

Il mare: benessere o discarica? Sistemi informativi come supporto al traffico marittimo e per la valutazione dell'inquinamento ambientale

Sonia Corso, Elvio Moretti

(*) Dipartimento di Scienze di Base e Fondamenti: Matematica, Informatica, Fisica, Chimica, Epistemologia e Storia della Scienza. Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo".
Campus Scientifico Sogesta - Località Crocicchia, 61029 Urbino (PU)
Phone +39 0722 304277, Fax+39 0722 304220, sonia.corso@uniurb.it, elvio.moretti@uniurb.it

Riassunto

I carichi inquinanti sversati in mare provengono dalle presenze umane e dalle loro attività produttive esercitate lungo le coste a cui si aggiungono le attività marine (costruzioni, acquacoltura, dragaggi, dumping), gli sversamenti accidentali o volontari legati ai trasporti marittimi e gli incidenti navali. Tra i peggiori disastri ambientali avvenuti ultimamente è da ricordare la marea nera nel Golfo del Messico, la disastrosa situazione in cui versa il delta del Niger e l'incredibile isola di spazzatura (Pacific Trash Vortex) con un diametro di circa 2500 km e una profondità di 30 metri, formata grazie all'azione di una corrente a spirale oceanica che aggrega i rifiuti fra loro. Nel Mediterraneo, il traffico petrolifero è il più consistente tra tutto il trasporto marittimo di merci e rappresenta circa il 20% del traffico mondiale marittimo. Per garantire la sicurezza del mare è sempre più necessario monitorare da vicino tutti i movimenti delle navi ed integrare i vari sistemi di informazione e sorveglianza. Maggiore accuratezza sulle informazioni fornite dal "Modulo di Notifica dei rifiuti prodotti da navi", sulle merci trasportate, sugli equipaggi, sulle condizioni delle navi, al fine di ottimizzare i flussi del traffico, garantire un pronto intervento in caso di incidente, fermare scarichi illeciti in mare e contrastare atti terroristici. Tutti questi aspetti, seguendo un principio di piramidizzazione delle responsabilità, sono affrontati quotidianamente dall'European Maritime Safety Agency (EMSA). In un contesto di globalizzazione del problema, l'utilizzo del GIS, del telerilevamento e dei modelli previsionali porta al superamento delle tradizionali barriere e costituisce una formidabile opportunità per la difesa ambientale. Questo lavoro mostra l'utilità dell'integrazione dei dati satellitari in near real time con i dati di rilevamento convenzionali delle navi, come i radar costieri, il Sistema di Identificazione Automatica (AIS) e il Sistema di Monitoraggio delle Navi (VMS) per il tracciamento delle rotte delle navi da pesca, al fine di localizzare tutte le navi che non segnalano la propria posizione e che potrebbero causare danni all'ambiente.

Abstract

The pollutant loads discharged into the sea come from the presence of humans and their productive activities along the coast in addition to marine activities (construction, aquaculture, dredging, dumping), accidental spills or volunteer related to maritime transport and ship accidents. Among the worst environmental disasters occurring lately is to remember the oil spill in the Gulf of Mexico, the disastrous situation in the Niger Delta and the incredible island of rubbish (Pacific Trash Vortex) with a diameter of about 2500 km and a depth of 30 meters, formed by the action of a spiral oceanic current that aggregates the waste between them. In the Mediterranean sea, the oil traffic is the most consistent throughout the maritime transport of goods, representing about 20% of worldwide shipping. To ensure safety at sea is increasingly necessary to closely monitor all movements of ships and to integrate the various information systems and surveillance. Improved accuracy of information provided by the "Notification Form for ship generated waste", by the cargo, crews, on the condition of ships, in order to optimize the flow of traffic, ensuring quick intervention

in case of accident, stop illegal dumping in the sea and combat terrorist acts. All these aspects, following a criterion of pyramidal responsibilities, are faced daily by the European Maritime Safety Agency (EMSA). In a context of globalization of the problem, the use of GIS, remote sensing and forecasting models leads to overcoming the traditional barriers and it is a formidable opportunity for environmental protection. This work shows the usefulness of the 'integration of satellite data in near real-time with conventional tracking data ships, such as coastal radar, the Automatic Identification System (AIS) and Ship Monitoring System (VMS) for tracing the routes of fishing vessels, in order to locate all vessels not reporting their position and that could cause environmental damage.

Inquinamento marino: problema complesso di difficile soluzione

L'inquinamento è un'alterazione dell'ambiente, di origine umana o naturale, capace di produrre disagi o danni permanenti per la vita di un territorio e che non è in equilibrio con i cicli naturali esistenti. Quando si parla d'inquinamento delle acque, l'individuazione delle fonti diventa molto spesso una questione complessa. Sostanze inquinanti di origine diffusa possono portare a una scarsa qualità dell'acqua e provocare un impatto negativo sugli ecosistemi con un'immediata ripercussione sull'economia e che può mettere a rischio la salute dei cittadini. Spesso vi sono incertezze sulla destinazione, il trasporto dei contaminanti e il relativo contributo dalle differenti sorgenti. Nonostante questa difficoltà vi è attualmente sufficiente comprensione scientifica delle cause e degli effetti dell'inquinamento delle acque da fonte diffusa per predisporre le risposte a livello di gestione adeguate per affrontare questa complessa questione. Il problema dell'inquinamento diffuso delle acque quindi sembra riguardare soprattutto un territorio e la sua gestione. Quando un corso d'acqua, più o meno importante, sfocia nel mare il problema degli inquinanti si trasferisce dall'ambiente terrestre a quello marino dove gli inquinanti tendono a muoversi ancor più velocemente e spesso anche a concentrarsi soprattutto lungo quella sottile interfaccia che è l'ambiente marino costiero. La valutazione quantitativa dei carichi inquinanti può essere effettuata utilizzando metodi indiretti, basati su dati di tipo statistico, o metodi diretti, basati su una sperimentazione di campo. I carichi inquinanti potenziali e la loro distribuzione sul territorio possono essere valutati attraverso un'analisi geostatistica che attraverso opportuni coefficienti numerici attribuiti alle diverse fonti e al posizionamento spaziale delle stesse può generare delle mappe dettagliate di grande efficacia. Lo strumento che ci permette queste operazioni è il GIS che attraverso lo "Spatial Analyst" ed il 3D Analyst può analizzare i fenomeni naturali che si sviluppano su base spaziale a partire dai dati derivanti da un loro campionamento. In particolare lo studio geostatistico si prefigge di valutare la variabilità spaziale dei parametri che descrivono i suddetti fenomeni estraendone le regole in un quadro modellistico di riferimento e usandole per effettuare le operazioni volte a dare soluzione a specifiche problematiche riguardanti la caratterizzazione e la stima dei fenomeni stessi. I metodi della Geostatistica sono applicabili in tutti quei settori delle scienze applicate in cui i fenomeni di studio hanno carattere spaziale, tra questi si possono citare: le scienze geologiche e minerarie, l'idrologia, l'idrogeologia, la scienza dei suoli, l'agronomia, la geotecnica, la geofisica, il telerilevamento, la climatologia, la meteorologia, l'oceanografia, le scienze forestali, la zoologia, l'epidemiologia, l'igiene ambientale. Per poter avviare una analisi geostatistica efficace va, ovviamente, identificata prioritariamente l'area di riferimento alla quale la procedura stessa deve essere applicata. Nel caso delle acque interne, Fig. 1, l'area corrisponde al bacino idrografico sotteso dal corpo idrico oggetto di indagine, mentre maggiori difficoltà si manifestano nel definire il bacino scolante a mare. Tra le sorgenti potenziali d'inquinamento, si possono considerare la popolazione residente nei comuni costieri, quella "fluttuante" rappresentata dal movimento turistico, gli equivalenti industriali e gli equivalenti zootecnici, a questi vanno aggiunti quelli relativi al ciclo operativo della navigazione dovuti alla quantità del traffico marittimo. Gli scarichi volontari che vengono effettuati nonostante i vigenti divieti, gli inquinanti atmosferici, gli scarichi offshore quali il lavaggio delle cisterne nelle aree consentite e gli inquinamenti dovute alle piattaforme di trivellazione. Per quello che concerne i disastri ecologici questi per se non numerosissimi, sono comunque, sempre presenti, e possono rappresentare delle vere e proprie

catastrofi ecologiche ed economiche per le aree interessate. Uno dei principali impatti dell'inquinamento marino è quindi la presenza dell'uomo e quella delle attività che esso svolge. Verrebbe quindi sottovalutato di molto l'inquinamento marino se questo fosse definito sulla base degli incidenti causati dalle petroliere e sui conseguenti oil spill o sulle attività illegali di scarico in mare delle bilge water anche se questi sono gli aspetti più visibili del problema.

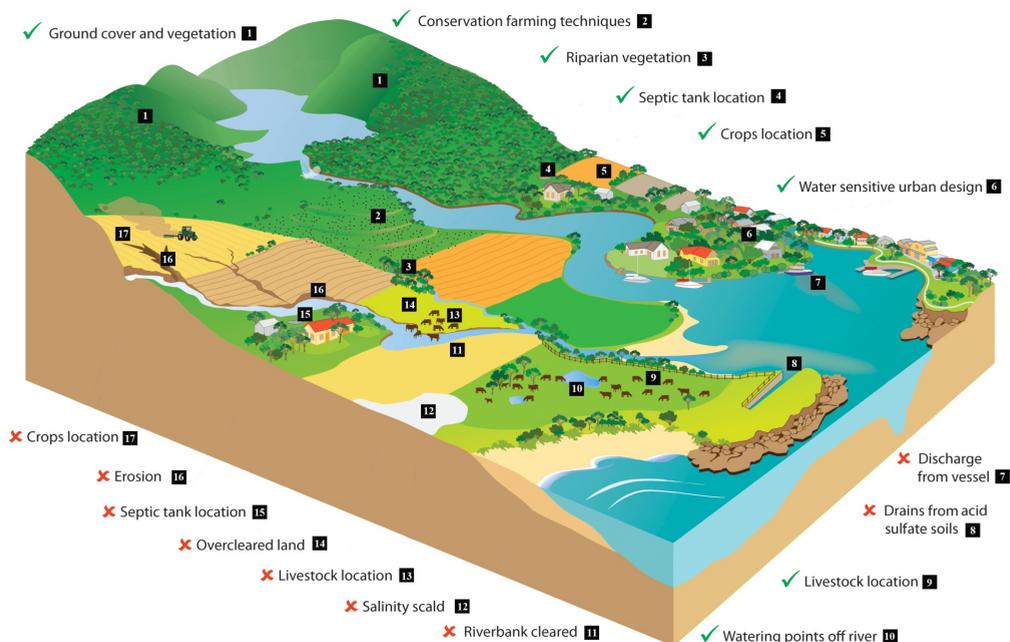


Figura 1 – Possibili fonti d'inquinamento diffuso delle acque da: "Department of Environment and Climate Change - New South Wales Government (Australia) modificato".

Secondo alcune statistiche, che possiamo ritenere soltanto indicative, solo il 12 per cento dell'inquinamento marino è imputabile ai trasporti marittimi, mentre il 44 per cento delle sostanze inquinanti arriva dalla terraferma e il 33 per cento dall'atmosfera. Uno tra gli esempi più eclatanti è il "Pacific Trash Vortex", un'isola di spazzatura, soprattutto plastica, formata nell'Oceano Pacifico a partire dagli anni cinquanta, con un diametro di circa 2500 km, pari ad una superficie di 4.909.000 Km², una profondità di 30 metri ed un peso di 3.500.000 tonnellate, grazie all'azione della North Pacific Subtropical Gyre, una corrente oceanica dotata di un particolare movimento a spirale orario che permette ai rifiuti galleggianti di aggregarsi fra di loro. La plastica invece di essere fotodegradata si disintegra in pezzi sempre più piccoli che mantengono la caratteristica polimerica anche quando raggiungono le dimensioni di una molecola. Il galleggiamento di tali particelle, che apparentemente assomiglia a zooplancton, inganna i molluschi che se ne cibano causandone l'introduzione nella catena alimentare. Anche se quasi sempre attribuibili al fattore umano (Baker & Seah, 2004) la causa dell'inquinamento marino senza dubbio più visibile e familiare resta comunque quella dell'oil spill. Questo tipo d'inquinamento non produce solo disastri ambientali nell'imminenza dello sversamento ma la sua azione si protrae nel tempo. A distanza di 15 anni dall'incidente alla Exxon Valdez, avvenuto in Alaska nel 1989, è ancora possibile rilevare in quella zona tracce di petrolio. E anche nei fondali del Mar Ligure è possibile rinvenire il petrolio della Haven, affondata nel 1991. La Prestige, che naufragò al largo delle coste spagnole nel 2002,

ha causato perdite economiche ingenti, danneggiando gravemente la pesca locale. Tra i peggiori disastri ambientali ai quali abbiamo assistito ultimamente è impossibile non ricordare la marea nera nel Golfo del Messico oppure la disastrosa situazione in cui versa il delta del Niger. L'inquinamento del mare causato dal petrolio occupa certamente una posizione di grande rilievo perché oltre all'evidente danno alla salute delle specie marine e volatili, questo tipo di inquinamento favorisce l'accumulo di una sostanza cancerogena, come gli idrocarburi aromatici policiclici (IPA), assimilabile da ogni specie. L'inquinamento causato da petrolio greggio o più generalmente dagli idrocarburi che lo compongono è un fenomeno che può interessare l'aria, il suolo e con maggior frequenza e gravità il mare. Ovviamente l'inquinamento può essere occasionale/accidentale se si verifica in conseguenza di un evento che libera in maniera improvvisa ed incontrollata nell'ambiente una considerevole quantità di greggio o dei suoi derivati. Può anche essere sistematico come nella cattiva gestione e/o progettazione di impianti industriali come oleodotti, impianti di trivellazione e raffinerie. Può infine essere (come avviene in un numero incredibilmente elevato di casi) doloso. Spesso lo sversamento delle bilge water avviene in mare per evitare costosi smaltimenti del rifiuto.

Gli incidenti che provocano fuoriuscita di grandi quantità di idrocarburi sono per lo più quelli che interessano le superpetroliere che continuamente solcano i mari trasportando il greggio in giro per il globo. L'elevato traffico marittimo in generale e l'elevato traffico di idrocarburi in particolare costituisce nel Mediterraneo (Bilardo & Mureddu, 2005) il più grave pericolo per la sopravvivenza di questo mare, che non a caso è quello che presenta la più alta densità di idrocarburi a livello mondiale.

La ricerca, i temi e gli strumenti

La ricerca condotta nell'ambito di un dottorato di ricerca nel settore delle Scienze della Terra prende avvio dalla vasta quantità di informazioni raccolte in questo particolare settore della difesa ambientale ottenute collaborando al Programma Comunitario INTERREG III A denominato Iniziativa D.A.M.A.C. (Difesa Ambientale del Mare Adriatico e Comunicazioni) che consisteva nell'organizzare un significativo partenariato tra la Regione Marche (Italia) e la Contea di Zara (Croazia) per avviare concreti interventi utili ad innescare un processo di sviluppo sostenibile tra le due aree balcanica e mediterranea. La cooperazione internazionale per contrastare questo tipo di inquinamento è sicuramente un'arma vincente infatti con lo scopo di eliminare l'inquinamento intenzionale e di ridurre al minimo quello accidentale, si tennero nel 1954, 1973 e 1978, tre conferenze internazionali che produssero "Convenzioni" che costituiscono il fondamento del diritto internazionale. La prima normativa si prefisse lo scopo di limitare l'inquinamento marino dovuto alle navi, ed è comunemente nota come OILPOL 54. L'altra, nota come MARPOL 73/78, in realtà è la somma di due distinti documenti. Il primo costituisce una evoluzione rivista e aggiornata della OILPOL 54, il secondo, stabilisce la normativa relativa alla sicurezza delle navi e ulteriori norme per la prevenzione dell'inquinamento marino.

Il mare Mediterraneo, risultando un'area particolarmente sensibile in termini di inquinamento cronico dovuto alle sue specificità geografiche, oceanografiche ed ecologiche, è stato dichiarato dalla Convenzione MARPOL 73/78 "Area Speciale", dove sono proibiti gli scarichi intenzionali di olii e rifiuti. Nell'ambito delle attività ispettive prescritte dalla suddetta Convenzione, con particolare riferimento al perseguimento dei trasgressori, una delle principali difficoltà è la mancanza di sorveglianza e controllo delle acque internazionali. Il Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean (REMPEC) con sede a Malta assiste gli Stati rivieraschi del Mediterraneo per ratificare, recepire, attuare e far rispettare convenzioni marittime internazionali relative alla prevenzione, la preparazione e la risposta all'inquinamento marino provocato dalle navi, ma proprio dai report pubblicati da questa associazione si capisce che siamo molto lontani dal raggiungere questo obiettivo. Inoltre per arrivare ad una condanna in sede giudiziaria ci vogliono prove e gli aspetti tecnici su come riuscire a procurarsele per dimostrare la responsabilità di una certa nave e del suo comandante non sono di facile soluzione. Allo stato

attuale se non vengono intensificati alcuni aspetti come il telerilevamento, il controllo e la registrazione tramite GIS dei dati AIS, il campionamento in Near Real Time degli inquinanti sversati, la raccolta di prove e quindi il perseguimento dei trasgressori rimane piuttosto difficile se non aleatorio. Se per i fenomeni di inquinamento marino derivanti da cause originate a terra, in Italia si fa uno specifico riferimento alla legge Merli e alle sue successive modificazioni e integrazioni per quanto riguarda la materia degli inquinamenti causati da incidenti marini, siano questi accidentali (stimati nella misura del 20% del totale) che intenzionali (80%), si analizzano qui di seguito le problematiche da tenere in considerazione e le misure di risposta da adottare o già intraprese. Tramite il GIS è possibile analizzare le direttrici di traffico marittimo lungo tutto il perimetro costiero nazionale, nonché nei bacini limitrofi: a tale riguardo, devono essere individuate le zone potenzialmente a rischio di incidenti, di natura sia accidentale (collisioni e incagliamenti) che intenzionale (immissioni, bilge e ballast water, rifiuti ecc.), ciò al fine di realizzare adeguate misure di risposta attraverso idonee risorse (uomini, mezzi e materiali) opportunamente dislocate. Il Mediterraneo, ed in particolare l'Italia stanno assumendo un ruolo sempre più centrale. Posizionati direttamente sulle grandi rotte intercontinentali, i porti italiani rappresentano le vie di accesso per i mercati del Sud e del Centro Europa. L'insieme dei porti italiani, negli ultimi anni, ha fatto registrare una crescita molto accentuata nella movimentazione di merci containerizzati. Proprio per la grande mole di traffico e per le sue caratteristiche geomorfologiche di mare chiuso all'interno di un mare chiuso si è deciso di cominciare ad analizzare il Mar Adriatico con l'intento di monitorare alcuni dei porti principali della costa adriatica: Ravenna, Falconara, Ancona, Pescara e Barletta.

Analogamente, si deve provvedere alla regolamentazione del traffico marittimo attraverso adeguati sistemi di controllo che, pur mirati all'antiquinamento, devono anche concorrere alla sicurezza della navigazione. A questo proposito il Sistema Informativo Territoriale che è stato sviluppato in questi anni di ricerca si pone come strumento di avanguardia che riesce a far interagire tra loro, le diverse strutture e all'occorrenza utilizzando i modelli spaziali si può anche rivelare un utile strumento per il pronto intervento in caso di oil spill. Le ricerche condotte, mettono altresì in evidenza, che per combattere l'inquinamento marino non ci si può basare comunque soltanto su una azione di repressione dei comportamenti illeciti. Migliorare il regime coercitivo è necessario ma è un dovere anche facilitare la disponibilità e l'utilizzo degli impianti di raccolta a terra (reception facilities) che devono risultare adeguati sia in termini di rispondenza che di consistenza e di razionale dislocazione. Incentivando il conferimento dei rifiuti (liquidi e solidi) nei porti si tende naturalmente a contenere lo scarico in mare dei rifiuti specie se si riesce a mantenere al giusto livello le spese per il loro conferimento.

Il conferimento dei rifiuti nei porti.

E proprio da questo punto che parte la raccolta dati nei porti Ravenna, Falconara, Ancona, Pescara e Barletta attraverso le informazioni fornite dalle Capitanerie di Porto riguardante gli arrivi e le partenze di tutte le navi ed i relativi moduli di notifica dei rifiuti prodotti. La scelta su questi cinque porti è caduta dopo una attenta analisi del flusso del traffico marittimo prendendo come caposaldo il porto di Falconara. A Falconara è ubicata una importante raffineria ed il porto costituisce il punto di arrivo del petrolio greggio, ma allo stesso tempo rappresenta il punto di partenza dei prodotti raffinati (diesel, benzine e bunker) la cui destinazione principale è rappresentata appunto dai porti di Barletta, Ravenna e Pescara. Questa schematizzazione del traffico marittimo ha rappresentato il modello su cui si è basata l'indagine scissa in due separate fasi. Una sugli arrivi del greggio che proviene sempre dal di fuori del mare Adriatico e quindi uno studio sul conferimento dei rifiuti a carattere internazionale. L'altra sulla distribuzione dei prodotti raffinati che avviene lungo la costa adriatica e quindi in un contesto di cabotaggio a carattere nazionale. La gestione dei dati è avvenuta attraverso l'utilizzo di un GIS con sistema di riferimento WGS84 e su un geodatabase costituito dalla Digital Chart of the World (DCW) alla scala nominale di 1:1.000.000.

Le informazioni riportate in ogni scheda esaminata sono state poi inserite in un database che consente una facile interrogazione dei dati. Seguendo, poi, un approccio sistematico si è riusciti a

valutare la quantità e la qualità dei dati raccolti, nel periodo di monitoraggio dal gennaio al giugno 2008, e ad evidenziare i non pochi problemi riscontrati. Molte schede esaminate risultavano incomplete o contenevano errori, ad esempio, non era riportato il call sign e/o il numero IMO della nave che consente al di là del nome, che può essere modificato, l'identificazione della stessa; altrettanto avviene per la bandiera di appartenenza; molto spesso nella scheda non viene riportata la data e l'ora di arrivo e/o di partenza della nave; non sempre è riportato il porto di provenienza e/o di arrivo della nave; non sempre è riportato il porto in cui sono stati conferiti i rifiuti precedentemente e/o quasi mai la data di conferimento. Come si può ben notare, nei punti evidenziati, non si affronta la parte riguardante i dati inerenti i rifiuti conferiti perché praticamente inesistenti, purtroppo, anche volendo fare una stima approssimata, si evince che attraverso questo strumento è praticamente impossibile arrivare ad avere dei dati attendibili e rigorosi. Per questo motivo dopo alcuni mesi di lavoro si è deciso di interrompere il monitoraggio.

I modelli previsionali per l'oil spill

Un altro aspetto affrontato in questo vasto studio è stato l'utilizzo del GIS per la valutazione degli oil spill attraverso l'utilizzo di modelli previsionali. La modellazione spaziale, come brevemente anticipato è una applicazione GIS che consiste nell'impiego di modelli di analisi numerica allo scopo di determinare dei valori di interesse e la loro distribuzione nello spazio e nel tempo. Questo è un campo molto innovativo ed in continuo aggiornamento. Una di queste applicazioni è stata sperimentata (Corso, 2008; Corso et al., 2008; Corso & Capancioni, 2008, Capancioni et al., 2008) durante il Progetto INTERREG IIIA DAMAC. Per la simulazione si è utilizzato il modello MEDSLIK-II. Questo modello è basato sul preesistente MEDSLIK (Lardner et al, 2006) ed è stato sviluppato per prevedere il trasporto e le trasformazioni chimico-fisiche del petrolio in mare.

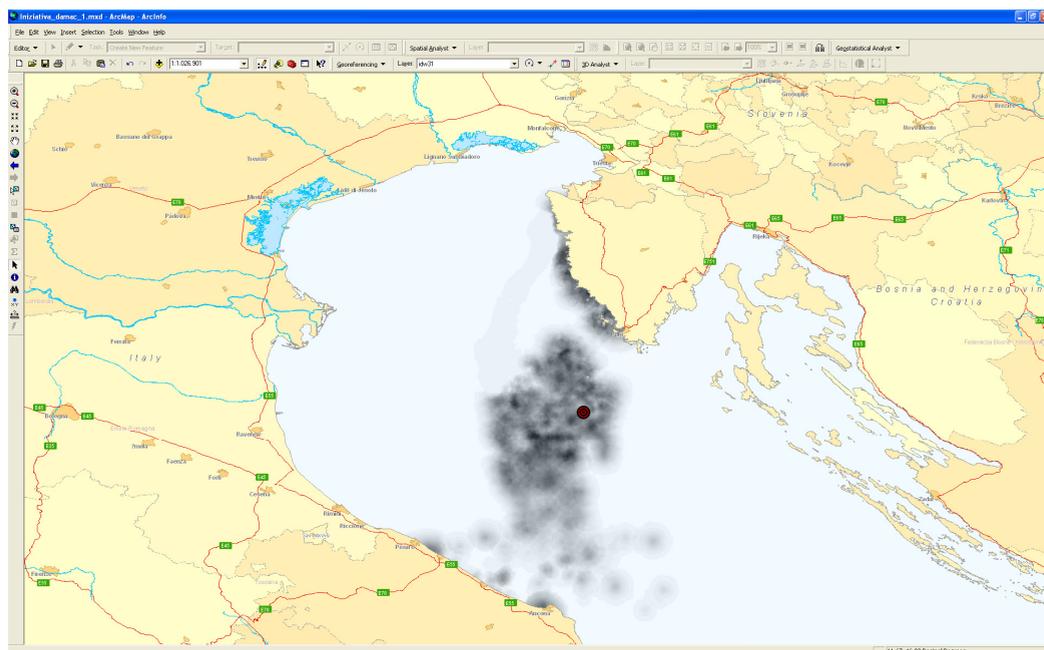


Figura 2 – Simulazione di uno sversamento di 1920 tonnellate di greggio, nella posizione 44°50000 e 13°66700 e risultati ottenuti con modello MEDSLIK-II dopo 450 ore dall'oil spill.

Dal momento che il trasporto della macchia d'olio è governato dalle correnti marine superficiali e dal forzante ventoso, il modello utilizza i campi di velocità delle correnti marine fornite dal Mediterranean Forecasting System (MFS) o da altri modelli idrodinamici con più alta risoluzione spaziale e i campi di vento prodotti dall'ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). MEDSLIK-II simula, inoltre, la dispersione del petrolio dovuta alla componente turbolenta del moto ed è in grado di riprodurre lo spostamento causato dal moto ondoso (Stokes drift). I processi di trasformazione chimico-fisica inclusi nel modello sono l'evaporazione, la dispersione, l'emulsificazione, l'espansione e l'assorbimento sulla costa. I risultati sono stati forniti dal modello per una simulazione relativa ad un oil spill nell'alto Adriatico, con uno sversamento di 1920 tonnellate di greggio, nella posizione 44°50000 e 13°66700 (coordinate nel sistema WGS84 - gradi decimali) nel mese di giugno. La simulazione è stata protratta per 450 ore ed i risultati sono stati successivamente integrati nel GIS. Delle 1920 tonnellate di greggio inizialmente sversate, dopo 450 ore, il modello stima che il 39,78 % sia evaporato, il 19,39 sia disperso, mentre il 28,44 si sia spiaggiato coinvolgendo contemporaneamente la costa della Regione Marche e quella dell'Istria, con un danno economico enorme soprattutto dovuto alla perdita della risorsa turistica legata al mare.

Il modello e la sua applicazione tramite GIS consente non solo di elaborare visualizzazioni generali a scala del bacino adriatico ma si possono fare analisi a scala locale. Questa simulazione in estrema sintesi dimostra che uno sversamento contenuto, ovvero 35 volte più piccolo di quello della Prestige, in 450 ore pari a poco più di 19 giorni, danneggerebbe in modo grave sia le coste dell'Istria che quelle della Regione Marche ed interesserebbe gran parte dell'Adriatico settentrionale.

La modesta quantità di olio sversato è stata rilasciata lungo la principale rotta adriatica e può provenire da una accidentale fuoriuscita di una grande oil tanker, ma è anche compatibile con le quantità di olio contenute nelle cisterne di una Ro-Ro oppure da una Container ship di grande tonnellaggio e che viene utilizzato come combustibile per la navigazione. Durante lo svolgimento del Progetto DAMAC sono state effettuate altre simulazioni utilizzando modelli previsionali diversi, tra cui anche GNOME (General NOAA Operational Modeling Environment) che analogamente agli altri, fornisce una stima della traiettoria e della evoluzione della macchia. Questo modello è stato testato in modo molto approfondito durante la marea nera che si è verificata nel Golfo del Messico in seguito all'incendio della piattaforma Deepwater Horizon. Il NOAA's Office Response and Restoration utilizzando il GIS ha elaborato mappe di previsione della traiettoria dell'oil spill ogni giorno per 107 giorni, raggruppate per "Trajectories by Type" e "Trajectories by Date". Secondo quanto comunicato dal NOAA le traiettorie dell'olio sono state calcolate sulla base del rilevamento delle correnti e dai venti, utilizzando i dati direttamente rilevati dalla struttura ma anche utilizzando dati provenienti da altre fonti. Sono anche state utilizzate immagini satellitari sia nel campo del visibile che quelle radar integrandole con quelle ottenute tramite i sorvoli in elicottero per tutta l'area potenzialmente interessata dall'oil spill.

Nel Mediterraneo la probabilità di incidenti è altissima, basta considerare che ci sono ben 82 porti petroliferi con altrettante raffinerie, che lavorano quasi 9 milioni di barili di greggio al giorno, oltre il 10% della raffinazione mondiale. L'elevato traffico di petroliere nel Mediterraneo costituisce naturalmente un grave pericolo per la sopravvivenza di questo mare. I dati forniti dal Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite nel progetto MAP (Mediterranean Action Plan) stimano in ben 100-150 mila tonnellate la quantità di idrocarburi che finiscono annualmente nel Mediterraneo. Quantità impressionanti che sono purtroppo confermate dalla densità di catrame pelagico riscontrata nelle acque del Mediterraneo, con una media di 38 milligrammi per metro cubo, la più alta del mondo. Nel mare del Giappone la quantità riscontrata si ferma ai 3,8 milligrammi, a 2,2 nella Corrente del Golfo ed a 0,8 nel Golfo del Messico (naturalmente prima dell'incidente della piattaforma BP): un confronto impietoso che dimostra il rischio che il Mediterraneo vive e della necessità di monitorare e pulire le sue acque.

EMSA: l'agenzia europea

Proprio in seguito ai dati raccolti, la ricerca evidenziava che per poter comprendere, codificare ed analizzare i dati necessari allo sviluppo del GIS sia a livello regionale che a scala europea necessitava una fonte d'informazioni più completa ed esauriente. Un training presso l'EMSA nella sua sede di Lisbona ha consentito di approfondire alcuni dei temi già affrontati e la conoscenza di nuove ed importanti problematiche che l'agenzia tratta giornalmente. L'EMSA provvede alla corretta applicazione della legislazione europea e promuove la collaborazione tra gli Stati Membri. Dalla sua creazione ha contribuito alla valutazione delle società di classificazione riconosciute dalla Commissione Europea e dei centri di formazione marittima nei paesi terzi, nonché a verificare l'effettiva esecuzione dei controlli da parte delle autorità portuali. Inoltre, ha contribuito a migliorare lo scambio di informazioni tra gli Stati Europei ed ha avuto l'incarico aggiuntivo di prestare manforte agli Stati Membri in caso di oil spill di vasta portata, infatti a tal fine dispone di navi che possono intervenire in qualsiasi parte dell'Europa su richiesta di paesi a rischio d'inquinamento. Considerato l'elevato numero di navi che effettuano operazioni di carico e scarico nei porti europei, le informazioni sui carichi, sulle condizioni di sicurezza della nave e sui porti di destinazione rivestono un interesse fondamentale per la sicurezza in mare, per la protezione dell'ambiente marino e per gli aspetti economici. Tali informazioni, tuttavia, sono gestite da una miriade di autorità a livello locale e nazionale e molto spesso lo scambio delle informazioni è difficile e frammentario, proprio perché utilizzano metodologie differenti per raccogliere, archiviare e trasferire dati oltre a sistemi informatici incompatibili tra loro. Inoltre, le informazioni sono trasmesse in modo diverso, spesso per fax, telefono o posta elettronica. Per questa ragione dal 2002 gli Stati Membri e la Commissione Europea collaborano per dare attuazione alla direttiva comunitaria 2002/59/CE, relativa all'istituzione di un sistema comunitario di monitoraggio e d'informazione del traffico marittimo. L'Agenzia è l'unica fonte attraverso la quale la Commissione Europea e gli Stati Membri possono acquisire immagini, dati e altre informazioni a supporto dei loro interventi contro l'inquinamento marino a livello europeo.

All'interno del training si è continuato a sviluppare il GIS finalizzandolo alla creazione di mappe graduate per ogni paese europeo, sul numero di ispezioni effettuate nei controlli dello Stato di Approdo (Port State Control – PSC). Gli Stati di approdo dell'Unione Europea hanno il compito di ispezionare le navi straniere che attraccano nei loro porti (controllo dello Stato di approdo), un processo di controllo particolarmente importante per la sicurezza marittima perché, sebbene la responsabilità principale del buono stato delle navi ricada sugli Stati di bandiera, questi non sono sempre in grado di svolgere il loro compito in modo coerente. Gli Stati di approdo hanno la facoltà di imporre le rettifiche necessarie all'eliminazione delle lacune individuate, e possono fermare le navi finché tali riparazioni non siano state eseguite. Qualora una nave dovesse essere fermata ripetutamente in un determinato arco di tempo, l'accesso a tutti i porti UE potrebbe esserle negato finché l'armatore della nave in questione non abbia dimostrato che essa è in condizioni idonee alla navigazione. La ricerca per il dottorato, presso l'agenzia, è iniziata con la creazione di un database riportante tutte le informazioni inerenti i PSC per tutti i 27 Membri Europei con l'aggiunta della lista dei codici UN/LOCODE (sistema di codifica geografica sul commercio e sui trasporti locali sviluppato e mantenuto dalla Commissione economica delle Nazioni Unite per l'Europa - UNECE) e le relative coordinate dei porti ottenute sempre dalla stessa fonte. All'interno del GIS si è passato poi al collegamento, all'armonizzazione (estensione geografica e sistema di coordinate) e all'integrazione di tutti questi dati rispettivamente in un geodatabase al fine di creare mappe graduate sul numero di ispezioni effettuate in ogni porto. Il fine di questo lavoro era quello di creare un possibile supporto da parte dell'EMSA per il nuovo regime di controllo del Port State Control che è previsto nella direttiva 2009/16/CE denominato THETIS, sistema che verrà utilizzato dalla Comunità Europea per la regione del Memorandum d'intesa di Parigi sul PSC (MOU di Parigi), che comprende Canada, Croazia, Islanda, Norvegia e la Federazione russa. Contemporaneamente allo sviluppo di questo lavoro, sulla base di una specifica richiesta da parte dell'Eurostat attraverso il Dipartimento competente per il Sistema Geografico Informativo

(GISCO), l'EMSA fu chiamata a collaborare alla elaborazione di informazioni marittime geografiche finalizzate a stabilire distanze di viaggio affidabili tra i porti. L'Eurostat si prefiggeva di generare un dataset informatico completo sulle rotte marittime. Questo set di dati (Corso S. 2009) farà parte di un modello di trasporto multimodale ed servirà anche per l'elaborazione di un network (solo nodi, archi e distanze) che sarà l'input per il calcolo delle distanze tra una coppia di porti utilizzando un grafico standard di algoritmi. Per raggiungere questo obiettivo si decide di utilizzare i dati sulla posizioni AIS delle navi che effettuavano viaggi più frequenti (dal porto di partenza al porto di destinazione), basati su una selezione di porti che gestiscono tonnellaggi di merci all'anno superiori a 10 milioni di tonnellate o per un imbarco/sbarco per più di 100.000 passeggeri, il tutto calcolato, come già detto, per almeno un anno tra il 1997 ed il 2008. Alla fine questa selezione è arrivata a contenere 494 porti. L'interesse di questa collaborazione era nell'uso di tre unici dataset contenuti nel database MarInfo di appartenenza dell'EMSA. Il primo set di dati, chiamato Lot C - Moves, contiene le notifiche da porto a porto ma mancano le posizioni AIS durante il viaggio delle navi. Il secondo, Lot C - AIS, contiene le posizioni AIS registrate ad un intervallo di 4 ore, ma questa informazione non può essere assegnata ad un viaggio particolare perché il porto di origine non è noto. Come risultato, le rotte marittime possono essere determinate solo se i record delle posizioni AIS sono arricchiti con i dati del primo dataset. L'ultimo set di dati contiene informazioni su particolari navi, Lot B - Vessels, utilizzato per recuperare soltanto quelle navi soggette a regolari modelli come navi passeggeri o containers.

Per la creazione delle mappe sulle rotte marittime, inizialmente, sono stati importati, all'interno del GIS, tutti i porti di appartenenza dell'Eurostat e dell'EMSA, perché tra le due agenzie c'è un diverso elenco dei porti. Infatti, l'Eurostat aggrega i porti con UNlocodes diversi. Ad esempio Marsiglia che per l'Eurostat è un porto, per l'EMSA sono tre, Marsiglia (la maggior parte del traffico sono traghetti), Port de Bouc (merci pericolose) e Fos (petroliere). Questo spiega il fatto che quando una nave scarica ha bisogno di una speciale area in funzione del suo carico, in particolare per le merci pericolose (sostanze nocive pericolose-HNS). Più spesso le aree portuali non si trovano al centro della città ma al di fuori, come a Marsiglia e, quindi, di conseguenza presenterà tre UNlocodes differenti. Il secondo passaggio è stato quello di inserire le TSS, linee di separazione del traffico, per garantire che le navi selezionate procedessero nella corsia di traffico adeguato e soprattutto che le coordinate AIS estratte dal MarInfo fossero corrette. Purtroppo però non stato così semplice determinare il percorso (origine/destinazione) di una nave da una singola fonte (database MarInfo). Ad esempio, dopo aver scelto quale nave utilizzare per la creazione di una rotta, è stato necessario controllare il suo movimento all'interno del sito web Lloyd's MIU per capire se la rotta di questa nave fosse frequente e soprattutto interessante ai fini di questo studio. Inoltre, è stato indispensabile utilizzare anche il Lloyd's MIU-Google Earth per verificare l'esatto porto di origine e destinazione delle navi, perché, ad esempio, un grande porto come Rotterdam può utilizzare UNlocodes diversi per piccole aree o terminali, come Hook of Holland che è un piccolo porto di appartenenza a Rotterdam, ma questo tipo di informazioni non sono presenti nel database MarInfo in cui le due posizioni sono trattate con uguali codici. Infatti, ad esempio, il porto di destinazione, nel set dei dati dell'AIS, indicava il porto principale (Rotterdam) invece della reale destinazione geografica (Hook of Holland).

Per risolvere questo problema è stato fatto un primo tentativo creando una tabella di riferimento con il raggruppamento dei "subporti" dai principali porti. Altra difficoltà è dovuta al periodo di tempo considerato, che è stato limitato per rendere le dimensioni delle informazioni gestibili durante la loro esportazione da Oracle ad Access. Per questo motivo le prime tabelle importate nel GIS sono state create da un minimo di una settimana a un massimo di un mese e le posizioni AIS sono state estratte con un criterio di filtraggio derivato dal tipo di nave: navi container, general cargo, petroliere e navi passeggeri. Alla fine sono stati estratti 5,3 milioni di posizioni AIS contro i 74 milioni immagazzinati nel "Lot C - AIS" in MarInfo. In parallelo sono stati estratti dal "Lot C - Moves" gli scali di queste navi, sempre per lo stesso periodo di tempo.

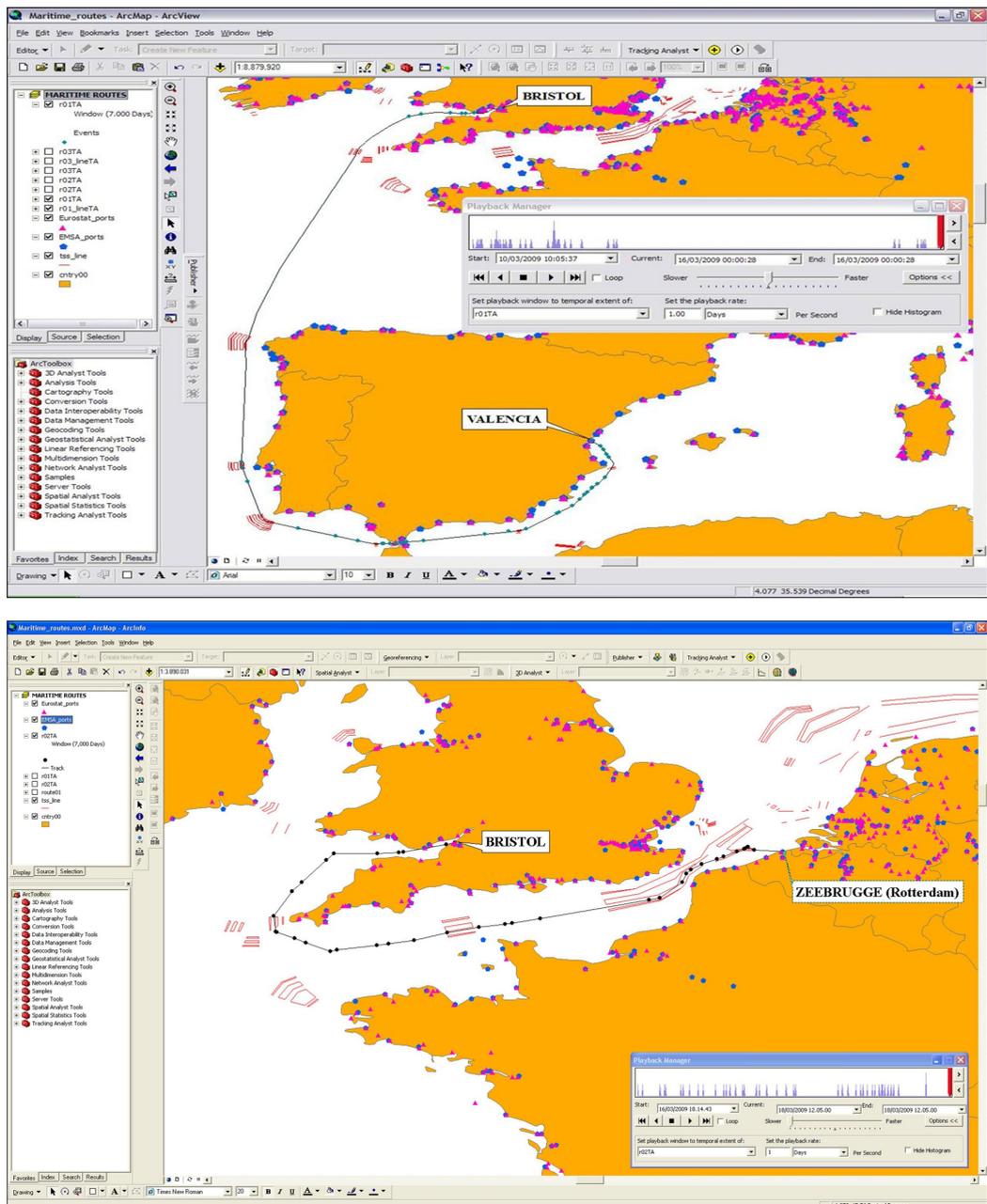


Figura 3 – Calcolo tramite il Tracking Analyst tool delle reali rotte delle navi sulla base dei dati forniti dall'Automatic Identification System (AIS).

E come ultima difficoltà, si è dovuto convertire le coordinate delle posizioni AIS, estratte dal database MarInfo, da “gradi, minuti e secondi” a “gradi decimali”, proprio come il sistema di

riferimento del GIS necessitava. Per far ciò è stato necessario effettuare alcuni calcoli all'interno di Access per creare una formula che automatizzasse la conversione.

L'importanza dell'utilizzo dell'AIS è soprattutto la sua capacità di individuare obiettivi dotati di questo stesso sistema per esempio in situazioni dove la rilevazione è limitata, come in condizioni di visibilità limitata dalla nebbia, pioggia, etc. La cattiva esecuzione e la trasmissione errata di informazioni AIS sono problemi di rilevanza vitale nelle operazioni di anti-collisione. Tramite i dati trasmessi dall'AIS è stato possibile, utilizzando un valido ed indispensabile strumento quale il GIS, ricostruire le "reali" rotte marittime.

All'interno del software vari tools sono risultati di valido aiuto per la creazione delle mappe ma uno in particolare, collegato in maniera automatica con le varie tabelle esportate da Access, ha definito le rotte marittime, il Tracking Analyst tool. Le tabelle create in Access includono un campo denominato EVENTID che contiene l'informazione della rotta che una nave percorre. L'informazione sulla posizione della nave si trova nei campi LONG e LATIT, mentre, il tempo, riferito alla posizione AIS segnalata dalla nave, è riportato nei campi FROMDATA e FROMTIME oppure indifferentemente nei campi TODATA e TOTIME. Ovviamente per il sistema, il formato data deve essere: gg/MM/yyyy, mentre quello tempo: HH:mm:ss. Questo strumento alquanto utile potrebbe risultare fondamentale nell'individuazione di scorrettezze sulla velocità delle navi, oppure nell'individuare possibili collisioni sempre attraverso gli attributi del tempo e della velocità o, addirittura, nel controllare se una nave rispetta l'obbligo di attraversamento delle TSS lines.

Alcune considerazioni finali

Come dimostra ampiamente questa ricerca, molto spesso, specialmente quando si affrontano problemi ambientali di area vasta e problematiche complesse quali approfondire le cause e predisporre gli strumenti per contrastare l'inquinamento marino, si può arrivare piuttosto lontano rispetto ai traguardi iniziali prefissi. Questa ricerca, infatti, cominciata per approfondire le modalità di conferimento dei rifiuti prodotti dalle navi durante la navigazione nei porti di approdo è finita per indagare a livello europeo le rotte ed i tempi di percorrenza tra i porti. Ma un punto sicuramente confermato è stato che lo sviluppo di un GIS, finalizzato al trasporto marittimo nell'epoca della globalizzazione, porta al superamento delle tradizionali barriere e costituisce una formidabile opportunità per la difesa ambientale. Questo strumento che ormai trova un ampio e consapevole utilizzo a tutti i livelli può essere ulteriormente implementato per consentire alla nave in transito di decidere dove, come, in quanto tempo e con che costi conferire i rifiuti prodotti a bordo durante la navigazione. Allo stesso tempo faciliterebbe l'impresa portuale che potrebbe in anticipo predisporre il servizio senza necessità di fermare la nave in porto per troppo tempo con conseguente aumento dei costi di esercizio. Ma questa prassi, non ancora virtuosa, dovrebbe eliminare tutta quella burocrazia legata a moduli cartacei per arrivare allo sviluppo di un database elettronico che permetta di monitorare automaticamente il conferimento dei rifiuti e gli spostamenti della nave e soprattutto basarsi sulla fattiva collaborazione delle compagnie di navigazione che se vogliono essere percepite genuinamente responsabili devono fare proprie le conseguenze del loro impatto nella sfera non solo economica, ma anche ambientale e sociale. Infatti, se l'inquinamento marino dovesse continuare ad aumentare in maniera repentina, potrebbe originare una normativa molto restrittiva sotto la spinta di shock e eventi che continuano a scuotere l'opinione pubblica. Per evitare questo "overshooting" regolatorio, le compagnie di navigazione dovrebbero essere indotte ad autoregolarsi, sacrificando razionalmente profitti di breve periodo a favore del rispetto e degli interessi delle popolazioni e dell'ambiente.

Anche se finora si tratta di casi più unici che rari esistono imprese che cercano di raccogliere questa sfida è questo il caso di una società di navigazione, la Wallenius Wilhelmsen Logistics (WWL) che invece sembra voler fare del rispetto ambientale un suo punto di forza imprescindibile e contemporaneamente stare sul mercato come tutte le altre compagnie anche meno rispettose delle fragilità dei nostri mari od oceani che siano. Stando a quello che è possibile leggere sulla home page del loro sito la WWL offre innovative e sostenibili soluzioni al trasporto marittimo con i

suoi 3.300 dipendenti in tutto il mondo, gestisce i trasporti di circa 60 navi moderne a basso impatto ecologico. L'azienda è anche leader nel mercato dello sviluppo di soluzioni innovative per ridurre i gli impatti operativi in materia di ambiente legati o connessi al trasporto marittimo. Cosa estremamente rilevante è che la compagnia dichiara anticipatamente quali siano gli obiettivi che intende raggiungere e alla fine di ogni anno pubblica un report per misurare quantitativamente il successo delle strategie messe in atto. Come ho scritto, la valutazione dell'impatto è determinante anche per i trasporti marittimi soprattutto perché questa forma di movimentazione delle merci è pur sempre eco-conveniente. Questo aspetto riguarda anche le emissioni nell'atmosfera che non sono state prese in considerazione in questa nota, senza sottovalutare troppo lo smaltimento dei rifiuti, la contaminazione del suolo, l'uso delle materie prime e delle risorse e le giuste istanze ambientali delle comunità locali, soprattutto quelle delle aree costiere e delle città portuali.

Bibliografia

- Baker C.C. & Seah A.K. (2004) "Maritime Accidents and Human Performance: The Statistical Trial. Presented at MARTECH 2004, Singapore, September 22-24, 2004.
- Bilardo U., Mureddu G. (2005) Traffico petroliero e sostenibilità ambientale, Roma, UP.
- Corso S. (2009) Final Report Setting up of a maritime routes geographic information dataset based on ex tracts from EMSA Marinfo database.
- Corso S. (2008) Geodatabase: la batimetria del mare Adriatico. Report finale del Progetto INTERREG IIIA Secure Sea. L.Polonara and N. Kosulic editors. Regione Marche, 2008.
- Corso S., Mikulicic D., Moretti E., Savini C. (2008) Il Geographyc Information System di DAMAC Report finale del Progetto INTERREG IIIA Secure Sea. L.Polonara and N. Kosulic Editors. Regione Marche, 2008.
- Corso S., Capancioni R. (2008) I fondali del Mare Adriatico – atti della 11ª Conferenza degli utenti Esri– Roma.
- Capancioni R., Corso S., Moretti E., Savini C. (2008) Oil Spill: difendere l'Adriatico utilizzando il GIS – atti della 11ª Conferenza degli utenti Esri - Roma.
- Det Norske Veritas (2006) Preventive Maintenance & Port State Control Masters Check List July.
- EIA (2007), World Apparent Consumption of Refined Petroleum Products, 2004 (available at: www.eia.doe.gov/pub/international/iea2005/table35.xls; World Petroleum Supply and Disp. 2000.
- Eide et al. (2008), EU project QUANTIFY delivery: Ship emissions of the future, Report No 2007-1325, Det Norske Veritas AS, Høvik, Norway.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2003), National Air Quality and Emissions Trends Report, 2003 Special Studies Edition (available at www.epa.gov/air/airtrends/aqtrnd03).
- European Commission Joint Research Centre Institute for the Protection and the Security of the Citizen Maritime Affairs Unit(2008) Report on the benefits of non-environmental ancillary probability maps and on data product types, data sources, formats and statistical relevance.
- European Maritime Safety Agency (2009) Annual Report.