

Convegno tra geologia e geofisica 2022

XVIII Workshop di Geofisica

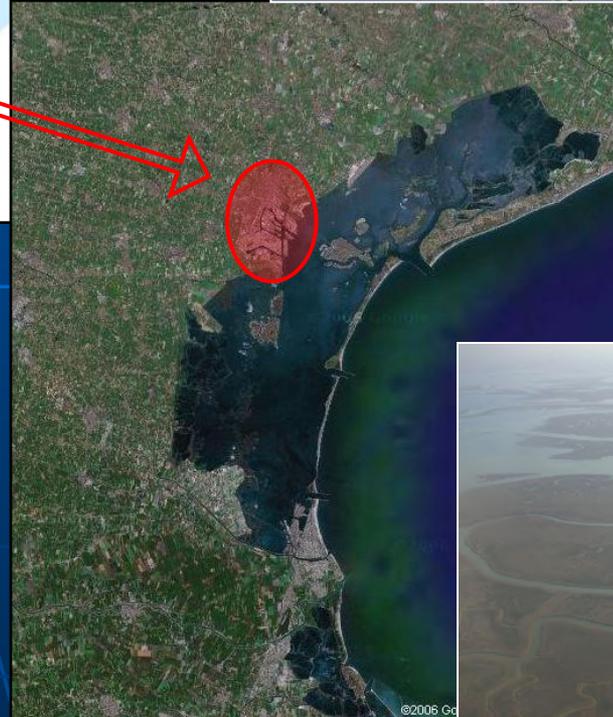
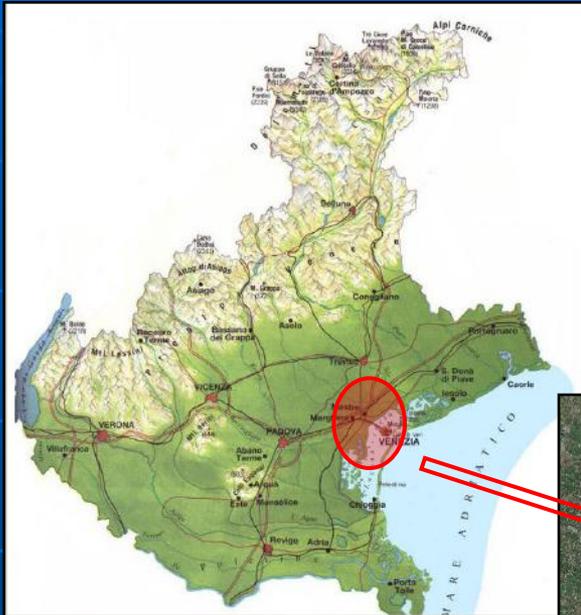
‘Geofisica e geognostica per la bonifica ambientale’

# IL SITO DI INTERESSE NAZIONALE (SIN) DI VENEZIA PORTO MARGHERA

**Dott. Geol. Leonardo Mason**

Rovereto, 02/12/2022

# Ambito territoriale - SIN Porto Marghera



# QUADRO NORMATIVO - SIN Porto Marghera

L. 426/1998 – P.to Marghera **individuato come sito ad alto rischio industriale**

D.P.C.M. del 12.02.1999 – Viene approvato l'**Accordo per la Chimica** di Porto Marghera

D.M. Ambiente del 23.02.2000 - "**Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Venezia**"

DGRV 2386 14.09.2001 – **Definizione degli obiettivi e contenuti del Master Plan** con individuazione dei soggetti responsabili per la redazione documento

# QUADRO NORMATIVO - SIN Porto Marghera

D.P.C.M. del 15.11.2001 – Approvazione dell'**Atto integrativo dell'Accordo per la Chimica** di Porto Marghera

22.04.2004 – **Approvazione del Master Plan** per la Bonifica dei siti inquinati di Porto Marghera

16.04.2012 - Sottoscritto "**Accordo di Programma per la bonifica e la riqualificazione ambientale** del Sito di Interesse Nazionale di Venezia – Porto Marghera e aree limitrofe"

21.01.2013 – il Ministro dell'Ambiente firma i **Protocolli Operativi** dell'A.d.P. 16 aprile 2012

# Perimetrazione del SIN di Porto Marghera

DM 23.02.2000

**5800 ha – superficie totale**

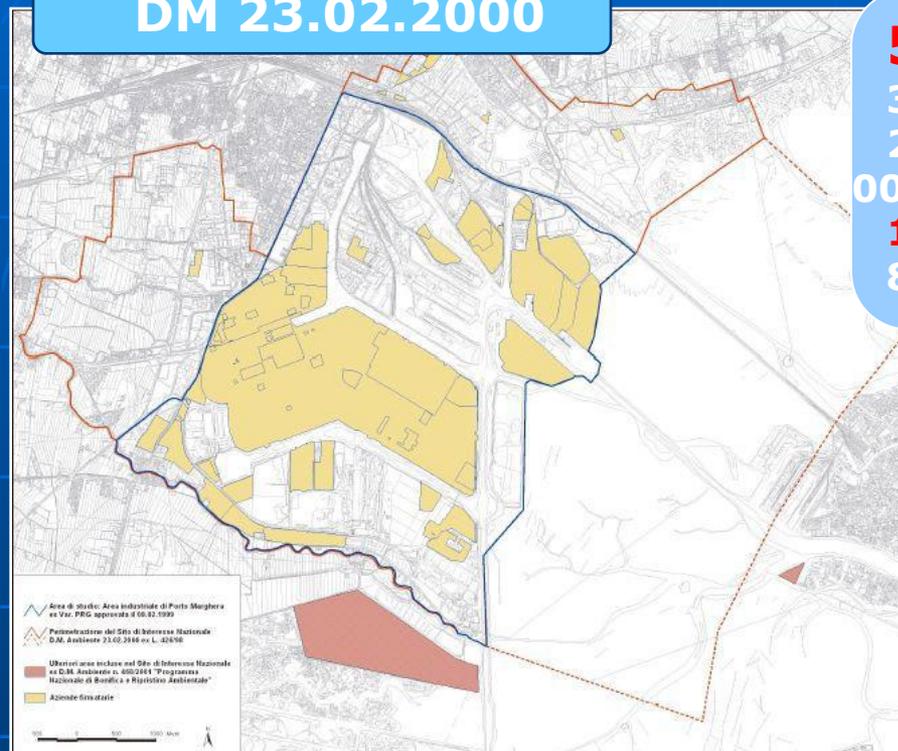
3100 ha – superficie aree emerse

2200 ha – superficie area lagunare

00 ha – superficie canali

**1900 ha – area industriale**

818 ha - area accordo chimica



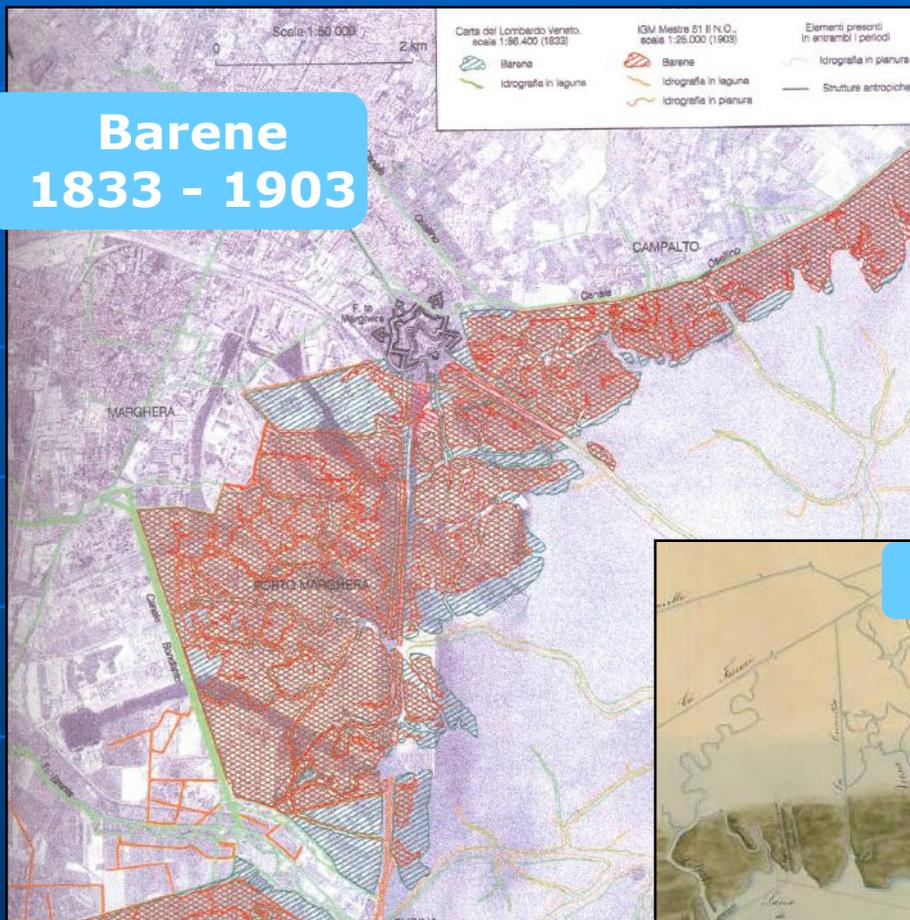
DECRETO 24 aprile 2013.

**Ridefinizione del perimetro del sito di bonifica di interesse nazionale di «Venezia (Porto Marghera)».**

02 dicembre 2022

# Ambito territoriale - SIN Porto Marghera

**Barene  
1833 - 1903**



**Barene 1874**

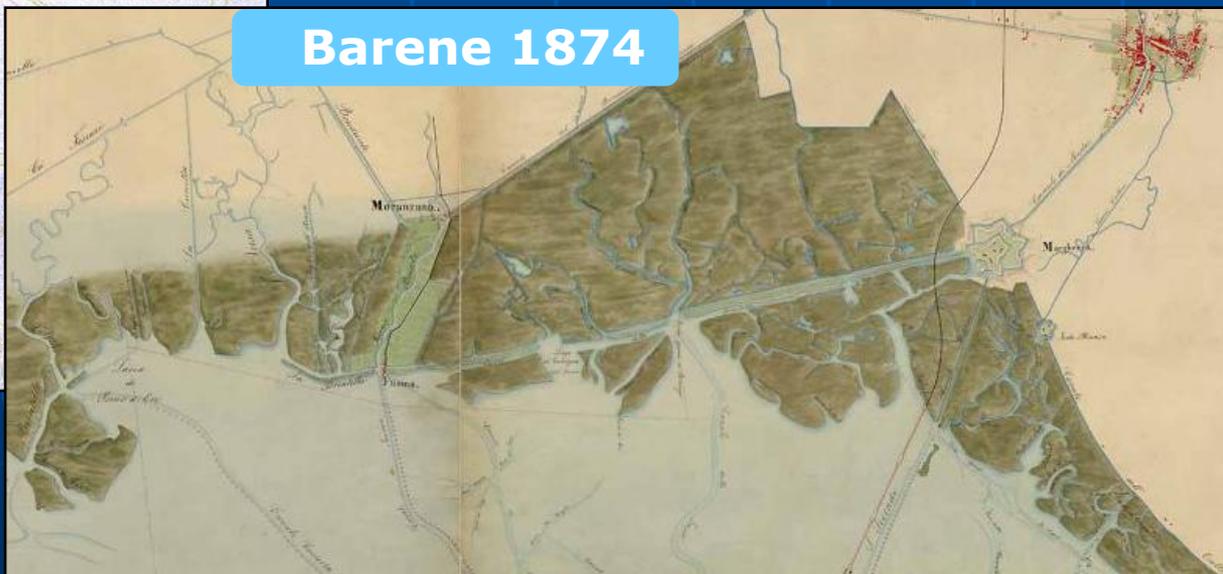
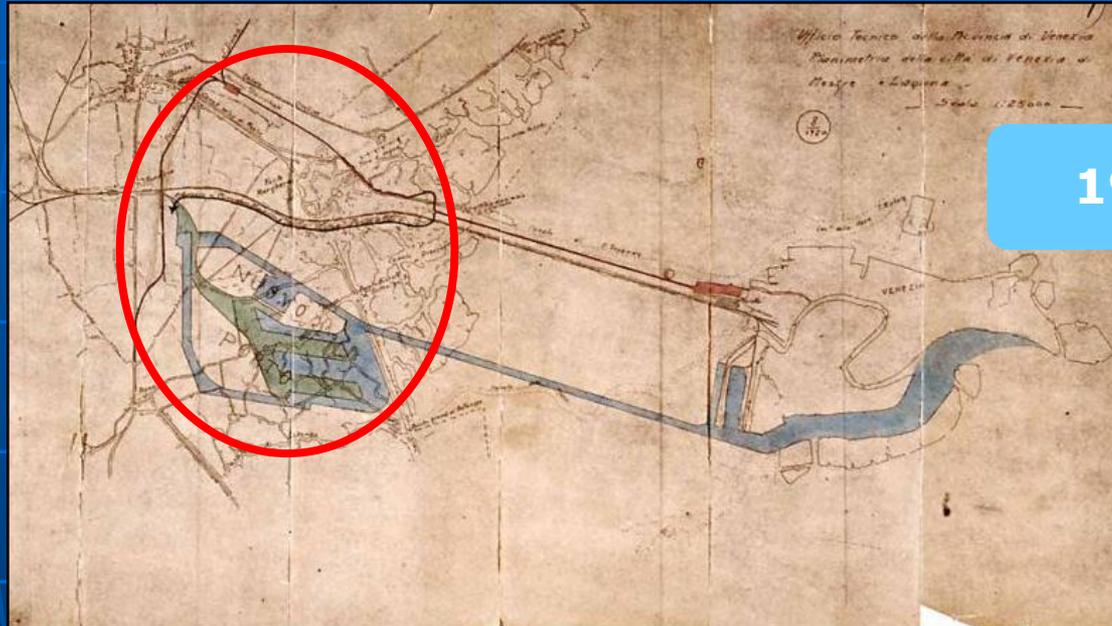


Figura estratta da: Geomorfologia della Provincia di Venezia

Figura estratta da: Porto Marghera – per un archivio fotografico del novecento industriale

# Ambito territoriale - SIN Porto Marghera

La realizzazione dell'area industriale partì nel **1917** durante la prima guerra mondiale su progetto del Conte Volpi.



1920

Nel 1920 venne istituita la Società Porto Industriale con il compito di sviluppare tutte le infrastrutture necessarie per le lavorazioni e il trasporto di merci, materie prime e finite e nel 1922 venne completato l'escavo del canale di Grande Navigazione che collega Marghera alla Stazione Marittima.

# Ambito territoriale - SIN Porto Marghera

Negli **anni '30 e '40** si sviluppò l'industria metallurgica dei metalli ferrosi (alluminio e sue leghe, zinco) e la produzione di ammoniaca sintetica per concimi azotati. Sorsero anche stabilimenti alimentari, industrie varie (profumeria, produzione di lenti per occhiali, tessitura di feltri per uso industriale e lavorazione del malto per la birra), imprese di servizi, numerose aziende di trasporto e una centrale termoelettrica.

Dopo la seconda guerra mondiale vennero ricostruiti gli stabilimenti distrutti durante il conflitto; nel **1953** venne approvato il piano per la seconda zona industriale, comprendente anche la realizzazione di un nuovo canale per collegare Porto Marghera alla bocca di porto di Malamocco. Venne costruito un nuovo terminale per il petrolio nella parte sud della laguna (Malamocco), mentre nella seconda zona industriale vennero sviluppate attività petrolchimiche, di produzione di materiali refrattari, energia elettrica, carpenteria di precisione, ecc.

# Ambito territoriale – SIN Porto Marghera

Parte della zona industriale è stata creata prendendo possesso di aree lagunari mediante l'imbonimento con materiali a basso costo localmente disponibili

## Prima zona industriale

utilizzati soprattutto fanghi di risulta dello scavo dei canali  
In questa prima zona si sviluppa l'industria del carbone, dell'acido solforico, dei fertilizzanti, dei metalli, ecc.

## Seconda zona industriale

utilizzato materiale di riporto costituito in prevalenza da residui dei cicli produttivi della prima zona  
La seconda zona si sviluppa negli anni Cinquanta e Sessanta con l'insediamento della grande industria chimica e petrolchimica,

# Ambito territoriale - SIN Porto Marghera

1930



1965



OGGI



Figura estratta da: Porto Marghera – per un archivio fotografico del novecento industriale

# Ambito territoriale - SIN Porto Marghera



Figura estratta da: Porto Marghera – per un archivio fotografico del novecento industriale

ROVERETO

# Ambito territoriale - SIN Porto Marghera



Figura estratta da: Porto Marghera – per un archivio fotografico del novecento industriale

# Ambito territoriale - SIN Porto Marghera

## L'area industriale il suo sviluppo e il suo declino

Nel **1965** l'area contava **33.000 addetti** e aveva raggiunto un'estensione, comprensiva dei canali industriali e bacini lagunari, di 2000 ha.

L'evento dell'**acqua alta eccezionale del novembre 1966**, anche legato agli stravolgimenti dovuti allo scavo di canali per la navigazione connessa alle attività portuali, innescò il dibattito, anche ideologico, sulla sostenibilità del modello di sviluppo basato sulla grande industria e sulle connesse attività portuali entro l'ecosistema lagunare e compromise definitivamente la proposta di realizzare la terza zona industriale.

Nel **1995** erano presenti **14.000 addetti** con un forte ridimensionamento delle attività tradizionali (industria: chimica, meccanica, metallurgica e siderurgica). Si manifestarono da un lato una seria crisi occupazionale a causa di dinamiche mondiali e dall'altro una crisi ambientale.

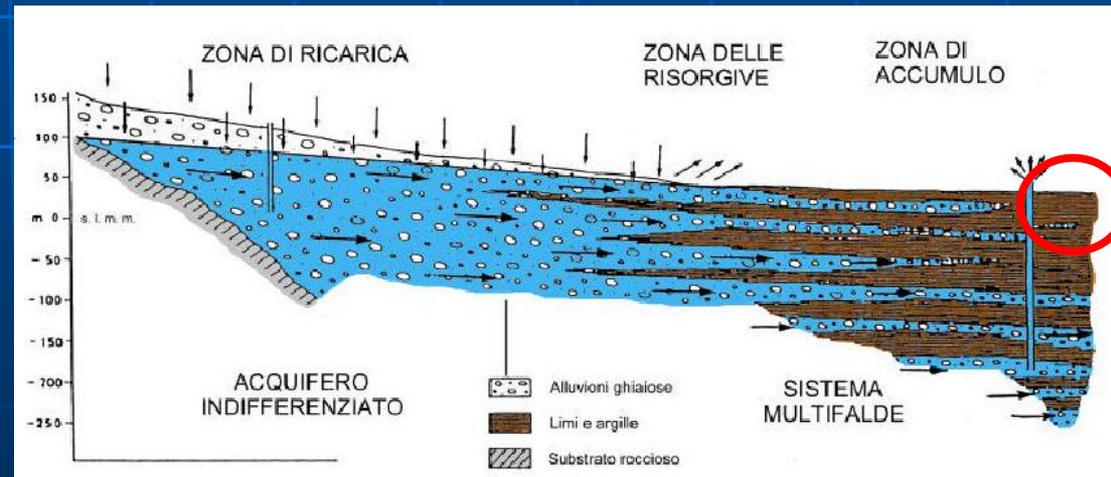
Da allora sono cresciuti invece in maniera significativa: distribuzione, logistica e trasporti.

# Lineamenti Geologici/Idrogeologici

## Assetto litostratigrafico

Il SIN di Porto Marghera si trova in quella porzione di territorio definita come bassa pianura veneta nella zona di transizione con la laguna di Venezia

La geologia del sottosuolo di porto marghera appare estremamente complessa, gli strati sono frequentemente in rapporti eteropici e con caratteristiche geotecniche e idrogeologiche variabili nelle tre dimensioni. Questo rende complesse le correlazioni geologico-stratigrafiche



ROVERETO

# Lineamenti Geologici/Idrogeologici

## SIN Porto Marghera

### Assetto litostratigrafico

#### Riporto

Sabbia, limo e argilla, locali elementi ghiaiosi e ciottoli, frammenti di laterizi, residui e fanghi di lavorazione industriale

#### Barena

Limi argillosi, colore scuro, frequenti inclusioni vegetali e livelli di torba

#### Caranto

Argilla limosa nocciola molto compatta (sovracconsolidata) con inclusioni e noduli calcarei e screziature ocracee

#### Orizzonte sabbia-limosa

Sabbie medio-fini, sabbie fini limose e limi sabbiosi in eteropia con più o meno spessi e più o meno estesi livelli di argille e limi argillosi

# Lineamenti Geologici/Idrogeologici

## Assetto idrogeologico locale

La struttura idrogeologica del SIN di Porto Marghera risulta molto complessa, sia per la discontinuità ed eterogeneità dell'assetto litostratigrafico che per i complessi rapporti idrodinamici tra corpi acquiferi e laguna

Ne deriva una notevole complessità anche dei parametri idrogeologici, i quali si presentano anisotropicamente distribuiti nelle tre dimensioni

## Caratteristiche generali

Valori della permeabilità da bassi o medio bassi, trasmissività e coefficiente di immagazzinamento ridotti, piccole portate estraibili, velocità effettive da basse a molto basse, gradienti idraulici molto piccoli

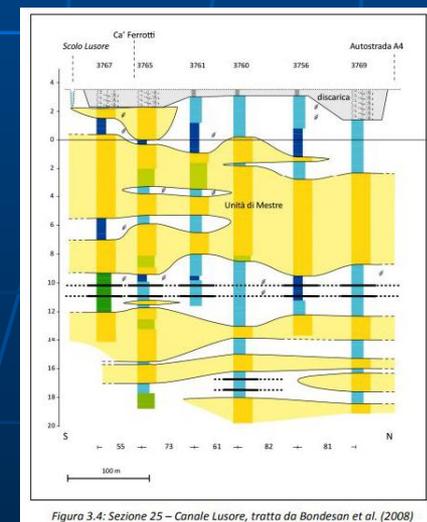
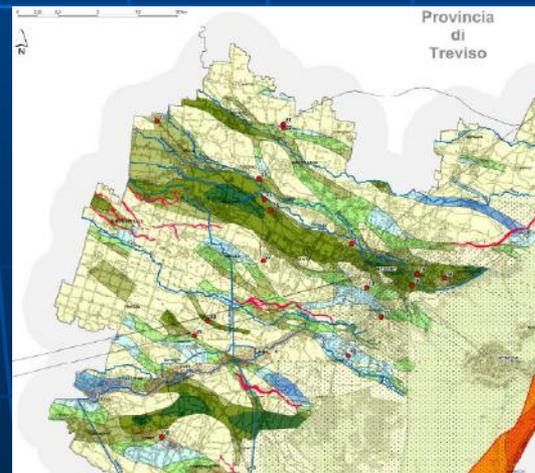
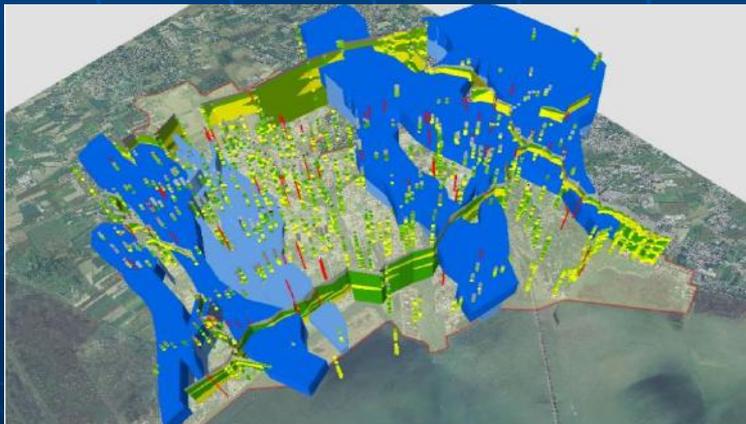


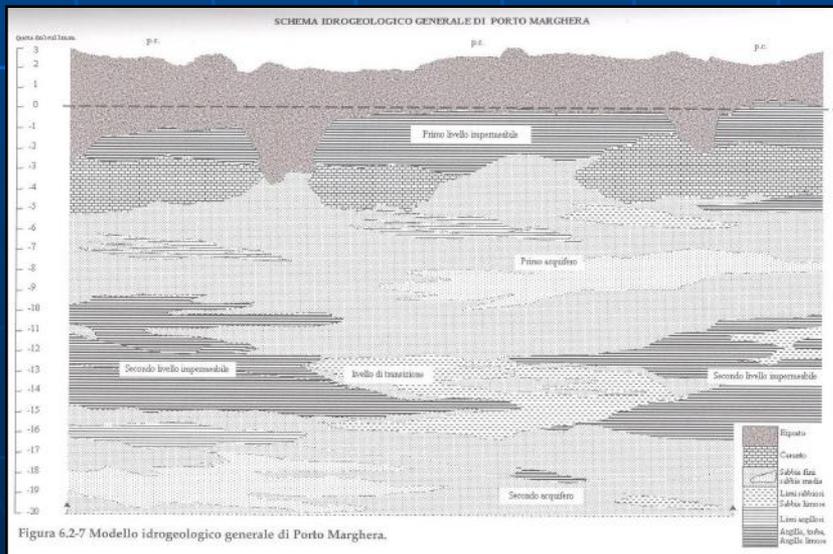
Figura estratta da: Studio Idrogeologico seconda fase CMV

Figura 3.4: Sezione 25 - Canale Lussore, tratta da Bondesan et al. (2008)

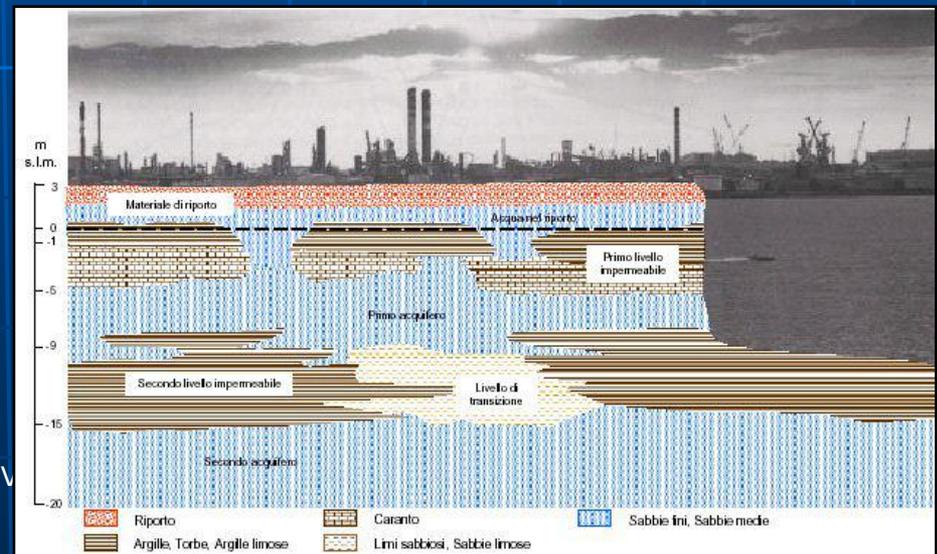
# Lineamenti Geologici/Idrogeologici

## Schema idrogeologico locale

<u>Livelli litologici</u>	<u>Serie idrogeologica</u>
Riporto	“falda” nel riporto
Primo livello impermeabile (barena/caranto)	Aquitard-aquiclude
Primo orizzonte sabbioso	Prima falda
Secondo livello impermeabile	Aquitard-aquiclude
Secondo orizzonte sabbioso	Seconda falda



ROV



# I Contaminanti

## SIN Porto Marghera

### I cicli produttivi nel SIN di Porto Marghera

- **prima zona industriale: produzione di fertilizzanti, acido solforico (dalla prite), produzione di solventi clorurati.**
- **seconda zona industriale (stabilimento Petrolchimico): produzione di acido nitrico e acido solforico, acetilene e acido acetico, etilene e propilene (impianto craking), butadiene, cloro-alcali, Dicloroetano (DCE), Cloruro di Vinile monomero (CVM), Polivinilcloruro (PVC), solventi clorurati (tricloroetilene – TCE, tetracloroetilene – PCE, fosgene e toluendiisocianato (TDI), caprolattame, acetati di etile e butile, acido cianidrico, cianidi e acetoncianidrina, tripolifosfati, fibre acriliche, plastificanti, clorobenzene.**

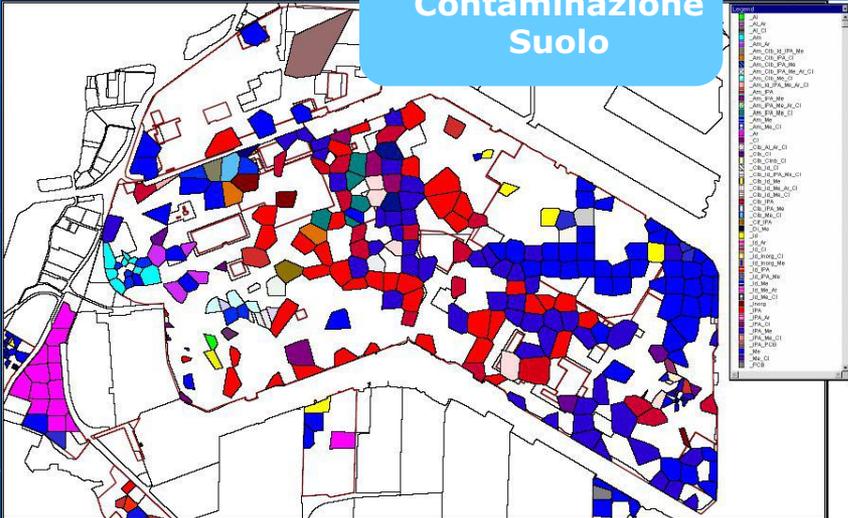
# I Contaminanti

## SIN Porto Marghera

- ▣ Spettro di contaminanti riscontrati in suoli e acque sotterranee estremamente vario.
- ▣ Indicativamente quelli compresi nelle Tabelle del DM n. 471/99 prima e del DLgs 152/06 poi.
- ▣ In alcuni casi le CdS hanno prescritto di ricercare anche **sostanze non contemplate** dal DM n. 471/99 e dal DLgs 152/06 riconducibili alle lavorazioni e/o alle attività che si sono svolte sul sito.
- ▣ In molti casi presso determinate aree sono **presenti simultaneamente diverse famiglie di contaminanti**.

# I Contaminanti

esemp.  
Contaminazione  
Suolo



## CONTAMINANTI RISCONTRATI

Spettro Contaminanti estremamente vario

Presenza simultanea diverse famiglie di contaminanti.

FAMIGLIE DI INQUINANTI PIU' DIFFUSE NEI SUOLI

**METALLI**

**Idrocarburi Policiclici Aromatici IPA**

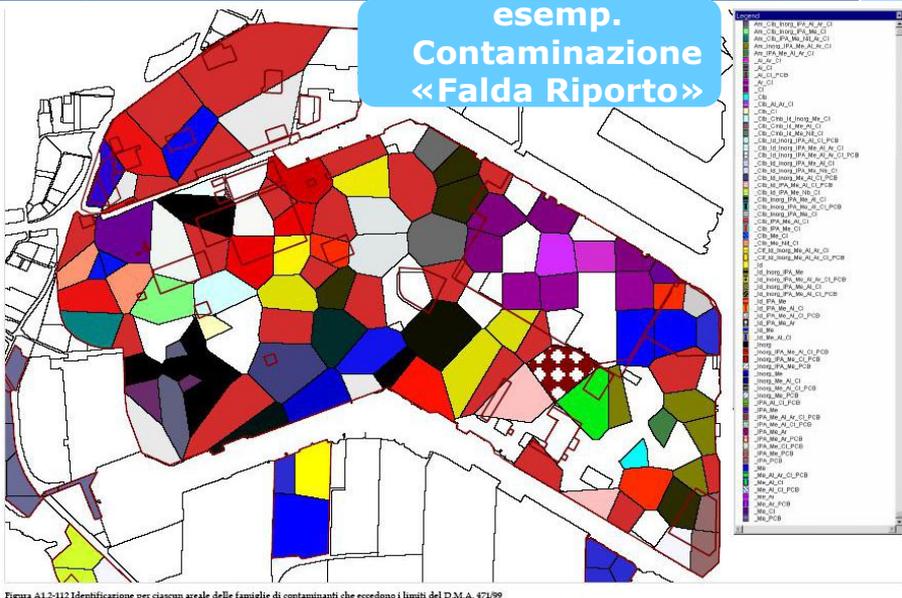
FAMIGLIE DI INQUINANTI PIU' DIFFUSE NELLE ACQUE

**METALLI**

**Idrocarburi Policiclici Aromatici IPA**

**ORGANO CLORURATI**

esemp.  
Contaminazione  
«Falda Riporto»



esemp.  
Contaminazione  
«1\* Falda»

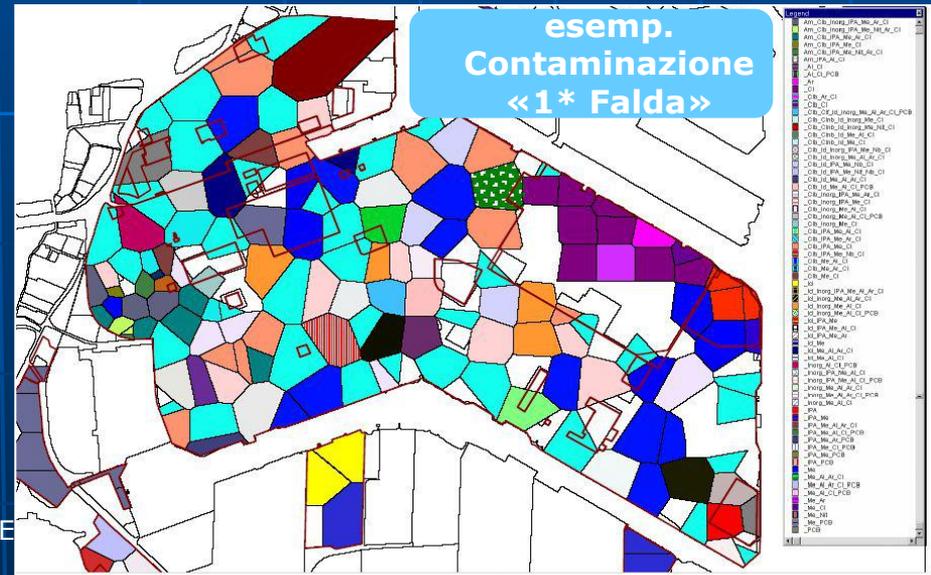


Figura A1.2-63 Mappatura "qualitativa" degli inquinanti per gruppi di famiglie

Figura A1.2-112 Identificazione per ciascun areale delle famiglie di contaminanti che eccedono i limiti del D.M.A. 474/99

Figura A1.2-145 Identificazione per ciascun areale delle famiglie di contaminanti che eccedono i limiti del D.M.A. 474/99

# Caratteristiche ambientali

## SIN Porto Marghera

### SCENARI DI ESPOSIZIONE

1. Il **primo scenario** è correlato alle contaminazioni "storiche" presenti nell'area ed è riferito sostanzialmente alla fonte di contaminazione primaria costituita dal suolo o dal riporto contaminati dalle attività pregresse. La fonte di contaminazione primaria rilascia, a livello concettuale, inquinanti nell'acqua di riporto e negli altri acquiferi.

2. Il **secondo scenario** è correlato agli scarichi delle attività attualmente esistenti in atmosfera e nelle acque superficiali.

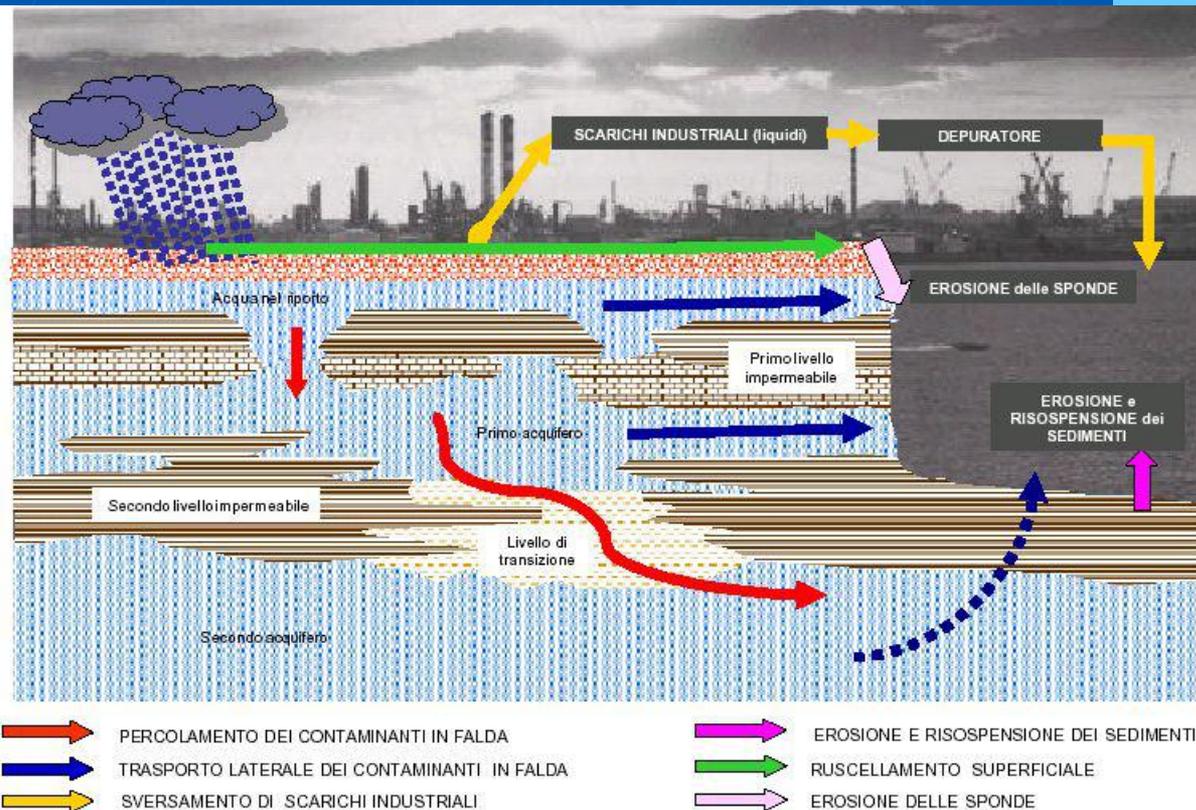


Figura estratta da: Master Plan per la bonifica dei siti inquinati di porto marghera

# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## STRATEGIA

- Si configura come **strumento per l'individuazione e la pianificazione degli interventi di risanamento** dei suoli e delle acque dell'area di P.to Marghera.
- Il Master Plan fa riferimento ad **un'ottica di sistema** che considera, nelle strategie di analisi ed intervento, l'area industriale di P.to Marghera e più in generale **l'intero SIN nella sua unitarietà**, pur riconoscendo all'interno degli stessi l'esistenza di aree caratterizzate da contaminazioni, e quindi problematiche, differenti e proponendo per tali aree proposte di intervento diverse.

# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## STRATEGIA

**CARATTERIZZAZIONE DI SUOLI/ACQUE**

**BONIFICA AREE INQUINATE**

**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA**

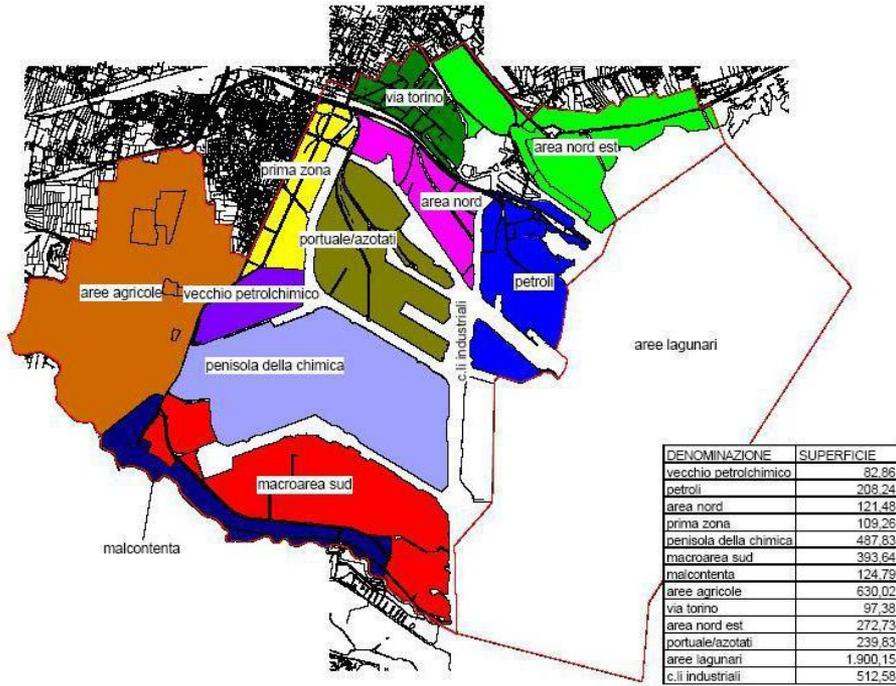
1. **ELIMINAZIONE DI HOT SPOT DI CONTAMINAZIONE**
2. **EMUNGIMENTO DELLA FALDA CONTAMINATA**
3. **MARGINAMENTO DELLE SPONDE DEI CANALI INDUSTRIALI-PORTUALI**
4. **MARGINAMENTO A MONTE (LUNGO IL PERIMETRO DI TERRA)**

**ASPORTO E GESTIONE DEI SEDIMENTI INQUINATI DAI  
CANALI INDUSTRIALI-PORTUALI**

# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## Le MacroAree e Macroisole

La suddivisione in macro isole, sulla base di criteri di tipo idraulico è funzionale alla realizzazione delle opere di marginamento e retromarginamento tese ad impedire la migrazione di contaminati verso l'ambiente lagunare



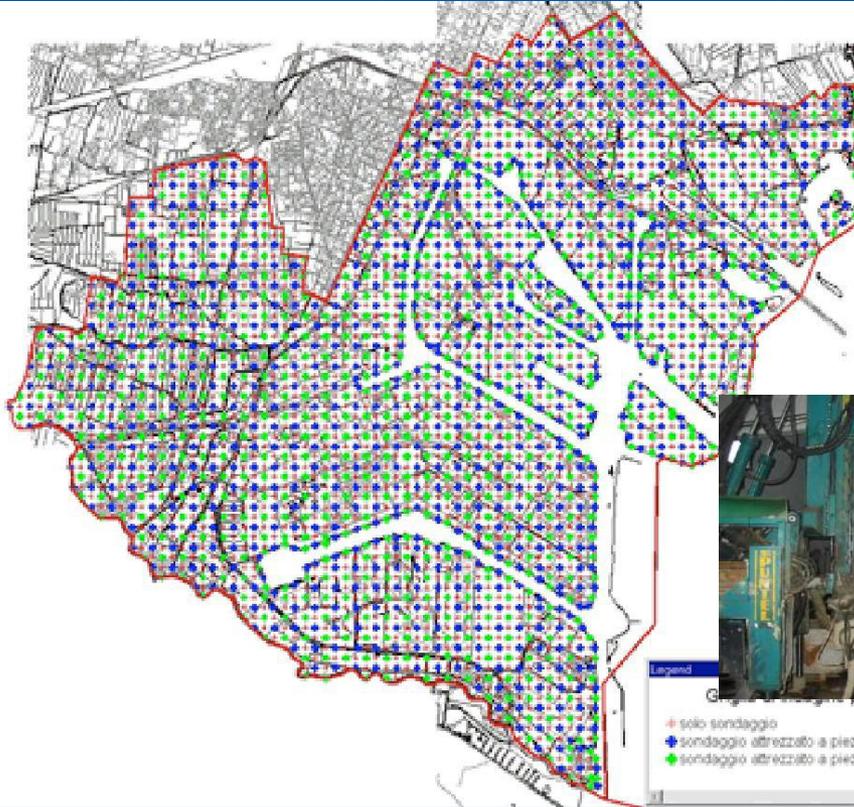
02 dicembre 2022

Figure estratte da: Master Plan per la bonifica dei siti inquinati di porto marghera

# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## CARATTERIZZAZIONE

### La Maglia 50x50 mt



# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## LE BONIFICHE e LE MESSE IN SICUREZZA

Area del SIN	Matrice ambientale	Tecnica di bonifica utilizzata
Tutto il sito	Acque sotterranee	Pump & Treat (*)
Vecchio Petrochimico	Terreno	Multiphase extraction (MPE) (**) Electro Chemical Reduction (ECRT) (***) In situ Chemical Oxidation (ISCO) (****)
Nuovo Petrochimico	Terreno	Scotico superficiale ed impermeabilizzazione (MPE, ISCO, MISP)
Malcontenta C	Terreno	MISP
Moranzani B	Terreno	MISP
Ausidet	Terreno	MISP

### Legenda

(\*) **Pump & Treat**: le acque sotterranee inquinate vengono pompate e trattate prima del loro scarico (trattamento chimico-fisico).

(\*\*) **Multi Phase Extraction (MPE)**: tecnologia di bonifica che permette di rimuovere in situ simultaneamente i contaminanti presenti nella zona insatura e nella zona satura del terreno. Mediante una serie di pozzi, a cui è applicato un sistema da vuoto, vengono estratti sia l'acqua di falda sia i vapori presenti nell'insaturo. L'applicazione del vuoto provoca un abbassamento della falda e, di fatto, aumenta lo spessore della zona insatura dalla quale possono essere vaporizzati i contaminanti. In questo modo, la velocità di bonifica della falda viene aumentata poiché i contaminanti sono rimossi sia in fase acquosa sia in fase vapore.

(\*\*\*) **Electrochemical Remediation Technology (ECRT)**: la geo-ossidazione elettrochimica (ECRT) è una tecnologia che impiega un basso valore di corrente continua che viene applicata al terreno attraverso elettrodi di materiale con opportune caratteristiche conduttive (acciaio, grafite) in modo da stabilire una differenza di potenziale elettrico. Immettendo la corrente elettrica nel terreno, le particelle del suolo si polarizzano e sviluppano proprietà elettriche simili ad un condensatore. Quando tali particelle rilasciano l'elettricità, l'energia che si produce genera reazioni redox che consentono la decomposizione dei contaminanti organici e favoriscono la mobilizzazione dei metalli.

(\*\*\*\*) **ISCO In situ Chemical Oxidation**: L'ossidazione chimica in situ (ISCO) è basata sull'iniezione di sostanze chimiche ossidanti, nella zona sorgente della contaminazione o nel plume affinché reagiscano con sostanze inquinanti per trasformarle in composti meno tossici. Le sostanze ossidanti che, in presenza o meno di catalizzatori, vengono solitamente iniettate sono il perossido di idrogeno, il permanganato di potassio e l'ozono.

# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## Tecniche di bonifica nel SIN di Porto Marghera



02 dicembre 2022

ROVERETO

(Fonte: Archivio ARPAV, 2013)

# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## Le Messe in sicurezza permanenti (MISP)



# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## Tecniche di messa in sicurezza nel SIN di Porto Marghera





# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

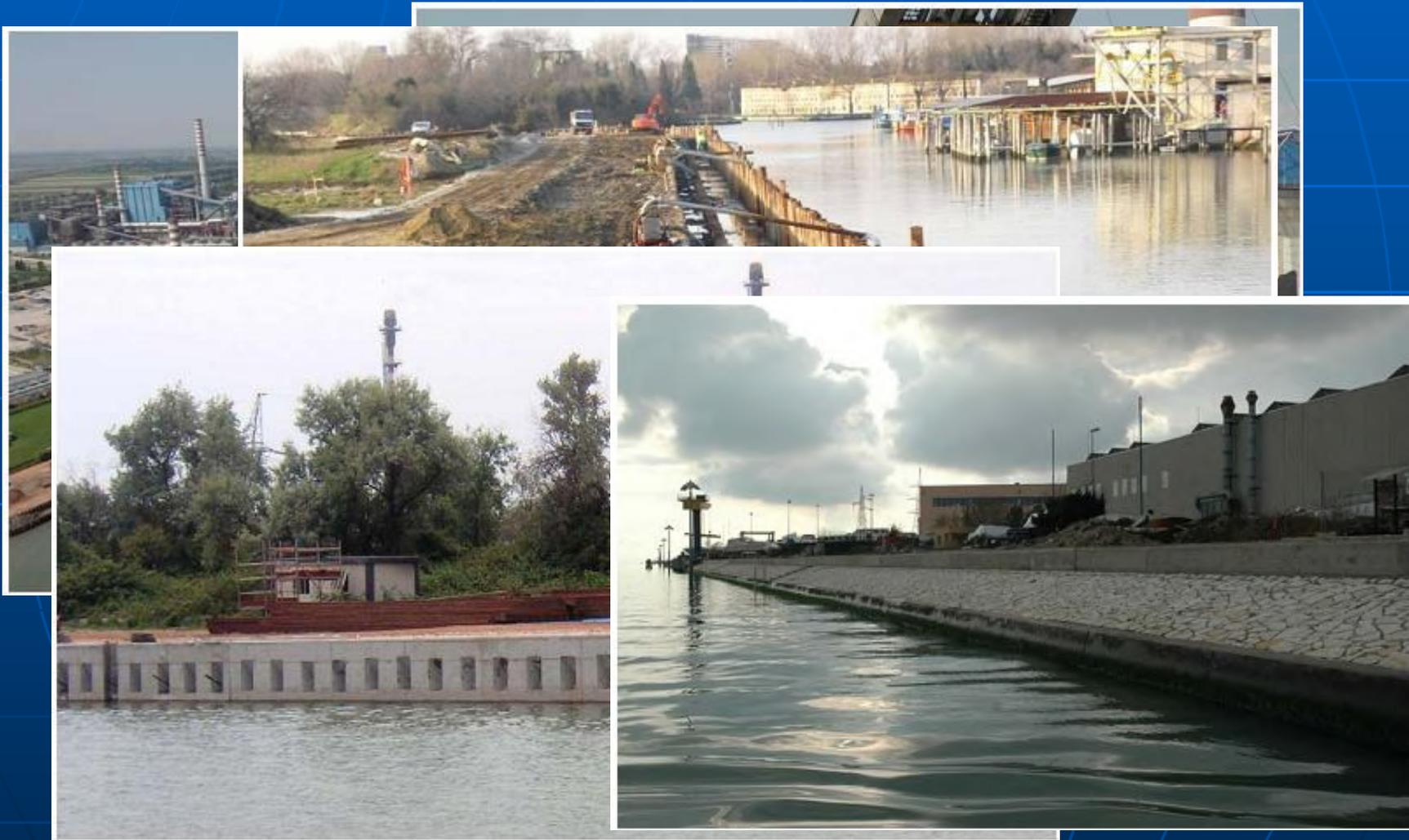
## *L'esempio del Marginamento del Canale Industriale Sud*



ROVERETO

# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## Esempi di marginamento

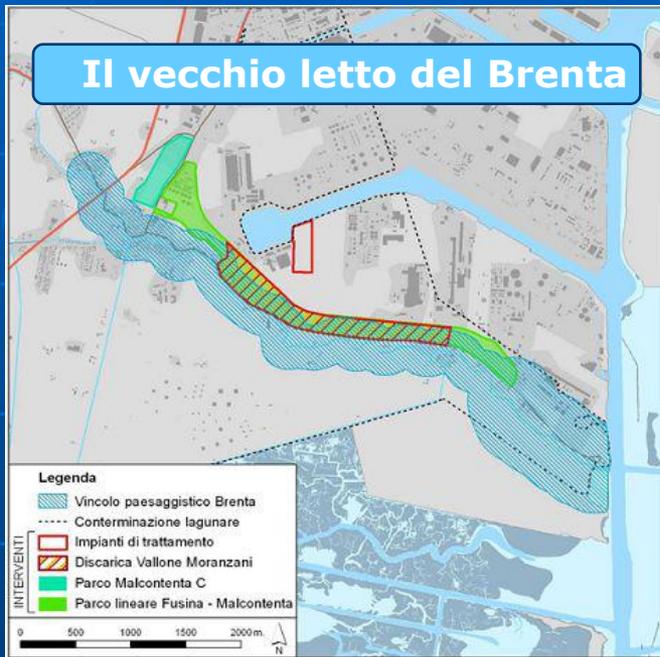




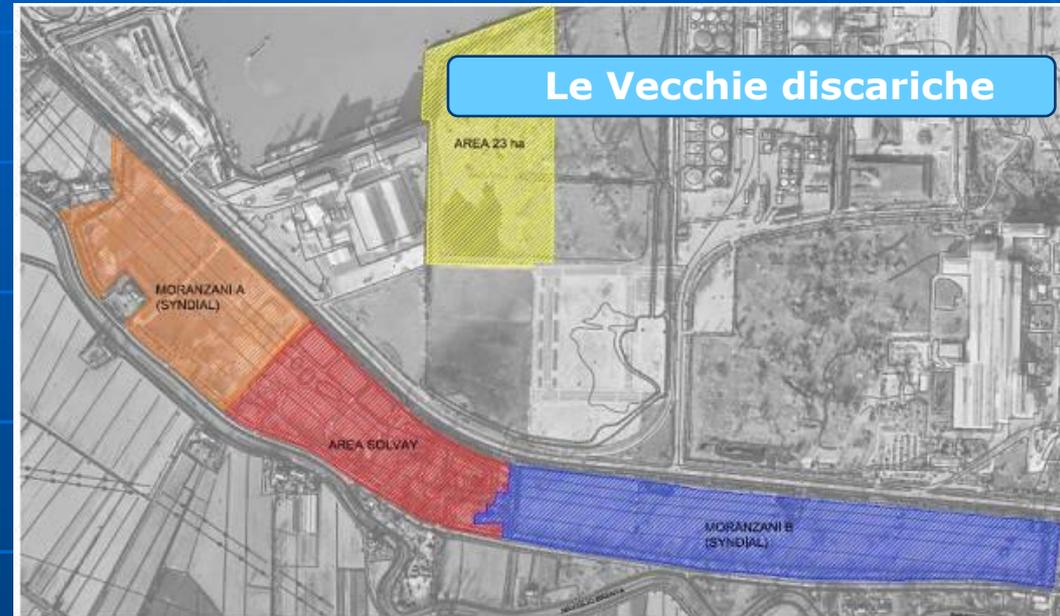
# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

## Il Vallone Moranzani

### Il vecchio letto del Brenta



### Le Vecchie discariche



### Lo stato attuale



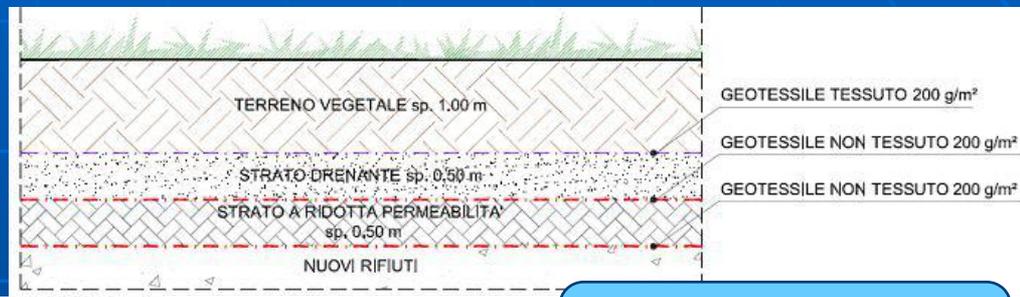
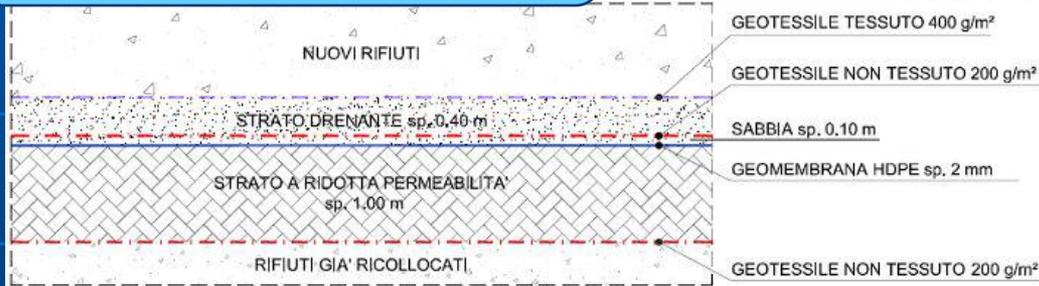
### Post Intervento



# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera

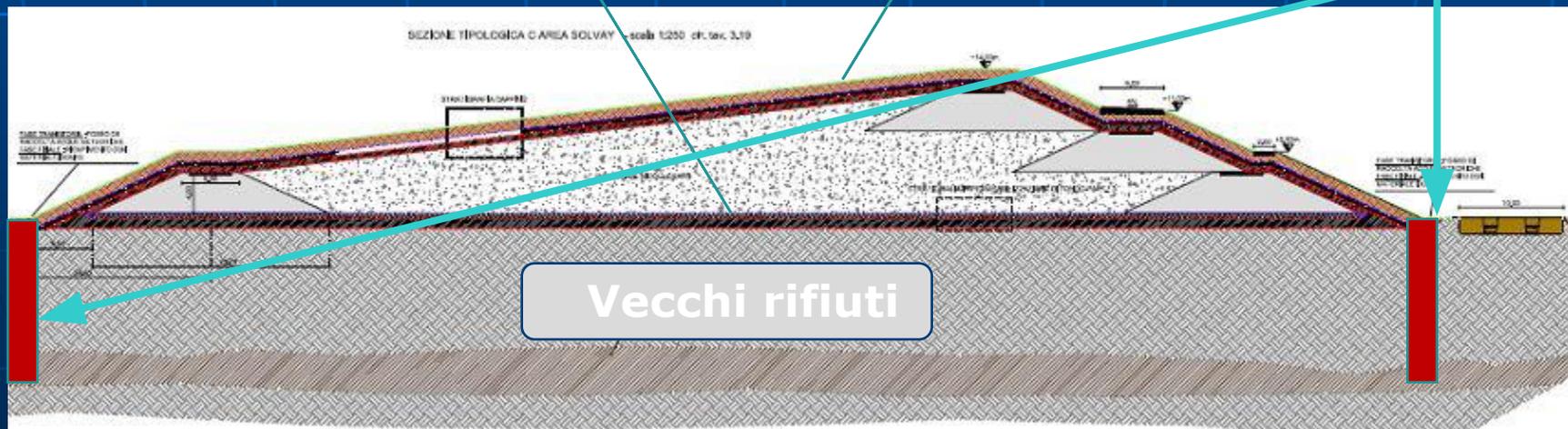
## Il Vallone Moranzani – La MISP e la Nuova Discarica

La Barriera di fondo e perimetrale



La Copertura Finale

I diaframmi

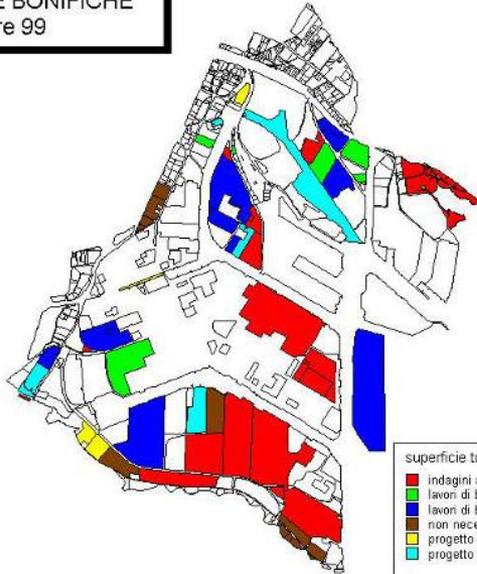


# SIN Porto Marghera

## Stato attuazione bonifiche nel SIN di Porto

PORTO MARGHERA  
SITUAZIONE BONIFICHE  
dicembre 99

1999

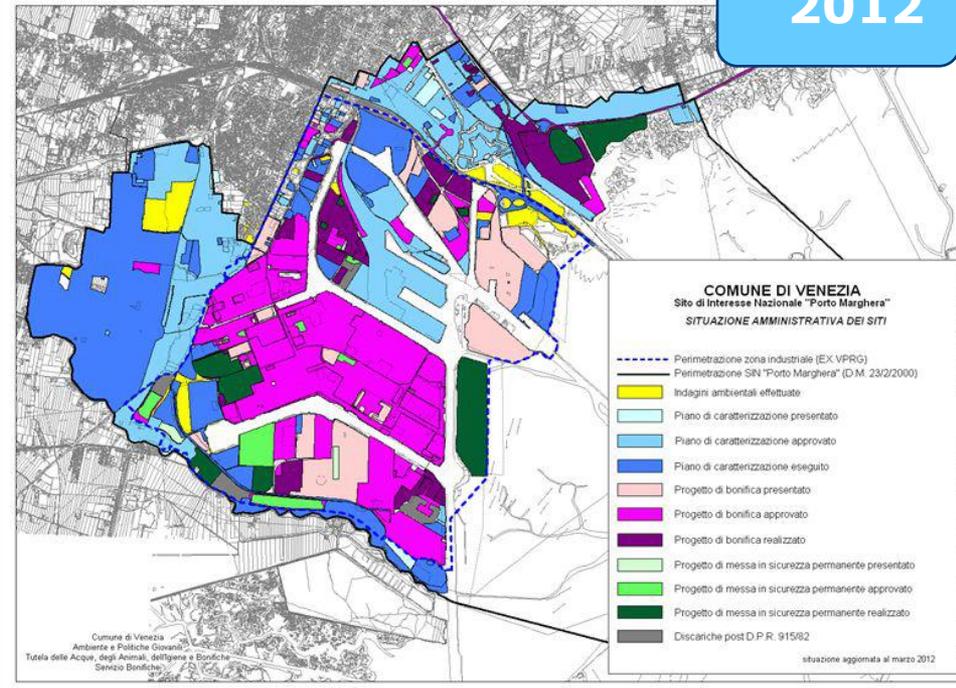


superficie tot delle aree considerate: 678 ha c.a

■ indagini ambientali in corso (304,5 ha = 45%)	(13)
■ lavori di bonifica avviati (51 ha = 7,5%)	(7)
■ lavori di bonifica realizzati (187 ha = 27,5%)	(9)
■ non necessita di intervento (49,5 ha = 7,3%)	(5)
■ progetto di bonifica approvato (17 ha = 2,5%)	(3)
■ progetto di bonifica presentato (69 ha = 10,2%)	(6)

SIA - SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE AMBIENTALE  
COMUNE DI VENEZIA

2012

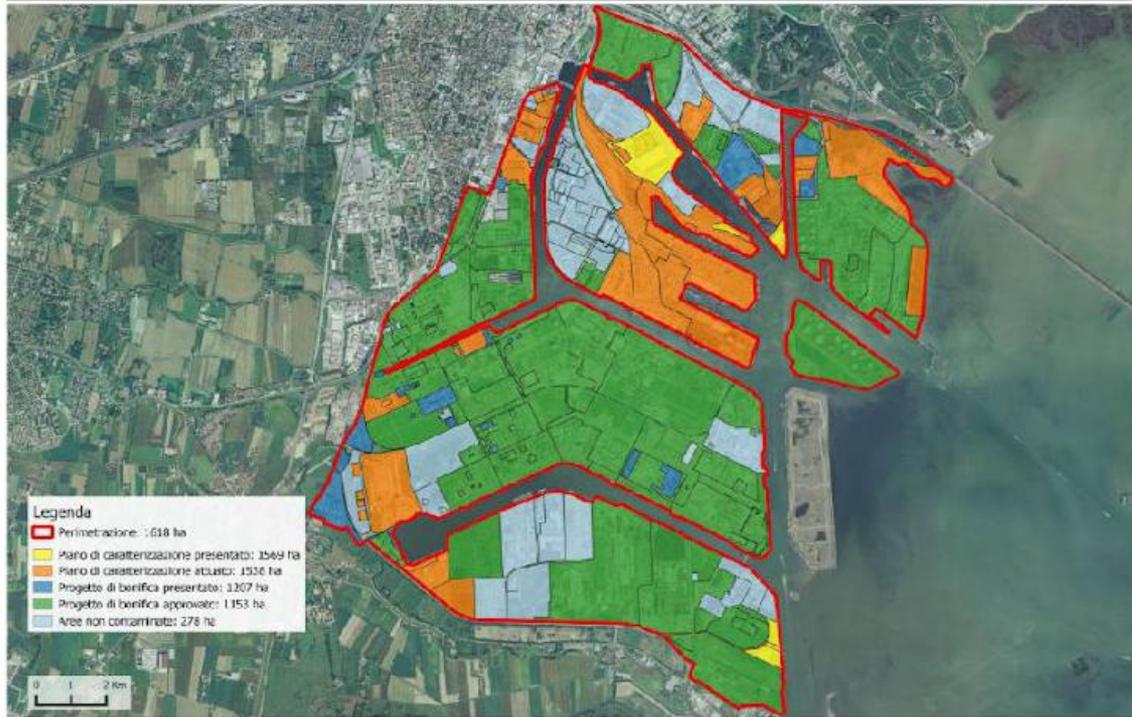


# MASTER PLAN - SIN Porto Marghera



Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare  
Dipartimento Nazionale per il Risparmio Energetico

Sito di Interesse Nazionale di: Venezia Porto Marghera  
Stato delle procedure per la bonifica dei terreni - Maggio 2021



Sito di Interesse Nazionale di: Venezia Porto Marghera  
Stato delle procedure per la bonifica della falda - Maggio 2021



Convegno tra geologia e geofisica 2022

XVIII Workshop di Geofisica

‘Geofisica e geognostica per la bonifica ambientale’

**Grazie per l'attenzione**

**Dott. Geol. Leonardo Mason**

Rovereto, 02/12/2022