



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

# Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

## **Progetto Esecutivo**

**ALLEGATO \_V3\_C.U.3.5**

**Generazione di mappe di rischio associate agli sversamenti**



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU

## Storia del documento

Versione	Data	Autore	Autorizzato da	Descrizione delle modifiche
1.0	24/11/2023	RTI DXC	MASE	Rilascio prima versione

## Sommario

<b>1</b>	<b>CU.V3.5 – Generazione di mappe di rischio associate agli sversamenti</b>	<b>5</b>
1.1	Obiettivo del servizio applicativo.....	5
1.1.1	Introduzione.....	5
1.1.2	Scopo generale .....	6
1.1.3	Esigenze e requisiti chiave .....	6
1.1.4	Tematiche e Obiettivi Correlati.....	6
1.1.4.1	Mappe di rischio .....	7
1.1.5	Benefici attesi.....	7
1.1.6	Vincoli e limitazioni.....	8
1.1.7	Stakeholders Coinvolti .....	8
1.1.8	Conclusione e Riepilogo .....	8
1.2	Requisiti funzionali.....	8
1.2.1	Elenco dei Requisiti Funzionali .....	9
1.3	Architettura logico-applicativa del sistema .....	18
1.3.1	Requisiti Non-Funzionali .....	18
1.3.2	Diagramma Architetturale .....	19
1.3.3	Piattaforme SIM utilizzate.....	21
1.4	Dati di input.....	25
1.4.1	Introduzione ai Dati di Input.....	25
1.4.2	Catalogo delle Fonti di Dati.....	26
1.4.3	Specifiche di Contenuto .....	27
1.5	Sistemi federati .....	28
1.5.1	Introduzione ai Sistemi Federati.....	28
1.5.2	Elenco dei Sistemi Federati.....	28
1.6	Funzioni, Algoritmi e Modelli .....	28
1.6.1	Introduzione e Panorama Generale.....	28

1.6.2	Criteri di selezione .....	29
1.6.3	Tipologie di Funzioni Applicative .....	30
1.6.4	Dettagli sugli algoritmi .....	30
1.6.5	Dettagli sui Modelli .....	32
1.6.6	Interazione tra Algoritmi e Modelli.....	32
1.6.7	Casistica di Utilizzo .....	32
1.7	Dati di output.....	33
1.7.1	Introduzione.....	33
1.7.2	Elenco Dati di Output .....	35

# 1 CU.V3.5 - Generazione di mappe di rischio associate agli sversamenti

## 1.1 Obiettivo del servizio applicativo

### 1.1.1 Introduzione

L'inquinamento marino da idrocarburi è un evento complesso che può essere causato da una pluralità di fattori, tra cui:

- Le attività umane, come la navigazione, l'estrazione e la raffinazione del petrolio, la costruzione e la manutenzione di infrastrutture sottomarine, ecc.
- Cause naturali, come le frane o le fuoriuscite di gas sotterranei.

Gli idrocarburi possono essere sversati in mare direttamente da una fonte o arrivare al mare tramite fiumi, canali o condotte.

Le cause dell'inquinamento, la sua origine e la conoscenza della fonte sono fattori che influenzano la rapidità con cui vengono avviate le attività di bonifica, le strategie di intervento, le indagini penali e le azioni di recupero dei danni. In particolare, la rapidità e l'efficacia delle attività di bonifica sono fondamentali per limitare i danni all'ambiente e all'economia.

Quando accade in mare, altre variabili determinano, in maniera più stringente, il livello di emergenza:

- Le caratteristiche chimico fisiche del prodotto — densità, viscosità, e *pour point* — che determinano la persistenza, la tossicità ed il comportamento in mare.
- Il quantitativo sversato.
- L'area interessata sia dal punto di vista ambientale — presenza di AMP, SIC, ZSC, ZPS, aree di particolare pregio naturalistico, aree di nidificazione di specie protette — sia socioeconomico — aree di mitilicoltura, itticultura, zone con alto valore turistico, presenza di dissalatori, prese a mare per il raffreddamento di impianti industriali.
- La distanza dalla costa, che limita i mezzi che possono intervenire, determinando i tempi di risposta in mare.
- Le condizioni meteo-marine, che determinano i processi di invecchiamento (*weathering*) del prodotto in mare, modificando il suo comportamento e le tecniche di intervento.
- L'idrologia dell'area interessata e la presenza di fiumi e canali che scaricano a mare.
- Il periodo dell'anno: a parità di area colpita, la variabilità stagionale incide in maniera determinante, dal punto di vista dell'impatto sia ambientale che socioeconomico.

La direttiva comunitaria *Marine Strategy*, che ha come obiettivo la salvaguardia dell'ecosistema marino, dispone che gli stati membri devono attivare un sistema di monitoraggio della qualità delle acque marino costiere al fine di definire lo stato qualitativo e monitorare l'efficacia delle misure messe in atto per la loro tutela.

Scopo dell'applicativo è, in tale contesto, quello di elaborare mappe di rischio generate da potenziali fonti di fuoriuscita (es. trasporto marittimo, raffinerie, piattaforme) e/o a seguito di un evento di

sversamento in mare ad uso degli utenti quali Guardia Costiera, MASE, enti locali ed istituzioni che governano le politiche territoriali, ISPRA, ENEA, nonché gli enti di ricerca e università che vi intendano interagire (previa approvazione del MASE). La Guardia Costiera è l'utente primario in quanto autorità competente ad assicurare la scoperta precoce di inquinamenti da idrocarburi presenti in mare al fine di un rapido intervento di bonifica ed alla eventuale individuazione dei responsabili.

### 1.1.2 Scopo generale

Le complessità comportamentali degli idrocarburi sversati, le condizioni meteo-marine mutevoli, la scarsità di dati osservazionali, il ritardo nella trasmissione di tali dati osservazionali, il discontinuo e non coordinato impiego di modelli addestrati di *computer vision* di immagini satellitari per la *oil spill detection* e di modelli predittivi di *oil-spill* possono compromettere le operazioni di risposta all'emergenza da parte degli enti coinvolti. Il sistema integrato proposto si pone quindi l'obiettivo di colmare i gap esistenti e fornire strumentazione operativa per agevolare il coordinamento operativo e l'intervento da parte degli *stakeholder* coinvolti. Lo scopo principale di tale servizio è quello di generare mappe di rischio associate al potenziale sversamento di idrocarburi in mare da varie fonti (traffico navale, scarichi a mare, piattaforme *offshore*). Il sistema permetterà la sovrapposizione di dati provenienti da varie fonti caratterizzanti gli ecosistemi marini con le mappe di probabilità legate alla presenza e alla dispersione di sostanze contaminanti nell'area indagata già oggetto di CU.3.2 e CU.3.3.

### 1.1.3 Esigenze e requisiti chiave

In tale contesto, la componente applicativa è dedicata ai processi **elaborazione e pubblicazione delle mappe di rischio ambientale e socioeconomico**, a partire dalle informazioni previsionali rese disponibili dai modelli di rilevazione dello sversamento (*oil-spill*) e di predizione della sua deriva in mare (*oil-drift*).

L'esigenza principale è quella di avere una chiara indicazione del rischio per area, con elaborati grafici in cui vengano visualizzate, in modo sovrapponibile, le mappe di pericolosità generate dall'applicazione sistematica dei modelli di dispersione e le mappe relative alle caratteristiche ambientali ed ecosistemiche proprie dell'area selezionata.

### 1.1.4 Tematiche e Obiettivi Correlati

Tematica	Obiettivo
Mappe di rischio eco-ambientale	Combinazione di dati provenienti da varie fonti caratterizzanti gli ecosistemi marini (mappature di posidonia marina, coralligeno, ...) con le mappe di pericolosità legate alla dispersione di sostanze contaminanti nell'area indagata.
Mappe di rischio socio-economico	Combinazione di dati provenienti da varie fonti caratterizzanti il contesto socio-economico del mare e costiero (mappature delle aree di pesca, di presenza turistico-balneare, di attività economiche

Tematica	Obiettivo
	connesse al mare, ...) con le mappe di pericolosità legate alla dispersione di sostanze contaminanti nell'area indagata.

#### 1.1.4.1 Mappe di rischio

Le mappe di rischio saranno ottenute attraverso la valutazione della pericolosità della dispersione di idrocarburi in mare. Le sorgenti considerate saranno le raffinerie costiere, le piattaforme estrattive in mare e il traffico marittimo.

Tali mappe saranno generate a partire dai dati di output dei diversi modelli di Oil Spill e Oil Drift presenti nel sistema SIM, e dal sistema SIM attingeranno le informazioni socio-economiche ed ambientali (cfr Applicativo 3.4)

Saranno condotte simulazioni stocastiche di fuoriuscite virtuali di petrolio da navi nei mari italiani per un periodo di almeno 5 anni nel passato, utilizzando le densità di navigazione della European Marine Observation and Data Network come proxy e le posizioni delle raffinerie e piattaforme estrattive per le posizioni iniziali delle fuoriuscite operative. Il modello di fuoriuscita di petrolio dovrà essere eseguito utilizzando correnti ad alta risoluzione fornite dal Copernicus Marine Service e dai venti del Centro Europeo per le Previsioni a Medio Termine o sistemi nazionali a più alta risoluzione. L'esposizione cronica alle fuoriuscite operative dovrà essere valutata in termini di indici di rischio per cinque gruppi di navi: navi da diporto e passeggeri, navi da carico e servizio, flotta da pesca, petroliere e altre navi, per le raffinerie e per le piattaforme estrattive.

Il sistema fornisce delle mappe in cui vengono visualizzate, in modo sovrapponibile, le mappe di pericolosità generate dall'applicazione sistematica dei modelli predittivi di dispersione (*oil drift*), e le mappe relative alle caratteristiche eco-ambientali e socio-economiche.

Si compongono in mappe di rischio, mappe di vulnerabilità e mappe di pericolosità. Tali mappe sono strumenti complementari che possono essere utilizzati per migliorare la comprensione dei rischi di inquinamento marino. Utilizzandole in modo combinato, si identificheranno le aree più a rischio, coadiuvando quindi lo sviluppo di misure di mitigazione più efficaci.

#### 1.1.5 Benefici attesi

Tale componente applicativo servirà quindi a mappare i rischi ambientali legati allo sversamento di sostanze tossiche in mare (e in particolare di idrocarburi), definendo la probabilità di accadimento di fenomeni quali lo spiaggiamento e la contaminazione di un dato sito, e combinando queste informazioni con dati di qualità ambientale in grado di caratterizzare l'esposizione e la vulnerabilità di un sito all'inquinamento.

L'applicativo si propone di fornire uno strumento che attraverso l'analisi puntuale del rischio minimizzi la possibilità e l'impatto di possibili sversamenti di idrocarburi in mare.

### 1.1.6 Vincoli e limitazioni

Vincolo potenziale è la disponibilità di dati eco-ambientali e socio-economici che potrebbero essere carenti, o soggetti a limitazioni di tipo normativo o di classificazione del dato.

### 1.1.7 Stakeholders Coinvolti

I principali stakeholder coinvolti sono enti pubblici o privati, anche in ambito territoriale locale, attivi nell'ambito del monitoraggio marino e della prevenzione e mitigazione del danno.

### 1.1.8 Conclusione e Riepilogo

In conclusione, l'Applicativo rappresenta un passo significativo verso la creazione e l'analisi probabilistica delle mappe di rischio. La sua interfaccia intuitiva e le funzionalità avanzate lo rendono uno strumento prezioso per gli stakeholder interessati, fornendo dati affidabili e validati per decisioni informate.

## 1.2 Requisiti funzionali

Tale componente applicativa elabora e rende disponibili mappe di rischio. Denominata 3.5, essa compone con le applicazioni 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 uno *stack* applicativo — denominato appunto *Verticale 3* — strutturato come *pipeline* unitaria di processo in cui ciascun componente alimenta il successivo, in questa sequenza:

- **Acquisizione continuativa dei dati di monitoraggio satellitari-spaziali, e meteo-marino-ambientali** (3.4).
- **Oil Slick Detection**, da algoritmi addestrati di *computer vision* delle immagini satellitari, ed **Oil Drift Prediction** da modelli algoritmici di simulazione della *deriva* (3.1, 3.2, 3.3).
- Elaborazione delle **mappe di rischio** (di rischio, di vulnerabilità, di pericolosità) (3.5).

La figura seguente rappresenta ad alto livello tale *pipeline* di processo:

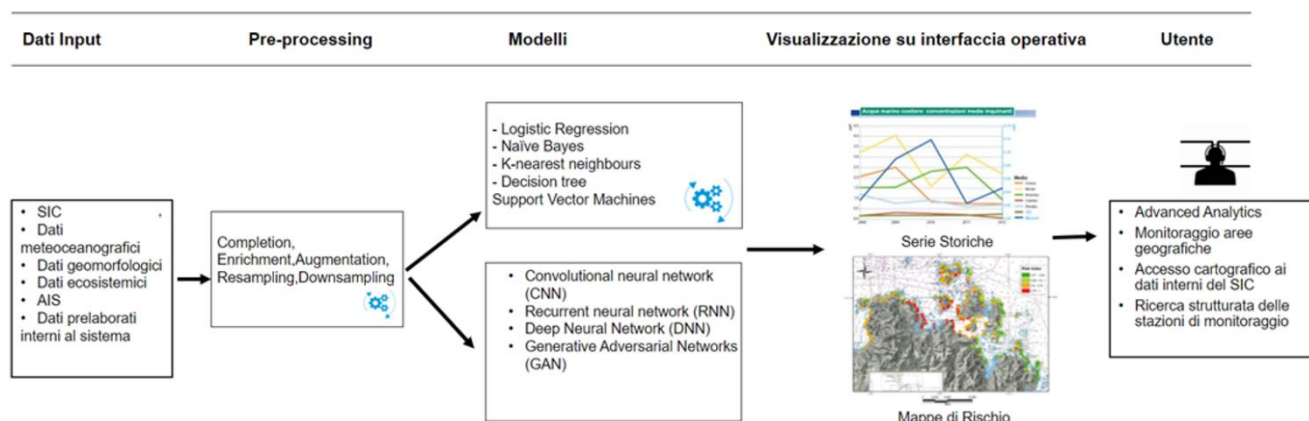


Figura 1- *Pipeline* di processo del *Verticale 3*



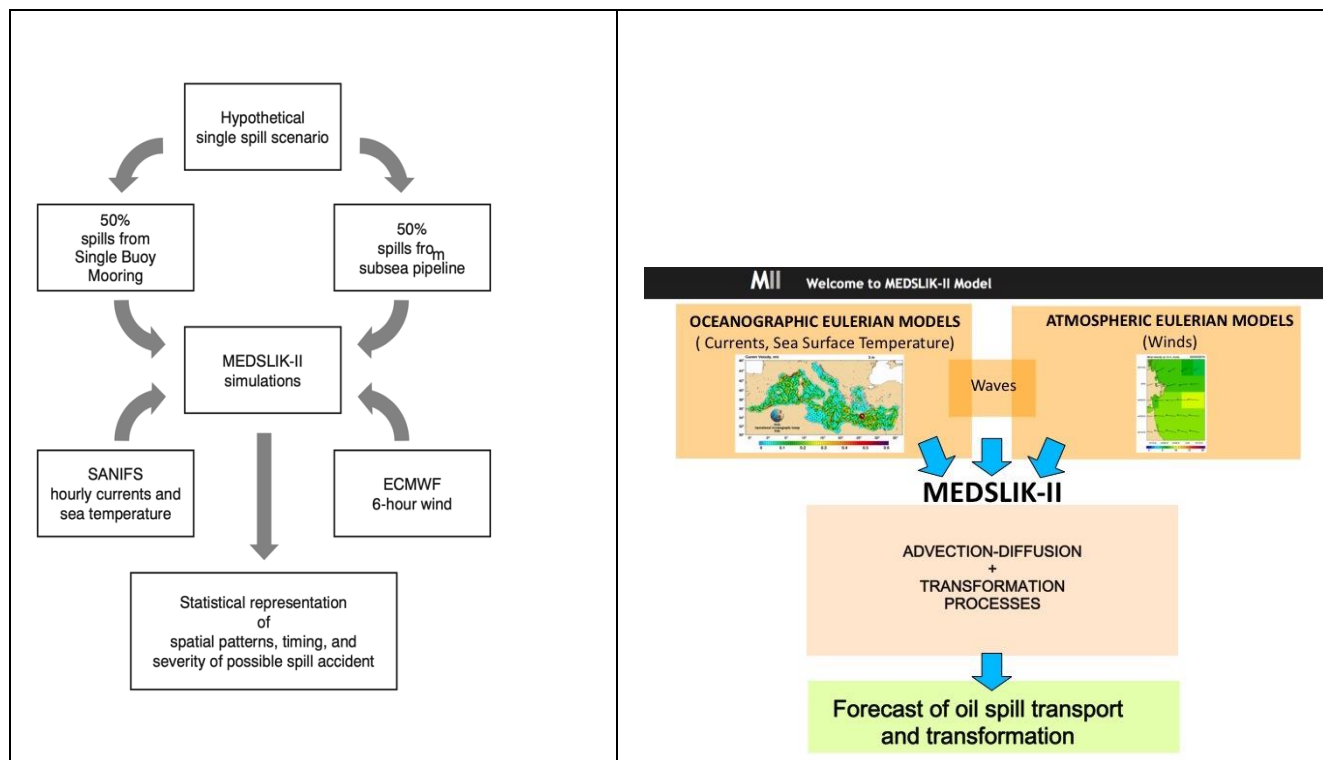


Figura 2 - Esempi di Pipeline per mappe di pericolosità (sinistra) e oil spil prediction (destra)

In termini sintetici la *pipeline* applicativa acquisisce flussi continui ed eterogenei di dati satellitari-spaziali, e meteo-marino-ambientali (meteo-oceanografici, geomorfologici, ecosistemici, di traffico navale, ...), li pre-processa (con specifici processi di *enrichment*, *completion*, *resampling*, ...), e li dispone ad essere *consumati* dai modelli di detection e di predizione che infine renderanno disponibili le informazioni occorrenti alla elaborazione delle mappe di rischio.

Le mappe di rischio saranno rese disponibili agli utenti applicativi attraverso un *web-GIS layer*.

### 1.2.1 Elenco dei Requisiti Funzionali

Di seguito vengono descritti i requisiti funzionali, le relazioni tra questi e le specifiche, i vincoli, le assunzioni ed i test di validazione del prodotto finito.

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
V3AP05_RF001	Dati input acquisiti nel data-lake: Il sistema integrerà i dati meteo-oceanografici, geomorfologici, ecosistemici e di traffico navale presenti nel data-lake del SIM (applicazione 3.4)	Acquisizione interfacciamento con le relative sorgenti dati	Implementazione delle richieste via API o altre modalità di accesso ai dati
V3AP05_RF002	Modelli di rischio a seguito di dispersione (Oil Drift):	Processamento sistematico e periodico	Il processamento genera

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
	L'applicativo genererà scenari probabili di rischio, lungo le coste italiane, tramite applicazione sistematica degli scenari predittivi dei modelli di dispersione in caso di sversamento (applicazione 3.2, 3.3)	delle previsioni dei modelli di <i>oil drift</i>	scenari possibili in caso di sversamento in diverse aree e condizioni meteo-marine
V3AP05_RF003	Mappe di pericolosità: L'applicativo genererà mappe di pericolosità tenendo conto delle condizioni delle diverse zone	Mappe di pericolosità che tengono conto degli ecosistemi marini (mappature di posidonia marina, coralligeno, ecc) e del contesto socio-economico del mare e costiero (mappature delle aree di pesca, di presenza turistico-balneare, di attività economiche connesse al mare, ecc)	Implementazione algoritmi ad hoc e visualizzazione mappe tramite librerie web-GIS su interfaccia operativa
V3AP05_RF004	Mappe di vulnerabilità: L'applicativo genererà mappe di vulnerabilità tenendo conto delle condizioni delle diverse zone	Mappe di vulnerabilità che tengono conto dell'ecosistema, eventuali riserve marine, zone protette, oasi di biodiversità, ecc	Implementazione algoritmi ad hoc e visualizzazione mappe tramite librerie web-GIS su interfaccia operativa
V3AP05_RF005	Stima del rischio: L'applicativo permetterà la sovrapposizione di dati da varie fonti caratterizzanti gli ecosistemi marini (es. mappature di posidonia marina, coralligeno, ecc.) con le mappe di probabilità legate alla dispersione di sostanze contaminanti nell'area indagata (pericolosità), utili alla stima del rischio	Presentazione e visualizzazione delle mappe come layer sovrapponibili	Viene implementata la funzione di sovrapposizione layer su mappa tramite librerie web-GIS con possibilità di costruire combinazioni tipo RGB per evidenziare il rischio. Si utilizzeranno delle heatmap per la visualizzazione.
V3AP05_RF006	AAA (Accesso, Autenticazione e Autorizzazione):	Sistema di IAM con definizione dei ruoli	Gestione degli accessi e della profilazione per l'applicazione nel contesto IAM del SIM

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
	L'applicativo consentirà l'Accesso, l'Autenticazione e l'Autorizzazione agli utenti secondo i ruoli definiti		

### Requisito Funzionale V3AP05\_RF001

Il sistema integra diverse fonti di dati, come dati meteo-oceanografici, geomorfologici, ecosistemici e di traffico navale, tramite federazione e/o interoperabilità tramite API (o altre modalità di accesso offline) dei diversi sistemi.

CODICE WBS	V3AP05_RF001
<b>Area</b>	Elaborazione delle mappe di rischio, di vulnerabilità e di pericolosità.
<b>Descrizione del lavoro</b>	Si implementerà un sistema avanzato in grado di integrare dati provenienti da diverse fonti, tra le quali le informazioni meteo-oceanografiche, geomorfologiche, ecosistemiche e di traffico navale, eseguendo richieste tramite API o altri mezzi di accesso ai dati.
<b>Presupposti e Vincoli</b>	Il sistema integrerà fonti di dati eterogenee, compresi dati meteo-oceanografici, geomorfologici, ecosistemici e di traffico navale. Il sistema ha la capacità di federare e/o accedere in interoperabilità a queste fonti e interagire con esse attraverso API o altri metodi di accesso ai dati.
<b>Deliverables</b>	Popolamento del data-lake con dati pre-processati in funzione dell'elaborazione delle mappe di rischio.
<b>Criteri di accettazione</b>	Verifica della presenza dei dati pre-processati sul data-lake, loro consistenza, completezza e conformità.

### Requisito Funzionale V3AP05\_RF002

L'applicativo ha la capacità di generare scenari di rischio lungo le coste italiane, in caso di sversamento (*Oil Spill*), attraverso utilizzo degli scenari predittivi dei modelli di dispersione (*Oil Drift*) (applicazione 3.2, 3.3).

Questo tipo di strumento è essenziale per valutare e prevenire potenziali impatti ambientali in caso di incidenti petroliferi lungo le coste. Sono utilizzate per identificare le aree più a rischio e per coadiuvare nello sviluppo di misure di mitigazione.

Processamento sistematico e periodico: l'applicativo esegue il processamento sistematico e periodico dei modelli di dispersione per monitorare e prevedere scenari in modo continuativo nel tempo.

CODICE WBS	V3AP05_RF002
<b>Area</b>	Elaborazione delle mappe di rischio, di vulnerabilità e di pericolosità.
<b>Descrizione del lavoro</b>	Sviluppo di un applicativo con la capacità di generare scenari probabili lungo le coste italiane in caso di sversamento di sostanze pericolose attraverso l'applicazione sistematica dei modelli di dispersione. Questo viene fatto utilizzando le previsioni dei modelli di Oil Drift (elaborate dagli applicativi 3.2 e 3.3), i dati socio-economici ed i dati degli ecosistemi marini (acquisiti dall'applicativo 3.4 e presenti quindi nel SIM).
<b>Presupposti e Vincoli</b>	<p>Presupposti:</p> <p>L'applicativo si basa su modelli di dispersione che sono accurati e affidabili.</p> <p>Le condizioni meteo-marine e ambientali sono disponibili e accurate.</p> <p>I dati sugli sversamenti sono disponibili e accurati.</p> <p>Vincoli:</p> <p>L'applicativo è condizionato nelle previsioni dai modelli predittivi utilizzati e dalla completezza delle fonti dati acquisite.</p>
<b>Deliverables</b>	Mappe di rischio a seguito di un evento di Oil Drift.
<b>Criteri di accettazione</b>	Verifica delle mappe di rischio prodotte, con l'analisi dei dati che hanno portato alla loro realizzazione.

### Requisito Funzionale V3AP05\_RF003

L'applicativo genera mappe di pericolosità tenendo conto di diversi fattori come il traffico navale e le correnti marine. L'applicativo utilizza algoritmi ad hoc per calcolare la pericolosità in diverse zone e visualizza queste informazioni attraverso librerie web-GIS su un'interfaccia operativa.

Sono utilizzate per identificare le aree che sarebbero più colpite da un evento di inquinamento marino. Ad esempio, una mappa di pericolosità potrebbe mostrare che una zona costiera sarebbe particolarmente colpita da un'esplosione di una nave cisterna a causa della sua vicinanza alla nave. La mappa potrebbe anche mostrare che l'esplosione avrebbe un impatto significativo sulla popolazione e sulle infrastrutture della zona.

CODICE WBS	V3AP05_RF003
<b>Area</b>	Elaborazione delle mappe di rischio, di vulnerabilità e di pericolosità.
<b>Descrizione del lavoro</b>	Elaborazione di mappe di pericolosità marittima mediante l'utilizzo di dati come il traffico navale, le previsioni dei modelli di Oil Drift (elaborate dagli applicativi 3.2 e 3.3), i dati socio-economici ed i dati degli ecosistemi marini (acquisiti dall'applicativo 3.4 e presenti quindi nel SIM), per calcolare il grado di pericolosità in diverse aree.  Le informazioni risultanti vengono poi visualizzate tramite librerie web-GIS su un'interfaccia operativa.
<b>Presupposti e Vincoli</b>	Presupposti:  Disponibilità di dati accurati sui fattori di rischio, come il traffico navale.  Vincoli:  L'applicativo è condizionato nelle previsioni dai modelli predittivi utilizzati e dalla completezza delle fonti dati acquisite.
<b>Deliverables</b>	Mappe di pericolosità a seguito di un evento di Oil Drift.
<b>Criteri di accettazione</b>	Verifica delle mappe di pericolosità prodotte, con l'analisi dei dati che hanno portato alla loro realizzazione.

#### Requisito Funzionale V3AP05\_RF004

L'applicativo genera mappe di vulnerabilità tenendo conto di diverse condizioni nelle diverse zone, inclusi fattori come ecosistema, riserve marine, zone di pesca, e attrazioni turistiche. Sono utilizzate per identificare le aree che sono particolarmente suscettibili agli effetti dell'inquinamento.

Ad esempio, una mappa di vulnerabilità potrebbe mostrare che un'area costiera è più vulnerabile all'inquinamento da evento di Oil Spill a causa della sua bassa profondità e della sua elevata biodiversità. La mappa potrebbe mostrare che l'inquinamento avrebbe un impatto significativo sulle acque sotterranee e sulla pesca.

Le mappe sono visualizzabili attraverso librerie web-GIS su un'interfaccia operativa.

CODICE WBS	V3AP05_RF004
<b>Area</b>	Elaborazione delle mappe di rischio, di vulnerabilità e di pericolosità.
<b>Descrizione del lavoro</b>	Sviluppo di un'applicazione che genera mappe di vulnerabilità. Questa applicazione tiene conto di diverse condizioni nelle varie zone, tra cui fattori come l'ecosistema, le riserve marine, le zone di pesca e le attrazioni turistiche.  Le mappe sono visualizzabili attraverso librerie web-GIS su un'interfaccia operativa
<b>Presupposti e Vincoli</b>	Presupposti:  Disponibilità di dati accurati sui fattori di vulnerabilità, come l'ecosistema, le riserve marine, le zone di pesca e le attrazioni turistiche.  Accuratezza degli algoritmi utilizzati per calcolare la vulnerabilità.  Vincoli:  L'applicativo è condizionato nelle previsioni dai modelli predittivi utilizzati e dalla completezza delle fonti dati acquisite.
<b>Deliverables</b>	Mappe di vulnerabilità a seguito di un evento di Oil Drift.
<b>Criteri di accettazione</b>	Verifica delle mappe di vulnerabilità prodotte, con l'analisi dei dati che hanno portato alla loro realizzazione.

### Requisito Funzionale V3AP05\_RF005

L'applicazione, sfruttando il web-GIS (Sistema di Informazione Geografica basato sul web), consente agli utenti di sovrapporre e visualizzare dati da diverse fonti come layer su mappe. Questo tipo di funzionalità è utile per analizzare e comprendere le informazioni geospaziali in modo visuale.

Sovrapposizione di Dati: l'applicazione consente agli utenti di sovrapporre dati provenienti da diverse fonti, ad esempio mappature di ecosistemi marini come posidonia marina e coralligeno, insieme alle mappe di probabilità legate alla dispersione di sostanze contaminanti nell'area marina indagata.

Presentazione e Visualizzazione delle Mappe: gli utenti possono visualizzare le mappe sovrapposte in modo chiaro e comprensibile tramite una interfaccia intuitiva.

Layer Sovrapponibili: gli utenti possono selezionare e sovrapporre diversi tipi di layer, consentendo loro di esaminare le interazioni tra gli ecosistemi marini e la dispersione di sostanze contaminanti. Questi layer possono essere modificati e personalizzati in base alle esigenze dell'utente.

L'applicazione consente agli utenti di creare combinazioni di colori utilizzando il modello RGB (Rosso, Verde, Blu) per evidenziare specifiche caratteristiche o rischi. Determinate combinazioni di colori saranno utilizzate per indicare livelli di pericolosità diversi o per identificare aree di interesse specifiche.

Utilizzo di Heatmap: le heatmap vengono utilizzate per visualizzare dati in modo chiaro, mostrando la densità o l'intensità di determinati fenomeni in specifiche aree geografiche. Saranno utilizzate le heatmap per mostrare la concentrazione di sostanze contaminanti in determinate aree marine.

L'applicazione consente agli utenti di stimare il rischio analizzando le informazioni sovrapposte. Questo supporterà gli utenti nel prendere decisioni informate basate sui dati disponibili ed utilizzati.

Tecnologie Utilizzate: per implementare queste funzionalità, l'applicazione fa uso di librerie web-GIS, che includeranno tecnologie quali Leaflet, OpenLayers, Mapbox GL JS. Queste librerie consentono l'integrazione di mappe interattive nel browser web.

CODICE WBS	V3AP05_RF005
Area	Elaborazione delle mappe di rischio, di vulnerabilità e di pericolosità.

CODICE WBS	V3AP05_RF005
<b>Descrizione del lavoro</b>	<p>L'applicazione sfrutta web-GIS (un Sistema di Informazione Geografica basato sul web) per fornire agli utenti la capacità di esplorare e analizzare dati provenienti da diverse fonti, rendendoli visibili attraverso mappe interattive.</p> <p>Questa piattaforma consente agli utenti di sovrapporre strati informativi diversi su mappe geografiche. Una delle sue funzionalità principali è la possibilità di sovrapporre dati provenienti da fonti eterogenee, insieme alle mappe che indicano la probabilità di dispersione di sostanze inquinanti in una specifica area marina. Questo consente agli utenti di esplorare e analizzare le complesse interazioni tra diversi elementi geospaziali. Gli utenti possono selezionare e sovrapporre diversi strati informativi, fornendo loro la flessibilità di esaminare dettagliatamente le correlazioni tra gli ecosistemi marini e la diffusione di sostanze inquinanti. Questi strati possono anche essere personalizzati per adattarsi alle specifiche esigenze dell'utente.</p> <p>Inoltre, l'applicazione offre agli utenti la possibilità di creare combinazioni di colori utilizzando il modello RGB (Rosso, Verde, Blu) per evidenziare particolari caratteristiche o rischi all'interno delle mappe. Questa funzionalità è particolarmente utile per identificare zone di interesse specifiche o livelli di pericolosità variabili.</p> <p>Un'altra caratteristica è l'uso di heatmap, che consentono di visualizzare chiaramente la densità o l'intensità di fenomeni specifici in aree geografiche specifiche. Saranno utilizzate heatmap per rilevare la concentrazione di sostanze inquinanti in determinate zone marine.</p> <p>Infine, l'applicazione offre agli utenti la possibilità di valutare il rischio mediante l'analisi dei dati sovrapposti, aiutandoli a prendere decisioni informate basate su informazioni geospaziali. Questa funzione è cruciale per una gestione efficace degli ecosistemi marini e la prevenzione della contaminazione. Per raggiungere queste funzionalità avanzate, l'applicazione fa ampio uso di librerie web-GIS, tra cui Leaflet, OpenLayers e</p>



CODICE WBS	V3AP05_RF005
	Mapbox GL JS, consentendo un'esperienza interattiva e informativa nel browser web degli utenti.
<b>Presupposti e Vincoli</b>	<p>Presupposti:</p> <p>Disponibilità di dati accurati e aggiornati da diverse fonti.</p> <p>Accuratezza dei modelli di dispersione e dei metodi di stima del rischio.</p> <p>Possibilità di implementare algoritmi personalizzati.</p> <p>Vincoli:</p> <p>L'applicativo è condizionato nelle previsioni dai modelli predittivi utilizzati e dalla completezza delle fonti dati acquisite.</p>
<b>Deliverables</b>	Stima del rischio
<b>Criteri di accettazione</b>	Congruità della stima del rischio con i dati presenti al sistema che l'hanno generata.

### Requisito Funzionale V3AP05\_RF006

L'applicativo si avvale di un sistema di Identity and Access Management (IAM) per gestire l'accesso, l'autenticazione e l'autorizzazione degli utenti in base ai ruoli definiti e permessi associati a ciascun ruolo.

La profilazione è possibile sia attraverso GUI, sia attraverso l'utilizzo di apposite API.

Una volta che un utente è autenticato, l'applicativo verificherà i ruoli dell'utente per determinare quali funzionalità e risorse è possibile accedere.

CODICE WBS	V3AP05_RF006
<b>Area</b>	Elaborazione delle mappe di rischio, di vulnerabilità e di pericolosità.
<b>Descrizione del lavoro</b>	Il sistema si basa su tecnologie Open per definire i ruoli degli utenti e i relativi permessi. Gli utenti possono essere profilati sia attraverso GUI, sia mediante API. Dopo l'autenticazione di un utente, sarà compito dell'applicativo verificare i ruoli assegnati per determinare quali azioni e risorse siano accessibili.
<b>Presupposti e Vincoli</b>	<p>Presupposti:</p> <p>Disponibilità di un sistema IAM attivo.</p> <p>Accuratezza dei ruoli e dei permessi definiti nel sistema IAM.</p> <p>Vincoli:</p> <p>L'applicazione è limitata alle funzionalità del sistema IAM utilizzato.</p> <p>La profilazione può richiedere integrazioni nel codice.</p>
<b>Deliverables</b>	Profilazione utenti
<b>Criteri di accettazione</b>	Verifica dei profili e ruoli utenti, verifica delle funzionalità abilitate

### 1.3 Architettura logico-applicativa del sistema

Questo paragrafo contiene informazioni relative a specifiche applicative e funzionali del sistema, con l'obiettivo di trasmettere al lettore le logiche applicative del servizio.

#### 1.3.1 Requisiti Non-Funzionali

L'architettura di questo applicativo si basa sui seguenti requisiti non funzionali:

REQUISITO	Descrizione
scalabilità	I servizi implementati nell'Application Platform e nell'Intelligence Platform devono poter avere una infrastruttura scalabile sia verticalmente che orizzontalmente per venire incontro ai requisiti prestazionali che i modelli deterministici e i modelli di machine learning richiedano
scalabilità	I moduli software devono poter essere mandati in esecuzione in parallelo senza causare collisioni di processo o di dati
alta disponibilità	Il deployment dei servizi deve avvenire in continuous delivery o in continuous deployment mantenendo la disponibilità del servizio a front end durante i rilasci

REQUISITO	Descrizione
alta disponibilità	I servizi devono garantire auto recovery mantenendo la consistenza dei dati ad ogni riavvio
performance	I tempi di risposta delle request API eseguite da interfaccia webGIS nel caso di funzionamento in modalità sincrona, devono rientrare nei tempi accettabili alle esigenze dell'utente
sicurezza	L'accesso all'interfaccia deve avvenire secondo le regole definite nel documento "classi di utenza" del SIM
interoperabilità	Lo scambio dei dati tra il SIM e gli stakeholder avviene secondo protocolli di interoperabilità definiti negli accordi di servizio tra il MASE e gli stakeholder
microservizi	L'interazione tra i servizi e l'utente può avvenire in modalità sincrona nel momento in cui l'interfaccia utente aspetta l'esito del risultato, tipicamente in questo caso il controllo delle invocazioni delle request e delle relative response sono ad appannaggio del GIS Server. Oppure in modalità asincrona nel momento in cui l'interfaccia utente non attende l'esito del microservizio invocato, ma il risultato viene notificato all'utente tramite messaggio al termine dell'elaborazione. Nella modalità asincrona viene invocato il servizio di elaborazione che, a sua volta invia un messaggio a un message broker per notificare l'esito dell'elaborazione.
content sharing	I dati prodotti dalle applicazioni del SIM, utili tra diverse applicazioni vengono memorizzate nel repository del SIM a meno di diverse indicazioni degli stakeholder
policy di ingestion	In linea con la definizione di data mesh, i dati degli stakeholder vengono importati nel SIM su aree di storage temporanee solo nel momento in cui servano alla richiesta dell'utente.
logging	I log applicativi devono poter essere accessibili tramite interfaccia unica per facilitare le attività di operation nella ricerca delle cause di errore
logging	I log devono essere categorizzati e ordinabili per priorità (es: FATAL, ERROR, WARNING, ...), ordinabili per data e riconoscibili univocamente
compatibility	L'interfaccia webGIS deve essere compatibile con i browser più utilizzati (Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, Firefox, Opera, Internet Explorer)

### 1.3.2 Diagramma Architettuale

Di seguito viene presentato diagramma architettuale dell'applicativo mappato sull'architettura di riferimento del SIM.

L'accesso all'applicativo avviene tramite la piattaforma di Digital Experience che permette di gestire la presentazione sui diversi device (pc, mobile) e di definire le regole di accesso in funzione delle classi di utenza definite nel SIM, quali l'utenza di portale, di geo processing e di monitoraggio. L'utente è in grado di visualizzare la mappa cartografica dell'Italia, di selezionare la zona di interesse dove vuole fare la simulazione e selezionare la fonte dati sulla quale eseguire il modello di simulazione AI/ML. Le mappe sono fruibili tramite il discovery and access broker GEO DAB del SIM in funzione delle caratteristiche geospaziali necessarie al loro utilizzo o alla loro visualizzazione su interfaccia web GIS.

Tramite un tool di data management si inseriscono nel database "Master Catalog" le modalità di fruizione dei dati che rientrano negli "accordi di servizio" tecnici tra gli stakeholder e il SIM, quali per esempio:

- formato del dato
- qualità del dato
- modalità di accesso
- API esposte
- modalità di refresh dei dati

Nel Master Catalog viene registrato anche il catalogo dei modelli di simulazione disponibili nel SIM.

L'interoperabilità tra SIM e stakeholder è garantita dall'API Gateway e si ipotizza che l'accesso ai dati degli stakeholder avvenga tramite GIS server per i dati cartografici e tramite servizi di accesso specifici ai database SQL e NOSQL per i dati strutturati e non strutturati.

Le richieste verso i servizi degli stakeholder o verso servizi all'interno del SIM vengono veicolati tramite l'API Gateway e tramite il Master Catalog, l'API associato allo stakeholder viene storicizzato nel Master Catalog e caricato ciclicamente nella cache del API Gateway a partire dal Master Catalog stesso. Si presentano due scenari, se l'API dello stakeholder è presente nella cache dell'API Gateway allora quest'ultimo veicola la richiesta verso lo stakeholder, se l'API dello stakeholder non è presente nella cache dell'API Gateway allora quest'ultimo esegue una richiesta al Master Catalog per recuperare l'API dello stakeholder. Sia il db management del Master Catalog che l'API Gateway si preoccupano di eseguire un'analisi sintattica dell'API request.

La piattaforma di intelligence mette a disposizione strumenti di implementazione di flussi di elaborazione come nel caso specifico di applicazione di modelli di simulazione di dispersione di contaminanti. I servizi della intelligence platform si occupano di eseguire l'ingestion dei dati nel perimetro della zona geografica selezionata dall'utente, di memorizzarli temporaneamente su block storage mappato all'interno del SIM e di eseguire le elaborazioni con i dati di input estratti. I servizi AI/ML della intelligence platform vengono invocati on demand dall'interfaccia webGIS tramite API request, la risposta può avvenire in modo sincrono oppure può avvenire in modalità asincrona tramite l'invio di una notifica sull'interfaccia.

Il flusso dei dati avviene secondo le seguenti fasi:

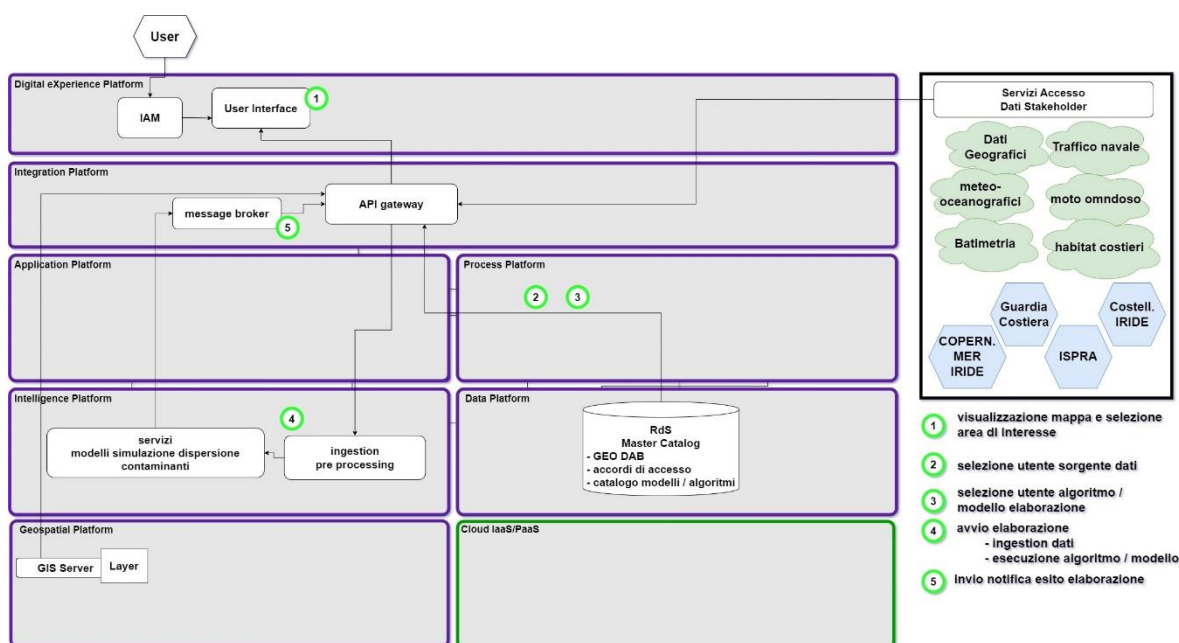
1. Estrazione dei dati ambientali pertinenti al perimetro geografico selezionato e memorizzazione in aree di storage temporanee all'interno del SIM
2. I servizi dell'intelligence platform leggono i dati ambientali memorizzati nelle aree temporanee al punto 1 e li elaborano
3. Creazione dei layer GIS contenenti le informazioni elaborate dai modelli AI/ML
4. Visualizzazione tramite interfaccia web dei layer al punto 3

Si identificano le seguenti interconnessioni tra le componenti:

- l'interfaccia web invoca request API verso i servizi GIS che gestiscono le mappe cartografiche a livello nazionale del SIM

- l'interfaccia web richiede, tramite request al Master Catalog, la lista delle sorgenti a disposizione in modo che l'utente possa farne una scelta
- l'interfaccia web richiede, tramite request al Master Catalog, la lista degli algoritmi e modelli AI/ML in modo che l'utente possa farne una scelta
- l'utente, tramite interfaccia web, avvia il processo di elaborazione dei dati
- I servizi di elaborazione dei modelli di AI/ML invocano la richiesta di estrazione e pre processamento dei dati ambientali relativi all'area selezionata
- I servizi di intelligence platform inviano un messaggio di notifica di esito dell'elaborazione verso il servizio di message broker

I punti contrassegnati in verde nel diagramma danno evidenza della sequenza temporale di come avviene la richiesta di fruizione dei dati tramite le componenti software di backend.



### 1.3.3 Piattaforme SIM utilizzate

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
Application Platform (DevSecOps)	Pipeline CI/CD Engine	SI	Il codice software dei microservizi dei modelli di AI/ML di simulazione della dispersione di contaminanti implementati all'interno dell'Intelligence Platform vengono sviluppati tramite tool di sviluppo (es: Jupyter, Dataiku) successivamente il codice viene versionato sul repository di progetto e deployato in collaudo e produzione tramite tool di pipeline automatizzate.
	Software Forge	SI	Il focus principale dell'applicativo è lo sviluppo di modelli di AI/ML di simulazione dispersione contaminanti che verranno

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			salvati e catalogati nel master catalog pronti per essere selezionati e utilizzati nelle condizioni al contorno più congrue. La gestione del versioning, del tracciamento dei problemi, la collaborazione tra gli sviluppatori ha impatti principalmente sull'intelligence platform e su tutte le piattaforme coinvolte nel disegno architetturale come da paragrafo precedente
	Application Defined Storage Engine	NO	
	Service Mesh	SI	È necessario un framework di Service Mesh per semplificare la comunicazione, monitorare e gestire i servizi, avere un'applicazione ad alta affidabilità, e gestire la sicurezza e la resilienza del sistema.
	Observability	SI	La capacità di misurare, monitorare e comprendere il comportamento di un sistema software in esecuzione, in modo da poter diagnosticare problemi, tracciare le prestazioni e ottenere informazioni dettagliate sullo stato del sistema impatta tutte le piattaforme coinvolte nel disegno architetturale come da paragrafo precedente
Process Platform	Business Process Modelling	NO	
	Workflow Engine	NO	
	Business Rule Engine	NO	
	Analytics and Reporting	NO	
	Integration and Connectivity	NO	
	Collaboration and Communication tools	NO	
	Security and Access Control	NO	
	Complex Event Processing	NO	
Data Platform	Extract, Transform, Load (ETL) tools	NO	
	Data Modelling tools	SI	I dati meteoceanografici provengono da fonti diverse, devono quindi essere normalizzati secondo uno schema comune

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			prima di essere elaborati dai modelli di AI/ML
	Business Intelligence tools	NO	
	Metadata Management tools	SI	Le informazioni utili al reperimento dei dati meteoceanografici vengono inserite nel master catalog tramite tool di metadata management
	Data Governance tools	SI	I dati meteoceanografici devono essere sottoposti a trasformazioni preliminari che ne permetta l'utilizzo nei modelli AI/ML
	Data modeling and Preparation tools	NO	
	Report creation/generation	NO	
	Data Visualization engines	NO	
	Indexing, search	SI	L'utente deve poter selezionare la versione del modello AI/ML di simulazione della dispersione contaminanti da mandare in esecuzione
Intelligence Platform	AI/ML Frameworks catalog	SI	Nel master catalog vengono registrati i modelli di AI/ML disponibili per l'applicazione delle trasformazioni sui dati
	AI/ML Flows	SI	L'intelligence platform predispone strumenti di progettazione di workflow che implementano flussi condizionati di elaborazioni AI/ML
	AI Models Lifecycle Management	SI	L'applicativo memorizza le versioni di più modelli AI/ML in modo che l'utente possa scegliere la versione più appropriata da elaborare in quel momento
	AI Data Preparation	SI	
	Model Deployment	SI	
	Model Monitoring	SI	
	ML Scaling Framework	SI	L'elaborazione dei servizi di intelligence platform può essere "scalata" sia verticalmente potenziando l'hardware a disposizione che orizzontalmente istanziando più processi
Integration Platform	Integration Flows (Scenarios)	SI	Il flusso di integrazione tra i componenti delle piattaforme avviene sempre tramite l'integration platform
	Connectors	SI	L'applicativo predispone connettori per il reperimento dei dati meteoceanografici in

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			linea con gli accordi di servizio con gli stakeholder coinvolti
	Data mapping and transformation	SI	L'applicativo esegue un controllo sintattico e semantico sui dati letti dagli stakeholder e applica una prima fase di trasformazione in modo da omogeneizzare i dati in input alle elaborazioni successive
	Integration workflow automation	NO	
	API management	SI	Si implementa il routing delle richieste API tra le varie componenti delle piattaforme
	API gateway	SI	Viene gestito il routing delle richieste API tra le varie componenti
	Policies, monitoring and analytics	SI	Le richieste API tra le varie component vengono monitorate per analizzarne le performance
	Security and compliance	SI	I dati in transito vengono gestiti secondo criteri di integrità e confidenzialità e l'accesso sicuro ai servizi è garantito tramite token di autenticazione
Digital Experience Platform	Content Management Service	NO	
	Mobile Devices Support	NO	
	Content Personalization	NO	
	Content and Service Analytics	NO	
	Identity Management Support Integration	SI	
	Service Access Policies	SI	
	Single Page Apps	SI	
	Forms	NO	Non è previsto l'utilizzo di formulari per la raccolta di informazioni sui profili o sui contatti degli utenti
	Asset Publisher	NO	
	Search	NO	
	Fragments and Pages	SI	L'applicativo implementa componenti software riutilizzabili all'interno di più pagine web
	SEO and Page Analytics	NO	
Geospatial Platform	Data Integration	SI	L'applicativo integra le mappe della cartografia di base e quelle di simulazione



MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			di dispersione contaminanti in una scala di riferimento univoca
	Remote Sensing	NO	
	GIS base services	SI	L'applicativo fornisce servizi e formati in standard OGC
	Spatial Analysis	SI	L'utente deve avere la possibilità di identificare e selezionare una zona di interesse dove vuole eseguire la simulazione tramite layer dell'interfaccia webGIS predisposti per l'applicativo
	Risk Assessment	SI	Tramite la visualizzazione delle simulazioni della dispersione di contaminanti, l'applicativo evidenzia elementi di pericolosità e rischi futuri
	Predictive Modeling	SI	L'applicativo visualizza su layer geografico le simulazioni dei modelli predittivi
	Climate Change Analysis	SI	L'applicativo visualizza il cambiamento climatico fondamentale per valutare la dispersione dei contaminanti
	Environmental Impact Assessment	SI	Tramite la visualizzazione delle simulazioni della dispersione di contaminanti, l'applicativo contribuisce ai processi decisionali di contenimento dei rischi
	Reporting and Visualization	SI	
	Historical Data Analysis	SI	Tramite questa capability l'applicativo permette delle analisi grafiche dei dati di serie storiche
	Scenario Planning	SI	L'applicativo fornisce scenari futuri di simulazioni della distribuzione dei contaminanti

## 1.4 Dati di input

### 1.4.1 Introduzione ai Dati di Input

La costruzione dello scenario di rischio richiederà i seguenti dati di input:

- Dati AIS
- Dati geomorfologici delle coste italiane
- Dati SIC
- Dati ecosistemici
- Dati socio-economici
- Dati Satellitari

## 1.4.2 Catalogo delle Fonti di Dati

Si riportano di seguito le specificità delle fonti dati:

- **Proprietà e responsabilità:** la gestione dei dati acquisiti è un aspetto cruciale dell'applicativo. L'ente che fornisce i dati è proprietario e responsabile della loro qualità iniziale. La qualità dei dati elaborati, invece, diretta responsabilità dell'applicativo. Questo implica l'adozione delle migliori pratiche per garantirne l'accuratezza, la coerenza e l'affidabilità.
- **Modalità di accesso:** le modalità di accesso ai dati possono essere distinte in due categorie principali: offline e online.
  - **Modalità Offline:** In questa modalità, i dati sono accessibili in modo asincrono o batch
  - **Modalità Online:** Attraverso API o stream in real time o near-realtime.

La frequenza di aggiornamento dei dati è un elemento fondamentale nella progettazione.

Ad esempio, attualmente, i dati SAR vengono aggiornati quotidianamente (Copernicus).

Tuttavia, è importante tenere presente che con l'arrivo dei dati dalla costellazione IRIDE, la frequenza di aggiornamento potrebbe aumentare significativamente. Questa nuova fonte di dati potrebbe consentire aggiornamenti più frequenti e tempestivi, migliorando la granularità a livello temporale e di dettaglio delle informazioni fornite dal servizio.

- **Soluzioni per l'Accesso ai Dati:** i dati potranno essere accessibili tramite API, consentendo l'integrazione diretta con altre applicazioni e sistemi. Inoltre, sarà possibile effettuare il trasferimento dei dati in modo efficiente attraverso protocolli di database standard, semplificando così la condivisione e l'aggiornamento delle informazioni. Saranno disponibili funzionalità di accesso e download a repository offline. I dati presenti in piattaforma saranno disponibili, con le opportune profilazioni di accesso, a tutti gli enti/stakeholder della piattaforma.
- **Caratteristiche Sensibilità Dato:** la sensibilità e la riservatezza dei dati sono fondamentali per proteggere le informazioni personali e aziendali. L'applicativo risponde a tutti i requisiti di legge, incluso il GDPR.
- **Uso del Dato:** l'utilizzo dei dati sarà per aggregazioni statistiche ed advanced analytics riferite all'applicativo. Consentirà una comprensione approfondita dei dati raccolti, facilitando decisioni informate e strategiche. Inoltre, i dati saranno sfruttati per condurre analisi avanzate al fine di identificare tendenze, modelli e opportunità, migliorando così l'efficienza e l'efficacia delle operazioni.

Segue tabella delle fonti-dati in scope di progetto (eventuali fonti-dati aggiuntive potranno essere incluse con specifiche estensioni progettuali).

ID	Nome sorgente dati	Proprietà dei dati (owner)	Modalità di accesso	Frequenza di aggiornamento	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Caratteristiche che Sensibilità Dato	Uso del Dato	Criticità
V3AP05_DI001	Dati pre-elaborati, disponibili nel datalake del SIM (cfr applicativo 3.4)	SIM	Offline / Online	Periodico / on demand	API	Unclassified	Finalità applicativo di riferimento – Strategia marina	N/A
V3AP05_DI002	Dati previsionali dai modelli	SIM	Online / Offline	On demand / variabile	API	Unclassified	Finalità applicativo di riferimento – Strategia marina	N/A

#### 1.4.3 Specifiche di Contenuto

ID	Specifiche di contenuto
V3AP05_DI001	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rete Mareografica Nazionale (RMN) – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Zone marine per l'acquacoltura (AZA) – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Assetto Costiero – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Atlante delle specie marine protette nelle AMP e nei siti Natura 2000 in Sicilia – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Previsioni sullo stato del mare – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Rete Mareografica della Laguna di Venezia – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Rete Ondametrica Nazionale (RON) – dati storici – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Rete Ondametrica Nazionale (RON) – Dati near real time – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane (SINTAI) – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> </ul>

ID	Specifiche di contenuto
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema di osservazione Specie Marine Aliene – ISPRA [SIC/Progetto MER(*)]</li> <li>▪ Dati biochimici e marini (**) – ENEA</li> <li>▪ Batimetria, osservazioni biogeochimiche, distribuzione specie marine, Seabed habitats – Rete europea di osservazione e dati sull'ambiente marino (EMODnet)</li> <li>▪ Dati AIS – Guardia Costiera</li> <li>▪ Stream immagini SAR – COPERNICUS / ASI</li> <li>▪ Stream immagini multi/iper-spetttrali – COPERNICUS / ASI</li> </ul> <p>(cfr applicativo 3.4)</p>
V3AP05_DI002	Dati previsionali dei modelli d Oil Drift disponibili in ambito progettuale (cfr. applicativo 3.2 e 3.3)

(\*) I servizi ISPRA MER – ad oggi in fase di progettazione ed implementazione da parte di ISPRA – saranno integrati nelle componenti disponibili entro i tempi di implementazione dell'attuale progetto SIM. Le componenti non disponibili oltre la data di implementazione dell'attuale progetto sono da considerarsi *out-of-scope*, a meno di successive integrazioni contrattuali con il MASE.

(\*\*) Per i servizi che Enea renderà disponibili come *contributor* di progetto.

## 1.5 Sistemi federati

### 1.5.1 Introduzione ai Sistemi Federati

Per questa area non si rilevano Sistemi da federare poiché i dati saranno già disponibili nel contesto SIM, acquisiti dall'applicazione 3.4 di tale verticale.

### 1.5.2 Elenco dei Sistemi Federati

Per questa area non si rilevano Sistemi da federare poiché i dati saranno già disponibili nel contesto SIM, acquisiti dall'applicazione 3.4 di tale verticale.

## 1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

### 1.6.1 Introduzione e Panorama Generale

La pluralità dei dati acquisiti e pre-elaborati nel Data Lake del SIM costituirà la base per l'elaborazione dei modelli di rischio, effettuare analisi utili a supportare le decisioni, correlando dati trasversali ai diversi stakeholder ed elaborando sintesi: da quella descrittiva a quella prescrittiva, passando infine per quella predittiva, attraverso processi di computazione distribuita, i cui vantaggi saranno:

1. **Scalabilità** — I sistemi distribuiti potranno crescere con il carico di lavoro e i requisiti. Se necessario, saranno aggiunti nuovi nodi (dispositivi di calcolo) alla rete di calcolo distribuito.

2. **Disponibilità** — Il sistema di calcolo distribuito non viene arrestato se uno dei computer si blocca. La struttura del sistema mostra tolleranza ai guasti perché può continuare a funzionare anche se i singoli computer riportano un errore.
3. **Consistenza** — I computer di un sistema distribuito condividono informazioni e duplicano i dati tra loro, ma il sistema gestisce automaticamente la consistenza dei dati tra tutti i diversi computer. In questo modo si ottiene il vantaggio della tolleranza ai guasti senza compromettere la consistenza dei dati.
4. **Trasparenza** — I sistemi di calcolo distribuito forniscono una separazione logica tra l'utente e i dispositivi fisici. È possibile interagire con il sistema come se fosse un singolo computer, senza preoccuparsi dell'impostazione e della configurazione delle singole macchine. Hardware, middleware, software e sistemi operativi diversi possono lavorare insieme per far funzionare il sistema senza problemi.
5. **Efficienza** — I sistemi distribuiti offrono prestazioni più rapide con un uso ottimale delle risorse dell'hardware sottostante. Di conseguenza, è possibile gestire qualsiasi carico di lavoro senza preoccuparsi di guasti al sistema dovuti a picchi di volume o al sottoutilizzo di hardware costoso.

Tale architettura di riferimento è definita da almeno tali data layer:

1. **Transient Zone** — Rappresenta il punto di ingresso dei dati nel data lake: qui i dati potranno essere tokenizzati o mascherati per proteggere, ad esempio, dati sensibili, e per i più generali processi di GDPR compliance.
2. **Raw Zone** — Tale layer conterrà i dati nel loro formato originale, grezzo, o così come vi confluiscono dalla transient zone.
3. **Refined Zone** — In tale layer confluiscono dati semilavorati a partire dai dati grezzi, attraverso algoritmi di data preparation (operazioni di pulizia, aggregazione, validazione, ...).
4. **Trusted Zone** — Contiene i dati pubblici — i reference data o altrimenti definibili come master data — disponibili e certificati per tutti gli stakeholder del SIM.
5. **Sandbox** — Come layer a cui i data scientist e gli esperti possono accedere per sperimentare con i dati, esplorarli, farne emergere il loro valore, estrarne actionable pattern come informazioni utili agli stakeholder per valutare ulteriori attività, processi, implementazioni.

### 1.6.2 Criteri di selezione

Si implementeranno **modelli e algoritmi specifici per la valutazione del rischio**:

- **Modelli di analisi dei pericoli** — Modelli necessari all'identificazione e la valutazione delle potenziali fonti di rischio.
- **Modelli di analisi delle conseguenze** — Modelli necessari alla valutazione degli impatti potenziali di un evento avverso, per stimare il danno o la perdita che potrebbe essere causato da un rischio.
- **Modelli di analisi del rischio combinato** — Modelli che combinano i risultati di analisi dei pericoli e delle conseguenze per valutare il rischio complessivo di un'attività o di un'operazione.

Nell'immagine seguente, la rappresentazione schematica della pipeline di processo:

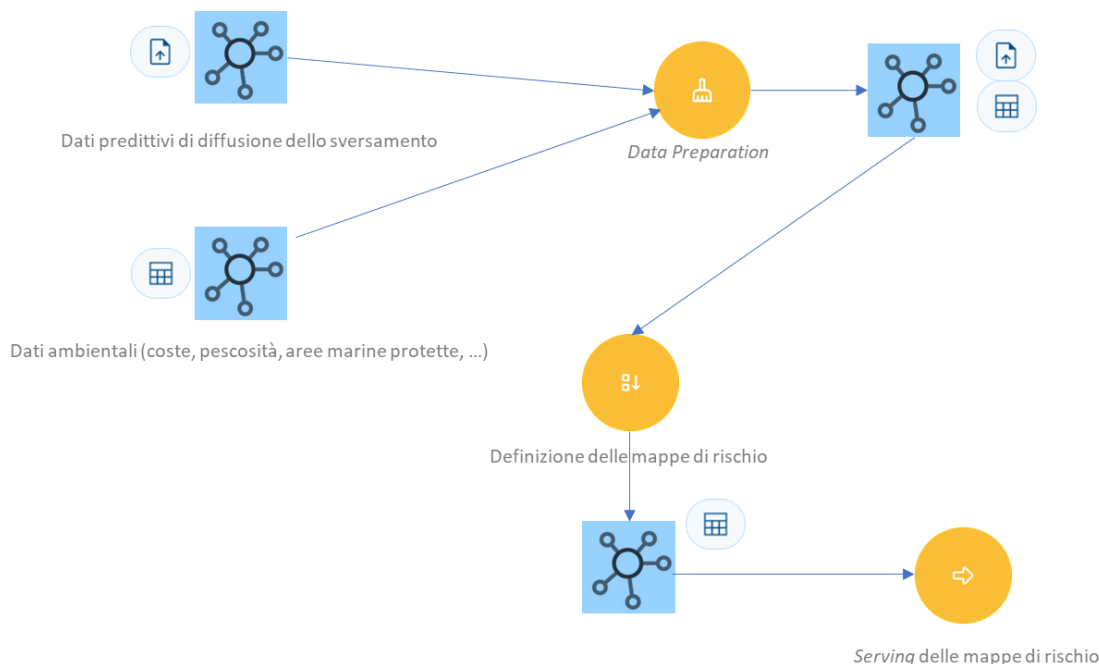


Figura 1 - Pipeline di flusso per l'implementazione delle mappe di rischio

Nel seguito del documento il dettaglio analitico.

### 1.6.3 Tipologie di Funzioni Applicative

Vedi il paragrafo “*Criteri di selezione*”

### 1.6.4 Dettagli sugli algoritmi

#### Modelli di analisi dei pericoli

I modelli di analisi dei pericoli definiscono una metodologia che si concentra sull'identificazione e la valutazione delle potenziali fonti di rischio. Possono essere utilizzati per identificare i rischi specifici associati a un'attività o a un'operazione.

L'analisi dei pericoli sarà implementata in tale sequenza operativa:

- **Identificazione dei pericoli** — Saranno identificati tutti i potenziali pericoli associati all'attività o all'operazione: fisici, chimici, biologici o organizzativi.
- **Valutazione dei pericoli** — Sarà valutata la gravità dei pericoli, determinata dalla probabilità che si verifichino e dall'impatto che potrebbero avere.
- **Controllo dei pericoli** — Saranno implementate le misure per ridurre il rischio associato ai pericoli: tecniche, organizzative o procedurali.
- **Analisi dei pericoli** — Si procederà infine alla pubblicazione cartografica sintetica dei dati di analisi, per informare e coadiuvare le decisioni sulla gestione dei rischi.

Si adotteranno i seguenti modelli:

- **Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)** — Modello standardizzato per l'identificazione e la valutazione dei rischi.
- **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)** — Modello utile alla valutazione dei potenziali modi di guasto e dei loro effetti, per le piattaforme estrattive in mare.
- **Fault Tree Analysis (FTA)** — Modello utile alla valutazione delle cause alla radice di un evento avverso, anch'esso per le piattaforme estrattive in mare.
- **Event Tree Analysis (ETA)** — Modello utile alla valutazione delle possibili conseguenze di un evento avverso

Grazie a questi modelli di analisi dei pericoli:

- Si identificheranno i rischi potenziali che potrebbero non essere altrimenti riconosciuti.
- Si supporterà nella valutazione della gravità dei rischi e nel prendere decisioni informate sulla loro gestione.

### Modelli di analisi delle conseguenze

I modelli di analisi delle conseguenze definiscono una metodologia che si concentra sulla valutazione degli impatti potenziali di un evento avverso. Si adotteranno per stimare il danno o la perdita che potrebbe essere causato da un evento di sversamento.

L'analisi delle conseguenze sarà implementata nella seguente sequenza operativa:

- **Identificazione degli eventi avversi** — Si identificheranno tutti gli eventi avversi che potrebbero verificarsi, di natura fisica, chimica, biologica o organizzativa.
- **Valutazione degli eventi avversi** — Si valuterà la gravità di ciascun evento avverso, come probabilità che si verifichi ed impatto che potrebbe avere.
- **Valutazione delle conseguenze** — Si valuteranno le conseguenze di ciascun evento avverso, di natura fisica, economica, ambientale o sociale.
- **Analisi delle conseguenze** — Si procederà infine alla pubblicazione cartografica sintetica dei dati di analisi, per informare le decisioni sulla gestione dei rischi.

Si adotteranno i seguenti modelli:

- **Analisi di impatto ambientale (EIA)** — Modello utilizzato per valutare gli impatti ambientali di un progetto o di un'attività.
- **Analisi di impatto sociale (SIA)** — Modello utilizzato per valutare gli impatti sociali di un progetto o di un'attività.
- **Analisi di rischio di incidente (HRA)** — Modello utilizzato per valutare le conseguenze di un incidente.
- **Analisi di rischio di perdita (PRA)** — Modello utilizzato per valutare le conseguenze di una perdita.

Grazie a questi modelli di analisi delle conseguenze:

- Si identificheranno le conseguenze potenziali di un evento avverso che potrebbero non essere altrimenti riconosciute.
- Si valuterà la gravità delle conseguenze per prendere decisioni informate sulla gestione dei rischi.

### Modelli di analisi del rischio combinato

I modelli di analisi del rischio combinato definiscono infine una metodologia che combina le valutazioni dei pericoli e delle conseguenze per valutare il rischio complessivo di un'attività o di un'operazione.

L'analisi del rischio combinato viene spesso eseguita in quattro passaggi:

- **Identificazione dei pericoli e delle conseguenze** — Si identificheranno tutti i potenziali pericoli e le loro conseguenze.
- **Valutazione dei pericoli e delle conseguenze** — Si valuterà la gravità di ciascun pericolo e delle sue conseguenze.
- **Combinazione dei risultati** — Si combineranno i risultati dell'analisi dei pericoli e delle conseguenze per valutare il rischio complessivo.
- **Analisi del rischio combinato** — Si procederà infine alla pubblicazione cartografica sintetica dei dati di analisi, per informare le decisioni sulla gestione dei rischi.

Si adotteranno i seguenti modelli:

- **Analisi di rischio qualitativa** — Modello qualitativo per valutare il rischio combinato.
- **Analisi di rischio quantitativa** — Modello quantitativo per valutare il rischio combinato.
- **Analisi di rischio probabilistica** — Modello probabilistico per valutare il rischio combinato.

Grazie a questi modelli di analisi del rischio combinato:

- Si renderà disponibile una visione più completa del rischio.
- Si disporrà di un supporto per l'identificazione delle combinazioni di pericoli e conseguenze che potrebbero non essere altrimenti riconosciute.

#### 1.6.5 Dettagli sui Modelli

Vedi il paragrafo "Dettagli sugli algoritmi"

#### 1.6.6 Interazione tra Algoritmi e Modelli

Vedi il paragrafo "Dettagli sugli algoritmi"

#### 1.6.7 Casistica di Utilizzo

Gli algoritmi/modelli individuati coprono le seguenti casistiche di utilizzo:

- **Modelli di analisi dei pericoli**, per l'identificazione e la valutazione delle potenziali fonti di rischio legate agli eventi di sversamento.



- **Modelli di analisi delle conseguenze**, per la valutazione degli impatti potenziali di un evento di *Oil Spill*, e la stima del danno o della perdita che ne potrebbero essere causati.
- **Modelli di analisi del rischio combinato**, per valutare il rischio complessivo degli eventi di *Oil Drift*.

## 1.7 Dati di output

### 1.7.1 Introduzione

Di seguito si fornisce una panoramica generale dei dati di output prodotti dalla funzione applicativa del SIM e della loro rilevanza e specificità nel contesto applicativo:

- Mappe di pericolosità (Hazard)
- Mappe di rischio
- Mappe di vulnerabilità e danno

### Mappe di pericolosità (Hazard)

Le mappe di hazard per sversamenti in mare, anche conosciute come mappe di pericolosità per sversamenti marini, rappresentano le aree geografiche dove c'è un elevato potenziale per sversamenti di sostanze pericolose in acque marine e costiere.

Tali mappe si concentrano sulla valutazione delle aree geografiche o delle situazioni in cui potrebbe verificarsi uno sversamento di sostanze pericolose, senza considerare necessariamente la probabilità di accadimento, ed identificano le zone in cui il rischio di sversamenti è più elevato in base a fattori come la presenza di fonti di rischio (porti o piattaforme offshore) e la tipologia delle sostanze coinvolte.

Tali mappe inoltre forniscono informazioni sulla localizzazione delle fonti di rischio, i tipi di sostanze coinvolte, le rotte di trasporto marittimo, le condizioni oceanografiche e meteorologiche e la sensibilità ambientale. Tuttavia, non includono solitamente una valutazione quantitativa del rischio, essendo il loro obiettivo principale quello di identificare le aree a potenziale rischio elevato per gli sversamenti, consentendo alle autorità e agli operatori di concentrare la loro attenzione su tali aree per la prevenzione e la preparazione alle emergenze.

Si implementeranno nelle mappe di pericolosità queste informazioni:

- **Caratteristiche geografiche** — Topografia costiera, presenza di barriere naturali (dune, habitat corallini, o scogliere), condizioni oceanografiche.
- **Caratteristiche socioeconomiche** — Comunità costiere, attività economiche (pesca, turismo) ed infrastrutture critiche, per valutare gli impatti potenziali sugli esseri umani e sull'economia locale.
- **Localizzazione delle fonti di rischio** — Posizioni di geolocalizzazione delle fonti potenziali di sversamenti, come porti, terminali petroliferi, navi cargo, piattaforme petrolifere offshore e altre infrastrutture industriali o navali.
- **Tipi di sostanze coinvolte** — Petrolio greggio, prodotti petroliferi raffinati.

- **Rotte di trasporto marittimo** — Rotte di navigazione marittima, inclusi i percorsi delle navi, i corridoi di traffico e le zone ad alto rischio di incidenti.
- **Sensibilità ambientale** — Aree marine sensibili, come riserve marine, habitat di specie in pericolo o zone di pesca commerciale, che potrebbero essere particolarmente vulnerabili agli sversamenti.
- **Classificazione della pericolosità** — Livelli di pericolosità, attraverso scale di colori o simboli per rappresentare visivamente il grado di rischio associato a ciascuna zona.

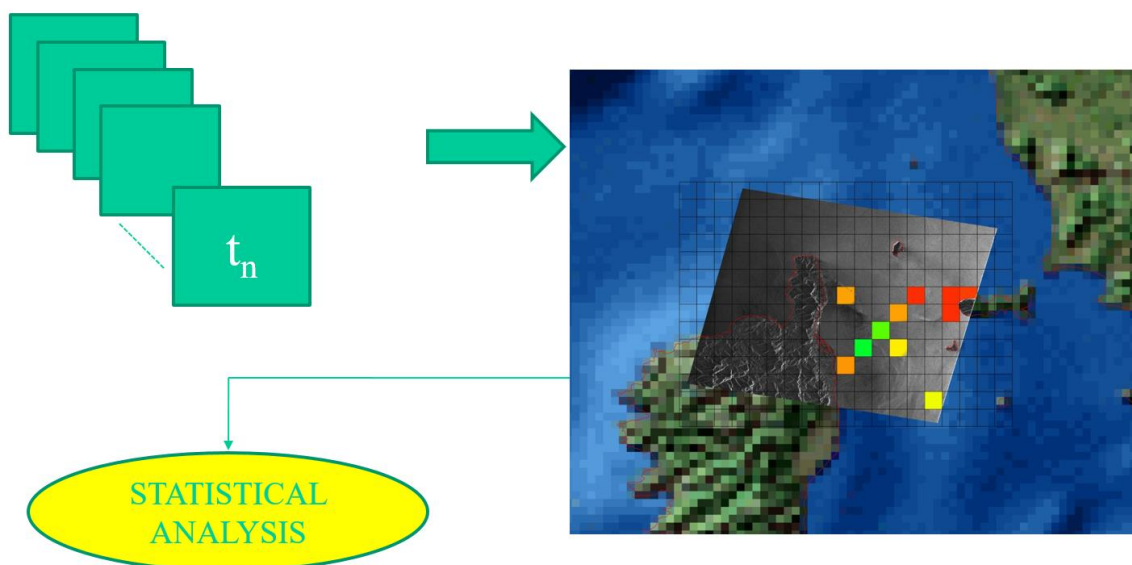
## Mappe di rischio

Le mappe di rischio per sversamenti in mare che si implementeranno rappresenteranno graficamente il potenziale rischio di sversamenti di sostanze pericolose in ambienti marini e costieri. Queste mappe identificano le aree che sono più suscettibili agli sversamenti e ai loro effetti negativi, consentendo di prendere decisioni informate sulla gestione del rischio.

In queste mappe saranno mostrate:

- **La frequenza degli incidenti** — Informazioni sulla frequenza storica degli sversamenti in determinate aree, inclusi dati sugli incidenti passati, per aiutare a valutare la probabilità di futuri sversamenti.
- **La probabilità di sversamento** — Probabilità che si verifichino sversamenti in determinate aree in base a fattori come le condizioni meteorologiche, la frequenza storica degli incidenti e le pratiche di gestione delle sostanze pericolose.
- **I livelli di rischio** — Attraverso una scala di colori o simboli per indicare le aree ad alto, medio o basso rischio.

Segue a titolo di esempio una mappa riportante la frequenza storica degli sversamenti su una specifica area di interesse ricavata da acquisizione ed elaborazione di serie temporali satellitari



## Mappe di vulnerabilità e danno

Saranno implementate mappe di vulnerabilità e danno per sversamenti in mare, utilizzate per valutare e rappresentare graficamente le potenziali conseguenze degli sversamenti di sostanze pericolose in ambienti marini e costieri. Queste mappe forniranno informazioni dettagliate sulla vulnerabilità degli ecosistemi marini, delle comunità costiere e delle infrastrutture agli sversamenti, oltre a stimare i potenziali danni causati dagli incidenti.

Le mappe saranno utilizzate per:

- **La valutazione della vulnerabilità** — Si identificheranno le aree e gli elementi sensibili all'interno dell'ambiente marino e costiero: habitat marini da preservare, come dune, habitat corallini, zone di nidificazione di specie in pericolo, nonché comunità costiere, infrastrutture critiche come porti e centrali elettriche, e attività economiche come la pesca o il turismo.
- **L'identificazione degli ecosistemi vulnerabili** — Si evidenzieranno le aree marine e costiere più vulnerabili agli sversamenti in base a criteri come la sensibilità ambientale, la biodiversità, la produttività biologica e la resilienza agli impatti.
- **La stima del potenziale danno** — Si considereranno come le sostanze sversate possano diffondersi nell'ambiente marino e costiero, attraverso i modelli di *Oil Drift* (applicativo 3.2) e le proprietà chimiche delle sostanze coinvolte. Così da stimare il potenziale danno agli ecosistemi, alla fauna marina, alle attività economiche e agli insediamenti umani.
- **La classificazione della vulnerabilità** — Si utilizzerà una classificazione dei livelli di vulnerabilità basata su una scala di colori o simboli, per rappresentare visivamente la gravità delle conseguenze potenziali degli sversamenti in diverse aree.

### 1.7.2 Elenco Dati di Output

La seguente tabella sintetizza l'elenco per categorie dei dati prodotti in output:

ID	Descrizione	Proprietà dei dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di aggiornamento	Caratteristiche Sensibilità Dato	Criticità
V3AP05_DO001	Mappe di pericolosità (Hazard)	SIM	Online	On demand	Unclassified	N/A
V3AP05_DI002	Mappe di rischio	SIM	Online	On demand	Unclassified	N/A
V3AP05_DI003	Mappe di vulnerabilità e danno	SIM	Online	On demand	Unclassified	N/A

