

## **6. IL QUADRO CONOSCITIVO**

Nel seguito sono illustrati gli elementi salienti del Quadro Conoscitivo sviluppato a supporto della definizione del Piano degli Interventi. La trattazione estesa degli elementi che costituiscono il Quadro Conoscitivo è contenuta in una apposita Appendice (Appendice 1) al Master Plan.

Come specificato nella descrizione dell'approccio metodologico adottato per la redazione del Master Plan (cfr. capitolo 4), il Quadro Conoscitivo si compone di quattro elementi:

- il quadro programmatico e normativo;
- il quadro ambientale;
- il quadro degli interventi programmati o in atto;
- il quadro delle risorse disponibili.

E' importante precisare come il quadro delle conoscenze a cui si fa riferimento in forma sintetica in queste pagine ed in modo diffuso nella relativa Appendice, risulta esaustivo ed idoneo all'individuazione delle strategie di intervento e quindi allo sviluppo delle attività da realizzare, con particolare riferimento alle aree dell'Accordo per la Chimica.

Esso dovrà invece essere ulteriormente precisato localmente per procedere alla progettazione dei singoli interventi di bonifica.

### **6.1. Quadro programmatico e normativo**

Il quadro programmatico e normativo definisce gli aspetti legislativi locali o nazionali di riferimento, gli aspetti programmatici e settoriali e le principali competenze che insistono sull'area in esame. Tale quadro permette quindi di costruire il contesto di riferimento per il Master Plan e l'interfaccia con la pianificazione e programmazione di altri settori ed elementi territoriali più o meno esplicitamente connessi al risanamento ambientale dell'area industriale di Porto Marghera.

#### **6.1.1. Gli strumenti di pianificazione vigenti**

Il massimo strumento di governo del territorio a scala regionale è il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento, che in Veneto è in vigore dal dicembre 1991. L'articolazione delle azioni specifiche del PTRC viene effettuata attraverso la redazione di piani di settore e piani d'area.

Elementi di orientamento e di prescrizione rilevanti per l'ambito di Porto Marghera sono contenuti nella variante al Piano di Area della Laguna e dell'Area Veneziana - PALAV – in vigore dall'ottobre 1999. Nel PALAV l'area industriale di Porto Marghera non è più identificata come luogo centrale delle attività industriali della regione ma rimane pur sempre un elemento “forte” di caratterizzazione del territorio. Nel Piano si sottolinea con vigore la necessità di preservare e sviluppare le peculiarità positive del sito stesso, quali la dotazione infrastrutturale, la vocazione portuale e l'autonomia funzionale, nell'intento di conservarne il valore economico-produttivo.

Altro piano d'area rilevante per Porto Marghera è il "Piano Direttore 2000" della Regione Veneto per la prevenzione dell'inquinamento e il risanamento delle acque del bacino idrografico immediatamente sversante nella laguna di Venezia. Per l'ambito in oggetto l'azione primaria prevista dal Piano è il "Progetto Integrato Fusina", che prevede l'ampliamento della rete di collettamento dei reflui civili ed industriali, il potenziamento dell'impianto di depurazione - anche mediante l'introduzione di uno stadio finale di finissaggio attraverso fitodepurazione - e un'analisi della migliore collocazione del punto di scarico finale.

Ad un livello subordinato ai piani d'area è il Piano Territoriale Provinciale della Provincia di Venezia, tuttora in esame presso la commissione tecnica regionale. Nel PTP si ritrovano indicazioni analoghe al PALAV, quali l'opportunità dello sviluppo e della centralizzazione delle attività portuali e la necessità di valorizzare i legami tra sistemi produttivi locali ed infrastrutture.

Il livello di pianificazione più prossimo all'estensione territoriale amministrativa di Porto Marghera è la Variante di Piano Regolatore Generale, approvata dalla Giunta Regionale nel Febbraio del 1999, con Delibera numero 350.

L'Amministrazione Comunale ha ritenuto di puntare ancora sulla vocazione produttiva dell'area, migliorandone la dotazione di infrastrutture, con interventi sulla rete e sulle modalità dei trasporti, e gestendo occupazione e destinazione d'uso dei suoli nella duplice ottica di tutela dell'ambiente e crescita economica. Nella Variante si sottolinea che la riqualificazione di Porto Marghera non può prescindere dalla valorizzazione delle attività produttive, sia terziarie che industriali, e dallo sviluppo della funzione logistica - portuale.

Altro attore nelle trasformazioni nell'area di Porto Marghera è l'Autorità Portuale di Venezia: tutte le operazioni all'interno dell'area di competenza sono definite dal Piano Regolatore Portuale. Nel 1999 l'Autorità Portuale ha dato il via ad un rinnovo del Piano Regolatore Portuale, articolato per varianti, in modo da poter meglio affrontare le specificità di ogni ambito. Il primo sotto-piano ad essere sviluppato è stato quello della sezione Porto Marghera. L'impostazione degli interventi privilegia il criterio del riuso delle aree dismesse e della razionalizzazione ed infrastrutturazione di quelle già occupate, senza ulteriore consumo di suolo.

#### 6.1.2. Il quadro legislativo nazionale

Il Decreto Legislativo 152/99, integrato dal Decreto Legislativo 258/00, è la normativa quadro in materia di acque, che recepisce le direttive europee 91/271 e 91/676 e riordina il complesso di tutte le disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento. Nel 2000 il Parlamento Europeo ha emanato la Direttiva 2000/60/CE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. I contenuti della legislazione vigente in Italia sono in linea con quanto previsto dalla Direttiva, la quale è stata integrata con un elenco di sostanze pericolose prioritarie, attualmente in fase di riesame, per le quali si prevede di arrestare o eliminare gradualmente gli scarichi, le emissioni e le perdite nell'arco di venti anni. Recentemente, attraverso il D.M. 367/03, sono stati definiti gli standard di qualità per acque e sedimenti relativamente alle sostanze pericolose prioritarie ed altre sostanze, da raggiungere, nel caso delle acque, entro il 2008 (traguardo intermedio) ed entro il 2015 (traguardo finale).

La legislazione quadro in materia di gestione dei rifiuti è costituita dal Decreto Legislativo 22/97 – “Decreto Ronchi”, che ha dato attuazione alle Direttive 91/156/CE, 91/689/CE e 94/62/CE. L’articolo 17 del Decreto Legislativo rimandava alla definizione di un opportuno regolamento esplicativo per i provvedimenti necessari in materia. Inoltre, l’articolo 18, comma 1 *n*, afferma che spetta allo Stato “la determinazione (...) dei criteri generali e degli standard di bonifica dei siti inquinati, nonché la determinazione dei criteri per individuare gli interventi che rivestono interesse nazionale”.

La legge 426/98 sui “Nuovi interventi in campo ambientale” fa, appunto, riferimento all’articolo 18 del 22/97, individuando un primo gruppo di Siti Inquinati di interesse nazionale - fra tali aree è compresa quella di Porto Marghera – e disponendo anche, in relazione ad essi, la redazione di un Programma Nazionale di Bonifica e Ripristino Ambientale dei Siti Inquinati, nel quale individuare “gli interventi prioritari, i soggetti beneficiari, i criteri di finanziamento dei singoli interventi e le modalità di trasferimento delle risorse”. Tale Programma è stato emanato con Decreto Ministeriale 468 del 18 Settembre 2001 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 16 Gennaio 2002; in esso, oltre allo schema di assegnazione delle risorse ad oggi disponibili per la bonifica, messa in sicurezza e ripristino ambientale (cfr. par. 6.4), sono contenute anche schede descrittive sui singoli siti interessati dal Programma stesso.

Il Decreto Ministeriale 471/99 è invece stato emanato in attuazione dell’articolo 17 del Decreto Legislativo 22/97 ed è un “Regolamento recante criteri, procedure, modalità per la messa in sicurezza e il ripristino ambientale dei siti inquinati”. Il regolamento detta la precisa definizione di sito inquinato, messa in sicurezza d’emergenza, bonifica, bonifica con misure di sicurezza, ripristino ambientale, messa in sicurezza permanente.

In adeguamento alla normativa comunitaria (Direttiva 1999/31/CE) è stato recentemente emanato il d.l.vo n.36 del 13 gennaio 2003 in tema di discariche per lo smaltimento dei rifiuti ed il successivo d.m. 13/03/2003, che definisce i criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica.

L’emanazione del Decreto del Presidente della Repubblica 203 del 1988 ha segnato la definizione di una legge quadro in materia di qualità dell’aria in relazione a specifici agenti inquinanti e di controllo delle emissioni prodotte da impianti industriali e da impianti termici inseriti in un ciclo di produzione industriale. Il DPR è stato integrato con Regolamenti e Decreti attuativi; il più importante tra essi è il DM 12 Luglio 1990, che definisce le linee guida per il contenimento delle emissioni di sostanze inquinanti dagli impianti industriali e fissa i valori minimi, in taluni casi anche in relazione alla tipologia di attività. Tali valori sono indicati per concentrazione, flusso di massa e fattore di emissione.

A complemento del DPR 203/88 è intervenuta la normativa sull’inquinamento atmosferico generato dagli impianti per l’incenerimento dei rifiuti. I riferimenti in tale materia sono il DM 503/97 e il DM 124/00, che riguardano rispettivamente le emissioni provocate da incenerimento di rifiuti urbani e speciali, e le emissioni da incenerimento di rifiuti pericolosi.

Limiti più restrittivi ai fumi dei grandi impianti di combustione e riduzioni a tutte le emissioni in atmosfera di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili e

ammoniacca, da qualsiasi fonte provocate, sono previsti da due nuove Direttive Europee, la 2001/80/CE e la 2001/81/CE, che saranno in vigore a partire dal 27 novembre 2002.

#### 6.1.3. Il quadro legislativo per Venezia e gli Accordi per Porto Marghera

##### *I decreti in materia di acque*

Secondo quanto stabilito nella legge 206 del 1995, il Ministro dell'Ambiente, di concerto con il Ministro dei Lavori Pubblici, deve provvedere al costante aggiornamento dei valori limite tabellari, stabiliti nel D.P.R. 962 del 1973, e relativi alla qualità delle acque degli effluenti degli impianti di depurazione che recapitano in laguna di Venezia. Ciò è accaduto con l'emanazione, da parte del Ministero dell'Ambiente, del Decreto del 23 Aprile 1998, nel quale sono stati fissati i nuovi obiettivi di qualità da perseguire nella laguna di Venezia e nei corpi idrici del relativo bacino scolante.

Tale Decreto è stato successivamente ampliato e integrato da altri: il Decreto del 16 Dicembre 1998, che definisce per alcune sostanze il divieto immediato all'immissione in laguna; il Decreto del 9 Febbraio 1999, che fissa i Carichi Massimi Ammissibili di inquinanti recapitabili in laguna; il Decreto del 26 Maggio 1999, che indica i parametri tecnologici di cui tener conto nello sviluppo di progetti di adeguamento degli scarichi, i valori di emissione in acqua delle sostanze vietate, la pericolosità delle sostanze impiegate, la applicabilità dell'analisi costi / benefici alle scelte attuate; il Decreto del 30 Luglio 1999, che fissa i valori limite per gli scarichi industriali e civili che recapitano in laguna e nei corpi idrici del bacino scolante.

Una sentenza della Corte Costituzionale, in seguito a ricorso presentato dalla Regione del Veneto, ha portato sostanziali modifiche a quanto disposto nel D.M. del 23 Aprile 1998, a proposito della titolarità all'individuazione delle migliori tecnologie disponibili per gli impianti di depurazione. La Corte Costituzionale ha stabilito l'illegittimità del punto 6 del Decreto: infatti non spetta allo Stato "definire le migliori tecnologie disponibili da applicare agli impianti esistenti ed approvare i progetti di adeguamento alle migliori tecnologie disponibili da esso individuate", ma bensì alla Regione Veneto.

##### *L'Accordo di Programma per la Chimica a Porto Marghera*

Il 21 ottobre del 1998 Stato, Regione Veneto, Provincia e Comune di Venezia, Autorità Portuale, parti sociali ed aziende hanno siglato un Accordo di Programma per la Chimica a Porto Marghera, approvato poi con DPCM il 12 febbraio 1999.

Il primo obiettivo generale e condiviso dell'Accordo è quello di avviare azioni per il risanamento di terra, acqua ed aria - disinquinamento, bonifica o messa in sicurezza dei siti, riduzione degli scarichi in laguna, riduzione delle emissioni in atmosfera – e per la salvaguardia futura dell'ambiente, garantendo la maggiore sicurezza dei cicli produttivi, la migliore prevenzione dei rischi di incidenti legati alle lavorazioni ed al trasporto di merci pericolose.

Il secondo macro obiettivo è quello della evoluzione verso un modello differente di sviluppo economico. Un ruolo importante è assegnato alle azioni volte alla tutela della risorsa "uomo", in termini di salvaguardia occupazionale e di sicurezza sul lavoro per

gli operatori. A questi interventi si aggiungono quelli per il rafforzamento della competitività e della produttività d'impresa.

Le modifiche intervenute nel panorama normativo nazionale sono state tali che il 15 dicembre 2000 i firmatari dell'accordo hanno ritenuto necessario integrare il testo siglato nell'ottobre del 1998. L'Atto Integrativo all'accordo è stato approvato con DPCM nel novembre 2001 e contiene la definizione dei criteri per l'armonizzazione delle procedure di approvazione dei progetti di investimento, presentati dalle aziende firmatarie, con le direttive relative agli interventi di messa in sicurezza e bonifica dei suoli, dettate dalle leggi 22/97, 426/98 e 471/99, nonché l'individuazione di un Master Plan come strumento per il governo delle attività di bonifica.

## **6.2. Quadro ambientale**

Nel presente documento vengono evidenziati i principali elementi emersi dall'elaborazione del quadro ambientale relativamente alle tematiche più rilevanti in termini di riqualificazione ambientale delle aree contaminate di Porto Marghera, ovvero l'assetto idrogeologico, lo stato di contaminazione dei suoli, la qualità delle acque sotterranee e la qualità di sedimenti e acque lagunari. La trattazione completa ed estesa del quadro ambientale è contenuta in una specifica appendice (Appendice 1) del Master Plan.

### **6.2.1. I modelli concettuali adottati**

Per modello concettuale si intende la rappresentazione, in forma visiva o scritta, degli elementi che identificano il sistema di interesse e delle relazioni che intercorrono tra questi elementi. Un modello concettuale deve permettere di descrivere il sistema in oggetto nella sua interezza e complessità pur mantenendo un livello di semplificazione tale da garantirne la comprensibilità e la capacità di visione di insieme.

Il quadro ambientale è stato sviluppato secondo un modello concettuale basato sull'applicazione al contesto in esame dello schema DPSIR elaborato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, integrato da uno schema concettuale rivolto all'analisi del rischio, relativa in particolare alle problematiche della bonifica dei siti contaminati. Il quadro ambientale non si prefigge esclusivamente lo scopo di analizzare e descrivere gli elementi del sistema (forzanti, pressioni, stati) secondo una serie di parametri significativi, ma anche di analizzare le fonti informative utili alla caratterizzazione del sito di Porto Marghera, con il fine di valutare la consistenza, la qualità e la distribuzione dell'informazione disponibile rispetto alle esigenze di utilizzo, nonché di evidenziare in via preliminare le maggiori carenze informative esistenti, motivandone e finalizzandone la necessità di adeguamento.

### **6.2.2. Il modello DPSIR**

Il modello concettuale per la definizione del quadro ambientale del Master Plan di Marghera è stato elaborato applicando lo schema DPSIR dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, già sperimentato nel contesto dell'ecosistema lagunare veneziano

nell'ambito del Progetto "Orizzonte 2023" completato dal Magistrato alle Acque nell'anno 2000.

Secondo lo schema analitico considerato, il quadro ambientale viene descritto mediante una catena semplificata di informazioni che, partendo dall'analisi delle *forzanti* e delle *pressioni* mediante le quali esse esplicano la loro azione sull'ambiente, giunge a valutare gli effetti sul sistema in esame, cioè sugli *stati*, e i problemi che da questi effetti derivano (gli *impatti*). Il modello è completato dall'individuazione delle *risposte*, cioè delle azioni volte a prevenire, limitare o eliminare gli impatti sul sistema ambientale.

Lo schema DPSIR descritto è stato applicato al contesto specifico di Porto Marghera (Figura 6.2-1), evidenziando peraltro anche le relazioni con le aree circostanti e gli effetti generati da queste sulla qualità dell'ambiente in tali aree. Il modello concettuale sviluppato illustra sia le relazioni verticali tra gli elementi del sistema e sia le relazioni orizzontali a livello di pressioni, stati e impatti.

Le forzanti considerate per lo schema DPSIR di Porto Marghera si suddividono in naturali e antropiche. Le prime includono la piovosità, il vento, le maree e l'assetto idrogeologico. Tra le variabili naturali di carattere meteorologico si è ritenuto nel caso specifico di potere trascurare l'insolazione che di fatto riveste un ruolo primario soprattutto come agente concomitante alla formazione dello smog fotochimico. Le precipitazioni e i venti sono considerate invece forzanti meteorologiche principali. Le prime sono direttamente responsabili del dilavamento dell'atmosfera e quindi del fall-out atmosferico, fenomeno a cui il vento contribuisce influenzando la direzione di deposizione. Vento e precipitazioni contribuiscono a determinare il livello di qualità dell'aria anche in quanto responsabili di condizioni di dispersione o di ristagno degli inquinanti. La marea è una forzante naturale che agisce direttamente sull'idrodinamica dell'ecosistema lagunare (correnti, livello idrico e moto ondoso) e quindi sugli scambi dello stesso con i canali industriali. L'assetto idrogeologico è inserito nello schema a cavallo della separazione tra forzanti naturali ed antropiche, in quanto seppur definito da processi naturali è, nel contesto territoriale in esame, fortemente influenzato da interventi di origine antropica (scavo di canali, perforazioni, scavo di pozzi). Questa forzante – e nello specifico i flussi idrici sotterranei – esplicita la sua azione in particolare sulla qualità delle acque sotterranee e dei suoli.

Le forzanti antropiche che entrano in gioco in questo schema sono prevalentemente legate all'attività industriale e alla produzione di energia, alle quali sono riconducibili una serie di pressioni: emissioni in atmosfera e deposizione atmosferica, scarichi idrici inquinati (identificati nello schema come carichi inquinanti diretti), scarichi delle acque utilizzate nei cicli di raffreddamento degli impianti industriali, incidenti o sversamenti accidentali di sostanze tossiche. Il comparto industriale è responsabile, o quantomeno lo è stato in passato, del forte carico inquinante presente nei sedimenti dei canali industriali che a sua volta agisce come fattore di pressione per la qualità di acque e sedimenti lagunari (nel modello concettuale sviluppato, la qualità delle acque e dei sedimenti dei canali industriali è identificata come stato. È comunque individuata una relazione orizzontale con la qualità delle acque e dei sedimenti delle aree lagunari circostanti, dipendente dalla prima).

Le discariche ed i terreni contaminati sono nello schema considerate come forzanti antropiche in quanto responsabili del trasferimento di inquinanti, tramite i processi di

dilavamento e percolazione (fattori di pressione), verso gli acquiferi, i suoli limitrofi, i canali industriali e le acque lagunari. In questi processi, così come nel trasporto in falda, è fondamentale il ruolo giocato dall'assetto idrogeologico, forzante naturale a cui si è accennato sopra. Le discariche ed i terreni contaminati sono al contempo inquadrabili come fattori di pressione in quanto direttamente responsabili di inquinamenti *hot-spot* localizzati, sia all'interno che all'esterno dell'area industriale propriamente detta.

Seppur non specificamente connesso con la tematica della bonifica dei siti contaminati, il trasporto marittimo petrolifero e commerciale riveste un ruolo primario in un'ottica di inquadramento di sistema delle forzanti in gioco, sia per le conseguenze derivanti dal transito di petroliere e navi di grosse dimensioni all'interno del bacino lagunare (risospensione del sedimento, erosione delle sponde, rilascio di inquinanti nelle acque – questo ultimo fattore di pressione è nello schema incluso nei carichi inquinanti diretti) sia per i rischi connessi al trasporto di merci pericolose che si traducono in pressioni sull'ambiente in termini di incidenti o sversamenti accidentali. Analogamente anche il trasporto terrestre di merci e sostanze pericolose può essere responsabile in seguito ad incidenti o sversamenti accidentali di fenomeni di inquinamento occasionali.

Tra le forzanti antropiche sono stati infine inclusi gli insediamenti urbani che generano, come fattori di pressione, ulteriori carichi inquinanti diretti sul comparto acquico.

A valle delle forzanti individuate, nello schema DPSIR si inseriscono le pressioni, ossia i meccanismi (naturali e antropici) responsabili della variazione degli stati del sistema coinvolto e quindi dei conseguenti impatti.

I carichi inquinanti diretti identificano gli apporti provenienti dal settore industriale, dagli insediamenti urbani e dal trasporto marittimo direttamente incidenti sui corpi idrici del sistema considerato. Nello specifico si fa riferimento agli scarichi di acque reflue di origine industriale e urbana e al rilascio di sostanze inquinanti conseguente al passaggio di petroliere e navi commerciali. Alla generazione dei primi contribuiscono anche i processi di dilavamento e percolazione, identificati nello schema come fattori di pressione a parte, in quanto responsabili del trasferimento di inquinanti verso vari comparti ambientali. Evidenziati a parte nello schema vi sono anche gli scarichi delle acque impiegate nei cicli di raffreddamento che, oltre ad essere responsabili di fenomeni di inquinamento termico (con conseguente rischio ecologico), possono negativamente influenzare la qualità delle acque anche in quanto contenenti composti organoalogenati.

Altro fattore di pressione direttamente riconducibile all'attività industriale e alla produzione di energia sono le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera e il conseguente fenomeno della deposizione atmosferica.

Al trasporto marittimo sono imputabili ulteriori fattori di pressione rilevanti quali il moto ondoso, la risospensione dei sedimenti e l'erosione delle sponde, che giocano un ruolo essenziale, insieme a forzanti naturali quali marea e correnti, negli scambi tra canali industriali e laguna. Questa forzante antropica è inoltre responsabile di inquinamenti occasionali derivanti da incidenti o sversamenti accidentali che possono essere analogamente causati dal trasporto terrestre di merci e sostanze pericolose e dall'attività produttiva in genere.

In quanto forzanti antropiche, le discariche ed i siti contaminati determinano il trasferimento di inquinanti verso vari comparti ambientali (acquiferi, acque e sedimenti

dei canali industriali, suoli, acque e sedimenti delle aree lagunari circostanti) mediante i meccanismi di dilavamento e percolazione. Gli effetti di questi due fattori di pressione (gli apporti di inquinanti) sono rilevanti seppur difficilmente quantificabili.

Analogamente a quanto accade per le pressioni, anche l'analisi degli stati coinvolge varie matrici ambientali: aria (qualità dell'aria), acqua (qualità delle acque dei canali industriali e qualità delle acque delle aree lagunari circostanti), biota (in termini di bioaccumulo e danni sugli organismi derivanti da alterazioni fisiologiche e genetiche e alterazione della struttura delle comunità), sedimenti (qualità dei sedimenti dei canali industriali e qualità dei sedimenti delle aree lagunari circostanti, tessitura e granulometria dei sedimenti), suolo (qualità dei suoli) e sottosuolo (qualità degli acquiferi).

Il modello in figura 6.2-1 rende esplicite le relazioni esistenti tra i fattori di pressione individuati e le condizioni ambientali (gli stati). Nello schema DPSIR elaborato si evidenziano delle particolarità a livello degli stati esaminati. Si è ritenuto importante considerare i parametri "tessitura e granulometria dei sedimenti", in quanto in grado di influenzare significativamente la dispersione dei contaminanti associati alla fase solida verso le aree lagunari circostanti. Al livello di qualità delle acque e dei sedimenti è stata inoltre introdotta una distinzione di carattere territoriale, riferendosi distintamente ai canali industriali e alle aree lagunari circostanti. Pur essendo coinvolte le medesime matrici ambientali, si è ritenuto utile procedere in tale distinzione sia per l'enorme differenza in termini di qualità che le caratterizza e sia perché di fatto la qualità dei canali industriali ha forte peso nel determinare la qualità delle acque e dei sedimenti lagunari.

La qualità degli acquiferi sotterranei e la qualità dei suoli sono entrambe conseguenze del medesimo fattore di pressione (dilavamento e percolazione). Per la qualità dei suoli assume direttamente rilevanza anche la presenza di discariche e terreni contaminati. Come specificato, questi due elementi del sistema sono stati inquadrati nello schema a livello di forzanti antropiche, tuttavia agiscono direttamente anche come fattori di pressione nei confronti della qualità dei suoli.

A valle degli stati, nel modello concettuale sono stati evidenziati gli impatti che risultano dalla loro modificazione e dall'interazione degli effetti di diversi fattori di pressione.

La contaminazione dell'area industriale è indubbiamente l'impatto più evidente dovuto ai processi sopra menzionati e deriva dall'alterazione della qualità delle principali matrici ambientali identificate a livello di stati: suolo, acque sotterranee, acque e sedimenti di canali industriali e biota. Il livello di contaminazione dell'area industriale si manifesta palesemente anche in termini di numero ed estensione delle aree contaminate da sottoporre ad interventi di bonifica e risanamento. La contaminazione dell'area industriale agisce come causa rilevante della contaminazione delle aree circostanti, ed in modo particolare della porzione di laguna prospiciente l'area di Porto Marghera.

In una logica consequenziale, all'inquinamento dei canali industriali e delle aree lagunari prossime a Porto Marghera corrisponde un rischio ecologico per le medesime, che si esplicita tra l'altro in termini di riduzione della biodiversità delle zone impattate,



di danno genetico e fisiologico degli organismi e di alterazione della struttura delle comunità biologiche.

Altro impatto rilevante nel contesto dell'analisi di sistema dell'area industriale di Porto Marghera è il rischio per la salute umana, derivante da inalazione di sostanze inquinanti, contatto diretto con sostanze tossiche e ingestione di organismi contaminati. Il rischio dovuto al meccanismo di inalazione è una diretta conseguenza dell'interazione con sostanze chimiche presenti in aria e trasportate dagli agenti atmosferici. Relativamente al rischio derivante dall'ingestione di organismi contaminati vale la pena evidenziare che la laguna costituisce nel complesso una risorsa notevole per le attività alieutiche, ed in particolare per la pesca di molluschi. Nel caso specifico dei canali industriali le vie di trasferimento dai sedimenti all'uomo, attraverso le acque e la catena alimentare, sono sostanzialmente inibite dalla elevata povertà di attività biotica in tali sistemi. Al contrario la contaminazione diretta o indiretta dei sedimenti e delle acque dell'area lagunare più ampia può costituire una via di trasferimento rilevante per bioaccumulo e biomagnificazione lungo la catena alimentare.

Nello schema sono infine inclusi tra gli impatti il rischio di incidente rilevante e il degrado del paesaggio. Si tratta di impatti che non sono esclusivamente conseguenza dei processi specifici in questione, ossia la contaminazione dell'area industriale e delle aree circostanti, ma che dipendono da altri fattori come la presenza rispettivamente di produzioni industriali particolari e degli impianti produttivi. Tuttavia si ritiene opportuno evidenziarne le connessioni a livello di modello con gli altri elementi in gioco al fine di garantire la visione di sistema necessaria all'individuazione e pianificazione degli interventi di risanamento dell'area industriale di Porto Marghera.

L'ultimo elemento dello schema DPSIR è rappresentato dalle risposte e quindi dalle categorie di azioni che possono essere intraprese per eliminare o ridurre gli impatti identificati. È oggetto dei capitoli successivi del Master Plan l'identificazione di tali azioni e nello specifico degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza dei siti contaminati da realizzare. Tali interventi agiscono direttamente su alcune delle forzanti antropiche individuate nel modello - discariche e terreni contaminati - e sui fattori di pressione da esse determinati.

Nello schema, a titolo esemplificativo, sono state individuate altre azioni che direttamente interessano le tematiche oggetto del Master Plan o che riguardano altri settori indirettamente ad esse collegati. Alcune delle azioni evidenziate agiscono a livello di forzanti come gli interventi sui processi produttivi, gli interventi sul trasporto marittimo e l'implementazione di sistemi di sicurezza nel trasporto di sostanze pericolose. Altre azioni, quali la riduzione delle emissioni in atmosfera, la riduzione dei carichi direttamente versati in laguna e i marginamenti dei canali industriali, agiscono invece direttamente su fattori di pressione. Il dragaggio dei canali industriali interviene a livello di stato in quanto interessa direttamente la qualità dei sedimenti di questi sistemi. Val la pena nuovamente sottolineare come la qualità dei canali industriali agisca come fattore di pressione per la qualità delle aree lagunari circostanti. Vi sono infine tipologie di intervento che di fatto agiscono contemporaneamente su più livelli a seconda della modalità con cui vengono realizzate. È questo il caso dei sistemi di monitoraggio che possono per esempio essere realizzati al fine di valutare gli effetti di dilavamento e percolazione (pressione) o direttamente la qualità delle acque sotterranee (stato).

Tutti gli elementi principali messi in luce dal modello concettuale sopra descritto sono stati trattati in maniera estesa, rispetto agli obiettivi specifici del lavoro, nel Quadro Conoscitivo del Master Plan.

#### 6.2.3. Il modello concettuale per l'analisi di rischio

Lo schema DPSIR prima descritto è integrato da un modello concettuale preliminare di analisi del rischio finalizzata alla bonifica dell'area di Porto Marghera.

L'analisi di rischio ha trovato ampia applicazione per stabilire obiettivi di qualità e definire strategie di controllo in vari settori della politica ambientale, ed in particolare costituisce una prassi consolidata nel campo della bonifica dei siti contaminati (US-EPA 1989; ASTM, 1995; UNICHIM, 1997; Ferguson, 1998; CLARINET, 2001) ed è richiesta per interventi di bonifica con misure di sicurezza dalla vigente normativa italiana (D.M. 471/99).

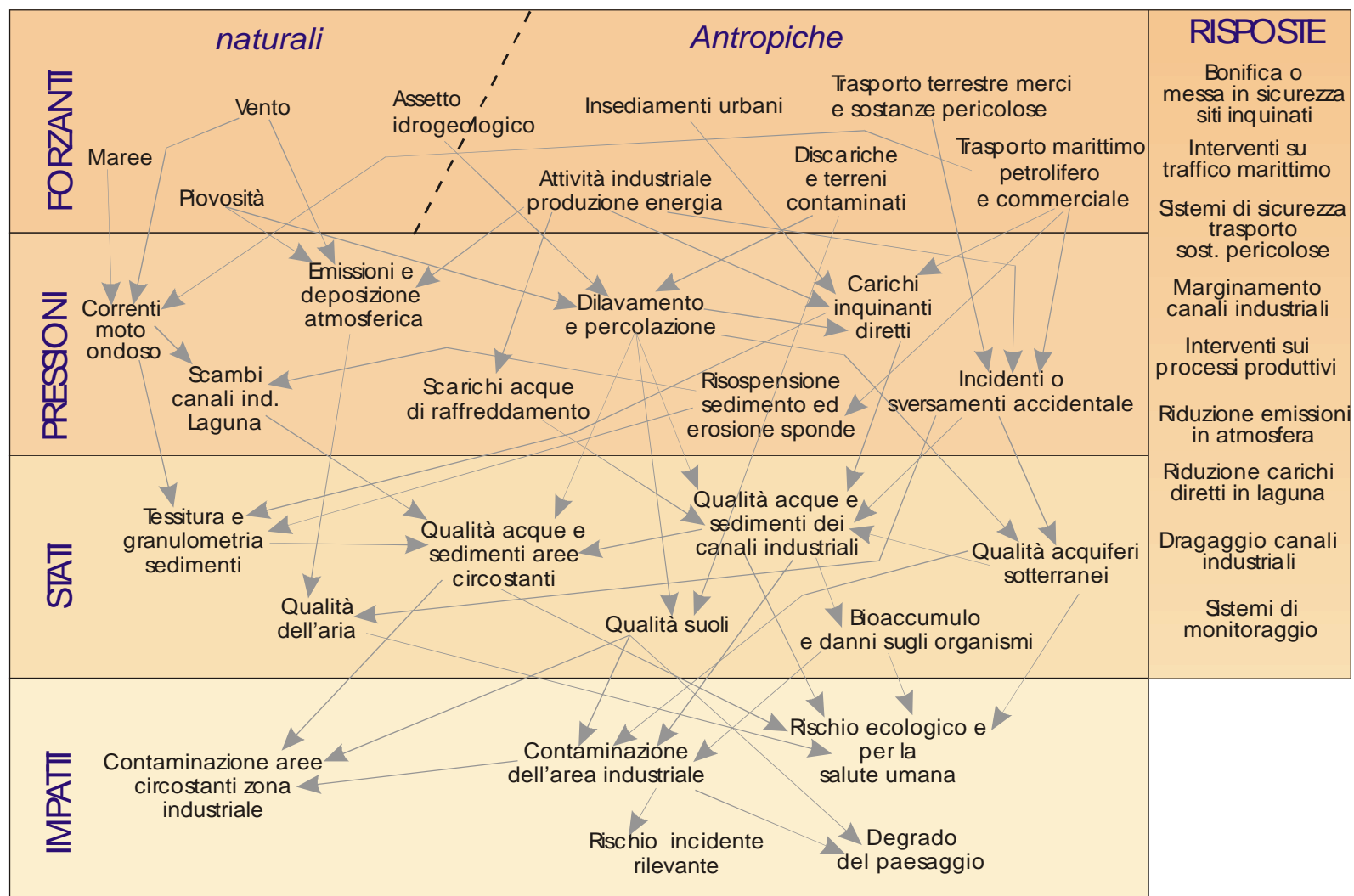
Lo schema analitico fondamentale dell'analisi di rischio applicata ai siti contaminati consiste nella identificazione delle sorgenti di contaminanti, dei recettori umani e ambientali sensibili e dei percorsi attraverso cui tali recettori possono essere esposti ai contaminanti. Tale schema permette di identificare interventi atti alla riduzione della sorgente di rischio o dell'esposizione complessiva, secondo una strategia di riduzione del rischio effettivo per la salute umana e per l'ambiente.

L'analisi delle informazioni disponibili sul sito secondo lo schema sorgente-percorso-recettore porta alla definizione di un *Modello Concettuale del sito*.

Il Modello Concettuale quindi, costituisce una sintesi delle informazioni di natura storica, chimica, geologica e idrogeologica al fine di individuare le caratteristiche idrogeologiche e geostratigrafiche dell'area contaminata, indicare la natura e l'entità della contaminazione, oltre naturalmente a identificare i bersagli attuali e potenziali dell'inquinamento.

Lo stesso modello concettuale costituisce anche la base per una analisi del rischio quantitativa e sito-specifica, che permette la definizione di obiettivi di qualità per suoli ed acque sotterranee e la prioritizzazione di diversi interventi utili alla riduzione del rischio per la salute dell'uomo e per l'ambiente.

Ai fini del Master Plan di Porto Marghera, è stato definito un modello concettuale che indica caratteristiche comuni all'intera area, in seguito denominato Modello Concettuale Generale. Tale modello generale non considera specificità e peculiarità locali. Inoltre, il modello è stato definito sulla base delle informazioni relative alle aree caratterizzate e non può ritenersi pienamente rappresentativo dell'intero sito d'interesse nazionale. Tale Modello Concettuale Generale, quindi, è risultato utile per definire strategie di intervento sull'area caratterizzata. La definizione delle specifiche tecniche degli interventi richiede invece un modello concettuale di dettaglio, funzionale ad analisi di rischio sito-specifiche.

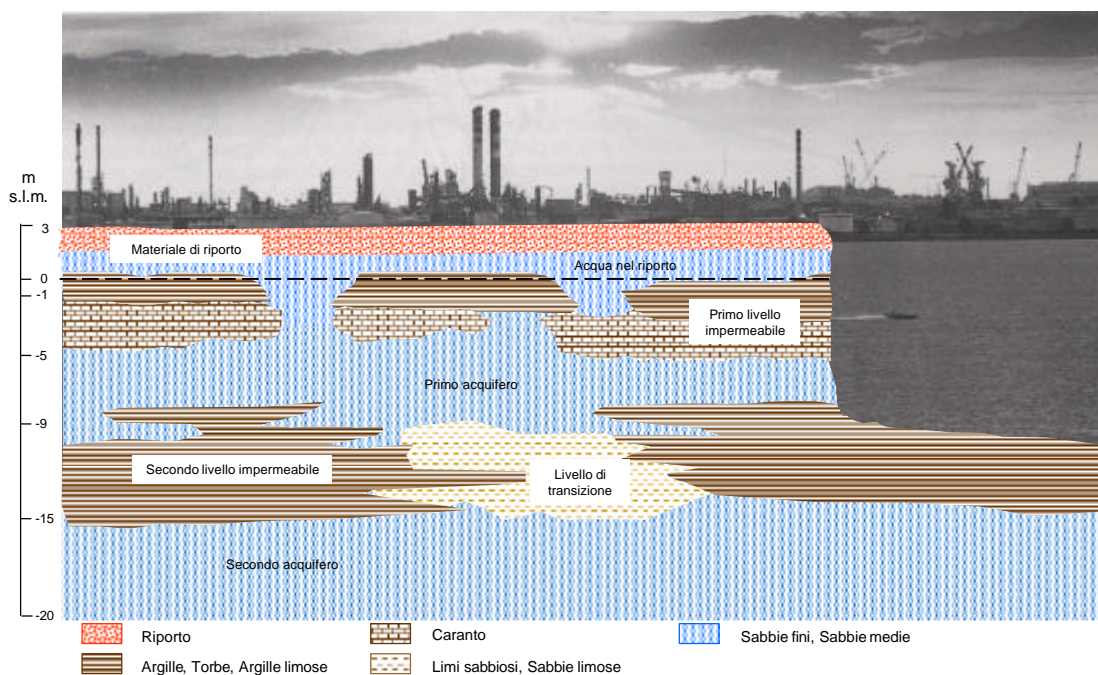


**Figura 6.2-1 Modello concettuale di Porto Marghera, secondo DPSIR (Agenzia Europea per l'Ambiente).**

Il Modello Concettuale Generale di Porto Marghera è stato articolato in tre modelli rappresentativi rispettivamente degli aspetti (1) geologici e idrogeologici, (2) della contaminazione, (3) dell'esposizione.

### *Modello geologico e idrogeologico*

Il modello geologico e idrogeologico, formulato sulla base dell'analisi riportata in sintesi al paragrafo 6.2.4 e più in dettaglio in Appendice 1, è presentato in figura 6.2-2. Tale modello è stato elaborato soprattutto sulla base delle informazioni relative alla 2° zona industriale di Porto Marghera e in particolare alle aree denominate Penisola della Chimica, area Petroli e Macroarea sud (Fusina) (cfr. figura 5-2).



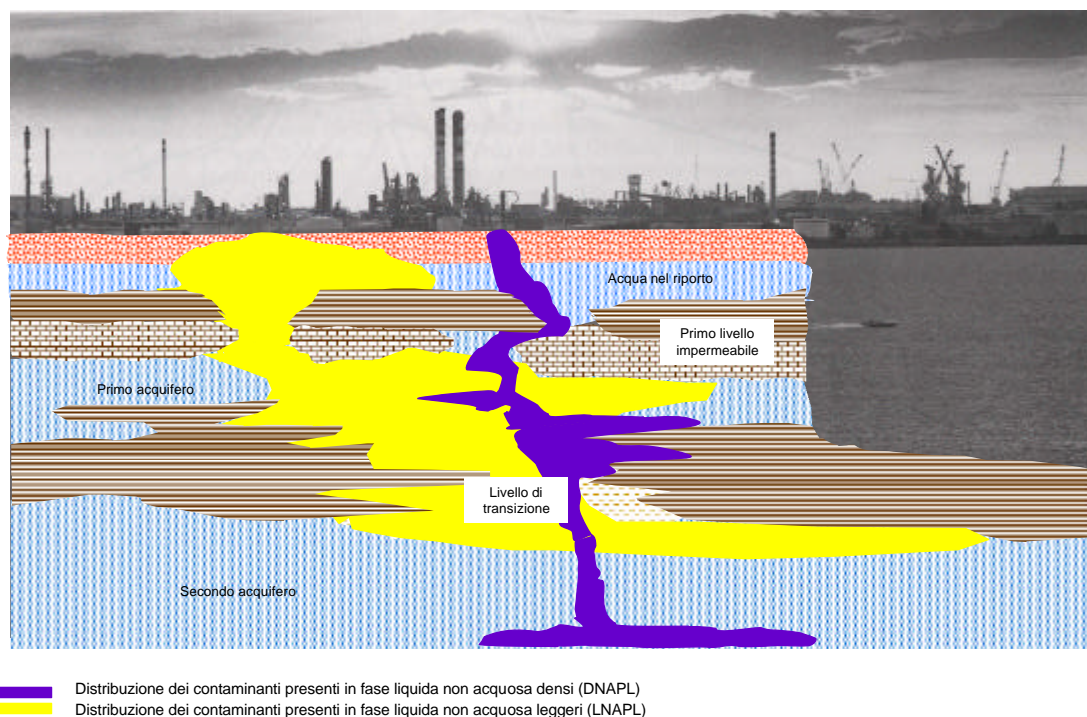
**Figura 6.2-2 Modello geologico ed idrogeologico.**

### *Modello della contaminazione*

Analogamente al caso precedente, il modello è stato formulato sulla base dell'analisi riportata in sintesi i paragrafi 6.2.5 e 6.2.6 e più in dettaglio in Appendice 1, ed è presentato in figura 6.2-3.

Le sorgenti della contaminazione possono essere differenziate in primarie e secondarie. Le sorgenti primarie sono rappresentate dall'elemento che è causa di inquinamento, mentre quelle secondarie sono identificate con gli elementi soggetti alla contaminazione diretta, che a loro volta diventano fattori di trasferimento degli inquinanti verso altri comparti ambientali o verso i bersagli.

Nell'area di Porto Marghera sono identificabili tre sorgenti primarie della contaminazione. La prima sorgente è il terreno di riporto contaminato (Diagramma 1) ed è connessa alla contaminazione storica dell'area. Altre sorgenti primarie sono gli scarichi industriali e urbani relativi alle attività attualmente presenti nel sito (Diagramma 2). Le sorgenti secondarie sono invece gli acquiferi, i sedimenti dei canali industriali e i sedimenti lagunari (Diagramma 1).



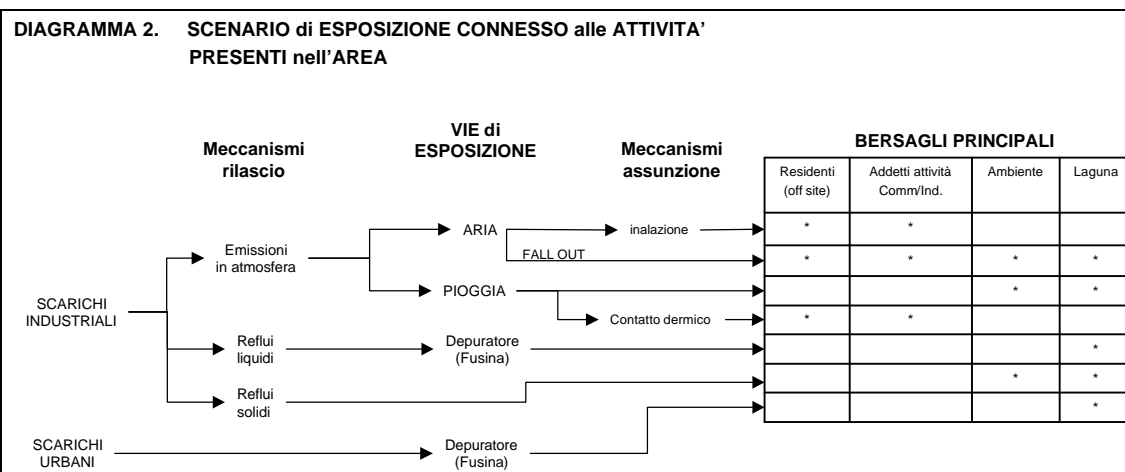
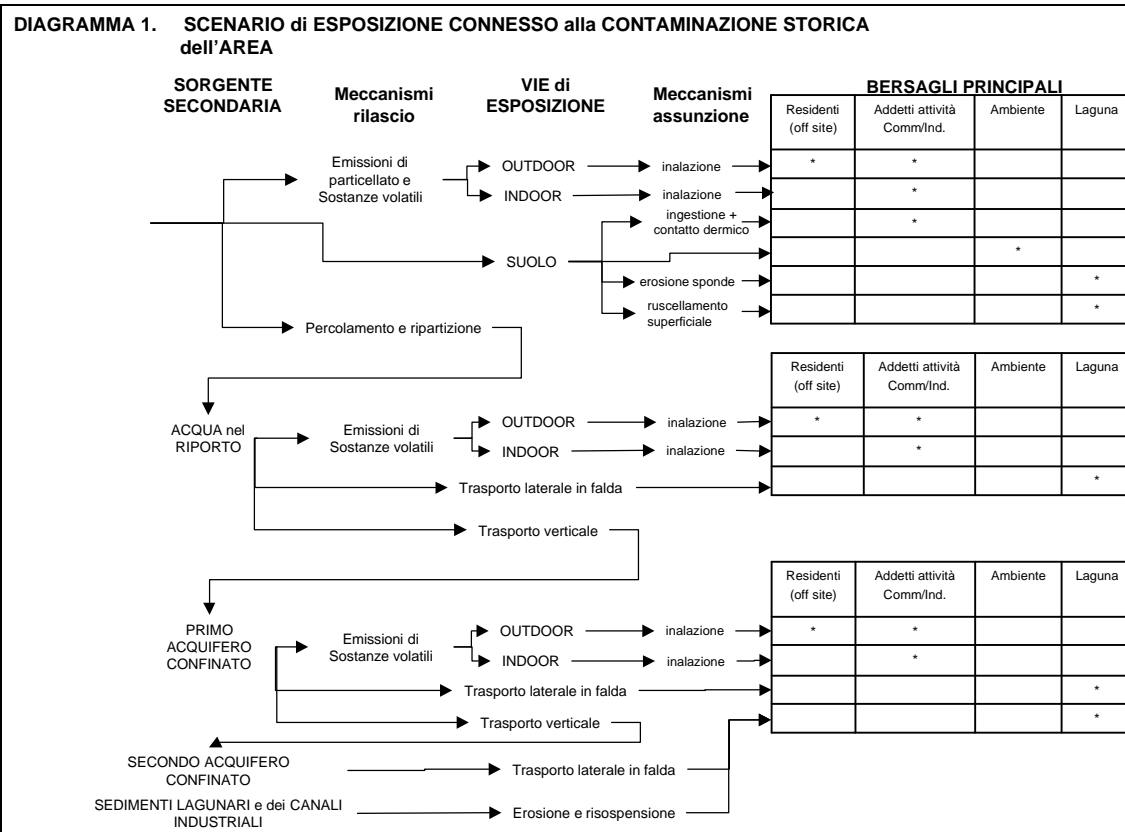
**Figura 6.2-3 Modello della contaminazione.**

### *Modello di esposizione*

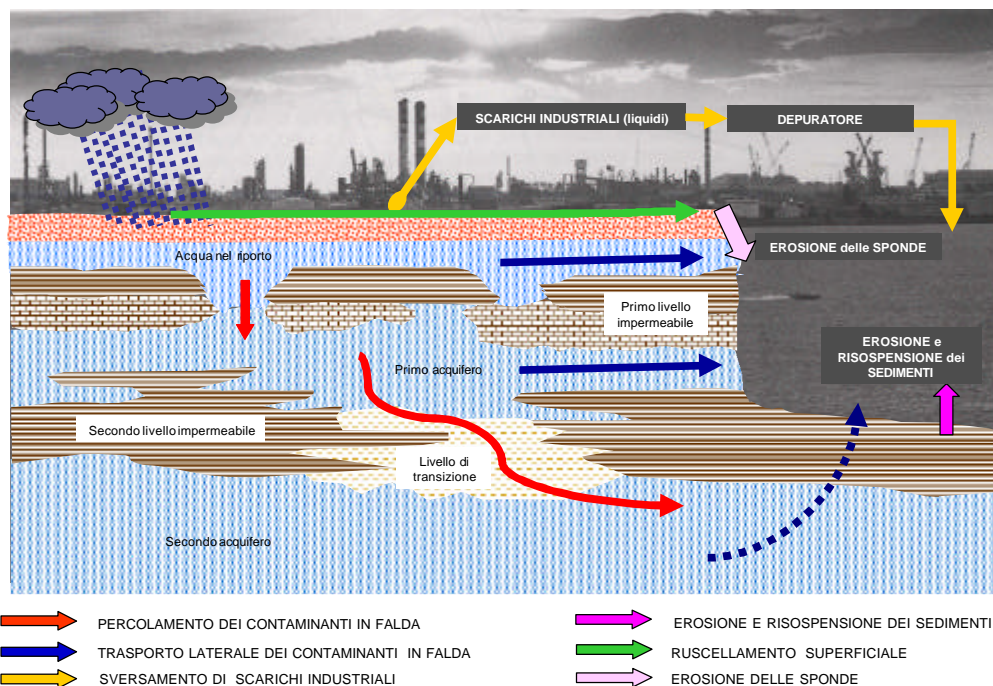
Il modello di esposizione riportato schematicamente nei diagrammi (1) e (2) seguenti e nelle figure 6.2-4 e 6.2-5 consente di identificare le vie e le modalità di esposizione mediante le quali i bersagli possono essere esposti agli agenti inquinanti.

Sono stati individuati due Scenari di Esposizione relativi rispettivamente alla contaminazione storica dell'area e alla contaminazione dovuta alle attività attualmente presenti a Porto Marghera.

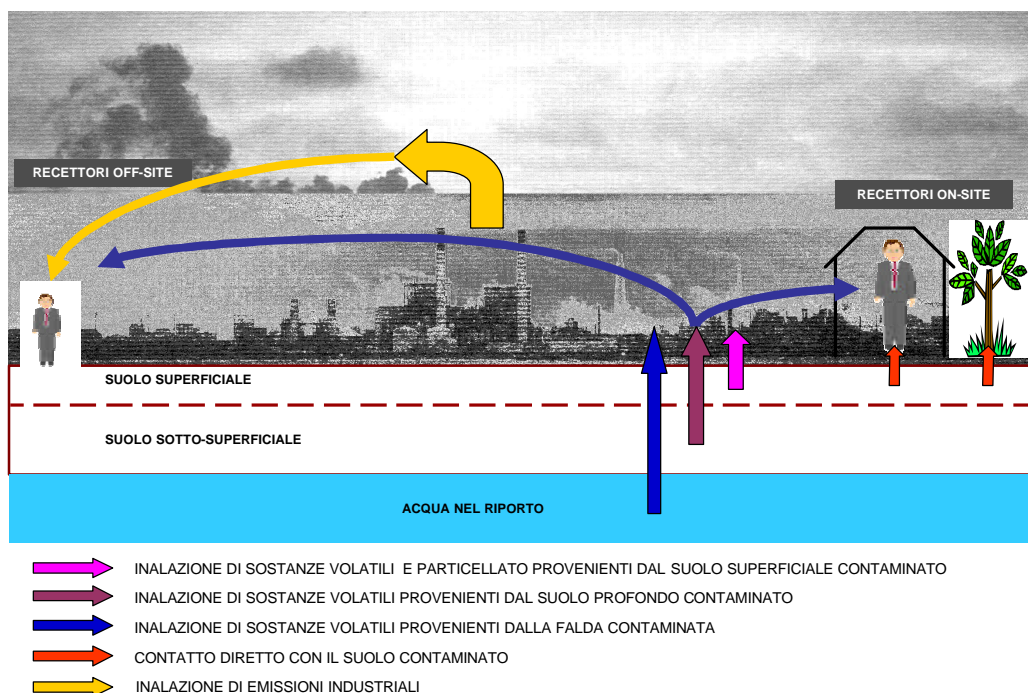
Nello Scenario di Esposizione connesso alla **contaminazione storica dell'area**, schematizzato nel primo diagramma, sono identificabili il suolo contaminato quale sorgente primaria della contaminazione e l'acqua nel riporto, gli acquiferi confinati e i sedimenti lagunari e dei canali industriali quali sorgenti secondarie.







**Figura 6.2-4 Modello di esposizione per recettori ambientali: acquiferi e laguna.**



**Figura 6.2-5 Modello di esposizione per recettori umani ed ambientali: on-site e off-site.**

Per quanto concerne la contaminazione presente al suolo, le principali vie di esposizione sono le seguenti:

#### Migrazione della contaminazione dal suolo in atmosfera

Si valuta l'emissione di sostanze volatili dal suolo sotto-superficiale all'interno degli edifici (indoor) attraverso le fessurazioni delle fondazioni. I principali bersagli soggetti a tale percorso sono gli addetti alle attività commerciali e/o industriali che possono assumere la contaminazione mediante inalazione (figura 6.2-5).

Si valuta inoltre l'emissione in atmosfera (outdoor) del particolato dal suolo superficiale e delle sostanze organiche volatili (es. composti aromatici) dal suolo superficiale e sotto-superficiale. Anche in questo caso i principali bersagli sono gli addetti alle attività commerciali e/o industriali che possono assumere la contaminazione mediante inalazione, ma all'esterno degli edifici. Si considerano tra i principali bersagli anche le popolazioni residenti all'esterno dell'area contaminata (off-site), che possono essere raggiunti dalla contaminazione trasportata dal vento (figura 6.2-5).

#### Esposizione diretta ai contaminanti presenti nel suolo

Tale percorso di esposizione considera la possibilità che gli addetti alle attività commerciali e/o industriali entrino in contatto con la contaminazione presente nel suolo per ingestione e contatto dermico con il suolo stesso (figura 6.2-5).

Per questo percorso di esposizione oltre a bersagli umani sono identificabili anche bersagli ambientali. I principali bersagli ambientali sono la fauna del suolo, le piante, i processi microbiologici, i vertebrati terrestri, per i quali si considera la possibilità di bioaccumulo e biomagnificazione degli inquinanti, e la laguna considerata come habitat (figura 6.2-5).

In particolare la laguna può essere raggiunta dalla contaminazione presente al suolo per erosione delle sponde, per sospensione e ruscellamento superficiale conseguente ad eventi piovosi di considerevole entità (figura 6.2-4).

#### Migrazione della contaminazione dal suolo alla falda sospesa nel materiale di riporto

Questo percorso di esposizione si riferisce al percolamento dei contaminanti dal suolo alla falda sospesa nel materiale di riporto e all'equilibrio di ripartizione a cui i contaminanti sono soggetti (figura 6.2-4).

Per quanto concerne la contaminazione presente negli acquiferi, le principali vie di esposizione sono le seguenti:

#### Migrazione della contaminazione dagli acquiferi in atmosfera

Per l'acquifero presente nel materiale di riporto e il primo acquifero confinato si valuta l'emissione delle sostanze volatili all'interno degli edifici attraverso le fessurazioni delle fondazioni (indoor). I principali bersagli soggetti a tale percorso sono gli addetti alle attività commerciali e/o industriali all'interno degli edifici che possono assumere la



contaminazione mediante inalazione. Inoltre si valuta l'emissione delle sostanze volatili da entrambi gli acquiferi in atmosfera (outdoor). I principali recettori sono gli addetti alle attività commerciali e/o industriali che possono assumere la contaminazione mediante inalazione e le popolazioni residenti a distanza (off-site) rispetto all'area contaminata che possono essere raggiunti dalla contaminazione trasportata dal vento (figura 6.2-5).

#### Migrazione della contaminazione negli acquiferi

La contaminazione presente nell'acquifero sospeso può raggiungere il primo ed il secondo acquifero confinato mediante trasporto verticale.

Per tutti gli acquiferi esiste la possibilità che la contaminazione raggiunga la laguna per trasporto laterale (figura 6.2-4). Una valutazione dell'importanza dell'apporto di contaminanti in laguna da parte delle falde dovrebbe tener conto delle concentrazioni di fondo delle acque lagunari (es. metalli), delle concentrazioni in falda e delle portate delle falde. Ad oggi è possibile fare stime estremamente incerte.

Inoltre, poiché in tutta l'area di Porto Marghera l'acqua degli acquiferi non è utilizzata per scopo potabile, questa via di esposizione può non essere considerata.

Infine, la contaminazione presente nei **sedimenti dei canali industriali e nei sedimenti lagunari**, può costituire una sorgente secondaria di contaminazione per le acque lagunari soprattutto in seguito a fenomeni di erosione e risospensione.

Lo scenario di esposizione connesso alle **attività presenti nell'area** è schematizzato nel diagramma (2). Nel diagramma sono identificabili quali sorgenti della contaminazione sia gli scarichi industriali che gli scarichi urbani.

Per quanto concerne la contaminazione provocata dagli scarichi industriali si valutano le emissioni in atmosfera, i reflui liquidi e la produzione di rifiuti solidi.

Le possibili vie di migrazione per le emissioni gassose sono l'aria e la pioggia. La contaminazione presente in aria e trasportata dal vento può raggiungere sia gli addetti alle attività commerciali e/o industriali presenti a Porto Marghera che i residenti localizzati a distanza rispetto al sito (off-site) come rappresentato in figura 6.2-5. Tale contaminazione contribuisce al carico di contaminanti che mediante il fall-out raggiunge l'ambiente e la laguna o si deposita al suolo. In quest'ultimo caso i principali bersagli sono gli addetti alle attività commerciali e/o industriali e i residenti off-site mediante ingestione e contatto dermico con il suolo. Inoltre gli eventi piovosi provocando il dilavamento dell'atmosfera, determinano il trasporto della contaminazione direttamente nell'ambiente, in laguna e verso l'uomo per contatto diretto con la pioggia contaminata.

Infine, i reflui liquidi industriali e gli scarichi urbani sono convogliati verso l'impianto di depurazione di Fusina dal quale vengono sversati in laguna.

#### 6.2.4. Assetto idrogeologico

L'analisi dell'assetto idrogeologico ha permesso la definizione di un inquadramento regionale, con focus specifico sulle aree di interesse prioritario per gli scopi del Master Plan, nelle quali esiste informazione di maggiore dettaglio.

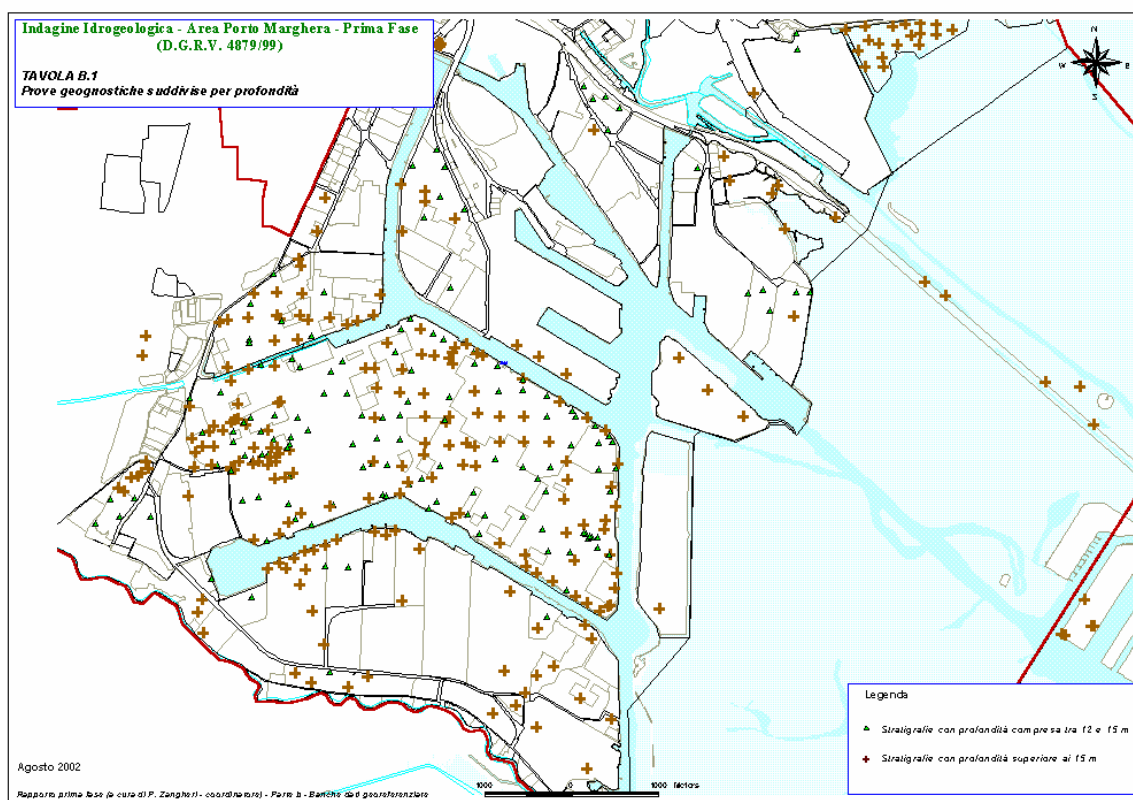
Come evidenziato nel capitolo relativo alla qualità dei dati in Appendice 1, le aree per le quali si dispone di dati per la caratterizzazione distribuiti in modo omogeneo corrispondono alle macroaree della seconda zona industriale di Porto Marghera, denominate convenzionalmente Penisola della Chimica, Area dei Petroli, e (con una densità di informazioni nettamente inferiore) Area Fusina. La figura 6.2-6 riporta la distribuzione delle prove geognostiche disponibili con profondità superiori ai 12 ed ai 15 metri.

A scala più ampia le informazioni risultano essere non sufficienti per definire un quadro di dettaglio ma permettono comunque l'inquadramento generale a piccola scala della struttura idrogeologica. Per questa ragione, l'analisi dell'assetto idrogeologico è risultata più approfondita sulle tre macroaree citate.

Nell'ottica di ampliare la base dati disponibile e migliorare la conoscenza dell'assetto idrogeologico dell'area di Porto Marghera, la Regione Veneto con Delibera di Giunta n° 4879/99, ha disposto la realizzazione di uno studio specialistico sul tema - *“Indagine idrogeologica sull'area di Porto Marghera”* – di cui si è appena conclusa la prima delle due fasi previste.

L'esposizione che segue è strutturata nei seguenti punti:

- a) assetto litostratigrafico;
- b) assetto piezometrico;
- c) parametri idrogeologici.



**Figura 6.2-6 Densità informativa relativa ai sondaggi con profondità superiore o uguale a 12 e 15 metri rispetto al p.c..**

a) Assetto litostratigrafico

La seconda zona industriale è sorta negli anni '50 in gran parte su aree sottratte alla laguna con interrimento; il rialzo del piano campagna, ove necessario, è stato realizzato con l'impiego di rifiuti e scarti della lavorazione industriale e materiali provenienti dallo scavo dei canali.

I sedimenti di origine naturale sono costituiti da litotipi a granulometria variabile tra le argille e le sabbie medie. Gli strati sono frequentemente in rapporti eteropici e con caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche variabili nelle tre dimensioni.

La successione litostratigrafica può essere così schematizzata:

riporto, costituito in prevalenza da sabbia, limo e argilla in proporzioni variabili e presenze locali di elementi ghiaiosi e ciottoli, frammenti di laterizi, residui e fanghi di lavorazione industriale;

- argilla, argilla limosa, limo argilloso e torba;
- sabbia medio-fine spesso limosa;
- argille, limi e torbe;

- sabbia medio-fine spesso limosa;
- argille, limi e torbe.

Il primo livello di materiali a granulometria fine è comunemente caratterizzato nell'area da un livello superiore di limo argilloso, con presenza di resti vegetali, tipico di un ambiente deposizionale lagunare (barena), ed un livello sottostante di argilla grigia sovraconsolidata di ambiente deposizionale continentale, nota con il nome di "caranto".

Dal punto di vista idrogeologico il modello litostratigrafico del sottosuolo di Porto Marghera, strutturato in alternanze di orizzonti a bassissima-bassa permeabilità (aquiclude-aquitard) ed orizzonti prevalentemente sabbiosi dotati di maggiore permeabilità (acquifero), si inquadra in quello che viene definito il sistema acquifero multifalda della bassa pianura veneta.

L'assetto litostratigrafico e idrogeologico può essere schematizzato come segue:

LIVELLI LITOLOGICI	SERIE IDROGEOLOGICA
Riporto	"Falda" nel riporto
Primo livello impermeabile (Barena/Caranto)	Aquitard-aquiclude
Primo orizzonte sabbioso	Prima falda <sup>2</sup>
Secondo livello impermeabile	Aquitard-aquiclude
Secondo orizzonte sabbioso	Seconda falda <sup>3</sup>

La quantità ed il grado di attendibilità delle informazioni litostratigrafiche ed idrogeologiche risulta decrescere all'aumentare della profondità ( cfr. allegato 2).

E' importante rilevare che si riscontra una notevole variabilità litologica anche tra punti di indagine adiacenti, riconducibile ai processi naturali che li hanno generati. Ciò rende complesse le correlazioni geologico-stratigrafiche.

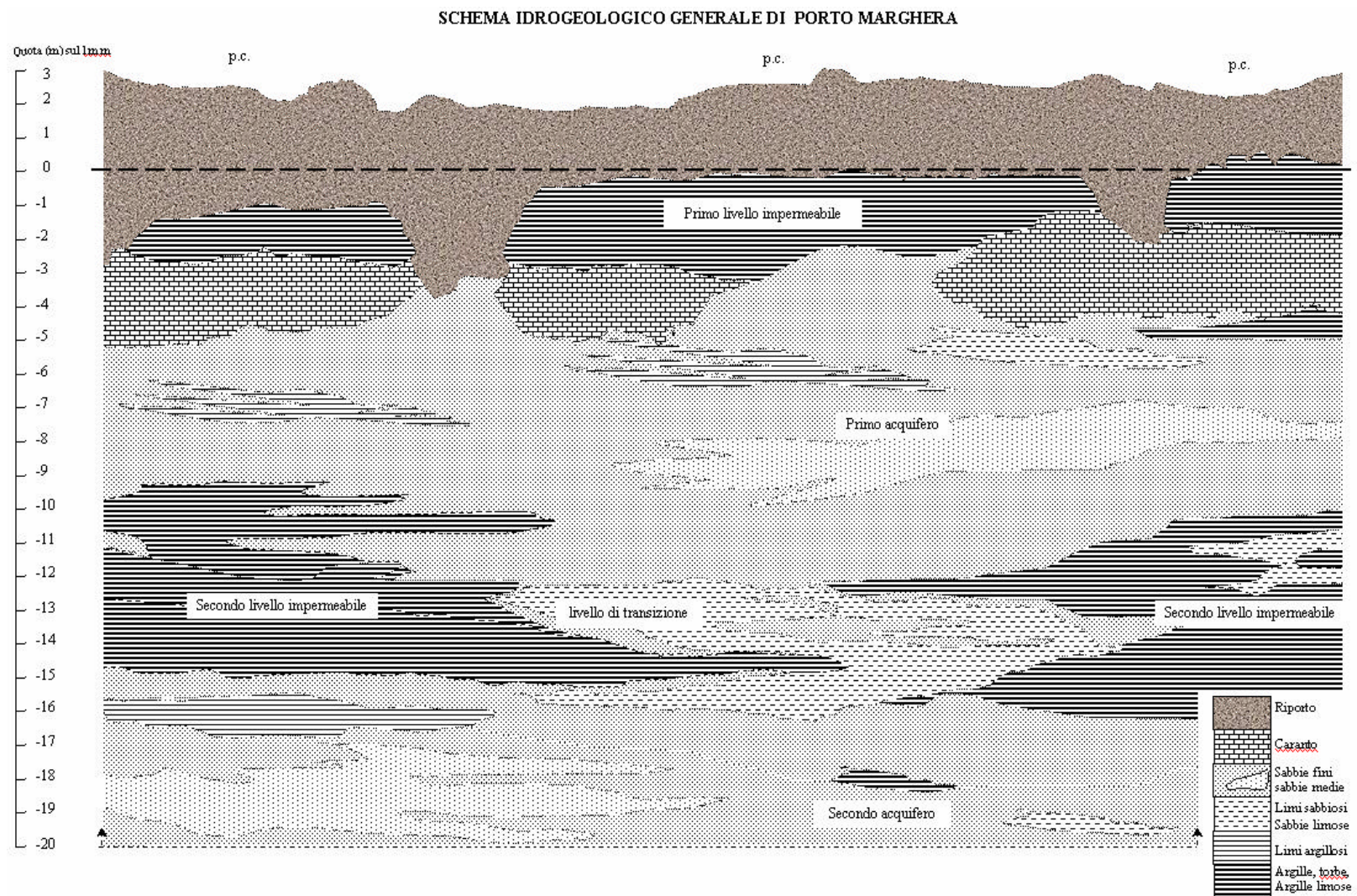
Si precisa che nell'ambito del Sito Nazionale esterno alla zona industriale, carente di informazioni geologiche, va verificata l'estendibilità del modello così definito.

La Figura 6.2-7 rappresenta in maniera schematica la struttura idrogeologica dell'area.

La Tabella 6.21 riporta le statistiche di base sugli spessori e le quote dei livelli litostratigrafici. Tale analisi ha messo in luce una notevole variabilità dei valori, strettamente connessa con le dinamiche sedimentarie dell'area.

<sup>2</sup> Si definisce *convenzionalmente* con il termine "prima falda" o, più propriamente, "primo acquifero", l'orizzonte di sabbie medio-fini, sabbie fini limose e limi sabbiosi con eteropici livelli più o meno spessi e più o meno estesi di argille e limi argillosi, con una quota media del tetto di -5,3 m s.l.m. ed uno spessore medio di circa 5 metri

<sup>3</sup> Si definisce *convenzionalmente* con il termine "seconda falda" o, più propriamente, "secondo acquifero", l'orizzonte costituito in prevalenza da sabbie sottostante un livello costituito da materiali a bassa permeabilità (per lo più argille e limi) presenti, anche se in forma non del tutto continua e comunque da accertare, ad una quota media di -10,5 m s.l.m. ed aventi uno spessore variabile da un minimo di 0,45 m fino ad un massimo di 12,8 m.



**Figura 6.2-7 Modello idrogeologico generale di Porto Marghera**

**Tabella 6.2-1 Statistiche di base sugli spessori e le quote delle unità litostratigrafiche (dati Penisola della Chimica e di Fusina)**

<b>SPESSORI (metri)</b>					
	Riporto	Barena / Caranto	Prima falda	Secondo livello impermeabile	Seconda falda
N° valori	710	272	159	40	22
Media	3,8	4,1	5,4	3,9	4,3
Mediana	3,8	3,6	5,0	4,3	4,6
Deviazione Standard	1,02	2,58	2,90	2,43	1,99
Minimo	1,00	0,10	0,70	0,45	0,80
Massimo	7,60	11,40	17,80	12,80	7,40
<b>QUOTE DEL TETTO (metri s.l.m.)</b>					
	Riporto	Barena / Caranto	Prima falda	Secondo livello impermeabile	Seconda falda
N° valori	310	297	148	77	7
Media	2,6	-1,0	-5,3	-10,5	-14,0
Mediana	2,6	-1,0	-5,7	-10,6	-13,5
Deviazione Standard	0,58	1,14	2,91	2,58	1,02
Minimo	-0,51	-4,00	-11,66	-17,84	-15,14
Massimo	3,92	2,81	0,52	-2,80	-12,98

#### *Riporto*

Il riporto è costituito da materiali di origine naturale ed antropica: sedimenti dragati, rifiuti, materiali inerti, ghiaie, sabbie, laterizi ecc). La quota della superficie topografica presenta valori generalmente compresi tra 2 e 3 m s.l.m. Lo spessore del riporto può avere andamento discontinuo, ed in particolare presenta ispessimenti in corrispondenza di incisioni del livello sottostante. Lo spessore medio del riporto rilevato nella Penisola del Petrolchimico e nell'Area Raffinerie è di 4 m ma con punte anche di 7-9 metri. Nella Penisola di Fusina il riporto presenta uno spessore medio di circa 3 m.

#### *Primo livello impermeabile*

E' costituito dalla sequenza barena/caranto e da altri sedimenti a granulometria fine (argille e limi), anche coevi al caranto, non sovraconsolidati.

#### *Barena*

Tale livello è rappresentato da limi argillosi e argille limose di colore scuro con frequenti inclusioni vegetali o livelli di torba (barena o comunque sedimenti lagunari), o in alternativa, limi argillosi grigi, sabbie grigie o gialle. Quando presenti (la loro distribuzione infatti non è continua) i materiali costituenti l'originale barena, si trovano a livello del medio mare con spessori non superiori a 1-1,5 m.

#### *Caranto*

E' costituito da argilla limosa nocciola molto compatta (sovraconsolidata), con inclusioni di noduli calcarei e screziature ocracee. Anche tale livello (riconosciuto come "livello guida" formatosi durante l'ultima regressione marina), non è sempre presente

nel sottosuolo di Porto Marghera a causa di erosione naturale ed antropica. Il suo spessore risulta variabile da zona a zona, ma spesso non supera il metro. L'orizzonte barena-caranto, che costituisce limite impermeabile tra le acque del riporto e l'acquifero sabbioso sottostante, secondo informazioni bibliografiche e stratigrafiche risulta essere localmente assente in alcune aree di Porto Marghera. Tali discontinuità possono essere ricondotte a fasi regressive post pleistoceniche e ad eventi erosivi di tipo lagunare, oltre ad interventi dell'uomo.

#### *Primo livello sabbioso (Prima falda)*

Si tratta di 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. Tale complesso alloggia la prima falda ed è molto variabile in spessore e profondità oltre a presentare notevole variabilità laterale dei parametri idrogeologici. Nelle macroaree della Chimica, dei Petroli e di Fusina, il tetto di questo livello si rinviene normalmente tra i 2 e i 7 m s.l.m., con una quota media di 5,3 m s.l.m. Lo spessore è estremamente variabile e dall'analisi statistica risulta di 5,4 m.

#### *Secondo livello impermeabile*

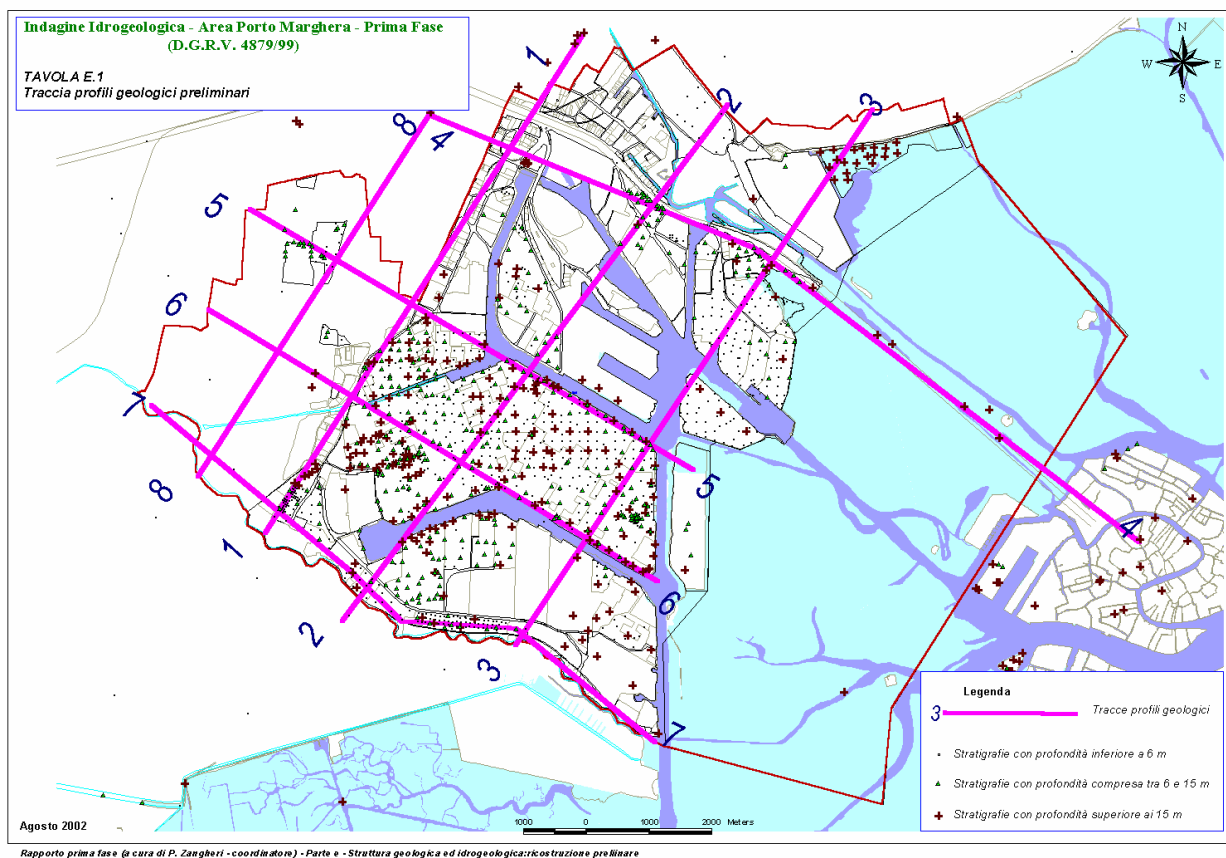
Dall'analisi statistica dei dati delle stratigrafie che raggiungono il secondo orizzonte impermeabile, riferite alla Penisola della Chimica ed in piccola parte alla Penisola di Fusina, si può individuare il tetto ad una quota media di -10,5 m s.l.m. per uno spessore che denota un'ampia variabilità, da un minimo di 0,45 m fino ad un massimo di 12,8 m. La valutazione effettuata sui sondaggi distribuiti (anche se in forma non omogenea) sull'intera area industriale (Figura 6.2-6), ha fatto emergere la presenza di tale livello in quasi tutte le aree indagate di Porto Marghera pur tuttavia con diverse discontinuità laterali, verosimilmente in grado di costituire altrettante interconnessioni fra il primo ed il secondo acquifero. Tali considerazioni necessitano tuttavia di ulteriori approfondimenti conoscitivi, come previsto dallo stesso Master Plan (schede di intervento n° 7 e n° 8a) e dalla citata Indagine Idrogeologica in corso.

#### *Secondo livello sabbioso (Seconda falda)*

Le informazioni attualmente disponibili riguardanti gli spessori e le quote del tetto del secondo acquifero non sono rappresentative per l'intera area di studio. Dall'analisi statistica dei dati Nella Penisola della Chimica si rileva uno spessore medio dell'acquifero di 4,3 m per una profondità media del tetto di -14 m s.l.m.. Si ritiene utile ricordare che la profondità di progetto dei canali industriali è di -10/-12 m s.l.m.; dalle informazioni stratigrafiche attualmente disponibili il tetto della seconda falda si pone a profondità maggiori. Si ritiene tuttavia che tale aspetto, a fronte delle criticità del Quadro Conoscitivo attuale, debba essere oggetto di studio e di approfondimenti.

Nelle figure 6.2-8, -9 e -10 sono contenute a rappresentare sinteticamente quanto sopra descritto, tratte dall'Indagine Idrogeologica dell'area di Porto Marghera, rispettivamente le tracce di alcuni profili geologici preliminari e due dei medesimi profili, orientati in senso SW-NE e NW-SE.





**Figura 6.2-8** Tracce dei profili geologici preliminari prodotti nell'ambito dell'Indagine Idrogeologica.



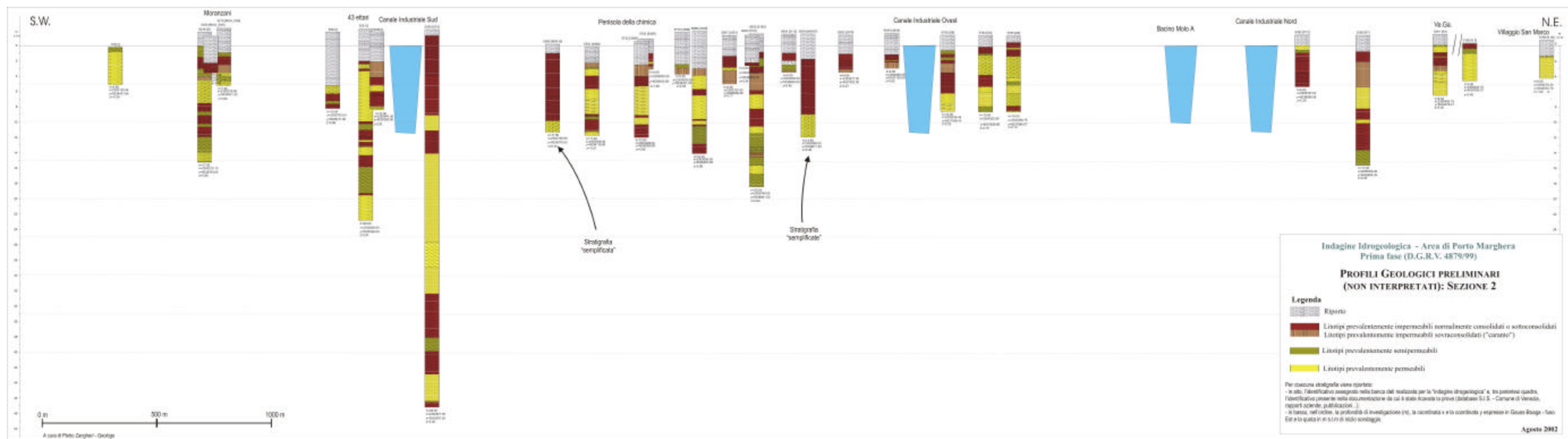


Figura 6.2-9 Profilo geologico preliminare: sezione n.2 di figura 6.2-8.

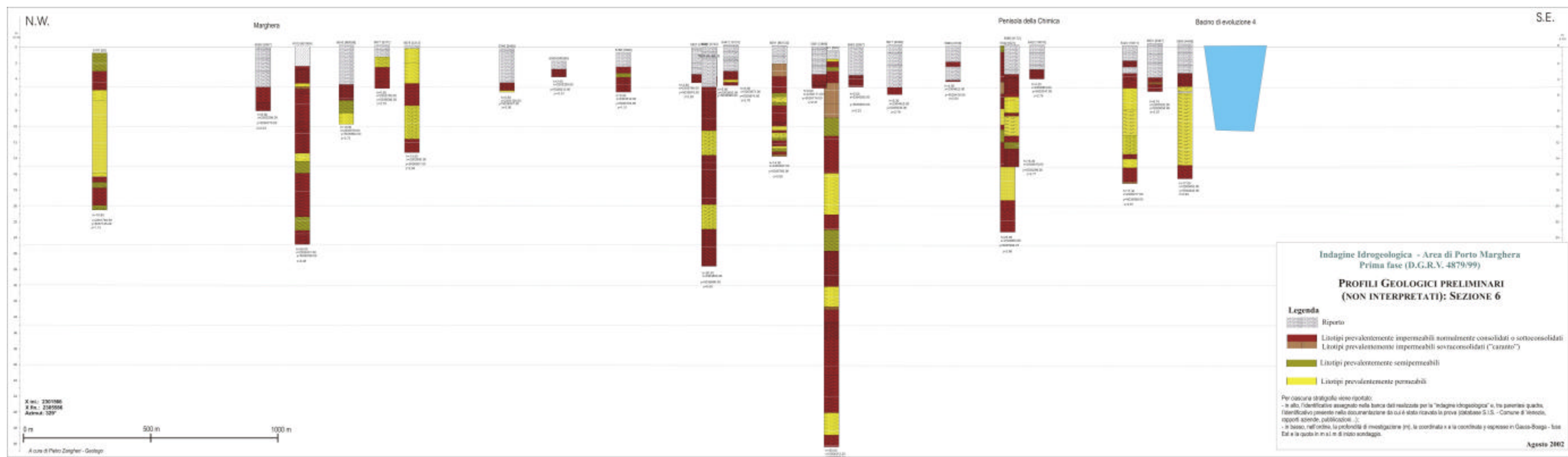


Figura 6.2-10 Profilo geologico preliminare: sezione n.6 di figura 6.2-8.

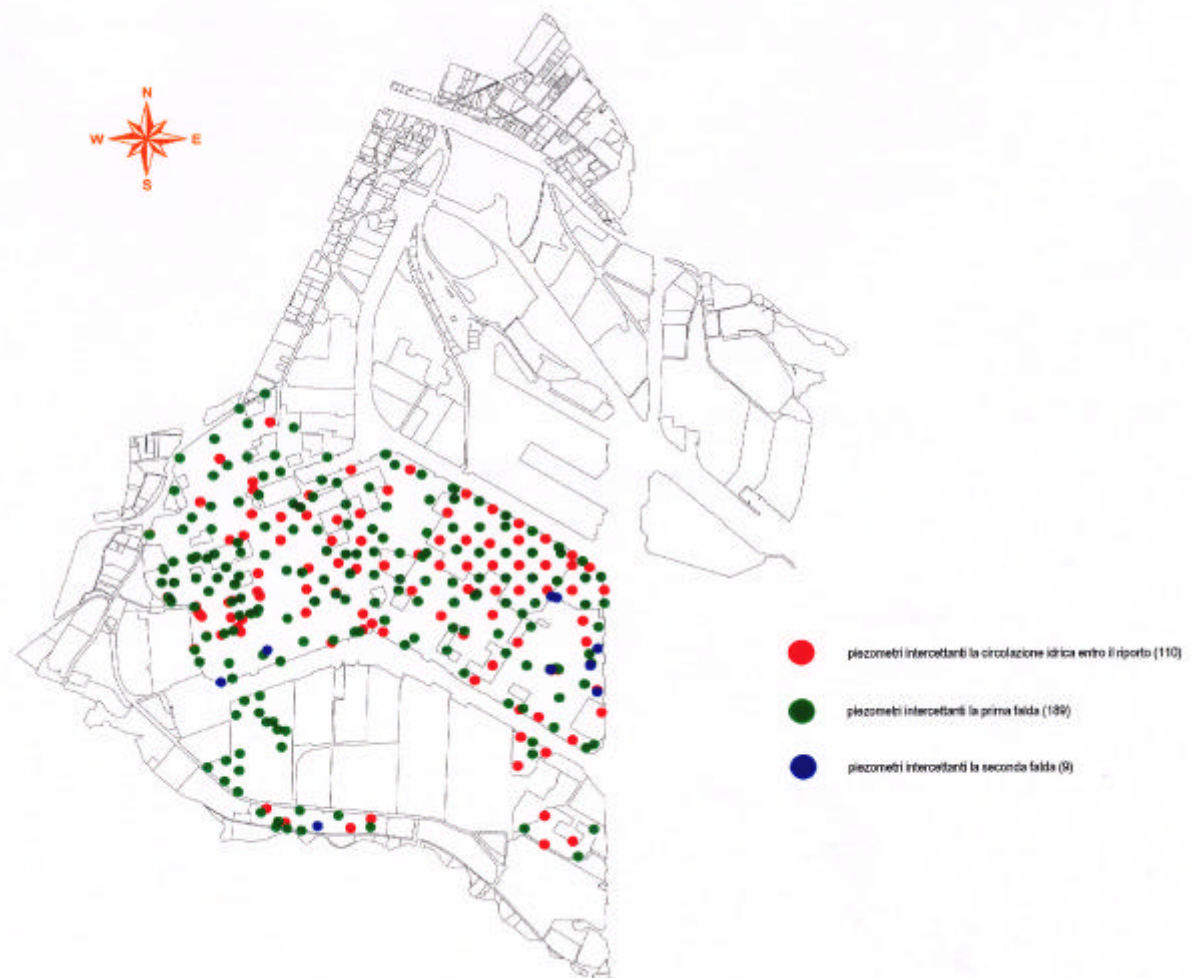
#### b) Assetto piezometrico

La struttura idrogeologica del dominio in esame risulta molto complessa, sia per la discontinuità ed eterogeneità dell'assetto litostratigrafico che per i complessi rapporti idrodinamici tra corpi acquiferi e laguna.

La Figura 6.2-11, mette in luce la distribuzione dei piezometri all'interno dei quali sono state effettuate misure piezometriche.

Le misure piezometriche sono state elaborate inizialmente allo scopo di distinguere i piezometri per i quali si dispone di un maggior numero di misure (vedi tabelle relative ai dati statistici delle tre falde).

Non sono stati inclusi nell'analisi i piezometri installati nell'area dei Petroli, in quanto sono quasi tutti fenestrati nello strato di riporto e le misure piezometriche non consentono la ricostruzione dell'idrostruttura generale dell'area, infatti i piezometri sui quali si dispone di un numero di misure idrogeologicamente significative risultano solo una minima parte dei punti d'acqua rappresentati.



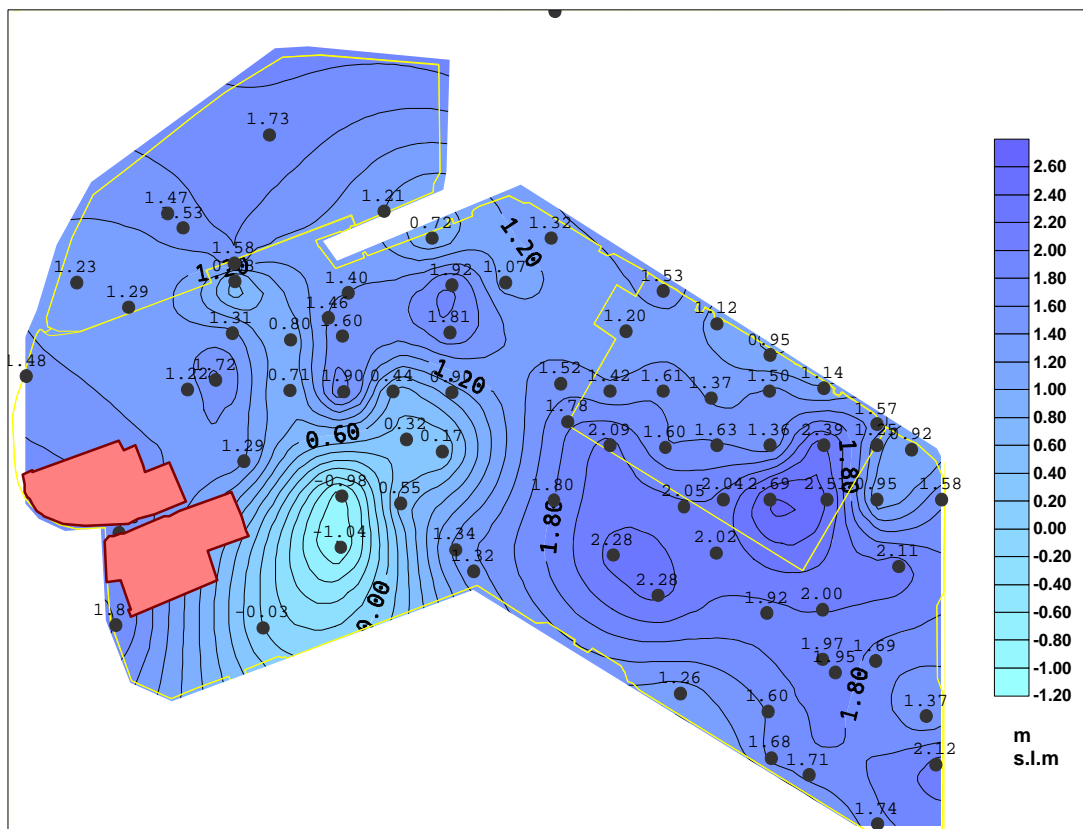
**Figura 6.2-11 Distribuzione dei piezometri disponibili.**

### *“Falda” nel riporto*

Le quote piezometriche rilevate nel riporto oscillano tra 2,5 e -1,5 m s.l.m..

Per tale “ falda acquifero” (da interpretare come circolazione idrica da discontinua a sospesa entro i materiali residuali e di risulta) l’influenza mareale risulta essere strettamente vincolante al fine di ricostruire i deflussi sotterranei. In aggiunta a ciò l’eterogeneità strutturale dei materiali di riporto e la presenza di strutture di fondazione degli insediamenti impongono una doverosa cautela nella ricostruzione del campo di flusso.

La campagna di monitoraggio piezometrico dell’acqua della “falda” presente nel riporto, eseguita nel mese di maggio del 2001 da tutte le aziende firmatarie del DPCM 12.02.99 presenti all’interno dell’area considerata, ha consentito di ricostruire il quadro generale dell’assetto piezometrico all’interno della macroarea della chimica. Risulta evidente la presenza di un importante elemento strutturale dell’assetto idrogeologico dell’area costituito da una profonda depressione posizionata lungo il margine del Canale Industriale Sud, verso la quale convergono le linee di flusso. Singolarità questa che si ripresenta anche nelle ricostruzioni effettuate per il primo acquifero e che suggerisce una possibile intercomunicazione fra le due falde.



**Figura 6.2-12 Ricostruzione dell’assetto piezometrico dell’acqua presente nel riporto nella macroarea della chimica (campagna di monitoraggio del maggio 2001). In rosso le aree con interventi di messa in sicurezza.**

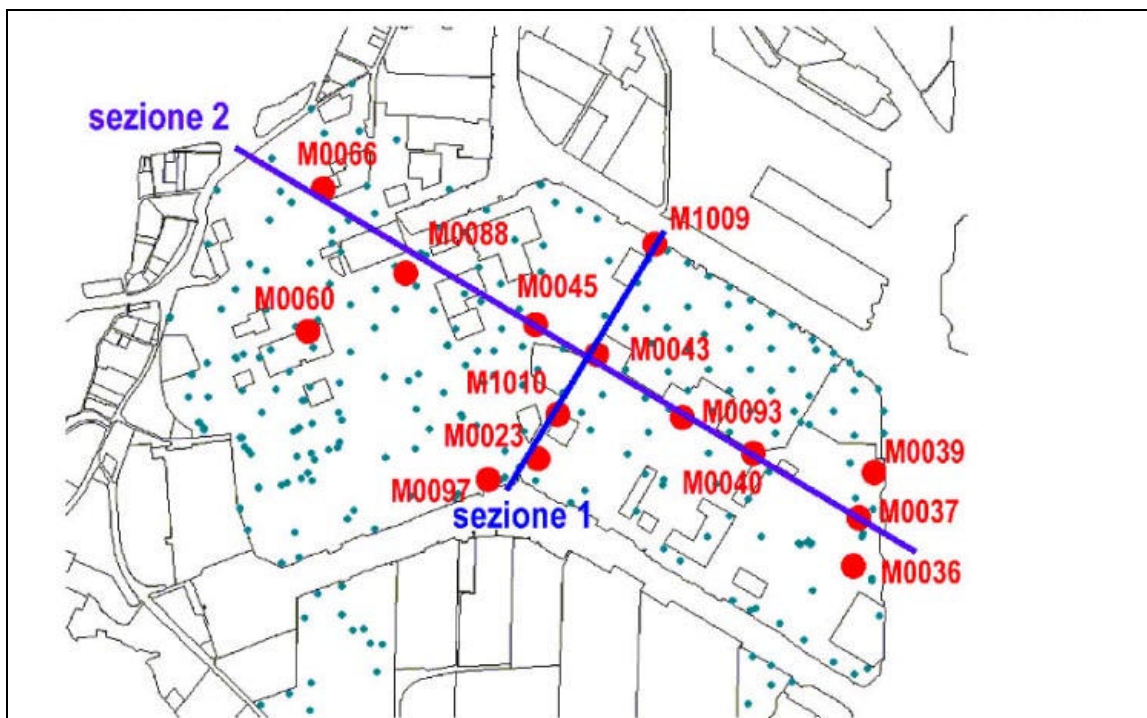
### *Prima falda*

Le quote piezometriche massime rilevate nella Penisola dei Petroli si collocano fra 0 e 2 m s.l.m.; si riscontrano generalmente valori più elevati internamente alla penisola rispetto alle sponde perimetrali. Le quote piezometriche minime si aggirano attorno a 0-1,0 m s.l.m.

La Penisola di Fusina denota sia quote massime che minime mediamente più basse rispetto alla Penisola della Chimica. Le quote medie per la Penisola della Chimica sono per lo più comprese tra 0.75 e 1.25 m s.l.m., leggermente superiori a quelle della penisola di Fusina. Le oscillazioni piezometriche osservate più frequentemente, sia per il Petrolchimico che per l'area Fusina-Malamocco, non superano 1 m.

Per l'analisi sono stati presi in considerazione i punti di monitoraggio che presentano il maggior numero di misure relative alla prima falda e su questi è stato svolto uno studio sull'andamento dei livelli piezometrici rilevati in diverse campagne di misura. Lo scopo è quello di verificare eventuali correlazioni di regime tra piezometri localizzati in settori differenti della Penisola del Petrolchimico.

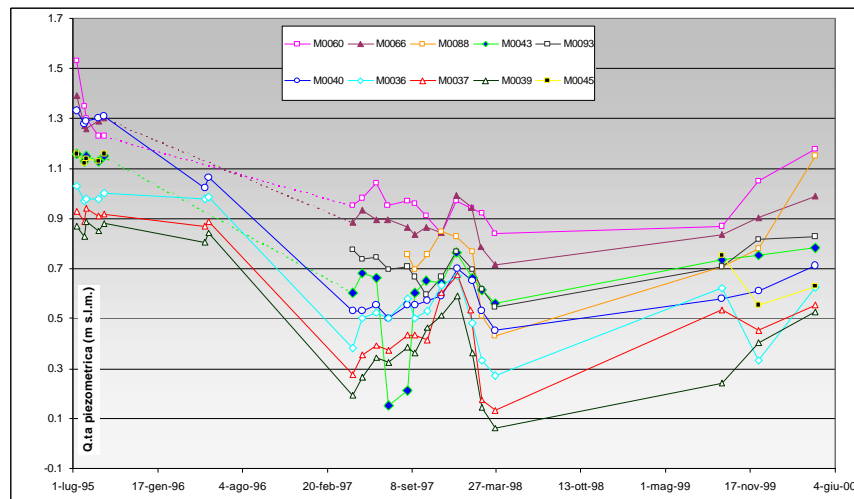
A questo proposito per la prima falda si è preferito distinguere gli andamenti del livello piezometrico in funzione dell'ubicazione dei punti di misura. Come illustrato in Figura 6.2-13 vengono distinti piezometri ubicati lungo l'asse NW-SE (sezione 2) trasversale al Petrolchimico e lungo la sezione 1 passante dal Canale Industriale Ovest al Canale Industriale Sud.



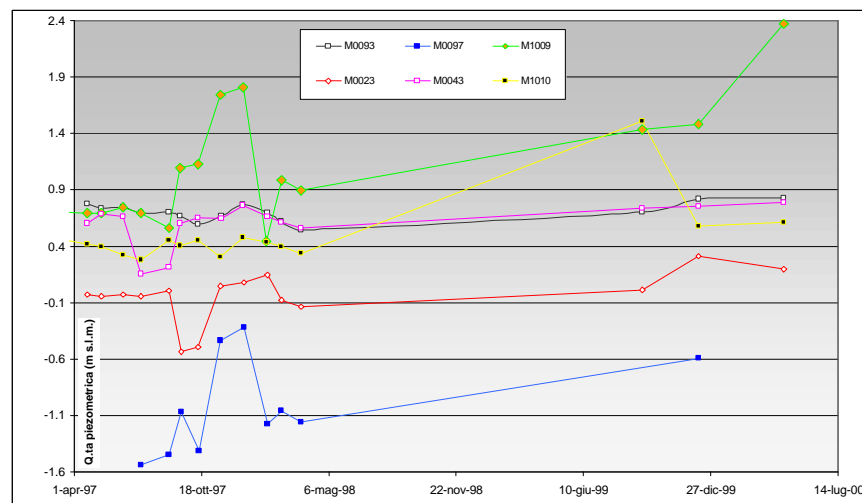
**Figura 6.2-13 Ubicazione piezometri di prima falda utilizzati per l'analisi di regime.**



Dai grafici di Figura 6.2-14 e Figura 6.2-15, relativi al regime misurato nei piezometri di prima falda allineati lungo le sezioni 1 e 2 (Figura 6.2-12) si evince una diminuzione di livello da NW a SE lungo la sezione 2 e man mano che ci si avvicina al canale industriale Malamocco-Marghera si nota un andamento particolarmente discontinuo nei piezometri in prossimità dei canali industriali (M0088, M0037, M0039 e M0036), dovuto molto probabilmente all'effetto della marea; lungo la sezione 1 invece si rilevano quote maggiori dei livelli piezometrici procedendo da N a S. I dati disponibili riguardanti l'andamento dei livelli piezometrici del riporto e di prima falda non consentono un confronto sinottico completo. Tuttavia non si possono escludere collegamenti tra queste due falde come confermano le evidenze stratigrafiche che mostrano in alcuni settori dell'area di studio un notevole assottigliamento del livello impermeabile barena-caranto e, in alcuni casi, l'assenza del setto impermeabile.



**Figura 6.2-14 Andamenti piezometrici di prima falda lungo la sezione 2.**



**Figura 6.2-15 Andamenti piezometrici di prima falda lungo la sezione 1.**

Le isopieze ricostruite con rilievi effettuati in periodi compresi fra il 1998 e il 2001 (Figure da 6.2-17 a 6.2-19), evidenziano all'interno della macroarea della chimica una profonda depressione piezometrica che attraversa quasi interamente l'area con andamento nord-sud, presentando un minimo accentuato in prossimità della sponda nord del Canale Industriale Sud, verso il quale convergono le linee di deflusso della falda. Tale ricostruzione è da considerare con notevole cautela in quanto non costituiscono ricostruzioni del tutto rappresentative e validate per gli acquiferi in studio (soprattutto a livello di dettaglio).

E' interessante notare che tale depressione, pur con geometria leggermente diversa, si ritrova presente nella falda del riporto, fenomeno evidenziato anche nell'ultima campagna piezometrica del maggio 2001. Tale fenomeno, potrebbe essere correlato, alla presenza di un asse di drenaggio connesso a livelli sabbiosi più grossolani, come evidenzerebbe un profilo descrittivo posto trasversalmente alla depressione.

L'analisi storica delle morfologie della tavola d'acqua ha consentito di evidenziare una buona sovrapposizione fra tale asse di drenaggio ed il paleoalveo del Canale Bondante, che potrebbe quindi svolgere una funzione di collettore delle acque sotterranee.

I paleoalvei, oltre ad esercitare un drenaggio delle acque superficiali, rappresentano in genere le vie preferenziali del deflusso idrico sotterraneo subsuperficiale. Tale considerazione è confermata tra l'altro da quanto emerso negli studi sulla geomorfologia dell'area e sull'antica idrografia sotterranea, realizzata nell'ambito dell'indagine Idrogeologica sull'area di Porto Marghera.

Sempre dall'analisi delle carte isopieze, costruite con i dati delle campagne effettuate nel 1998, 2000, 2001, emerge un secondo elemento strutturale persistente che caratterizza l'assetto idrogeologico del petrolchimico: esso è costituito da una sorta di "dorsale piezometrica", che si snoda più o meno nella zona centrale del Petrolchimico, secondo un'asse E-W, dove le quote delle isopieze risultano più elevate rispetto alle zone in prossimità dei margini dei canali industriali (Figura 6.2-17, Figura 6.2-18, Figura 6.2-19).

Da questa zona centrale, che sembra assolvere ad una funzione di spartiacque, le isopieze decrescono con un andamento piuttosto regolare in direzione del margine che si affaccia sul canale Ovest, in particolare nella zona della Montefibre, mentre risulta più articolato in direzione del margine che si affaccia sul Canale Industriale Sud.

Le quote piezometriche risultano inoltre più basse in corrispondenza del margine lungo il canale Ovest (mediamente inferiori a 0.5 m s.l.m.) mentre risultano più elevate lungo il margine che si affaccia sul Canale Industriale Sud (mediamente superiori a 0.5 m s.l.m.).

In particolare, dalle campagne del 2000 e del maggio 2001, (Figura 6.2-18, Figura 6.2-19) si osserva che il settore Ovest della Penisola della Chimica (Vecchio Petrolchimico e zona dei laghetti) è caratterizzato da quote piezometriche superiori al metro escluse alcune eccezioni, mentre il settore ad Est (Ambiente, Edison Termoelettrica) presentano quote piezometriche inferiori al metro (escluse alcune eccezioni). Come già scritto, in