbia, limo e argilla, per i quali svariati studi ne hanno dimostrato l'efficacia.

La sabbia è facilmente reperibile, semplice da collocare sul fondo e relativamente economica, è stabile anche su pendenze ripide e attrae specie di organismi che non hanno la capacità di penetrare in profondità.

Il materiale fine, limo e argilla, rappresenta un'efficace barriera al flusso di contaminanti dovuto ai meccanismi di avvezione e di diffusione. Infatti, essendo fortemente coesivo e ad elevato contenuto di frazione organica, forma forti legami con gli inquinanti, trattenendoli e rallentandone la migrazione all'interno del capping, soprattutto se si tratta di contaminanti organici idrofobici (come nel caso di specie). Per questa ragione, è preferibile utilizzare suoli o sedimenti sabbiosi naturali, contenenti una frazione di materiale fine e di carbonio organico, piuttosto che sabbia pulita ricavata da cave o lavata, per garantire una maggiore capacità di contenimento delle sostanze inquinanti. Il filtro può essere costituito da materiale granulare, da un geotessile o da una combinazione dei due. I geosintetici (geomembrane semipermeabili e geotessili permeabili) evitano il miscuglio del materiale pulito del capping con quello contaminato durante la posa e migliorano la stabilità dei sedimenti sottostanti.

5.4.2 Scelta progettuale

Per il caso di specie, vista la natura dei contaminati e la peculiarità morfologica del sito oggetto degli interventi, nella progettazione del sistema di copertura si è scelto di impiegare una tipologia di capping definitiva che prevede la seguente soluzione schematizzabile secondo le fasi di seguito riportate (dal basso verso l'alto):

Fasi preliminari

Fase I. Scarifica superficiale dell'impronta dell'arenile fino a raggiungere il livello medio del mare, quindi, allontanamento del materiale di risulta da gestire come rifiuto;

Fase II. Rimodellamento morfologico dello strato di fondo dello scavo realizzato in corrispondenza dell'impronta di realizzazione del capping;

Realizzazione capping

Fase III. Strato di fondo di regolarizzazione dell'impronta del capping di spessore medio pari a 10 cm da realizzarsi con sabbia;

Fase IV. Strato di materiale grossolano (spessore 10 cm) per il drenaggio del gas interstiziale protetto da eventuali intasamenti tramite la posa di tessuto-non tessuto;

Fase V. Strato minerale compattato dello spessore 30 cm e di conducibilità idraulica pari a 10^{-8} m/s;

Fase VI. Strato di materiale drenante dello spessore di 10 cm, da realizzarsi con sabbia grossolana, per il drenaggio delle acque meteoriche;

Fase VII. Strato superficiale finale di sabbia dello spessore di 50 cm.

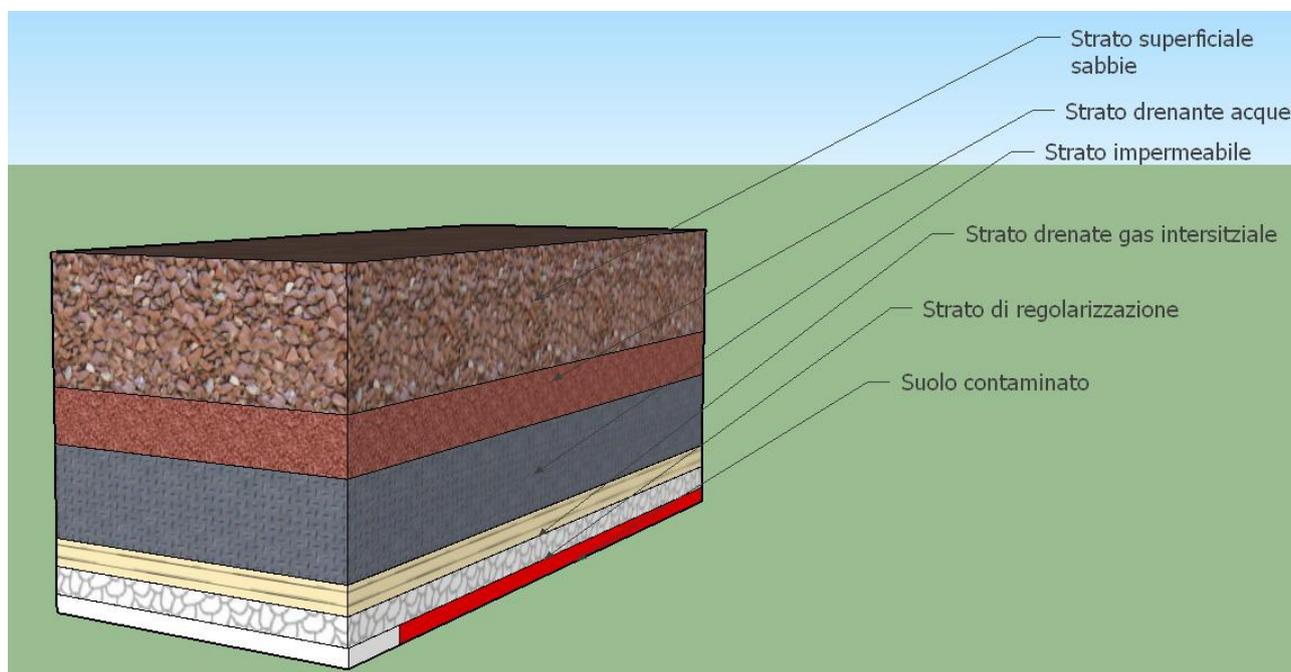


Figura 31. Schema di realizzazione del capping



Figura 32. Alcuni esempi di realizzazione di uno strato di capping

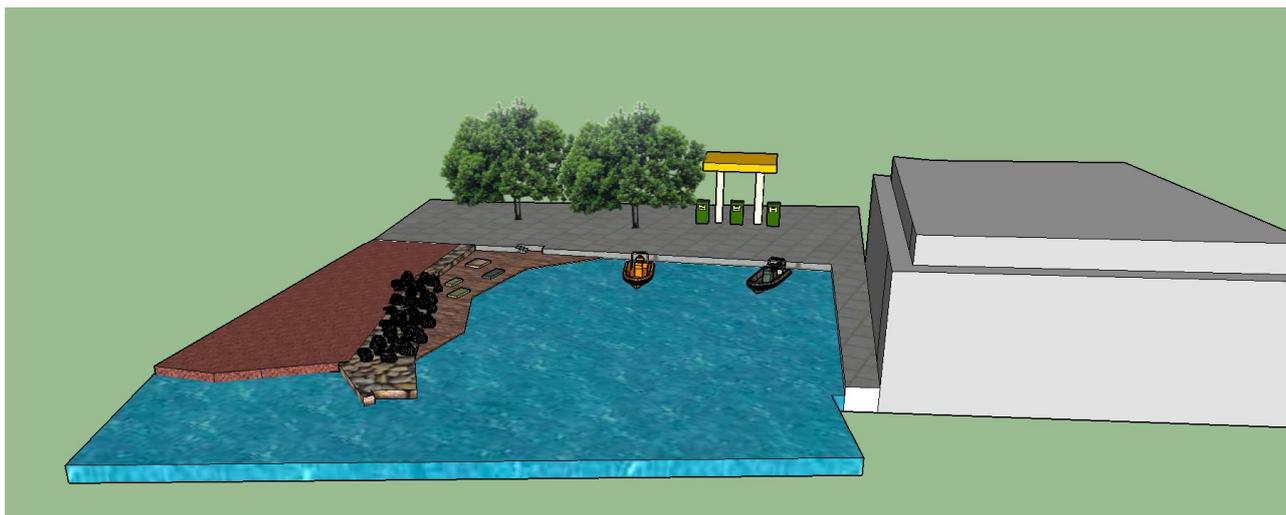


Figura 33. Modellizzazione dello stato dei luoghi prima della realizzazione degli interventi

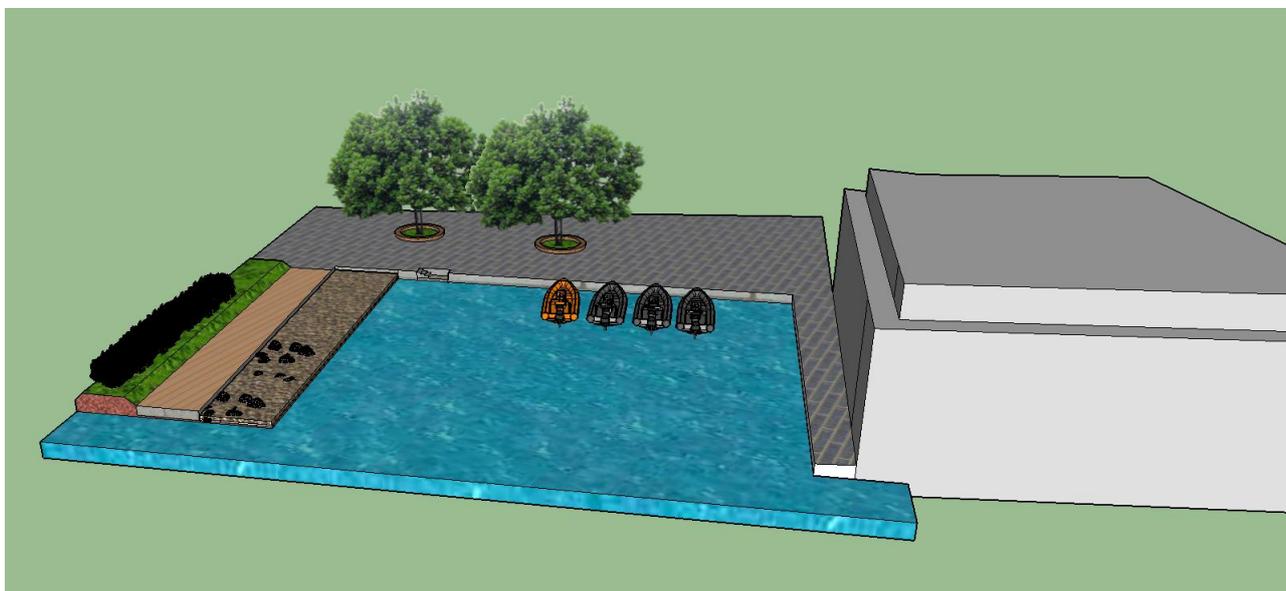


Figura 34. Modellizzazione dello stato dei luoghi dopo la realizzazione degli interventi

5.4.3 Videosorveglianza

Tutta la zona di intervento sarà dotata di un sistema di video sorveglianza urbana con telecamere asservito ad un centro di raccolta dati e di software per la gestione e la trasmissione delle immagini alla centrale di controllo ubicata all'interno del porto commerciale.

Il sistema sarà costituito da:

- telecamere a circuito chiuso in postazione fissa corredata dal software per la gestione delle immagini;
- rete di interconnessione tra i vari apparati nell'ambito del Porto di S. Erasmo.

Con apparati omologati dal Ministero delle Comunicazioni o da laboratori accreditati.

Il sistema di videosorveglianza sarà di tipo digitale di ultima generazione caratterizzato dalla trasmissione e memorizzazione delle immagini. Il sistema sarà costituito da più punti di acquisizione video realizzati mediante l'utilizzo di telecamere fisse e abbinate a unità di compressione video (*videoserver encoder*) con compressione MPEG4.

6 M.I.S.P. - OBIETTIVI DI BONIFICA

6.1 Generalità

Al fine di valutare gli obiettivi di bonifica raggiungibili attraverso gli interventi di Messa in Sicurezza Permanente proposti per il porticciolo di Sant'Erasmus viene di seguito schematizzato il rischio sanitario-ambientale associato alla contaminazione registrata nel sito oggetto di indagine, valutato con la procedura di analisi di rischio.

- A. Per ciò che attiene alla contaminazione del *Suolo Superficiale* il rischio è risultato “**non accettabile**” sia nei confronti del bersaglio **Uomo** che nei confronti della **Falda**. I parametri analitici responsabili di tale condizione sono: *Piombo, Cianuri, Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Crisene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,h)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Indenopirene.*

Ciò è originato dalle vie di esposizione di seguito elencate:

- Ingestione suolo (*on site*);
- Contatto dermico (*on site*);
- Inalazione vapori outdoor (*on site*);
- Inalazione vapori indoor (*on site*);
- Inalazione vapori outdoor (*off site*);
- Percolazione/lisciviazione in falda.

- B. Per ciò che concerne il Suolo Profondo, il rischio risulta “**non accettabile**” nei confronti del solo bersaglio **Falda** e, nella fattispecie, l'unico contaminante causa di tale rischio è il *Benzo(a)pirene*.

- C. Per quanto riguarda la Falda, il rischio risulta “**non accettabile**” nei confronti del solo bersaglio **Falda**. Ciò è acclarato per tutti i contaminanti che hanno restituito concentrazioni superiori ai limiti previsti dalla tabella 2 all.V parte IV titolo V D.Lgs152/06.

Tra tutti i bersagli individuati nel modello concettuale definitivo la procedura di analisi di rischio ha permesso di acclarare che, la falda acquifera risulta essere il bersaglio maggiormente esposto al fenomeno di contaminazione, in quanto, interessato da tutte le sorgenti di contaminazione secondarie definite e annessi meccanismi di trasporto. Tuttavia la natura stessa delle acque sotterranee, con valori di conducibilità compresi tra 1.500 e 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lascia intendere la presenza di un “*cuneo salino*” nell’area oggetto di indagine che le rende non destinabili ad uso idropotabile o irriguo.

Aspetto certamente più delicato risulta essere l’esposizione del bersaglio uomo alla contaminazione presente nel suolo superficiale con cui può interferire attraverso il *contatto dermico*, l’*ingestione*, l’*inalazione* di vapori *indoor* e *outdoor*.

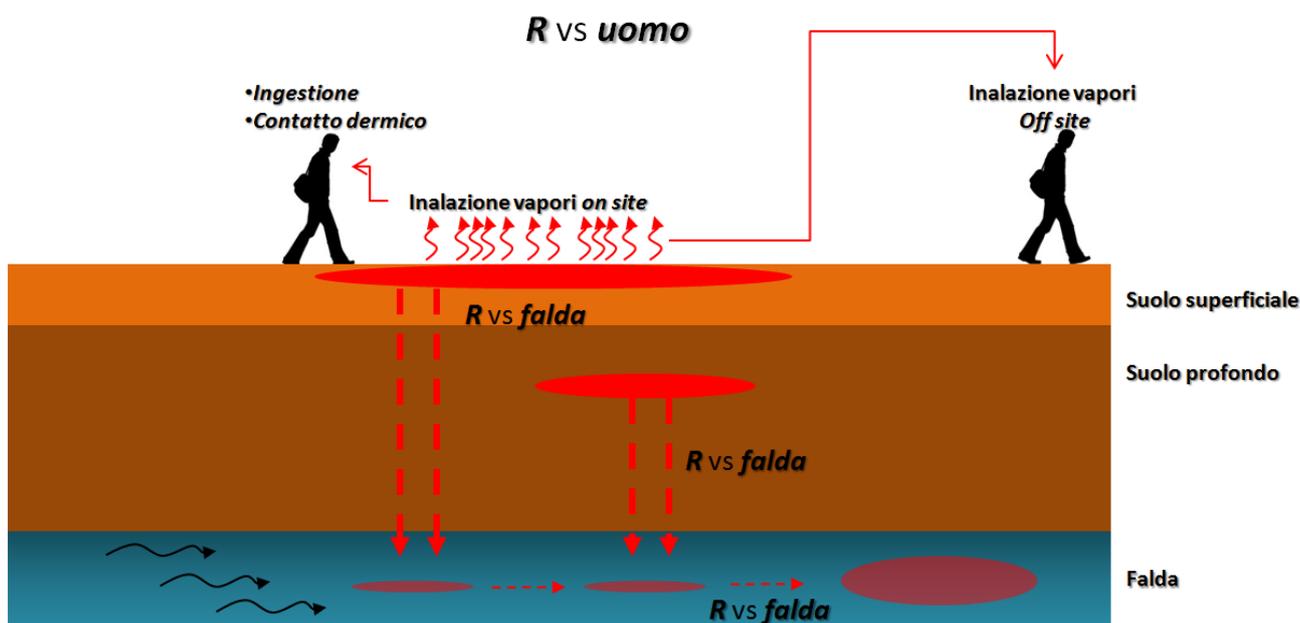


Figura 35. Rappresentazione schematica dei principali bersagli interessati dal fenomeno di contaminazione e delle vie di esposizione/meccanismi di trasporto ad esso associati.

6.2 Contenimento del rischio

L'insieme delle misure di Messa in Sicurezza Permanente proposte in progetto permettono di garantire il contenimento del rischio residuo, in quanto, si configurano come ulteriori misure di prevenzione e come barriera fisica alla contaminazione, impedendo la migrazione degli inquinanti all'esterno dell'area oggetto dell'intervento. Le misure di M.I.S.P. proposte agiranno sulla contaminazione secondo i principi di seguito elencati:

- A. L'allontanamento dei rifiuti presenti sul sito, oggetto di abbandono da parte di ignoti, e la liberazione da apporti importi contribuirà ad una ulteriore fase di ripristino dei luoghi e di eliminazione di eventuali aggiuntive sorgenti di potenziale contaminazione;
- B. Una ulteriore scarifica del suolo superficiale e profondo, sia in corrispondenza dell'area dove sarà realizzata l'opera (Barriera airole e passerella) che nell'area di battigia (spiaggetta), apporterà un beneficio aggiuntivo grazie allontanamento del residuale materiale contaminato che garantirà una netta diminuzione delle concentrazioni dei contaminanti;
- C. La realizzazione di una estesa barriera di aiola costeggiata da un percorso realizzato con doghe che conduce al sedime della picca a mare azzererà il rischio residuale per l'uomo legato al possibile contatto dermico con il suolo contaminato e, quindi, anche alla possibile ingestione di suolo.
- D. L'impiego di uno strato di fondazione fortemente compatto (permeabilità pari a 10^{-8}) sui cui poggerà successivamente il terreno vegetale per la formazione della barriera di aiola, nonché, il percorso con doghe, fungerà da barriera fisica contro la possibile inalazione di vapori sia indoor che outdoor. Così facendo si impedirà la migrazione degli inquinanti per via gassosa (contenimento delle emissioni) e si eliminerà il rischio residuo di inalazione vapori per l'uomo.

- E. L'intervento di *capping* previsto per l'area del sedime della battigia (spiaggetta), garantirà un barriera fisica alla diffusione della contaminazione, quindi, l'annullamento del rischio grazie all'eliminazione dei percorsi diretti di esposizione per l'uomo, ovvero, ingestione di suolo e contatto dermico. L'impiego di materiali idonei secondo tecniche costruttive standardizzate garantirà, inoltre, il contenimento delle emissioni e l'azzeramento il rischio residuo di inalazione vapori per l'uomo.
- F. L'intero sistema produrrà un ulteriore effetto positivo sul sito grazie al drastico abbassamento del *tasso di infiltrazione* inteso come il rapporto percentuale tra l'altezza di infiltrazione e l'altezza della precipitazione annua. Tra i molti fattori che determinano il tasso di infiltrazione, infatti, alcuni sono legati al tipo di terreno considerato, come la presenza di una crosta o di uno strato superficiale compatto, la tessitura e la struttura delle particelle che lo compongono. L'impiego dello strato di fondazione compatto garantirà all'abbassamento del tasso di infiltrazione, quindi, di conseguenza, si assisterà a una netta diminuzione del quantitativo di acqua che attraversa i suoli contaminati in direzione della falda. Allo stesso tempo saranno annullati anche i fenomeni di lisciviazione dei suoli.

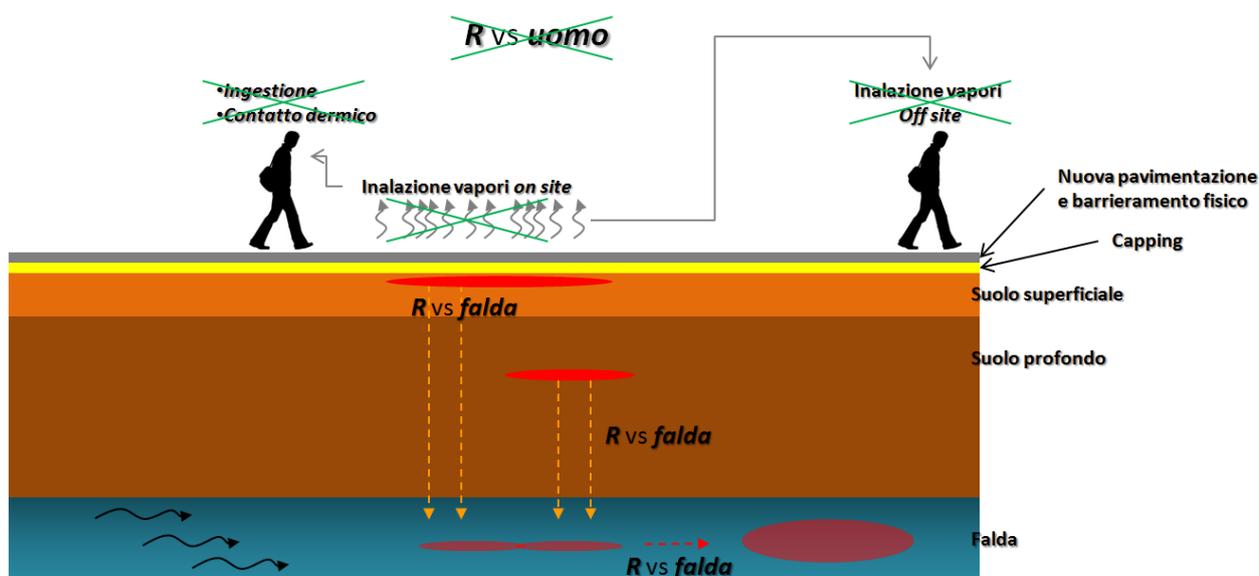


Figura 36. Rappresentazione schematica di come gli interventi progettuali contribuiranno al contenimento del rischio residuo

7 PIANO DI MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DELLE MISURE ADOTTATE

Preso atto di quanto puntualmente indicato dall'art. 242 del D.Lgs 152/06 che individua la Messa in Sicurezza Permanente quale la **“progettazione dell'insieme degli interventi atti a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente. In tali casi devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo e limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici”** è stato predisposto il seguente piano di monitoraggio ambientale finalizzato alla verifica:

- dell'evoluzione stato di qualità delle acque sotterranee;
- della composizione del soil gas;

Detto piano di monitoraggio si articolerà attraverso:

- il prelievo trimestrale di campioni di acque sotterranee da 2 piezometri opportunamente installati uno a monte idrologico e uno a valle idrologica del sito contaminato;
- Il monitoraggio trimestrale del gas interstiziale da una rete costituita da 7 pozzetti di captazione opportunamente installati e distribuiti sull'intero sito.

La scelta dei parametri da monitorare è stata operata sulla base degli analiti che hanno restituito un rischio non accettabile per il sito, a cui sono stati aggiunti altri parametri da considerarsi come **“parametri spia”**.

7.1 Monitoraggio delle acque sotterranee

In corrispondenza dei due piezometri che saranno realizzati saranno prelevati con cadenza trimestrale i campioni di acque sotterranee. Ogni operazione di campionamento sarà preceduta da un corretto spurgo del piezometro che consistente nella rimozione di un adeguato volume di acqua e dell'eventuale materiale solido presente.

Preliminarmente allo spurgo, il volume d'acqua nel pozzo sarà calcolato con l'equazione seguente:

$$V = \pi R^2 L$$

Dove

R = raggio del pozzo

L = colonna d'acqua all'interno del pozzo

Per effettuare uno spurgo adeguato, saranno rimossi almeno 3/5 volumi calcolati come sopra indicato e comunque le operazioni di spurgo si protrarranno fino all'ottenimento di acque chiarificate. L'acqua di spurgo sarà raccolta in un contenitore di volume noto per confermarne l'avvenuta rimozione ed il volume relativo annotato nel modulo di campionamento acque sotterranee. L'acqua di risulta prodotta nell'operazione di spurgo del piezometro sarà gestita, secondo la normativa vigente in materia di rifiuti liquidi.

Ciascun campione sarà prelevato in condizioni idrodinamiche naturali ristabilite e comunque entro 24 ore dallo spurgo del pozzo; per verificare la presenza in fase separata di sostanze non miscibili si opterà per il campionamento statico, ovvero, mediante bailer monouso, tuttavia, sempre dopo che si siano ristabilite le condizioni idrodinamiche del piezometro.

Per ciascun campione d'acqua di falda prelevato ed inviato al laboratorio di analisi, sarà redatto un modulo di campionamento in cui saranno riportate le principali caratteristiche macroscopiche ed altre informazioni utili emerse nel corso del campionamento.

Nei pozzi, oltre a prelevare i campioni di acqua per rilevare i parametri chimico-fisici necessari, si procederà preliminarmente a misurare altri parametri quali:

- la profondità della falda rispetto al piano di calpestio;
- il pH;
- la conducibilità elettrica;
- l'ossigeno disciolto;
- il potenziale Redox;
- la temperatura.

Per ciascun campione di acque sotterranee, oltre alle aliquote destinate alle analisi chimico-fisiche di laboratorio, saranno prelevate aliquote di riserva e controllo tenute in custodia presso i laboratori.

I campioni d'acqua, all'atto del prelievo, saranno stabilizzati e conservati in conformità alle norme CNR-IRSA.

I campioni identificati saranno quindi posti in apposito contenitore refrigerato a 4 °C ed avviati con la massima celerità al laboratorio di analisi, dove dovranno essere sottoposti alle analisi di laboratorio previste.

MISP porticciolo di Sant'Erasmus
Monitoraggio delle acque sotterranee



Figura 37. Distribuzione spaziale dei piezometri di monte e di valle dai quali prelevare i campioni di acque sotterranee

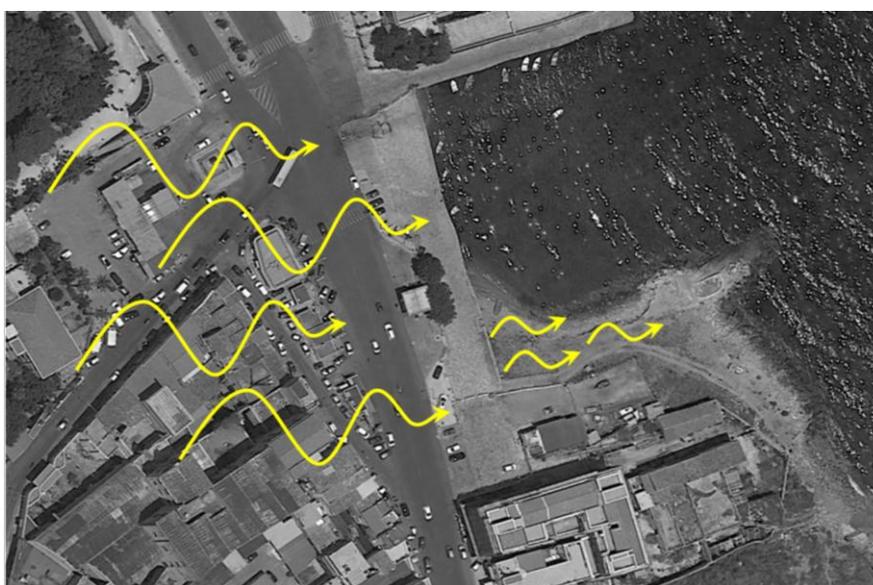


Figura 38. dettaglio del direzione del flusso di falda

Tabella 6: Set analitico minimale da eseguirsi in fase di monitoraggio

Elenco degli analiti da ricercare nelle Acque sotterranee		
Analita	U.M.	Note
METALLI E CONTAMINANTI INORGANICI		
Ferro	µg/l	
Manganese	µg/l	
Alluminio	µg/l	
Arsenico	µg/l	
Boro	µg/l	
Berillio	µg/l	
Rame	µg/l	
Cadmio	µg/l	
Cobalto	µg/l	
Cromo	µg/l	
Mercurio	µg/l	
Nichel	µg/l	
Piombo	µg/l	
Antimonio	µg/l	
Selenio	µg/l	
Magnesio	mg/l	
Zinco	µg/l	
Azoto ammoniacale	mg/l	
Nitriti	µg/l	
Nitrati	mg/l	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI		
Benzo(a)antracene	µg/l	
Benzo(a)pirene	µg/l	
Benzo(b)fluorantene	µg/l	
Benzo(k)fluorantene	µg/l	
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	
Crisene	µg/l	
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	
Pirene	µg/l	
Sommatoria IPA	µg/l	
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI		
Clorometano	µg/l	

Elenco degli analiti da ricercare nelle Acque sotterranee

Analita	U.M.	Note
Triclorometano	µg/l	
Cloruro di Vinile	µg/l	
1,2-Dicloroetano	µg/l	
1,1-Dicloroetilene	µg/l	
Tricloroetilene	µg/l	
Tetracloroetilene	µg/l	
Esaclorobutadiene	µg/l	
Tribromometano	µg/l	
Dibromoclorometano	µg/l	
Bromodiclorometano	µg/l	
Sommatoria organoalogenati	µg/l	
IDROCARBURI		
Idrocarburi totali	[n-esano] µg/l	

7.2 Monitoraggio del soil gas

Nonostante la legislazione ambientale non pone limiti di concentrazione massima ammissibile per i contaminanti presenti nel suolo in fase gassosa, vista la natura della contaminazione, per il sito in oggetto si prevede il campionamento e l'analisi del gas interstiziale.

Lo studio della distribuzione delle concentrazioni delle sostanze contaminanti nei gas interstiziali del terreno (soil gas) e della loro variabilità temporale può costituire un valido supporto alle attività di gestione dei siti contaminati. La misura delle concentrazioni dei contaminanti presenti nei gas interstiziali può essere utile al fine di verificare il rischio potenziale associato all'inalazione, in ambienti aperti o confinati, di vapori provenienti dal terreno o dalla falda. Infine il campionamento attivo del soil gas può essere condotto al fine di monitorare l'efficacia di determinate tecnologie di bonifica (ad esempio Soil Vapor Extraction).

Per quanto riguarda il campionamento, la sonda dovrà essere posizionata fra la sorgente di contaminazione ed il piano campagna, e sopra al livello della frangia capillare, poiché elevati tassi di umidità riducono la permeabilità ai vapori del terreno. La profondità di campionamento sarà, inoltre, scelta in modo da minimizzare il rischio di richiamare gas atmosferici attraverso la superficie del terreno durante il campionamento.

È possibile suddividere i campioni di soil gas, in funzione della profondità di campionamento, in due categorie: campioni superficiali, e campioni profondi.

Campioni superficiali.

I campioni di soil gas prelevati con sonde posizionate in prossimità del piano campagna sono maggiormente influenzati dai fenomeni che interessano l'interfaccia suolo-atmosfera, quali le variazioni di temperatura e la pressione atmosferica. Ne consegue una maggiore variabilità temporale delle caratteristiche chimico-fisiche dei gas interstiziali presenti negli strati più superficiali del suolo, rispetto a quelle del soil gas presenti negli strati profondi. Inoltre negli strati superficiali di terreno concentrazioni più elevate di ossigeno e sostanza organica possono favorire processi di biodegradazione, che possono modificare la composizione chimica del soil gas, determinando una riduzione delle concentrazioni dei COV.

Campioni profondi.

Si tratta di campioni di soil gas prelevati a profondità tale da risultare scarsamente influenzati dai processi che interessano l'interfaccia suolo-atmosfera. Le concentrazioni di COV presenti nei gas interstiziali dei terreni più profondi risultano più elevate e meno soggette alle fluttuazioni stagionali delle variabili meteorologiche. Per questo stime dell'intrusione di vapori basate sui risultati del monitoraggio di gas interstiziali profondi risultano più conservative.

Per ciò che concerne l'installazione, le sonde di monitoraggio del soil gas sono costituite essenzialmente da un tubo inserito nel terreno, la cui estremità inferiore è aperta o fessurata per consentire l'aspirazione ed il trasporto dei gas fino alla superficie del terreno. Le sonde di monitoraggio possono essere infisse direttamente nel terreno o inserite all'interno di fori di sondaggio.

L'analisi dell'atmosfera del suolo (cosiddetto gas interstiziale o gas del suolo) sarà utilizzata come verifica della bontà degli interventi.

I punti scelti per il monitoraggio del gas interstiziale sono 7 con passo pari a circa 20 metri, l'installazione dei pozzetti avverrà mediante l'utilizzo di macchine perforatrici. Anche se più frequentemente il campionamento avviene in corrispondenza di una sola profondità, ciò non esclude la possibilità di effettuare più campionamenti lungo la stessa verticale.

MISP porticciolo di Sant'Erasmo
Monitoraggio soil gas

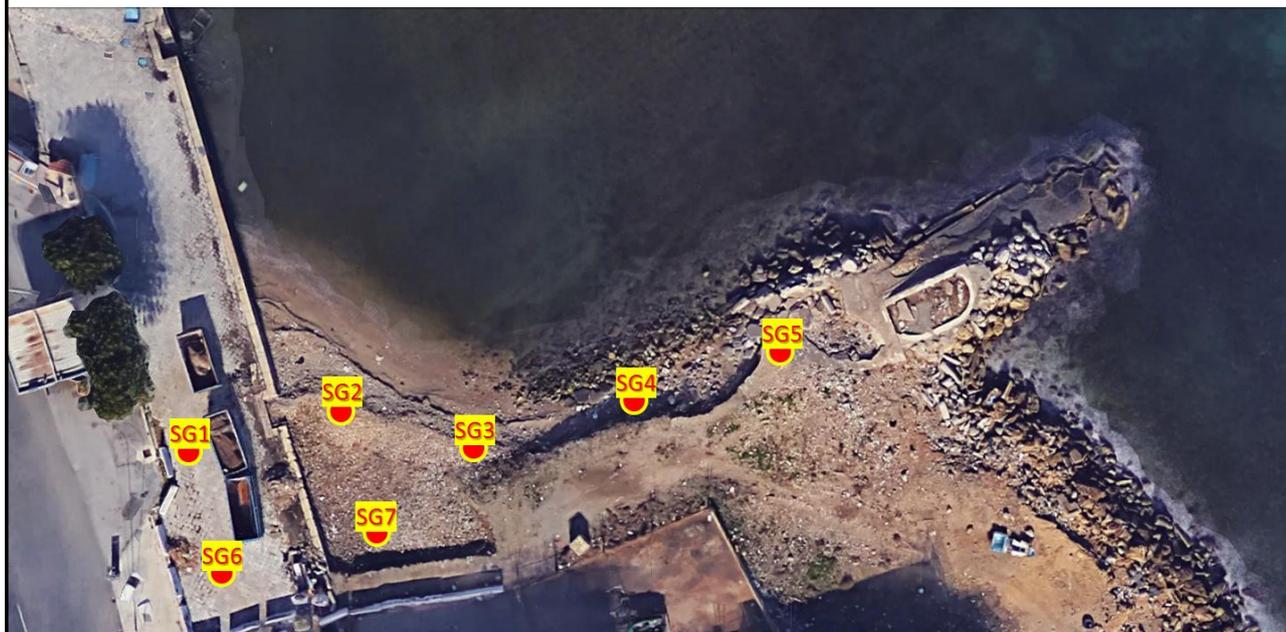


Figura 39. Distribuzione spaziale dei punti dai quali prelevare i campioni di soil gas

Tabella 7. Set analitico minimale da eseguirsi in fase di monitoraggio

ANALITA
Biossido di carbonio
Ossigeno
Ammoniaca
Solfuro di idrogeno (Idrogeno Solforato)
Composti Organici Volatili

8 GESTIONE DEI RIFIUTI

Tutti i rifiuti provenienti dalla realizzazione delle opere di Messa in Sicurezza Permanente dovranno essere gestiti nel rispetto della vigente normativa in materia di trasporto e smaltimento.

La ditta esecutrice dei lavori sarà il “Garante” della corretta gestione dei rifiuti e ai fini delle operazioni di prelievo, trasporto e recupero/smaltimento sarà considerata a tutti gli effetti il produttore e detentore dei rifiuti in oggetto.

Pertanto, procederà ai sensi:

- del Regolamento (UE) 2017/997 del Consiglio, dell'8 giugno 2017, che modifica l'allegato III della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la caratteristica di pericolo HP 14 «Ecotossico» (Testo rilevante ai fini del SEE.)
- del Regolamento (UE) N. 1357/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Dicembre 2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE;
- della Decisione 2014/995/CE, che modifica la decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;
- del Regolamento (UE) N. 1342/2014 DELLA COMMISSIONE del 17 Dicembre 2014 recante modifica al regolamento (CE) N. 850/2004;
- della direttiva 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 Dicembre 2008;
- del Regolamento (CE) N. 1272/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 Dicembre 2008;
- del Regolamento (CE) N. 850/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 29 Aprile 2004;
- del DM del 27/09/2010 Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica.

ad indicare la corretta classificazione e caratterizzazione dei rifiuti che saranno prodotti e gestiti nelle varie fasi di intervento (fino al successivo smaltimento).

Il produttore di rifiuti è tenuto ad effettuare la caratterizzazione di base di ciascuna categoria di rifiuti (omologa del rifiuto), realizzata con la raccolta di tutte le informazioni necessarie per uno smaltimento finale in condizioni di sicurezza. Se le caratteristiche di base di una tipologia di rifiuti dimostrano che gli stessi soddisfano i criteri di ammissibilità per una categoria di discarica, tali rifiuti sono considerati ammissibili nella corrispondente categoria.

Il trasporto dei rifiuti avverrà con mezzi adeguati ed autorizzati al trasporto in ottemperanza alla norma ADR, RID, IMDG quando applicabili.

Per tutti i rifiuti liquidi e solidi (pericolosi e non) che saranno inviati a recupero e/o smaltimento, la ditta esecutrice dei lavori si farà carico di ottenere la quarta copia del formulario di trasporto, di cui all'art. 188 del D.Lgs 152/2006.

Oltre alla quarta copia del formulario, qualora i rifiuti fossero conferiti a soggetti autorizzati alle operazioni D13, D14 e D15, dovrà essere consegnato anche il certificato di avvenuto recupero/smaltimento rilasciato dal titolare dell'impianto secondo quanto previsto dall'Art. 188 c.4 del D. Lgs. 152/2006.

In via preliminare si prevedere la produzione dei seguenti rifiuti:

16 10 02 - rifiuti liquidi acquosi, diversi da quelli di cui alla voce 16 10 01

16 10 01* - rifiuti liquidi acquosi, contenenti sostanze pericolose

17 05 04 - terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03

17 05 03* - terra e rocce, contenenti sostanze pericolose

17 09 04 - rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03

17 09 03* - altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose

20 03 01 - rifiuti urbani non differenziati

20 02 01 - rifiuti biodegradabili

20 01 38 - legno diverso da quello di cui alla voce 20 01 37

20 01 39 - plastica

20 01 40 - metalli

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il progetto di Messa in Sicurezza Permanente (**MISP**) proposto completa il procedimento tecnico-amministrativo di “**caratterizzazione**”, “**messa in sicurezza**” e “**bonifica**” delle matrici ambientali del porticciolo di S. Erasmo – Palermo, di cui alle conferenze dei servizi del 19 novembre 2015 (data di approvazione del *piano di caratterizzazione*) e del 6 dicembre 2017 (data di approvazione dell’*Analisi di Rischio*) così come regolamentata dalla pedissequa applicazione delle fasi operative indicate nei vari punti dell’art. 242 del D.Lgs. 152/06.

Gli interventi di “**Messa in Sicurezza Permanente**” proposti per il sito prevedono, nell’ambito del processo di riqualificazione del fronte a mare urbano, un’opera di complessiva riqualificazione del porticciolo storico di Sant’Erasmo a cui saranno accostate mirate attività di M.I.S.P. con particolare riferimento al capping dell’area denominata “Spiaggetta” costituita dal piccolo arenile insistente nel lato sud della banchina. L’intervento nel suo complesso si connota come un progetto di suolo volto a riattivare dinamiche in grado di “ripopolare” di funzioni e usi questo importante tratto della costa urbana della città.

Nel merito, in fase progettuale sono state individuate le tecniche di intervento più idonee a garantire gli obiettivi previsti dall’**allegato 3 al titolo V** della parte quarta del **D.Lgs. 152/06** (**migliori tecniche di intervento**).

Nell’insieme gli interventi proposti hanno, quale obiettivo di bonifica, la finalità di annullare o ridurre il rischio per la salute pubblica e per l’ambiente a livelli di accettabilità, attraverso il contestuale,

- ✓ contenimento degli inquinanti all’interno dei confini del sito;
- ✓ isolamento degli inquinanti mediante barrieramento fisico;
- ✓ protezione delle matrici ambientali sensibili;
- ✓ graduale eliminazione delle sorgenti inquinanti secondarie mediante tecniche che siano compatibili le attività produttive svolte nell’ambito del sito.

Gli interventi di “**messa in sicurezza permanente**” saranno accompagnati da idonei sistemi di monitoraggio e controllo atti a verificare l'efficacia delle misure adottate e il mantenimento nel tempo delle condizioni di accettabilità del rischio.

Per il perseguimento di siffatto obiettivo è stato pianificato un mirato “**Piano di Autocontrollo**” delle acque sotterranee, dei suoli e del soil gas, nell'ambito del complessivo “**Piano di Monitoraggio**” dell'efficacia della **M.I.S.P.** di cui al comma 1, lettera o dell'art. 240 del D.lgs 152/06.

Tuttavia, come dettagliatamente indicato nelle risultanze dell'analisi di rischio, in relazione alla quantità, qualità e natura della contaminazione, è possibile ipotizzare che il fenomeno di contaminazione registrato sul sito non è da considerarsi limitato alla sola area indagata, piuttosto, con molta probabilità il fenomeno si estende oltre i limiti amministrativi di pertinenza dell'Autorità di sistema Portuale del mare di Sicilia occidentale.

Pertanto tutti gli interventi di M.I.S.P. proposti, con annessi obiettivi di bonifica, possono considerarsi risolutivi per la sola area di pertinenza dell'Autorità di sistema Portuale del mare di Sicilia occidentale.

C.A.D.A. snc
Caratterizzazioni e bonifiche ambientali
Responsabile
dott. Giandomenico Nardone



C.A.D.A. snc
Divisione Tecnica
Direttore
dott. Filippo Giglio



Menfi, 29 novembre 2018

Rev. 001