



Interreg



SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SICOMAR
plus



Prodotto - Livrable T1.3.2:

Elaborazione Piano di azione congiunta per la sicurezza della navigazione e il pilotaggio in aree marittime particolarmente vulnerabili ai rischi connessi alla navigazione

Data prevista - Date prévue : 15/01/22

Data di consegna - Date d'échéance : 28/02/22

Versione - Version : V1.0

Informazioni generali sul documento / Informations générales sur le document	
Componente / Composante	T1
Attività/Activité	T1.3 "Preparazione dei piani congiunti per la sicurezza/Préparation des plans conjoints pour la sécurité"
Prodotto/Livrable	T1.3.2
Nome Documento / Nom Document	"Elaborazione Piano di azione congiunta per la sicurezza della navigazione e il pilotaggio in aree marittime particolarmente vulnerabili ai rischi connessi alla navigazione"



ID File/ID Fichier	SICOMAR PLUS_T1.3.2.pdf

Processo di approvazione / Procédure d'approbation				
	Nome/Nom	Ente/Établissement	Data/Date	Visto/Vu
Coordinatore/ Coordinateur	Gilda Ruberti	Regione Toscana	GG/MM/AA JJ/MM/AA	
CP Leader/ CP Leader	Gilda Ruberti	Regione Toscana	GG/MM/AA JJ/MM/AA	

Processo di revisione / Procédure de révision			
Revisione/ Révision	Autore/Auteur	Data Rev./ Date Rév.	Modifiche/Modifications
V1.0	Carlo Brandini, Valentina Grasso, Manuela Corongiu, Chiara Lapucci, Massimo Perna; Michele Bondoni, Maria Fattorini,	02/05/2021	Stesura dell'indice documento



	Bartolomeo Doronzo		
V1.1	Carlo Brandini, Andrea Cucco, Paola Tepsich, Giovanni Besio, Stefania Magri, Patrizia De Gaetano, Marcello Magaldi;	31/12/2021	Contributo partner
V1.2	Contributi altri partner del progetto	31/01/2022	Contributo altri partner
V1.3	Carlo Brandini	28/02/2022	Revisione e armonizzazione contributi
V1.4	Contributi altri partner esterni al progetto	28/02/2022	Condivisione
V1.5		28/02/2022	Revisione, integrazione e traduzione
V1.6	Patrizia Serra, Gianfranco Fancello	15/05/2022	Contributo progetto Iside
V1.7	Carlo Brandini, Valentina Menonna	15/06/2022	Versione finale, conclusioni



Interreg



UNIONE EUROPEA

**SICOMAR
plus**

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

INTRODUZIONE: RIFLESSIONI PER UN PIANO D'AZIONE CONGIUNTO PER LA SICUREZZA DELLA NAVIGAZIONE E IL PILOTAGGIO IN AREE MARITTIME PARTICOLARMENTE VULNERABILI AI RISCHI CONNESSI ALLA NAVIGAZIONE

Questo rapporto, come secondo prodotto di sintesi relativo alla governance della sicurezza della navigazione, è focalizzato non sulla governance e condivisione dei dati, ma sulle azioni concrete da intraprendere per migliorare la sicurezza, e questo sia dal punto di vista della pianificazione che dal punto di vista delle pratiche da adottare per la gestione delle emergenze

Come già detto nel precedente rapporto T1.3.1, in SICOMAR Plus non sono stati considerati tutti gli aspetti relativi alla sicurezza in mare, ma soprattutto quelli che hanno una forte dipendenza dalle condizioni meteorologiche e meteomarine oppure, quelli che hanno una forte connotazione ambientale e che richiedono dati di caratterizzazione ambientale (oceanografica, ecosistemica, anche socio-economici) a supporto della pianificazione delle attività in mare e della gestione delle emergenze.

In generale, una conoscenza di dettaglio dell'ambiente marino in cui le navi si trovano a navigare è fondamentale anche perché sicurezza della navigazione e protezione ambientale sono due aspetti strettamente connessi, per le gravi conseguenze che gli incidenti hanno sull'ambiente marino e con particolare riguardo agli ecosistemi.

Gli incidenti in mare sono per fortuna rari, e dipendono da molteplici fattori, tra i quali quelli legati alle condizioni meteo sono normalmente stimati tra il 30 e il 40%, a seconda delle diverse fonti. Esistono tuttavia incidenti dipendenti da altri fattori, quali cattive decisioni, stato di stanchezza dell'equipaggio, avaria elettrica o meccanica, incidenti a bordo, incendi ecc.

Limitare l'incidenza di ognuno di questi fattori è complesso, richiede molti diversi approcci che non potevano ovviamente essere trattati in maniera ampia all'interno di un singolo progetto, tuttavia alcuni aspetti di preparazione degli equipaggi, finalizzati a migliorare le pratiche di sicurezza, possono essere ritrovati nelle attività di alcuni partner, quali il piano di formazione proposto da FMES che tratta anche



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

degli aspetti per ridurre gli errori dovuti al “fattore umano” o le attività di preparazione e simulazione delle azioni da intraprendere in caso di incidente, su cui è stata incentrata l’attività di S2B che prevede l’uso di appositi simulatori.

La riduzione dei rischi in quanto tale richiede in primo luogo un’attenta valutazione di tutte le componenti attraverso cui oggi si esplicita in senso quantitativo il concetto intuitivo di rischio. Questo è definito su base probabilistica, in cui una parte è rappresentata dalla probabilità con cui si può verificare un incidente legato ai diversi fattori, un’altra parte alle conseguenze dell’incidente in termini di vulnerabilità ambientale e valore degli elementi esposti al rischio. Come detto, data la bassa frequenza degli incidenti, per quanto la probabilità con cui avviene un incidente sia estremamente bassa, il valore elevato legato alla perdita di valore economico, di vite umane, o di danni all’ambiente, impone stimare anche probabilità relativamente piccole nel modo più corretto possibile. Questo implica la considerazione anche di eventi rari che normalmente sono trascurati in alcuni contesti, ad esempio nella progettazione delle opere a mare.

Il termine legato alla probabilità con cui si verificano certi fenomeni, sia livello meteo marino che ambientale, e che viene normalmente riferito come hazard, deriva dall’elaborazione delle informazioni disponibili che possono essere osservazioni, oppure elaborazioni di modello.

La stima degli elementi ambientali esposti al rischio si poggia invece necessariamente su dati di osservazione. All’interno del progetto ci sono state, in questo senso, due tipi di attività, una per la caratterizzazione degli ecosistemi costieri eventualmente esposti a rischio di contaminazione derivante da uno sversamento di idrocarburi, che ha condotto all’Università di Pisa per conto della Regione Toscana, in un’attività più ampia sul rischio sversamenti a cui ha contribuito anche il CNR-IAS, l’altra è l’attività di osservazione dei cetacei la cui posizione viene trasmessa attraverso canali AIS dedicati, tra la nave che li avvista e le altre navi che transitano nell’area.

Più complessa l’attività di stima del valore esposto al rischio che richiede anche un’attenta valutazione della qualità di ecosistemi ambientali, della loro importanza



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

intrinseca oppure, nel caso di ambienti naturali come le coste, caratterizzate da un notevole valore e indotto, considerazioni sul valore economico dei beni esposti.

L'analisi dei rischi può essere uno strumento utile anche per la pianificazione perché quando è associata ad un sistema di analisi dinamico, può portare a intraprendere decisioni quali ad esempio modifiche delle rotte delle navi, diversa perimetrazione delle aree marine protette, oppure, pensando alla gestione delle emergenze, per stabilire punti più idonei dove ubicare le unità di soccorso o dedicate all'antiquinamento.

Riguardo alle azioni di prevenzione e la gestione delle emergenze un'attenzione particolare deve essere dedicata alle cosiddette "aree marine pericolose" menzionate dal programma, che corrispondono a zone complicate dal punto di vista della conformazione morfologica, ad esempio stretti o canali, oppure zone ad alta densità di traffico come ad esempio in prossimità delle aree portuali, o con entrambe le caratteristiche (come nel caso dell'area marina delle Bocche di Bonifacio).

La navigazione in queste aree può comportare limitazioni o l'adozione di pratiche che supporta la sicurezza, in ogni caso richiedono l'implementazione di norme che vanno elaborate in concertazione tra gli Stati membri, ovvero tra Italia e Francia. Ci si limita a segnalare che, in particolare per quanto riguarda l'area transnazionale delle bocche di Bonifacio tra Corsica e Sardegna, si tratta di un'area di altissimo pregio ambientale in cui è stato definito anche un GECT (Gruppo Europeo di Cooperazione Territoriale) e che quindi le decisioni da prendere sono richiedono una concertazione di iniziative tra la componente trasportistica e la componente ambientale. Sono state sperimentate diverse azioni tra cui anche la possibilità di imporre il pilotaggio o perlomeno di studiare la fattibilità tecnica ed economica di questa azione.

Un discorso a parte merita infine la gestione delle emergenze, in cui ci sono almeno tre aspetti che vanno presi in considerazione:

1. il primo riguarda l'organizzazione dell'unità di soccorso, che richiede sia preparazione dall'altro e la capacità di realizzare alcune azioni quali la



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

- comunicazione tra le unità coinvolte e le unità di soccorso (su quest'ultimo aspetto al lavorato in particolare il progetto Iside del terzo avviso).
2. un altro aspetto, su cui invece si è lavorato molto in sicomarplus, sono i sistemi di previsione da utilizzare durante la gestione delle emergenze, in particolare per valutare gli effetti legati all'evoluzione degli versamenti (oil drift).
 3. Infine un ultimo aspetto riguarda la valutazione a ridotta incertezza dell'ambiente marino a scala locale, alla scala cioè in cui avviene l'incidente, questo richiede modelli dedicati che utilizzano anche osservazioni disponibili nelle immediate vicinanze dell'area di interesse, magari raccolte da strumenti che possono essere nesi in campo speditamente (ad esempio, drifter) attraverso questo approccio si può migliorare notevolmente il quadro delle informazioni disponibili specialmente per quanto riguarda l'ambiente fisico.

LA SICUREZZA DELLA NAVIGAZIONE: PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE

La nuova politica marittima integrata dell'UE riconosce che le zone marittime e costiere d'Europa sono fondamentali per il benessere e la prosperità della comunità, e che quindi è necessario rafforzare la capacità dell'Europa di affrontare le sfide imposte quali la globalizzazione, il cambiamento climatico, il degrado dell'ambiente marino, la sicurezza marittima, la sicurezza energetica e la sostenibilità.

In questo contesto, la Direttiva Quadro della Comunità Europea 2008/56/CE (Marine Strategy), si pone come obiettivo principale la promozione di un uso sostenibile dei mari e la conservazione degli ecosistemi marini, attraverso l'integrazione tra le diverse politiche settoriali, gli strumenti di conoscenza e monitoraggio, di pianificazione e programmazione che hanno un impatto sull'ambiente marino. La pianificazione dello spazio marittimo o Marine Spatial Planning (MSP) è uno strumento innovativo che non si basa esclusivamente sull'aggiornamento delle conoscenze, ma cerca anche di migliorare la gestione delle risorse dal punto di vista ambientale, economico-sociale e giuridico.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

La direttiva UE 2014/89 istituisce un quadro per la pianificazione dello spazio marittimo e, attraverso le norme con cui è stata adottata la direttiva da parte degli stati membri, indica come predisporre le i piani di gestione dello spazio marittimo.

La pianificazione dello spazio marittimo deve essere attuata attraverso l'elaborazione di piani di gestione, che individuano la distribuzione spaziale e temporale delle pertinenti attività e degli usi delle acque marine che possono includere:

- zone di acquacoltura e zone di pesca;
- impianti e infrastrutture per la prospezione, lo sfruttamento e l'estrazione di petrolio, gas e altre risorse energetiche, di minerali e aggregati e la produzione di energia da fonti rinnovabili;
- rotte di trasporto marittimo e flussi di traffico;
- siti di conservazione della natura e di specie naturali e zone protette;
- ricerca scientifica;
- tracciati per cavi e condutture sottomarine;
- turismo;
- patrimonio culturale sottomarino.

Per quanto l'autorità competente sia indicata nel Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, è evidente il ruolo sia del Ministero dell'Ambiente e della transizione Ecologica che delle Regioni.

Si ritiene tuttavia che non ci sia ancora una piena consapevolezza delle potenzialità e delle opportunità di questo quadro normativo, e che l'adozione di questi piani non sia stata elaborata, ad oggi, con procedure aperte di consultazione pubblica che sarebbero necessarie in quanto i piani devono supportare lo sviluppo dell'Economia Blu e dei settori economici coinvolti.

SAFETY AND SECURITY

Il termine italiano "sicurezza" che decliniamo in vari ambiti, ad esempio nel caso della sicurezza della navigazione, corrisponde a due termini inglesi, usati dagli specialisti, ovvero rispettivamente "safety" e "security". In realtà ambedue i concetti sono legati alla protezione della vita umana, dei beni materiali, e anche dell'ambiente.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

“Safety” va intesa come protezione contro i rischi dovuti a fatti accidentali, o incidenti non intenzionali, mentre “security” è uno stato di protezione contro minacce deliberate e intenzionali.

Quindi “safety”, in ambito marino (safety at sea, maritime safety) rappresenta l’adozione di procedure finalizzate alla riduzione di rischi quali quelli dovuti alle condizioni meteomarine, alle possibili avarie dei mezzi navali, gli incendi a bordo, gli errori non intenzionali nella navigazione, le collisioni con altre navi, ecc. come anche le pratiche per salvare vite umane in mare (Ricerca e Soccorso o Search-and-Rescue) o per ridurre le conseguenze di sversamenti di idrocarburi o altre sostanze pericolose (attività anti-inquinamento.) Rientrano invece nel dominio della Security tutte le azioni per contrastare l’utilizzo illegale delle navi che possono mettere a rischio la vita umana, quali atti di terrorismo, pirateria, attacchi informatici ai sistemi di bordo. Problemi legati alla cyber-security potranno essere molto attuali nei prossimi decenni, anche per lo sviluppo di navi in cui la componente di guida umana sarà accompagnata (in alcuni casi, sostituita) da sistemi di guida automatica.

Le attività di SICOMAR plus si collocano tutte entro il dominio della safety ma una visione strategica delle tematiche legate alla sicurezza della navigazione non può prescindere anche dal fatto che c’è un grande sviluppo anche delle attività finalizzate a migliorare anche la sicurezza intesa proprio come security.

RISCHI CONNESSI ALLA NAVIGAZIONE

Il trasporto marittimo è il mezzo di trasporto dominante per il commercio a scala mondiale, e questo non deve sorprendere per la dimensione degli oceani che occupano il 71% della superficie terrestre. Questa forte connotazione marittima, per motivi storici e geopolitici, è anche molto presente nel Mediterraneo che è uno dei mari a più alta densità di traffico. Ovviamente non è possibile limitarsi a segnalare la pericolosità della navigazione che è invece una risorsa enorme per il benessere collettivo dell’umanità, peraltro non pienamente colta da alcuni paesi marittimi come l’Italia che non sfrutta ancora pienamente i vantaggi di trasportare le merci per mare. Miliardi di tonnellate di materie prime e prodotti sono trasportati ogni giorno a bordo delle navi tra i porti e i terminali portuali in modo economico, pulito e senza incidenti.

Tuttavia, il mare è per sua natura un mezzo impervio, un ambiente ad alto rischio: incidenti navali si sono verificati da sempre, da quando cioè gli uomini hanno iniziato



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

a salpare, e si verificano purtroppo anche oggi, nell'era satellitare e della navigazione di precisione, e nemmeno gli strumenti di navigazione più avanzati e sofisticati disponibili e le tecnologie di comunicazione avanzate sono stati in grado di evitare gli incidenti o di limitarne le conseguenze.

RISCHI PER LA VITA UMANA, L'AMBIENTE E LA SOCIETÀ

A livello mondiale, le conseguenze degli incidenti hanno avuto grande risonanza nell'accrescere la sensibilità verso questa tematica e nell'imporre un quadro normativo nuovo. Un aumento significativo della regolamentazione della navigazione da parte degli Stati costieri sulle loro acque per la protezione e la conservazione dell'ambiente marino, anche a causa del numero crescente di incidenti marittimi che hanno avuto gravi conseguenze di inquinamento marino è stato imposto proprio da incidenti quali l'incagliamento dell'Exxon Valdez nelle acque dell'Alaska nel 1989. Da lì è iniziata l'adozione da parte degli Stati Uniti del Oil Pollution Act 1990 (OPA 90), che ha stabilito un regime integrato di lotta contro l'inquinamento marino.

L'incidente della Exxon Valdez è stato seguito da numerosi altri incidenti con inquinamenti gravi delle acque europee, compreso quello della petroliera Braer sulla costa sud-est delle Shetland nel 1993, il naufragio della petroliera Erika al largo della Francia nel 1999 e della petroliera Prestige al largo della Spagna nel 2002. Tutti questi incidenti hanno contribuito ad accrescere la sensibilità degli Stati costieri rispetto ai rischi di inquinamento marino da navigazione nelle loro acque e in quelle contigue e hanno portato a progressi sulla regolamentazione del trasporto marittimo in queste acque. L'errore umano è stato un fattore chiave in tutti questi incidenti, in particolare quelli che hanno visto l'incagliamento di un'imbarcazione.

L'area del Mediterraneo Nord Occidentale è caratterizzata da una forte incidentalità, e negli ultimi decenni si sono manifestati un buon numero di incidenti con conseguenze in termini di perdite di vite umane e danni ambientali. Nel 1991 due gravissimi incidenti si verificarono proprio nel Mar Ligure, il naufragio della petroliera Haven, con la morte di 5 persone e le gravissime conseguenze ambientali legate al



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

grande sversamento che ne seguì, e l'incidente della Moby Prince che causò la morte di 140 persone.

Più recentemente si sono avuti il naufragio della Costa Concordia presso l'Isola del Giglio (2012), oltre a incidenti che hanno avuto notevoli conseguenze ambientali come la perita del carico di bidoni tossici da parte dell' Euro-Cargo Venezia (2011) e la collisione tra le navi Ulisse e Virginia a Nord di Capo Corso a cui è seguito uno sversamento che è spiaggiato sulle coste francesi.

Certamente questi incidenti hanno contribuito a sensibilizzare l'opinione pubblica, anche sul tema della sostenibilità legate alla realizzazioni di navi sempre più grandi, al trasporto di sostanze pericolose, alla navigazione in aree costiere che non appare sufficientemente regolamentata.

NAVIGAZIONE IN AREE PERICOLOSE

Alcune zone di navigazione sono conosciute in quanto estremamente pericolose, a causa delle particolari condizioni morfologiche (es. stretti o capi), condizioni meteomarine ricorrenti e difficili (es. tempeste frequenti, onde gigantesche), alta densità di traffico. Va poi messa in considerazione che, alcune di queste aree pericolose sono limitrofe a zone di alta protezione ambientale.

Questa caratteristica riguarda la navigazione in prossimità e all'interno delle principali aree portuali presenti nell'area, come ad esempio la vicinanza tra l'area del porto di Livorno, battuta dal Libeccio e intensamente trafficata, limitrofa all'Area marina Protetta della Meloria; ma anche la prossimità del Porto di La Spezia all'AMP delle Cinque Terre, del Porto di Genova all'AMP di Portofino, di Tolone all'AMP di Port-Cross ecc. Di tematiche legate all'impatto dei porti sulle aree marine protette si è occupato il progetto IMPACT della programmazione 2014-2020.

Molti incidenti si sono verificati, in realtà, proprio all'interno o in prossimità delle aree portuali, dove le basse velocità legate alle manovre di avvicinamento e approdo, combinate a condizioni meteo e idrodinamiche severe (es. forti venti),



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

hanno causato notevoli problemi. Queste tematiche sono approfondite all'interno del progetto SINAPSI, sempre della programmazione 2014-2020.

NAVIGAZIONE IN SITUAZIONI PERICOLOSE

A livello mondiale, si stima che il 30% degli incidenti avvenga in condizioni meteomarine avverse (Aroucha et al., 2018) ma se si considerano gli incidenti con conseguenze mortali, la percentuale sale al 48% (Weng & Yang, 2015). Per la comprensione dei fenomeni meteorologici e delle loro evoluzioni, il ricorso a bollettini e a vari altri tipi di servizi meteorologici è fondamentale perché serve a aumentare la conoscenza di come questi aspetti influenzano la dinamica delle imbarcazioni (sia le grandi navi che il diporto) e la loro manovrabilità. Normalmente, la maggior parte delle condizioni meteomarine possono essere previste con un certo anticipo (dell'ordine di 3-5 giorni), è il caso dei sistemi meteorologici associati alle grandi perturbazioni atmosferiche. L'intensità che possono raggiungere questi fenomeni a scala locale può tuttavia essere piuttosto diversa da quella prevista anche se, normalmente, l'affidabilità della previsione aumenta a breve termine, cioè avvicinandosi al momento di cui si vogliono prevedere le condizioni meteo. La tematica legata alla riduzione dell'incertezza nei modelli di previsione dello stato del mare, con particolare riferimento alla ricaduta dei dati previsionali sulla navigazione, è affrontata in SICOMARplus e affrontata nella componente T3 del progetto. L'incertezza dei modelli di previsione dello stato del mare può essere ridotta attraverso varie metodologie che riguardano l'integrazione tra dati osservati e modelli di previsione, come ad esempio la calibrazione, la validazione o l'assimilazione dei dati.

La previsione di fenomeni intensi come il vento e le mareggiate è normalmente svolta dai centri meteo con una buona affidabilità nel range 48-72 h. Tuttavia ci sono dei rischi la cui predicibilità è molto più complessa. Ad esempio è piuttosto difficile prevedere il formarsi di nebbie in mare che sono fenomeni che si presentano periodicamente anche nel Mediterraneo quando una massa di aria più secca e mite, scorre sopra la superficie più fredda e umida del mare. Il verificarsi di questo fenomeno, che può essere molto pericoloso per la navigazione, molto spesso sfugge alla capacità di rappresentazione dei modelli utilizzati in meteorologia.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Altri esempi riguardano la previsione di fenomeni quali le raffiche di vento improvvise che accompagnano lo sviluppo di celle temporalesche.

È inoltre molto difficile prevedere le trombe marine, colonne d'aria vorticanti che si formano al di sopra del mare, molto simili ai tornado, e che si sviluppano soprattutto nei mari caldi. Si tratta di fenomeni in aumento nel Mediterraneo proprio a causa del riscaldamento globale.

Un ulteriore esempio è la previsione del moto ondoso. Anche se questa normalmente è piuttosto affidabile, in mare possono verificarsi situazioni che si accompagnano allo sviluppo di onde molto più alte di quelle che i modelli riescono a prevedere. Queste onde vengono spesso nominate nella letteratura internazionale con il termine di onde strane, "freak waves" o giganti "giant waves" o mostruose "rogue waves". In italiano tendiamo a tradurre questi nomi con il termine più neutro di onde "anomale", perchè si tratta in effetti di anomalie rispetto ad alcune distribuzioni tradizionali cioè al concetto di onda significativa (H_s o $H_{1/3}$ o H_{m0}) che assomiglia molto ad una sorta di onda media "percepita" da parte di chi naviga (forse meglio come onda equivalente dal punto di vista energetico). Queste onde non si riescono a prevedere a livello deterministico.

Di questi aspetti slegati ai fenomeni di difficile predicibilità è occupato in particolare il progetto GIAS della programmazione 2014-2020.

Ad accomunare tutti questi fenomeni di difficile predicibilità è il fatto che, essendo molto difficile la previsione da realizzare con modelli deterministici, questa previsione non può essere descritta in termini certi, ma è molto meglio ragionare in termini di probabilità.

Esistono cioè delle situazioni caratteristiche in cui la probabilità di verificarsi di certi eventi è accresciuta. Questo approccio in meteorologia spesso si appropria attraverso una metodologia ad ingredienti, cioè ci sono delle situazioni in cui ci sono tutti gli ingredienti che possono favorire con maggiore probabilità l'insorgenza di nebbia in mare, temporali, trombe marine, o delle stesse onde anomale che si verificano con maggiore probabilità quando le onde hanno determinate caratteristiche.

In generale l'approccio probabilistico, che descrive i fenomeni della natura anche nella loro incertezza, è quello con cui si dovrebbe affrontare qualunque tipo di previsione ma questo avviene a maggior ragione proprio in questi casi in cui la predicibilità è difficile.



Interreg



SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Abituarsi a ragionare in termini di probabilità, di accresciuto rischio, è una delle cose a cui dobbiamo ricorrere ogni volta in cui il verificarsi di un certo evento, anche molto pericoloso e dannoso, è tutt'altro che certo, e tuttavia possibile, soprattutto quando il danno (come combinazione di valore esposto e vulnerabilità) è molto alto, perchè in gioco ci sono la perdita di vite umane o i danni arrecati all'ambiente dalla perdita in mare di merci pericolose.

EVENTI METEOROLOGICI E METEOMARINI

Esistono diverse situazioni meteorologiche, corrispondenti a diverse configurazioni, potenzialmente pericolose per la navigazione nell'area del mediterraneo nord-occidentale (Golfo del Leone, Golfo Ligure, alto Tirreno, Mar di Corsica). Non necessariamente queste situazioni sono di difficile predicibilità ma, in alcuni casi, sono previste con un buon anticipo (< 24-48 h) e discreta affidabilità.

Una delle situazioni tipiche dell'area, è quella relativa alla formazione di minimi depressionari sul Golfo del Leone e sul Mar Ligure, che normalmente sono previste dai modelli numerici. Il minimo sul Golfo di Genova può essere dovuto allo spostamento del minimo dal Golfo del Leone, e alcune fenomenologie associate, che si verificano a scale spazio-temporali di maggior dettaglio, possono essere più difficili da prevedere. In particolare:

- Nel caso di spostamento del minimo dal golfo del Leone al golfo Ligure l'improvvisa rotazione dei venti a Libeccio può provocare groppi di vento, spesso associati a sistemi multicellulari (squall-line);
- Nel caso in cui il vortice sul Ligure di formi direttamente in loco si assiste ad un progressivo rinforzo dei venti occidentali (Libeccio poi Ponente). Le raffiche possono essere molto intense nel caso in cui il minimo risulti molto profondo e posso acuirsi in presenza di temporali; mareggiate molto probabili.
- La presenza di un minimo profondo sul Ligure si associa a intensi venti di Maestrale sul golfo del Leone e sul Mare di Corsica, tuttavia il rischio di temporali risulta basso a causa dell'ingresso di aria fredda e secca; mareggiate;



Interreg



SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Riguardo ai sistemi temporaleschi multicellulari, ci sono fenomenologie associate che comprendono:

- Trombe marine: impossibili da prevedere in termini spaziali, rappresentano una minaccia per la navigazione (specie per le imbarcazioni più piccole), sebbene il loro raggio d'azione risulti spesso limitato. Si formano quasi sempre in presenza di un fronte freddo o di linee di instabilità (aria fredda in quota).
- MCC: sistemi temporaleschi molto vasti, che si formano in aria calda (flussi di Scirocco, Ostro). Possono essere pericolosi per via delle piogge intense e di improvvise raffiche;
Squall-Line: particolarmente pericolosa in quanto si associa sempre a intensi venti frontali, solitamente coincide col fronte freddo.

Le nebbie da avvezione possono essere molto pericolose per la navigazione e per le operazioni in porto soprattutto perché possono formarsi all'improvviso e avere una distribuzione spaziale e una durata molto irregolari. A differenza delle nebbie da irraggiamento, per lo più circoscritte alle ore notturne e mattutine, le nebbie da scorrimento possono presentarsi a qualsiasi ora del giorno, specialmente in mare aperto.

ONDE ESTREME

In genere, i servizi di previsione meteo-marina forniti dai centri meteo producono mappe di altezza d'onda significativa che rappresenta "la media del terzo delle onde più alte" o $H_{1/3}$, ovvero una sorta di onda media a livello energetico (talvolta riferita come H_{m0}) che è sicuramente un parametro di importanza fondamentale per la navigazione sia per piccole che per grandi imbarcazioni. Tuttavia, nella realtà è possibile incontrare onde anche molto più alte, seppure con bassa probabilità. La distribuzione delle onde più utilizzata è la cosiddetta distribuzione di Rayleigh (deriva da ipotesi di linearità del moto ondoso e gaussianità della superficie libera), in cui normalmente l'altezza d'onda massima H_{max} corrispondente varia nel range da circa 1,6 a 1,8 volte l'altezza d'onda significativa. Nella letteratura scientifica si tende ad utilizzare come soglia per identificare le onde "anomale" le onde che hanno



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

un'altezza maggiore di 2 volte Hs. Quello che fanno tipicamente i modelli più tradizionalmente usati è di usare delle distribuzioni di probabilità "standard" ricavate in maniera teorica. Tuttavia a seconda delle condizioni del mare si possono avere distribuzioni diverse ed avere quindi, per mari con stessa altezza significativa, una probabilità anche molto diversa di incontrare onde anomale. Pertanto condizioni in apparenza simili possono nella realtà essere associate a livelli di rischio piuttosto diversi.

Queste onde più estreme di una distribuzione, da un punto di vista fisico possono formarsi per vari motivi. Più comunemente si generano per sovrapposizione lineare, ovvero ad esempio onde provenienti da direzioni diverse vengono a focalizzarsi in uno stesso punto dello spazio nello stesso momento generando una singola onda di altezza maggiore, oppure questa sovrapposizione può essere causata da onde con lunghezza d'onda e quindi onde a velocità diverse che "si sorpassano". Tali meccanismi sono presi in considerazione dai modelli tradizionali con i quali è possibile avere una prima approssimazione della frequenza di onde anomale, o sopra una certa soglia. Tuttavia esistono meccanismi più complessi e anche molto più difficili da considerare in un modello. Ad esempio le onde interagiscono con l'ambiente circostante come la batimetria (ovvero la profondità e la morfologia del fondale), le correnti marine e il vento, fenomeni che possono portare le onde a focalizzarsi in uno stesso punto e quindi ad aumentare la propria altezza. Infine le onde interagiscono tra di loro in maniera non-lineare e complessa, e queste interazioni possono a loro volta generare onde di altezza inaspettata.

La predicibilità di questi fenomeni è molto bassa, dato che può essere affrontata solo a livello probabilistico. Anche di questi aspetti si è occupato il progetto GIAS.

Servizi di previsione per la sicurezza della navigazione: dove se ne parla nel progetto?

Output: Implementazione sistemi integrati di previsione per la sicurezza della navigazione

<i>Componente</i>	<i>Attività</i>	<i>Prodotto</i>
<i>T4 - SERVIZI PER LA SICUREZZA IN MARE, LA</i>	<i>T4.2 Applicazioni e servizi per la sicurezza di tutta la</i>	<i>T4.2.2</i>



PREVENZIONE DEI RISCHI
E LA PROTEZIONE
DELL'AMBIENTE MARINO

navigazione

T4.2.3

EVENTI ACCIDENTALI

Molti incidenti navali si verificano in situazioni in cui l'errore umano è preponderante sugli altri fattori. Sinistri marittimi, in questo senso, includono urto, incaglio/arenamento della nave, avarie meccaniche o ai sistemi di propulsione, collisione, incendi ed esplosioni, allagamenti, sbandamenti e capovolgimenti della nave.

Inoltre si noti che, in aggiunta alle criticità e ai fattori causali che hanno dato luogo ad ogni specifico sinistro marittimo, la concomitanza di cattive condizioni meteo marine ha in diversi casi influenzato negativamente l'evoluzione del fenomeno incidentale e aggravato le sue conseguenze: si citano, come esempio, i due incidenti avvenuti a fine 2014 in data e area geografica vicine, in particolare quello occorso alla nave traghetto Norman Atlantic, il cui incendio ha causato la perdita, accertata al 23 febbraio 2015, di 27 vite umane, e l'altro ad una nave da carico che transitava in acque limitrofe.

Dall'analisi dei dati a disposizione (Rapporto sui sinistri marittimi a cura del MIT, 2013), emerge come sia possibile inquadrare le criticità e violazioni riscontrate attraverso il loro raggruppamento in aree di attività/operatività, e quindi identificare *bad practices* in tre aree di attività fondamentali:

1. Cattive pratiche relative alla preparazione e manutenzione dell'unità navale prima della partenza: comprende le criticità legate alla preparazione e allestimento dell'unità navale, alla manutenzione e al controllo degli equipaggiamenti, e al rispetto dei requisiti di certificazione di sicurezza dell'unità navale (come il controllo dell'unità prima della partenza, il rispetto delle tabelle di armamento, ecc.);
2. Cattive pratiche relative alla gestione e organizzazione del lavoro a bordo della nave: comprende i problemi di comunicazione a bordo della nave, di organizzazione del lavoro a bordo, nonché al rispetto delle norme legate alla sicurezza delle condizioni di vita e di lavoro a bordo (come, ad esempio, il



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

- mancato utilizzo dei dispositivi di protezione individuale, che potrebbe avere influenze negative sulle conseguenze dell'evento incidentale);
3. Cattive pratiche relative alla condotta della navigazione: le violazioni alle norme del Regolamento per la prevenzione degli abbordi in mare (COLREG '72, e successive modifiche), come ad esempio il mancato rispetto del servizio di vedetta, la velocità eccessiva, o il mancato rispetto delle regole di precedenza in mare. La maggior parte delle criticità riscontrate appartiene a quest'ultimo gruppo: ciò pone degli interrogativi sulla efficace formazione e preparazione dei comandanti / conduttori delle unità navali, in particolare, come vedremo in seguito, per alcune categorie di unità navali.

Su questi aspetti che coinvolgono fattori derivanti dall'errore umano, e la capacità di intervenire in termini preventivi tramite opportune attività di formazione, si è occupato, all'interno del progetto, il partner FMES con una serie di studi dedicati.



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

FORMAZIONE

Le attività di formazione, sensibilizzazione e divulgazione che erano previste nel progetto SICOMAR Plus sono state fortemente condizionate dalle restrizioni imposte dall'emergenza sanitaria COVID-19 che ha interessato lo svolgimento del progetto nel pieno delle attività.

Tali attività sono descritte con maggiore dettaglio nei prodotti: T1.4.1, T1.4.2 e T1.4.3.

Sinteticamente si descrivono gli obiettivi realizzati e le modalità di svolgimento degli eventi formativi e divulgativi.

L'Istituto FMES, non avendo potuto svolgere formazione frontale, ha realizzato uno studio che ha le seguenti finalità:

- il miglioramento della cooperazione degli attori coinvolti nella gestione delle situazioni a rischio;
- il consolidamento di una "cultura della sicurezza" dove ciascuno, nella catena della sicurezza, dia prova di responsabilità e professionalità.

Oggetto dello studio è dunque promuovere le attività di formazione e sensibilizzazione tra il personale interessato. Gli obiettivi dello studio sono stati:

- realizzare uno studio valutativo delle esigenze in fatto di formazione e delle formazioni esistenti del personale coinvolto, a bordo e a terra, nella sicurezza della navigazione marittima;
- elaborare successivamente dei piani pedagogici e corrispondenti schede di formazione.

L'area marittima di interesse per lo studio corrisponde al Santuario Pelagos.

Lo studio ha elaborato piani e schede di formazione, realizzate per categorie e gruppi target che nel loro complesso rispondano alle raccomandazioni dello studio. I piani e le schede presentati sono stati redatti in un'ottica di ottimizzazione delle competenze e al fine di ovviare alle diverse mancanze constatate. Le raccomandazioni in materia di formazione individuale possono essere facilmente messe in opera dagli organismi esistenti. In compenso, la sfida maggiore è indubbiamente giungere a un miglioramento delle competenze collettive o, più in generale, favorire la transizione da un approccio di tipo individuale a uno più marcatamente collettivo. Se le competenze individuali sono ovviamente necessarie e rappresentano elementi costitutivi indispensabili in un contesto di efficacia collettiva, resta il fatto che altrettanto necessari siano i pre-requisiti collettivi. La giustapposizione di competenze individuali non è più sufficiente quando i nuovi modelli di lavoro integrano la dimensione dell'intelligenza collettiva e nascono dalla cooperazione e dalla sinergia dei vari attori. Le conoscenze e i know-how devono essere condivisi meglio per elaborare risposte efficaci in caso di crisi. La maggiore complessità delle situazioni di lavoro (nuovi rischi, accelerazione della pressione temporale, ecc.) porta a propendere per un tale



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

approccio. La memoria organizzativa, la fiducia e la comunicazione interorganizzative e la condivisione delle informazioni costituiscono prerequisiti indispensabili per gestire con efficacia una crisi e dare prova di resilienza collettiva. A questo fine, la formazione deve assolutamente inserirsi in un approccio collettivo che coinvolga i diversi attori della sicurezza marittima nel Santuario Pelagos e più in generale in tutti i mari e gli oceani. Evidentemente, una tale formazione collettiva può essere dispensata solo all'interno di un organismo comune. In tale ottica, potranno essere più utilmente e facilmente mescolati categorie e gruppi target all'interno di alcune formazioni (ad esempio quelle dirette a sviluppare le capacità di risposta di gestione di crisi marittime). L'elaborazione di queste nuove formazioni, destinate a innalzare il livello collettivo, potrà avvenire in una seconda fase quando il primo livello sarà stato raggiunto da un volume significativo di destinatari. In aggiunta, il miglioramento della gestione della sicurezza marittima, in una prospettiva di pedagogia attiva, è condizionato dalla mobilitazione di numerose risorse cognitive. Le formazioni incrociate di alto livello richiedono altresì la presenza di una struttura performante di formazione, solida sul piano organizzativo e dotata di forte legittimità. Esse offrono infatti tutte le garanzie pedagogiche necessarie e rispondono a numerose esigenze in materia di conoscenze delle interazioni dei settori marittimo, civile e militare al fine di rispondere alle attese e alle esigenze dei futuri destinatari delle formazioni. Al di là dell'ottimizzazione e dello proficuo scambio di competenze collettive, il vantaggio di un centro comune è permettere di favorire una reale conoscenza reciproca tra gli attori. Lo studio aveva ipotizzato la creazione di un centro comune franco-italiano con due sottostrutture parallele, una in Francia e una in Italia. La creazione di una tale struttura in un contesto geografico in prossimità del Santuario Pelagos rappresenterebbe un concreto valore aggiunto per la sicurezza marittima in uno spazio dove la biodiversità è particolarmente minacciata.

La struttura potrebbe altresì costituire un primo esperimento franco-italiano all'interno dell'Unione europea nella quale potrebbero entrare anche altri Stati membri, e magari essere replicata in altri bacini geografici, all'interno e oltre l'Ue.

Anche l'attività T1.4.2 (Eventi di sensibilizzazione ai cittadini e ai ragazzi delle scuole) è stata fortemente condizionata dalla situazione epidemiologica sfavorendo attività di lezione frontali ad un pubblico numeroso. Pertanto ARPAL ha pensato di aggiungere alla possibilità di svolgere formazione "frontale" quella "web", anche in sinergia con il progetto GIAS, per consentire la realizzazione delle attività. Gli eventi di sensibilizzazione sono stati orientati sia ai ragazzi delle scuole che ai cittadini utilizzando soprattutto i canali messi a disposizione dalla rete e dai social network per la loro capacità di raggiungere un pubblico vasto, promuovendo in questo modo anche le attività progettuali. Sono state affrontate le tematiche delle previsioni delle condizioni meteo-marine, sulle cui analisi e sviluppi l'Agenzia ha lavorato anche grazie ai fondi del progetto Sicomar Plus. Infatti, gli output previsionali di ARPAL relativi allo stato del mare, rivolti ai cittadini e agli utenti (bollettino mare, bollettino Liguria, avvisi mare e avvisi meteo), sono stati migliorati nei contenuti e nell'aspetto grafico (Prodotto T.4.2.3.). La nuova versione user-friendly è finalizzata ad incoraggiare la consultazione da parte di un pubblico di utenti più vasto.

ARPAL ha inoltre partecipato al Seminario organizzato lunedì 13 settembre 2021 da Genova Blue District e Centro del Mare dell'Università degli Studi di Genova dal titolo "Onde Marine ed Energie



Interreg



SICOMAR plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Rinnovabili” presso i Magazzini dell’Abbondanza, via del Molo 65, Genova. Nel corso della presentazione è stato esposto il lavoro fatto nell’ambito del progetto relativamente alla boa di Capo Mele.

L'intervento di ARPAL ha raccontato i risultati spiegando l’importanza dei bollettini meteorologici. Il bollettino meteorologico rappresenta uno strumento fondamentale da affidare ai decisori territoriali, agli armatori, alle Capitanerie di Porto come supporto alla decisione. Il 3 dicembre 2021 si è tenuta a Genova, nell’ambito della Genova Smart Week, un evento del Progetto Interreg LOSE+ nel quale sono stati illustrati i risultati di ARPAL nel progetto SICOMAR Plus.

CIMA e ARPAL hanno realizzato un ulteriore evento divulgativo per i cittadini e i ragazzi delle scuole. E’ stato realizzato un laboratorio nell’ambito del Festival della Scienza di Genova – Edizione 2021, intitolato ‘Chi Vuol Essere Marinaio’ . Chi vuol essere marinaio è una missione in mare virtuale, durante la quale i partecipanti devono prendere decisioni su quali rotte intraprendere in base alle condizioni meteorologiche e al proprio potenziale impatto sugli habitat e le specie incontrate, sia sotto costa che in alto mare. Interpretando le mappe meteo marine, di batimetria e parametri biologici i partecipanti imparano come navigare in sicurezza. Essere consapevoli e preparati è il modo migliore per prevenire e ridurre i rischi. Il Laboratorio è pensato per essere svolto sia in presenza sia a distanza, ed è quindi facilmente riproponibile anche in futuro. La durata del laboratorio è di 60 minuti.

CIMA e Università di Tolone hanno organizzato due scuole di Alta Formazione (prodotto T1.4.3).

La scuola “WEB GIS Platforms for marine monitoring” è stata realizzata con l’obiettivo di fornire una formazione pratica sull’utilizzo delle piattaforme web gis implementate nell’ambito del progetto SICOMAR plus (Prodotto T4.1.2). La scuola è rivolta a studenti universitari e tecnici del settore che vogliono approfondire le proprie conoscenze nell’ambito del monitoraggio meteo marino e nella prevenzione del rischio agli ecosistemi marini. In seguito all’emergenza sanitaria occorsa a partire da febbraio 2020, si è deciso di realizzare l’intera scuola in formato Elearning asincrono. Questa modalità:

- Garantisce la fruizione dei contenuti in maniera autonoma da parte dei partecipanti, che possono frequentare la scuola secondo i propri tempi e possibilità;
- non prevede lo spostamento di docenti e studenti, garantendone quindi il funzionamento anche durante periodi in cui non sia consentita la libera circolazione;
- rappresenta un prodotto che rimarrà disponibile anche successivamente alla chiusura del progetto SICOMAR plus.

I contenuti sono stati realizzati in collaborazione con i partner di progetto ARPAL e LaMMa.

L’università di Tolone ha organizzato la scuola estiva Sicomar-Plus sui radar oceanografici che si è svolta dal 26 al 28 maggio 2021 nel campus principale dell'Università. L’obiettivo di questa scuola era quello di formare studenti, ricercatori e attori della sicurezza marittima nelle recenti tecnologie di sorveglianza marittima mediante radar ad alta frequenza che sono implementate dai partner del progetto Sicomar-Plus.

A causa delle restrizioni di viaggio e delle condizioni di salute, la scuola estiva è stata organizzata in modalità "ibrida" con partecipanti online (~ 40 persone) e partecipanti fisicamente presenti (~ 20 persone). Un sistema di videoconferenza con proiezione su grande schermo è stato installato in un



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

anfiteatro dell'Università e sono state organizzate 24 conferenze plenarie di 20 minuti ciascuna, tenute da specialisti riconosciuti nel campo, nella mattina del 26 e 27 maggio.

Sessioni di lavoro pratico di 3 ore sono state effettuate (anche in modalità ibrida) in aule di computer il 27 e 28 maggio pomeriggio. Infine, una visita al sito principale del radar MIO è stata organizzata per 16 persone la mattina del 28 maggio.

Attività legate alla formazione: dove se ne parla nel progetto?

Output: N/A

<i>Componente</i>	<i>Attività</i>	<i>Prodotto</i>
<i>T1 - AZIONI DI GOVERNANCE PER LA SICUREZZA MARITTIMA</i>	T1.4 Formazione	T1.4.1
		T1.4.2
		T1.4.3

VULNERABILITÀ E RISCHIO IN AREE COSTIERE LEGATI ALLE ROTTE DI NAVIGAZIONE E ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI

Il calcolo del Rischio di subire un Danno ambientale a seguito dell’impatto a costa di idrocarburi sversati in mare come conseguenza di incidente marittimo o operativo o di atto illecito volontario è stato affrontato nell’ambito del Progetto SICOMARplus seguendo un approccio modellistico-sperimentale.

Partendo dalla definizione delle diverse grandezze e definizioni alla base del calcolo del Rischio si definiscono 4 principali concetti ovvero, la **Vulnerabilità**, l’**Esposizione**, il **Danno** e il **Pericolosità**.

Con **Vulnerabilità** di un sistema, sia esso tratto di costa, ambiente dunale, subacqueo o altro, si intende in modo generico la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità; tanto maggiore è la vulnerabilità tanto maggiore è la propensione a subire danneggiamenti. La vulnerabilità è inversamente proporzionale alla resilienza, quindi tanto maggiore è la resilienza tanto minore è la vulnerabilità.



Interreg



SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Con il termine **Esposizione**, in questo caso riferito ad uno specifico ecosistema, si intende il valore ecologico del popolamento a rischio di perdita in caso di sversamento di contaminanti in mare. L'esposizione di un tratto di litorale sarà tanto maggiore quanto maggiore è la biodiversità, la produttività e l'insieme dei servizi ecosistemici che il popolamento presente offre.

Nel caso specifico, stimate le grandezze precedenti, il **Danno** ovvero la gravità delle conseguenze attese a seguito di un evento indesiderato si ottiene dal prodotto della Vulnerabilità per l'Esposizione.

Con il termine **Pericolosità**, nel caso specifico, si considerano gli aspetti di probabilità statistica concernenti la possibilità per un tratto di litorale di essere impattati da uno sversamento di idrocarburi avvenuto in mare a seguito di incidenti o attività legate al traffico marittimo.

Infine moltiplicando la Pericolosità per il Danno si ottiene il **Rischio** che indica la probabilità relativa di subire un danno a seguito di un evento inquinante lungo un determinato tratto di costa in un dato momento.

Il calcolo e la quantificazione del Danno e conseguentemente della Vulnerabilità ed Esposizione per un determinato tratto di costa in relazione agli effetti di un potenziale inquinamento di idrocarburi necessita l'utilizzo di diverse tipologie di approcci in relazione alla tipologia di costa. Nell'ambito di SICOMARplus sono state definite e quantificate le suddette grandezze per due diverse tipologie di ambienti costieri ovvero a fondo mobile (spiagge) e a fondo duro (coste rocciose) mentre non sono stati analizzati ambienti ad elevata antropizzazione quali le aree portuali.

Nella fattispecie, per i litorali sabbiosi, prevalentemente localizzate nell'area delle Bocche di Bonifacio, sono stati stimati specifici indici derivati dall'analisi delle caratteristiche morfologiche dei litorali analizzati. Per questo tipo di sistemi complessi, che implicano la presenza di interconnessioni tra esigenze ed interventi di tipo antropico e processi e dinamiche dell'ecosistema marino-costiero, non è possibile definire il danno indotto da un possibile sversamento di petrolio in quanto stimabile se non in relazione ad aspetti socioeconomici e quindi prettamente legati a sfruttamento antropico e alle perdite generate nel comparto turistico. Si procede quindi a correlare in maniera diretta tale danno alla vulnerabilità del litorale espressa dall'indice ESI così come definito dalla National Oceanic and Atmospheric Administration sulla base della pendenza e granulometria dei litorali sabbiosi. In



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

particolare, maggiore è il grado dell'indice ESI, maggiore è il danno del litorale a seguito di un potenziale spiaggiamento di idrocarburi in relazione sia alla efficacia di rimozione spontanea, ad opera del moto ondoso e delle correnti, sia al successo di eventuali interventi di rimozione meccanica ad opera dell'uomo. Quindi, nel caso dei litorali sabbiosi, il danno derivante da impatto di idrocarburi è intrinsecamente legato alla velocità con cui possono essere rimossi dallo stesso tratto di costa ed è quantificabile in relazione alle loro caratteristiche morfologiche. senza discriminare tra litorali ad elevata e bassa fruizione balneare e turistica. In tutti i casi, quindi, la difficoltà di eliminazione degli idrocarburi spiaggiati, sia essa spontanea che meccanica, è stato considerato come un proxy del danno potenziale indotto dall'impatto di idrocarburi nei litoranei sabbiosi.

Per le coste rocciose, il concetto di efficacia di rimozione spontanea o meccanica non è di facile applicazione ed inoltre non particolarmente adatto a definirne la vulnerabilità. Sebbene variabili quali la pendenza e l'esposizione al moto ondoso possano influenzare la permanenza degli idrocarburi in adesione alle rocce, la vulnerabilità, l'esposizione e il potenziale danno da impatto di idrocarburi è stato determinato sulla base della qualità ecologica del popolamento costiero ad esso associato che la capacità di ripristino dello stesso a seguito dello sversamento di sostanze inquinanti. In tale contesto, nell'ambito del progetto SICOMARplus gli indici di vulnerabilità, esposizione e di danno sono stati definiti in base alle caratteristiche dei popolamenti bentonici intertidali degli ambienti rocciosi delle isole dell'Arcipelago Toscano. In particolare, l'Esposizione è stata definita come valore ecologico del popolamento a rischio di perdita in caso di sversamento di contaminanti in mare. L'esposizione di un tratto di litorale sarà tanto maggiore quanto maggiore è la biodiversità, la produttività e l'insieme dei servizi ecosistemici che il popolamento presente offre. Contrariamente, la Vulnerabilità è stata quantificata in relazione alle caratteristiche di resilienza dell'ecosistema costiero, quest'ultime inversamente proporzionali al grado di complessità dell'ecosistema stesso. In questo caso, il Danno deriva dal prodotto delle due grandezze ora descritte.

La stima della pericolosità di un tratto di costa ovvero della probabilità di impatto di idrocarburi a seguito di sversamenti in mare viene effettuata mediante l'utilizzo di modelli numerici oceanografici e di oil spill per la simulazione del trasporto e la degradazione delle masse di idrocarburi ad opera di correnti onde e venti. In particolare, utilizzando un modello lagrangiano noto come Particle Tracking Model



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

(PTM) accoppiato ad un modello oceanografico è possibile simulare il percorso seguito da particelle numeriche emulanti le masse di idrocarburi sversate in mare. Considerando che esiste una netta correlazione tra la densità del traffico marittimo e la frequenza di incidenti marittimi che danno luogo a sversamento di idrocarburi con conseguente inquinamento dell'ambiente marino e marino costiero, si possono utilizzare i dati relativi alle rotte del traffico marittimo come potenziali sorgenti di sversamento di idrocarburi in mare. Effettuando simulazioni idrodinamiche e di trasporto di oil-spill è possibile stimare per ogni tratto di costa dell'area di interesse diverse grandezze quali: la densità di impatti di particelle per ogni tratto di costa, l'età delle stesse al momento dell'impatto da cui si derivano le caratteristiche fisico chimiche ad esse associate quali la quantità e la densità del petrolio spiaggiato. Tali informazioni costituiscono la base per calcolare, per ogni tratto di costa di interesse un indice di pericolosità generalmente adimensionale e normalizzato tra 0 e 1.

Fatta tale premessa, il rischio è quindi definibile come prodotto della Pericolosità (HZ) calcolata su base oceanografica per il Danno (D) calcolato usando l'indice ESI per le coste sabbiose e stimato su base ecologica per le coste rocciose:

$$RI_j^s = HZ_j^s * D_j$$

dove j indica il tratto litoraneo e la tipologia di imbarcazione da cui dipendono le caratteristiche dell'idrocarburo sversato. I risultati ottenuti applicando questa metodologia danno la possibilità di produrre delle mappe di rischio relativo di danno da impatto di idrocarburi a costa in relazione alle diverse categorie di imbarcazioni, periodi dell'anno e tipologia di costa.

RISCHIO DI COLLISIONE CON GRANDI CETACEI NEL SANTUARIO PELAGOS : MAPPATURA DELLE AREE SENSIBILI E DELLE AREE DI RISCHIO

Uno dei principali rischi ambientali legati alla navigazione commerciale nell'area transfrontaliera, che coincide con il Santuario Internazionale per la protezione dei Mammiferi Marini Pelagos, è il rischio di collisione con grandi cetacei. Per le popolazioni mediterranee di balenottera comune e di capodoglio, le collisioni sono



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

di fatto uno dei principali fattori di mortalità di causa antropica (Panigada et al., 2006; Peltier et al., 2019).

Le due specie sono classificate rispettivamente come “vulnerable” (Panigada and Notarbartolo di Sciara, 2012) e “Endangered” (Notarbartolo di Sciara et al., 2012) nell’ultima valutazione della Lista Rossa IUCN, stati che evidenziano la necessità di intraprendere efficaci misure di conservazione. E’ quindi necessario poter usufruire di strumenti e di una mappatura che consentano una gestione sinottica delle attività antropiche.

Al fine di meglio indirizzare le necessarie misure di conservazione, bisogna individuare e mappare la sovrapposizione tra le aree di distribuzione delle specie e le aree maggiormente interessate dal traffico marittimo (Pennino et al., 2017): tale sovrapposizione di fatto permette l’individuazione di aree ad elevato rischio.

I modelli di distribuzione delle specie sono largamente riconosciuti come un valido strumento per la comprensione e previsione della distribuzione delle specie (Pearce and Ferrier, 2000; Redfern et al., 2006; Gormley et al., 2013; Santora et al., 2014; Cribb et al., 2015; Becker et al., 2016). Nel caso specifico delle specie di interesse per il progetto, la loro ecologia e la vastità dell’area di distribuzione impongono un duplice approccio. Da un lato, la descrizione e previsione della presenza e distribuzione delle specie sull’intera area di interesse (il santuario Pelagos), basato anche su parametri dinamici e che permettano di valutare le variazioni inter-annuali. Dall’altro, una maggiore attenzione deve essere posta ai cosiddetti ‘hot-spot di distribuzione’, aree che ricoprono importanza nella distribuzione delle specie in maniera ricorrente e che possano essere utilizzati per una mappatura statica. A tal fine, sono state realizzate due diverse mappature :

- Mappe di sensibilità ambientale
- Mappe di rischio lungo i corridoi di traffico

Per entrambe le mappature, è stato utilizzato un vasto dataset costituito da dati storici (2009-2018), ulteriormente integrato con campagne di raccolta dati effettuate durante il progetto Sicomar plus (2018-2020). I dati sulla presenza e distribuzione delle specie sono stati raccolti lungo transetti fissi posizionati all’interno del Santuario Pelagos, utilizzando traghetti di linea come piattaforme di opportunità che hanno garantito una raccolta dati sistematica e replicabile nel tempo. Maggiori



dettagli sulla metodologia di raccolta dati e sulla procedura di elaborazione ed organizzazione del dataset finale sono presentate nei report T1.2.1 e T2.2.3.

MAPPE DI SENSIBILITÀ AMBIENTALE

La realizzazione della mappa di sensibilità prevede prima la definizione specie-specifica di modelli di distribuzione, tramite Generalized Additive Models (GAM - Hastie and Tibshirani, 1986). I GAMs sono stati utilizzati per prevedere la presenza di hotspot persistenti sull'intera area di Pelagos, utilizzando l'indice di persistenza (HI) (la metodologia riguardante le analisi per l'indice di persistenza è descritta nel report T4.3.3) calcolato sul periodo 2009-2019 e diverse variabili ambientali, sia statiche che dinamiche.

Il procedimento prevede prima la realizzazione di mappe di sensibilità separatamente per le due specie, combinate successivamente in una mappa di sensibilità unica sull'area di Pelagos.

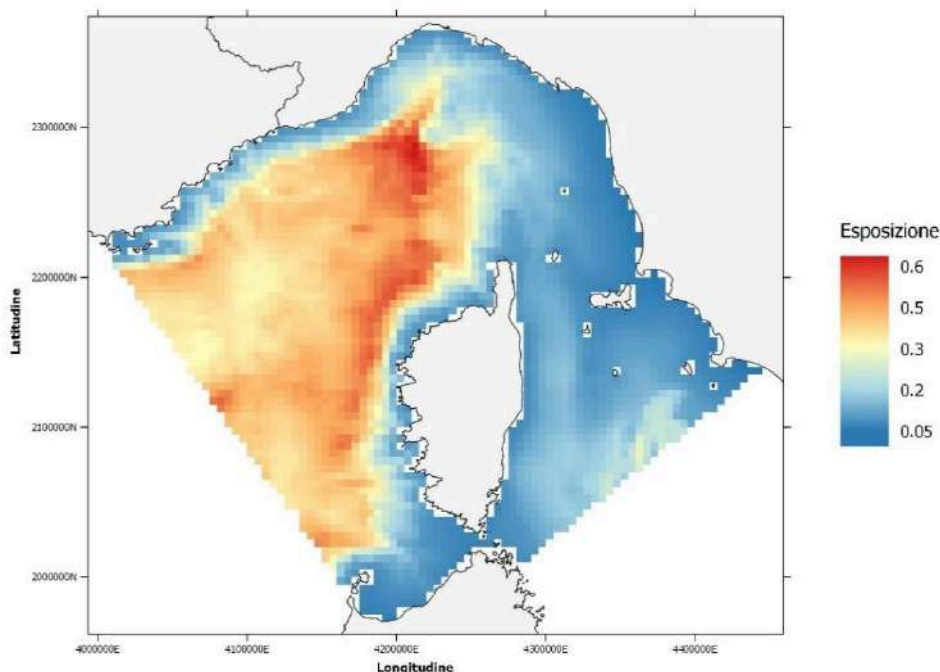


Figura 1: Mappa di sensibilità ambientale dell'area Pelagos

Il valore di Esposizione ottenuto, indica la probabilità che l'area rappresenti un Hot-spot di distribuzione per una delle due specie oggetto dell'analisi.



MAPPE DI RISCHIO LUNGO I CORRIDOI DI TRAFFICO

L'approccio proposto prevede la mappatura degli hotspot di distribuzione delle specie direttamente lungo le rotte seguite dalle principali compagnie di navigazione. Gli hot-spot individuati sono stati analizzati in termini di persistenza in un arco temporale di 10 anni.

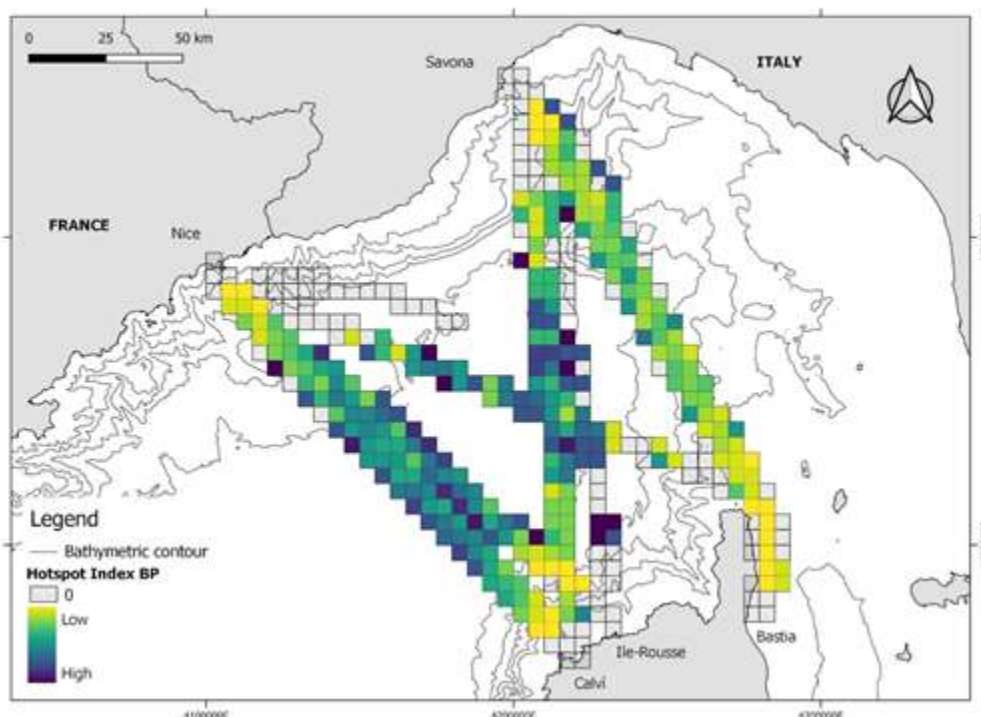


Figura 2: Mappa di rischio per la balenottera comune

La mappa di rischio per la Balenottera comune evidenzia rischio Medio elevato soprattutto per le rotte che attraversano il piano abissale (aree a profondità superiore ai 2000m), in accordo con l'habitat preferito per la specie. E' inoltre possibile individuare aree a rischio Basso-Medio in corrispondenza di importanti porti commerciali e turistici, quali Savona, Nizza e Bastia.

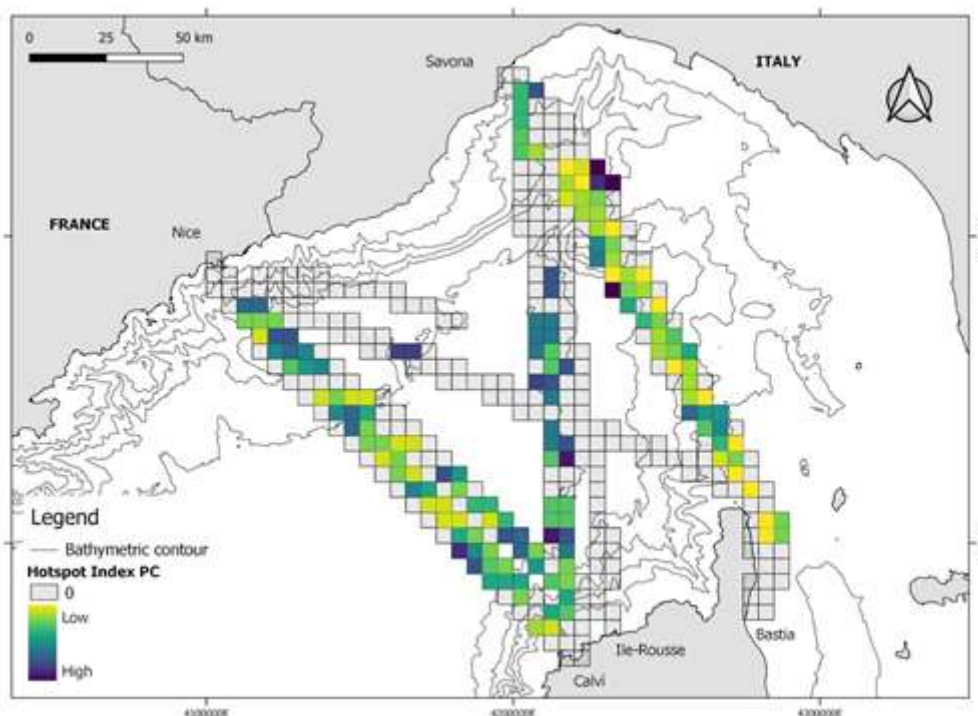


Figura 3: Mappa di rischio per il capodoglio

Per quanto riguarda il capodoglio, il rischio in aree al largo di grandi zone portuali pare essere più elevato, in particolare per quanto riguarda Savona e Bastia. Le mappe realizzate sono state presentate durante il workshop “Proposta di una PSSA in Mediterraneo Nord Occidentale”, co-organizzato dal Segretariato Pelagos e dal Ministero per la Transizione Ecologica, il 17/12/2021 a Roma

RISCHIO SVERSAMENTI

Il Mar Mediterraneo è una delle principali rotte marittime a livello mondiale essendo attraversato da circa il 30% del traffico navale (Campana et al., 2017). Ogni anno, migliaia di cargo, petroliere e navi di ogni tipo attraversano gli affollati stretti di Gibilterra e del Bosforo popolando le rotte marittime dei diversi sottobacini di questo mare per trasportare merci di ogni tipo, inclusi prodotti chimici e petroliferi. In tale contesto, il Mediterranean Quality Status Report (2017) del Programma ambientale delle Nazioni Unite, ha individuato una netta correlazione tra la densità del traffico marittimo e la frequenza di incidenti marittimi che danno luogo a



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

sversamento di idrocarburi con conseguente inquinamento dell'ambiente marino e marino costiero. L'inquinamento chimico da petrolio come quello derivante da altre sostanze tossiche (e.g. metalli pesanti) ha un forte impatto sugli ecosistemi marini, e tale impatto si manifesta maggiormente quando tali sostanze inquinanti raggiungono l'ambiente costiero, dove, ad eccezione di aree industriali relativamente limitate, molte attività sociali ed economiche fanno spesso affidamento su un buono stato ambientale dell'ecosistema. In risposta ai regolamenti e alle raccomandazioni internazionali (vedi Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare - UNCLOS) le autorità nazionali e locali hanno attualmente a disposizione numerosi sistemi di gestione del rischio operativo in grado di fornire scenari di valutazione dei pericoli degli inquinanti o una rapida valutazione dei pericoli in caso di incidenti marittimi.

Questi sistemi si basano principalmente sull'applicazione di modelli numerici di previsione numerica di tipo idrodinamico, d'onda e di oilspill per prevedere le traiettorie seguite dalle masse di inquinanti disperse in mare. Tali sistemi, oltre a permettere un rapido intervento nel caso di eventi accidentali avversi, quali collisioni marittime o sversamenti operazionali, sono comunemente utilizzati per la valutazione del rischio di riduzione della qualità dell'ambiente costiero in relazione sia alla stima della probabilità di impatto a costa del petrolio sversato sia delle caratteristiche di vulnerabilità dei litorali impattati.

In tale contesto, nell'ambito del progetto SICOMARplus, è stato implementato un modello numerico idrodinamico, d'onda e di oilspill per l'Arcipelago Toscano al fine di riprodurre le caratteristiche di circolazione delle acque superficiali e stimare la probabilità di impatto di idrocarburi a costa derivanti da potenziali sversamenti da attività marittime. Il cuore del sistema di previsione è il modello numerico SHYFEM un modello idrodinamico open source basato sul metodo degli elementi finiti, che integra una suite di moduli numerici in grado di simulare la circolazione delle acque nelle 3 dimensioni, la propagazione del moto ondoso, e il destino di inquinanti disciolti o dispersi nella colonna d'acqua. Utilizzando come dati forzanti i prodotti di previsione derivati da modelli atmosferici globali e da modelli oceanografici applicati all'intero bacino Mediterraneo, sono state effettuate delle simulazioni numeriche pluriannuali per riprodurre la circolazione superficiale delle acque con elevato dettaglio, fino a 50 metri, nell'area dell'Arcipelago Toscano (Figura 4).

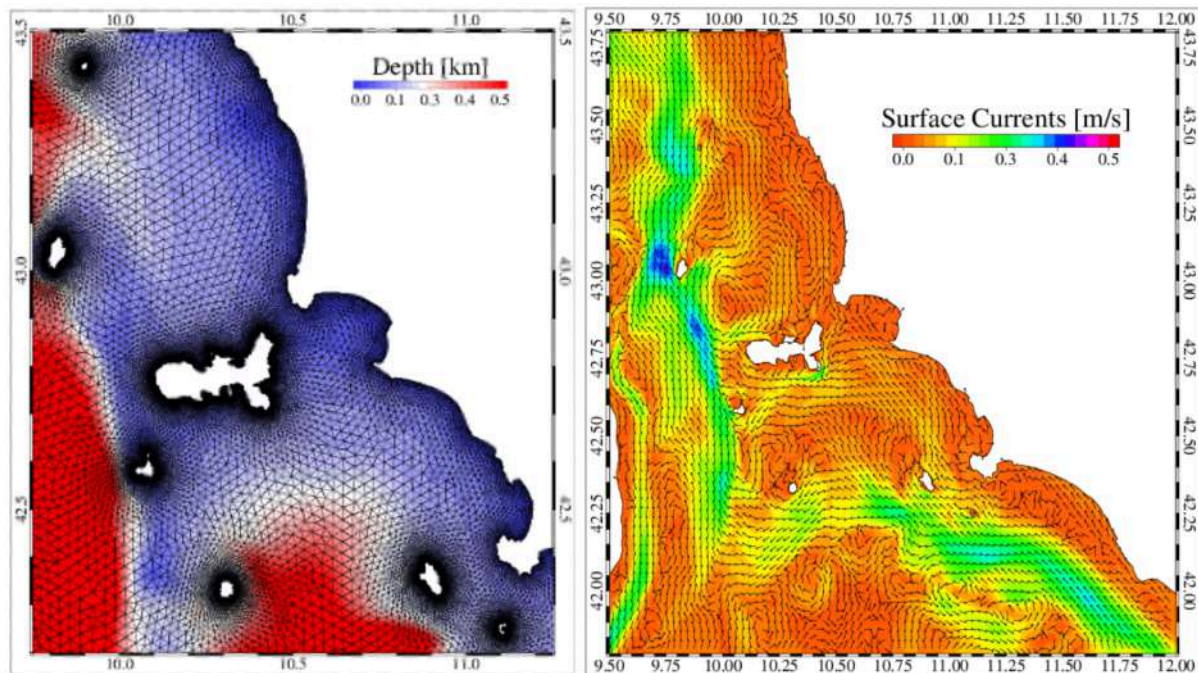


Figura 4: particolare della griglia di calcolo utilizzata per le simulazioni numeriche (pannello di sinistra) e risultati ottenuti per la corrente superficiale nell'area dell'Arcipelago Toscano (pannello di destra).

I risultati ottenuti, validati mediante confronto con dati misurati di correnti superficiali, sono stati utilizzati per prevedere il destino di idrocarburi ipoteticamente sversati lungo le principali rotte del traffico marittimo nell'area di interesse. In particolare, utilizzando i dati di densità di traffico marittimo relativi agli anni 2019 e 2020 distribuiti dal portale EMODNET (Figura 5), come potenziali sorgenti di sversamento, sono state effettuate simulazioni numeriche mensili per stimare il trasporto, ad opera delle correnti, e le variazioni fisico chimiche di particelle numeriche rilasciate a frequenza diurna nel dominio di indagine ed emulanti masse di idrocarburi sversate da 3 diverse tipologie di imbarcazioni: Petroliere, Cargo e Navi Passeggeri. Per ogni particella, è stato quindi calcolato il percorso e la variazione della propria massa nell'arco dei successivi 10 giorni dal momento del rilascio e l'eventuale impatto a costa.

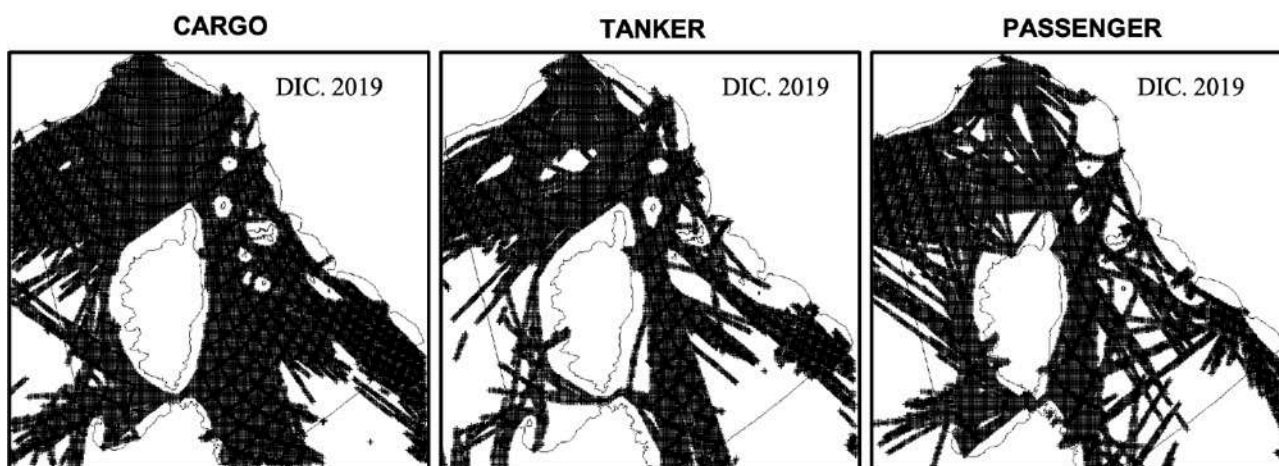


Figura 5: distribuzione spaziale delle densità di traffico marittimo delle 3 diverse tipologie di imbarcazione considerate per il mese di Dicembre 2019 nell'area di interesse.

Per ogni simulazione mensile, per ogni categoria di imbarcazione, e per ogni elemento di costa del dominio di calcolo sono stati quindi calcolate le densità di particelle impattate e le "età" delle stesse al momento dell'impatto. Mediante la combinazione di tali informazioni è stato possibile stimare la pericolosità (HZ) dei litorali in relazione ad un potenziale sversamento di idrocarburi lungo le principali rotte di traffico marittimo. Nel contempo, per le coste rocciose dominanti il paesaggio dell'Arcipelago Toscano, sono stati teorizzati e stimati degli indici di vulnerabilità ed esposizione al fine di definire una scala di potenziale danno al sistema costiero in relazione all'eventualità di un impatto di idrocarburi a costa. In particolare, tali indici sono stati determinati sulla base della qualità ecologica dei popolamenti costieri e più specificatamente in relazione alle caratteristiche dei popolamenti bentonici intertidali presenti negli ambienti rocciosi delle isole dell'arcipelago. Sono state infatti effettuate una serie di campagne di rilevazione che hanno permesso di quantificare il grado di biodiversità degli ecosistemi costieri rocciosi dai quali sono stati determinati dei punteggi di vulnerabilità, esposizione e danno potenziale (D) (Figura 6).

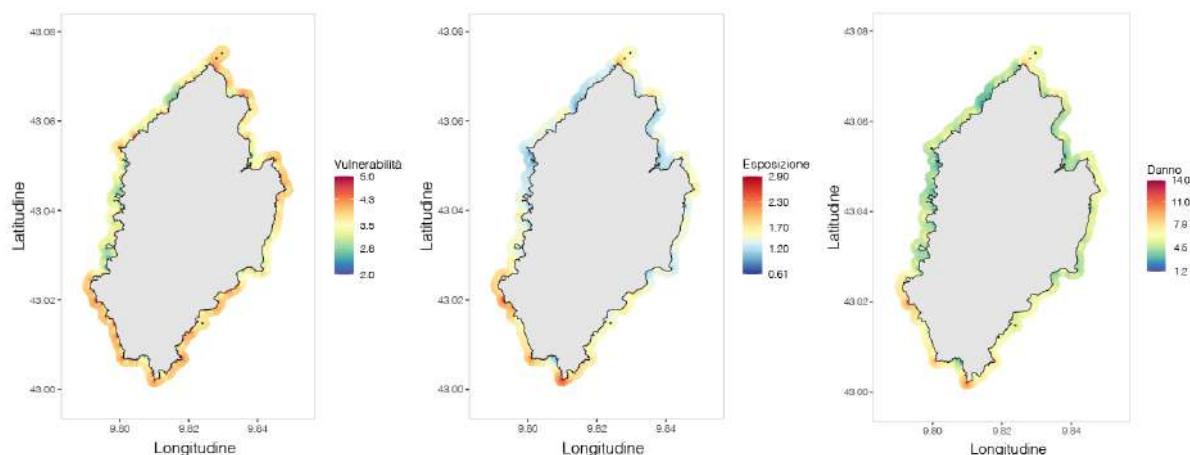


Figura 6: distribuzione spaziale della vulnerabilità, esposizione e danno calcolata sulla base dei dati di biodiversità dei popolamenti della battigia e della frangia infralitorale dell'isola di Capraia.

Fatta tale premessa, il rischio è stato quindi definito come prodotto della Pericolosità (HZ) calcolata su base oceanografica per il Danno (D) stimato su base ecologica per le coste rocciose. Sono state quindi implementate le mappe di rischio di impatto di idrocarburi per l'area dell'Arcipelago Toscano per gli anni 2019 e 2020 per ognuna delle 3 categorie di imbarcazioni.

In figura 7 sono riportati i risultati normalizzati per categoria e suddivisi per le 4 aree di interesse corrispondenti alle isole di Capraia, Pianosa, Giannutri e Montecristo. Per quanto riguarda la costa dell'isola di Capraia, (pannelli superiori di Figura 7) si individuano analogie tra le distribuzioni del rischio per le categorie Cargo e Petroliere con valori mediamente inferiori lungo le coste orientali e medio-occidentali e valori generalmente superiori per i litorali Nord e Sud Occidentali. Per la categoria passeggeri la distribuzione è più omogenea con indici di rischio superiori lungo tutti i litorali ad esclusione di quelli centro occidentali. I valori di rischio per i litorali dell'isola di Capraia, a parità di categoria e in relazione alle altre isole sono i più elevati. Per quanto riguarda l'isola di Pianosa si nota un'analogia nella distribuzione spaziale dell'indice di rischio per tutte e tre le categorie, con valori superiori in corrispondenza dell'estremo meridionale e in prossimità dei principali capi lungo la costa occidentale. Il rischio d'impatto è mediamente inferiore di 1/4 rispetto a quello calcolato per l'isola di Capraia. Una maggiore variabilità nella distribuzione del rischio si denota per i litorali dell'isola di Giannutri, laddove, seppur caratterizzata da valori medi, presenta elevati rischi di danno da idrocarburi in estesi tratti del litorale Sud occidentale per le categorie Cargo e Petroliere. Mentre per la categoria Passeggeri, i valori di rischio sono generalmente bassi e omogenei lungo tutto il



litorale con aumenti localizzati in prossimità dei capi principali. Contrariamente, per il caso dell'isola di Montecristo, i risultati sono caratterizzati da una bassa variabilità spaziale dei valori di rischio per tutte le categorie con valori mediamente superiori per le categorie Cargo e Petroliere rispetto alla categoria passeggeri.

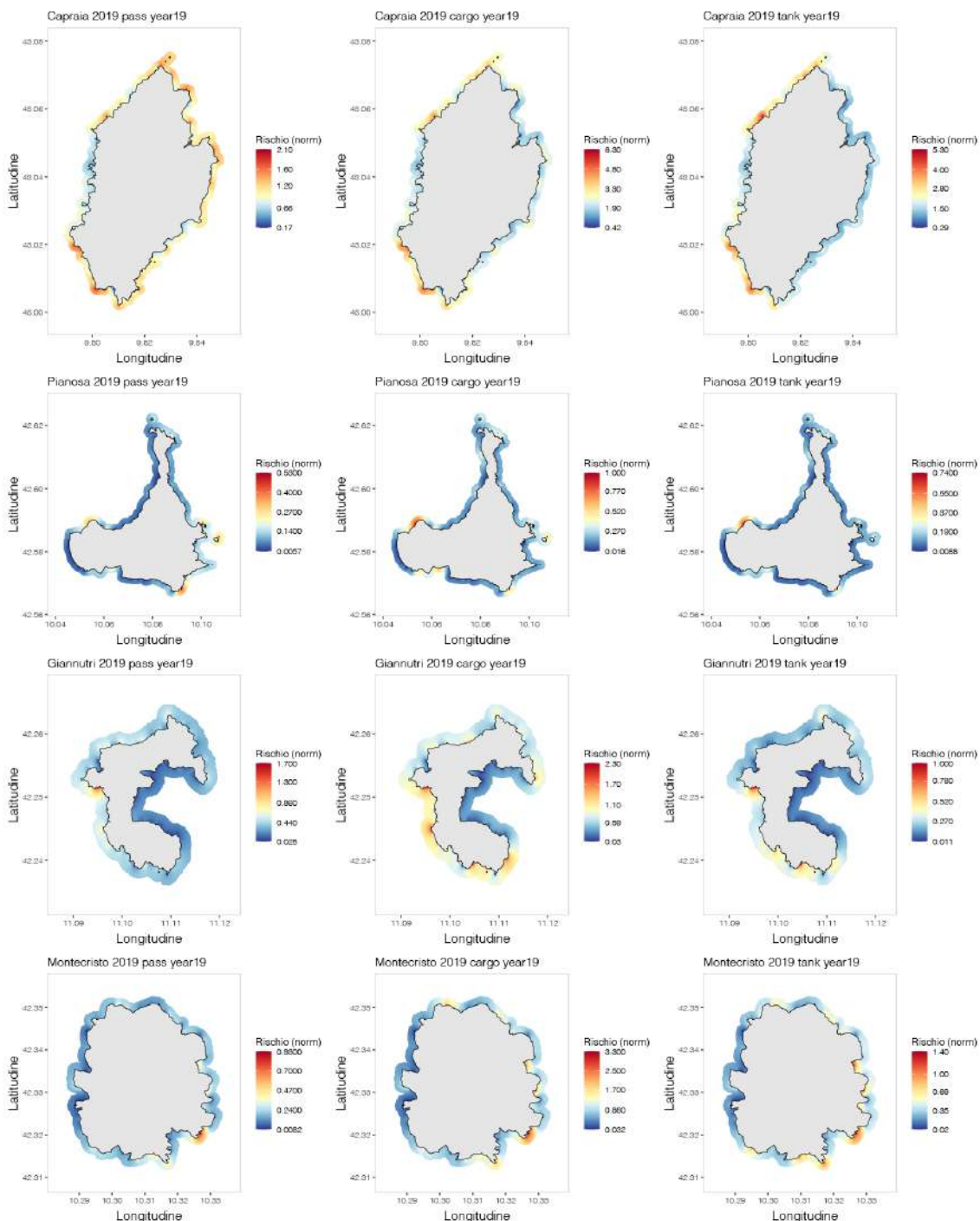


Figura 7: Mappe di rischio (calcolato come prodotto tra il Danno e la Pericolosità) di impatto idrocarburi in ambiente litoraneo roccioso stimate per l'anno 2019 per 4 isole dell'Arcipelago Toscano e per ciascuna delle 3 categorie di imbarcazioni: passeggeri (pannelli di sinistra), cargo (pannelli centrali) e petroliere (pannelli di destra)

Servizi per la pianificazione e gestione dei rischi legati alla navigazione: dove se ne parla nel progetto?

Output: Disegno, implementazione e messa a sistema di servizi per la sicurezza della navigazione

<i>Componente</i>	<i>Attività</i>	<i>Prodotto</i>
<i>T4 - SERVIZI PER LA SICUREZZA IN MARE, LA PREVENZIONE DEI RISCHI E LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE MARINO</i>	T4.3 Cartografia delle zone ad alto rischio	T4.3.1
		T4.3.2
		T4.3.3

LA NAVIGAZIONE SICURA: I SERVIZI IN TEMPO REALE

PILOTAGGIO IN AREE MARINE PERICOLOSE

Il pilotaggio d'altura è un servizio di aiuto alla navigazione per permettere la traversata di aree marine pericolose in condizioni di sicurezza accettabili malgrado il traffico intenso e le condizioni meteorologiche sfavorevoli. All'interno di SICOMAR Plus questa attività è stata studiata dall'Office des Transports de la Corse (OTC) in termini di fattibilità tecnica ed economica relativamente allo stretto internazionale delle Bocche di Bonifacio, con l'obiettivo di comprendere quali condizioni giuridiche e finanziarie debbano realizzarsi affinché OTC possa mettere in opera - per un periodo di prova - un servizio di pilotaggio d'altura

L'IMO, Organizzazione Marittima Internazionale con la Risoluzione IMO A.766 (18) del 17 Novembre 1993 invitava i governi degli Stati membri « a vietare o



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

quantomeno a scoraggiare il passaggio nello Stretto di Bonifacio alle navi petroliere, alle navi gasiere e a quelle che trasportano merci pericolose chimiche alla rinfusa di cui alla Risoluzione MEPC.49(31) adottata il 4 luglio 1991». Con un lungo lavoro svolto congiuntamente, la Francia e l'Italia nel 1998 hanno ottenuto da IMO che venisse messo in opera un dispositivo franco-italiano di sorveglianza e ausilio alla navigazione con due centri di controllo : il semaforo di Pertusato sulla costa francese e la stazione guardacoste della Maddalena sulla costa italiana.

A partire dal 2001, un protocollo d'intesa franco-italiano ha permesso alle imbarcazioni dei due stati incaricate della sorveglianza della circolazione nelle Bocche di Bonifacio di intervenire indifferentemente nelle acque territoriali francesi o italiane in caso di bisogno. Il lavoro diplomatico dei due paesi ha permesso di ottenere nel 2011 la classificazione delle Bocche di Bonifacio come Zona Marittima Particolarmente Vulnerabile (ZMPV / PSSA) e ottenere così che fosse adottata la misura del pilotaggio d'altura, servizio messo in opera a titolo sperimentale dei piloti sardi e corsi a partire dal 2014. Il servizio, svolto su base volontaria, non ha potuto garantire un livello sufficiente di copertura (per esempio la mancanza di risposta radio a una richiesta di intervento mina l'affidabilità del servizio stesso). D'altro canto occorre completare lo sforzo per ottenere che il servizio diventi obbligatorio per tutte le imbarcazioni sopra una certa dimensione, e per vietare il transito alle navi pericolose. Per questo è importante un inquadramento del diritto della navigazione, che è stato svolto da specialisti, per accompagnare l'evoluzione futura del servizio di pilotaggio.

Lo studio realizzato all'interno del progetto Sicomar Plus, tenendo conto degli aspetti di fattibilità tecnica, giuridica ed economica, ha permesso di delineare un quadro, descritto nel prodotto T1.1.2 che potrà essere implementato all'interno di future iniziative.

SERVIZI DI PROGRAMMAZIONE E AGGIORNAMENTO DELLE ROTTE IN REAL-TIME PER LA SICUREZZA DELLA NAVIGAZIONE

L'aumento della sicurezza della navigazione, sia in alto mare che sottocosta, va di pari passo con lo sviluppo di servizi dedicati all'analisi dei dati a disposizione degli enti



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

preposti alla regolamentazione e gestione del traffico marittimo. La riduzione del rischio, collegato ad eventi accidentali in grado di coinvolgere beni, persone o di avere conseguenze in termini di impatti ambientali, necessita la capacità di analizzare e prevedere le condizioni di traffico e di condizioni meteomarine lungo tutta la rotta percorsa durante la navigazione. In questa ottica risulta di fondamentale importanza la possibilità di stimare in maniera adeguata e accurata il livello di rischio a seconda della tipologia di imbarcazione e della rotta percorsa in quanto le stesse condizioni meteomarine possono risultare molto differenti in termini di rischio per diverse tipologie di imbarcazioni e per diverse direzioni di provenienza in funzione della rotta percorsa. L'utilizzo della complessità dei dati meteomarini oggi disponibili e delle informazioni tecniche riguardante il naviglio, con particolare attenzione agli aspetti relativi alla tenuta al mare e alla risposta dinamica della nave, possono permettere alle Autorità competenti di emanare avvisi particolareggiati per diverse tipologie di imbarcazioni. Per poter sviluppare questo tipo di analisi e poter fornire delle informazioni affidabili è necessario realizzare alcune attività conoscitive previe da integrare con le informazioni relative alle previsioni meteomarine realizzate su base periodica anche diverse volte nell'arco della stessa giornata:

1. identificazione della densità del traffico navale lungo le rotte principali ricadenti entro l'area di interesse, suddivisa per categorie principali di imbarcazioni, con particolare riguardo per le navi con il numero maggiore di transiti;
2. caratterizzazione della tenuta al mare e della risposta dinamica delle imbarcazioni che percorrono le rotte sopra identificate;
3. previsioni ad alta risoluzione (ordine inferiore al km) delle condizioni meteomarine (vento e onde in primis, eventualmente anche correnti);
4. caratterizzazione delle condizioni di navigazione lungo le rotte analizzate e in prossimità degli accessi ai porti (condizioni di approccio all'imboccatura portuale).

Le rotte di interesse vengono analizzate mediante un'analisi statistica dei dati di navigazione trasmessi dal sistema automatico di identificazione di bordo (AIS), acquisiti e gestiti dal Comando Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto attraverso il proprio sistema di gestione AIS nazionale. L'analisi consente di identificare quindi le rotte che attraversano le aree d'interesse, soggette a maggior



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

densità di traffico per categoria di imbarcazione. Nella fase successiva, avviene quindi la caratterizzazione di tenuta al mare lungo le diverse rotte identificate, assumendo che, per una data categoria di imbarcazioni, ogni rotta possa essere generalizzata da una o più navi rappresentative, identificate come le tipologie di navi che più frequentemente percorrono la rotta. Attraverso l'analisi della risposta dinamica delle diverse imbarcazioni attraverso gli operatori di risposta (RAO) è quindi possibile analizzare la tenuta al mare e quindi i livelli di sicurezza per diversi aspetti specifici a seconda della tipologia di imbarcazione (comfort dei passeggeri, stabilità e sicurezza del carico, stabilità e tenuta al mare). Incrociando le informazioni relative alla risposta dinamica delle imbarcazioni e quelle relative al dettaglio delle previsioni meteomarine è quindi possibile valutare nello specifico, su finestre temporali tipiche delle previsioni a breve termini, il livello di rischio e sicurezza della navigazione lungo una certa rotta per una specifica tipologia di imbarcazione. Le informazioni sulle condizioni meteomarine devono essere sviluppate con sufficiente accuratezza e dettaglio soprattutto nel caso in cui le aree di interesse si trovino in condizioni orografiche complesse per cui i modelli regionali non riescono a fornire una modellazione sufficientemente accurata. In questa ottica all'interno del progetto i diversi partner coinvolti nel miglioramento delle previsioni meteomarine (ARPAL; CNR-IAS; Consorzio Lamma e Università di Genova) hanno sviluppato dei modelli specifici ad alta risoluzione per diversi tratti di mare al fine di poter disporre di informazioni affidabili e con un livello di dettaglio opportuno per i diversi paraggi considerati.

SERVIZI IN TEMPO REALE

All'interno del progetto sono state realizzate prodotti di mappatura dinamica del rischio per categorie di imbarcazione e di un servizio pilota di weather routing per il tracciamento di rotte sicure in funzione della tipologia di imbarcazione (navi commerciali). In particolare, i seguenti componenti sono stati introdotti e sviluppati:

- metodo per l'identificazione delle rotte principali mediante analisi KDE dei dati AIS per ciascuna categoria di imbarcazione. L'analisi viene condotta manualmente su piattaforma GIS;



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

- algoritmo di analisi dei dati AIS per l'identificazione delle caratteristiche principali di ciascun segmento rotta e delle sue imbarcazioni rappresentative mediante strumenti statistici;
- metodo di caratterizzazione della tenuta al mare delle rotte identificate assumendo che le risposte medie delle navi di una rotta siano identificabili con le risposte delle navi rappresentative delle rotte stesse. Il calcolo degli operatori di risposta di tenuta al mare delle navi rappresentative viene effettuato utilizzando l'approccio della strip theory del codice open-source PDstrip.
- metodo di calcolo delle risposte al mare e caratterizzazione della pericolosità di navigazione per ciascuna rotta data una condizione meteomarina. Il metodo sfrutta la teoria dell'analisi spettrale e caratteristiche di comfort, strutturali e di stabilità a seconda della tipologia di imbarcazione considerata e le informazioni derivanti dai modelli meteomarini di dettaglio (in particolare vengono utilizzati gli spettri di energia del moto ondoso);
- metodo per l'identificazione delle soglie limite utili a valutare lo stato di pericolosità tramite gli indici di sicurezza; metodo di presentazione per la fruizione facilitata degli stati di sicurezza per la navigazione delle differenti categorie d'imbarcazione sulle principali rotte.

Le procedure sono state implementate in ambiente MySQL, QGis e Matlab. La metodologia utilizzata riesce ad individuare in modo relativamente semplice le rotte principali e le risposte delle diverse imbarcazioni alle condizioni meteomarine che si vengono a verificare lungo le diverse rotte, secondo i requisiti del prodotto di riferimento. Gli algoritmi descritti sono infatti in grado di generare indici di pericolosità che possono essere utilizzati dalle autorità competenti nella limitazione preventiva dei rischi conseguenti alla navigazione in condizioni meteomarine avverse. La definizione di tali indici è stata basata su criteri di natura relativamente generica. L'architettura degli algoritmi descritti rende tuttavia possibile una loro modifica a seconda delle necessità dell'operatore. Nel seguito in figura si riporta un esempio per le navi passeggeri con lunghezza 150 m, per la direzione principale di percorrenza delle rotte per il giorno 04/04/2019 alle ore 03.00 per la zona nord dell'area Pelagos. Dall'immagine è possibile identificare diverse zone contraddistinte da livello di pericolosità bassa e media. Per facilità di lettura della mappa sono riportate le rotte colorate secondo lo stato di pericolosità, a tale scopo è riportata la scala di sicurezza sul lato sinistro; inoltre si indica la direzione di percorrenza tramite



una freccia bianca ad un'estremità delle rotte (il livello di pericolosità può infatti variare al variare della direzione di percorrenza della rotta); sul bordo in alto una stringa riporta la categoria, la classe di lunghezza e la data; infine sullo sfondo si riporta con le frecce nere la direzione principale di propagazione del moto ondoso e con il colore l'altezza dell'onda significativa quantificata con la scala riportata sul lato di destra.

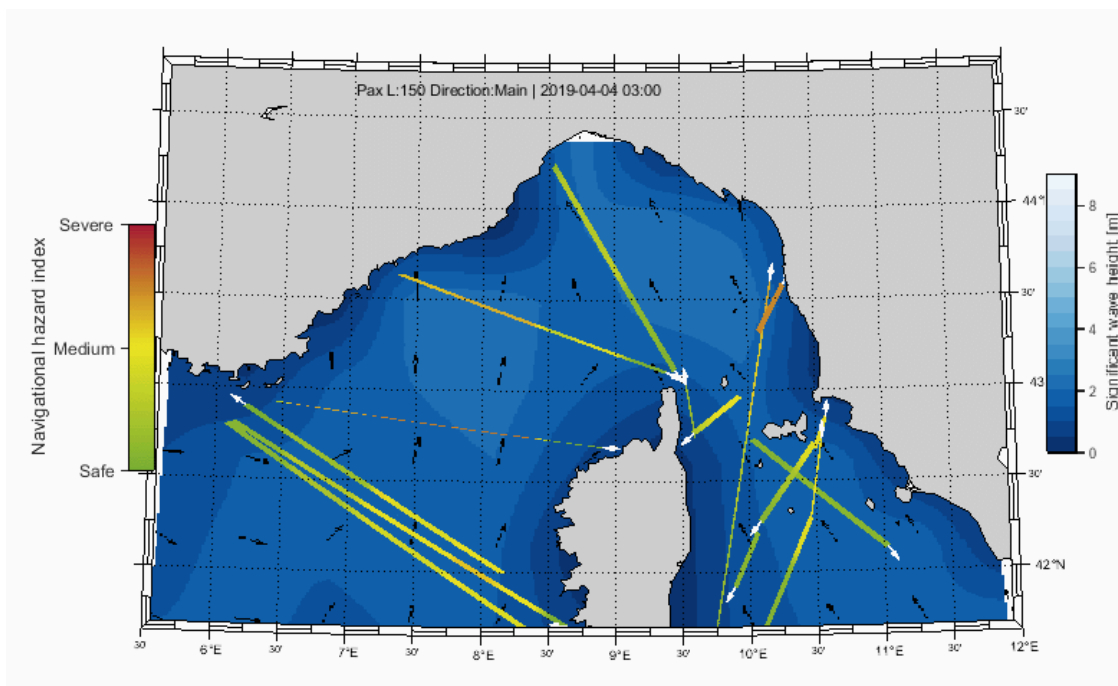


Figura 8: Mappa dinamica per navi passeggeri, L150 m, direzione principale, zona nord, data 2019/04/04

Servizi per la pianificazione e gestione dei rischi legati alla navigazione: dove se parla nel progetto?

Output: Implementazione sistemi integrati di previsione per la sicurezza della navigazione

Componente	Attività	Prodotto
T4 - SERVIZI PER LA SICUREZZA IN MARE, LA PREVENZIONE DEI RISCHI	T4.2 Applicazioni e servizi per la sicurezza di tutta la navigazione	T4.2.1



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

*E LA PROTEZIONE
DELL'AMBIENTE MARINO*



GESTIONE DELLE EMERGENZE

SISTEMI DI RAPID ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Tra le procedure utilizzate ai fini del “rapid environmental assessment”, vale la pena menzionare le metodologie di fusione di diversi tipi di dati (“data fusion o data blending”) estremamente utili per la gestione delle emergenze in mare come, ad esempio, nel caso di sversamenti di idrocarburi e di operazioni di ricerca e soccorso.

Nel progetto SICOMAR plus si è applicato il software LAVA (“Lagrangian Variational Analysis”) elaborato e sviluppato insieme dal CNR e dall’Università di Tolone, entrambi partner del progetto. Il software è distribuito gratuitamente e in modalità “open-source” su richiesta presso il seguente archivio digitale <https://bitbucket.org/ismar/lava/wiki/Home>.

Il software LAVA fornisce una fusione ottimale delle informazioni sulla velocità e direzione delle correnti marine provenienti da diversi tipi di strumenti quali, ad esempio, i drifter e i radar ad alta frequenza costieri. Queste informazioni possono infatti essere differenti anche semplicemente per le diverse modalità di campionamento degli strumenti. Ad esempio, i radar costieri misurano la velocità e direzione delle correnti marine su scale spaziali maggiori (griglia di pochi chilometri) mentre i drifter misurano le stesse quantità su scale spaziali più piccole e paragonabili alle loro dimensioni (pochi metri). Ai fini del “rapid environmental assessment” rimane fondamentale considerare entrambe queste scale perché insieme influenzano la dispersione di sostanze in mare.

LAVA corregge localmente il campo di velocità dei radar misurato su scale spaziali maggiori includendo le informazioni sulle scale spaziali minori provenienti dai drifter. L’approccio è variazionale (Molcard et al., 2003, Taillandier et al., 2006), richiedendo la minimizzazione della distanza tra le posizioni osservate attraverso i drifter e quelle ottenute integrando numericamente le velocità dei radar (Berta et al., 2014).



La Figura 9 mostra un esempio specifico di applicazione del software LAVA alle velocità misurate dai radar dell'Università di Tolone, facenti parte della rete radar transfrontaliera del progetto SICOMAR plus. Integrando i dati di velocità originali dei radar si ottengono delle traiettorie (in verde nel riquadro a sinistra) che divergono da quelle osservate dai drifter (in nero), soprattutto a sud-est. Includendo le informazioni di altri drifter presenti in zona e applicando il software LAVA, le velocità vengono corrette localmente e questo consente di avvicinare le nuove traiettorie (in viola nel riquadro a destra) a quelle osservate dai drifter (sempre in nero). Il miglioramento è evidente proprio a sud-est.

Risultati come questi sono molto importanti dal punto di vista pratico e operativo: nel caso di sversamenti di idrocarburi e di operazioni di ricerca e soccorso nella zona specifica considerata, il miglioramento delle stime delle traiettorie ottenuto con LAVA riduce considerevolmente l'incertezza del raggio delle operazioni di ricerca di circa un terzo del valore iniziale, da circa 6 chilometri (velocità radar originali) a circa 2 chilometri (velocità radar e informazioni drifter combinate insieme grazie a LAVA).

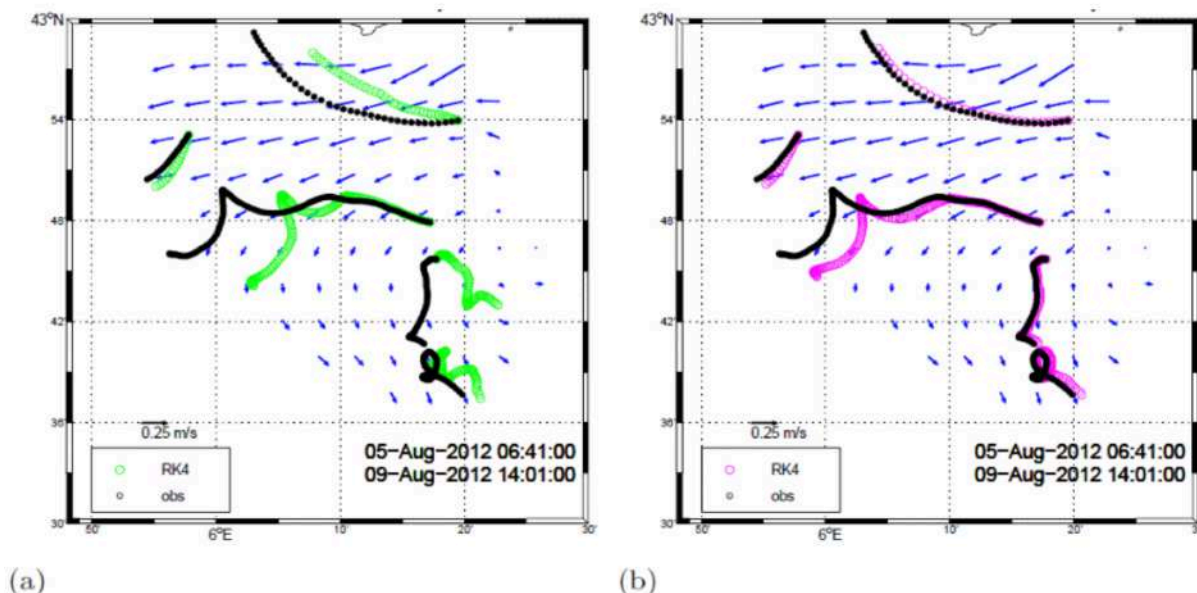


Figura 9: Confronto tra le traiettorie del drifter osservate (in nero) e quelle numeriche calcolate integrando: (a) le velocità originali misurate dai radar (in verde); (b) le velocità dopo l'applicazione del software LAVA (in viola). Le traiettorie sono sovrapposte alla corrispondente velocità media (frecche blu) nel periodo considerato (vedasi Berta et al., 2014 per i dettagli).



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SVERSAMENTI

La previsione della dispersione e conseguente spiaggiamento di idrocarburi sversati in mare è uno strumento molto utile per le Autorità competenti al fine di organizzare e coordinare le operazioni di intervento preventivo a tutela della costa e degli habitat marino-costieri.

Essa è basata sull'utilizzo di modelli numerici a elevata risoluzione spaziale e temporale. Questi modelli permettono di prevedere con un sufficiente grado di affidabilità le aree a maggior probabilità di impatto del materiale sversato con un orizzonte temporale variabile, fino a 72 ore, tenendo in considerazione che il grado di accuratezza della previsione diminuisce all'aumentare del tempo di previsione. In generale, comunque, queste simulazione sono definite ad elevata incertezza poiché sono molti i fattori che concorrono ad un'appropriata e precisa descrizione del fenomeno che viene quindi approssimato al grado di conoscenza di cui si dispone.

L'impredicibilità è correlata innanzi tutto alle informazioni a priori necessarie ai modelli matematici, che bisognerebbe conoscere con un sufficiente grado di affidabilità al fine di ridurre il più possibile l'incertezza della previsione. Nello specifico caso di simulazioni di dispersione di idrocarburi sversati in mare si tratta innanzi tutto delle informazioni relative all'esatta ubicazione spaziale di inizio dello sversamento e dell'ora in cui è avvenuto. E' altresì necessario conoscere:

- la quantità di materiale sversato;
- la sua composizione in termini di componenti volatili e/o pesanti e le loro principali caratteristiche chimico/fisiche;
- la tempistica dello sversamento, ossia se il materiale si è rovesciato in mare tutto insieme quindi da potersi definire un rilascio istantaneo oppure se si tratta di una perdita di materiale che esce in modo costante e ripetuto nel tempo; in questo ultimo caso è necessario sapere il flusso di materiale e la durata della fuoriuscita.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

- la tipologia di sversamento se puntuale o areale, ovvero se la sorgente di rilascio dell'idrocarburo è in movimento quindi dà luogo ad un'area di partenza.

Note le caratteristiche dello sversamento, bisogna inoltre considerare il set modellistico più appropriato che permetta di prevedere le traiettorie di idrocarburi sversati in mare e fornisca uno strumento alle autorità competenti per gestire e coordinare le operazioni di intervento con sufficiente anticipo.

La base principale è costituita da un modello di circolazione tridimensionale con una risoluzione spaziale sufficientemente accurata sia in orizzontale che in verticale in grado di riprodurre anche i fenomeni di circolazione a più piccola scala. Per questo motivo sarebbe idoneo un modello innestato a modelli a larga scala che simulano la circolazione generale e sono usati come condizioni ai bordi e iniziali. Utilizzando i risultati del modello idrodinamico, la ricostruzione delle traiettorie di dispersione della oil slick può avvenire considerando semplici modelli avvevativi-dispersivi, oppure modelli più specifici che tengano anche in considerazione le trasformazioni chimiche (weathering) degli idrocarburi. L'utilizzo di questi ultimi riduce l'incertezza della previsione, dando risultati più accurati, sempre a patto di conoscere il più precisamente possibile la composizione del materiale sversato.

E' inoltre necessaria una buona descrizione dei campi di vento che insistono nella area di studio, solitamente ricavati dalle uscite di modelli atmosferici; anche in questi casi la maggior risoluzione spaziale del modello atmosferico induce una migliore descrizione dei campi di vento soprattutto in aree costiere, dove una migliore descrizione dell'orografia incide fortemente sui risultati. A tal proposito è anche auspicabile, quando possibile, utilizzare le misure in situ sia direttamente come input al modello dispersivo, sia per testare il grado di affidabilità del modello atmosferico. I dati misurati di intensità e direzione del vento possono derivare da anemometri posizionati su mede, boe o piattaforme nell'area marina di interesse dello sversamento oppure attraverso le ricostruzioni dei dati radar HF o misure satellitari. Un altro parametro da considerare per poter ridurre l'incertezza della previsione, similmente al vento, è costituita dal moto ondoso, intesa come altezza e direzione delle onde nelle zone circostanti all'incidente.



Interreg



UNIONE EUROPEA



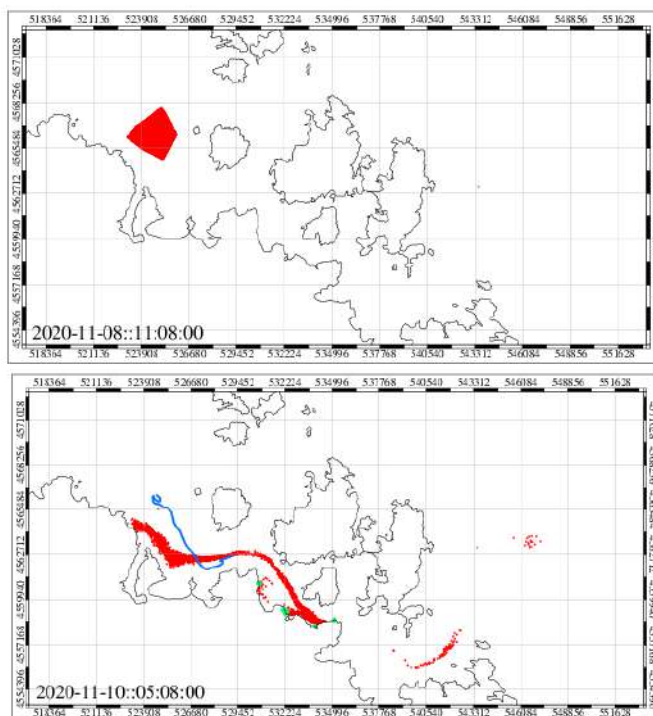
MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

I danni ambientali provocati dallo sversamento di idrocarburi in mare interessano sia gli ecosistemi presenti nella colonna d'acqua, al fondo e lungo l'interfaccia mare-terra ovvero la costa. La tempestività degli interventi di recupero e confinamento delle macchie oleose sversate in mare a seguito di incidente o attività marittima risulta spesso determinante nel ridurre o annullare i danni provocati da tali sostanze altamente inquinanti. In particolare, se l'intervento di bonifica avviene nelle prime fasi dello sversamento, l'utilizzo di panne galleggianti, metodi di aspirazione e solventi possono ridurre drasticamente l'impatto, riducendo le quantità di idrocarburi che potenzialmente possono raggiungere le coste o i fondali compromettendone le comunità bentoniche. Per ottimizzare quindi le procedure di pronto intervento da parte degli enti preposti nel caso si verifichi un incidente con relativo sversamento, in SICOMARplus il CNR IAS ha implementato un sistema operativo di previsione del trasporto di idrocarburi per le aree del Golfo dell'Asinara e Bocche di Bonifacio. Tale sistema basato sui modelli numerici è in grado di effettuare in maniera operativa e automatizzata la previsione a tre giorni della circolazione delle acque e propagazione del moto ondoso nell'area di interesse con elevata risoluzione spaziale, fino a 50 metri. Quotidianamente, mediante interfaccia web, sono rilasciati diversi prodotti di previsione che con frequenza oraria descrivono l'andamento futuro delle correnti superficiali, della temperatura delle acque e dell'energia e direzione del moto ondoso. Queste informazioni di tipo oceanografico assieme ad ulteriori dati di tipo atmosferico, quali il vento nell'area di interesse, sono quindi utilizzate da un modello numerico di previsione del trasporto e variazione chimico-fisica delle masse di idrocarburi in ambiente marino. Nella fattispecie, questo modello di oil-spill, è in grado di predire il trasporto, la dispersione tridimensionale, l'impatto a costa e la variazione della massa a seguito dei processi di degradazione, del prodotto petrolifero sversato in mare all'interno del dominio spaziale oggetto di interesse e per i successivi tre giorni. Il sistema è dotato di una interfaccia grafica che permette ad un utente non esperto di poter impostare una simulazione di oil spill mediante l'inserimento di informazioni basilari riguardanti l'eventuale sversamento avvistato quali la posizione, il momento della rilevazione e la quantità e tipologia stimata. Il sistema, in modo operativo, dopo pochi minuti dall'avvio della simulazione è in grado di produrre delle mappe orarie di posizione ed estensione della/e macchia/e nonché indicare le aree costiere eventualmente impattate e prevedere, in base alle caratteristiche di vulnerabilità e di danno delle stesse il rischio di impatto. Nella figura 10 si riporta un esempio di risultato ottenuto da una simulazione di oil spill effettuata il 10 Novembre 2020 per



un rilascio ipotetico nell'area dell'Arcipelago della Maddalena. Una volta individuata l'estensione e la posizione della macchia il modello numerico utilizzando i dati meteomarinari previsti dai sistemi di previsione oceanografica, riproduce il percorso e la dispersione degli idrocarburi (particelle rosse in figura), la traiettoria media seguita dagli stessi (linea blu) e i tratti di costa impattati nell'arco dei 3 giorni di simulazione. Infine il sistema processa i dati di previsione per ottenere una mappa aggregata sul rischio relativo di impatto a costa in relazione all'evento oggetto di interesse (ultimo pannello di figura 10). Questo sistema per essere utilizzato in modalità operativa è stato precedentemente validato e calibrato mediante il confronto con i dati di trasporto superficiale ottenuti dall'utilizzo di correntometri lagrangiani rilasciati nei tratti di mare di interesse nell'ambito di 3 diverse campagne oceanografiche promosse dal progetto SICOMARplus. I dati così raccolti sono stati infatti utilizzati per calibrare i principali parametri del modello numerico di previsione e per stimarne l'accuratezza.



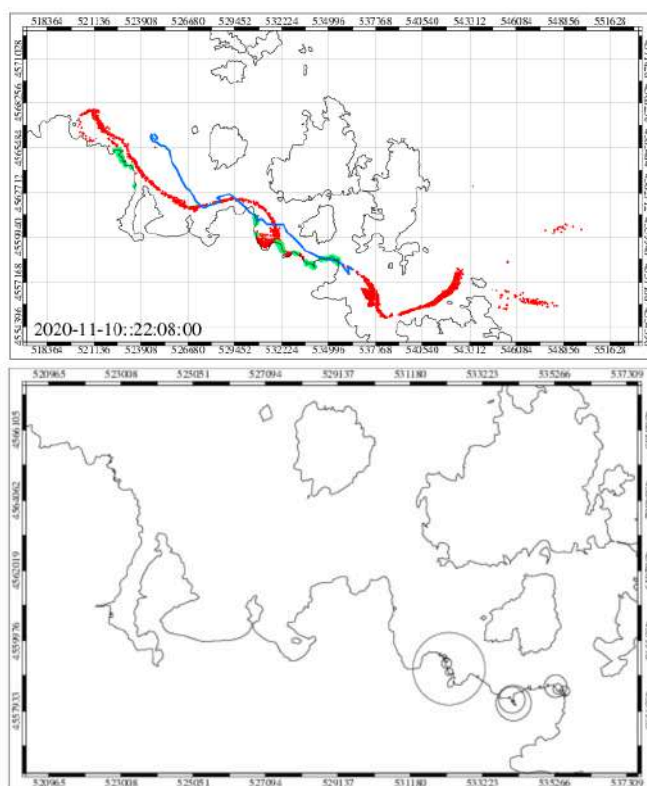


Figura 10: posizione iniziale (pannello superiore) e trasporto nel tempo (pannelli successivi) di un ipotetico sversamento di idrocarburi nell'area dell'Arcipelago della Maddalena. Nell'ultimo pannello è rappresentato il rischio relativo di impatto a costa dell'evento di sversamento simulato espresso mediante cerchi di raggio variabile.

Un interessante caso studio è stato analizzato da ARPAL e LAMMA, ed è relativo ad un incidente del 7 ottobre 2018, lungo la rotta tra Genova e Bastia, a circa 18 miglia al largo di Capo Corso, quando una nave container scontra un traghetto di linea provocando uno squarcio nel serbatoio della nave con la conseguente fuoriuscita del materiale contenuto. Nella fattispecie si trattava di cherosene, un idrocarburo pesante di cui la composizione e le reazioni chimiche sono ben note e predicibili con modelli degradativi. Nelle prime ore seguenti all'incidente è stata stimata una fuoriuscita di circa 600 metri cubi di carburante, che però ha continuato a fuoriuscire per molte ore successive. La collisione è avvenuta in acque francesi, ma le operazioni sono state realizzate, secondo l'accordo Ramogepol, in cooperazione tra Italia,



Francia e Principato di Monaco. La Capitaneria di Porto italiana ha chiesto supporto ad ARPAL e LAMMA al fine di prevedere il rischio di spiaggiamento del carburante e le possibili zone di coste coinvolte. Il modello di partenza a larga scala per entrambi gli enti sono le previsioni idrodinamiche fornite dal Marine Service di Copernicus, ma i modelli di vento e di circolazioni utilizzati sono diversi tra loro. Questo diverso strumento modellistico ha sempre permesso di poter valutare meglio l'affidabilità delle previsioni e ridurre le incertezze dei risultati.

Le simulazioni sono state condotte in tempo reale, fornendo giornalmente alle autorità competenti le informazioni sulle possibili traiettorie delle slick e delle possibili zone interessate da un eventuale spiaggiamento, con una finestra temporale di 48 ore. Ogni giorno venivano riaggornate le previsioni partendo dalle nuove informazioni fornite sia dalla Capitaneria di porto con lo foto aeree sia attraverso le immagini satellitari fornite dal satellite della missione Copernicus Sentinel 1.

La macchia si è diretta inizialmente verso nord ovest avvicinandosi alle coste della Liguria di ponente, nell'imperiese, per poi essere spinta dall'intensa corrente ligure provenzale verso la Francia fino a raggiungere la costa di Saint-Tropez.

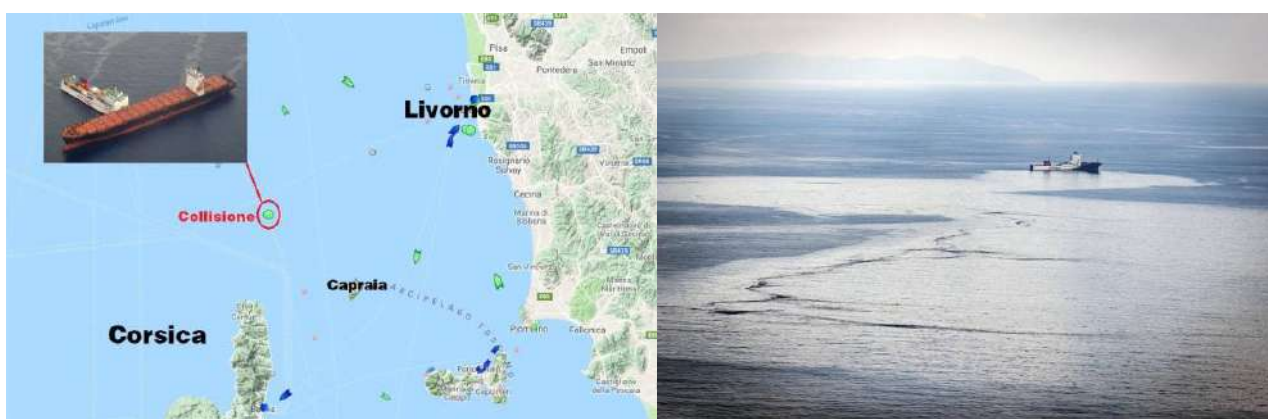


Figura 11 Ubicazione dell'incidente ed estensione dello sversamento di carburante.

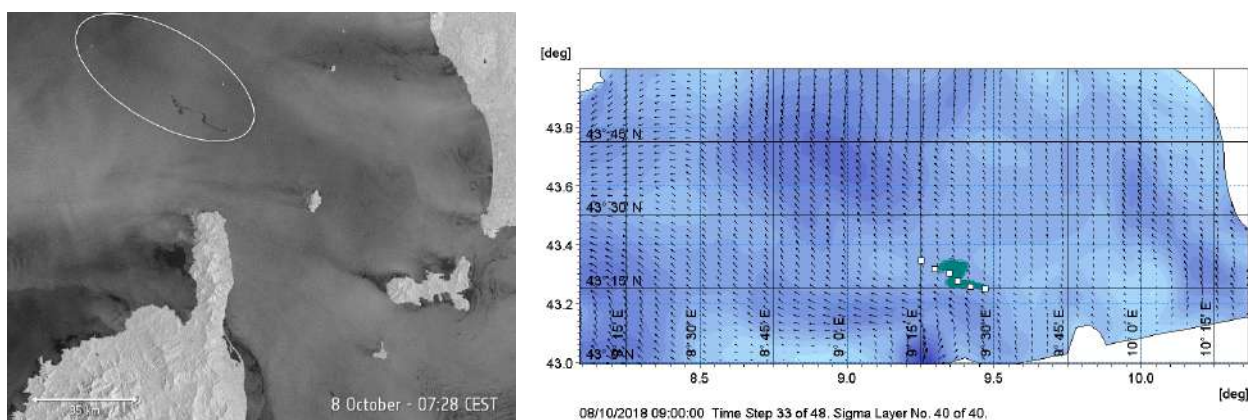


Figura 12 A sinistra: immagine satellitare acquisita dalla missione Copernicus Sentinel1 il giorno 8 ottobre 2018 che mostra la traiettoria del carburante sversato durante l'incidente e la ulteriore continua fuoriuscita. A destra: la traiettoria simulata dal modello operativo in ARPAL (verde) e confronto con i dati ricavati dall'immagine satellitare (quadratini bianchi).

SERVIZI DI CONDIVISIONE DATI IN EMERGENZA

Quando si verifica un'emergenza in mare, indipendentemente dalla causa, è importante predisporre azioni in modo rapido utilizzando la tecnologia disponibile, per organizzare al meglio le attività di soccorso e prevenire possibili conseguenze sull'ambiente. Tra queste azioni, vanno comprese:

- la comunicazione di dati per la sicurezza della navigazione (ad esempio, tramite i sistemi AIS utilizzati non solo per trasmettere la posizione delle navi, e che sono stati discussi nel prodotto T1.3.1)
- la condivisione dei dati in tempo reale tra le unità di salvataggio

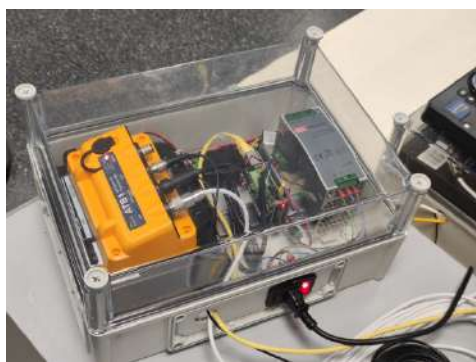
Quest'ultimo aspetto non è stato affrontato da SICOMAR Plus, tuttavia all'interno del Programma sono state realizzate importanti azioni in questo senso dal progetto ISIDE "Innovazione per la Sicurezza DEL mare", che ha tra gli obiettivi quello di migliorare il supporto alle comunicazioni nave-nave, terra-nave e nave-terra. Nel progetto è stato sviluppato un nuovo dispositivo tecnologico a supporto della comunicazione in mare in grado di elaborare e trasferire in modalità guidata sia le frasi standard



contemplate dalla pubblicazione Standard Marine Communications Phrases (SMCP), sia frasi a testo libero, utilizzando come canale di comunicazione i messaggi di testo “addressed” previsti dallo standard AIS. Il SIIT (Distretto Tecnologico Ligure sui Sistemi Intelligenti Integrati) di Genova, partner tecnologico del progetto, si è fatto carico dello sviluppo di questo sistema di comunicazione, in collaborazione con il capofila CIREM - Università di Cagliari che ne ha curato gli aspetti legati ai fattori umani.

Sono stati sviluppati tre prototipi volti all’efficientamento delle comunicazioni vocali radio in mare, i quali si compongono di un apparato AIS, dotato di propria antenna GPS e di propria antenna radio, oltre ad un’interfaccia software/hardware configurabile in un dispositivo mobile (pc portatile o tablet). L’interfaccia realizzata permette di inviare messaggi di testo in italiano e inglese, con un’immediata traduzione in base alla lingua di settaggio, sia scritta sia vocale. La grafica, intuitiva nel suo utilizzo, permette altresì di visualizzare la cartografia elettronica raffigurante le unità navali e le stazioni costiere dotate di AIS. Il software, inoltre, suggerisce all’utente le risposte alle domande poste e, tramite semplici menù a tendina e auto-compilazione di alcuni campi (es. posizione, nome nave ecc.), permette un rapido e preciso trasferimento dell’informazione nelle comunicazioni nave-nave e nave-terra.

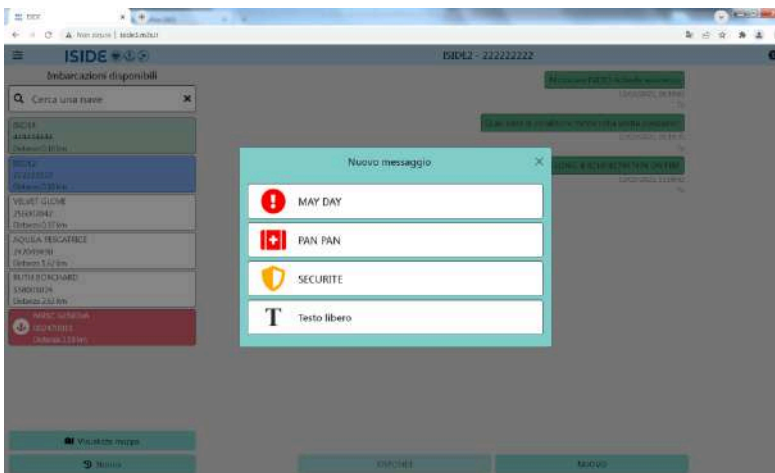
È stata svolta una fase di sperimentazione in mare che si prefigge l’obiettivo di testare questi dispositivi per dimostrarne l’efficacia in contesti e situazioni differenti e con unità navali di differenti tipologie, con un lungo programma di sperimentazioni.



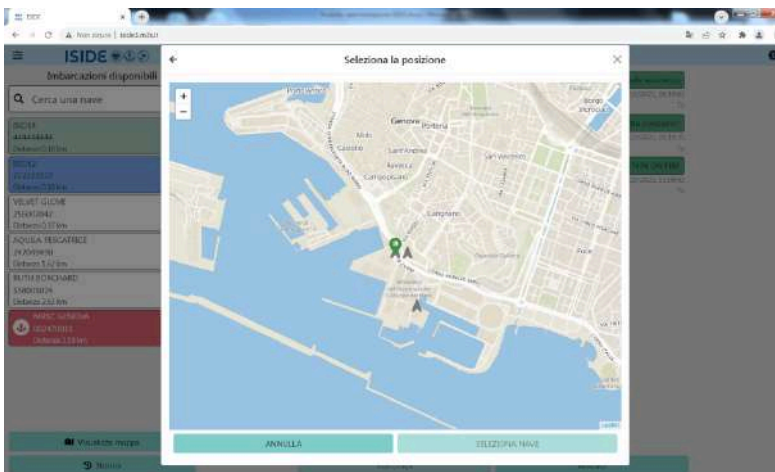
Prototipo



Prototipo



Interfaccia



Interfaccia



Interreg



SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Servizi per la gestione delle emergenze: dove se ne parla nel progetto?

Output: Implementazione sistemi integrati di previsione per la sicurezza della navigazione

<i>Componente</i>	<i>Attività</i>	<i>Prodotto</i>
<i>T3 – SISTEMI INTEGRATI DI PREVISIONE PER LA RIDUZIONE DEI RISCHI LEGATI ALLA NAVIGAZIONE</i>	T3.3 Implementazione di sistemi automatici per la ricerca, il soccorso e la sicurezza in mare	T3.3.1
	T3.4 Creazione di un sistema condiviso di “rapid environmental assessment” per la gestione delle emergenze in mare	T3.4.1
<i>T4 - SERVIZI PER LA SICUREZZA IN MARE, LA PREVENZIONE DEI RISCHI E LA PROTEZIONE DELL’AMBIENTE MARINO</i>	T4.5 Servizi per la gestione delle emergenze	T4.5.1



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

CONCLUSIONI

Negli ultimi anni sono stati ipotizzati e in molti casi progettati e sviluppati un numero crescente di servizi di supporto alla navigazione che si basano sulla conoscenza delle condizioni ambientali comprese le condizioni meteorologiche e oceanografiche, dello stato degli ecosistemi, e soprattutto delle condizioni di traffico. L'importanza di condividere questi dati è stata sottolineata nel rapporto precedente (T1.3.1), mentre i servizi che si appoggiano su questi dati, sviluppati o potenziati all'interno del progetto Sicomar plus, possono essere divisi in due categorie principali:

- servizi svolti per la prevenzione degli incidenti (ad esempio servizi per l'ottimizzazione delle rotte o per evitare il rischio di collisione con i grandi mammiferi marini, o anche cartografie per la pericolosità e il rischio)
- servizi di supporto alle emergenze.

Il partenariato ha lavorato per migliorare e sviluppare i prodotti a disposizione alcuni dei quali si appoggiano anche sui dati osservati dalla rete di monitoraggio implementata dal progetto (radar HF).

Alcune attività come ad esempio lo studio del monitoraggio del pilotaggio nelle aree marine pericolose sono state svolte a livello di studio di fattibilità, ma un maggiore impegno a livello di sviluppo dimostrativo sarà necessario in futuro, anche sfruttando i progetti della prossima programmazione 2021-2027 in cui è auspicabile un coinvolgimento maggiore dei partner che hanno un ruolo istituzionale in questo senso.

Servizi per la navigazione dovrebbero infatti trovare un fruitore naturale nella Guardia Costiera, nell'autorità portuali e nelle compagnie di navigazione dei pescatori e generale tutti coloro che affrontano il mare per attività di lavoro o anche ricreative.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Altri progetti del programma 2014-2020 hanno sviluppato attività interessanti su vari fronti che però non appaiono ancora coordinate tra loro e questo richiederà un futuro una maggiore integrazione tra le iniziative, di cui si auspica che si possa tenere conto nella prossima programmazione.

Indice generale

INTRODUZIONE: RIFLESSIONI PER UN PIANO D'AZIONE CONGIUNTO PER LA SICUREZZA DELLA NAVIGAZIONE E IL PILOTAGGIO IN AREE MARITTIME PARTICOLARMENTE VULNERABILI AI RISCHI CONNESSI ALLA NAVIGAZIONE.....	5
LA SICUREZZA DELLA NAVIGAZIONE: PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE.....	8
Safety and Security.....	9
Rischi connessi alla navigazione.....	10
Rischi per la vita umana, l'ambiente e la società.....	11
Navigazione in aree pericolose.....	12
Navigazione in situazioni pericolose.....	13
EVENTI METEOROLOGICI E METEOMARINI.....	15
Onde estreme.....	16
Eventi accidentali.....	18
FORMAZIONE.....	20
VULNERABILITÀ E RISCHIO IN AREE COSTIERE LEGATI ALLE ROTTE DI NAVIGAZIONE E ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI.....	23



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Rischio di collisione con grandi cetacei nel Santuario Pelagos : Mappatura delle aree sensibili e delle aree di rischio.....	26
Mappe di Sensibilità ambientale.....	28
Mappe di rischio lungo I corridoi di traffico.....	29
Rischio sversamenti.....	30
LA NAVIGAZIONE SICURA: I SERVIZI IN TEMPO REALE	36
Pilotaggio in aree marine pericolose.....	36
Servizi di programmazione e aggiornamento delle rotte in real-time per la sicurezza della navigazione.	37
servizi in tempo reale.....	39
GESTIONE DELLE EMERGENZE.....	42
Sistemi di rapid environmental assessment.....	42
Sversamenti.....	44
Servizi di condivisione dati in emergenza.....	50
CONCLUSIONI.....	55



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SICOMAR
plus



Prodotto - Livrable T1.3.2:

Élaboration d'un plan d'action conjoint pour la sécurité de la navigation et du pilotage dans les zones maritimes particulièrement vulnérables aux risques de navigation - Livrable

Data prevista - Date prévue : 15/01/22

Data di consegna - Date d'échéance : 28/02/22

Versione - Version : V1.0

Informazioni generali sul documento /Informations générales sur le document	
Componente / Composante	T1
Attività/Activité	T1.3 "Preparazione dei piani congiunti per la sicurezza/Préparation des plans conjoints pour la sécurité"
Prodotto/Livrable	T1.3.2
Nome Documento / Nom Document	"Élaboration d'un plan d'action conjoint pour la sécurité de la navigation et du pilotage dans les zones maritimes particulièrement vulnérables aux risques de navigation" / "Livrable T1.3.2 : Nom Livrable"
ID File/ID Fichier	SICOMAR PLUS_T1.3.2.pdf

Processo di approvazione / Procédure d'approbation	Nome/Nom	Ente/Établissement	Data/Date	Visto/Vu
Coordinatore/ Coordinateur	Gilda Ruberti	Regione Toscana	GG/MM/AA JJ/MM/AA	
CP Leader/ CP	Gilda Ruberti	Regione Toscana	GG/MM/AA	



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

<i>Leader</i>			JJ/MM/AA
---------------	--	--	----------

<i>Processo di revisione / Procédure de révision</i>			
<i>Revisione/ Révision</i>	<i>Autore/Auteur</i>	<i>Data Rev./ Date Rév.</i>	<i>Modifiche/Modifications</i>
V1.0	Carlo Brandini, Valentina Grasso, Manuela Corongiu, Chiara Lapucci, Massimo Perna; Michele Bondoni, Maria Fattorini	02/05/2021	Stesura dell'indice documento/ Rédaction de l'index du document
V1.1	Carlo Brandini, Andrea Cucco, Paola Tepsich, Giovanni Besio, Stefania Magri, Patrizia De Gaetano, Marcello Magaldi;	31/12/2021	Contributo partner/Contribution des partenaires
V1.2	Contributi altri partner del progetto	31/01/2022	Contributo altri partner/ Contribution des autres partenaires
V1.3	Carlo Brandini	28/02/2022	Revisione e armonizzazione contributi/ Examen et harmonisation des contributions
V1.4	Contributi altri partner esterni al progetto	28/02/2022	Condivisione/Partage
V1.5		28/02/2022	Revisione, integrazione e traduzione/ Révision, intégration et traduction



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Indice generale

INTRODUCTION : RÉFLEXIONS POUR UN PLAN D'ACTION CONJOINT POUR LA SÉCURITÉ DE LA NAVIGATION ET DU PILOTAGE DANS LES ZONES MARITIMES PARTICULIÈREMENT VULNÉRABLES AUX RISQUES DE NAVIGATION.....	6
LA SÉCURITÉ DE LA NAVIGATION : PLANIFICATION ET PROGRAMMATION.....	8
SAFETY ET SECURITY.....	9
RISQUES LIÉS À LA NAVIGATION.....	9
RISQUES POUR LA VIE HUMAINE, L'ENVIRONNEMENT ET LA SOCIÉTÉ.....	10
NAVIGATION DANS LES ZONES DANGEREUSES.....	11
NAVIGUER DANS DES SITUATIONS DANGEREUSES.....	11
ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES ET MÉTÉOMARINS.....	13
VAGUES EXTRÊMES.....	14
ÉVÉNEMENTS ACCIDENTELS.....	15
FORMATION.....	16
VULNÉRABILITÉ ET RISQUES DANS LES ZONES CÔTIÈRES LIÉS AUX ROUTES MARITIMES ET AUX CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES.....	19
RISQUE DE COLLISION AVEC LES GRANDS CÉTACÉS DANS LE SANCTUAIRE PELAGOS :	
CARTOGRAPHIE DES ZONES SENSIBLES ET DES ZONES À RISQUE.....	21
Cartes de sensibilité environnementale.....	22
Cartes des risques le long des couloirs de trafic.....	23
RISQUE DE DÉVERSEMENT.....	25
NAVIGATION SÛRE : SERVICES EN TEMPS RÉEL.....	30
Pilotage dans les zones maritimes dangereuses.....	30
Services de planification et de mise à jour des routes en temps réel pour une navigation sûre.....	31



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

services en temps réel.....	32
.....	34
GESTION DES URGENCES.....	35
systemes de rapid environmental assessment.....	35
Déversements.....	36
services de partage de données d'urgence.....	41
CONCLUSIONS.....	44



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Introduction : Réflexions pour un plan d'action conjoint pour la sécurité de la navigation et du pilotage dans les zones maritimes particulièrement vulnérables aux risques de navigation

Le présent rapport, en tant que deuxième produit de synthèse relatif à la gouvernance de la sécurité maritime, est axé non pas sur la gouvernance et le partage des données, mais sur les actions concrètes à entreprendre pour améliorer la sécurité, et ce du point de vue des pratiques de planification et de gestion des urgences.

Comme déjà mentionné dans le rapport précédent T1.3.1, dans SICOMAR Plus, tous les aspects relatifs à la sécurité en mer n'ont pas été pris en compte, mais surtout ceux qui dépendent fortement des conditions météorologiques et météomarines, ou, ceux qui ont une forte connotation environnementale et nécessitent des données de caractérisation de l'environnement (océanographiques, écosystémiques, voire socio-économiques) pour soutenir la planification des activités en mer et la gestion des urgences.

En général, une connaissance détaillée de l'environnement marin dans lequel les navires naviguent est également fondamentale car la sécurité de la navigation et la protection de l'environnement sont deux aspects étroitement liés, en raison des graves conséquences que les accidents ont sur l'environnement marin et notamment sur les écosystèmes.

Les accidents en mer sont heureusement rares et dépendent de nombreux facteurs, parmi lesquels ceux liés à la météo sont généralement estimés entre 30 et 40 %, selon les différentes sources. Toutefois, certains accidents dépendent d'autres facteurs, tels que de mauvaises décisions, la fatigue de l'équipage, une défaillance électrique ou mécanique, des accidents à bord, des incendies, etc.

Limiter l'incidence de chacun de ces facteurs est complexe et nécessite de nombreuses approches différentes qui ne pourraient évidemment pas être traitées de manière approfondie dans le cadre d'un seul projet. Toutefois, certains aspects de la préparation des équipages, visant à améliorer les pratiques de sécurité, peuvent être trouvés dans les activités de certains partenaires, comme le plan de formation proposé par FMES, qui traite également des aspects visant à réduire les erreurs dues au "facteur humain", ou les activités de préparation et de simulation des actions à entreprendre en cas d'accident, sur lesquelles s'est concentrée l'activité de S2B impliquant l'utilisation de simulateurs appropriés.

La réduction du risque en tant que telle exige avant tout une évaluation minutieuse de toutes les composantes par lesquelles le concept intuitif de risque est désormais exprimé dans un sens quantitatif. Celle-ci est définie sur une base probabiliste, où une partie est la probabilité avec laquelle un accident peut se produire en fonction de divers facteurs, une autre partie les conséquences de l'accident en termes de vulnérabilité environnementale et de valeur des éléments exposés au risque. Comme mentionné, étant donné la faible fréquence des accidents, bien que la probabilité qu'un accident se produise soit extrêmement faible, la valeur élevée liée à la perte de valeur économique, de vies humaines ou de dommages à l'environnement, rend nécessaire d'estimer le plus correctement possible les probabilités, même relativement faibles. Cela implique



Interreg



SICOMAR plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

de prendre en compte même les événements rares qui sont normalement négligés dans certains contextes, par exemple dans la conception des ouvrages maritimes.

Le terme lié à la probabilité d'occurrence de certains phénomènes, qu'ils soient d'ordre météorologique ou environnemental, et normalement désigné par le terme de danger, découle du traitement des informations disponibles, qui peuvent être des observations ou des élaborations de modèles.

L'estimation des éléments environnementaux exposés au risque, en revanche, est nécessairement basée sur des données d'observation. Dans le cadre du projet, il y a eu, en ce sens, deux types d'activités, l'une pour la caractérisation des écosystèmes côtiers éventuellement exposés au risque de contamination dérivant d'un déversement d'hydrocarbures, menée par l'Université de Pise pour le compte de la Région Toscane, dans le cadre d'une activité plus large sur le risque de déversements à laquelle le CNR-IAS a également contribué, l'autre étant l'activité d'observation des cétacés dont la position est transmise par des canaux AIS dédiés, entre le navire qui les a repérés et les autres navires transitant dans la zone.

Plus complexe est la tâche d'estimation de la valeur exposée au risque, qui nécessite également une évaluation minutieuse de la qualité des écosystèmes environnementaux, de leur importance intrinsèque ou, dans le cas de milieux naturels tels que les littoraux, caractérisés par une valeur considérable et une valeur induite, des considérations sur la valeur économique des actifs exposés.

L'analyse des risques peut également être un outil utile pour la planification car, lorsqu'elle est associée à un système d'analyse dynamique, elle peut conduire à des décisions telles que la modification des itinéraires des navires, le changement du périmètre des zones marines protégées ou, en pensant à la gestion des urgences, l'établissement de lieux plus appropriés pour les unités de sauvetage ou de lutte contre la pollution.

En ce qui concerne les actions préventives et la gestion des urgences, il convient d'accorder une attention particulière aux "zones marines dangereuses" mentionnées dans le programme, qui correspondent à des zones compliquées en termes de conformation morphologique, par exemple les détroits ou les canaux, ou à des zones à forte densité de trafic, comme à proximité des zones portuaires, ou présentant les deux caractéristiques (comme dans le cas de la zone marine de Bouches de Bonifacio).

La navigation dans ces zones peut entraîner des restrictions ou l'adoption de pratiques favorables à la sécurité, nécessitant en tout cas la mise en œuvre de règles à élaborer en concertation entre les États membres, c'est-à-dire entre l'Italie et la France. Nous rappelons simplement que, notamment en ce qui concerne la zone transnationale du détroit de Bonifacio entre la Corse et la Sardaigne, il s'agit d'une zone à très haute valeur environnementale dans laquelle un GECT (Groupement européen de coopération territoriale) a également été défini et que, par conséquent, les décisions à prendre nécessitent des initiatives concertées entre la composant transport et la composant environnement. Différentes actions ont été expérimentées, dont la possibilité d'imposer un pilotage ou au moins d'étudier la faisabilité technique et économique de cette action.

Enfin, la gestion des situations d'urgence mérite un discours distinct, dans lequel trois aspects au moins doivent être pris en compte :

le premier concerne l'organisation de l'unité de secours, qui nécessite d'une part une préparation et d'autre part la capacité de mener à bien certaines actions telles que la communication entre les



Interreg



SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

unités impliquées et les unités de secours (le projet Iside du troisième avis a notamment travaillé sur ce dernier aspect).

Un autre aspect, sur lequel un travail important a été réalisé au sein de SicomarPlus, concerne les systèmes de prévision à utiliser lors de la gestion des urgences, notamment pour évaluer les effets liés à l'évolution des déversements (dérive du pétrole).

Enfin, un dernier aspect concerne l'évaluation avec une incertitude réduite de l'environnement marin à l'échelle locale, c'est-à-dire à l'échelle à laquelle l'accident a lieu, ce qui nécessite des modèles spécifiques qui utilisent également les observations disponibles dans le voisinage immédiat de la zone d'intérêt, éventuellement collectées par des instruments pouvant être mis en place rapidement (par exemple, des bouées dérivantes) ; cette approche permet d'améliorer considérablement l'image des informations disponibles, notamment en ce qui concerne l'environnement physique.

La sécurité de la navigation : planification et programmation

La nouvelle politique maritime intégrée de l'UE reconnaît que les zones maritimes et côtières de l'Europe sont fondamentales pour le bien-être et la prospérité de la communauté, et qu'il est donc nécessaire de renforcer la capacité de l'Europe à relever des défis tels que la mondialisation, le changement climatique, la dégradation de l'environnement marin, la sécurité maritime, la sécurité énergétique et la durabilité.

Dans ce contexte, la directive-cadre 2008/56/CE de la Communauté européenne (Marine Strategy) a pour principal objectif de promouvoir une utilisation durable des mers et la conservation des écosystèmes marins, par l'intégration des différentes politiques sectorielles, des outils de connaissance et de surveillance, de la planification et de la programmation qui ont un impact sur le milieu marin. La planification de l'espace maritime ou Marine Spatial Planning (MSP) est un outil novateur qui ne repose pas seulement sur l'actualisation des connaissances, mais qui vise également à améliorer la gestion des ressources d'un point de vue environnemental, socio-économique et juridique.

La directive 2014/89 de l'UE établit un cadre pour la planification de l'espace maritime et, à travers les règles par lesquelles la directive a été adoptée par les États membres, indique comment préparer les plans de gestion de l'espace maritime.

La planification de l'espace maritime doit être mise en œuvre par la préparation de plans de gestion, qui déterminent la répartition spatiale et temporelle des activités et des utilisations pertinentes des eaux marines, qui peuvent inclure les éléments suivants

- les zones d'aquaculture et de pêche ;
- les installations et infrastructures destinées à la prospection, à l'exploitation et à l'extraction de pétrole, de gaz et d'autres ressources énergétiques, de minéraux et d'agrégats et à la production d'énergie à partir de sources renouvelables ;
- les routes de transport maritime et les flux de trafic ;
- les sites de conservation de la nature et des espèces et les zones protégées ;
- la recherche scientifique ;
- les tracés de câbles sous-marins et de pipelines ;
- tourisme ;



Interreg



SICOMAR plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

- le patrimoine culturel sous-marin.

Bien que l'autorité compétente soit indiquée dans le ministère des infrastructures et des transports, le rôle du ministère de l'environnement et de la transition écologique et des régions est évident.

On estime toutefois que le potentiel et les possibilités de ce cadre réglementaire ne sont pas encore pleinement pris en compte et que l'adoption de ces plans n'a pas encore fait l'objet de procédures ouvertes de consultation publique, ce qui serait nécessaire puisque les plans doivent soutenir le développement de l'Economie Bleue et des secteurs économiques concernés.

Safety et Security

Le terme italien "sicurezza", qui est utilisé dans divers domaines, par exemple dans le cas de la sécurité des transports maritimes, correspond à deux termes anglais utilisés par les spécialistes, à savoir respectivement "safety" et "security", qui, contrairement qu'en italien, peuvent être distincts en français respectivement entre "sécurité" et "sûreté". En réalité, les deux concepts sont liés à la protection de la vie humaine, des biens matériels, mais aussi de l'environnement.

La "Safety" doit être comprise comme une protection contre les risques dus à des événements accidentels ou à des incidents non intentionnels, tandis que la "security" est un état de protection contre les menaces délibérées et intentionnelles.

Ainsi, la "safety" (sécurité), dans le domaine maritime (safety at sea, maritime safety), représente l'adoption de procédures visant à réduire les risques tels que ceux dus aux conditions météorologiques, aux éventuelles pannes des navires, aux incendies à bord, aux erreurs involontaires de navigation, aux collisions avec d'autres navires, etc. ainsi que les pratiques visant à sauver des vies humaines (recherche et sauvetage ou Search-and-Rescue) ou à réduire les conséquences des déversements d'hydrocarbures ou d'autres substances dangereuses (activités anti-pollution). En revanche, toutes les actions visant à contrer l'utilisation illégale des navires pouvant mettre en danger la vie humaine, comme les actes de terrorisme, la piraterie, les cyberattaques sur les systèmes à bord, relèvent du domaine de la Security (sûreté). Les questions liées à la cybersécurité pourraient être très actuelles dans les décennies à venir, notamment en raison du développement de navires dans lesquels la composante humaine de guidage sera accompagnée (dans certains cas, remplacée) par des systèmes de guidage automatique.

Les activités de SICOMAR plus relèvent toutes du domaine de la safety (sécurité), mais une vision stratégique des questions de sécurité de la navigation ne peut faire abstraction du fait qu'il existe également un grand développement d'activités visant à améliorer la sûreté.

Risques liés à la navigation

Le transport maritime est le moyen de transport dominant pour le commerce à l'échelle mondiale, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de la taille des océans qui occupent 71% de la surface de la terre. Cette forte connotation maritime, pour des raisons historiques et géopolitiques, est également très présente en Méditerranée, qui est l'une des mers où le trafic est le plus dense. Il



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

n'est évidemment pas possible de se limiter à signaler les dangers de la navigation, qui constitue au contraire une ressource énorme pour le bien-être collectif de l'humanité, qui n'a d'ailleurs pas été pleinement appréhendée par certains pays maritimes comme l'Italie, qui n'exploite pas encore pleinement les avantages du transport de marchandises par voie maritime. Des milliards de tonnes de matières premières et de produits sont transportées chaque jour à bord de navires entre les ports et les terminaux portuaires de manière économique, propre et sans accident.

Cependant, la mer est par nature un milieu imperméable, un environnement à haut risque : des accidents de navigation se sont toujours produits, depuis que l'homme a commencé à naviguer, et se produisent malheureusement encore aujourd'hui, à l'ère de la navigation par satellite et de la navigation de précision, et même les outils de navigation les plus avancés et les plus sophistiqués disponibles et les technologies de communication de pointe n'ont pas permis de prévenir les accidents ou d'en limiter les conséquences.

Risques pour la vie humaine, l'environnement et la société

Au niveau mondial, les conséquences des accidents ont eu un grand impact pour sensibiliser à cette question et imposer un nouveau cadre réglementaire. Un accroissement significatif de la réglementation de la navigation par les États côtiers sur leurs eaux pour la protection et la préservation de l'environnement marin, également dû au nombre croissant d'accidents maritimes ayant de graves conséquences en matière de pollution marine, a été imposé par des accidents tels que l'échouement de l'Exxon Valdez dans les eaux de l'Alaska en 1989. Ce fut le début de l'adoption par les États-Unis de l'Oil Pollution Act 1990 (OPA 90), qui a établi un régime intégré de lutte contre la pollution marine.

L'accident de l'Exxon Valdez a été suivi de plusieurs autres accidents entraînant une grave pollution des eaux européennes, notamment le naufrage du pétrolier Braer sur la côte sud-est des Shetland en 1993, le naufrage du pétrolier Erika au large de la France en 1999 et celui du pétrolier Prestige au large de l'Espagne en 2002. Tous ces accidents ont contribué à sensibiliser les États côtiers aux risques de pollution marine liés à la navigation dans leurs propres eaux et dans les eaux voisines et ont permis de progresser dans la réglementation de la navigation dans ces eaux. L'erreur humaine a été un facteur clé dans tous ces accidents, en particulier ceux impliquant l'échouement d'un navire.

La zone nord-ouest de la Méditerranée se caractérise par un taux d'accidents élevé, et un bon nombre d'accidents ayant des conséquences en termes de pertes de vies humaines et de dommages environnementaux se sont produits au cours des dernières décennies. En 1991, deux accidents très graves se sont produits en mer Ligure : le naufrage du pétrolier Haven, avec la mort de cinq personnes et les très graves conséquences environnementales de l'importante marée noire qui s'en est suivie, et l'accident du Moby Prince qui a causé la mort de 140 personnes.

Plus récemment, il y a eu le naufrage du Costa Concordia près de l'île du Giglio (2012), ainsi que des incidents ayant eu des conséquences environnementales importantes, comme la perte d'une cargaison de fûts toxiques par l'Euro-Cargo Venezia (2011) et la collision entre les navires Ulysse et Virginia au nord du cap Corso, qui a été suivie d'un déversement qui s'est échoué sur les côtes françaises.



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Ces incidents ont certainement contribué à sensibiliser le public, notamment sur la question de la durabilité liée à la construction de navires toujours plus grands, au transport de substances dangereuses et à la navigation dans des zones côtières qui ne semblent pas suffisamment réglementées.

Navigation dans les zones dangereuses

Certaines zones de navigation sont connues pour être extrêmement dangereuses, en raison de conditions morphologiques particulières (par exemple, détroits ou caps), de conditions météorologiques récurrentes et difficiles (par exemple, tempêtes fréquentes, vagues énormes), d'une forte densité de trafic. Il faut également tenir compte du fait que certaines de ces zones dangereuses sont adjacentes à des zones de haute protection environnementale.

Cette caractéristique concerne la navigation à proximité et à l'intérieur des principales zones portuaires présentes dans la zone, comme la proximité de la zone du port de Livourne, battue par le vent du Libeccio et intensément fréquentée, adjacente à l'aire marine protégée (AMP) de Meloria ; mais aussi la proximité du port de La Spezia à l'AMP des Cinque Terre, du port de Gênes à l'AMP de Portofino, de Toulon à l'AMP de Port-Cross, etc. Le projet IMPACT du programme 2014-2020 a traité des questions liées à l'impact des ports sur les aires marines protégées.

De nombreux accidents se sont en fait produits dans ou à proximité de zones portuaires, où les faibles vitesses impliquées dans les manœuvres d'approche et d'atterrissage, combinées à des conditions météorologiques et hydrodynamiques sévères (par exemple, des vents forts), ont causé des problèmes considérables. Ces questions sont étudiées plus en détail dans le cadre du projet SINAPSI, qui fait également partie du programme 2014-2020.

Naviguer dans des situations dangereuses

À l'échelle mondiale, on estime que 30 % des accidents se produisent dans des conditions météorologiques défavorables (Aroucha et al., 2018), mais si l'on tient compte des accidents ayant des conséquences fatales, le pourcentage passe à 48 % (Weng & Yang, 2015). Pour la compréhension des phénomènes météorologiques et de leur évolution, l'utilisation des bulletins et de divers autres types de services météorologiques est cruciale car elle permet d'accroître la connaissance de la manière dont ces aspects affectent la dynamique des navires (aussi bien les grands navires que les bateaux de plaisance) et leur manœuvrabilité. Normalement, la plupart des conditions météorologiques peuvent être prévues un certain temps à l'avance (de l'ordre de 3 à 5 jours), ce qui est le cas pour les systèmes météorologiques associés à des perturbations atmosphériques majeures. Cependant, l'intensité que ces phénomènes peuvent atteindre à l'échelle locale peut être très différente de la prévision même si, normalement, la fiabilité de la prévision augmente à court terme, c'est-à-dire à mesure que l'on se rapproche du moment de la prévision météorologique. La question de la réduction des incertitudes dans les modèles de prévision de l'état de la mer, avec une référence particulière à l'impact des données de prévision sur la navigation, est abordée dans SICOMARplus et traitée dans la composante T3 du projet.



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

L'incertitude des modèles de prévision de l'état de la mer peut être réduite grâce à diverses méthodologies impliquant l'intégration des données observées et des modèles de prévision, telles que l'étalonnage, la validation ou l'assimilation de données.

La prévision de phénomènes intenses tels que les vents et les ondes de tempête est normalement effectuée par les centres météorologiques avec une bonne fiabilité dans la fourchette de 48 à 72 heures. Cependant, il existe des dangers dont la prévisibilité est beaucoup plus complexe. Par exemple, il est assez difficile de prévoir la formation de brouillard en mer, un phénomène qui se produit aussi périodiquement en Méditerranée lorsqu'une masse d'air plus sec et plus doux s'écoule au-dessus de la surface plus froide et plus humide de la mer. L'occurrence de ce phénomène, qui peut être très dangereux pour la navigation, échappe très souvent à la capacité de représentation des modèles utilisés en météorologie.

D'autres exemples concernent la prédiction de phénomènes tels que les rafales de vent soudaines accompagnant le développement de cellules orageuses.

Il est également très difficile de prévoir les trombes marines, colonnes d'air tourbillonnantes qui se forment au-dessus de la mer, très semblables aux tornades, et qui se développent principalement dans les mers chaudes. Ces phénomènes se multiplient en Méditerranée précisément à cause du réchauffement climatique.

Un autre exemple est la prédiction du mouvement des vagues. Bien que cela soit normalement assez fiable, il peut se produire des situations en mer qui s'accompagnent du développement de vagues beaucoup plus hautes que ce que les modèles peuvent prévoir. Ces vagues sont souvent désignées dans la littérature internationale comme des "vagues bizarres" (freak waves), des "vagues géantes" (giant waves) ou des "vagues scélérates" (rogue waves). En italien, il y a tendance à traduire ces noms par le terme plus neutre de vagues "anormales", car il s'agit en fait d'anomalies par rapport à certaines distributions traditionnelles, c'est-à-dire le concept de vague significative (H_s ou $H_{1/3}$ ou H_{m0}), qui est très similaire à une sorte de vague moyenne "perçue" par les surfeurs (peut-être mieux comme une vague équivalente d'un point de vue énergétique). Ces ondes ne peuvent être prédites de manière déterministe.

Le projet GIAS du programme 2014-2020 a notamment traité de ces aspects sans rapport avec les phénomènes difficiles à prévoir.

Ce qui unit tous ces phénomènes de difficile prévisibilité, c'est le fait que, comme il est très difficile de prévoir à l'aide de modèles déterministes, cette prévision ne peut être décrite en termes certains, mais il est bien préférable de raisonner en termes de probabilité.

C'est-à-dire qu'il existe des situations caractéristiques dans lesquelles la probabilité d'occurrence de certains événements est augmentée. En météorologie, cette approche est souvent abordée à l'aide d'une méthodologie basée sur les ingrédients, c'est-à-dire qu'il existe des situations dans lesquelles tous les ingrédients peuvent favoriser l'apparition de brouillard en mer, d'orages, de trombes marines, ou des mêmes vagues scélérates qui se produisent avec une plus grande probabilité lorsque les vagues présentent certaines caractéristiques.

En général, l'approche probabiliste, qui décrit les phénomènes de la nature même dans leur incertitude, est celle avec laquelle il faut aborder tout type de prévision, mais cela est d'autant plus vrai dans ces cas où la prévisibilité est difficile.



Interreg



**SICOMAR
plus**

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

S'habituer à raisonner en termes de probabilité, de risque accru, est l'une des choses auxquelles nous devons recourir lorsque la survenance d'un certain événement, même très dangereux et dommageable, est loin d'être certaine, et pourtant possible, surtout lorsque le dommage (en tant que combinaison de la valeur exposée et de la vulnérabilité) est très élevé, car il s'agit de la perte de vies humaines ou des dommages causés à l'environnement par la perte de marchandises dangereuses en mer.

Événements météorologiques et météomarins

Il existe différentes situations météorologiques, correspondant à différentes configurations, potentiellement dangereuses pour la navigation dans la zone nord-ouest de la Méditerranée (golfe du Lion, golfe de Ligurie, mer Tyrrhénienne supérieure, mer de Corse). Ces situations ne sont pas nécessairement difficiles à prévoir mais, dans certains cas, elles sont prédites bien à l'avance (< 24-48 h) et avec une assez bonne fiabilité.

L'une des situations typiques de la région est la formation de dépressions sur le golfe du Lion et la mer Ligure, qui sont normalement prévues par les modèles numériques. Le minimum sur le Golfe de Gênes peut être dû au déplacement du minimum du Golfe du Lion, et certains phénomènes associés, se produisant à des échelles spatio-temporelles plus détaillées, peuvent être plus difficiles à prévoir. En particulier :

- Dans le cas d'un déplacement du minimum du golfe du Lion vers le golfe de Ligurie, la rotation soudaine des vents vers Libeccio peut provoquer des amas de vent, souvent associés à des systèmes multicellulaires (ligne de grains) ;
- Si le vortex sur la mer Ligure se forme directement, on observe un renforcement progressif des vents d'ouest (Libeccio puis Ponente). Les rafales peuvent être très intenses si le minimum est très profond et peuvent devenir plus fortes en présence d'orages ; les tempêtes de mer sont très probables.
- La présence d'un minimum profond sur la mer de Ligurie est associée à un Mistral intense sur le golfe du Lion et la mer de Corse, cependant le risque d'orages est faible en raison de l'entrée d'air froid et sec ; tempêtes marines ;

En ce qui concerne les systèmes orageux multicellulaires, il existe des phénomènes associés qui comprennent :

- Les tourbillons de mer : impossibles à prévoir dans l'espace, ils constituent une menace pour la navigation (notamment pour les petits navires), même si leur portée est souvent limitée. Ils se forment presque toujours en présence d'un front froid ou de lignes d'instabilité (air froid en altitude).
- MCC : très grands systèmes orageux qui se forment dans l'air chaud (flux Sirocco, Ostro). Elles peuvent être dangereuses en raison des fortes pluies et des rafales soudaines ;
- Ligne de grains : particulièrement dangereuse car elle est toujours associée à des vents frontaux intenses, coïncidant généralement avec un front froid.

Les brouillards d'advection peuvent être très dangereux pour la navigation et les opérations portuaires, principalement parce qu'ils peuvent se former soudainement et avoir une distribution spatiale et une durée très irrégulières. Contrairement aux brouillards de rayonnement, qui sont



Interreg



SICOMAR plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

principalement confinés aux heures de la nuit et du matin, les brouillards d'advection peuvent se produire à tout moment de la journée, en particulier en haute mer.

Vagues extrêmes

En général, les services de prévisions météo-marins fournis par les centres météorologiques produisent des cartes de hauteurs de vagues significatives représentant "la moyenne du tiers le plus élevé des vagues" ou H1/3, c'est-à-dire une sorte de vague moyenne au niveau de l'énergie (parfois appelée Hm0), qui est certainement un paramètre d'une importance fondamentale pour la navigation, tant pour les petits que pour les grands navires. Toutefois, dans la réalité, il est également possible de rencontrer des vagues beaucoup plus élevées, bien qu'avec une faible probabilité. La distribution des vagues la plus couramment utilisée est la distribution dite de Rayleigh (dérivée des hypothèses de linéarité des vagues et de gaussianité de la surface libre), dans laquelle la hauteur maximale correspondante des vagues Hmax varie normalement dans une fourchette d'environ 1,6 à 1,8 fois la hauteur significative des vagues. Dans la littérature scientifique, on a tendance à utiliser les vagues dont la hauteur est supérieure à 2 fois Hs comme seuil pour identifier les vagues "scélérates". Ce que font la plupart des modèles utilisés traditionnellement, c'est d'utiliser des distributions de probabilité "standard" dérivées théoriquement. Cependant, selon les conditions de mer, on peut avoir des distributions différentes et donc avoir, pour des mers de même hauteur significative, une probabilité encore très différente de rencontrer des vagues scélérates. Ainsi, des conditions apparemment similaires peuvent en réalité être associées à des niveaux de risque très différents.

Ces vagues plus extrêmes d'une distribution, d'un point de vue physique, peuvent se former pour diverses raisons. Le plus souvent, elles sont générées par une superposition linéaire, c'est-à-dire que des vagues provenant de différentes directions se concentrent en un même point de l'espace au même moment, générant ainsi une seule vague de plus grande hauteur. Cette superposition peut également être causée par des vagues de différentes longueurs d'onde et donc des vagues à différentes vitesses qui se "chevauchent". De tels mécanismes sont pris en compte par les modèles traditionnels avec lesquels il est possible d'avoir une première approximation de la fréquence des vagues scélérates, ou au-delà d'un certain seuil.

Cependant, certains mécanismes sont plus complexes et aussi beaucoup plus difficiles à prendre en compte dans un modèle. Par exemple, les vagues interagissent avec leur environnement, comme la bathymétrie (c'est-à-dire la profondeur et la morphologie des fonds marins), les courants marins et le vent, des phénomènes qui peuvent entraîner la concentration des vagues en un même point et ainsi augmenter leur hauteur. Enfin, les vagues interagissent entre elles de manière non linéaire et complexe, et ces interactions peuvent à leur tour générer des vagues d'une hauteur inattendue.

La prévisibilité de ces phénomènes est très faible, car elle ne peut être traitée qu'à un niveau probabiliste. Ces aspects ont également été abordés par le projet GIAS.

Services de prévision de la sécurité de la navigation : où est-il mentionné dans le projet ?

Output : Mise en œuvre de systèmes de prévision intégrés pour la sécurité de la navigation



<i>Composant</i>	Activités	Produit
<i>T4 - SERVICES POUR LA SÉCURITÉ EN MER, LA PRÉVENTION DES RISQUES ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT MARIN</i>	T4.2 Applications et services pour la sécurité de toute la navigation	T4.2.2 T4.2.3

Événements accidentels

De nombreux accidents maritimes se produisent dans des situations où l'erreur humaine prédomine sur d'autres facteurs. Les accidents maritimes, dans ce sens, comprennent la collision, l'échouement ou le naufrage du navire, la défaillance du système mécanique ou de propulsion, l'incendie et l'explosion, l'inondation, le gîte et le chavirement du navire.

En outre, il convient de noter que, outre les facteurs critiques et causaux qui ont donné lieu à chaque accident maritime spécifique, la concomitance de mauvaises conditions météorologiques maritimes a, dans plusieurs cas, influencé négativement l'évolution du phénomène accidentel et aggravé ses conséquences : nous citons, à titre d'exemple, les deux accidents survenus fin 2014 à une date et dans une zone géographique proches, notamment celui du ferry Norman Atlantic, dont l'incendie a causé la perte, constatée au 23 février 2015, de 27 vies, et celui d'un cargo transitant dans les eaux voisines.

De l'analyse des données disponibles (Rapporto sui sinistri marittimi du MIT, 2013), il ressort comment il est possible d'encadrer les criticités et les violations rencontrées à travers leur regroupement en domaines d'activité/opération, et ainsi identifier les mauvaises pratiques dans trois domaines d'activité fondamentaux.

1. Mauvaises pratiques liées à la préparation et à l'entretien de l'unité navale avant le départ: il s'agit des criticités liées à la préparation et à l'aménagement de l'unité navale, à l'entretien et au contrôle des équipements, et au respect des exigences de certification de sécurité de l'unité navale (telles que la vérification de l'unité avant le départ, le respect des tableaux d'aménagement, etc) ;

2. Mauvaises pratiques en matière de gestion et d'organisation du travail à bord du navire: il s'agit notamment de problèmes de communication à bord du navire, d'organisation du travail à bord et de respect des règles relatives à la sécurité des conditions de vie et de travail à bord (comme, par exemple, la non-utilisation d'équipements de protection individuelle, qui pourrait avoir une influence négative sur les conséquences de l'événement accidentel).



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

3. Mauvaises pratiques relatives à la conduite de la navigation: violations des règles du Règlement pour la prévention des abordages en mer (COLREG '72, tel que modifié), telles que, par exemple, l'absence de veille, la vitesse excessive ou le non-respect des règles de préséance en mer. La plupart des criticités rencontrées appartiennent à ce dernier groupe : cela soulève des questions sur la formation et la préparation efficaces des capitaines/conducteurs de navires, en particulier, comme nous le verrons plus loin, pour certaines catégories de navires.

Ces aspects, qui impliquent des facteurs découlant de l'erreur humaine et la capacité d'intervenir en termes de prévention par des activités de formation appropriées, ont été abordés dans le cadre du projet par le partenaire FMES avec une série d'études dédiées.

Formation

Les activités de formation, de sensibilisation et de diffusion qui étaient prévues dans le projet SICOMAR Plus ont été sévèrement affectées par les restrictions imposées par l'urgence sanitaire du COVID-19, qui a affecté le déroulement complet des activités du projet.

Ces activités sont décrites plus en détail dans les produits T1.4.1, T1.4.2 et T1.4.3.

Les objectifs atteints et la manière dont les événements de formation et de diffusion ont été réalisés sont brièvement décrits.

L'Institut FMES, n'ayant pas été en mesure d'effectuer une formation frontale, a réalisé une étude avec les objectifs suivants

- l'amélioration de la coopération des acteurs impliqués dans la gestion des situations à risque ;
- la consolidation d'une "culture de la sécurité" où chacun dans la chaîne de sécurité fait preuve de responsabilité et de professionnalisme.

L'objet de l'étude est donc de promouvoir des actions de formation et de sensibilisation auprès du personnel concerné. Les objectifs de l'étude étaient les suivants

- réaliser une étude d'évaluation des besoins de formation et des formations existantes des personnels impliqués, à bord et à terre, dans la sécurité des transports maritimes ;
- élaborer ensuite des plans pédagogiques et les fiches de formation correspondantes.

La zone maritime d'intérêt pour l'étude correspond au Sanctuaire Pelagos.

L'étude a permis d'élaborer des plans de formation et des fiches d'information pour les catégories et les groupes cibles qui répondent collectivement aux recommandations de l'étude. Les plans et fiches présentés ont été élaborés dans un souci d'optimisation des compétences et afin de remédier aux différentes lacunes constatées. Les recommandations sur la formation individuelle peuvent facilement être mises en œuvre par les organismes existants. D'autre part, le plus grand défi est sans doute de parvenir à une amélioration des compétences collectives ou, plus généralement, de faciliter le passage d'une approche individuelle à une approche collective plus marquée. Si les compétences individuelles sont évidemment nécessaires et constituent des



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

briques indispensables dans un contexte d'efficacité collective, il n'en demeure pas moins que les prérequis collectifs sont tout aussi nécessaires. La juxtaposition de compétences individuelles ne suffit plus lorsque les nouveaux modèles de travail intègrent la dimension de l'intelligence collective et naissent de la coopération et de la synergie des différents acteurs. Les connaissances et le savoir-faire doivent être mieux partagés afin d'élaborer des réponses efficaces aux crises. La complexité accrue des situations de travail (nouveaux risques, accélération de la pression du temps, etc.) conduit à privilégier une telle approche. La mémoire organisationnelle, la confiance et la communication inter-organisationnelles, ainsi que le partage d'informations sont des conditions préalables indispensables pour gérer efficacement une crise et faire preuve de résilience collective. A cette fin, la formation doit absolument s'inscrire dans une démarche collective impliquant les différents acteurs de la sécurité maritime dans le Sanctuaire Pelagos et plus généralement dans toutes les mers et océans. Il est évident qu'une telle formation collective ne peut être dispensée qu'au sein d'un corps commun. Dans cette optique, les catégories et les groupes cibles peuvent être plus utilement et plus facilement mélangés au sein de certaines formations (par exemple celles visant à développer les capacités de réponse à la gestion de crise des bénéficiaires. Par ailleurs, l'amélioration de la gestion de la sécurité maritime, dans une perspective de pédagogie active, est conditionnée par la mobilisation de nombreuses ressources cognitives. La formation croisée de haut niveau requiert également la présence d'une structure de formation performante, solide sur le plan organisationnel et jouissant d'une forte légitimité. En effet, ils offrent toutes les garanties pédagogiques nécessaires et répondent à de nombreuses exigences en termes de connaissance des interactions des secteurs maritime, civil et militaire afin de répondre aux attentes et aux besoins des futurs bénéficiaires de la formation. Au-delà de l'optimisation et de l'échange fructueux de l'expertise collective, l'avantage d'un centre commun est de permettre une réelle compréhension mutuelle entre les acteurs. L'étude a posé l'hypothèse de la création d'un centre commun franco-italien avec deux sous-structures parallèles, une en France et une en Italie. La création d'une telle structure dans un contexte géographique proche du Sanctuaire Pelagos représenterait une réelle valeur ajoutée pour la sécurité maritime dans une zone où la biodiversité est particulièrement menacée.

Cette structure pourrait également constituer une première expérience franco-italienne au sein de l'Union européenne, à laquelle d'autres États membres pourraient se joindre, et peut-être être reproduite dans d'autres bassins géographiques, au sein et en dehors de l'UE.

L'activité T1.4.2 (événements de sensibilisation pour les citoyens et les écoliers) a également été fortement conditionnée par la situation épidémiologique, empêchant les activités d'enseignement frontal à de larges audiences. C'est pourquoi l'ARPAL a décidé d'ajouter la formation "frontale" à la formation "web", également en synergie avec le projet GIAS, pour permettre la réalisation des activités. Les événements de sensibilisation s'adressaient aussi bien aux écoliers qu'aux citoyens, utilisant surtout les canaux mis à disposition par le web et les réseaux sociaux pour leur capacité à atteindre un large public, promouvant ainsi également les activités du projet. Les questions de la prévision du temps et de l'état de la mer ont été abordées, sur l'analyse et le développement desquels l'Agence a également travaillé grâce aux fonds du projet Sicomar Plus. En effet, les produits de prévision de l'état de la mer de l'ARPAL, destinés aux citoyens et aux usagers (bulletin



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

de la mer, bulletin de la Ligurie, avis de mer et avis météorologiques), ont été améliorés en termes de contenu et d'aspect graphique (produit T.4.2.3.). La nouvelle version conviviale vise à encourager la consultation par un plus grand nombre d'utilisateurs.

ARPAL a également participé au Séminaire organisé le lundi 13 septembre 2021 par le Genoa Blue District et le Centre de la Mer de l'Université de Gênes intitulé "Vagues marines et énergies renouvelables" au Magazzini dell'Abbondanza, via del Molo 65, Gênes. Au cours de la présentation, les travaux réalisés dans le cadre du projet sur la bouée de Capo Mele ont été illustrés.

L'ARPAL a parlé des résultats, expliquant l'importance des bulletins météorologiques. Le bulletin météorologique est un outil fondamental à fournir aux décideurs territoriaux, aux armateurs et aux capitaines de port comme aide à la décision. Le 3 décembre 2021, un événement du projet Interreg LOSE+ a eu lieu à Gênes, dans le cadre de la Genoa Smart Week, où les résultats d'ARPAL dans le projet SICOMAR Plus ont été illustrés.

CIMA et ARPAL ont organisé un autre événement de diffusion pour les citoyens et les écoliers. Un atelier a été organisé dans le cadre du Genoa Science Festival - Edition 2021, intitulé "Who Wants to be a Sailor". "Who Wants to be a Sailor" est une mission maritime virtuelle, au cours de laquelle les participants doivent prendre des décisions sur les routes à emprunter en fonction des conditions météorologiques et de leur impact potentiel sur les habitats et les espèces qu'ils rencontrent, tant sur le littoral qu'au large. En interprétant les cartes météorologiques marines, la bathymétrie et les paramètres biologiques, les participants apprennent à naviguer en toute sécurité. Être conscient et préparé est le meilleur moyen de prévenir et de réduire les risques. L'atelier est conçu pour être mené à la fois en personne et à distance, et est donc facilement reproductible à l'avenir. La durée de l'atelier est de 60 minutes.

Le CIMA et l'Université de Toulon ont organisé deux écoles de formation avancée (Produit T1.4.3). L'école "WEB GIS Platforms for marine monitoring" a été créée dans le but de fournir une formation pratique à l'utilisation des plateformes web gis mises en place dans le cadre du projet SICOMAR plus (Produit T4.1.2). L'école s'adresse aux étudiants universitaires et aux techniciens du secteur qui souhaitent approfondir leurs connaissances dans le domaine de la surveillance météorologique marine et de la prévention des risques pour les écosystèmes marins. Suite à l'urgence sanitaire survenue à partir de février 2020, il a été décidé de mettre en œuvre l'ensemble de l'école sous un format d'apprentissage électronique asynchrone. Ce mode :

- Garantit l'utilisation autonome du contenu par les participants, qui peuvent suivre l'école en fonction de leur temps et de leurs possibilités ;
- ne nécessite pas que les enseignants et les élèves se déplacent, ce qui garantit son fonctionnement même pendant les périodes où la libre circulation n'est pas autorisée ;
- il représente un produit qui restera disponible même après la fin du projet SICOMAR plus.

Les contenus ont été produits en collaboration avec les partenaires du projet, ARPAL et LaMMA.

L'Université de Toulon a organisé l'école d'été Sicomar-Plus sur les radars océanographiques qui s'est déroulée du 26 au 28 mai 2021 sur le campus principal de l'Université. L'objectif de cette école était de former des étudiants, des chercheurs et des acteurs de la sécurité maritime aux dernières technologies de surveillance maritime par radar haute fréquence mises en œuvre par les partenaires du projet Sicomar-Plus.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

En raison des restrictions de voyage et des conditions de santé, l'université d'été a été organisée en mode "hybride" avec des participants en ligne (~ 40 personnes) et des participants physiquement présents (~ 20 personnes). Un système de vidéoconférence avec projection sur grand écran a été installé dans un amphithéâtre de l'Université et 24 conférences plénières de 20 minutes chacune, données par des spécialistes reconnus dans le domaine, ont été organisées les 26 et 27 mai au matin.

Des séances de travaux pratiques de 3 heures ont été réalisées (également en mode hybride) dans des salles informatiques les 27 et 28 mai après-midi. Enfin, une visite du site radar principal du MIO a été organisée pour 16 personnes le matin du 28 mai.

Activités liées à la formation : où sont-elles mentionnées dans le projet ?

Output: N/A

<i>Composant</i>	Activités	Produit
<i>T1 - ACTIONS DE GOUVERNANCE POUR LA SÉCURITÉ MARITIME</i>	T1.4 Formation	T1.4.1
		T1.4.2
		T1.4.3

Vulnérabilité et risques dans les zones côtières liés aux routes maritimes et aux conditions environnementales

Le calcul du risque de dommage environnemental subi suite à l'impact d'hydrocarbures déversés en mer à la suite d'un accident maritime ou opérationnel ou d'un acte illégal volontaire a été abordé dans le cadre du projet SICOMARplus selon une approche modélisation-expérimentation.

En partant de la définition des différentes quantités et définitions qui sous-tendent le calcul du risque, 4 concepts principaux sont définis, à savoir la **Vulnérabilité**, l'**Exposition**, le **Dommage** et le **Danger**.

Par **Vulnérabilité** d'un système, qu'il s'agisse d'une portion de côte, d'un environnement dunaire, sous-marin ou autre, on entend de manière générique la propension à subir des dommages suite au stress induit par un événement d'une certaine intensité ; plus la vulnérabilité est grande, plus la propension à subir des dommages est grande. La vulnérabilité est inversement proportionnelle à la résilience, donc plus la résilience est grande, plus la vulnérabilité est faible.

Le terme "**Exposition**", qui se réfère dans ce cas à un écosystème spécifique, désigne la valeur écologique du peuplement qui risque d'être perdue en cas de déversement de contaminants dans la mer. L'exposition d'une portion de littoral sera d'autant plus grande que la biodiversité, la



Interreg



SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

productivité et l'ensemble des services écosystémiques qu'offre le peuplement actuel sont importants.

Dans ce cas précis, après avoir estimé les quantités précédentes, le **Domage**, ou la gravité des conséquences attendues à la suite d'un événement indésirable, est obtenu à partir du produit de la Vulnérabilité et de l'Exposition.

Le terme "**Danger**", dans ce cas précis, désigne les aspects de probabilité statistique concernant la possibilité qu'un tronçon de côte soit touché par un déversement d'hydrocarbures en mer à la suite d'accidents ou d'activités liés au trafic maritime.

Enfin, en multipliant le danger par les dommages, on obtient le **Risque**, qui indique la probabilité relative de subir des dommages à la suite d'un événement de pollution sur une portion donnée du littoral à un moment donné.

Le calcul et la quantification des dommages et, par conséquent, de la vulnérabilité et de l'exposition d'une portion donnée du littoral aux effets d'une pollution potentielle par les hydrocarbures nécessitent l'utilisation de différents types d'approches en fonction du type de littoral. Dans le cadre de SICOMARplus, les quantités susmentionnées ont été définies et quantifiées pour deux types différents d'environnements côtiers, à savoir les fonds mobiles (plages) et les fonds durs (côtes rocheuses), tandis que les environnements fortement anthropisés tels que les zones portuaires n'ont pas été analysés.

Des indices spécifiques dérivés de l'analyse des caractéristiques morphologiques des rivages analysés ont été estimés pour les rivages sableux, principalement situés dans la zone des Bouches de Bonifacio. Pour ce type de systèmes complexes, qui impliquent la présence d'interconnexions entre les besoins et les interventions anthropiques et les processus et dynamiques de l'écosystème marin-côtier, il n'est pas possible de définir les dommages induits par une éventuelle marée noire car ils ne peuvent être estimés que par rapport aux aspects socio-économiques et donc strictement liés à l'exploitation anthropique et aux pertes générées dans le secteur touristique. Ces dommages sont ensuite directement corrélés à la vulnérabilité du littoral exprimée par l'indice ESI tel que défini par la National Oceanic and Atmospheric Administration sur la base de la pente et de la granulométrie des côtes sableuses. En particulier, plus l'indice ESI est élevé, plus les dommages subis par le littoral à la suite d'un échouage potentiel d'hydrocarbures sont importants, tant en ce qui concerne l'efficacité de l'élimination spontanée, par le mouvement des vagues et les courants, que le succès de toute opération d'élimination mécanique effectuée par l'homme. Ainsi, dans le cas des littoraux sableux, les dommages causés par l'impact des hydrocarbures sont intrinsèquement liés à la vitesse à laquelle ils peuvent être retirés d'un même tronçon de côte, et sont quantifiables en fonction de leurs caractéristiques morphologiques. sans faire de distinction entre les littoraux haut et bas de gamme et touristiques. Dans tous les cas, la difficulté d'enlever les hydrocarbures échoués, qu'elle soit spontanée ou mécanique, a donc été considérée comme un indicateur des dommages potentiels induits par l'impact des hydrocarbures sur les rivages sableux. Pour les côtes rocheuses, le concept d'efficacité de l'enlèvement spontané ou mécanique n'est pas facile à appliquer et ne convient pas non plus particulièrement pour définir la vulnérabilité. Bien que des variables telles que la pente et l'exposition au mouvement des vagues puissent influencer la permanence des hydrocarbures adhérent aux roches, la vulnérabilité, l'exposition et les dommages potentiels liés à l'impact des hydrocarbures ont été déterminés sur la base de la qualité écologique du peuplement côtier associé et de sa capacité à se rétablir après le déversement de



Interreg



SICOMARplus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

polluants. Dans ce contexte, dans le cadre du projet SICOMARplus, les indices de vulnérabilité, d'exposition et de dommages ont été définis sur la base des caractéristiques des populations intertidales benthiques des environnements rocheux des îles de l'archipel toscan. En particulier, l'exposition a été définie comme la valeur écologique du peuplement qui risque d'être perdue en cas de déversement de contaminants dans la mer. L'exposition d'une portion de littoral sera d'autant plus grande que la biodiversité, la productivité et l'ensemble des services écosystémiques qu'offre le peuplement actuel sont importants. En revanche, la vulnérabilité a été quantifiée par rapport aux caractéristiques de résilience de l'écosystème côtier, cette dernière étant inversement proportionnelle au degré de complexité de l'écosystème lui-même. Dans ce cas, l'endommagement est dérivé du produit des deux quantités maintenant décrites.

L'estimation de l'aléa d'une portion de littoral, ou plutôt de la probabilité d'impact des hydrocarbures suite à des déversements en mer, est réalisée grâce à l'utilisation de modèles numériques océanographiques et de déversements d'hydrocarbures permettant de simuler le transport et la dégradation des masses d'hydrocarbures par les courants, les vagues et les vents. En particulier, en utilisant un modèle lagrangien appelé Particle Tracking Model (PTM) couplé à un modèle océanographique, il est possible de simuler le trajet suivi par des particules numériques émulant des masses d'hydrocarbures déversées en mer. Considérant qu'il existe une corrélation claire entre la densité du trafic maritime et la fréquence des accidents maritimes qui entraînent des déversements d'hydrocarbures avec la pollution conséquente de l'environnement marin et côtier, il est possible d'utiliser les données sur les routes du trafic maritime comme sources potentielles de déversements d'hydrocarbures en mer. En effectuant des simulations hydrodynamiques et de déversement d'hydrocarbures, il est possible d'estimer différentes quantités pour chaque portion de côte de la zone d'intérêt, telles que : la densité des impacts de particules pour chaque portion de côte, l'âge des particules au moment de l'impact, et les caractéristiques physiques et chimiques associées telles que la quantité et la densité d'hydrocarbures déversés. Ces informations servent de base au calcul, pour chaque portion de littoral d'intérêt, d'un indice de danger généralement sans dimension et normalisé entre 0 et 1.

Cela dit, le risque peut alors être défini comme le produit du danger (HZ) calculé sur une base océanographique par les dommages (D) calculés à l'aide de l'indice ESI pour les côtes sableuses et estimés sur une base écologique pour les côtes rocheuses :

$$RI_j^s = HZ_j^s * D_j$$

où j indique le littoral s le type de navire dont dépendent les caractéristiques de l'hydrocarbure déversé. Les résultats obtenus par l'application de cette méthodologie permettent de produire des cartes de risque relatif de dommages causés par l'impact des hydrocarbures sur le littoral en fonction des différentes catégories de navires, des périodes de l'année et des types de littoral.

Risque de collision avec les grands cétacés dans le Sanctuaire Pelagos : cartographie des zones sensibles et des zones à risque

L'un des principaux risques environnementaux associés à la navigation commerciale dans la zone transfrontalière, qui coïncide avec le sanctuaire international Pelagos pour la protection des mammifères marins, est le risque de collision avec les grands cétacés. Pour les populations



Interreg



**SICOMAR
plus**

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

méditerranéennes de rorqual commun et de cachalot, les collisions constituent en effet l'un des principaux facteurs de mortalité anthropique (Panigada et al., 2006 ; Peltier et al., 2019).

Les deux espèces sont classées respectivement comme " vulnérable " (Panigada et Notarbartolo di Sciara, 2012) et " en danger " (Notarbartolo di Sciara et al., 2012) dans la dernière évaluation de la liste rouge de l'IUCN, des statuts qui soulignent la nécessité de mesures de conservation efficaces. Il est donc nécessaire de disposer d'outils et de cartographies permettant une gestion synoptique des activités anthropiques.

Afin de mieux cibler les mesures de conservation nécessaires, le chevauchement entre les aires de distribution des espèces et les zones les plus affectées par le trafic maritime doit être identifié et cartographié (Pennino et al., 2017) : ce chevauchement permet en effet d'identifier les zones à haut risque.

Les modèles de distribution des espèces sont largement reconnus comme un outil précieux pour comprendre et prévoir la distribution des espèces (Pearce et Ferrier, 2000 ; Redfern et al., 2006 ; Gormley et al., 2013 ; Santora et al., 2014 ; Cribb et al., 2015 ; Becker et al., 2016). Dans le cas spécifique des espèces d'intérêt pour le projet, leur écologie et l'immensité de leur aire de distribution imposent une double approche. D'une part, la description et la prédiction de la présence et de la distribution de l'espèce sur l'ensemble de la zone d'intérêt (le sanctuaire Pelagos), également basée sur des paramètres dynamiques et permettant l'évaluation des variations interannuelles. D'autre part, une plus grande attention doit être accordée aux "points chauds de la distribution", c'est-à-dire aux zones qui sont importantes pour la distribution des espèces de manière récurrente et qui peuvent être utilisées pour une cartographie statique. À cette fin, deux cartographies différentes ont été produites:

- Cartes de sensibilité environnementale
- Cartes des risques le long des couloirs de trafic

Pour les deux cartographies, un grand jeu de données composé de données historiques (2009-2018) a été utilisé, complété en outre par des campagnes de collecte de données réalisées dans le cadre du projet Sicomar plus (2018-2020). Les données sur la présence et la distribution des espèces ont été collectées le long de transects fixes positionnés dans le Sanctuaire Pelagos, en utilisant les ferries réguliers comme plateformes d'opportunité qui ont assuré une collecte de données systématique et reproductible dans le temps. De plus amples détails sur la méthodologie de collecte des données et la procédure de traitement et d'organisation de l'ensemble des données finales sont présentés dans les rapports T1.2.1 et T2.2.3.

Cartes de sensibilité environnementale

La création de la carte de sensibilité implique d'abord la définition spécifique aux espèces des modèles de distribution, en utilisant des Generalized Additive Models (GAM - Hastie et Tibshirani, 1986). Les GAM ont été utilisés pour prédire la présence de hotspots persistants sur l'ensemble de la zone Pelagos, en utilisant l'indice de persistance (HI) (la méthodologie concernant l'analyse de l'indice de persistance est décrite dans le rapport T4.3.3) calculé sur la période 2009-2019 et diverses variables environnementales, tant statiques que dynamiques.

La procédure consiste d'abord à établir des cartes de sensibilité séparément pour les deux espèces, qui sont ensuite combinées en une seule carte de sensibilité pour la zone Pelagos.

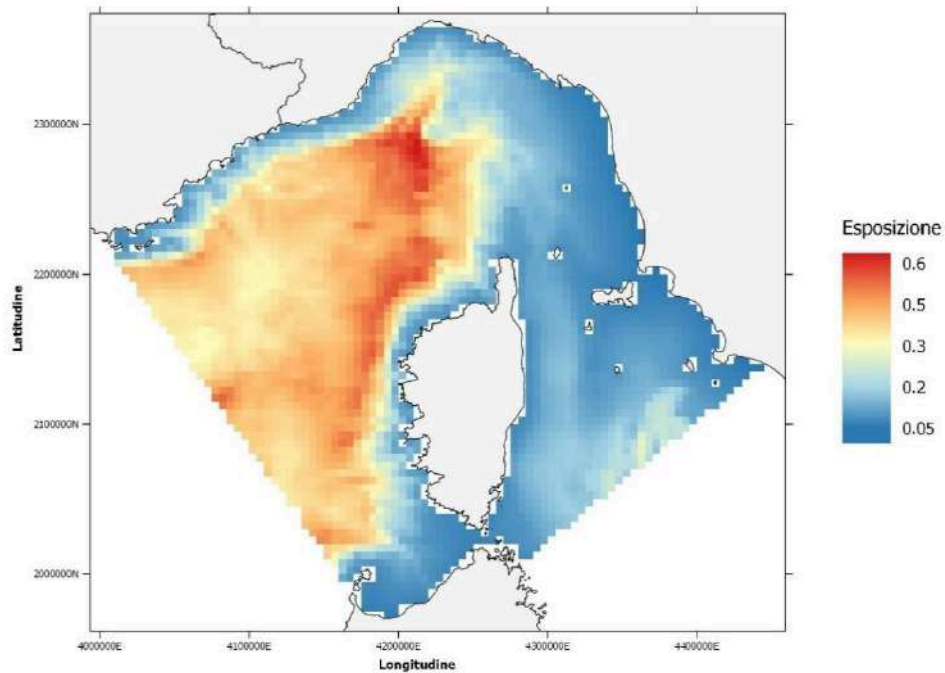


Figure 1: Carte de sensibilité environnementale de la zone Pelagos

La valeur d'exposition obtenue indique la probabilité que la zone représente un point chaud de distribution pour l'une des deux espèces analysées.

Cartes des risques le long des couloirs de trafic

L'approche proposée consiste à cartographier les points chauds de distribution des espèces directement le long des routes suivies par les principales compagnies maritimes. Les points chauds identifiés ont été analysés en termes de persistance sur une période de 10 ans.

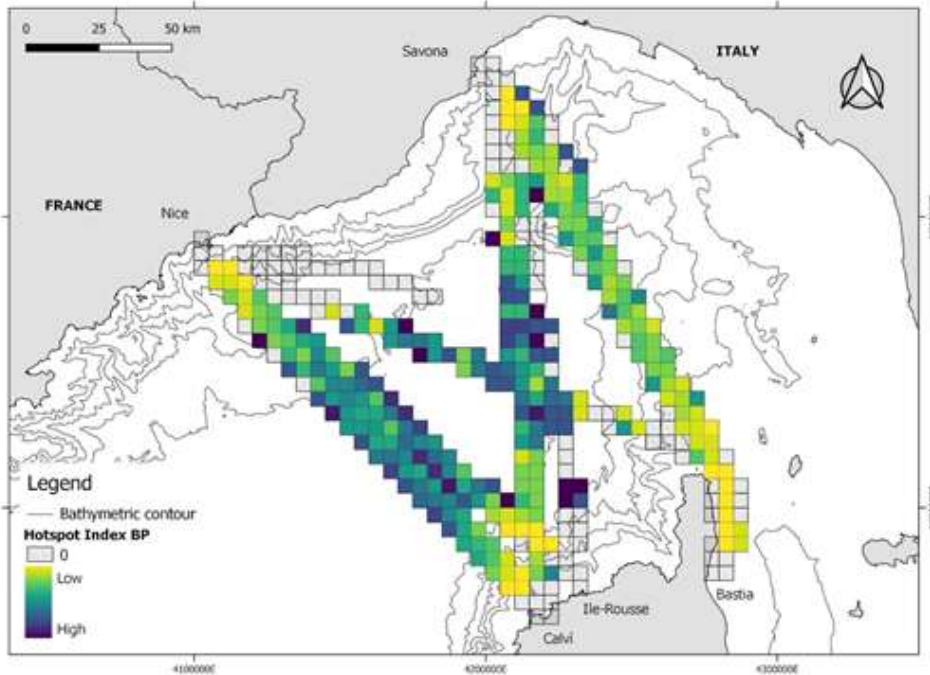


Figure 2: La carte des risques pour le rorqual commun

La carte des risques pour le rorqual commun montre un risque moyen à élevé, en particulier pour les routes traversant le plan abyssal (zones de plus de 2000 m de profondeur), conformément à l'habitat préféré de l'espèce. Il est également possible d'identifier des zones à risque faible-moyen en correspondance avec d'importants ports commerciaux et touristiques, tels que Savone, Nice et Bastia.

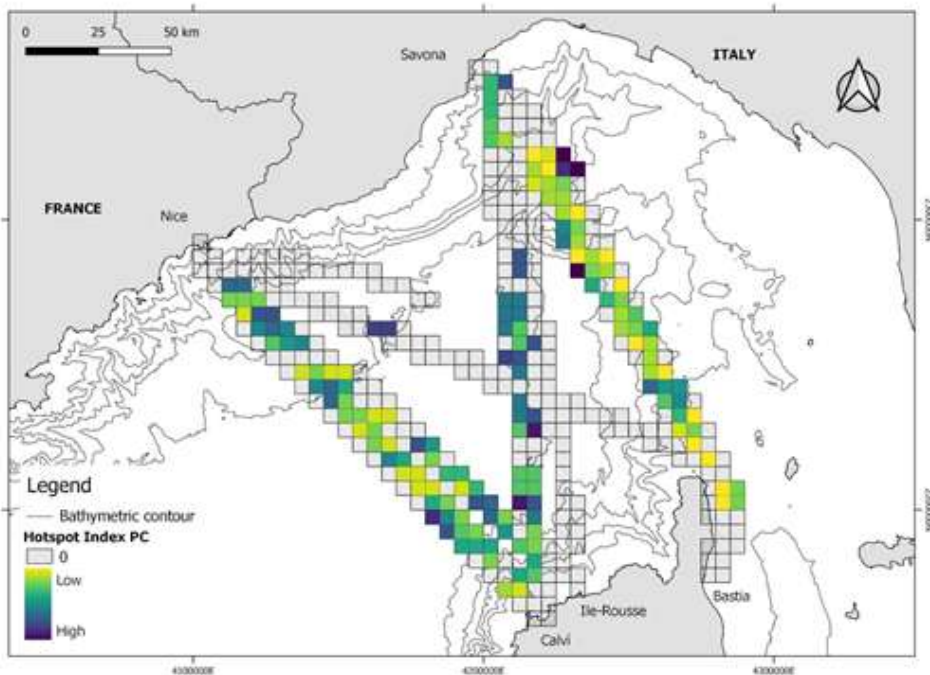


Figure 3: La carte des risques pour le cachalot



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

En ce qui concerne le cachalot, le risque dans les zones situées au large des grands ports semble être plus élevé, notamment à Savone et à Bastia.

Les cartes produites ont été présentées lors de l'atelier "Proposition pour une PSSA dans le nord-ouest de la Méditerranée", co-organisé par le Secrétariat Pelagos et le Ministère de la Transition écologique, le 17/12/2021 à Rome.

Risque de déversement

La mer Méditerranée est l'une des principales routes maritimes du monde, étant traversée par environ 30 % du trafic maritime (Campana et al., 2017). Chaque année, des milliers de cargos, de pétroliers et de navires de toutes sortes traversent les détroits encombrés de Gibraltar et du Bosphore, peuplant les routes maritimes des différents sous-bassins de cette mer pour transporter des marchandises de toutes sortes, y compris des produits chimiques et pétroliers. Dans ce contexte, le Mediterranean Quality Status Report (2017) du Programme des Nations unies pour l'environnement, a identifié une corrélation claire entre la densité du trafic maritime et la fréquence des accidents maritimes qui entraînent des déversements d'hydrocarbures provoquant une pollution de l'environnement marin et côtier marin. La pollution chimique due au pétrole ainsi qu'à d'autres substances toxiques (par exemple les métaux lourds) a un fort impact sur les écosystèmes marins, et cet impact est plus prononcé lorsque ces polluants atteignent l'environnement côtier, où, à l'exception de zones industrielles relativement limitées, de nombreuses activités sociales et économiques dépendent souvent du bon état environnemental de l'écosystème. En réponse aux réglementations et recommandations internationales (cf. Convention des Nations Unies sur le droit de la mer - UNCLOS), les autorités nationales et locales disposent actuellement de nombreux systèmes de gestion des risques opérationnels capables de fournir des scénarios d'évaluation des risques de pollution ou une évaluation rapide des risques en cas d'accident maritime.

Ces systèmes sont principalement basés sur l'application de modèles numériques de prévision hydrodynamique, de vagues et de marées noires pour prédire les trajectoires suivies par les masses de polluants dispersées en mer. Ces systèmes, outre qu'ils permettent une intervention rapide en cas d'événements indésirables accidentels, tels que des collisions maritimes ou des déversements opérationnels, sont couramment utilisés pour évaluer le risque de réduction de la qualité de l'environnement côtier en fonction de la probabilité estimée de l'impact d'un déversement d'hydrocarbures sur la côte et des caractéristiques de vulnérabilité des rivages touchés.

Dans ce contexte, dans le cadre du projet SICOMARplus, un modèle numérique hydrodynamique, de vagues et de déversements d'hydrocarbures a été mis en œuvre pour l'archipel toscan afin de reproduire les caractéristiques de circulation des eaux de surface et d'estimer la probabilité d'impact sur la côte des déversements potentiels d'hydrocarbures provenant des activités maritimes. Le cœur du système de prévision est le modèle numérique SHYFEM, un modèle hydrodynamique open source basé sur la méthode des éléments finis, qui intègre une suite de



modules numériques capables de simuler la circulation de l'eau en 3 dimensions, la propagation des vagues et le devenir des polluants dissous ou dispersés dans la colonne d'eau. En utilisant comme données de forçage des produits de prédiction dérivés de modèles atmosphériques globaux et de modèles océanographiques appliqués à l'ensemble du bassin méditerranéen, des simulations numériques pluriannuelles ont été réalisées pour reproduire la circulation des eaux de surface de manière très détaillée, jusqu'à 50 mètres, dans la zone de l'archipel toscan (Figure 4).

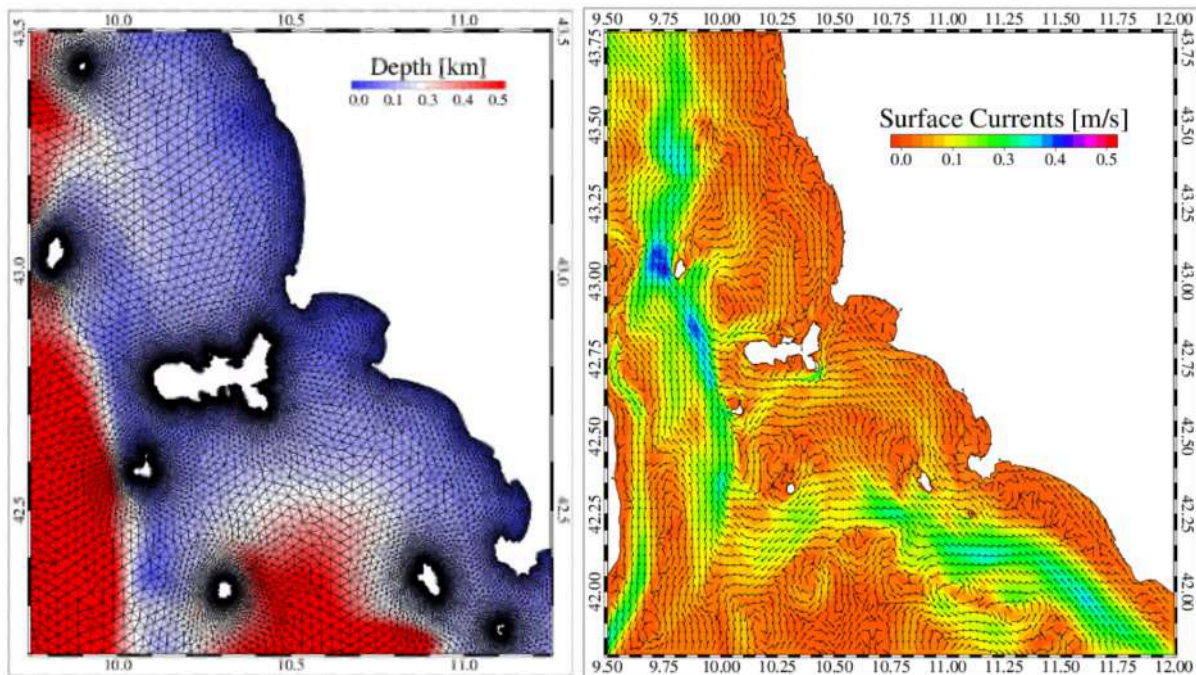


Figure 4: Détail de la grille de calcul utilisée pour les simulations numériques (panneau de gauche) et résultats obtenus pour le courant de surface dans la zone de l'archipel toscan (panneau de droite).

Les résultats obtenus, validés par comparaison avec les données de courant de surface mesurées, ont été utilisés pour prédire le devenir des hydrocarbures hypothétiquement déversés le long des principales routes de trafic maritime dans la zone d'intérêt. En particulier, en utilisant les données de densité du trafic maritime pour les années 2019 et 2020 diffusées par le portail EMODNET (Figure 5), comme sources potentielles de déversement, des simulations numériques mensuelles ont été réalisées pour estimer le transport, par les courants, et les changements physico-chimiques des particules numériques libérées à fréquence diurne dans le domaine d'investigation et émulant des masses d'hydrocarbures déversées par 3 types de navires différents : Pétroliers, navires de charge et navires à passagers. Pour chaque particule, on a ensuite calculé la trajectoire et le changement de masse au cours des 10 jours suivants, entre le moment de la libération et l'impact éventuel sur la côte.

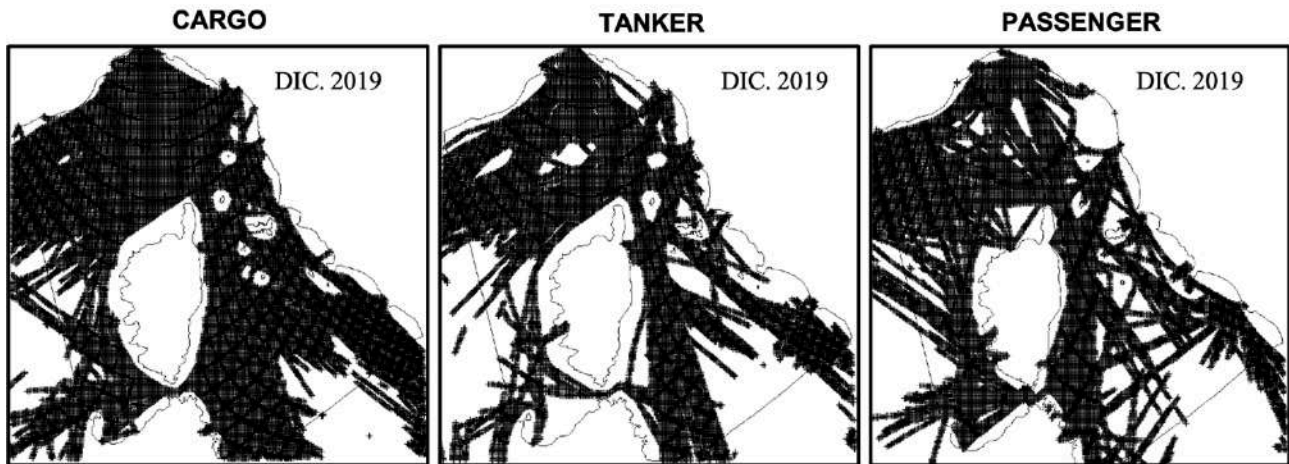


Figure 5: Distribution spatiale des densités de trafic maritime des 3 différents types de navires considérés pour le mois de décembre 2019 dans la zone d'intérêt.

Les densités des particules impactées et leurs "âges" au moment de l'impact ont ensuite été calculés pour chaque simulation mensuelle, pour chaque catégorie de navire et pour chaque élément du littoral dans le domaine de calcul. En combinant ces informations, il a été possible d'estimer le danger (HZ) du littoral par rapport à une éventuelle marée noire le long des principales routes de trafic maritime. En même temps, pour les côtes rocheuses qui dominent le paysage de l'archipel toscan, des indices de vulnérabilité et d'exposition ont été théorisés et estimés afin de définir une échelle de dommages potentiels au système côtier par rapport à un impact potentiel des hydrocarbures sur la côte. Ces indices ont notamment été déterminés en fonction de la qualité écologique des populations côtières, et plus particulièrement en fonction des caractéristiques des populations benthiques intertidales présentes dans les milieux rocheux des îles de l'archipel. Une série de campagnes d'enquête a été menée pour quantifier le degré de biodiversité des écosystèmes côtiers rocheux, à partir duquel des scores de vulnérabilité, d'exposition et de dommages potentiels (D) ont été déterminés (Figure 6).

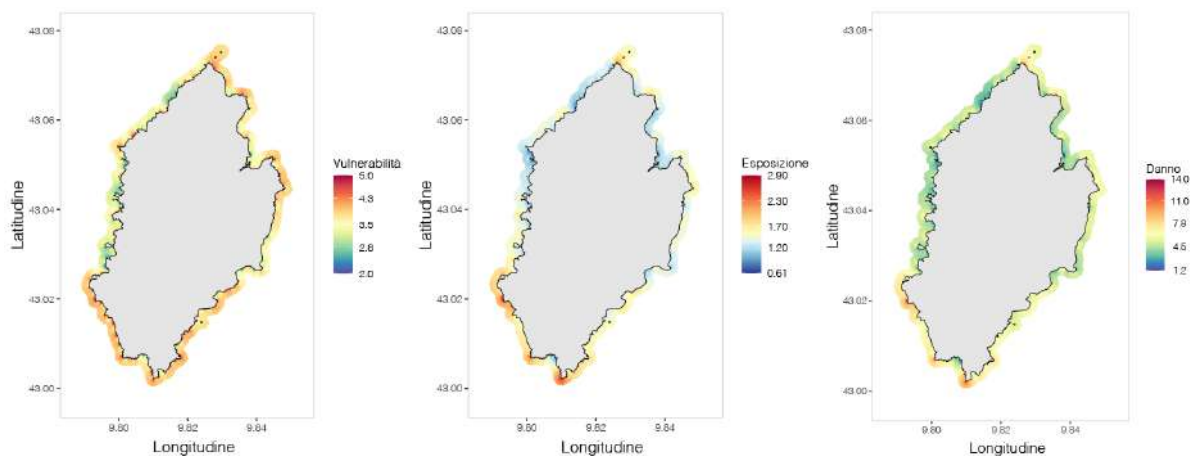


Figure 6: Distribution spatiale de la vulnérabilité, de l'exposition et des dommages calculés sur la base des données de biodiversité sur l'estran et la frange infralittorale de l'île de Capraia.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Ceci dit, le risque a été défini comme le produit du danger (HZ) calculé sur une base océanographique par les dommages (D) estimés sur une base écologique pour les côtes rocheuses. Des cartes de risque d'impact des hydrocarbures ont ensuite été mises en place pour la zone de l'archipel toscan pour les années 2019 et 2020 pour chacune des 3 catégories de navires.

La figure 7 montre les résultats normalisés par catégorie et divisés pour les 4 zones d'intérêt correspondant aux îles de Capraia, Pianosa, Giannutri et Montecristo. En ce qui concerne la côte de l'île de Capraia (panneaux supérieurs de la figure 4), des similitudes peuvent être identifiées entre les distributions des risques pour les catégories Cargo et Tanker, avec des valeurs moyennes plus faibles le long des côtes est et centre-ouest et des valeurs généralement plus élevées pour les côtes nord et sud-ouest. Pour la catégorie des passagers, la distribution est plus homogène, avec des indices de risque plus élevés le long de toutes les côtes, sauf celles du centre-ouest. Les valeurs de risque pour les côtes de l'île de Capraia, dans la même catégorie et par rapport aux autres îles, sont les plus élevées. En ce qui concerne l'île de Pianosa, on observe une similitude dans la distribution spatiale de l'indice de risque pour les trois catégories, avec des valeurs plus élevées à l'extrémité sud et près des têtes principales le long de la côte ouest. Le risque d'impact est en moyenne 1/4 inférieur à celui calculé pour l'île de Capraia. Une plus grande variabilité dans la distribution du risque est observée sur le littoral de l'île de Giannutri, où, bien qu'il soit caractérisé par des valeurs moyennes, il existe un risque élevé de dommages dus aux hydrocarbures sur de vastes étendues du littoral sud-ouest pour les catégories Cargo et Tanker. Alors que pour la catégorie "passagers", les valeurs de risque sont généralement faibles et homogènes sur l'ensemble du littoral, avec des augmentations localisées près des têtes principales. En revanche, dans le cas de l'île de Montecristo, les résultats sont caractérisés par une faible variabilité spatiale des valeurs de risque pour toutes les catégories, les valeurs moyennes étant plus élevées pour les catégories Cargo et Pétroliers que pour la catégorie Passagers.

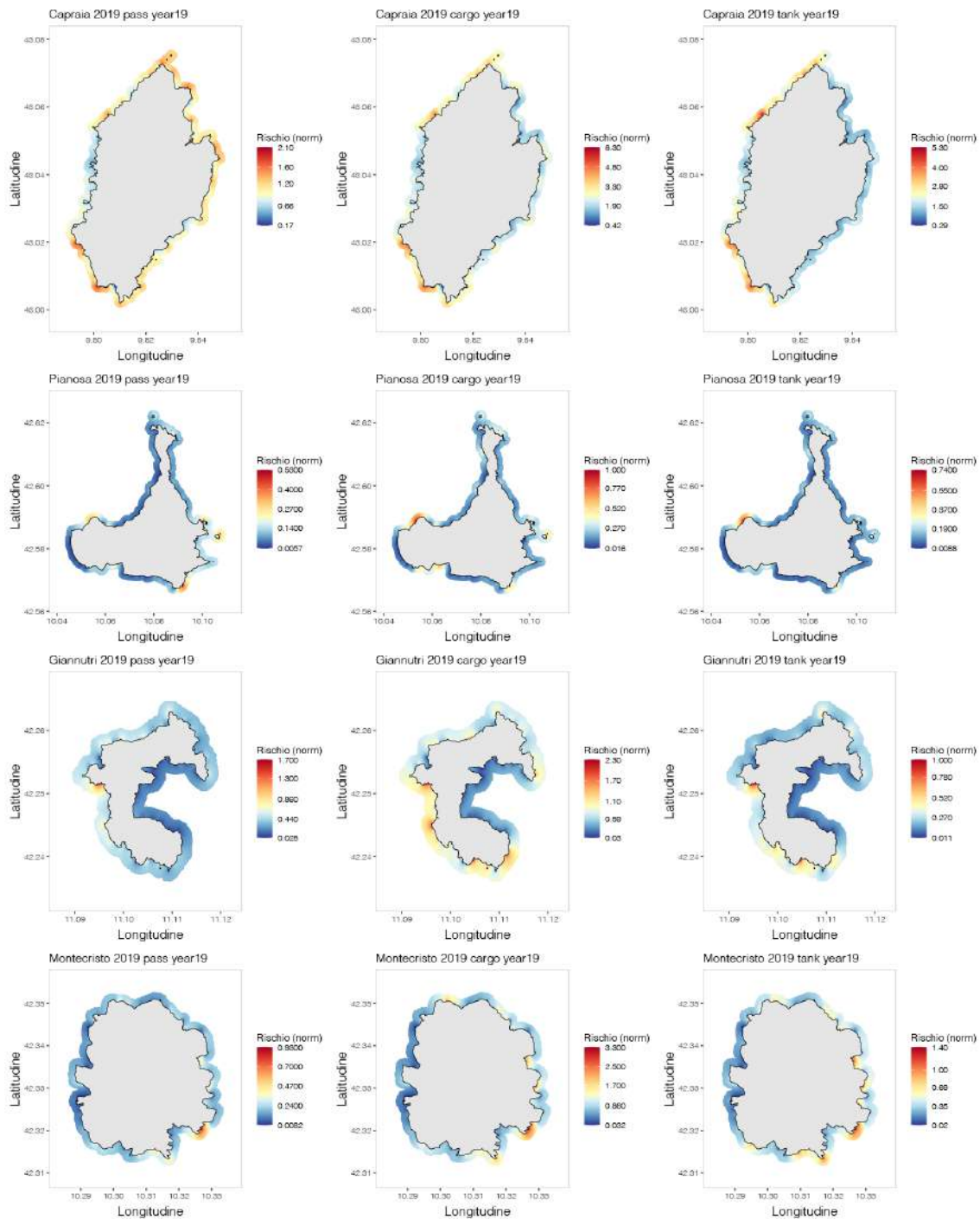


Figure 7: Cartes de risque (calculées comme le produit des dommages et des dangers) d'impact d'hydrocarbures dans l'environnement du littoral rocheux, estimées pour l'année 2019 pour 4 îles de l'archipel toscan et pour chacune des 3 catégories de navires : passagers (panneaux de gauche), marchandises (panneaux du milieu) et pétroliers (panneaux de droite).



Services pour la planification et la gestion des risques liés au transport maritime : où est-il mentionné dans le projet ?

Output : Conception, mise en œuvre et systématisation des services de sécurité de la navigation

<i>Composant</i>	Activités	Produit
<i>T4 - SERVICES POUR LA SÉCURITÉ EN MER, LA PRÉVENTION DES RISQUES ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT MARIN</i>	T4.3 Cartographie des zones à haut risque	T4.3.1 T4.3.2 T4.3.3

Navigation sûre : services en temps réel

PILOTAGE DANS LES ZONES MARITIMES DANGEREUSES

Le pilotage hauturier est un service d'aide à la navigation permettant de traverser des zones maritimes dangereuses dans des conditions de sécurité acceptables malgré un trafic intense et des conditions météorologiques défavorables. Dans le cadre de SICOMAR Plus, cette activité a été étudiée par l'Office des Transports de la Corse (OTC) en termes de faisabilité technique et économique par rapport au détroit international de Bonifacio, dans le but de comprendre quelles conditions juridiques et financières doivent être réunies pour que l'OTC puisse mettre en place - pour une période d'essai - un service de pilotage hauturier

L'Organisation maritime internationale (IMO), dans sa résolution A.766(18) du 17 novembre 1993, a demandé aux gouvernements des États membres "d'interdire ou au moins de décourager le passage par le détroit de Bonifacio des pétroliers, des transporteurs de gaz et des navires transportant des produits chimiques dangereux en vrac visés par la résolution MEPC.49(31) adoptée le 4 juillet 1991". Après une longue période de travail conjoint, la France et l'Italie ont obtenu en 1998 de l'IMO la mise en place d'un système franco-italien de surveillance et d'aide à la navigation avec deux centres de contrôle : le feu de Pertusato sur la côte française et la station de garde-côtes de la Maddalena sur la côte italienne.

Depuis 2001, un protocole d'accord franco-italien permet aux navires des deux États chargés de la surveillance du trafic dans les Bouches de Bonifacio d'intervenir indifféremment dans les eaux territoriales françaises ou italiennes en cas de besoin. Le travail diplomatique des deux pays a permis d'obtenir en 2011 le classement du détroit de Bonifacio en zone maritime particulièrement



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

vulnérable (ZMPV / PSSA) et ainsi d'obtenir l'adoption de la mesure de pilotage hauturier, service mis en œuvre à titre expérimental par les pilotes et cours sardes depuis 2014. Le service, assuré sur une base volontaire, n'a pas été en mesure de garantir un niveau de couverture suffisant (par exemple, l'absence de réponse radio à une demande d'intervention compromet la fiabilité du service). D'autre part, il est nécessaire de compléter l'effort pour que le service devienne obligatoire pour tous les navires à partir d'une certaine taille, et pour interdire le transit des navires dangereux. C'est pourquoi un encadrement du droit de la navigation, qui a été réalisé par des spécialistes, est important pour accompagner le développement futur du service de pilotage. L'étude réalisée dans le cadre du projet Sicomar Plus, en tenant compte des aspects de faisabilité technique, juridique et économique, a permis d'esquisser un cadre, décrit dans le produit T1.1.2, qui pourra être mis en œuvre dans de futures initiatives.

SERVICES DE PLANIFICATION ET DE MISE À JOUR DES ROUTES EN TEMPS RÉEL POUR UNE NAVIGATION SÛRE

Le renforcement de la sécurité de la navigation, tant en haute mer qu'à terre, va de pair avec le développement de services dédiés à l'analyse des données dont disposent les organismes chargés de réguler et de gérer le trafic maritime. La réduction du risque, lié aux événements accidentels susceptibles d'impliquer des biens, des personnes ou d'avoir des conséquences en termes d'impact environnemental, nécessite la capacité d'analyser et de prévoir les conditions de trafic et les conditions météorologiques sur l'ensemble de l'itinéraire parcouru lors de la navigation. Dans cette perspective, il est fondamental de pouvoir estimer de manière adéquate et précise le niveau de risque en fonction du type de navire et de l'itinéraire parcouru, car les mêmes conditions météorologiques et maritimes peuvent être très différentes en termes de risque pour différents types de navires et pour différentes directions en fonction de l'itinéraire parcouru. L'exploitation de la complexité des données météorologiques disponibles aujourd'hui et des informations techniques concernant le navire, avec une attention particulière aux aspects liés à la tenue en mer et à la réponse dynamique du navire, peut permettre aux autorités compétentes d'émettre des avertissements détaillés pour différents types de navires. Pour pouvoir développer ce type d'analyse et fournir des informations fiables, il est nécessaire d'effectuer quelques activités cognitives préliminaires à intégrer aux informations sur les prévisions météorologiques et maritimes effectuées périodiquement, voire plusieurs fois dans la même journée :

1. identification de la densité du trafic maritime le long des principales routes de la zone d'intérêt, ventilée par grandes catégories de navires, avec une attention particulière pour les navires ayant le plus grand nombre de transits ;
2. caractérisation de l'étanchéité à la mer et de la réponse dynamique des navires empruntant les routes identifiées ci-dessus ;
3. la prévision à haute résolution (de l'ordre du km) des conditions météorologiques et maritimes (vent et vagues principalement, éventuellement aussi les courants) ;



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

4. caractérisation des conditions de navigation le long des routes analysées et à proximité des approches portuaires (conditions d'approche portuaire).

Les routes d'intérêt sont analysées au moyen d'une analyse statistique des données de navigation transmises par le système d'identification automatique (AIS), acquis et géré par le commandement général de la capitainerie à travers son système national de gestion AIS. L'analyse identifie ensuite les routes qui traversent les zones d'intérêt, soumises à la plus forte densité de trafic par catégorie de bateau. La phase suivante consiste à caractériser l'état de navigabilité le long des différentes routes identifiées, en supposant que, pour une catégorie de navires donnée, chaque route peut être généralisée par un ou plusieurs navires représentatifs, identifiés comme les types de navires qui empruntent le plus fréquemment la route. En analysant la réponse dynamique des différents navires par l'intermédiaire des opérateurs d'intervention (RAO), il est ensuite possible d'analyser la tenue en mer et donc les niveaux de sécurité pour différents aspects spécifiques selon le type de navire (confort des passagers, stabilité et sécurité de la cargaison, stabilité et tenue en mer). En croisant les informations sur la réponse dynamique des navires et les informations détaillées sur les prévisions météo-marines, il est donc possible d'évaluer spécifiquement, sur des fenêtres de temps typiques des prévisions à court terme, le niveau de risque et de sécurité de la navigation sur une certaine route pour un type de navire spécifique. Les informations sur les conditions météo-marines doivent être développées avec suffisamment de précision et de détails, en particulier lorsque les zones d'intérêt se trouvent dans des conditions orographiques complexes pour lesquelles les modèles régionaux ne peuvent fournir une modélisation suffisamment précise. Dans cette optique, au sein du projet, les différents partenaires impliqués dans l'amélioration des prévisions météo-marines (ARPAL ; CNR-IAS ; Consortium Lamma et Université de Gênes) ont développé des modèles spécifiques à haute résolution pour différentes étendues de mer afin de pouvoir fournir des informations fiables avec un niveau de détail approprié pour les différentes zones considérées.

SERVICES EN TEMPS RÉEL

Dans le cadre du projet, des produits de cartographie dynamique des risques par catégorie de navires et un service pilote de routage météorologique permettant de suivre des itinéraires sûrs en fonction du type de navire (navires commerciaux) ont été mis en œuvre. En particulier, les composantes suivantes ont été introduites et développées:

- méthode d'identification des routes principales au moyen d'une analyse KDE des données AIS pour chaque catégorie de navires. L'analyse est réalisée manuellement sur une plateforme SIG ;
- Algorithme d'analyse des données AIS permettant d'identifier les principales caractéristiques de chaque segment de route et de ses navires représentatifs à l'aide d'outils statistiques ;
- méthode de caractérisation de l'étanchéité à la mer des routes identifiées en supposant que les réponses moyennes des navires d'une route sont identifiables avec les réponses des navires représentatifs de ces routes. Le calcul des opérateurs de réponse de l'étanchéité à la mer de navires représentatifs est effectué en utilisant l'approche de la théorie des bandes du code open-source PDstrip.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

- méthode de calcul des réactions au large et de caractérisation du risque de navigation pour chaque route compte tenu d'un état de mer météorologique. La méthode exploite la théorie de l'analyse spectrale et le confort, les caractéristiques structurelles et de stabilité selon le type de navire considéré et les informations dérivées de modèles météo-océaniques détaillés (en particulier, les spectres d'énergie des vagues sont utilisés) ;
- méthode d'identification des seuils limites utiles à l'évaluation de l'état de danger par des indices de sécurité ;
- méthode de présentation pour l'utilisation facilitée des états de sécurité pour la navigation des différentes catégories de navires sur les routes principales.

Les procédures ont été mises en œuvre dans un environnement MySQL, QGis et Matlab. La méthodologie utilisée permet d'identifier de manière relativement simple les principaux itinéraires et les réactions des différents navires aux conditions météo-marins qui se produisent le long des différents itinéraires, conformément aux exigences du produit de référence. Les algorithmes décrits sont en effet capables de générer des indices de danger qui peuvent être utilisés par les autorités compétentes dans la limitation préventive des risques résultant de la navigation dans des conditions météorologiques défavorables. La définition de ces indices a été basée sur des critères de nature relativement générique. Cependant, l'architecture des algorithmes décrits permet de les modifier en fonction des besoins de l'opérateur.

Un exemple pour les navires à passagers d'une longueur de 150 m est présenté dans la figure ci-dessous, pour la direction principale du voyage pour le jour 04/04/2019 à 03h00 pour la partie nord de la zone Pelagos. À partir de l'image, il est possible d'identifier plusieurs zones présentant des niveaux de danger faibles et moyens. Afin de faciliter la lecture de la carte, les itinéraires sont colorés en fonction de leur niveau de danger, et l'échelle de sécurité est indiquée sur le côté gauche ; le sens de circulation est également indiqué au moyen d'une flèche blanche à une extrémité des itinéraires (le niveau de danger peut en effet varier en fonction du sens de circulation de l'itinéraire) ; sur le bord supérieur, une chaîne de caractères signale la catégorie, la classe de longueur et la date ; enfin, à l'arrière-plan, la direction principale de la propagation de la vague est indiquée par des flèches noires et la hauteur de la vague significative quantifiée avec l'échelle sur le côté droit est indiquée en couleur.

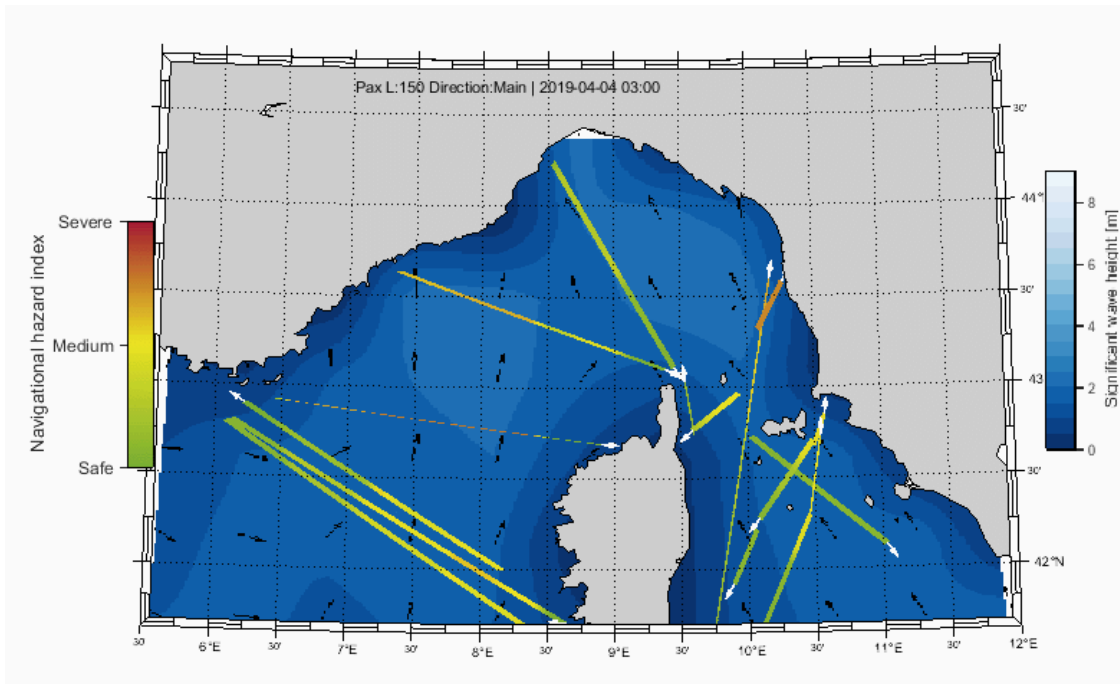


Figure 8: Carte dynamique pour les navires à passagers, L150 m, direction principale, nord, date 2019/04/04

Services pour la planification et la gestion des risques liés au transport maritime : où est-il mentionné dans le projet ?

Output : Mise en œuvre de systèmes de prévision intégrés pour la sécurité de la navigation

Composant	Activités	Produit
T4 - SERVICES POUR LA SÉCURITÉ EN MER, LA PRÉVENTION DES RISQUES ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT MARIN	T4.2 Applications et services pour la sécurité de la navigation	T4.2.1



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Gestion des urgences

SYSTÈMES DE RAPID ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Parmi les procédures utilisées pour le "rapid environmental assessment", il convient de mentionner les méthodologies permettant de fusionner différents types de données ("data fusion ou data blending"), qui sont extrêmement utiles pour gérer les urgences en mer, comme dans le cas des marées noires et des opérations de recherche et de sauvetage.

Dans le projet SICOMAR plus, le logiciel LAVA ('LAgrangian Variational Analysis') a été appliqué, développé conjointement par le CNR et l'Université de Toulon, tous deux partenaires du projet. Le logiciel est distribué gratuitement et en mode open-source sur demande aux archives numériques suivantes: <https://bitbucket.org/ismar/lava/wiki/Home>.

Le logiciel LAVA permet une fusion optimale des informations sur la vitesse et la direction des courants marins provenant de différents types d'instruments tels que les dériveurs et les radars côtiers à haute fréquence. Ces informations peuvent également différer simplement en raison des différentes méthodes d'échantillonnage des instruments. Par exemple, les radars côtiers mesurent la vitesse et la direction des courants marins sur des échelles spatiales plus grandes (maille de quelques kilomètres) alors que les dériveurs mesurent les mêmes quantités sur des échelles spatiales plus petites comparables à leur taille (quelques mètres). Aux fins d'une évaluation rapide de l'environnement, il reste crucial de prendre en compte ces deux échelles car, ensemble, elles influencent la dispersion des substances dans la mer.

LAVA corrige localement le champ de vitesse radar mesuré sur de plus grandes échelles spatiales en incluant des informations sur de plus petites échelles spatiales provenant de dériveurs. L'approche est variationnelle (Molcard et al., 2003, Taillandier et al., 2006), nécessitant la minimisation de la distance entre les positions observées à travers les dériveurs et celles obtenues par intégration numérique des vitesses radar (Berta et al., 2014).

La figure 9 montre un exemple spécifique de l'application du logiciel LAVA aux vitesses mesurées par les radars de l'Université de Toulon, qui font partie du réseau de radars transfrontalier du projet SICOMAR plus. L'intégration des données originales de vitesse radar donne des trajectoires (en vert dans l'encadré de gauche) qui divergent de celles observées par les dériveurs (en noir), surtout au sud-est. En incluant les informations provenant d'autres dériveurs dans la zone et en appliquant le logiciel LAVA, les vitesses sont corrigées localement, ce qui permet de rapprocher les nouvelles trajectoires (en violet dans l'encadré de droite) de celles observées par les dériveurs (également en noir). L'amélioration est évidente dans le sud-est.

De tels résultats sont très importants d'un point de vue pratique et opérationnel : dans le cas de déversements d'hydrocarbures et d'opérations de recherche et de sauvetage dans la zone spécifique considérée, l'amélioration des estimations de trajectoire obtenue avec LAVA réduit considérablement l'incertitude du rayon des opérations de recherche d'environ un tiers de la valeur initiale, passant d'environ 6 kilomètres (vitesses radar d'origine) à environ 2 kilomètres (vitesses radar et informations sur les dériveurs combinées avec LAVA).

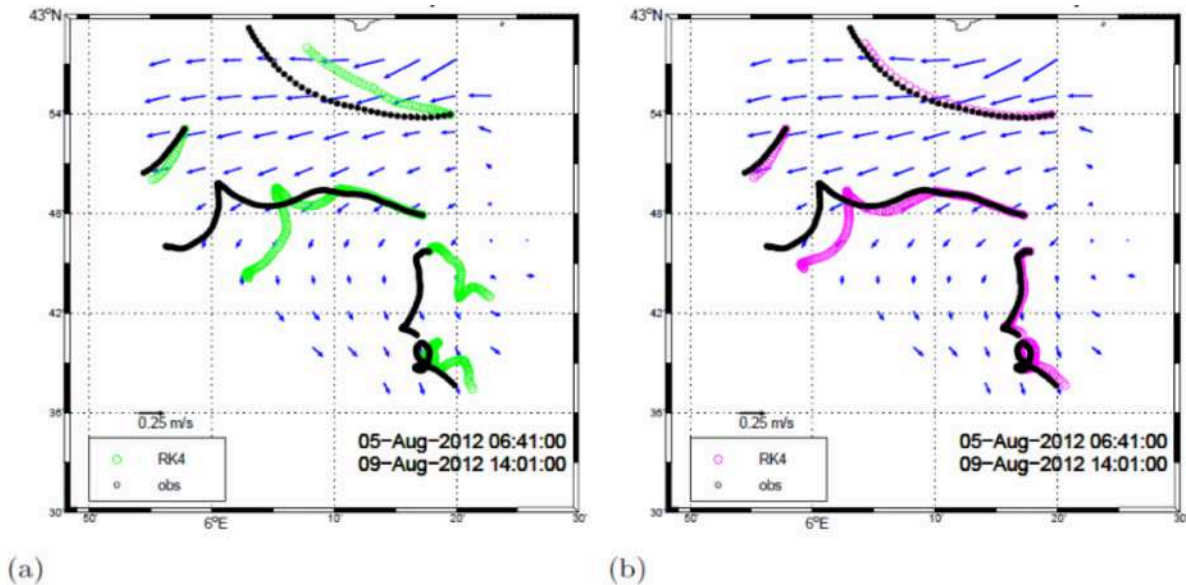


Figure 9: Comparaison entre les trajectoires observées des dériveurs (en noir) et les trajectoires numériques calculées en intégrant : (a) les vitesses originales mesurées par le radar (en vert) ; (b) les vitesses après l'application du softare LAVA (en violet). Les trajectoires sont superposées à la vitesse moyenne correspondante (flèches bleues) sur la période considérée (voir Berta et al., 2014 pour plus de détails).

DÉVERSEMENTS

La prévision de la dispersion et de l'échouage consécutif des hydrocarbures déversés en mer est un outil très utile pour les autorités compétentes afin d'organiser et de coordonner les opérations d'intervention préventive pour protéger le littoral et les habitats marins-côtiers.

Elle est basée sur l'utilisation de modèles numériques à haute résolution spatiale et temporelle. Ces modèles permettent de prévoir avec un degré de fiabilité suffisant les zones les plus susceptibles d'être touchées par des matières déversées avec un horizon temporel variable allant jusqu'à 72 heures, sachant que le degré de précision de la prévision diminue à mesure que le temps de prévision augmente. En général, cependant, ces simulations sont définies comme ayant une forte incertitude, car de nombreux facteurs contribuent à une description appropriée et précise du phénomène, qui est ensuite approximée en fonction du degré de connaissance disponible.

L'imprévisibilité est avant tout liée aux informations a priori requises par les modèles mathématiques, qui doivent être connues avec un degré de fiabilité suffisant afin de réduire au maximum l'incertitude de la prévision. Dans le cas spécifique des simulations de déversements d'hydrocarbures en mer, il s'agit avant tout d'informations sur la localisation spatiale exacte du début du déversement et l'heure à laquelle il s'est produit. Il est également nécessaire de savoir :

- la quantité de matière déversée



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

- sa composition en termes de composants volatils et/ou lourds et leurs principales caractéristiques chimiques/physiques ;
- le moment du déversement, c'est-à-dire si le matériau s'est déversé dans la mer en une seule fois, de sorte qu'il peut être défini comme un rejet instantané, ou s'il s'agit d'un déversement de matériau qui se produit de manière constante et répétée dans le temps ; dans ce dernier cas, il est nécessaire de connaître le flux de matériau et la durée du déversement
- le type de déversement, s'il s'agit d'un déversement ponctuel ou surfacique, c'est-à-dire si la source du rejet d'hydrocarbures se déplace et donne donc lieu à une zone.

Compte tenu des caractéristiques du déversement, il est également nécessaire d'envisager l'ensemble de modélisation le plus approprié pour prédire les trajectoires des hydrocarbures déversés en mer et fournir un outil aux autorités compétentes pour gérer et coordonner les opérations d'intervention suffisamment à l'avance.

La base principale est un modèle de circulation tridimensionnel avec une résolution spatiale suffisamment précise à la fois horizontalement et verticalement, capable de reproduire les phénomènes de circulation à la plus petite échelle. Pour cette raison, un modèle couplé à des modèles à grande échelle qui simulent la circulation générale et sont utilisés comme conditions limites et initiales serait approprié. A partir des résultats du modèle hydrodynamique, la reconstruction des trajectoires de dispersion des déversements de pétrole peut se faire en considérant des modèles advectifs-dispersifs simples, ou des modèles plus spécifiques qui prennent également en compte les transformations chimiques (altération) des hydrocarbures. L'utilisation de cette dernière réduit l'incertitude de la prédiction, donnant des résultats plus précis, toujours à condition que la composition du matériau déversé soit connue aussi précisément que possible.

Il est également nécessaire de disposer d'une bonne description des champs de vent dans la zone d'étude, généralement obtenue à partir des sorties de modèles atmosphériques. Même dans ces cas, la plus grande résolution spatiale du modèle atmosphérique induit une meilleure description des champs de vent, notamment dans les zones côtières, où une meilleure description de l'orographie a une forte influence sur les résultats. Il est également souhaitable, lorsque cela est possible, d'utiliser les mesures in situ à la fois directement comme entrée du modèle dispersif et pour tester le degré de fiabilité du modèle atmosphérique. Les données mesurées de l'intensité et de la direction du vent peuvent être obtenues à partir d'anémomètres placés sur des médées, des bouées ou des plates-formes dans la zone marine d'intérêt de la marée noire ou par des reconstructions de données radar HF ou de mesures par satellite. Un autre paramètre à prendre en compte afin de réduire l'incertitude de la prévision, similaire à celui du vent, est le mouvement des vagues, entendu comme la hauteur et la direction des vagues dans la zone entourant l'incident.

Les dommages environnementaux causés par les marées noires en mer affectent les écosystèmes dans la colonne d'eau, au fond et le long de l'interface mer-terre ou du littoral. La récupération et le confinement en temps utile des déversements d'hydrocarbures en mer à la suite d'un accident ou d'une activité maritime sont souvent décisifs pour réduire ou annuler les dommages causés par ces substances hautement polluantes. En particulier, si l'opération de nettoyage a lieu dans les



Interreg



SICOMARplus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

premiers stades du déversement, l'utilisation de bancs flottants, de méthodes d'aspiration et de dissolution peut réduire considérablement l'impact, en diminuant les quantités d'hydrocarbures qui peuvent potentiellement atteindre le littoral ou le fond marin, compromettant ainsi les communautés benthiques. Par conséquent, afin d'optimiser les procédures d'intervention rapide des autorités compétentes en cas d'accident avec déversement associé, le CNR IAS a mis en place dans SICOMARplus un système opérationnel de prévision du transport d'hydrocarbures pour les zones du Golfe d'Asinara et des Bouches de Bonifacio. Ce système basé sur des modèles numériques est capable d'effectuer de manière opérationnelle et automatisée la prévision à trois jours de la circulation de l'eau et de la propagation des vagues dans la zone d'intérêt avec une haute résolution spatiale, jusqu'à 50 mètres. Chaque jour, via une interface web, différents produits de prévision sont publiés, décrivant l'évolution future des courants de surface, de la température de l'eau, de l'énergie et de la direction des vagues sur une base horaire. Ces informations océanographiques ainsi que des données atmosphériques supplémentaires, telles que le vent dans la zone d'intérêt, sont ensuite utilisées par un modèle numérique pour prévoir le transport et la variation chimico-physique des masses d'hydrocarbures dans l'environnement marin. Plus précisément, ce modèle de marée noire est capable de prédire le transport, la dispersion tridimensionnelle, l'impact sur le littoral et la variation de masse suite aux processus de dégradation, du produit pétrolier déversé dans la mer dans le domaine spatial d'intérêt et pour les trois jours suivants. Le système est équipé d'une interface graphique qui permet à un utilisateur non expert de mettre en place une simulation de déversement d'hydrocarbures en saisissant des informations de base concernant tout déversement observé, telles que sa position, l'heure de la détection et la quantité et le type estimés. Le système, en mode opérationnel, est capable, quelques minutes après le début de la simulation, de produire des cartes horaires de la position et de l'étendue du ou des déversements, d'indiquer toutes les zones côtières susceptibles d'être touchées et de prédire, en fonction de leur vulnérabilité et des caractéristiques des dommages, le risque d'impact. La figure 10 montre un exemple de résultat obtenu à partir d'une simulation de déversement d'hydrocarbures effectuée le 10 novembre 2020 pour un rejet hypothétique dans la zone de l'archipel de la Maddalena. Une fois l'étendue et la position du déversement identifiées, le modèle numérique, en utilisant les données météomariques fournies par les systèmes de prévision océanographique, reproduit la trajectoire et la dispersion des hydrocarbures (particules rouges sur la figure), la trajectoire moyenne suivie par ceux-ci (ligne bleue) et les portions de côtes impactées pendant les 3 jours de la simulation. Enfin, le système traite les données de prévision pour obtenir une carte agrégée du risque relatif d'impact sur le littoral en fonction de l'événement considéré (dernier panneau de la figure 10).

Afin d'être utilisé en mode opérationnel, ce système a été préalablement validé et calibré en le comparant aux données de transport de surface obtenues par l'utilisation de courantmètres lagrangiens lâchés dans les étendues de mer d'intérêt lors de 3 campagnes océanographiques différentes promues par le projet SICOMARplus. Les données ainsi collectées ont en effet été utilisées pour calibrer les principaux paramètres du modèle de prévision numérique et pour estimer sa précision.



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

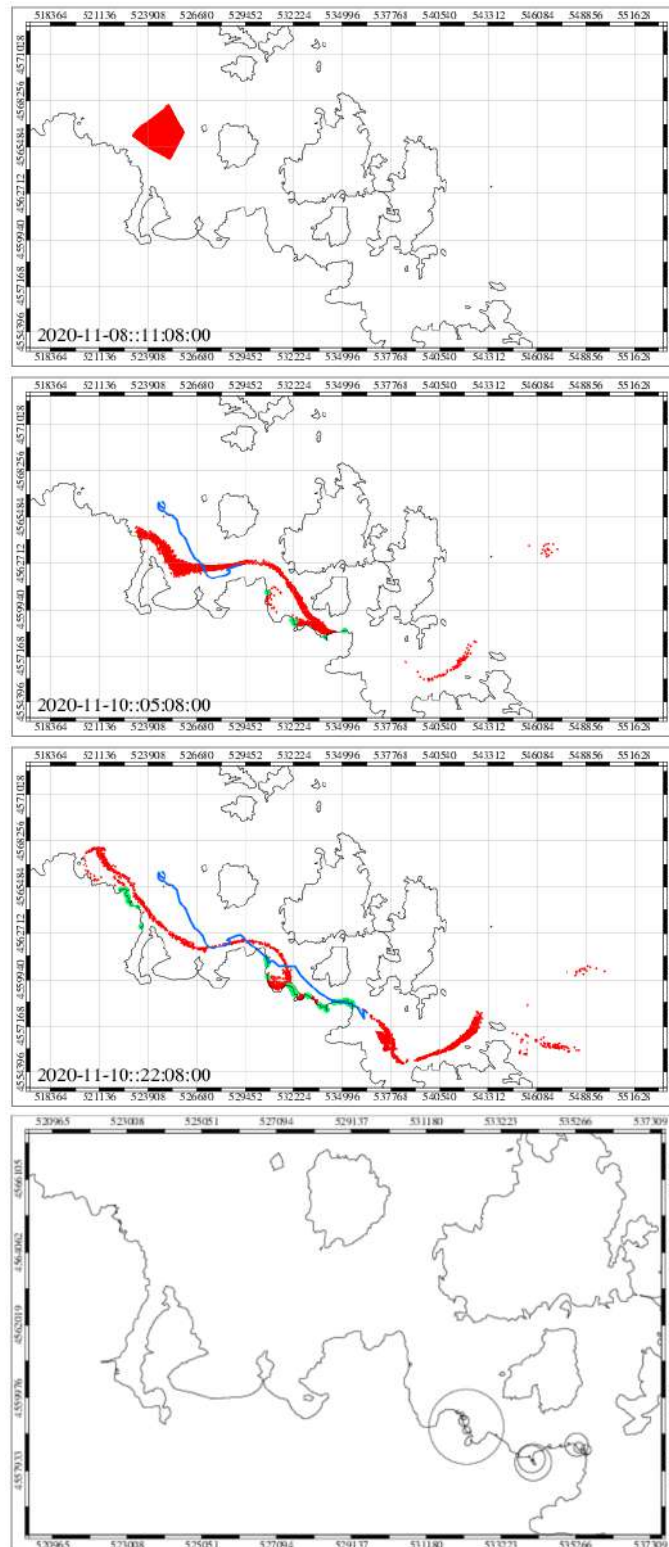


Figure 10 : Position initiale (panneau supérieur) et transport dans le temps (panneaux postérieurs) d'un déversement hypothétique d'hydrocarbures dans la zone de l'archipel de la Maddalena. Le



Interreg



SICOMAR plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

dernier panneau montre le risque relatif d'impact sur la côte de l'événement de déversement simulé, exprimé par des cercles de rayon variable.

Une étude de cas intéressante a été analysée par l'ARPAL et la LAMMA, et elle concerne un incident survenu le 7 octobre 2018, le long de la route entre Gênes et Bastia, à environ 18 miles au large du Cap Corso, lorsqu'un porte-conteneurs est entré en collision avec un ferry régulier, provoquant une rupture de la citerne du navire avec le déversement consécutif du matériau qu'elle contenait. Dans ce cas, il s'agissait de la paraffine, un hydrocarbure lourd dont la composition et les réactions chimiques sont bien connues et prévisibles grâce à des modèles de dégradation. Dans les premières heures qui ont suivi l'accident, on estime que 600 mètres cubes de carburant se sont déversés, mais ils ont continué à fuir pendant de nombreuses heures par la suite. La collision s'est produite dans les eaux françaises, mais les opérations ont été menées, conformément à l'accord Ramogepol, en coopération entre l'Italie, la France et la Principauté de Monaco. La capitainerie italienne a demandé l'aide d'ARPAL et de LAMMA afin de prévoir le risque d'échouage de carburant et les éventuelles zones de côte concernées. Le modèle de départ pour les deux corps est les prévisions hydrodynamiques fournies par le Copernicus Marine Service, mais les modèles de vent et de circulation utilisés sont différents. Cet outil de modélisation différent a toujours permis de mieux évaluer la fiabilité des prévisions et de réduire les incertitudes dans les résultats. Les simulations ont été réalisées en temps réel, fournissant aux autorités compétentes des informations quotidiennes sur les trajectoires possibles des sillages et les zones affectées par un éventuel échouage, avec une fenêtre temporelle de 48 heures. Chaque jour, les prévisions ont été mises à jour sur la base de nouvelles informations fournies à la fois par le Harbour Master avec des photos aériennes et des images satellites fournies par le satellite de la mission Copernicus Sentinel 1.

La boue s'est d'abord dirigée vers le nord-ouest en s'approchant de la côte de la Ligurie occidentale, dans la région d'Imperia, avant d'être poussée par l'intense courant provençal ligure vers la France jusqu'à atteindre la côte de Saint-Tropez.

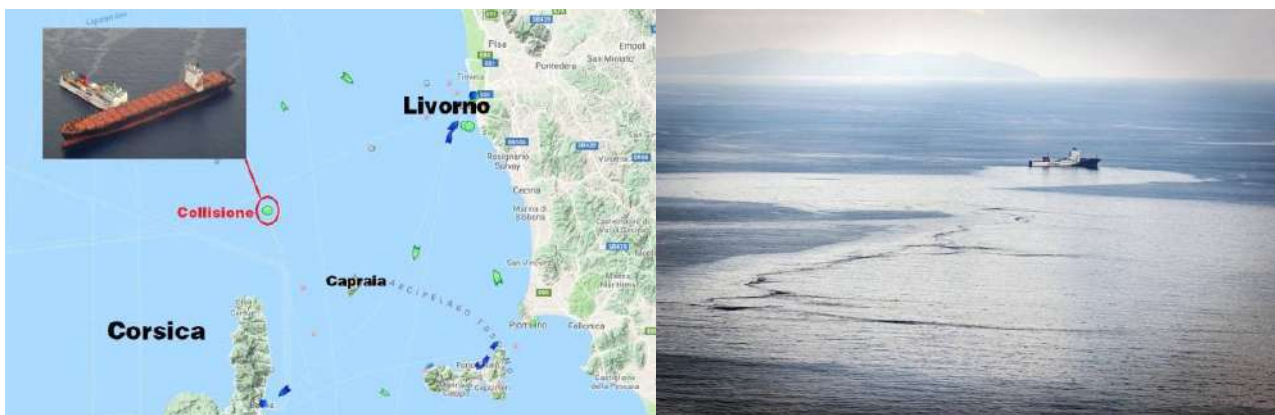


Figure 11 Localisation de l'accident et étendue du déversement de carburant.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

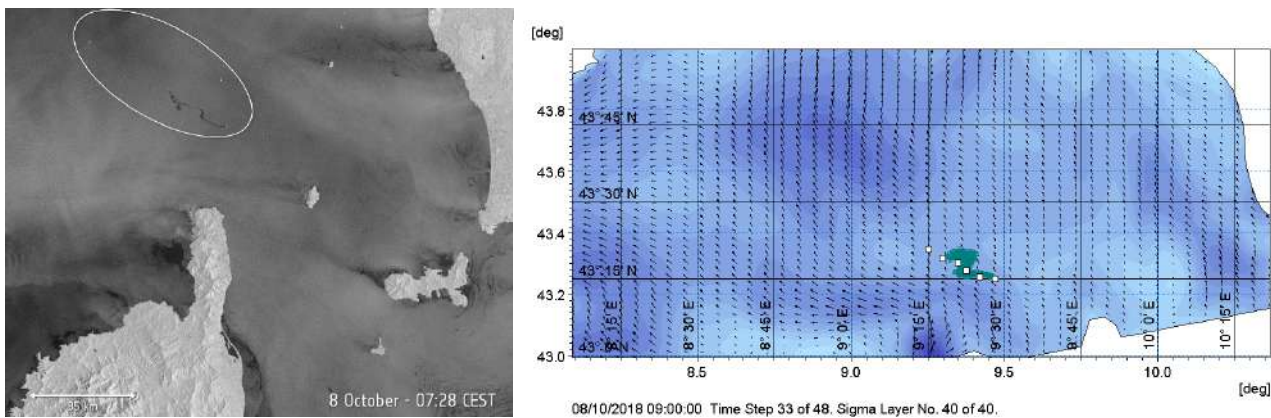


Figure 12: à gauche : image satellite acquise par la mission Copernicus Sentinel1 le 8 octobre 2018 montrant la trajectoire du carburant déversé lors de l'accident et la poursuite du déversement continu. A droite : la trajectoire simulée par le modèle opérationnel dans ARPAL (vert) et comparaison avec les données obtenues à partir de l'image satellite (carrés blancs).

SERVICES DE PARTAGE DE DONNÉES D'URGENCE

Lorsqu'une situation d'urgence se produit en mer, quelle qu'en soit la cause, il est important de préparer rapidement des actions en utilisant les technologies disponibles pour mieux organiser les activités de sauvetage et prévenir les conséquences éventuelles sur l'environnement. Ces actions comprennent la communication de données pour la sécurité de la navigation (par exemple, par le biais de systèmes AIS utilisés non seulement pour transmettre la position des navires, et discutés dans le produit T1.3.1) partage des données en temps réel entre les unités de sauvetage.

Ce dernier aspect n'a pas été abordé par SICOMAR Plus, mais des actions importantes en ce sens ont été menées dans le cadre du programme par le projet ISIDE "Innovation for Sea Safety", dont l'un des objectifs est d'améliorer le soutien aux communications navire-navire, terre-navire et navire-terre. Le projet a développé un nouveau dispositif technologique pour soutenir la communication en mer, capable de traiter et de transférer en mode guidé aussi bien les phrases standard couvertes par la publication Standard Marine Communications Phrases (SMCP) que les phrases en texte libre, en utilisant les messages texte "addressed" fournis par la norme AIS comme canal de communication. Le SIIT (District technologique ligure sur les systèmes intelligents intégrés) de Gênes, partenaire technologique du projet, a pris en charge le développement de ce système de communication, en collaboration avec le chef de file CIREM - Université de Cagliari, qui s'est occupé des aspects liés aux facteurs humains.

Trois prototypes ont été développés pour améliorer l'efficacité de la communication radio vocale en mer. Ils consistent en un appareil AIS, équipé de sa propre antenne GPS et de sa propre antenne radio, ainsi qu'en une interface logicielle/matérielle qui peut être configurée dans un dispositif mobile (ordinateur portable ou tablette). L'interface créée permet d'envoyer des messages texte en italien et en anglais, avec une traduction immédiate selon la langue de paramétrage, tant à l'écrit qu'à l'oral. Les graphiques, dont l'utilisation est intuitive, permettent également d'afficher la



Interreg



SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

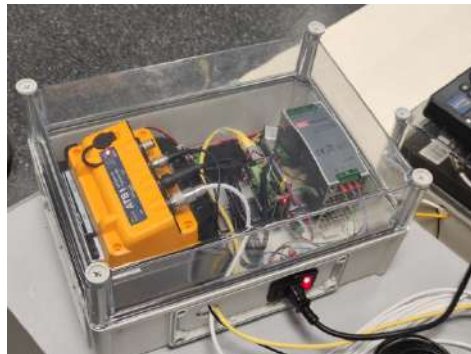
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

cartographie électronique des unités navales et des stations côtières équipées d'AIS. Le logiciel propose également à l'utilisateur les réponses aux questions posées et, grâce à des menus déroulants simples et à l'auto-complétion de certains champs (par exemple, la position, le nom du navire, etc.), permet un transfert rapide et précis des informations dans les communications navire-navire et navire-terre.

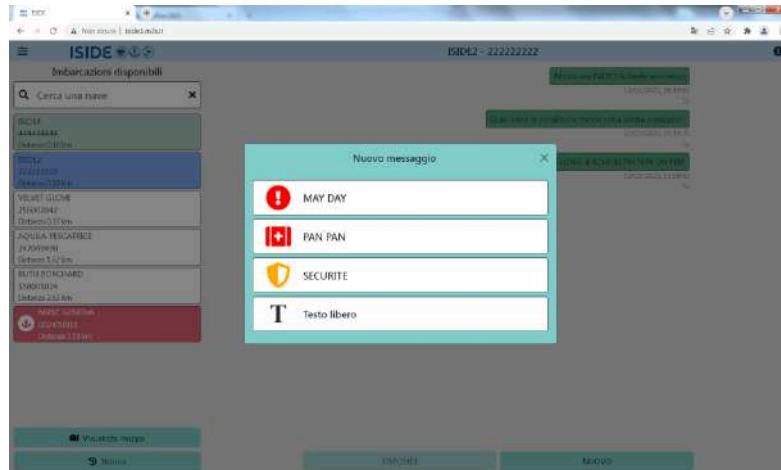
Une phase d'essais en mer a été réalisée dans le but de tester ces dispositifs afin de prouver leur efficacité dans différents contextes et situations et avec différents types de navires.



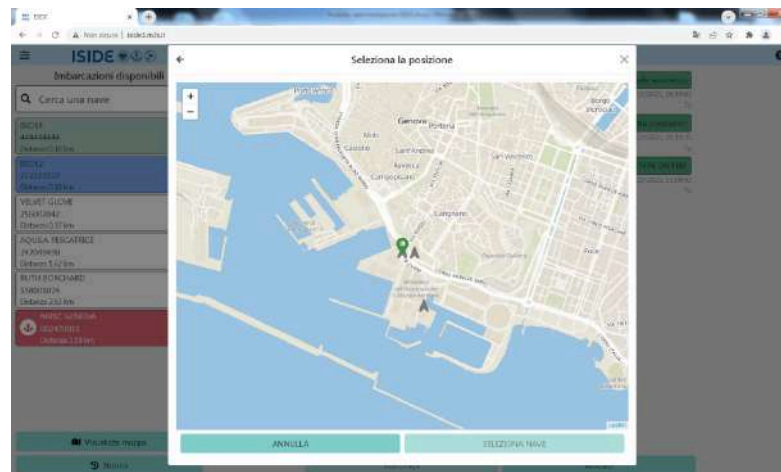
Prototype



Prototype



Interface



Interface



Services de gestion des urgences : où sont-ils mentionnés dans le projet ?

Output : Mise en œuvre de systèmes de prévision intégrés pour la sécurité de la navigation

<i>Composant</i>	Activités	Produit
<i>T3 – SYSTÈMES INTÉGRÉS DE PRÉVISION POUR LA RÉDUCTION DES RISQUES DE NAVIGATION</i>	T3.3 Mise en œuvre de systèmes automatisés pour la recherche, le sauvetage et la sécurité en mer	T3.3.1
	T3.4 Création d'un système commun d'"évaluation environnementale rapide" pour la gestion des urgences en mer.	T3.4.1
<i>T4 - SERVICES POUR LA SÉCURITÉ EN MER, LA PRÉVENTION DES RISQUES ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT MARIN</i>	T4.5 Services de gestion des urgences	T4.5.1

Conclusions

Ces dernières années, un nombre croissant de services d'aide à la navigation ont été envisagés et, dans de nombreux cas, conçus et développés. Ces services reposent sur la connaissance des conditions environnementales, notamment les conditions météorologiques et océanographiques, l'état des écosystèmes et surtout les conditions de trafic. L'importance du partage de ces données a été soulignée dans le rapport précédent (T1.3.1), et les services qui s'appuient sur ces données, développés ou améliorés dans le cadre du projet Sicomar plus, peuvent être divisés en deux grandes catégories:

- les services effectués pour la prévention des accidents (par exemple, les services visant à optimiser les routes ou à éviter le risque de collision avec les grands mammifères marins, ou encore la cartographie des dangers et des risques)
- les services de soutien d'urgence.

Le partenariat a travaillé à l'amélioration et au développement des produits disponibles, dont certains reposent également sur les données observées par le réseau de surveillance mis en place par le projet (radar HF).



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Certaines activités, comme l'étude du suivi du pilotage dans les zones marines dangereuses, ont été réalisées au niveau de l'étude de faisabilité, mais un plus grand engagement au niveau du développement de la démonstration sera nécessaire à l'avenir, en profitant également des projets de la prochaine période de programmation 2021-2027, dans laquelle une plus grande implication des partenaires ayant un rôle institutionnel dans ce sens est souhaitable.

Les services de navigation devraient en effet trouver un utilisateur naturel dans les garde-côtes, les autorités portuaires et les compagnies de navigation des pêcheurs et, d'une manière générale, de tous ceux qui sont confrontés à la mer pour leur travail ou même leurs loisirs.

D'autres projets du programme 2014-2020 ont développé des activités intéressantes sur différents fronts, mais ils ne semblent pas encore coordonnés entre eux, ce qui nécessitera à l'avenir une plus grande intégration entre les initiatives, qui sera, espérons-le, prise en compte dans la prochaine période de programmation.