

Road Map per un approccio integrato alla problematica ambientale del Porto di Napoli



*Mario Sprovieri, Serena Gherardi, Stella Tamburrino, Marco Barra,
Salvatore Passaro, Anna Lisa Alessi*

dicembre 2013

Indice degli argomenti

PREMESSA	3
INTRODUZIONE	6
CENNI SULLA NORMATIVA AMBIENTALE VIGENTE E RELATIVA AI SITI DI INTERESSE NAZIONALE (SIN)	7
IL SITO DI INTERESSE NAZIONALE DI NAPOLI ORIENTALE	12
IL SIN DI NAPOLI ORIENTALE E IL PORTO DI NAPOLI: UN'INCLUSIONE ESTENSIVA NON ADEGUATA E NON SUPPORTATA DALLA LEGISLAZIONE VIGENTE	16
CRITICITÀ DI UNA SCELTA INCLUSIVA DEL PORTO DI NAPOLI NELL'AREA SIN DI NAPOLI ORIENTALE	18
STATO DELL'ARTE SULLE CONOSCENZE DELL'AMBIENTE NEL PORTO DI NAPOLI	20
LA MORFOLOGIA DELLA CITTÀ DI NAPOLI	21
IDROGRAFIA SUPERFICIALE DELLA CITTÀ DI NAPOLI	23
LA GEOLITOLOGIA DEL SOTTOSUOLO DELLA CITTÀ DI NAPOLI	24
LA BATIMETRIA DEL PORTO DI NAPOLI.....	25
CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PORTO DI NAPOLI	28
GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DEL PORTO DI NAPOLI NEGLI ULTIMI 12.000 ANNI	29
I SITI DI CAMPIONAMENTO RELATIVI ALLE CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI EFFETTUATE (2001-2009)	35
NECESSITÀ DI UNA REVISIONE INTEGRALE DELLE CONOSCENZE SULLO STATO DI CONTAMINAZIONE DELL'AREA DEL PORTO DI NAPOLI E ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA VIGENTE	42
ADEGUAMENTO DEL PERIODO DI SCADENZA DELLE RISULTANZE ANALITICHE ALLA NORMATIVA VIGENTE	42
ADEGUAMENTO CONCETTUALE E NORMATIVO AL D.LGS. 152/2006 E AL D.LGS. 284/2008	42
DRAGAGGIO DEI FANGHI PORTUALI IN OTTEMPERANZA AL D.LGS. 284/2008	43
ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE.....	45
POSSIBILI SCENARI DI MESSA IN SICUREZZA DEI SEDIMENTI DERIVANTI DAL DRAGAGGIO DEL PORTO DI NAPOLI	48
SINTESI DELLE AZIONI PREVISTE E PROGRAMMA SINTETICO DELLE ATTIVITÀ	50
CREAZIONE DI UN BOARD SCIENTIFICO	50
I FASE: RACCOLTA DATI E DEFINIZIONE DELLO STATO DELL'ARTE DELLE CONOSCENZE ACQUISITE.....	51
II FASE: PIANIFICAZIONE DELLA NUOVA FASE DI CAMPIONAMENTO E ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE	52
IV FASE: PIANIFICAZIONE ATTIVITÀ DI ESCAVO.....	56
V FASE: PIANIFICAZIONE ATTIVITÀ DI BONIFICA	57
BIBLIOGRAFIA PRINCIPALE	58

Premessa

Il processo di globalizzazione dei mercati e la progressiva internazionalizzazione delle economie, con l'affacciarsi sullo scacchiere geoeconomico mondiale di Paesi fino a poco tempo fa esclusi o rimasti ai margini delle relazioni commerciali, stanno stimolando i principali protagonisti del nuovo "gioco competitivo" a massimizzare l'efficienza dei propri apparati di trasporto e di logistica, siano essi a servizio dei passeggeri o delle merci. L'interscambio mondiale cresce a ritmi vertiginosi, e i porti italiani registrano ormai da anni una fase di apprezzabile espansione in termini di movimentazione containers, sbarco e imbarco di passeggeri, a cui corrisponde la crescita del valore economico generato complessivamente dal settore portuale, sia in termini di fatturato che di occupazione. Com'è noto, infatti, gli ultimi decenni hanno visto crescere notevolmente l'attenzione, tanto dell'opinione pubblica, quanto dei Governi e degli agenti economici nei confronti dello sviluppo della portualità. Il ruolo del commercio internazionale continua a rafforzarsi, soprattutto grazie all'ingresso sulla scena mondiale di nuovi attori (in particolare l'Estremo Oriente) che comportano cambiamenti rilevanti nelle relazioni commerciali internazionali, con il conseguente aumento dell'importanza del trasporto marittimo. A tale riguardo, un'attenzione particolare dei Governi è stata riservata alle potenzialità di questo settore, anello insostituibile nella catena della logistica integrata, non ancora pienamente sfruttata.

Il porto di Napoli si presenta come un porto polifunzionale, che opera in diversi settori: traffico merci, traffico passeggeri e delle attività industriali. Esso è divenuto il primo nodo del sistema logistico campano, capace di costruire un sistema portuale integrato e complesso. Nel corso degli anni, infatti, il porto di Napoli ha rafforzato la sua posizione di port of call, incrementando il numero delle navi che inseriscono l'itinerario partenopeo all'interno della propria offerta crocieristica e ha esteso (2006) la propria giurisdizione di competenza anche al porto di Castellammare di Stabia con l'obiettivo di spostare una parte del traffico crocieristico e decongestionare i propri flussi, soprattutto nei periodi di alta stagione; in particolare, per il settore crocieristico, la collocazione strategica del porto di Castellammare (a metà tra la Penisola sorrentina e i siti archeologici di Pompei ed Ercolano) lo fa ritenere un possibile sito portuale da utilizzare per potenziare l'offerta portuale del *business* crocieristico, in termini di maggiori *terminal* a disposizione e posti per l'accoglimento delle navi da crociera. Numerosi però sono ancora i problemi che attanagliano il porto di Napoli secondo l'Autorità portuale. In primo luogo c'è una grossa mancanza di spazi retro portuali, mal utilizzati e risalenti a un piano regolatore molto vecchio. Lo scalo viene utilizzato come corsia preferenziale da chi lavora in quella zona in quanto i collegamenti ferroviari sono quasi inesistenti e la rete autostradale è il terrore degli autotrasportatori. La geometria delle banchine è obsoleta, la cantieristica navale è frammentata, le concessioni sono vecchie e vanno riviste profondamente. Infine, c'è assenza di un monitoraggio adeguato per i piani di impresa, di uno sviluppo di energie alternative e di un piano di recupero del parco archeologico sommerso. Le

gravi criticità infrastrutturali vengono acuite dalla mancanza, per lungo tempo, di una programmazione per uno sviluppo sostenibile in uno scenario regionale e mediterraneo.

È in questo contesto che si inserisce il “Sistema integrato portuale di Napoli”, un Protocollo d'intesa firmato tra la Regione Campania e l'Autorità portuale con l'obiettivo, tra gli altri, di sviluppare e valorizzare l'area portuale rafforzando i collegamenti marittimi della città di Napoli con il resto del Mediterraneo, restaurare, riorganizzare e ampliare i cantieri, ristrutturare l'impianto fognario e dragare i fondali dell'area orientale con deposito in cassa di colmata della darsena di levante dei materiali provenienti dall'escavo. Il Grande Progetto, inserito nell'asse di riferimento 4 - Accessibilità e trasporti del POR FESR 2007/2013 prevede un investimento pari a 240 milioni di euro e intende promuovere lo sviluppo della Campania nel contesto internazionale, nazionale e del Sud Italia, ovvero la realizzazione, in coordinamento sinergico con le altre regioni del Mezzogiorno, della piattaforma logistica unitaria e integrata del Sud quale nodo fondamentale della rete di infrastrutture materiali e immateriali nell'Italia Meridionale e nel Mediterraneo Centrale. Il Grande Progetto “**Logistica e porti**” affianca in modo integrato gli interventi previsti per i collegamenti tra le reti di trasporto mediterranee e la rete transeuropea TEN (*Trans European Network*). Il progetto prevede: il rafforzamento dei collegamenti aerei e marittimi della Regione con il resto del Mediterraneo; la razionalizzazione e il miglioramento delle relazioni mediante ferrovia; l'implementazione della logistica di secondo livello alla *city-logistic*; la realizzazione dell'operatività della linea AV/AC per il trasporto delle merci in un approccio di sistema impostato sull'implementazione delle reti della mobilità nelle varie modalità (ferro, gomma, acqua e aria) e delle relative connessioni intermodali. Si tratta di un progetto fortemente voluto dal governatore Stefano Caldoro che propone un approccio innovativo al tema: per la prima volta si prende in considerazione il sistema portuale campano nella sua interezza, come sistema integrato, senza considerare lo scalo partenopeo "in concorrenza" con quello di Salerno e sottolineando, anzi, anche il ruolo di supporto di Castellammare di Stabia e Torre Annunziata. Di fatti, Le forme di collaborazione, siano esse alleanze, accordi, fusioni, ecc., hanno la capacità di favorire un'offerta portuale sistemica, a cui possono partecipare sia le città in cui sono ubicati i porti, che i territori limitrofi, in modo da innescare un sistema che porti alla generazione di valore per l'intero sistema locale di offerta turistica e, quindi, non solo per le imprese crocieristiche e portuali. Il futuro dei porti è, quindi, legato alla capacità portuale di intessere relazioni di collaborazione con i vari *stakeholder*, intesi anche come rappresentanti del territorio circostante. Il Grande Progetto risponde, inoltre, alla visione strategica che emerge dal Documento Strategico Regionale della Regione Campania come Regione “aperta” che vuole sia interconnettersi ai programmi delle reti europee, che lavorare con le altre regioni meridionali e con il Governo nazionale per delineare un comune programma strategico “*Sud, grande piattaforma logistica integrata nel Mediterraneo*” con l'intento di essere in grado

nei prossimi anni di intercettare i traffici che dalla Cina, dall'India, dall'Estremo Oriente e dalla costa Africana tornano a solcare il Mediterraneo.

Il presente documento ha lo scopo di fornire un approccio integrato allo sviluppo delle conoscenze di innovazioni di processi e di sviluppo tecnologico volti a definire il perimetro delle aree SIN a mare nell'ambito delle competenze dell'Autorità Portuale di Napoli, le modalità operative da adottare progressivamente per la risoluzione delle diverse problematiche legate all'escavo dei fondali, le soluzioni innovative in grado di ridurre costi e tempi di intervento nella piena compatibilità delle normative nazionali e comunitarie di riferimento in materia ambientale anche attraverso lo sviluppo di eventuali interventi e progetti pilota. Obiettivo principale è la realizzazione del progetto: "Caratterizzazione ambientale dei sedimenti marini in relazione ai progetti di prolungamento della diga Foranea Duca D'Aosta e dragaggio del canale d'accesso di Levante al Porto - Porto Commerciale di Napoli"

Introduzione

Il dragaggio e la movimentazione dei sedimenti del porto di Napoli finalizzati ad una pianificazione adeguata e moderna della spazialità dell'area portuale rappresentano una priorità per la città di Napoli e per lo sviluppo economico del paese.

Obiettivo primario di questa relazione è l'identificazione dei più adeguati approcci al dragaggio dei sedimenti contaminati del porto di Napoli e alla loro gestione ambientale, nei termini, da un lato di un appropriato confinamento e stoccaggio in sicurezza degli stessi e dall'altro di un attenta gestione in relazione ad eventuali effetti sull'ecosistema marino e la salute della popolazione residente nelle aree limitrofe.

Pertanto, questa relazione si propone da un lato di sintetizzare le conoscenze sullo stato dell'arte relativo alle conoscenze sui livelli di contaminazione dei sedimenti del Porto di Napoli, contestualizzando i risultati ottenuti dalle caratterizzazioni ambientali effettuate negli ultimi dieci anni nell'ambito normativo vigente della legislazione italiana sull'ambiente; dall'altro lato il testo presentato tenta di verificare la robustezza scientifica e normativa che ha portato ad una inclusione estensiva del Sito di Interesse Nazionale "Napoli orientale", inteso come comprensivo dell'intera area portuale napoletana. Si cercherà, inoltre, di verificare la necessità di un'analisi di rischio da effettuare nelle aree del porto di Napoli, per il quale sono stati precedentemente registrati valori di concentrazione di contaminanti superiori ai limiti previsti come potenziale pericolo per la salute e l'ambiente. Tale approccio permetterà di riallineare il complesso caso-studio del Porto di Napoli alla vigente normativa ambientale del D.Lgs 152/2006, rispetto all'ormai superato D.Lgs. 471/99 su cui era stato basato il complesso dei precedenti interventi proposti.

Nella prima parte della relazione verrà presentato un rapido excursus sulle problematiche normative, ivi compresa la necessità di un adeguamento concettuale che la problematica in oggetto richiede per una moderna visione e soluzione delle azioni da intraprendere. Vengono inoltre evidenziate le criticità che emergono dallo studio dei documenti disponibili, che necessitano di un intervento normativo specifico che possa condurre all'identificazione di opportune procedure e soluzioni, finalizzate all'adeguamento dell'area portuale napoletana alle moderne necessità del traffico marittimo internazionale e ad un'economia dei trasporti moderna ed efficiente.

Cenni sulla Normativa ambientale vigente e relativa ai Siti di Interesse Nazionale (SIN)

In merito ai contenuti del Codice Ambientale, emerge principalmente la volontà del legislatore di porre a fondamento della nuova normativa il principio comunitario “chi inquina paga” (art. 239, primo comma D.Lgs 152/2006), attraverso “l'imputazione dei costi dell'inquinamento in capo al soggetto responsabile dello stesso, evitando di trasferire i costi medesimi sulla società o su altri soggetti dell'ordinamento”. Per comprendere realmente la portata innovativa dell'attuale disciplina, occorre tuttavia metterla a confronto con quella previgente. Quest'ultima, infatti, stabiliva dei “limiti di accettabilità della contaminazione” relativi a sostanze determinate – individuati dall'Allegato 1 al D.M. n. 471/99 tramite precisi valori numerici di concentrazione – superati i quali, il sito interessato veniva qualificato come “contaminato”. Il superamento dei suddetti limiti “tabellari”, ovvero il rischio concreto di superamento, quindi, comportava automaticamente il sorgere di una serie di obblighi in capo al responsabile dell'inquinamento, consistenti nella caratterizzazione, nella messa in sicurezza, nella bonifica e nel ripristino del sito contaminato. L'attuale disciplina, invece, distingue fra “concentrazioni soglia di contaminazione” (CSC) e “concentrazioni soglia di rischio” (CSR), dove le prime costituiscono semplici “valori di attenzione”, il cui superamento “determina la necessità della verifica dello stato dell'ambiente, al fine di identificare le seconde, intese come livelli di contaminazione accettabili”. In sostanza, il superamento delle “CSC”, viene inteso come un campanello d'allarme, che richiede la determinazione, caso per caso, delle concentrazioni soglia di rischio, attraverso la caratterizzazione e la specifica analisi del rischio, da effettuarsi sul sito interessato, sulla base dei criteri e principi specificati nell'Allegato 1 alla parte V del Codice Ambientale. Ne consegue che, avendo il codice riproposto i precedenti “limiti di accettabilità della contaminazione”, sotto forma di “concentrazioni soglia di contaminazione”, attualmente, al superamento dei medesimi limiti non è più collegato alcun obbligo immediato ed automatico di messa in sicurezza o bonifica, considerandosi il sito solo “potenzialmente contaminato”. Si è, in sostanza, operato un declassamento dei “vecchi” limiti di accettabilità della contaminazione, a meri indici di potenziale contaminazione. Le CSR, invece, alla luce della nuova disciplina, costituiscono il parametro di riferimento per determinare i contenuti e gli obiettivi della bonifica: sia l'inquinamento di un sito rilevante ai fini dell'obbligo di bonifica, quanto il risultato al quale devono tendere gli interventi di bonifica necessari per eliminare, contenere o isolare tale inquinamento, vengono ad essere individuati dalle

concentrazioni soglia di rischio, che costituiscono i parametri oggettivi di riferimento qualitativi e quantitativi, fissati in relazione all'uso previsto dell'area, risultante dagli strumenti urbanistici. Sotto il profilo dell'individuazione dei soggetti passivi degli obblighi di caratterizzazione, messa in sicurezza, bonifica e ripristino, risulta interessante la scelta del legislatore di configurare un vero e proprio "onere reale" gravante sul sito. I suddetti obblighi, infatti, sussistono, in via principale, in capo al responsabile dell'inquinamento, tuttavia, se costui non provvede agli interventi o non risulta identificabile, è chiamato ad attivarsi, in via subordinata, il proprietario del sito. Qualora nemmeno quest'ultimo si attivi, gli interventi vengono realizzati d'ufficio dal Comune territorialmente competente o, in difetto, dalla Regione (art. 250). In tale ipotesi, il proprietario sarà tenuto, anche se non direttamente responsabile dell'inquinamento, a rimborsare tutte le spese sostenute per l'esecuzione d'ufficio degli interventi - nei limiti del valore di mercato del sito, determinato a seguito dell'esecuzione degli interventi medesimi - in virtù del citato onere reale previsto dall'art. 253. Le norme del codice non specificano, tuttavia, se al proprietario del sito compete il diritto di rivalsa nei confronti dell'effettivo responsabile dell'inquinamento, anche se risulta logica un'interpretazione in senso affermativo, in considerazione dell'espressa previsione di tale diritto nell'ipotesi in cui il proprietario abbia spontaneamente provveduto alla bonifica del sito contaminato (art. 253, quarto comma). Uno degli aspetti maggiormente discussi è individuabile nel declassamento dei "limiti di accettabilità della contaminazione", di cui al D.M. 471/99, a semplici indici di potenziale contaminazione, attualmente denominati "concentrazioni soglia di contaminazione" (CSC). La scelta adottata dal Codice Ambientale risulta infatti difficilmente comprensibile e "chiaramente contraria al principio di precauzione", tanto da suscitare dubbi circa la sua legittimità costituzionale. I profili di incostituzionalità emersi in dottrina, riguarderebbero sia la violazione del principio costituzionale di ragionevolezza, sia, appunto, quella del principio comunitario di precauzione, recepito dall'ordinamento italiano in forza dell'art. 11 della Costituzione (in relazione agli obblighi assunti dallo Stato italiano a seguito della firma del Trattato Istitutivo CE) e, dunque, di rilevanza costituzionale. Si lamenta, inoltre, una scarsa chiarezza del codice in merito alla questione dell'imputabilità dell'inquinamento. Non è chiaro, infatti, se la contaminazione sia imputabile ad un determinato soggetto esclusivamente a titolo di dolo o colpa, ovvero se risulti configurabile un'ipotesi di responsabilità oggettiva. D'altro canto, l'imposizione di un "onere reale" a carico del sito, con tutti gli obblighi che da esso derivano in capo al proprietario, farebbe propendere per la seconda ipotesi, ancor più se si considera, come già esposto nel paragrafo precedente, che quest'ultimo è tenuto alla ripetizione delle spese sostenute per gli interventi di bonifica effettuati d'ufficio dall'autorità competente, anche se

incolpevole dell'inquinamento o del pericolo d'inquinamento. Il legislatore ha, probabilmente, inteso configurare un'ipotesi di responsabilità oggettiva a carico del proprietario del sito contaminato, solo in parte attenuata dalla preventiva emanazione, ad opera dell'autorità competente, di un provvedimento motivato che attesti l'impossibilità di accertare l'identità del soggetto responsabile o di esercitare azioni di rivalsa nei suoi confronti ovvero la loro infruttuosità. Un ulteriore aspetto critico è rinvenibile nella difficoltà di comprendere quali siano i limiti effettivi della discrezionalità, concessa al responsabile della contaminazione, nella scelta di idonee misure di messa in sicurezza, bonifica e ripristino. Il Codice Ambientale impone l'utilizzo delle "migliori tecniche di intervento a costi sostenibili", mutuando tale definizione dalla Direttiva 96/61/CE. In concreto, si richiede l'impiego delle tecniche più efficaci, tali da garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso, e, nel contempo, di tecniche disponibili a condizioni e costi ragionevoli. Nei limiti di tali criteri, peraltro abbastanza generici, la definizione dei contenuti tecnici delle singole misure, sembrerebbe demandata alle amministrazioni competenti, in sede di verifica ed approvazione degli elaborati predisposti dal responsabile della contaminazione o, in mancanza, dal proprietario del sito. Il primo comma dell'art. 246, tuttavia, riconosce ai soggetti obbligati agli interventi, nonché ai soggetti altrimenti interessati, il "diritto di definire modalità e tempi di esecuzione degli interventi mediante appositi accordi di programma stipulati [...] con le amministrazioni competenti". In vero, risulta difficile comprendere le reali intenzioni del legislatore nell'introduzione di tale norma, in quanto suscettibile di varie interpretazioni. La previsione di un vero e proprio diritto - in favore del responsabile della contaminazione, piuttosto che del proprietario del sito - alla definizione delle modalità e dei tempi degli interventi tramite accordo di programma, infatti, potrebbe essere intesa come vincolo per le PP.AA. a raggiungere un compromesso con tali soggetti, in merito alle modalità tecniche delle misure da adottare, privando, in sostanza, le amministrazioni competenti del potere di definire unilateralmente i contenuti degli interventi di messa in sicurezza, bonifica e ripristino. È del tutto evidente che, interpretata in tal senso, la norma determinerebbe "il sostanziale svuotamento del fondamentale ruolo autorizzativo della pubblica amministrazione, ponendo le parti su un piano di parità, a tutto detrimento dell'interesse pubblico alla tutela della salute e dell'ambiente". D'altro canto, un'interpretazione meno rigida della norma, oltre a risultare meno "fedele" al testo, condurrebbe ad un utilizzo improprio dell'accordo di programma, in quanto unicamente finalizzato a vincolare formalmente entrambe le parti al rispetto di modalità e tempistiche, di fatto, definite dall'amministrazione e semplicemente recepite nell'accordo. Pertanto, una siffatta interpretazione, se da un lato ridurrebbe sensibilmente la discrezionalità del responsabile/proprietario nella

definizione delle modalità delle misure da adottare, dall'altro renderebbe pressoché inutile il ricorso all'accordo di programma.

Il D.Lgs 152/2006 e s.m.i. all'art. 246 detta regole per gli "Accordi di Programma" (AdP) che:

- i soggetti obbligati ed i soggetti interessati hanno il diritto di definire tempi e modi della bonifica tramite AdP, da stipulare entro 6 mesi dall'approvazione del documento di Analisi di Rischio (con le amministrazioni competenti).
- i soggetti tenuti a provvedere alla bonifica di una pluralità di siti in più Regioni, anche in questo caso tempi e modi della bonifica possono essere regolati tramite AdP, da stipulare entro 12 mesi dall'approvazione del documento di Analisi di Rischio (con le regioni interessate).
- i soggetti tenuti a provvedere alla contestuale bonifica di una pluralità di siti dislocati su tutto il territorio regionale o vi siano più soggetti interessati alla bonifica di un medesimo SIN, i tempi e modi della bonifica possono essere definiti in un AdP da stipulare entro 18 mesi dall'approvazione del documento di Analisi di Rischio (con il MATT, Ministero della Salute, Ministero delle Attività produttive e Conferenza Stato- Regioni). Gli AdP sono uno strumento importante, che tende a facilitare le operazioni di bonifica, fissando i criteri principali a cui questa deve ispirarsi, sia per i suoli che per le acque.

E' stato stipulato un AdP anche per l'area SIN di Napoli Orientale, che prevede sia prescrizioni a carattere generale e sia prescrizioni a carattere sito specifico.

Prescrizioni a carattere generale: i) predisposizione da parte di ISS e ISPRA del "Piano di caratterizzazione"; ii) validazione dei dati da parte di ARPA con modalità non necessariamente analitiche; iii) definizione dei "valori di fondo naturale" da parte di ARPA competente per territorio e ISPRA; iv) per le attività di caratterizzazione, messa in sicurezza e bonifica il MATT si avvarrà della collaborazione di ISPRA, ISS e ARPA competente per territorio.

Normalmente sono previsti anche "STUDI EPIDEMIOLOGICI". Viene infine effettuata una valutazione e stima economica del danno ambientale. In particolare, la direttiva 2004/35/CE definisce DANNO: "Qualsiasi azione, o combinazione di azioni dirette a riparare, risanare, sostituire o acquisire l'equivalente delle risorse e dei servizi naturali danneggiati". Essa comprende il ripristino in senso stretto e la creazione di risorse/servizi naturali in sostituzione di quelli danneggiati o , comunque, la compensazione economica della perdita temporanea di risorse/servizi in attesa del ripristino. Pertanto andranno attribuiti un valore alle risorse e servizi naturali danneggiati, considerando sia l'uso diretto che indiretto. Ai sensi della direttiva 2004/35/CE costituisce danno ambientale il deterioramento, in confronto alle condizioni originarie, provocato: a) alle specie e agli habitat

naturali protetti dalla normativa nazionale e comunitaria di cui alla legge 11 febbraio 1992, n. 157, recante norme per la protezione della fauna selvatica, che recepisce le direttive 79/409/CEE del Consiglio del 2 aprile 1979; 85/411/CEE della Commissione del 25 luglio 1985 e 91/244/CEE della Commissione del marzo 1991 ed attua le convenzioni di Parigi del 18 ottobre 1950 e di Berna del 19 settembre 1979, e di cui al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, recante regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche, nonché alle aree naturali protette di cui alla legge dicembre 1991, n. 394, e successive norme di attuazione; alle acque interne, mediante azioni che incidano in modo significativamente negativo sullo stato ecologico, chimico e/o quantitativo oppure sul potenziale ecologico delle acque interessate, quali definiti nella direttiva 2000/60/CE, ad eccezione degli effetti negativi cui si applica l'articolo 4, paragrafo 7, di tale direttiva; alle acque costiere ed a quelle ricomprese nel mare territoriale mediante le azioni suddette, anche se svolte in acque internazionali; al terreno, mediante qualsiasi contaminazione che crei un rischio significativo di 9, attuazione del principio di precauzione). L'applicazione del principio di cui al comma 1 dell'art. 301 (D.Lgs 152/2006 PARTE VI) determina il rischio che comunque possa essere individuato a seguito di una preliminare valutazione scientifica obiettiva. L'operatore interessato, quando emerga il rischio suddetto, deve informarne senza indugio, indicando tutti gli aspetti pertinenti alla situazione, il comune, la provincia, la regione o la provincia autonoma nel cui territorio si prospetta l'evento lesivo, nonché il Prefetto della provincia che, nelle ventiquattro ore successive, informa il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio. In applicazione del principio di precauzione di cui all'articolo 174, paragrafo 2, del Trattato CE, in caso di pericoli, anche solo potenziali, per la salute umana e per l'ambiente, deve essere assicurato un alto livello di protezione.

Il Sito di Interesse Nazionale di Napoli Orientale

Le aree di Napoli Orientale, ai sensi dell'ex D.M. 471/99, sono state inserite nel "Sito d'Interesse Nazionale di Napoli Orientale" ai fini della messa in sicurezza, della bonifica e del ripristino ambientale dei siti inquinati. In particolare, il sito delimitato con Ordinanza Commissariale del 29 Dicembre 1999, emanata dal Sindaco di Napoli in qualità di Commissario Delegato, si estende per circa 830 ettari e comprende le aree dei quartieri orientali della città di Napoli (circoscrizioni di Barra, Ponticelli, Poggioreale – Zona industriale di San Giovanni a Teduccio, Fig. 1). La necessità di determinare e realizzare interventi urgenti per la salvaguardia del territorio nell'area di Napoli Orientale e dei suoi cittadini ha determinato, in data 9 Dicembre 1998, l'occorrenza di un "Accordo di Programma per la definizione degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza e successiva bonifica nel Sito di Interesse Nazionale – Napoli Orientale", tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Regione Campania, Provincia di Napoli e Comune di Napoli. La procedura di verifica ed approvazione dei progetti di bonifica, tuttavia, segue un suo iter giuridico cadenzato dalle conferenze di servizi, attività che si svolge parallelamente al lavoro di sollecitazione dei soggetti coinvolti. Sulla scorta di esperienze proceduralmente e problematicamente simili, (quali quelle di Porto Marghera, Priolo, Taranto, ecc.) sono da segnalarsi i successi di processi quali Accordi di Programma e di intese fra Ministero dell'Ambiente e Regioni, suggerimento peraltro segnalato nel D.M. ambiente 468/2001 e reso strumento sistematico, unitamente a tutti gli strumenti della programmazione negoziata, dal DM Ambiente 308/2006. Sostanzialmente non solo per Napoli Orientale, ma per la maggior parte dei siti individuati dal Ministero, la concretizzazione delle azioni di ripristino di siti inquinati non riesce ad avere uno svolgimento fluido sia per un'eccessiva prudenza da parte dei responsabili dei processi, sia per una lentezza burocratica intrinseca al processo, sia per mancanza di finanziamenti specifici che impediscono ai commissari delegati di poter porre in atto iniziative in danno verso gli inadempienti. A tali questioni si aggiunge ora la redazione di una nuova normativa – il codice dell'ambiente - che stravolge positivamente l'approccio al problema, avvicinando l'operato nazionale al resto d'Europa, ma che si avvale ancora dei precedenti decreti attuativi, con ovvie complicità interpretative e ancor minori assunzioni di responsabilità da parte dei soggetti coinvolti, sia pubblici che privati. Va segnalato, tuttavia, che l'iter procedurale monitorato da ARPAC non differenzia le procedure per suolo ed acque. Questa condizione potrebbe restituire una situazione non chiara nei casi in cui la caratterizzazione escluda la necessità di bonifica dei suoli,

ma imponga la procedura per le acque. L'articolo 264 del D.Lgs 152/2006, ha espressamente abrogato il decreto legislativo n. 22/97, recante, all'art. 17, la previgente disciplina in tema di bonifica e

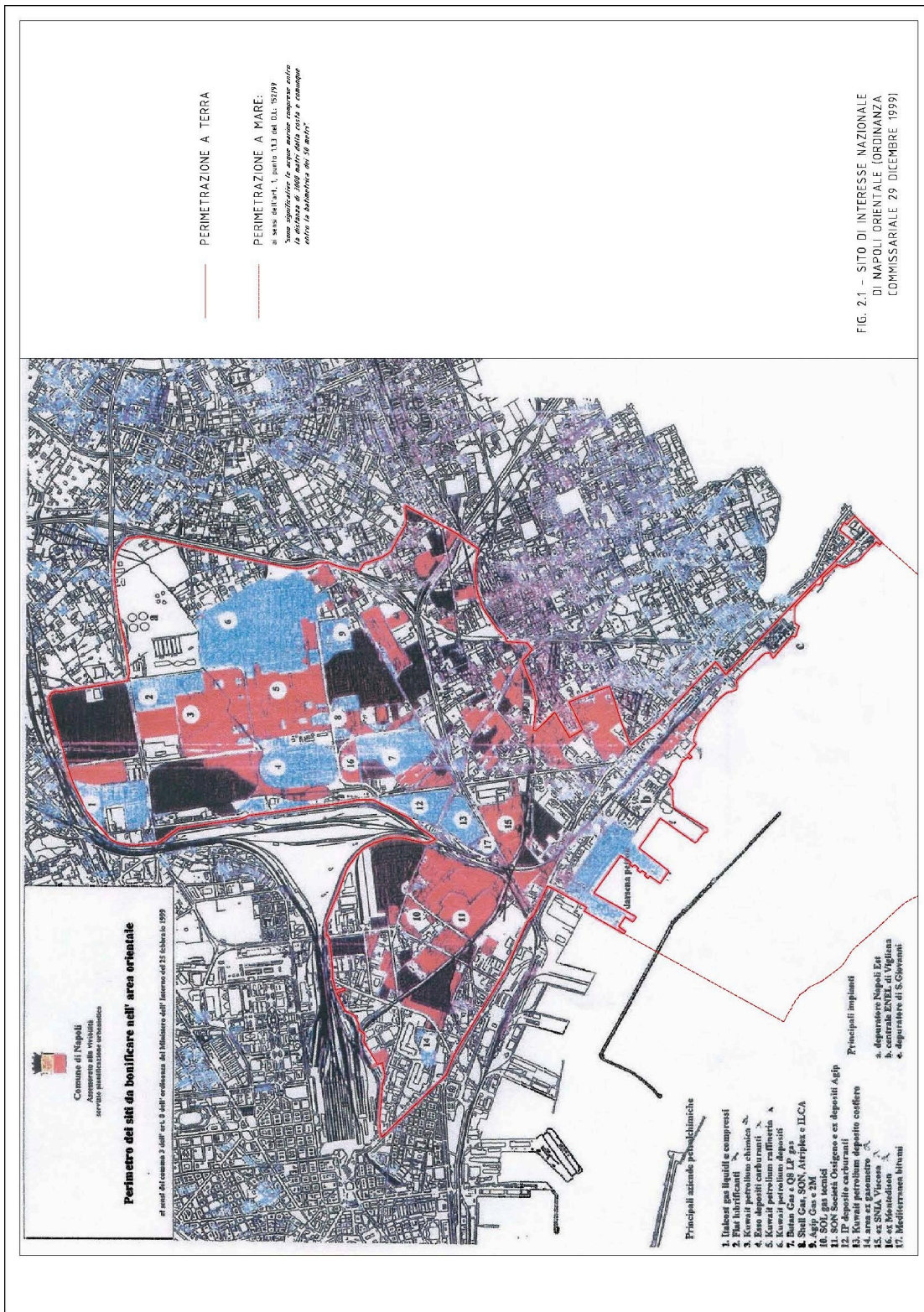


Fig. 1. Perimetrazione del Sito d'Interesse Nazionale di Napoli Orientale

ripristino ambientale dei siti inquinati. Lo stesso art. 264, tuttavia, al fine di evitare che vi fosse soluzione di continuità nel passaggio dalla vecchia alla nuova disciplina, ha stabilito che i provvedimenti attuativi del citato D.Lgs. n. 22/979 continuassero ad applicarsi sino all'entrata in vigore dei corrispondenti provvedimenti previsti dalla parte quarta del nuovo Codice Ambientale. Di fatto restano, ad oggi, ancora applicabili tali norme attuative, non avendo il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio provveduto ad emanare nuovi e specifici provvedimenti. Occorre peraltro evidenziare che, risultando la nuova disciplina decisamente innovativa rispetto alla precedente – in quanto caratterizzata da una ratio tendenzialmente differente ed ispirata a criteri e principi di matrice comunitaria – l'applicazione delle norme attuative di cui al D.M. n. 471/99, potrebbe comportare non poche difficoltà, soprattutto in considerazione dei principi e criteri sostanzialmente diversi su cui fondava la precedente disciplina.

Il tema della bonifica costituisce uno degli elementi condizionanti per le ipotesi di trasformazione territoriale del SIN Napoli Orientale, sia in termini temporali che tecnici. Ne consegue pertanto la necessità di individuare possibili percorsi procedurali o soluzioni tecniche in grado di accelerare il processo di riqualificazione, conciliando da una parte le intenzioni del Comune di Napoli di convertire a parco e residenze i siti industriali, e dall'altra la capacità, in termini di tempi e costi, dei soggetti obbligati alla bonifica di dare attuazione agli interventi. L'attivazione della procedura di caratterizzazione da parte di tutti i soggetti obbligati costituisce uno dei punti cruciali per la determinazione di ipotesi sostenibili di trasformazione dell'intero ambito. Attualmente i soggetti inadempienti costituiscono la maggioranza (74%) e sono proprietari di piccole aree il cui peso, rispetto all'estensione territoriale totale è pari al 21%. Una possibile soluzione, che potrebbe ottimizzare l'attività di caratterizzazione, può delinearsi nella configurazione di aggregati territoriali omogenei in grado di far convergere le risorse in un progetto comune di bonifica.

L'individuazione di tali aggregazioni territoriali dovrebbe rispondere ai seguenti requisiti minimi: i) contiguità territoriale ii) tipologia di attività non generatrice di fonti di contaminazione rilevanti. Tale assetto inoltre ridurrebbe drasticamente il numero dei Piani di Caratterizzazione da valutare in sede di Conferenza di Servizi, semplificando, ove possibile, le attività di verifica delle autorità preposte. Ai fini di una trasformazione dell'ambito coerente con gli strumenti urbanistici vigenti, è necessario che i terreni presentino concentrazioni di contaminanti compatibili con la destinazione d'uso prevista. Dalla lettura di alcuni progetti definitivi e dei verbali delle ultime Conferenze di Servizi è emersa, da una parte, uno scollamento tra obiettivi di bonifica e destinazione d'uso (si veda il caso dell'approccio tabellare),

dall'altra, un differente approccio nella determinazione degli obiettivi di bonifica stessi (come nel caso di adozione Analisi di Rischio). Tale situazione rischia da un lato di disattendere le intenzioni del Piano, e dall'altro di generare ambiti territoriali che, seppur caratterizzati da medesima destinazione d'uso, presentano concentrazioni di inquinanti residue differenti. Nell'ipotesi che intendano avvalersi dell'Analisi di Rischio ai sensi del D.Lgs 152/2006, anche i proprietari degli altri siti, oltre a quelli che hanno già manifestato volontà (ENI Deposito Costiero e Mediterranea ICIOM), è auspicabile il mantenimento di una coerenza nella definizione delle CSR, che costituiranno i livelli di concentrazioni di inquinanti accettabili nei siti con medesima destinazione d'uso. Inoltre il programma di riqualificazione dell'ambito potrebbe condizionare la scelta della tecnica di bonifica più opportuna, in ordine alla necessità di dare attuazione in tempi più brevi al risanamento dell'area; il fattore tempo in questo caso diventerebbe il fattore determinante ai fini della scelta della tecnologia di bonifica e quindi dei costi da sostenere. Pertanto è verosimile immaginare che uno scenario di bonifica in tempi brevi privilegi l'adozione di tecnologie prevalentemente off site e on site (trattamenti chimico fisici o termici) a fronte però di maggiori oneri economici. Relativamente al tema della bonifica della falda è emersa una frammentarietà negli interventi di risanamento; a tal proposito una soluzione di maggiore efficacia è senza dubbio configurabile attraverso un progetto di risanamento unitario considerando l'ecosistema nella sua dinamicità globale e non attraverso l'analisi della contaminazione puntuale potenzialmente generata dalle singole attività.

Il SIN di Napoli orientale e il Porto di Napoli: un'inclusione estensiva non adeguata e non supportata dalla legislazione vigente

I Siti di Interesse Nazionale sono aree che lo Stato ha individuato come interessate da un potenziale inquinamento di particolare rilievo, in rapporto alle caratteristiche degli inquinanti e della loro pericolosità, all'estensione, all'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché il pregiudizio per i beni culturali ed ambientali.

Tutti i Siti di Interesse Nazionale, una volta riconosciuti a livello normativo, sono stati definiti in dettaglio con appositi decreti di perimetrazione, approvati dal Ministero dell'Ambiente che ne individua esattamente dimensioni, estensione e confini.

Dopo questa fase detta di "perimetrazione", le aree ricomprese all'interno dei SIN, devono essere sottoposte ad indagini ambientali volte a definire l'effettivo stato di inquinamento del sito, l'estensione e la tipologia della contaminazione. Questa fase si realizza attraverso analisi chimico-fisiche batteriologiche ed ecotossicologiche delle varie matrici ambientali coinvolte nel sistema: suolo, colonna d'acqua, biota e falde acquifere.

La valutazione dello stato di inquinamento è effettuata mediante il confronto delle concentrazioni dei parametri chimici rilevati con i valori limite definiti dalla normativa vigente. Se la caratterizzazione non evidenzia uno stato di contaminazione, l'area viene restituita agli usi legittimi. In caso contrario, occorrerà procedere ad un'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica come suggerito dal D.Lgs 152/2006 (Allegato 1, titolo V, parte 4°): *"...per definire gli obiettivi di risanamento è importante sottolineare che la probabilità non è legata all'evento di contaminazione (già avvenuto), quanto alla natura probabilistica degli effetti nocivi che la contaminazione, o meglio l'esposizione ad un certo contaminante, può avere sui recettori finali"* ovvero la popolazione locale.

Nel caso del SIN Napoli Orientale, il decreto di perimetrazione che sancì il futuro di questo sito è l'Ordinanza Commissariale del 29 dicembre 1999 dell'allora Sindaco di Napoli Antonio Bassolino. Tale Ordinanza disponeva che l'area "Napoli Orientale" (sia l'area di pertinenza della pubblica amministrazione che quella in concessione ad aziende private) fosse caratterizzata, messa in sicurezza e sottoposta a bonifica come richiesto dal commissario delegato medesimo d'intesa con il Ministro dell'Ambiente. **In mancanza di precise informazioni sulle condizioni di inquinamento, fu individuato un perimetro che conteneva tutta l'area a prevalente destinazione industriale. L'area che fu presa in esame era**

di circa 830 ettari e comprendeva le aree dei quartieri orientali della città di Napoli (circoscrizioni di Barra, Ponticelli, Poggioreale – Zona industriale di San Giovanni). La scelta fece riferimento ad una indagine effettuata sullo stato delle attività produttive passate e presenti, delle attività potenzialmente inquinanti, delle zone confinanti o interconnesse che potevano aver subito l'influenza dei fattori contaminanti. Tale area, definita come “relativamente omogenea”, comprendeva zone caratterizzate da estesi fenomeni di dismissione delle attività produttive e da gravi condizioni di degrado nonché l'area della fascia costiera che andava dalla Darsena Petroli al confine comunale, le aree della fascia litoranea del quartiere S. Giovanni (dalla Darsena Petroli a Pietrarsa) e consistenti tratti di spiaggia inquinate dalle antiche lavorazioni industriali e dalla vicinanza della foce del fiume Sarno. All'interno di questo perimetro vennero incluse la quasi totalità degli impianti di gas e petroli presenti sul territorio cittadino: i depositi di Esso, Italcost, IP, Shell, Agip, la raffineria della Kuwait, l'insediamento dismesso dell'industria metallurgica e metalmeccanica Corradini, la centrale Enel di Vigliena ed il depuratore di Napoli S. Giovanni.

In Fig. 1 sono evidenziate in rosso le attività dismesse, in azzurro le attività petrolchimiche e in viola le attività industriali come apparivano al momento in cui fu emessa l'ordinanza comunale.

A quest'area fu aggiunta, sotto richiesta del Ministro dell'Interno con ordinanza n. 2948 del 25 febbraio 1999, il litorale e le acque marine costiere antistanti le aree individuate nel limite di 3000 metri dalla costa e comunque entro la batimetrica dei 50 m. In Fig. 1 è raffigurato il SIN Napoli Orientale come appariva nel 1999. La documentazione attualmente disponibile vede nell'ordinanza n° 2948/99 l'unica fonte normativa che riporta il perimetro del SIN di Napoli Orientale.

In maniera del tutto arbitraria, si è assunto durante le numerose Conferenze di Servizio presso il Ministero dell'Ambiente che sono seguite alle diverse fasi di caratterizzazione del Porto di Napoli, specificatamente disegnate per eventuali azioni di dragaggio dei fanghi dell'area stessa, che l'estensione del SIN comprendesse, con un approccio estensivo, l'intera area portuale di Napoli (Fig. 2).



Fig. 2. Ri-perimetrazione ed interpretazione estensiva dell'area SIN di Napoli orientale

Criticità di una scelta inclusiva del Porto di Napoli nell'area SIN di Napoli Orientale

Attualmente la planimetria del porto di Napoli consta di due macro aree: una che riguarda la zona estensivamente considerata SIN dell'area occidentale del Porto di Napoli e un'altra perimetrata con Ordinanza Commissariale 29 dicembre 1999 come SIN.

Tale divisione mette in rilievo due differenti approcci che dovranno essere valutati ed adottati per la programmazione del monitoraggio e della messa in sicurezza dell'area oggetto di studio. Nello specifico, in accordo con il D.Lgs. 152/06 la gestione delle attività di aree perimetrata in SIN ricadono sotto la giurisdizione specifica del Ministero dell'Ambiente che, sulla base di documenti tecnici può rilasciare esplicita autorizzazione allo svolgimento delle attività.

Infatti, l'articolo 252 comma 6 e 7 D.Lgs. 152/2006 recita: *"L'autorizzazione del progetto e dei relativi interventi sostituisce a tutti gli effetti le autorizzazioni, le concessioni, i concerti, le intese, i nulla osta, i pareri e gli assensi previsti dalla legislazione vigente, ivi compresi, tra l'altro, quelli relativi alla realizzazione e all'esercizio degli impianti e delle attrezzature necessarie alla loro attuazione. L'autorizzazione costituisce, altresì, variante urbanistica e comporta dichiarazione*

di pubblica utilità, urgenza ed indifferibilità dei lavori. Se il progetto prevede la realizzazione di opere sottoposte a procedura di valutazione di impatto l'approvazione del progetto di bonifica comprende anche tale valutazione”.

D'altronde, vale la pena puntualizzare che le aree del porto di Napoli che non sono incluse nel SIN reindirizzano la responsabilità e la gestione alle Regioni, Province e Comuni di competenza.

Sarà quindi necessaria per aree non incluse all'interno del SIN di Napoli Orientale, l'elaborazione di uno specifico elaborato redatto ai fini dell'espletamento della procedura di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.

Ai sensi dell'Articolo 7, Comma 2, del D.Lgs, 152/06 e ss.mm.ii., questa procedura di VAS deve essere condotta secondo le disposizioni regionali, in quanto la Regione è l'Amministrazione preposta all'approvazione finale del progetto (Legge 84/94 – Riordino della legislazione in materia portuale - Articolo 5, Comma 4). La medesima legge n. 84/94, sempre all' Articolo 5, Comma 4, prevede che venga sviluppato una Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) per ogni specifica opera compresa nel progetto principale

In definitiva questa sostanziale indeterminazione della perimetrazione del SIN Napoli Orientale crea uno spazio decisionale in grado di offrire opportunità diverse per la futura gestione delle attività di caratterizzazione, dragaggio e gestione dei fanghi portuali.

Rimane comunque necessaria una definizione normativa appropriata della reale estensione del SIN di Napoli Orientale che permetta una gestione coerente ed adeguata dei processi e azioni da realizzare per il ripristino dell'area e lo sviluppo delle attività previste dalla progettazione attualmente in campo.

Stato dell'arte sulle conoscenze dell'ambiente nel Porto di Napoli

Dall'aprile 2001 l'Istituto CNR per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) di Napoli ha intrapreso, per mandato dell'Autorità Portuale, una serie di studi finalizzati alla caratterizzazione chimica, fisica e biologica dei sedimenti del Porto di Napoli, allo scopo di caratterizzarne lo stato di inquinamento. Le fasi di acquisizione dei campioni e dei dati analitici sono state in tutto quattro, ognuna con obiettivi diversi, legati alla caratterizzazione di altrettante aree della zona investigata. L'ultimo lavoro di caratterizzazione ambientale in termini temporali è stato relativo allo studio di circa 390 campioni prelevati in tutta l'area portuale di Napoli con maglia di campionamento di circa 200 m, come indicato dai protocolli operativi dell'ICRAM.

Il numero totale di campioni studiati nelle diverse fasi di lavoro ammonta a più di 2900, distribuiti spazialmente secondo maglie di campionamento differenti e generalmente distribuiti lungo 4/5 livelli di profondità. Una minima parte dei campioni studiati è relativo al solo velo superficiale di sedimento.

Su tutti i campioni sono stati determinati i valori di concentrazione di 16 Idrocarburi Policiclici Aromatici, 40 congeneri di PCB considerati particolarmente tossici per l'ambiente e 13 congeneri di pesticidi organoclorurati. Sono stati inoltre determinati i valori di concentrazione di 61 molecole di idrocarburi volatili, la concentrazione di idrocarburi pesanti (C>12), Clorofenoli, Clorobenzeni, materia organica totale, Cianuri liberi, Fosfati e azoto totale e, su alcuni selezionati livelli superficiali, le concentrazioni di Diossine e Furani, Amianto e composti organostannici (Σ TBT). Su tutti i campioni sono stati misurati i valori di concentrazione di 11 metalli pesanti, nonché le proprietà fisiche (Eh, pH, densità, etc.), le percentuali relative alle diverse classi granulometriche e le percentuali di abbondanza di alcune specie di microrganismi utili per la determinazione dello stato di tossicità del sedimento.

Per discriminare gli effetti di inquinamento da parte dei metalli pesanti sul sedimento dalla componente litogenica naturale, l'Istituto IAMC ha condotto uno studio su aree marine costiere dell'area centro meridionale della Campania, caratterizzate da scarso contributo antropico e in grado di fornire i valori di background per il sistema investigato. Un ulteriore valore di background per tutti i microinquinanti studiati è rappresentato dalla campionatura, relativa alla fase V di acquisizione, di 16 campioni superficiali prelevati nell'area del Golfo di Napoli giusto a ridosso della Diga Foranea del Porto, e, quindi, meno soggetti a forte input antropico.

La discussione sulla distribuzione dei diversi microinquinanti prende in considerazione sia la loro distribuzione spaziale per i diversi livelli di profondità investigati che i loro profili di variazione lungo le carote prelevate per cinque livelli.

Uno studio pilota, condotto su 20 campioni superficiali prelevati in tutta l'area portuale, ha permesso di identificare le diverse fasi all'interno delle quali sono contenuti i diversi metalli pesanti analizzati e di definire quindi la potenziale biodisponibilità degli stessi e il potenziale pericolo sull'ecosistema bentonico dell'area. Tali dati hanno permesso di interpretare in maniera più approfondita la pericolosità legata al superamento di soglie di concentrazione definite di pericolo per i diversi elementi in tracce analizzati.

L'applicazione di concetti di statistica esplorativa e di sofisticati algoritmi geostatistici univariati e multivariati hanno permesso di estrarre dall'ampio dataset disponibile il massimo di informazioni utili per una precisa caratterizzazione geochimica dei sedimenti del Porto di Napoli.

Per un'approfondita valutazione del dataset geochimico, vengono in questa relazione proposti alcuni paragrafi descrittivi della geologia e della batimetria dell'area portuale, della geologia e idrologia dell'area della città, limitrofa al Porto di Napoli, nonché un'accurata descrizione della sedimentologia dell'area portuale, tutte componenti essenziali per un'accurata valutazione dei pattern geochimici mostrati dai vari microinquinanti organici ed inorganici analizzati. La distribuzione di questi composti è, infatti, considerata in parte strettamente legata a tali parametri e in parte più direttamente connessa a fonti di inquinamento puntuali o areali. A tale proposito verranno discusse le possibili relazioni tra la distribuzione dei diversi microinquinanti e la presenza dei 18 scarichi fognari (di natura diversa) che sono presenti nelle diverse Darsene del Porto di Napoli. Tale valutazione permette di stabilire potenzialmente il ruolo delle diverse componenti di impatto sull'inquinamento chimico dell'area portuale nella sua interezza.

La morfologia della città di Napoli

Per potere verificare il ruolo del sistema territoriale limitrofo sull'inquinamento dei sedimenti del porto di Napoli, abbiamo ritenuto opportuno descrivere, seppur sommariamente, la morfologia della città di Napoli e le possibili vie morfologiche di trasporto di microinquinanti da terra a mare.

I limiti amministrativi del comune di Napoli racchiudono un'area di 117.27 kmq. In questa area la morfologia risulta alquanto articolata. La quota più elevata è rappresentata dalla collina dei Camaldoli (454 m s.l.m.) che si affaccia ad Ovest, con pareti a picco a forma di anfiteatro, sulle piane di Pianura (175 m s.l.m.) e di

Soccavo (100 m s.l.m.) connesse in direzione sud-est alla più ampia piana di Fuorigrotta-Bagnoli (Fig. 3).

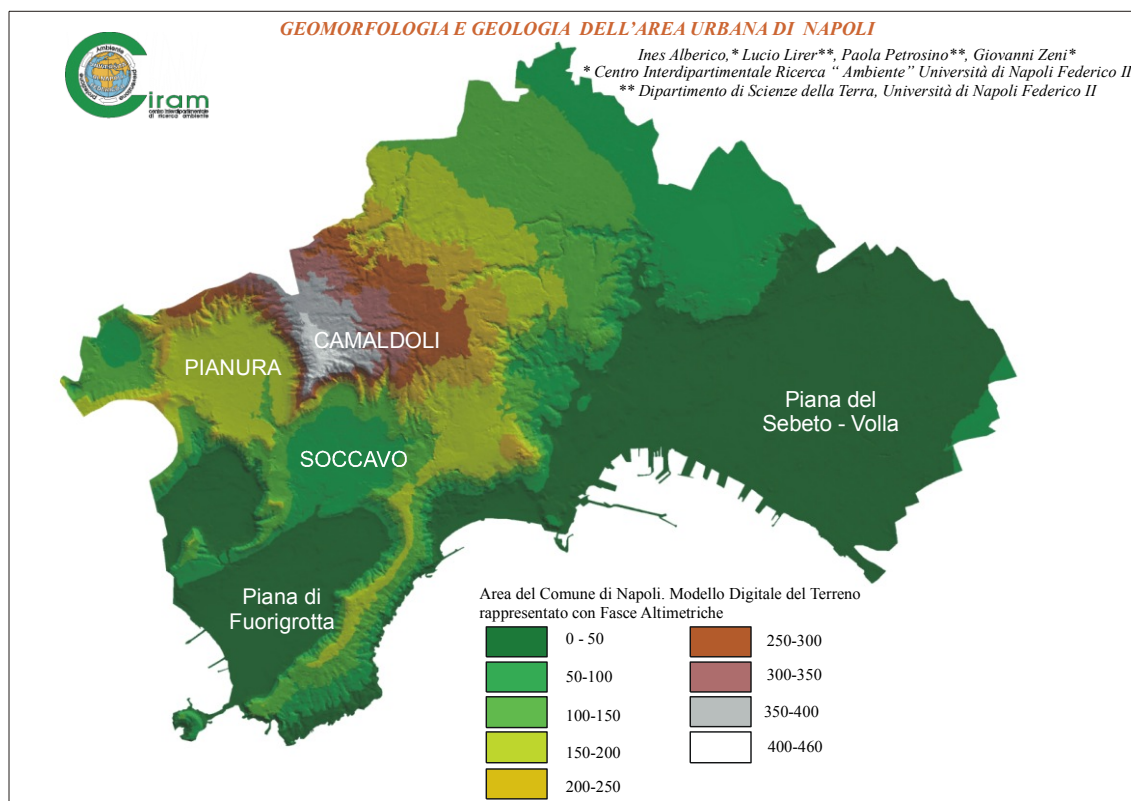


Fig. 3. Geomorfologia e Geolitologia dell'area urbana di Napoli.

Dalla collina dei Camaldoli si passa, in direzione SE, attraverso una flessura, al pianoro del Vomero che presenta un sua propria culminazione con la zona di S. Martino. Dal Vomero si diparte un costone stretto e continuo che costituisce la collina di Posillipo degradante, con salti morfologici nell'ampia piana costiera di Fuorigrotta-Bagnoli (Fig. 3).

In direzione NE si registra una graduale variazione di pendenza dalla culminazione dei Camaldoli alla piana dell'aeroporto di Capodichino, che ad oriente fa transizione alla parte alta della depressione del Sebeto-Volla. Tale piana si estende, con forma triangolare, fino alla zona portuale napoletana.

Questa complessa articolazione morfologica in un'area molto ristretta è unicamente conseguenza della intensa attività vulcanica a forte carattere esplosivo che ha caratterizzato i Campi Flegrei negli ultimi 10.000 anni (Alberico et al., 2003; Alberico et al., 2004).

L'articolazione del territorio è oltremodo legata anche alle variazioni litologiche che i terreni affioranti presentano nel territorio comunale. Si osservano, infatti, alternanze di termini litologici estremamente litoidi e potenti, tali da essere

ampiamente utilizzati nel passato come materiale da costruzione (tufo giallo, caratterizzato da un'estrema leggerezza conseguente della sua bassa densità) o ornamentale (piperno), con terreni incoerenti (la cosiddette pozzolane) a luoghi in banchi, potenti varie decine di metri, ovvero stratificati con spessori intorno ai 15-20 metri.

Idrografia superficiale della città di Napoli

Nella zona orientale della provincia di Napoli possono essere individuati i seguenti bacini idrografici: il bacino dei Regi Laghi, il bacino dell'alveo dei Camaldoli, il bacino di Lago Patria, il Bacino de Campi Flegrei, i Bacini di Ischia e Procida, il bacino della piana di Volla (Fig. 4). I bacini sopra menzionati sono caratterizzati da aree colanti modeste e da un reticolo idrografico a regime tipicamente torrentizio. Le zone montane e pedemontane presentano pendenze medie talvolta elevate ed incisioni profonde con un elevato trasporto solido verso valle.

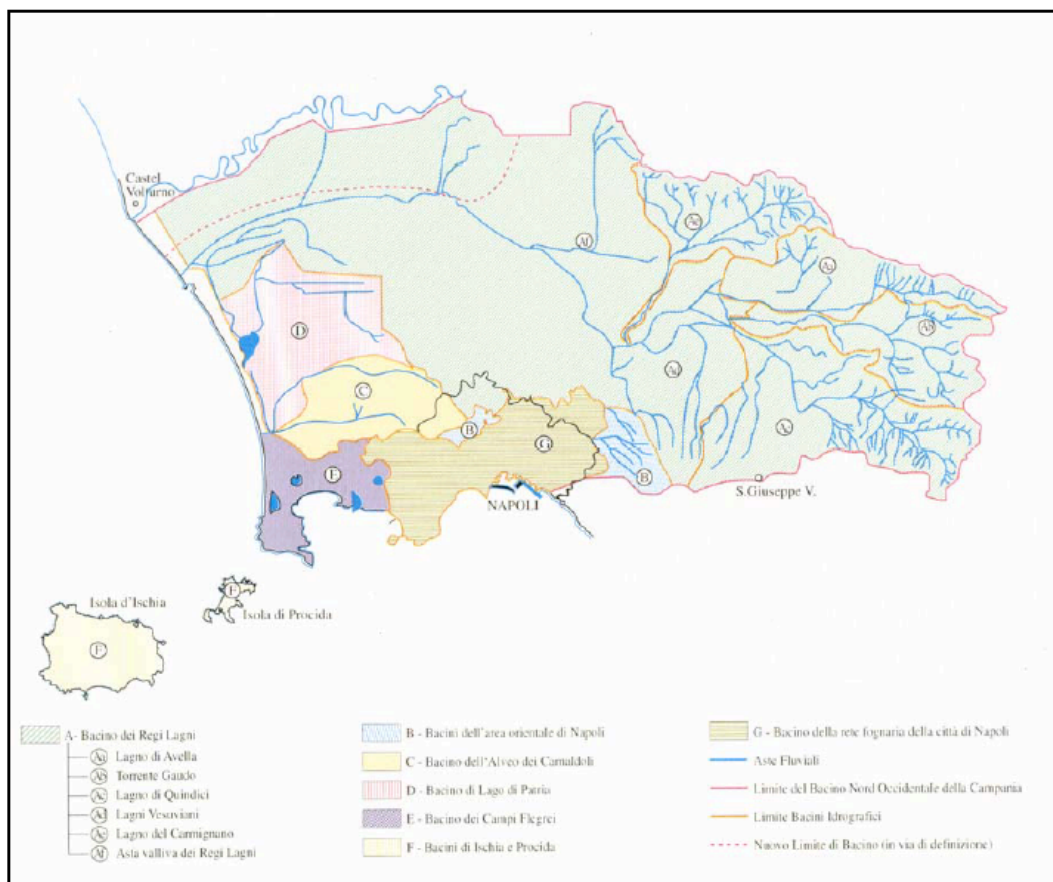


Fig. 4. Idrografia del sistema che insiste sulla zona del Porto di Napoli.

Il bacino della piana di Volla, dove è ubicata l'area portuale di Napoli, costituiva un'area originariamente paludosa e trasformata, in seguito, da interventi antropici di bonifica in zona agricola fertile.

Tale piana era originariamente interessata da una copiosa circolazione idrica superficiale in gran parte alimentata da antiche sorgenti ormai prosciugate. L'antico Fiume Sebeto costituiva il recapito principale di tali deflussi. Gli interventi antropici degli ultimi decenni hanno determinato un grave stato di dissesto idrogeologico, cancellando, di fatto, la rete idrografica superficiale che risulta, oggi, praticamente irriconoscibile per le numerose deviazioni e gli interrimenti realizzati. Il bacino (esteso circa 20 kmq) è oggi attraversato ad ovest dal canale Sbauzone e, nell'area industriale orientale, dai fossi Volla, Cozzone e Reale che, parzialmente interrati e deviati, versano nell'area portuale di Napoli (l'ex area dei Granili), ove un tempo sfociava l'alveo di Pollena. La piana di Volla, attualmente priva di una rete idrografica superficiale efficiente per lo smaltimento delle acque meteoriche, risulta soggetta a fenomeni di allagamento, divenuti di recente più gravosi anche a seguito del cessato emungimento e della conseguente risalita della falda freatica, in precedenza utilizzata per scopi acquedottistici.

La geolitologia del sottosuolo della città di Napoli

de Riso e Lirer (1998) per il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Napoli (PTCP) hanno distinto, per il territorio del comune di Napoli, due zone geologicamente differenti: le piane costiere ed interne e l'area dei Campi Flegrei l.s..

Le piane costiere sono rappresentate dalla depressione del Sebeto-Volla e dalla piana di Bagnoli-Fuorigrotta, mentre le piane interne sono quelle di Soccavo, Pianura, Agnano (Fig. 3).

La piana del Sebeto-Volla

La depressione del Sebeto-Volla è un bacino di sedimentazione in lenta subsidenza di ambiente marino (prima) e continentale (poi). La sua evoluzione e costituzione litologica sono fortemente legate all'attività vulcanica dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio.

Nel sottosuolo di quest'area pianeggiante, attraverso l'interpretazione di un rilevante numero di sondaggi (de Riso e Lirer 1998), sono state riconosciute varie unità litostratigrafiche:

- terreni piroclastici a grana fine, superficiali, rimaneggiati, associati a riporti (zone di Poggioreale, Centro Direzionale e Stazione FS di Napoli) ed a paleosuoli;

- terreni piroclastici prevalentemente sabbiosi, in gran parte da erosione-accumulo alluvionale (antico Sebeto), per spessori di varie decine di metri, contenenti a varie profondità livelli discontinui di torbe;
- piroclastici tufacee a banchi lavici del Somma-Vesuvio (a ridosso dell'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio);
- Tufo Giallo Napoletano, in facies pozzolanica e litoide, a ridosso degli affioramenti dell'area collinare NE di Napoli (il banco tufaceo si assottiglia in direzione SE).

Gli aspetti significativi dell'area del Sebeto-Volla sono:

- l'assenza dell'Ignimbrite Campana per fenomeni di erosione (diffusa invece a N e NE) Bellucci 1994 ;
- la presenza di orizzonti torbosi a letto e a tetto del banco di Tufo Giallo Napoletano di età rispettivamente pari a 14.000 (C¹⁴) e 6.000-4.000 (C¹⁴) B.P.. Essi sono interpretati come connessi ad ambienti palustri creati da sbarramenti al deflusso delle acque, a loro volta indotti dalla deposizione improvvisa di flussi piroclastici ovvero dalla formazione di cordoni dunari dei settori costieri;
- la discontinuità orizzontale dei banchi tufacei o lavici;
- la diffusione di terreni di riporto ed in genere dei fenomeni di rimaneggiamento indotti dall'attività antropica (opere di bonifica di età borbonica ed intensa urbanizzazione recente) che ha profondamente alterato anche l'impianto dell'antico reticolo idrografico (oggi rappresentato dal Fosso Reale).

La batimetria del porto di Napoli

La carta batimetrica ad alta risoluzione dell'intera area portuale di Napoli e riportata in Fig. 5 è stata acquisita dall'IAMC-CNR durante la campagna svolta in Aprile 2005 tramite ecoscandaglio multifascio. La risoluzione della restituzione cartografica è 1×1m.

La morfologia del fondo è abbastanza irregolare all'interno della Diga Foranea con profondità variabili tra pochi metri e massimi di 18-20 m giusto all'imbocco della Diga stessa. La morfologia di fondo all'interno delle varie Darsene risulta generalmente irregolare e rialzata nella area limitrofa alla banchina, con un generale incremento di spessore dei sedimenti in corrispondenza dello sbocco dei circa 18 canali fognari che scaricano nello specchio d'acqua del Porto (Fig. 6) e con un improvviso approfondimento nella zona centrale. La batimetria nella zona esterna al Porto risulta dolcemente degradante fino a valori medi di circa -60m valutati nella zona più esterna campionata.

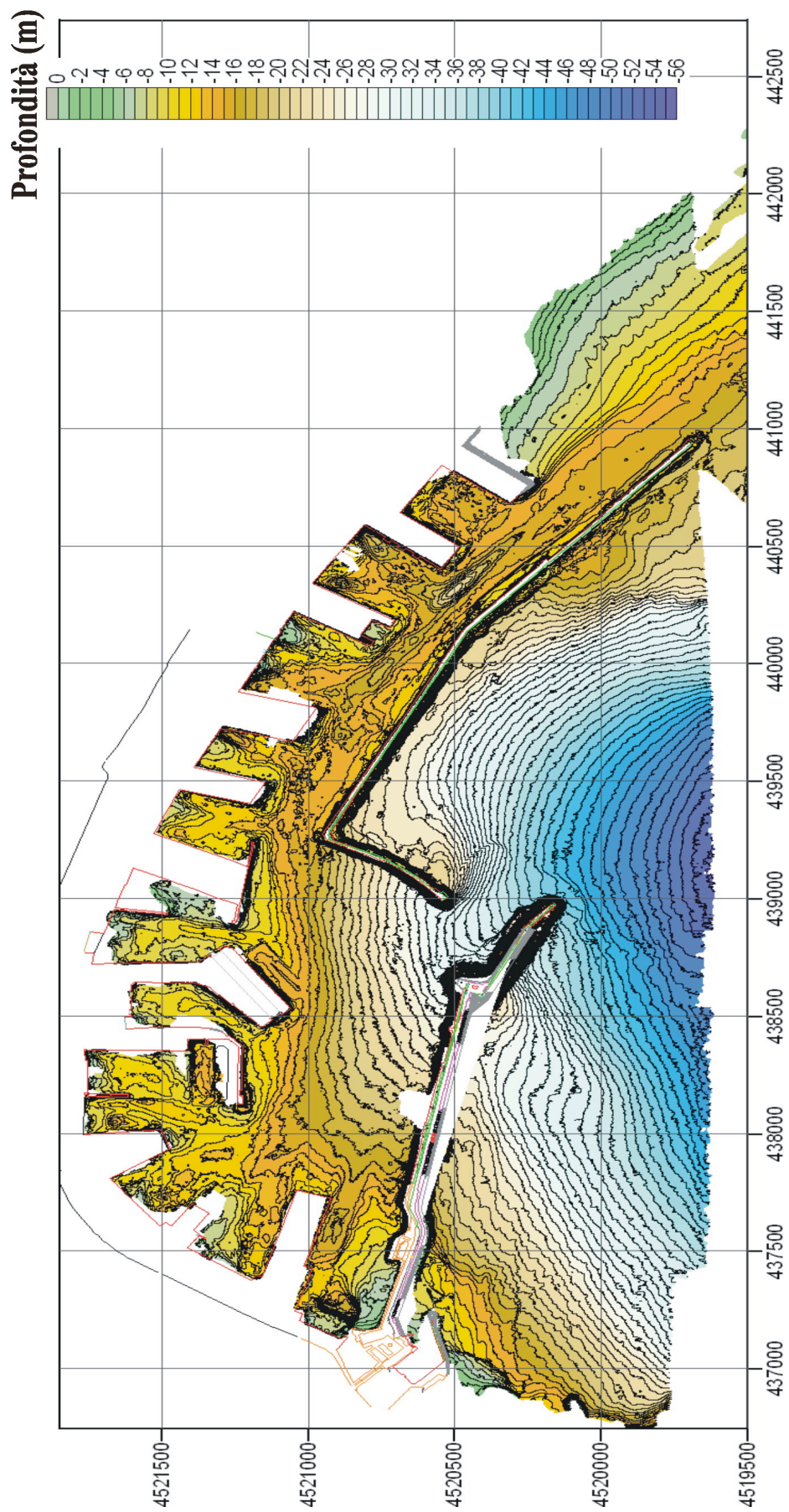


Fig. 5. Carta batimetria del Porto di Napoli.

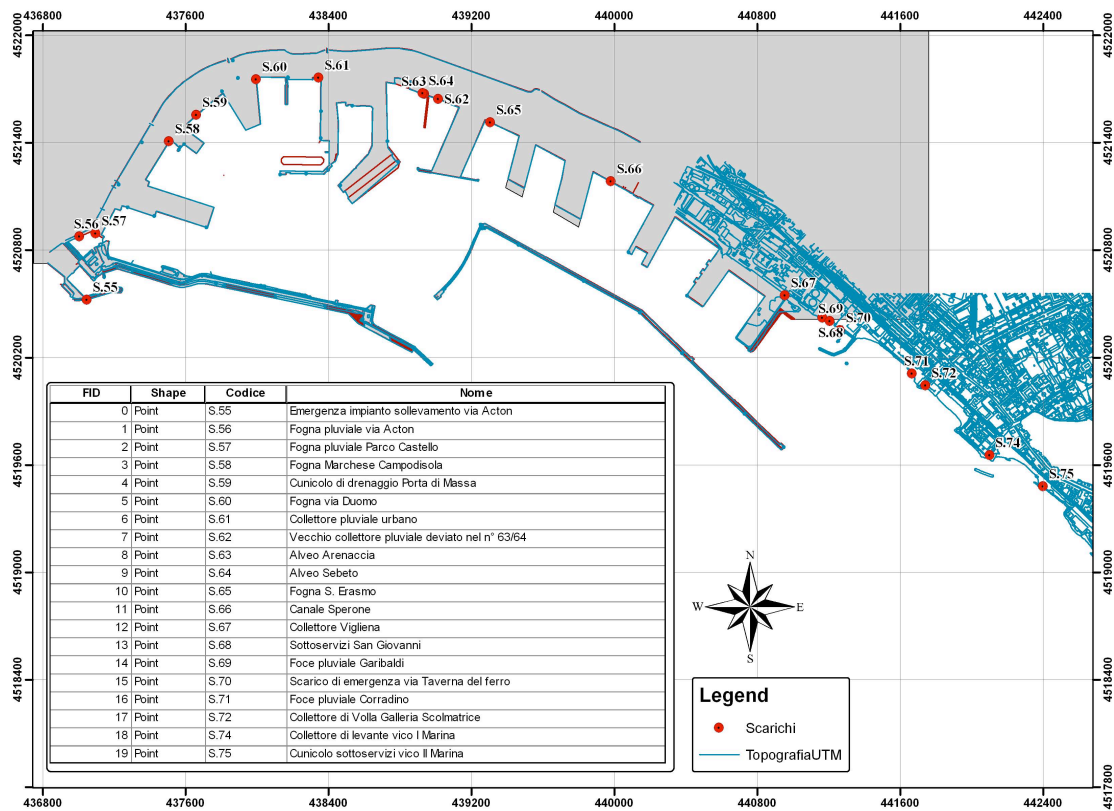


Fig. 6. Localizzazione dei 20 scarichi fognari presenti all'interno del Porto di Napoli.

La zona compresa all'interno della diga foranea è stata oggetto di un secondo rilievo (nel 2007) sempre da parte dell'IAMC-CNR di Napoli. Con l'utilizzo del sistema multibeam Reson 8125 (455 KHz). Tale rilievo, pur confermando le caratteristiche morfo-sedimentarie evinte dal rilievo del 2005, ne migliora la qualità in particolare in termini di posizionamento (DGPS con PDOP inferiore a 0.8) e di riferimento verticale (livello medio del mare), fondamentale per eventuali confronti pre- e post- movimentazioni di masse di sedimento (Fig. 7).

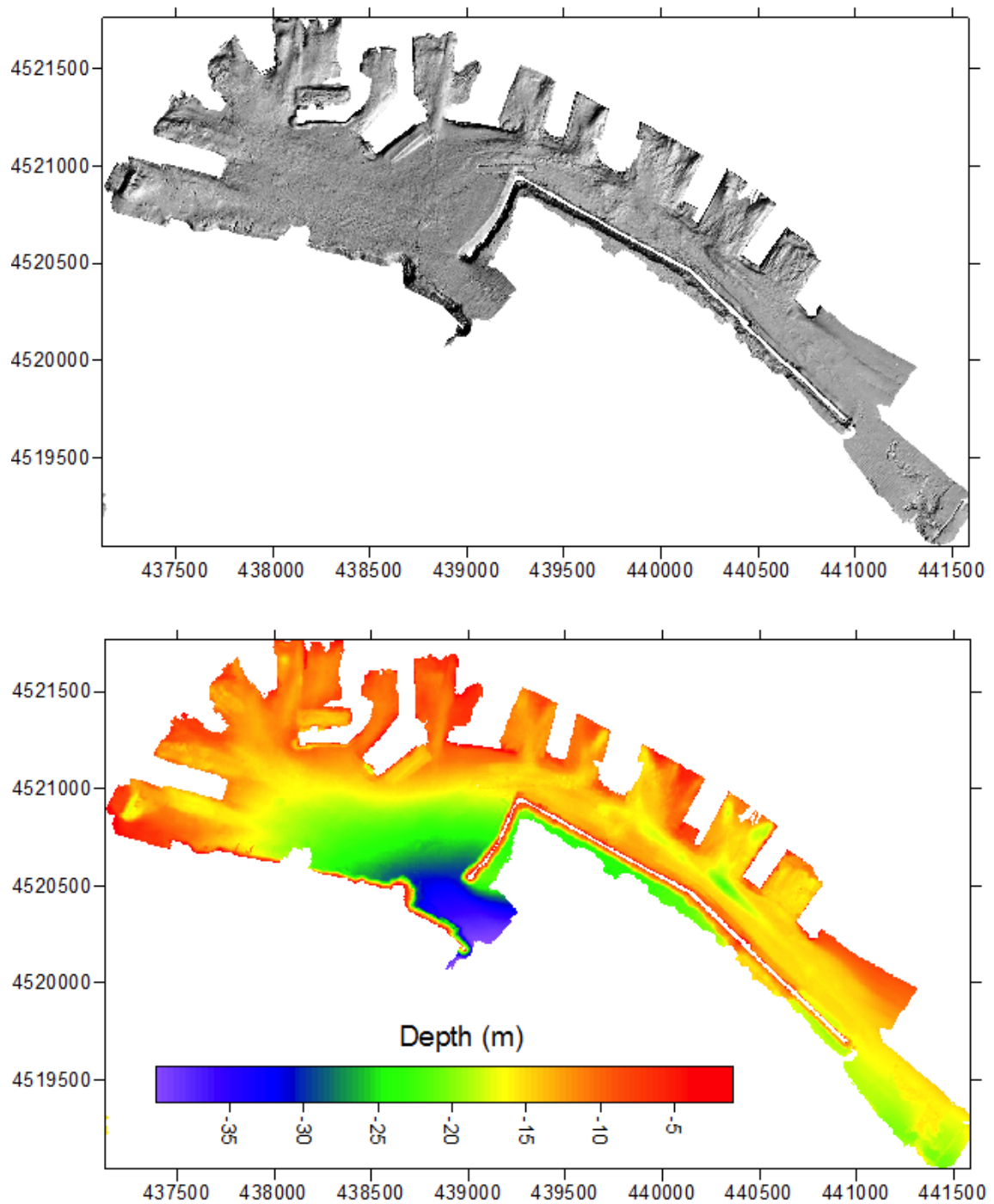


Fig. 7. Rilievo Batimetrico del Porto di Napoli del 2007, effettuato con multibeam 8125 (Reson).

Caratteristiche tecniche del porto di Napoli

Posizione geografica: lat. 40° 50' 19" N. long. 14° 15' 36" E

Marea: l'ampiezza oscilla intorno ai 40 cm. In condizioni eccezionali si raggiungono 65cm

Venti: predominio in tutto l'anno di quelli del III quadrante con prevalenza del libeccio

Fondo marino: verso occidente è roccioso e scende rapidamente a grandi profondità; verso levante è sabbioso e con forte inclinazione per cui a meno di un chilometro di distanza dal lido, si raggiungono fondali oltre 40 m

Ormezzi: n°70 con fondali dagli 11 ai 15 m

Estensione: ambito portuale-terraferma mq. 1.336.000 circa; superficie specchio acqueo mq. 2.792.550

Sviluppo banchine: ml. 11.550

Difese foranee: n°3 dighe per complessivi ml. 2.360; Molo S.Vincenzo ml.1475

Geomorfologia e geologia del porto di Napoli negli ultimi 12.000 anni

La complessa articolazione morfologica che caratterizza la città di Napoli è strettamente connessa all'intensa attività vulcanica a forte carattere esplosivo che ha caratterizzato i Campi Flegrei negli ultimi 10.000 anni. Nel quadro geologico e morfologico del territorio napoletano, il Porto di Napoli è ubicato in un'area dalla geologia molto complessa, la Piana del Sebeto-Volla, dovuta alla coesistenza sia di depositi vulcanici che sedimentari.

Tale piana era originariamente interessata da una copiosa circolazione idrica superficiale, alimentata in gran parte da antiche sorgenti ormai prosciugate, che confluiva in un corso d'acqua di ordine superiore, rappresentato dall'antico Fiume Sebeto. Gli interventi antropici degli ultimi decenni hanno determinato un grave stato di dissesto idrogeologico, cancellando, di fatto, la rete idrografica superficiale che risulta, oggi, praticamente irriconoscibile per le numerose deviazioni e gli interrimenti realizzati. Il bacino della Piana del Volla (esteso circa 20 kmq) è oggi attraversato ad ovest dal canale Sbauzone e ad est, nell'area industriale orientale, dai fossi Volla, Cozzone e Reale che, parzialmente interrati e deviati, versano nell'area portuale di Napoli (l'ex area dei Granili), ove un tempo sfociava l'alveo di Pollena.

L'assetto geologico del sottosuolo, su cui si imposta l'area portuale di Napoli, può essere studiato e descritto unicamente attraverso lo studio di sondaggi, profili sismici e sezioni stratigrafiche data la assenza di affioramenti in tutta l'area.

Studi condotti attraverso l'interpretazione di pozzi perforati nell'area napoletana e attraverso i profili sismici a riflessione nell'area marina antistante la città di Napoli hanno evidenziato una complessa architettura stratigrafica. Si può assumere che il Tufo Giallo Napoletano costituisce il substrato dell'area napoletana. Bellucci (1994) prima e Alberico et al., (2005) poi, attraverso un dettagliata analisi dei pozzi nell'area della città di Napoli, hanno effettuato una completa ricostruzione delle paleomorfologie presenti alla messa in posto del Tufo Giallo Napoletano (datato 12.000 anni b.p Alessio et al. 1973, recentemente

datato da Deino et al., 2004 a 15.000 anni b.p.). Gli autori mostrano come il Tufo Giallo Napoletano raggiunge spessori di circa 100-120 metri nella parte nord della città e si assottiglia rapidamente, raggiungendo spessori di 10-15 metri, nella parte orientale della città. Inoltre, Alberico et al. (2005) mostra come le due facies del Tufo Giallo Napoletano (Tufo Giallo, litoide e zeolitizzato), e tufo grigio incoerente (Scherillo e Franco, 1967, spesso chiamato “pozzolana”) sono egualmente distribuite nella parte centrale della città mentre nel settore nord-est è presente solo la facies incoerente (Fig. 8).

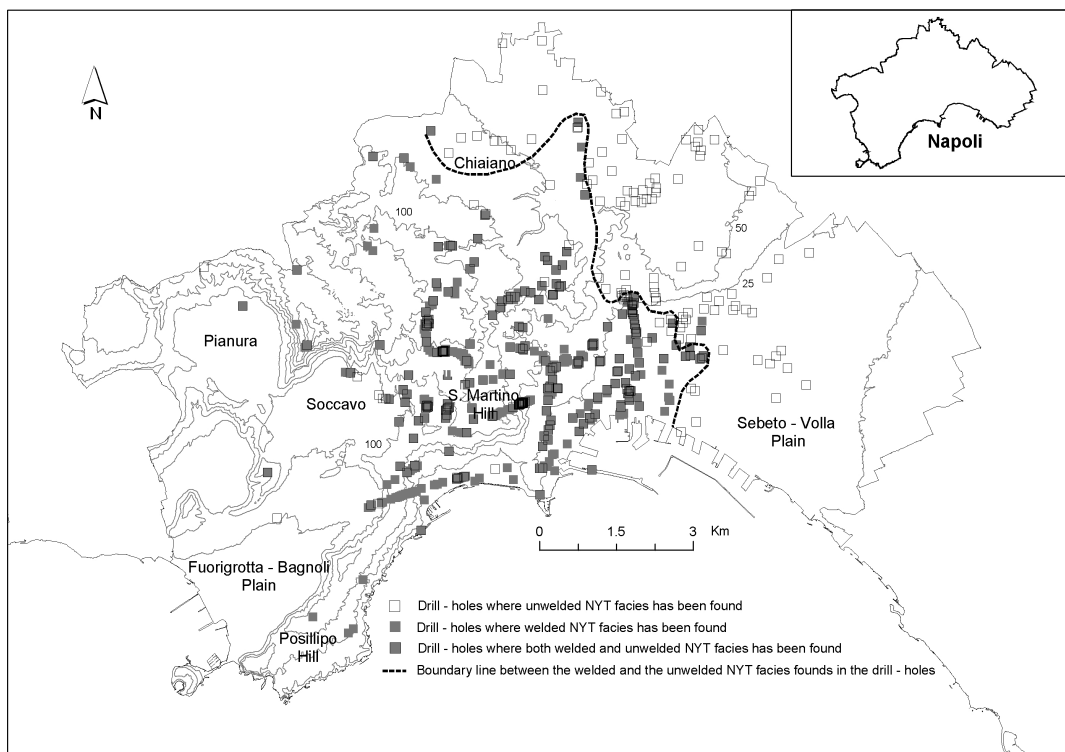


Fig. 8. Distribuzione dei sondaggi in cui si rinviene il Tufo Giallo Napoletano nelle sue facies litoide ed incoerente (Alberico et al., 2005).

Nella sezione A - A' che va da Chiaiano a Poggioreale (Fig. 9 e Fig. 10) è possibile osservare infatti la riduzione progressiva dello spessore della facies litoide del Tufo Giallo Napoletano e il concomitante ispessimento della relativa facies incoerente. In particolare, in corrispondenza della valle del Sebeto la facies incoerente del Tufo Giallo Napoletano è intercalata a depositi alluvionali contenenti livelli torbosi e a lave antiche del Somma (Alberico et al., 2001).

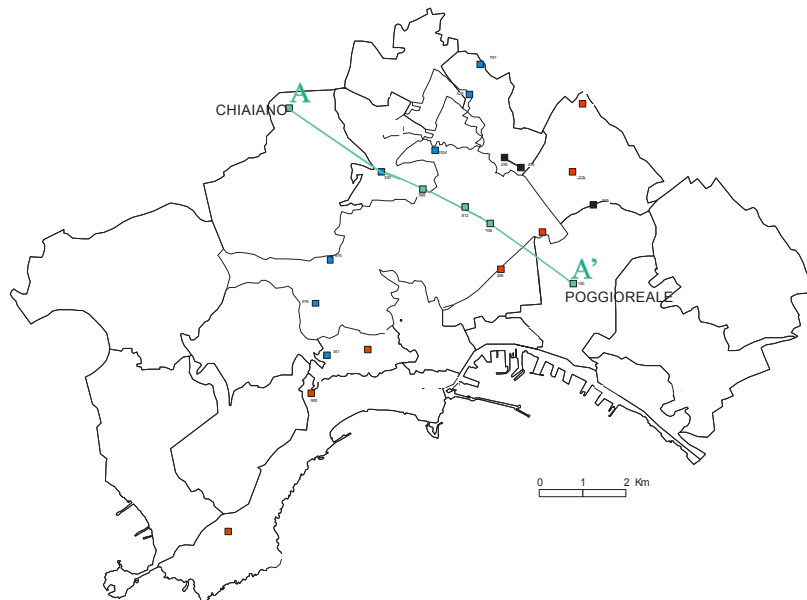


Fig. 11. Limite amministrativo del comune di Napoli e traccia della sezione (A-A') da Alberico et al., (2001).

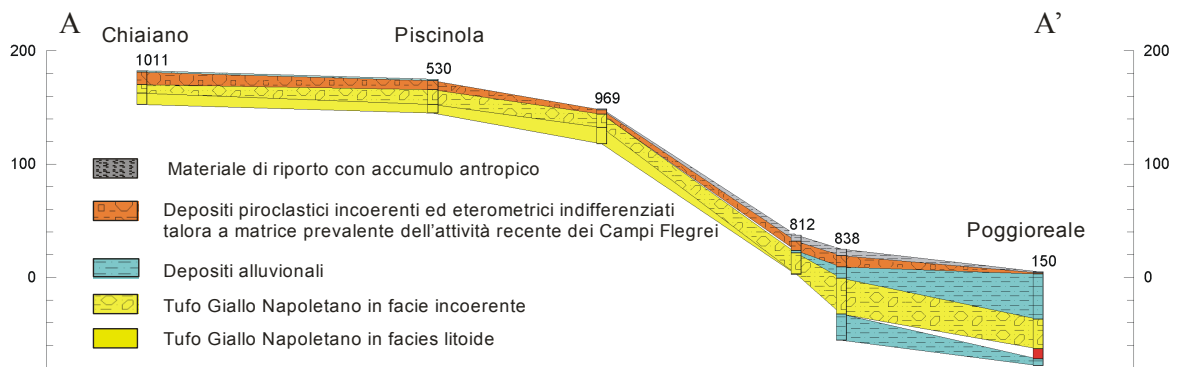


Fig. 12. Sezione geologica A-A'. Variazione dello spessore delle due facies, litoide ed incoerente del Tufo Giallo Napoletano spostandosi da Chiaiano a Poggioreale (Alberico et al., 2001).

Inoltre, Alberico et al. (2005) mostrano che nel settore orientale della città di Napoli si rinvenivano depositi da flussi piroclastici (Tufi Vesuviani- 8000 anni BP, Rolandi et al., 1993) più giovani del Tufo Giallo Napoletano, incontrati alla profondità media di circa 16 metri (Fig. 11).

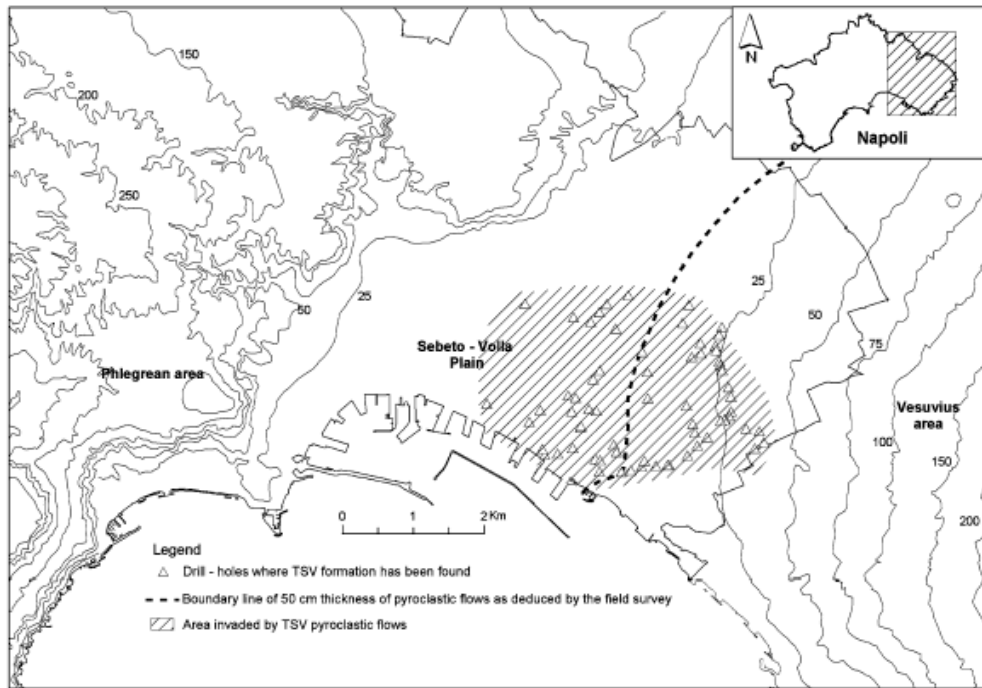


Fig. 11. Distribuzione dei sondaggi in cui si rinviene il Tufo Vesuviano (Alberico et al., 2005).

Se la ricostruzione stratigrafica della città di Napoli è stata possibile utilizzando le conoscenze in superficie prima e l'interpretazione di pozzi poi, a mare la mancanza di dati (pozzi) ha reso molto difficile l'interpretazione della geologia del porto di Napoli. Milia et al., (1998) attraverso l'interpretazione di una linea sismica parallela al Molo S. Vincenzo, hanno evidenziato come il tetto del Tufo Giallo Napoletano sia molto articolato (ossia solcato da numerosi canali) e che tale unità vulcanica è ricoperta da depositi marini e transizionali che si ispessiscono nell'area centrale del porto (dove il Tufo Giallo Napoletano si assottiglia e termina). Lateralmente, in corrispondenza della zona di S. Giovanni a Teduccio, ai depositi marini e transizionali si intercalano, fino in superficie, livelli di lava e piroclastiti provenienti dalle eruzioni del vulcano Somma-Vesuvio.

Tali studi hanno dimostrato che il Porto di Napoli può essere separato in due aree, occidentale ed orientale, con caratteristiche geologiche differenti, come anche confermato da quanto emerso recentemente dalla stratigrafia di diversi pozzi profondi effettuati all'interno del porto di Napoli.

L'area occidentale, compresa tra il molo S. Vincenzo ed il molo del Carmine, è caratterizzato da depositi ascrivibili al Tufo Giallo Napoletano che mostrano una facies litoide, di colore giallo, ed una incoerente di colore grigio. Al di sopra di questa unità poggiano depositi marini e livelli cineritici, il tutto ricoperto da spessori variabili di materiali di riporto antropico (Fig. 12 e Fig. 13 - Molo S. Vincenzo).

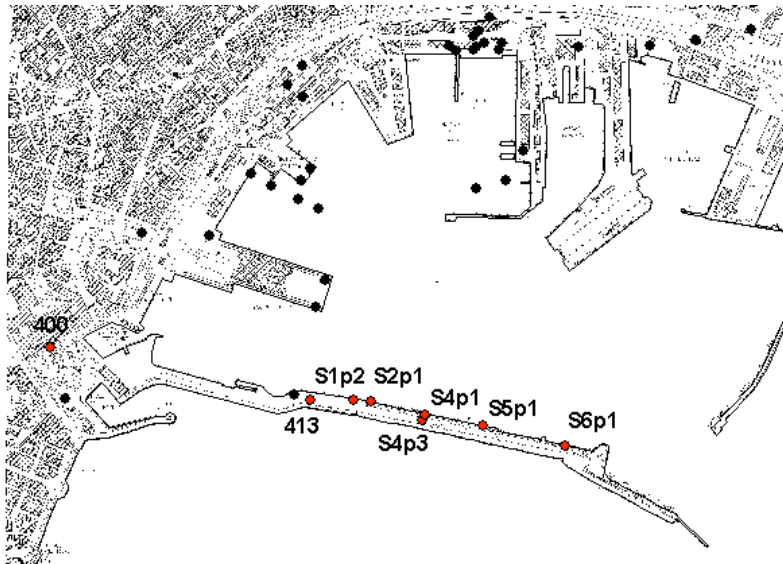


Fig. 12. Selezione di alcuni pozzi nel settore occidentale del Porto di Napoli (Molo S. Vincenzo).

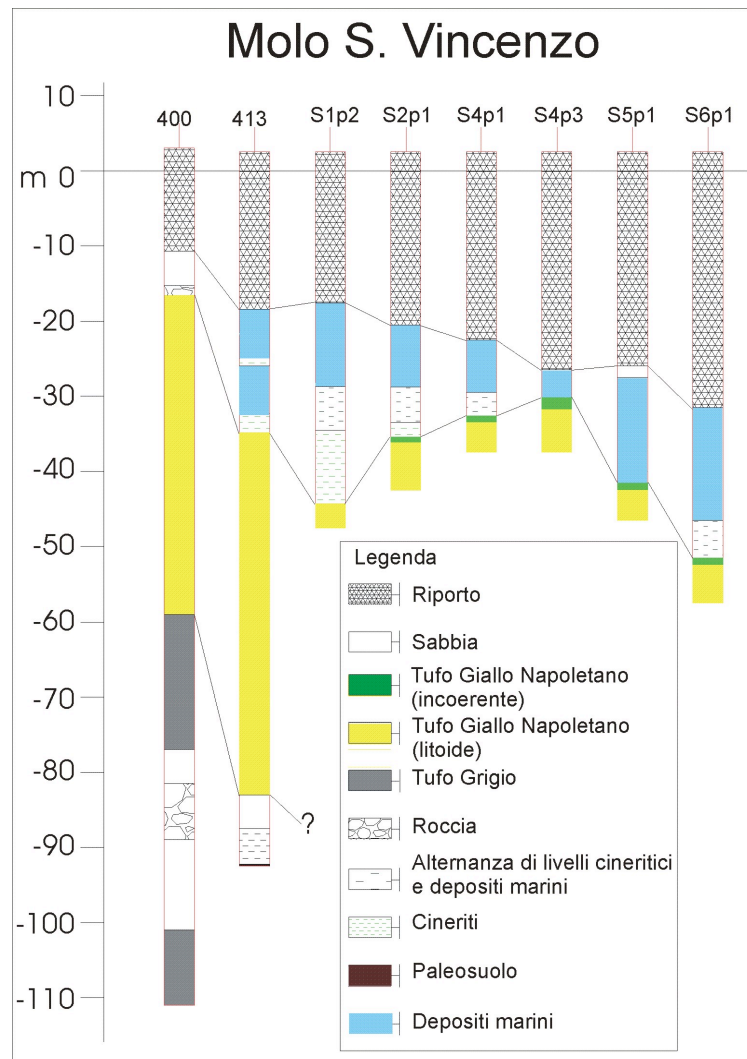


Fig. 13. Correlazione stratigrafica di alcuni pozzi perforati lungo il Molo S. Vincenzo. Settore occidentale del Porto di Napoli.

Il settore orientale (dal molo Cesareo-Consolle alla Nuova Darsela) del porto di Napoli mostra al di sotto dei depositi di riporto antropico, depositi marini e, più profonda, l'unità vulcanica ascrivibile alla formazione dei Tufi Vesuviani (Ottaviano-8000 anni BP, Rolandi et al., 1993). Nei pozzi più profondi, al di sotto dei Tufi Vesuviani, si riconoscono spesse sequenze dei depositi piroclastici sciolti (Fig. 14 e Fig. 15 - Nuova Darsena).



Fig. 14. Selezione di alcuni pozzi nel settore orientale del Porto di Napoli (Nuova Darsena).

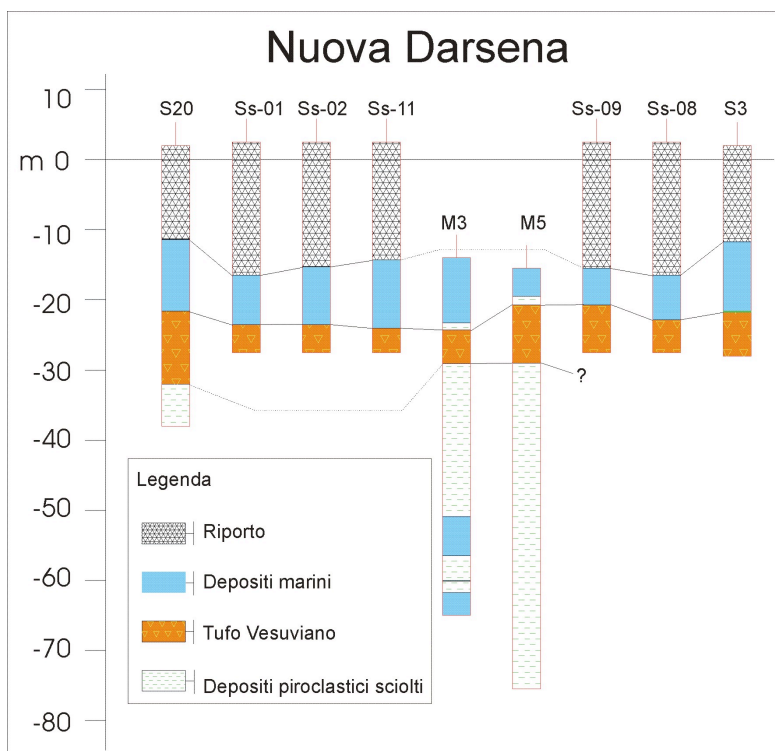


Fig. 15. Correlazione stratigrafica di alcuni pozzi perforati nella Nuova Darsena. Settore orientale del Porto di Napoli.

I siti di campionamento relativi alle caratterizzazioni ambientali effettuate (2001-2009)

In Tab. 1 e Fig. 16 vengono riportati i diversi siti di campionamento all'interno del Porto di Napoli con le loro tipologie di perforazione e di microinquinanti analizzati durante le numerose caratterizzazioni ambientali che sono state effettuate a partire dell'anno 2001 fino all'ultimo studio effettuato nell'anno 2009. La simbologia utilizzata permette, oltre ad evidenziare la diversa tipologia di acquisizione, di ricostruire i diversi momenti di caratterizzazione che di seguito vengono sintetizzati:

- acquisizione di 25 campioni superficiali a maglia larga in tutta l'area del porto (FASE 0) – Anno 2001 (solo metalli pesanti);
- acquisizione dati geochimica da Darsena di Levante (FASE I) – Anno 2002 (metalli pesanti, composti organici, parametri fisici e granulometrici, microbiologia);
- acquisizione dati geochimici da Darsena Diaz, Darsena Granili, Molo Martello, calata Marinella (FASE II) - Anno 2003 (metalli pesanti, composti organici, parametri fisici e granulometrici, microbiologia ed ecotossicologia);
- acquisizione dati geochimici da Arenile di San Giovanni a Teduccio (FASE III) – Anno 2003 (metalli pesanti);
- acquisizione dati geochimici dall'area di Bagnoli (FASE IV) – Anno 2004 (metalli pesanti);
- acquisizione dati geochimici per tutta l'area del Porto di Napoli, Porto Fiorito, Diga Foranea (FASE V) – Anno 2005 (metalli pesanti, composti organici, parametri fisici e granulometrici, microbiologia ed ecotossicologia);
- acquisizione dati geochimici per l'area esterna al Porto di Napoli (piano di integrazione) – Anno 2009 (metalli, composti organici, parametri fisici e granulometrici, microbiologia);
- acquisizione dati geochimici per tutta l'area del Porto di Napoli (piano di integrazione) – Anno 2009 (metalli, composti organici, parametri fisici e granulometrici).

Le maglie di campionamento adottate per le diverse fasi di acquisizione sono in media:

- Fase 0 - 250m×250m;
- Fase I - 50m×50m;

- Fase II - 50m×50m con la zona di calata Marinella 30m×30m e la darsena Granili 70m×70m;
- Fase III - 30m×30m;
- Fase IV - 50m×50m;
- Fase V – 140m×140m con l'area esterna alla Diga Foranea 800m×800m.

FASE	ANNO	N. CAMPIONI	AREA	ANALITI
0	2001	30	Porto	Metalli pesanti
I	2002	204	Darsena Levante	Sedimentologia, Metalli Pesanti, IPA, PCB, C<12, C>12, Cianuri liberi, Fosfati, Azoto e Carbonio totale, Microbiologia
I	2002	5	Darsena Levante	Amianto, Diossine e Furani, TBT
I	2002	16	Darsena Levante	Clorofenoli, Clorobenzeni
II	2003	412	Darsena Diaz, Granili, Levante (terra), Molo Martello, Calata Marinella	Sedimentologia, Metalli Pesanti, IPA, PCB, C<12, C>12, Cianuri liberi, Fosfati, Azoto e Carbonio totale, Microbiologia
II	2003	50	Darsena Diaz, Granili, Levante (terra), Molo Martello, Calata Marinella	Amianto, Diossine e Furani, TBT, Clorofenoli, Clorobenzeni
III	2003	200	San Giovanni a Teduccio	Metalli pesanti, CrVI, carbonio organico totale
IV	2004	587	Bagnoli	Metalli pesanti, C<12, C>12
V	2005	735	Porto	Sedimentologia, Metalli Pesanti, IPA, PCB, C<12, C>12, Cianuri liberi, Fosfati, Azoto e Carbonio totale, Microbiologia, CrVI
V	2005	127	Porto	Clorofenoli, Clorobenzeni
V	2005	30	Porto	Amianto, Diossine e Furani, TBT
V	2005	84	Diga Foranea	Sedimentologia, Metalli Pesanti, IPA, PCB, C<12, C>12, Cianuri liberi, Fosfati, Azoto e Carbonio totale, Microbiologia, CrVI
V	2005	16	Porto Fiorito	Sedimentologia, Metalli Pesanti, IPA, PCB, C<12, C>12, Cianuri liberi, Fosfati, Azoto e Carbonio totale, Microbiologia, CrVI
<i>integrazione</i>	2009	143	Esterno	Sedimentologia, Metalli Pesanti, TBT, Azoto e Carbonio totale, Microbiologia
<i>integrazione</i>	2009	391	Porto	Sedimentologia, Metalli Pesanti, TBT, IPA, C<12, C>12, Azoto e Carbonio totale, Microbiologia, CrVI

Tab. 1. Fasi di acquisizione, aree investigate e tipologie di analisi geochimiche realizzate all'interno del Porto di Napoli.



Fig. 16. Mappa di campionamento per le diverse fasi di caratterizzazione geochimica del Porto di Napoli.

I risultati delle caratterizzazioni sul comparto sedimenti condotte all'interno del Porto di Napoli nel corso degli anni, hanno reso evidente uno stato di salute dell'ambiente complessivamente compromesso evidente conseguenza di un inquinamento intenso, sia pregresso che attuale. La maggiore contaminazione riscontrata è estesa a tutta l'area dall'Avamposto Caracciolo, darsene e moli compresi, e localizzata in alcuni punti lungo il canale di accesso, in particolare a ridosso della diga foranea ed all'interno della Darsena Pollena. La contaminazione riscontrata è dovuta principalmente a idrocarburi pesanti (C>12), metalli pesanti ed elementi in tracce, composti organostannici, e secondariamente ad idrocarburi policiclici aromatici e policlorobifenili. Tali evidenze sono confermate anche dai risultati delle analisi ecotossicologiche. Tale contaminazione si mantiene abbastanza costante sia in termini di concentrazioni riscontrate sia in termini di superficie interessata, sino ad una profondità di 2 metri.

In seguito, quindi, ai piani di caratterizzazione ambientale effettuati sino al 2006, l'ICRAM ha raccolto ed elaborato tutti i dati ai fini della individuazione degli opportuni interventi di messa in sicurezza di emergenza, bonifica e ripristino ambientale, in funzione del grado di contaminazione. Il progetto *–Progetto preliminare di bonifica dell'area marina portuale interna alla diga foranea e della fascia costiera a sud di essa all'interno della perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di Napoli orientale (Bol-Pr-CA-NO-01-08)*- mette soprattutto in luce che ai fini dell'analisi delle tecnologie di bonifica applicabili ai sedimenti presenti nel sito di Napoli Orientale, si devono tenere in considerazione diversi fattori quali:

- tipologia ed entità della contaminazione presente (superamento o meno del 90% dei valori di concentrazione indicati nell'allegato 1 tabella 1 colonna B del D.M. 471/99, superamento o meno dei valori di intervento ICRAM, contaminazione da metalli, contaminazione da inquinanti organici);
- superfici a contaminazione omogenea ed entità dei differenti volumi coinvolti;
- caratteristiche idrodinamiche e sedimentologiche delle diverse aree;
- analisi dell'uso legittimo dello specchio d'acqua in relazione alla contaminazione riscontrata.

Tale studio mostra una visione complessiva dello stato ambientale dell'area identificando alcune aree la cui contaminazione risulta particolarmente critica, poiché presenti concentrazioni superiori non solo ai valori di intervento ma anche del 90% del valore limite riportato dalla colonna B della tabella 1 dell'allegato 1 del DM 471/99: l'area a ridosso dell'intero Molo San Vincenzo dal Bacino Angioino sino all'ingresso dell'Avamposto; la Darsena Bacini con le darsene adiacenti,

Calata del Bacino del Pilifero e Darsena A. Diaz; la Darsena Pollena ed in alcuni punti circoscritti dell'Antimurale Thaon de Revel, della Diga Foranea Duca d'Aosta e dell'Avamposto di Levante, mentre nel tratto costiero a sud della diga foranea l'area contaminata risulta quella a ridosso della Darsena di Levante per tutto il tratto costiero prospiciente i primi due arenili di San Giovanni a Teduccio.

Dato che un intervento di risanamento ambientale coinvolgerebbe indicativamente 4.713.131 m³ di sedimento, comprensivi di 4.479.221 m³ propriamente da bonificare e di rimanenti 233.910 m³ coinvolti nelle attività di rimozione (Tab. 2), il documento evidenzia l'esigenza di stabilire una priorità di intervento nelle aree contaminate, in funzione sia del livello di contaminazione riscontrato che del potenziale rischio di diffusione della contaminazione che, infine, della destinazione d'uso delle aree stesse e di quelle limitrofe.

Ne consegue l'introduzione di ulteriore criterio che, nell'ambito dei sedimenti non conformi, possa consentire di distinguere e quindi individuare le aree caratterizzate dai maggiori rischi ambientali-ecotossicologici, per le quali risulta più urgente intervenire con tempestività. Pertanto il documento individua classi di qualità dei sedimenti in funzione della relativa pericolosità per l'ambiente acquatico, per le quali (Fig. 17):

- è necessario avviare immediatamente interventi di bonifica (sedimenti ROSSI) perché almeno uno dei parametri analizzati presenta concentrazioni superiori al 90% dei valori di concentrazione limite indicati nella colonna B della tabella 1 dell'allegato 1 del D.M. 471/99 e per l'entità delle concentrazioni riscontrate;
- è necessario avviare prioritariamente interventi di bonifica (sedimenti ARANCIONI) dato che i sedimenti presentano superamenti di concentrazioni di "rischio ecotossicologico certo" ma nessun superamento del 90% dei valori di concentrazione limite indicati nella colonna B della tabella 1 dell'allegato 1 del D.M. 471/99;
- è necessario avviare interventi di bonifica (sedimenti GIALLI) in quanto si hanno superamenti dei valori di intervento ma nessun superamento della concentrazione di "rischio ecotossicologico certo";
- non è necessario avviare interventi di bonifica (sedimenti in VRDE).

Alla luce delle diverse tipologie di sedimenti contaminati, l'ICRAM formula nel documento alcune ipotesi di intervento con obiettivo comune di minimizzazione delle volumetrie di sedimento da destinare a discarica, attraverso l'ottimizzazione di tutte le fasi della bonifica (rimozione, trasporto, gestione) e di adozione di tecniche di trattamento volte alla decontaminazione dei sedimenti ai fini del conferimento in strutture confinate in ambiente marino o ai fini del riutilizzo nell'ambito delle opere civili, nel rispetto della normativa vigente.

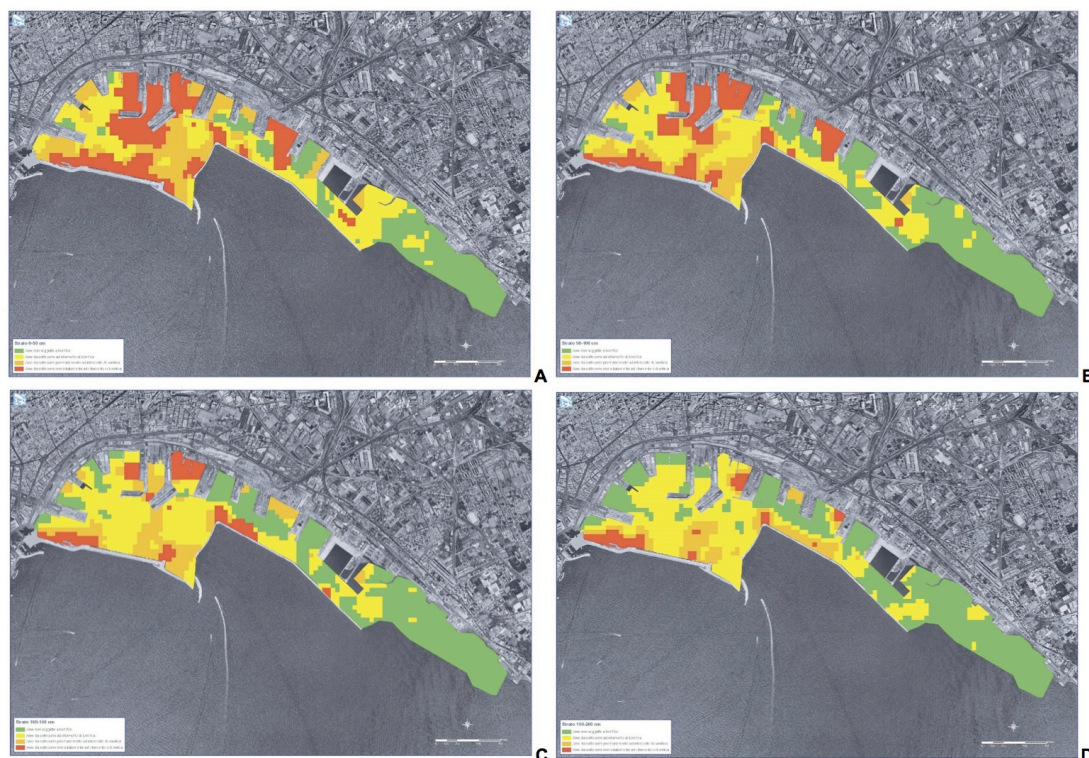


Fig. 17. Aree da bonificare. A: strato di sedimento 0-50 c. B: strato di sedimento 50-100 cm, C: strato di sedimento 100-150 cm; D: strato di sedimento 150-200 cm.

STRATO (cm)	VOLUME DI SEDIMENTO (m³)
0-50	1.309.853
50-100	1.156.542
100-150	1.055.252
150-200	957.575
TOTALE fino a 2 m	4.479.220

Tab. 2: Volumi di sedimenti fino alla profondità di 2 m dal fondo per ciascuno strato consecutivo con spessore pari a 50 cm, complessivi dei sedimenti individuati come in Fig. 17 in giallo, arancione e rosso.

Necessità di una revisione integrale delle conoscenze sullo stato di contaminazione dell'area del Porto di Napoli e adeguamento alla normativa vigente

Adeguamento del periodo di scadenza delle risultanze analitiche alla normativa vigente

Dall'analisi dei documenti disponibili relativi alle caratterizzazioni effettuate nell'area interna ed esterna del Porto di Napoli, emerge in maniera evidente una criticità derivante dal fatto che il D.M. 7 novembre 2008 (operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale" e s.m.i.) considera valide per non più di tre anni le risultanze analitiche, "purché non si siano verificati eventi naturali o artificiali (es. dragaggi, sversamenti accidentali...) che abbiano modificato la situazione preesistente".

Come chiaramente riportato nella Tab. 1 tutte le indagini effettuate risalgono ad un intervallo di tempo non più recente del 2009, il che richiede un'azione specifica in grado di contestualizzare le analisi ambientali disponibili nell'ambito del riferimento normativo vigente e che permetta di accogliere in maniera appropriata le caratterizzazioni dell'area in esame con eventuali aggiornamenti e rivisitazioni puntuali. Uno degli obiettivi iniziali del lavoro che si intende sviluppare nell'ambito della Convenzione Operativa in essere tra Autorità portuale di Napoli e IAMC-CNR è proprio quello di sviluppare un modello numerico e geostatistico in grado di supportare decisioni operative in questo ambito e di limitare al massimo lo sforzo di ulteriori caratterizzazioni nel rispetto delle procedure di economia dei tempi e delle risorse disponibili.

Adeguamento concettuale e normativo al D.Lgs. 152/2006 e al D.Lgs. 284/2008

Il contesto normativo all'interno del quale sono state fornite le proposte di intervento di bonifica per l'area portuale è relativo al D.Lgs. 471/99 sulla base del quale risulta necessaria un'indagine sullo stato di contaminazione dei sedimenti basata sul potenziale superamento di valori soglia, considerati riferimento per lo stato di inquinamento di aree residenziali e/o industriali/commerciali. L'introduzione nell'ambito della normativa ambientale del D.Lgs 152/2006 e dei suoi aggiornamenti impone una revisione profonda e concettuale della visione relativa alle indagini ambientali precedentemente effettuate nel porto di Napoli e

nell'area SIN di Napoli orientale, nonché dei possibili scenari di bonifica e/o movimentazione dei sedimenti marini.

Dragaggio dei fanghi portuali in ottemperanza al D.Lgs. 284/2008

Il D.L.gs. 284/2008 disciplina le operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale ai sensi dell'art. 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 296, che aggiunge all'art. 5 della legge 28 gennaio 1994, n. 84, dopo il comma 11, i commi dall'11-bis all'11-sexies. 2. Nei Siti di interesse Nazionale l'idoneità del materiale dragato ad essere gestito secondo quanto previsto dall'art. 5, comma 11-ter e 11-quater, della legge 28 gennaio 1994, n. 84, deve essere verificata sulla base di apposite analisi da effettuare nel sito prima del dragaggio conformemente alle metodologie e ai criteri stabiliti nell'Allegato "A" del D.Lgs. in oggetto.

Al fine di non pregiudicare la bonifica del sito di interesse nazionale il progetto di dragaggio, per quanto concerne gli aspetti ambientali, deve contenere: i risultati della caratterizzazione delle analisi del materiale da dragare, condotta ai sensi dell'Allegato "A" del decreto, le tecniche idonee per la rimozione e il trasporto del materiale nonché le modalità per l'immersione in mare, per formare terrapieni costieri o per il ripascimento degli arenili, ovvero per il conferimento presso strutture di contenimento.

Qualora i risultati delle analisi nei materiali dragati, anche a seguito del trattamento succitato, presentassero livelli di contaminazione superiori ai limiti stabiliti dalla tabella 1, allegato 5, parte quarta, titolo V del decreto legislativo n. 152/2006 ma inferiori a quelli previsti dall'Allegato D, parte quarta del decreto legislativo n. 152/2006, l'Autorità portuale può chiedere al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, nell'ambito del medesimo progetto di dragaggio anche l'autorizzazione a refluire detti materiali tal quali o a seguito di trattamenti finalizzati alla riduzione degli inquinanti in strutture di contenimento sulla base di una valutazione chimico-fisica ed ecotossicologica dell'accettabilità delle concentrazioni di inquinanti eccedenti i suddetti limiti. Il Ministero, avvalendosi del parere dell'ISPRA, deve provvedere al riguardo nell'ambito del procedimento di cui all'art. 5, comma 11-bis. La predetta autorizzazione vale anche ai sensi di quanto previsto al successivo art. 7.

L'Art. 3 del D.Lgs. 284/2008 stabilisce inoltre che in funzione degli impieghi, i materiali derivanti dall'attività di dragaggio possono essere depositati all'interno di strutture adibite, realizzate ai sensi dell'art. 5, comma 11-quinquies, della legge n. 84 del 1994. È vietata la miscelazione tra i materiali classificati come pericolosi ai sensi dell'Allegato D, parte quarta del decreto legislativo n. 152/2006 e quelli non

pericolosi al solo fine di raggiungere valori di concentrazione idonei agli utilizzi previsti all'art. 5, comma 11-ter. I materiali dragati e refluiti all'interno di casse di colmata, di vasche di raccolta o comunque di strutture di contenimento poste in ambito costiero, possono essere miscelati, ancorché aventi caratteristiche diverse, ferme restando le esclusioni di cui all'art. 4, al fine di raggiungere i limiti previsti dalla normativa vigente in materia di bonifica per la specifica destinazione d'uso. La miscelazione deve essere finalizzata anche al miglioramento delle caratteristiche di stabilità dell'intero ammasso dei materiali refluiti.

Al termine delle operazioni di dragaggio, si procede all'analisi del fondale dragato da effettuarsi ai sensi dell'allegato "A" del D.Lgs. 284/2008 limitatamente allo strato superficiale e per i parametri che superano i valori di intervento. Nel caso i valori di concentrazione misurati nei sedimenti di detto strato superino i limiti di intervento individuati dall'ISPRA per ciascun sito di interesse nazionale, si deve attivare la procedura di bonifica succitata.

Nel caso in cui al termine dell'attività di refluentamento, i materiali presentino valori di concentrazione superiori ai limiti fissati dalla vigente normativa in materia di bonifica per la specifica destinazione d'uso della struttura di contenimento, se ne attiva la procedura di bonifica. Nel caso di permanenza in sito di concentrazioni residue degli inquinanti eccedenti i predetti valori limite, devono essere adottate misure di sicurezza che garantiscono comunque la tutela della salute e dell'ambiente. L'accettabilità delle concentrazioni residue degli inquinanti eccedenti i valori limite deve essere accertata attraverso una metodologia di analisi di rischio con procedura diretta riconosciuta a livello internazionale, che assicuri per la parte di interesse il soddisfacimento dei «Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio sanitaria ai siti contaminati» elaborati dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, dall'Istituto superiore di sanità e dalle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente. I principali criteri di riferimento per la conduzione dell'analisi di rischio sono riportati nell'Allegato "B" del D.Lgs. 284/2008. Per la valutazione dell'accettabilità delle concentrazioni residue degli inquinanti si tiene conto del contenuto dell'autorizzazione rilasciata ai sensi dell'art. 5, comma 11-bis.

Le attività di dragaggio dei fanghi portuali sono specificamente indicate nel "Manuale di movimentazione dei sedimenti marini" (ICRAM, 2006), sia per quanto riguarda le tipologie di analisi e i valori di concentrazione limite dei diversi analiti che per quanto riguarda l'approccio di monitoraggio ante, in e post-operam.

Data la specificità del sito e la vicinanza a popolazioni residenti si ritiene opportuno verificare la speciazione e distribuzione dei diversi analiti presenti nel sedimento per verificare il rischio legato alla movimentazione del materiale. Un approccio che prende le mosse dal classico approccio dell'analisi di rischio

ambientale sanitario assicura un'opportuna valutazione delle tecniche più appropriate per il dragaggio dei fanghi e una loro ri-localizzazione. Si ritiene pertanto quanto mai adeguato un approccio complessivo di analisi di rischio ambientale e sanitario, in accordo alla normativa vigente, dell'area portuale napoletana che, tra l'altro come chiaramente in seguito riportato in relazione alla possibile gestione dei fanghi dragati, permetterebbe a priori una progettualità più adeguata alle esigenze socio-economiche del sito in relazione della gestione finale del materiale dragato.

Analisi di rischio sanitario ambientale

La valutazione di base del rischio sanitario determinato da fonti di inquinamento ambientale consiste nella raccolta critica di dati ed informazioni riguardanti il rilascio di sostanze pericolose nell'ambiente da parte di un sito al fine di valutare, qualitativamente e quantitativamente, l'impatto attuale e futuro sulla salute della collettività, produrre consigli sanitari ed altre raccomandazioni e permettere, quindi, l'identificazione di strategie e/o azioni tese a prevenire o mitigare effetti sanitari avversi. (ARPAV: linee guida per la valutazione del rischio sanitario determinato da fonti di inquinamento ambientale)

Il D.Lgs 229/1999 art.7 quinquies: prevedeva che le regioni: "stipulassero accordi di programma e convenzioni tra le unità sanitarie localie le agenzie regionali per la protezione dell'ambiente per la tutela della popolazione dal rischio ambientale, con particolare riguardo alla sorveglianza epidemiologica e di comunicazione del rischio.

È per questo motivo che la valutazione del rischio sanitario che verrà descritta in questo studio, sarà multidisciplinare e multidimensionale grazie anche alla stretta collaborazione che si auspica ci sarà tra le varie professionalità invitate a partecipare.

La valutazione del rischio formulata in questo studio sarà costituita da 3 tappe:

- identificazione del rischio;
- valutazione dell'esposizione;
- caratterizzazione del rischio.

Tali step permetteranno di definire qualitativamente il rischio per la salute: verranno creati modelli statistici e biologici grazie all'aiuto di studi epidemiologici già condotti dagli Enti Sanitari Locali.

Dal punto di vista quantitativo verranno valutate le conseguenze sanitarie dell'esposizione sia per la popolazione locale e sia per le sub-popolazioni a rischio (bambini, anziani, persone debilitate....).

Alla luce di quanto detto per l'applicazione dell'analisi di rischio sanitario sito-specifico verranno utilizzati due tipi di indicatori:

Indicatore Chimico: legato all'accumulo nelle acque e nei sedimenti di sostanze di origine antropica quali metalli, idrocarburi, PCB, IPA ecc... che possono provocare danni sia sui singoli organismi marini che su tutto l'ecosistema;

Indicatore Igienico-Sanitario: legato alla presenza di microorganismi potenzialmente patogeni per l'uomo, in grado di fungere da vettori di infezione, rivestendo quindi interesse per la tutela della salute pubblica., anche indiretti.

Nel primo caso lo studio verterà sull'analisi delle esposizioni ad agenti inquinanti prodotti da attività industriali, petrolifere, siderurgiche presenti nella zona; nel secondo caso verrà valutata e monitorata la funzionalità della rete fognaria urbana ed industriale che è presente nella zona. In prima analisi l'obiettivo di questo studio sarà quello di analizzare e descrivere i fattori di rischio, illustrare la distribuzione dei singoli inquinanti in rapporto a spazio tempo e caratteristiche dei singoli parametri in esame.

In seconda analisi verrà presa in esame l'ipotesi che esista un'associazione tra i fattori di rischio (risultati tali dall'analisi di rischio ambientale) e la situazione epidemiologica locale (incidenza delle malattie, rischio attribuibile alla popolazione, rischio per la popolazione esposta.....).

Tale analisi permetterà di definire meglio i confini del SIN Napoli-Orientale e gestire al meglio i lavori di bonifica dei sedimenti inquinati.

La suddetta analisi offrirà gli strumenti conoscitivi necessari per l'impostazione dei progetti di bonifica dell'area.

L'analisi di rischio permetterà anche di rivedere in maniera critica i valori di concentrazione degli analiti prioritari e non, considerati di interesse per la valutazione dello stato di contaminazione di un'area.

In particolare, la parametrizzazione delle capacità di rilascio degli analiti da parte dei sedimenti di diverse granulometrie e tipologie e in funzione di differenti caratteristiche chimico-fisiche del sistema in indagine, offre importanti opportunità di rivedere in maniera profonda la reale capacità di contaminazione dell'ecosistema e il possibile trasferimento dal comparto ambientale contaminato ai diversi sistemi di trasporto e ridistribuzione nei diversi distretti del corpo umano.

La tipologia urbanistica del porto di Napoli e del SIN di Napoli orientale risulta alquanto complessa e determina una commistione profonda tra un comparto residenziale immediatamente limitrofo all'area portuale che determinerebbe ovviamente un riferimento alla Tab. A..... e un insieme diversificato di attività industriali e commerciali che fanno dell'area portuale napoletana una delle più complesse del settore. Pertanto, solo un'indagine approfondita del rischio sanitario

ambientale dell'area di interesse permetterà un'adeguata revisione del corretto riferimento normativo per il confronto dei valori di riferimento chimico ambientale.

La disponibilità delle caratterizzazioni ambientali per l'area del SIN di Napoli orientale sono estremamente ridotte e limitate a specifiche zone considerate di particolare interesse in termini di potenziale contaminazioni da sorgenti inquinanti.

Si ritiene pertanto quanto mai necessario lo sviluppo e la realizzazione di specifiche attività di caratterizzazione ambientale in grado di vincolare in maniera più appropriata l'ampia area di interesse alla definizione di Sito di Interesse Nazionale. Si specifica che tale approccio determina

In aggiunta, tale analisi porterà alla luce la reale situazione epidemiologica della città di Napoli (in particolare per le zone di studio) e permetterà di pianificare una migliore allocazione delle risorse sanitarie locali per quanto riguarda la prevenzione collettiva e il monitoraggio delle patologie ad eziopatogenesi ambientali, non solo ma se è vero che come dice la legge "chi inquina paga", i costi di questo grave danno ambientale verranno imputati non alle casse dello Stato bensì ai reali colpevoli.

Possibili scenari di messa in sicurezza dei sedimenti derivanti dal dragaggio del Porto di Napoli

La necessità di dragare le aree utili alle attività portuali pone l'esigenza di stoccare e/o disinquinare i sedimenti dragati ex situ. Di seguito verranno descritti possibili soluzioni per la messa in sicurezza e (se possibile) il riutilizzo dei fanghi di dragaggio.

I soluzione: in seguito alla caratterizzazione chimico-fisica microbiologica ed ecotossicologica si deciderà di stoccare i fanghi all'interno di casse di colmata opportunamente progettate lungo il litorale interno al porto.

Al fine di migliorare le caratteristiche di stabilità chimico-fisica degli inquinanti presenti nei fanghi di dragaggio all'interno delle vasche di colmata, si potrebbe ipotizzare la miscelazione di tali sedimenti con altri recuperati in zone meno inquinate delle aree portuali. Questa ipotesi prevedrebbe il dragaggio in simultanea di due o più zone con caratteristiche fisiche omogenee ma caratterizzate da differenti livelli di concentrazione degli inquinanti. Tale miscelazione sarebbe finalizzata al miglioramento delle caratteristiche di stabilità all'interno delle vasche di colmata e non alla loro diluizione come previsto dal Decreto Ministeriale 7 novembre 2008. Nel caso in cui i valori di concentrazione degli inquinanti prioritari risultino ancora eccedenti, si provvederà ad attivare le procedure di bonifica.

Il soluzione: in seguito alla caratterizzazione chimico-fisica microbiologica ed ecotossicologica, i fanghi dragati verranno suddivisi in base alle loro caratteristiche granulometriche.

Ogni frazione verrà classificata secondo il "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" redatto da ISPRA (tab. 2.5-tabella riassuntiva dei possibili casi sulla base delle risposte chimiche ed ecotossicologiche) e riutilizzato scegliendo tra le varie opzioni di gestione riportate in tabella 2.2 e figura 2.6 del medesimo manuale.

Le frazioni che risulteranno al di sopra dei livelli chimici limite riportati nel testo verranno stoccati in casse di colmate idonee e si procederà ad un'analisi di rischio sanitario ambientale finalizzato alla bonifica.

III soluzione: la classificazione del materiale da dragare verrà effettuata sulla base dei risultati analitici ottenuti dal piano di caratterizzazione chimico-fisica microbiologica ed ecotossicologica dei sedimenti portuali e sulla base di

un'attenta analisi di rischio sanitario-ambientale che verrà effettuata "prima" del dragaggio e che permetterà a priori la scelta dei possibili scenari per la gestione eco-compatibili di questi materiali.

Questa distinzione preliminare permetterebbe il riutilizzo immediato delle zone con bassi tenori di inquinanti, mentre per le zone considerate a rischio per la popolazione, si potrebbe prevedere un disinquinamento ad hoc valutato caso per caso.

Da un punto di vista sociale ed economico, il III caso potrebbe rappresentare quello con il miglior impatto e rapporto costo/benefici in quanto il materiale da disinquinare, stoccare e/o trattare come rifiuto sarebbe la minor quantità possibile tra i tre scenari considerati mentre le zone con una buona qualità dei sedimenti potrebbero essere prontamente riutilizzate per opere pubbliche locali o per cessione a terzi con ovvi ricavi per il Comune e quindi per i cittadini.

In tutti i casi si auspica che prima di qualunque attività che veda coinvolti i materiali in questione, vengano effettuate le dovute analisi di rischio sanitario-ambientale anche se non previste dalla legge. La normativa attuale (D.Lgs 152/2006) impone l'analisi di rischio solo dopo il dragaggio e solo su quei sedimenti il cui deposito in strutture di contenimento, potrebbero causare grave danno all'ambiente e alla salute dell'uomo. Si ritiene che tale analisi venga effettuata anche prima della movimentazione dei fanghi di dragaggio; in tal modo sarà possibile prevedere i pericoli che potrebbero sopraggiungere nel momento in cui tali sedimenti (in particolar modo quelli più contaminati) verranno risospesi per effetti della movimentazione.

Sintesi delle azioni previste e programma sintetico delle attività

Di seguito viene proposta la sequenza di attività da sviluppare nell'ambito dell'Accordo Quadro tra CNR e Autorità Portuale di Napoli e in grado di definire le azioni necessari per il raggiungimento degli obiettivi strategici relativi al dragaggio dell'area portuale di Napoli.

Creazione di un board scientifico

La complessa realizzazione delle attività che verranno di seguito esposte prevede la creazione di un board di esperti nazionali, con specifiche competenze e in grado di affrontare con un approccio fortemente multidisciplinare le diverse problematiche insite nella creazione di un modello di azione in grado di definire modi e tempi di realizzazione delle attività di recupero ambientale dell'area in oggetto.

In particolare, si prevede che nell'ambito nel board scientifico siano coinvolti:

- un rappresentante dell'Istituto Superiore di Sanità con esperienza specifica nell'ambito delle problematiche di analisi di rischio ambientale sanitario di aree affette da contaminazione antropica;
- un rappresentante dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale con esperienza specifica nell'ambito delle problematiche di analisi di rischio ambientale sanitario di aree affette da contaminazione antropica;
- un rappresentante dell'Ordine dei Chimici Ambientali italiano;
- un rappresentante di ARPAC con specifiche competenze nell'ambito dei processi relativi alla fase di caratterizzazione e bonifica del SIN Napoli Orientale;
- un rappresentante dell'Assessorato dei Beni Culturali della Regione Campania;
- un rappresentante del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare;
- un esperto legale in materia ambientale.

I Fase: raccolta dati e definizione dello stato dell'arte delle conoscenze acquisite

Data la complessità e la molteplicità delle problematiche che verranno affrontate nell'ambito della valutazione dello stato ambientale del Porto di Napoli e del SIN di Napoli Orientale la prima fase dei lavori sarà principalmente incentrata sul reperimento, informatizzazione e omogeneizzazione dei dataset (ambientali e non) disponibili per le aree oggetto di studio. L'implementazione di un sistema informativo geografico consentirà di ottenere un quadro organico e strutturato delle attuali conoscenze sullo stato ambientale delle aree investigate, costituendo inoltre un valido supporto nelle fasi di pianificazione e "decision making" rispetto alle diverse attività che verranno svolte, quali la determinazione del piano di campionamento, la valutazione di eventuali modificazioni (rispetto alle caratterizzazioni precedenti) intervenute nei pattern di distribuzione dei microinquinanti, e l'identificazione di siti che necessiteranno di particolari approfondimenti o che dovranno essere inclusi in una eventuale rete di monitoraggio permanente. Sarà inoltre necessario effettuare un'accurata ricerca bibliografica riguardo alle caratterizzazioni ambientali effettuate a livello internazionale, e che possano essere di interesse in questo caso specifico.

In definitiva durante la prima fase de lavori si provvederà al:

- Reperimento e organizzazione dei dataset di interesse nello studio delle tematiche in oggetto, con particolare riferimento alle caratterizzazioni ambientali precedentemente effettuate all'interno del porto di Napoli e nella zona SIN di Napoli orientale e alle carte di uso del territorio.
- Implementazione di un sistema informativo geografico (a partire dai dataset individuati al punto precedente) che permetta una gestione coerente e flessibile delle informazioni di interesse, e che sia di supporto nella pianificazione delle attività e nella scelta delle azioni da intraprendere.
- Studio del materiale disponibile rispetto alle caratterizzazioni ambientali effettuate all'interno del porto di Napoli e nella zona SIN di Napoli orientale;
- Studio delle caratterizzazioni ambientali effettuate nei casi-studio di maggior interesse a livello internazionale come benchmark e riferimento sostanziale e legislativo.

Il Fase: pianificazione della nuova fase di campionamento e attività di caratterizzazione

Nell'ambito delle caratterizzazioni ambientali di aree soggette ad un intenso e diversificato impatto antropico la corretta pianificazione del disegno di campionamento ha un ruolo cruciale, influenzando il grado di errore delle stime e di conseguenza il calcolo dei volumi da rimuovere o trattare nel caso in cui si vogliano intraprendere azioni di bonifica. In merito a tale aspetto va considerato che il grado di conoscenza del fenomeno investigato (e dunque la precisione della stima) non aumenta in modo lineare con il numero di osservazioni. Nello studio di fenomeni distribuiti nello spazio infatti il semplice aumento dello sforzo di campionamento può produrre una ridondanza di informazione, la cui entità è funzione del grado di strutturazione spaziale del fenomeno stesso (autocorrelazione). Il campionamento dovrà dunque essere pianificato in modo da ridurre quanto più possibile la ridondanza di informazione e massimizzando il grado di precisione delle stime ottenute in funzione della dislocazione e del numero di osservazioni disponibili, della geometria dell'area di studio e della struttura spaziale del fenomeno investigato. Per una corretta pianificazione del disegno di campionamento è dunque fondamentale il reperimento del maggior numero possibile di informazioni pregresse sull'area di studio, soprattutto al fine di identificare processi locali che rendano necessaria una stratificazione del campionamento. L'utilizzo di tecniche geostatistiche permette di trattare in modo coerente le problematiche fin qui esposte. Tali tecniche, nate in ambito minerario, si sono diffuse nel corso degli ultimi 20 anni in molti altri settori, ed in particolare in quello delle caratterizzazioni ambientali. In tale settore l'utilizzo della geostatistica permette di affrontare le diverse criticità presenti attraverso un approccio probabilistico, fornendo dunque un'importante supporto nel processo di "decision making" relativo alle azioni da intraprendere.

Per quanto fin qui esposto, nella pianificazione del disegno di campionamento verranno prese in considerazione tutte le informazioni utili, comprese quelle provenienti dalle precedenti caratterizzazioni.

A tal riguardo bisogna tuttavia specificare che le caratterizzazioni pregresse risultano attualmente non valide (poiché a norma di legge le caratterizzazioni ambientali di aree SIN hanno validità 3 anni) e sarà dunque necessario prevedere una fase di campionamento preliminare che miri ad evidenziare l'eventuale presenza di modificazioni nei pattern di distribuzione degli inquinanti considerati rispetto alle caratterizzazioni precedenti, e che costituirà comunque un'ulteriore fonte di informazioni per la pianificazione del campionamento definitivo.

In tale fase sarà inoltre individuato un congruo numero di campioni le cui analisi verranno replicate dai laboratori partecipanti al progetto. Tale fase si rende necessaria al fine di effettuare l'intercalibrazione strumentale tra i diversi laboratori, e validare i risultati finali. L'analisi di uno stesso set di campioni da parte dei laboratori coinvolti si rende necessaria a causa dell'altissima variabilità spaziale dei livelli di concentrazione dei microinquinanti che generalmente caratterizza le aree interessate da un elevato impatto antropico.

Il campionamento avverrà quindi in due fasi distinte. Nella prima verrà effettuato un campionamento preliminare che avrà come scopo principale:

- l'accertamento dell'attuale validità nei livelli più profondi dei risultati ottenuti dalle precedenti caratterizzazioni, e che a norma di legge risultano attualmente non più validi;
- l'identificazione delle eventuali modificazioni intervenute negli ultimi anni nei pattern di distribuzione con particolare attenzione ai livelli più superficiali;
- L'intercalibrazione strumentale tra i diversi laboratori coinvolti.

Nella seconda fase, tenendo conto di tutte le informazioni raccolte e dei risultati ottenuti nella fase esplorativa, si procederà all'infittimento della maglia di campionamento preliminare al fine di ottenere una caratterizzazione ottimale dell'area di studio che permetta:

- di caratterizzare la struttura spaziale dei diversi contaminanti indagati al fine di evidenziare le relazioni tra differenti fenomeni e supportare l'identificazione dei processi di distribuzione e dei source points;
- di fornire mappe di probabilità relative al superamento di determinati valori soglia;
- di produrre mappe di distribuzione in due e tre dimensioni collegate a mappe di errore che contemplino:
 - l'errore dovuto al campionamento (sampling error);
 - il cambio di supporto statistico operato nell'associare ad una particolare parcella di sedimento il valore relativo al volume di sedimento analizzato;
 - la complessa geometria dell'area di studio soprattutto in relazione alla presenza di barriere artificiali (banchine, frangiflutti, ecc.) e naturali che costituiscono elementi di discontinuità nei processi di diffusione;

Verranno inoltre eseguiti:

- uno studio bibliografico delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e sedimentologiche dell'area;
- un'analisi del fondo naturale (al di sotto della zona contaminata) per poter definire quantitativamente lo stato di antropizzazione in cui si trova attualmente l'area di indagine;
- un rilievo magnetometrico e side scan sonar dell'area portuale ad elevata risoluzione.
- la caratterizzazione stratigrafica dell'area portuale attraverso l'utilizzo di tecniche di geofisica attiva (chirp subbottom profiler e sistemi sparker);
- una valutazione dello stato geofisico nelle zone prospicienti le aree portuali (rilievi magnetometrici, tomografia geoelettrica, georadar);
- l'analisi di un numero significativo di carote da 7 mt con:
 - analisi di contaminanti;
 - estrazione sequenziale per determinazione del reale stato di disponibilità dei contaminanti;
 - analisi delle acque interporto;
 - studio dei flussi all'interfaccia sedimento-acqua;
- uno studio della biogeochimica degli elementi e possibili trasferimenti in atmosfera con ripercussioni sulla salute umana;
- analisi eco-tossicologiche mirate su un numero significativo di campioni;
- Implementazione di una rete di monitoraggio integrata sul comparto acqua sedimenti. L'idea alla base della rete di monitoraggio è quella di mantenere inalterato lo stato del sistema a seguito degli interventi di bonifica attraverso appunto un monitoraggio in tempo reale e costante dei vari comparti. Utilizzando una rete di sensori collegata ad un "centro operativo" e in grado di inviare in modo automatico agli organi preposti degli alert (sms, mail, ecc) in funzione di specifiche esigenze sarebbe possibile gestire tutto il sistema intervenendo in tempo reale.

III Fase: definizione dello stato di contaminazione dell'area portuale e definizione del rischio ambientale

- Creazione di un modello concettuale dello stato attuale dell'inquinamento del Porto di Napoli attraverso la ricerca di dati storici e integrazione di nuovi dati chimico-fisici, microbiologici ed eco-tossicologici sui sedimenti superficiali e profondi, sull'eluato, nella colonna d'acqua e nell'aria;
- Calcolo del rischio sanitario ed ambientale a cui è sottoposta la popolazione residente attraverso la mappatura delle zone urbane più a rischio. Tale rischio verrà calcolato tenendo presenti non solo lo stato attuale del sito di interesse ma anche le fonti inquinanti primarie e secondarie nonché lo studio delle vie di diffusione delle sostanze più pericolose (aria, acqua, contatto dermico e alimentazione);
- Controllo del livello di antropizzazione anche delle aree marine esterne al porto che possono aver subito l'influenza dei fenomeni di contaminazione delle attività portuali.

IV Fase: pianificazione attività di escavo

- Applicazioni delle tecniche geostatistiche alla valutazione dei volumi di sedimento da dragare in funzione del diverso stato di contaminazione;
- Studio dei più adeguati approcci alla movimentazione dei sedimenti dal loro punto di accumulo in termini di grado di pericolosità prodotta dalla loro rimozione;
- Dragaggio dei sedimenti: valutazione sui possibili riutilizzi eco-compatibili di questo materiale che non è un rifiuto ma una risorsa per la collettività (Convenzione di Londra del 1972);
- Recupero delle frazioni meno inquinate e loro riutilizzo secondo la figura 2.6 (criteri di classificazione dei materiali da movimentare e relative opzioni gestionali compatibili) del “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” redatto da ISPRA anche attraverso un’analisi di compatibilità dei materiali;
- Valutazione della potenziale localizzazione di un sito per la bonifica dei sedimenti sulla base delle indagini svolte;
- Una possibile soluzione sarebbe il dragaggio concomitante del SIN Napoli Orientale e delle zone turistiche e abitative nonché delle aree più esterne del porto (già caratterizzate nel 2009 e risultate con basse concentrazioni di inquinanti prioritari). Tale miscelazione sarebbe finalizzata al miglioramento delle caratteristiche di stabilità all’interno delle vasche di colmata. Nel caso i valori di concentrazione dei composti chimici prioritari risultino ancora eccedenti, si provvederà ad attivare le procedure di bonifica.

V Fase: pianificazione attività di bonifica

- Ipotesi di confinamento e trasferimento dei sedimenti contaminati in accordo alla normativa vigente;
- Prelievo di sedimenti inquinati e trasporto in un impianto già attivo per prove di bonifica delle diverse tipologie di contaminanti;
- Pianificazione e realizzazione di attività innovative di ricerca sulla bonifica dei sedimenti (ad esempio, filtraggio acustico del carico sedimentario attraverso l'utilizzo di specifici canali o condotte);
- Utilizzo di tecniche avanzate di bonifica dei sedimenti e delle acque attraverso la creazione di un impianto pilota all'interno dell'area portuale;
- Creazione impianto di bonifica dei sedimenti e suoli;
- Recupero e monitoraggio delle zone non adibite al traffico marittimo per fini socio-culturali e turistici in sicurezza per la popolazione;
- Creazione di un protocollo d'indagine standard creato sul porto di Napoli ma che possa essere applicato anche ad altre strutture portuali.

Bibliografia principale

“Criteri metodologici per l’applicazione dell’analisi di rischio sanitaria ai siti contaminati” APAT-ISS-ARPA.

“Progetto preliminare di bonifica dell’area marina portuale interna alla diga foranea e della fascia a sud di essa all’interno della perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di Napoli Orientale” ISPRA (2006).

Alberico I., Chiazzo S., Dal Piaz S., Lirer L., Petrosino P., Scandone R., (2004). Volcanic risk and evolution of the Territorial system in the active volcanic areas of Campania. EGU- Geophys Res. Abstr. 6: 02728.

Alberico I., Lirer L., Petrosino P., Zeni G., (2001). Geologia e geomorfologia dell’area urbana di Napoli. In: Geoitalia 2001 - Terzo Forum Italiano di Scienze Della Terra, 5-8 settembre 2001, Atti del Convegno, pag.359-360.

Alberico, I., Petrosino P., Zeni G., D’Andrea F. & Lirer L. (2005) - GEOCITY: a drill-hole database as a tool to assess geological hazard in Napoli urban area. Environ. Geol. 47:751-762.

Alessio M., Bella F., Improta S., Belluomini G., Cortesi C., Turi B., (1973). University of Rome. Carbon-14 dates. Radiocarbon 15: 165-178.

Apitz S.E., J.W. Davis, et al. (2005). Assessing and managing contaminated sediments: Part I, Developing an effective investigation and risk evaluation strategy. Integrated Environmental Assessment and Management 1(1): 2–8.

Barabás, N., P. Goovaerts, et al. (2001). Geostatistical assessment and validation of uncertainty for three-dimensional dioxin data from sediments in an estuarine river. Environmental Science and Technology 35(16): 3294-3301.

D.M. 7 novembre 2008: “Operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse ambientale” e s.m.i.

De Riso R. e Lirer L. (1998). Indagini sullo stato del sottosuolo quadro organico degli interventi. Rapporto Aprile 2000 Ufficio Sottosuolo del Comune di Napoli.

Decreto Legislativo n. 152/20069: “Norme in materia ambientale” e ss.mm.ii.

Deino AL., Orsi G., de Vita S., Piochi M., (2004). The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera-Italy) assessed by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating method. J. Volcanol. Geoth. Res. 133 (1/4): 157-170.

Ersoy, T. Y. Yunsel, M. Cetin, (2004). Characterization of Land Contaminated by Past Heavy Metal Mining Using Geostatistical Methods. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Volume 46, Issue 2, pp 162-175

Gorla M. “Siti contaminati. Caratterizzazione-Analisi di rischio-tecniche di disinquinamento” D. Flaccovio Editore (2012).

Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” ISPRA (2006).

Milia A., Giordano F., Nardi G., (1998). Stratigraphic and structural evolution of the Naples Harbour in the last 12 ka. *Giornale di Geologia* 60, pp. 13.

Reed, J., A. Chappell, et al. (2001). Geostatistical analysis of PCB-contaminated sediment in a commercial dock, Swansea, UK. *geoENV III - Geostatistics for Environmental Applications*. P. Monestiez et al. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 125-136.

Rolandi G., Maraffi S., Petrosino P., Lirer L., (1993). The Ottaviano eruption of Somma-Vesuvio (8000 y B.P.): a magmatic fall and flow-forming eruption. *J. Volcanol. Geoth. Res.* 58: 43-65.

Salsa C.P., *Manuale di diritto ambientale*, Maggioli Editore (2011).

Scherillo A. e Franco E., (1967). Introduzione alla carta stratigrafica del territorio comunale di Napoli. *Atti Acc. Pontaniana*, Napoli 16:27-37.