



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

Progetto Esecutivo

ALLEGATO _V4_C.U.4.7

Gestione illecita dei rifiuti



**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

1	CU.V4.7 – Gestione illecita dei rifiuti.....	5
1.1	Obiettivo del servizio applicativo.....	5
1.1.1	Introduzione.....	5
1.1.2	Scopo Generale.....	5
1.1.3	Esigenze e Requisiti Chiave	6
1.1.4	Tematiche e Obiettivi Correlati.....	7
1.1.5	Benefici Attesi.....	8
1.1.6	Vincoli e Limitazioni.....	9
1.1.7	Stakeholders Coinvolti	9
1.1.8	Conclusione e Riepilogo	10
1.2	Requisiti funzionali.....	10
1.2.1	Elenco dei Requisiti Funzionali.....	10
1.2.2	Requisiti non Funzionali Correlati.....	16
1.2.3	Vincoli e limitazioni.....	17
1.3	Architettura logico-applicativa del sistema.....	17
1.3.1	Requisiti Non-Funzionali	17
1.3.2	Diagramma Architeturale	18
1.3.3	Piattaforme SIM utilizzate.....	22
1.4	Dati di input.....	26
1.4.1	Introduzione ai Dati di Input.....	26
1.4.2	Catalogo delle Fonti di Dati.....	26
1.4.3	Specifiche di Contenuto	29
1.5	Sistemi federati	29
1.5.1	Introduzione ai Sistemi Federati.....	29
1.5.2	Elenco dei Sistemi Federati.....	29
1.6	Funzioni, Algoritmi e Modelli	30
1.6.1	Introduzione e Panorama Generale.....	30
1.6.2	Criteri di Selezione.....	31

1.6.3	Tipologie di Funzioni Applicative	32
1.6.4	Dettagli sugli Algoritmi	32
1.6.4.1	Pre-elaborazione	32
1.6.4.2	Algoritmi per analisi morfologica	33
1.6.4.3	Algoritmi di analisi spettrale basati su confronti di firma	33
1.6.4.4	Analisi spettrale con interazione utente	34
1.6.4.5	Algoritmo di change detection	34
1.6.4.6	Vettorializzazione.....	34
1.6.5	Dettagli sui Modelli	35
1.6.6	Interazione tra Algoritmi e Modelli.....	35
1.6.7	Analisi della Complessità Computazionale	35
1.6.8	Casistica di Utilizzo	36
1.6.9	Misure di Validazione e Verifica	37
1.7	Dati di output.....	38
1.7.1	Introduzione.....	38
1.7.2	Elenco Dati di Output	38
1.8	Client per l'investigazione di illeciti ambientali ad uso delle Capitanerie di Porto	39

1 CU.V4.7 – Gestione illecita dei rifiuti

1.1 Obiettivo del servizio applicativo

1.1.1 Introduzione

Il tema della gestione illecita di rifiuti si configura come elemento critico all'interno del contesto dei reati ambientali. La criticità in particolare è legata alla enorme varietà di azioni che possono configurarsi come gestione illecita.

Infatti, le attività illecite possono spaziare dalle operazioni di raccolta e trasporto, al commercio e intermediazione fino allo smaltimento; in questo specifico contesto, saranno prese in considerazione quelle che riguardano esclusivamente lo smaltimento e le operazioni di recupero in piattaforme non autorizzate e/o autorizzate non rispondenti alle prescrizioni autorizzative. In relazione allo smaltimento che può interessare sia la matrice suolo che le acque (sversamenti di rifiuti solidi al suolo e in alveo), verranno inclusi sia gli abbandoni incontrollati di cui al Comma 2 dell'Art. 256 del D.Lgs. 152/2006 che le discariche non autorizzate di cui al Comma 3 dello stesso articolo.

È opportuno chiarire che l'applicazione oggetto del presente documento restituisce agli utenti le variazioni spaziali e temporali avvenute nel territorio che servono a informare gli stessi, spingendoli ad eseguire ulteriori approfondimenti di indagini al suolo finalizzati alla verifica della presenza di eventuali illeciti ambientali.

1.1.2 Scopo Generale

L'obiettivo dell'applicazione è quello di fornire un supporto agli utenti del Sistema nell'ambito delle loro attività, anche istituzionali, di monitoraggio e controllo del territorio, con particolare riferimento a specifici contesti che maggiormente possono essere oggetto di attività illecita di gestione dei rifiuti.

Gli attori che sono coinvolti nel processo sotteso all'utilizzo di questo applicativo possono essere riassunti in due principali categorie:

- Servizio di gestione del SIM: è costituito dai soggetti che operano sul SIM tenendolo continuamente aggiornato e che forniscono agli utenti strumenti per il monitoraggio del territorio nel tempo
- Utenti (portatori di interesse) sono le amministrazioni locali (Regioni, Province, Città metropolitane, Comuni), le Agenzie Regionali per l'Ambiente, gli Organi di Polizia, la Magistratura.

Ovviamente questi attori hanno funzioni differenti, ma complementari, e necessiteranno di una forte e costante integrazione e collaborazione. Infatti se il SIM nasce da una forte e precisa idea progettuale che è quella di dotare i soggetti addetti alla cura e gestione del territorio di un moderno ed efficace supporto esterno che faciliti la individuazione dei reati ambientali, le tecnologie utilizzate e le strumentazioni necessarie per rilevare le variazioni che avvengono nel territorio (attraverso dati satellitari) richiedono delle specifiche competenze, raramente presenti nelle amministrazioni locali (dove avrebbero una limitata utilizzazione e costituirebbero un aggravio dei costi). Dall'altra parte

gli esperti in interpretazioni di dati telerilevati non hanno le competenze e la specifica preparazione in materia ambientale che hanno invece gli utenti.

Di qui la necessità di un continuo interscambio tra questi due mondi apparentemente separati; da una parte gli utilizzatori o uffici territoriali (portatori di interessi o stakeholders) con la loro specifica competenza sulle attività che ivi si svolgono, sulle normative e sui reati ambientali e dall'altra i gestori del SIM, ovvero gli esperti in tecnologie satellitari. Sono e saranno sempre i primi ad esprimere le loro esigenze conoscitive in relazione alle problematiche territoriali ai secondi che dovranno identificare gli strumenti per supportarli; il tutto in un processo dinamico che converge nella costruzione sinergica di uno strumento evolutivo che aiuti l'individuazione di potenziali reati ambientali.

Pertanto, l'applicativo deve fornire agli utenti finali uno strumento, di semplice utilizzo, che consenta di evidenziare e quantificare le variazioni nel tempo di alcuni parametri significativi indotte dalle attività antropiche; in particolare, è atteso che tali variazioni siano di supporto all'individuazione di possibili illeciti ambientali. Si tratta quindi di una prima fase di screening, a cadenza temporale definita su aree vaste o limitate (preventivamente definite), che deve servire alle autorità preposte ai controlli e/o a quelle inquirenti ad individuare nello spazio e nel tempo eventuali situazioni riconducibili a attività illecite a danno dell'ambiente, da verificare attraverso analisi di dettaglio mirate. Nel caso di aree specifiche, preventivamente individuate su richiesta delle autorità locali competenti, potrà essere richiesto all'applicativo un monitoraggio per verificare il rispetto delle prescrizioni autorizzative.

Più in dettaglio, allo scopo di restituire informazioni utili, il servizio applicativo si propone di lavorare in due modalità:

- automatica: si fornisce, periodicamente, una serie di elaborazioni che individuano sul territorio anomalie che potrebbero essere ricondotte ad attività di gestione illecita dei rifiuti. Tali anomalie saranno indagate come variazioni di morfologia (pattern e tessitura) e spettrale sulla matrice suoli; in via prioritaria si ipotizza di concentrare tali analisi in corrispondenza di aree agricole e aree non antropizzate, che più facilmente possono prestarsi a tali attività illecite.
- on demand, nel caso fosse necessario un'analisi o un approfondimento su un'area specifica; in questo caso si renderanno disponibili all'utente esperto una suite di algoritmi liberamente componibili all'interno di un flusso elaborativo in modo da specializzare l'analisi.

Ciò con un duplice scopo:

- Creare e mantenere uno storico di informazioni su aree maggiormente sensibili
- Elaborare ed analizzare dati sito specifici o non interessati dalle elaborazioni automatiche

1.1.3 Esigenze e Requisiti Chiave

Gli illeciti nella gestione dei rifiuti possono essere suddivisi in due macrocategorie:

- Inadempienza alle prescrizioni contenute nella autorizzazione ricevuta.
- Mancanza di qualsiasi forma autorizzativa, ovvero completa inosservanza delle normative vigenti in materia.

Mentre nel primo caso i controlli possono essere indirizzati, avendo nota la dislocazione territoriale degli impianti e delle aree adibite ad uso specifico, il secondo caso richiede un monitoraggio esteso, in assenza di indicazioni specifiche. In entrambi la necessità espressa è quella di un monitoraggio continuo, sia su area vasta che su specifiche porzioni del territorio.

Tali dati dovrebbero inoltre essere affiancati e supportati da una serie di informazioni di varia natura e relative ad analisi storiche, rilievi in aree specifiche, allo scopo di rendere più snella l'attività in capo agli enti che intervengono a vario titolo nell'ambito di attività di contrasto alla illecita gestione dei rifiuti

Il requisito chiave è sempre legato a disponibilità di dati idonei alle elaborazioni previste.

1.1.4 Tematiche e Obiettivi Correlati

Come ampiamente anticipato nei paragrafi precedenti, le attività illecite di gestione dei rifiuti possono comprendere diverse casistiche di attività normativamente previste.

Si riporta di seguito una tabella che sintetizza per le modalità di illecito che l'applicativo potrà supportare, gli obiettivi correlati in termini di

- Modalità dell'illecito
- Tipologia dell'area interessata
- Sottotipo dell'area interessata e/o Caratteristiche

Tematica	Obiettivi correlati		
	Modalità dell'illeciti	Tipologia dell'area interessata	Sottotipo dell'area interessata e/o Caratteristiche
Conferimento non autorizzato di rifiuti	Discarica non Autorizzata	Area Agricola	Aree agricole coltivate e/o incolte e/o antiche vasche di decantazione lino, canapa, ecc.
	Abbandoni incontrollati	Urbana a bassa densità abitativa	Aree pubbliche, sedi stradali, parchi
		Industriale/Artigianale/Commerciale	Attiva e/o dismessa, incluse aree pubbliche e sedi stradali di collegamento
			Piattaforme di stoccaggio e/o trattamento di rifiuti
	Sversamento di rifiuti solidi in alveo o bacini lacustri	Aree fluviali, lacuali, palustri	Si tratta di rifiuti di varia origine e composizione merceologica e chimica (rifiuti urbani e assimilabili, rifiuti industriali/artigianali, carcasse di animali da allevamento, ecc.

Tematica	Obiettivi correlati		
	Modalità dell'illeciti	Tipologia dell'area interessata	Sottotipo dell'area interessata e/o Caratteristiche
Sversamenti di rifiuti liquidi e/o di fanghi/effluenti agricoli al suolo o nelle acque superficiali	Sversamenti al suolo	Prevalentemente in aree agricole, ma possono avvenire anche in aree industriali e/o artigianali	Abbandonando il classico approccio normativo della classificazione dei rifiuti (CER) per origine, si tratta di fluidi di varia origine e composizione (Sversamento di reflui e/o Fanghi di origine industriale incluse piattaforme di trattamento e recupero, effluenti agricoli, ecc.).
	Sversamenti nelle acque superficiali	Aree fluviali, lacuali, palustri	Abbandonando il classico approccio normativo della classificazione dei rifiuti (CER) per origine ed includendo per semplicità di trattazione, anche gli scarichi non autorizzati (non inclusi nel campo dei rifiuti). Si tratta di fluidi di varia origine e composizione e, per semplicità di trattazione, anche di scarichi non autorizzati, non inclusi nel campo dei rifiuti.
Inadempienze alle prescrizioni autorizzative discariche impianti stoccaggio temporaneo, trattamento e recupero di rifiuti e cave	Inadempienze e alle prescrizioni relative alle aree di produzione, stoccaggio e/o ai volumi autorizzati ed alle relative tempistiche	Aree industriali, artigianali e/o estrattive sia in ambienti terrestri che acquatici	Aree oggetto di autorizzazioni da parte delle autorità competenti, oggetto di controlli periodici

1.1.5 Benefici Attesi

Nell'ambito dei processi e delle attività delineate per il presente applicativo, i benefici attesi per gli utenti in parte già accennati nei paragrafi precedenti risiedono in:

- **Possibilità di un controllo capillare, continuo e uniforme del territorio**, in precedenza impossibile a meno di un utilizzo intensivo di risorse umane e mezzi o del periodico ricorso a società private per il rilevamento del territorio, altamente specializzate e costose. L'impossibilità negli anni passati di monitorare il territorio ha portato alle emergenze che hanno interessato vaste aree del paese ed allo sviluppo di attività illegali all'interno del ciclo dei rifiuti da parte delle organizzazioni criminali. La difficoltà intrinseca dei controlli territoriali, conseguente alle limitate risorse umane ed economiche delle comunità locali, del sistema delle agenzie per l'ambiente e delle forze dell'ordine, congiuntamente all'alto fatturato delle attività illegali in campo ambientale (circa nove miliardi di euro per il 2022, Rapporto Ecomafie 2023) ha incentivato sia i comportamenti criminali che quelli corruttivi.

- **Disponibilità di analisi storiche atte ad individuare gli eventuali illeciti già nelle fasi iniziali**, consentendo, una volta eseguiti i necessari accertamenti di campo, gli interventi previsti dalla normativa in materia di ripristino, messa in sicurezza e/o bonifica, nonché la rapida individuazione del/i soggetto/i obbligato/i ai precedenti interventi, evitando così che con il passare degli anni la situazione ambientale degradi sempre di più, i costi di intervento aumentino ed i soggetti obbligati si rendano irreperibili e/o insolubili trasferendo i costi, come spesso avvenuto nel recente passato, sulle comunità locali con aggravii della finanza pubblica.
- **Possibilità di controlli accurati e specifici su richiesta dell'utente** (utilizzando l'applicativo in modalità on demand) su aree specifiche e/o qualificate da autorizzazioni da parte delle attività preposte; questo è il caso tipico di una piattaforma di trattamento dei rifiuti per la quale sono autorizzate specifiche aree e volumi di stoccaggio. Il SIM a cadenza temporale definita può aiutare l'utente del SIM nel controllo del rispetto delle autorizzazioni, limitando tempi e costi dei controlli diretti, nonché la reale possibilità di un controllo continuo e non spot. Si rammenta che spesso è la mancanza di continui controlli delle piattaforme autorizzate che favorisce i comportamenti illegali.

1.1.6 Vincoli e Limitazioni

Le elaborazioni ipotizzate presentano dei limiti dovuti alle caratteristiche intrinseche dei dati rilevati, quali la profondità di indagine, l'indeterminatezza interpretativa di alcune risposte spettrali e/o la disponibilità di dati ad orizzonti temporali diversi che consentano di misurarne le variazioni. A questo proposito, si consideri, a titolo esemplificativo, da un lato un abbandono incontrollato di rifiuti, con conseguente accumulo e variazioni morfologiche che avvengono in tempi ragionevolmente lunghi (settimane, mesi o anni) e dall'altro uno sversamento non autorizzato di rifiuti liquidi in un fiume, che avviene in un tempo molto ridotto e che, dato il flusso delle acque con il connesso fenomeno della dispersione longitudinale e la naturale capacità di diluizione dei corpi idrici, difficilmente potrà essere rilevato con variazioni termiche o spettrali in periodi differiti.

Ulteriore elemento da tenere in considerazione è legato alla restituzione di dati, in particolare nella modalità automatiche, che come già detto non sono indicativi di un illecito accertato ma rappresenta una anomalia che deve essere interpretata e discriminata. Si consideri per esempio al contesto delle aree agricole, dove le variazioni morfologiche possono essere frequenti poiché legate alla stagionalità di alcune attività. La pacciamatura, ad esempio, o l'utilizzo di teli per la raccolta delle olive possono essere rilevate come anomalie su aree molto ampie, che non corrispondono di fatto a illeciti. A questo proposito si può ipotizzare di prevedere meccanismi di preventivi controllo degli output al fine di filtrare le informazioni di output.

1.1.7 Stakeholders Coinvolti

Come preliminarmente descritto nel paragrafo "scopo generale", l'applicativo si presta ad impiego da parte di numerosi soggetti che operano a vario titolo nell'ambito di attività di contrasto alla illecita gestione dei rifiuti. Per le caratteristiche specifiche dell'applicativo, l'utilizzo è riservato ad utenti di tipo esperto.

Di seguito vengono riepilogati sinteticamente stakeholder e utenti interagiscono con diverse modalità nell'ambito dell'applicativo:

Stakeholders	Tipologia iterazione
ENEA	Fruitore del servizio
Enti e centri di ricerca	Fruitore del servizio
Amministrazioni locali (Regioni, Province, Città metropolitane, Comuni)	Fruitore del servizio
Agenzie Regionali per l'Ambiente	Fruitore del servizio
Organi di Polizia	Fruitore del servizio
Magistratura	Fruitore dell'output

1.1.8 Conclusione e Riepilogo

I controlli territoriali mirati a individuare gli illeciti nel campo della gestione dei rifiuti necessitano di risorse (umane ed economiche) enormi rispetto alla limitata disponibilità delle autorità preposte. Allo stato attuale, le azioni che è possibile intraprendere sono rivolte più a interventi di emergenza in situazioni già compromesse che in attività di prevenzione e monitoraggio continuativo.

La possibilità di accesso a dati satellitari o derivanti da rilievi può certamente garantire un'azione di controllo su aree vaste in maniera più regolare, ma è comunque necessario uno strumento che possa supportare tali controlli, analizzando tali dati e rendendoli comprensibili da parte di soggetti che non hanno idonea competenza.

A tal fine l'applicativo si pone l'obiettivo di fornire uno strumento di supporto agli enti che hanno il compito di effettuare il monitoraggio in un duplice modo

- Creando e mantenendo uno storico di informazioni su aree maggiormente sensibili
- Elaborando ed analizzando dati sito specifici o non interessati dalle elaborazioni automatiche

1.2 Requisiti funzionali

1.2.1 Elenco dei Requisiti Funzionali

Di seguito si riporta l'elenco dei requisiti funzionali dell'applicativo

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
V4AP07_RF001	Verifica credenziali di accesso dell'utente per impostazione della vista del sistema	All'accesso il sistema verifica il profilo dell'utente impostando eventuali limiti di visualizzazione dell'area su cui poter effettuare le analisi	Deve essere predisposta la possibilità di una vista customizzata in base all'utente (territorio di competenze per il	Si implementeranno meccanismi di controllo sui profili dell'utente che ha richiesto l'accesso, al fine di limitare, se necessario, l'area di analisi

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
			comune ad esempio)	
V4AP07_RF002	Impostazione del modello di analisi: scelta degli algoritmi	In modalità on demand, all'utente sarà preliminarmente richiesto quali algoritmi richiamare, scegliendo fra quelli resi disponibili	Il Sistema predispone delle maschere di scelta dell'algoritmo di interesse.	La scelta dell'utente avviene in forma interattiva attraverso un controllo a scelta singola.
V4AP07_RF003	Definizione delle sequenze elaborative	Sulla base delle scelte dell'utente, l'applicativo dovrà impostare le sequenze elaborative e individuare eventuali ulteriori parametri da richiedere all'utente (vedi requisito V4AP07_RF008 e V4AP07_RF009)	Il sistema predispone l'avvio del processo sulla base dell'elaborazione del modello e definisce i parametri da settare.	Il requisito richiede l'implementazione di un meccanismo di definizione delle sequenze elaborative e screening sugli algoritmi per verifica di ulteriori specifiche.
V4AP07_RF004	Upload dati da parte dell'utente	Qualora l'utente intenda utilizzare dati in proprio possesso, gli sarà reso disponibile una funzionalità di upload	Vengono utilizzate le componenti standard del thin client, preimpostando i formati e i volumi massimi supportati al fine di acquisire il dato	l'implementazione avviene attraverso l'impiego di componenti rese disponibili dalla Digital eXperience Platform
V4AP07_RF005	Selezione delle fonti dati	L'utente seleziona i dati tra quelli indicati "Catalogo delle Fonti di Dati" resi disponibili all'interno della propria area di lavoro.	Si richiede che l'utente possa compilare un controllo comune (lista a scelta multipla) popolati dall'elenco delle fonti dati disponibili e censite all'interno del Data Catalog.	Si deve prevedere una funzionalità che permetta all'utente di selezionare i dati richiesti dal modello sulla base di un set predefinito
V4AP07_RF006	Acquisizione dati di input (modalità automatica)	La selezione dei dati di input è a carico del modello. I dati saranno selezionati in coerenza con l'ultima elaborazione precedente eseguita	Il modello ha una logica di controllo che ispeziona il data catalog ed individua il set di dati ideali all'esecuzione in	Si presenta come modulo applicativo integrato alle logiche di scheduling dell'esecuzione

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
			funzione della disponibilità e aggiornamento	
V4AP07_RF007	Selezione del perimetro di interesse	Se l'utente di riferimento è interessato alla elaborazione solo per un'area di interessa specifica, corrispondente, per esempio, ad un confine amministrativo, si potrà scegliere di eseguire l'elaborazione solo all'interno del perimetro definito da quest'area selezionata	Qualora l'utente scelga di effettuare le elaborazioni su ambiti territoriali ristretti, l'applicativo dovrà preliminarmente operare un ritaglio dei dati e delle immagini in input	Saranno implementate le funzionalità gis di ritaglio sui dati raster
V4AP07_RF008	Verifica esistenza dei dati	Definito il dominio dei dati necessari, l'applicativo genera una mappatura del soddisfacimento della presenza del dato.	Il sistema opera un'analisi sulle fonti dati a partire dalla selezione dell'utente indicando se le fonti sono soddisfatte	Viene implementato uno specifico modulo di controllo che contiene tutta la logica applicativa per fare il ranking per il soddisfacimento dei requisiti di input
V4AP07_RF009	Definizione da parte dell'utente dei parametri per l'elaborazione automatica: firma spettrale	Se nel requisito V4AP07_RF001 È stato scelto di includere nel modello l'algoritmo di analisi spettrale, viene richiesta la selezione della firma spettrale da utilizzare come target	Si dovrà prevedere un controllo che permetta all'utente di selezionare la firma spettrale da utilizzare come target, attingendo dalla libreria spettrale resa disponibile nel SIM.	Si deve implementare una funzionalità che permetta all'utente di selezionare il parametro rendendo disponibili il set di valori presenti nelle librerie spettrali presenti nel SIM
V4AP07_RF010	Algoritmi di pre-elaborazione	Questo requisito riguarda l'implementazione, attraverso opportuna integrazione, di algoritmi di pre-processamento per gestire l'ingestion di dati eterogenei	Approfondito in Dettagli sugli Algoritmi	Le routine di preelaborazione del dato vengono integrate per rendere lo stesso fruibile dai successivi step di elaborazione.

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
		provenienti da fonti diverse.		
V4AP07_RF011	Algoritmi di analisi spettrale basati su confronti di firma	Questo requisito riguarda l'implementazione di algoritmi di analisi spettrale basata su confronti di firma	Approfondito in Dettagli sugli Algoritmi	Vengono impiegati Tecnologie di base dell'Intelligence platform per integrare funzioni, modelli e algoritmi del servizio applicativo
V4AP07_RF012	Algoritmo di Analisi morfologica	Questo requisito riguarda l'implementazione di algoritmi di analisi morfologiche sul dato di input	Approfondito in Dettagli sugli Algoritmi	Vengono impiegati Tecnologie di base dell'Intelligence platform per integrare funzioni, modelli e algoritmi del servizio applicativo
V4AP07_RF013	Analisi spettrale con interazione utente	Si richiama il tool di analisi spettrale definito all'applicativo 8 del presente verticale	Approfondito in Dettagli sugli Algoritmi	Vengono impiegati Tecnologie di base dell'Intelligence platform per integrare funzioni, modelli e algoritmi del servizio applicativo
V4AP07_RF014	Algoritmi di change detection	Questo requisito riguarda l'implementazione di algoritmi di change detection	Approfondito in Dettagli sugli Algoritmi	Vengono impiegati Tecnologie di base dell'Intelligence platform per integrare funzioni, modelli e algoritmi del servizio applicativo
V4AP07_RF015	Vettorializzazione	Questo requisito riguarda la realizzazione del processo di vettorializzazione degli output in formato raster realizzati.	Approfondito in Dettagli sugli Algoritmi	Vengono impiegati Tecnologie di base dell'Intelligence platform per integrare funzioni, modelli e algoritmi del servizio applicativo
V4AP07_RF016	Generazione del Report sull'esecuzione e sui risultati ottenuti	Viene indicato l'esito delle l'elaborazione, la marca temporale, il dominio dei dati di input e un riferimento all'output prodotto (link)	Viene sviluppato un set di metadati contenenti l'informativa del report successivamente indirizzabile attraverso la visualizzazione	Il metadato viene associato al contenuto generato dall'elaborazione archiviato all'interno del DataCatalog

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione
			interattiva o altro mezzo (mail)	
V4AP07_RF017	Produzione mappe tematizzate	Questo requisito riguarda la produzione di mappe tematizzate che rappresenteranno l'output del flusso elaborativo eseguito	Visualizzazione su interfaccia operativa	La visualizzazione cartografica è implementata utilizzando librerie web-GIS su interfaccia operativa
V4AP07_RF018	Notifica di completamento elaborazione	Questo requisito riguarda la Notifica di avviso per completamento della elaborazione.	Visualizzazione di una notifica di completamento generazione mappa tematica e invio report relativo a requisito (data di avvio, data fine, esito ecc),	Implementazione di un servizio di notifica interattiva o attraverso altro mezzo (mail)
V4AP07_RF019	Segnalazione anomalie individuate dall'analisi	Il requisito richiede l'implementazione di un meccanismo di segnalazione di anomalie rilevate	Dovrà essere progettato un meccanismo di segnalazione delle anomalie rilevate.	La modalità di implementazione del requisito richiederà particolare attenzione alla semplicità di lettura e al dettaglio delle informazioni contenute.
V4AP07_RF020	Esportazione dei dati	L'utente potrà effettuare il download dei dati sia raster	si provvederà a strutturare un modulo applicativo supportante le conversioni in formati standard (per esempio geo-tiff per dati spaziali o pdf)	Vengono utilizzate le componenti standard offerte dalla Intelligence Platform

Come anticipato nel paragrafo "Scopo generale", l'applicativo opera in due modi:

- **in automatico**, elaborando con periodicità regolare algoritmi preimpostati (analisi morfologiche, analisi spettrale e change detection) che restituiscono le variazioni morfologiche intercorse fra il tempo t1 e il tempo t0, corrispondente all'esecuzione del modello nel periodo precedente. Se l'esito della procedura automatica rileva variazioni, l'utente riceve il report che viene generato, che segnala l'avvenuta esecuzione dell'elaborazione e eventuale presenza di anomalie. L'utente potrà accedere all'applicativo dove potrà visualizzare una mappa con le indicazioni delle anomalie riscontrare e valutare la necessità di procedere con ulteriori analisi.

- **On-demand**, impostando un workflow elaborativo personalizzato, attingendo dalle risorse (dati e algoritmi) rese disponibili dal SIM. In questo secondo caso, l'interazione inizia con la richiesta all'utente autenticato e autorizzato all'accesso sul territorio di sua competenza di impostare il workflow, selezionando gli algoritmi che si intende elaborare.

Se l'utente di riferimento è interessato alla elaborazione solo per un'area di interesse specifica, sarà possibile definirla attraverso operazione di ritaglio o selezione di confini amministrativi. Il Sistema verifica se l'Utente è abilitato ad effettuare questo tipo di analisi sul contesto territoriale selezionato. Sarà data possibilità all'utente, in questa modalità, di poter visionare l'output di precedenti elaborazioni in automatico, se eventualmente presenti nell'area di analisi e di poter inserire tale strato informativo tra i dati di input per la sua analisi di approfondimento.

Successivamente si passa alla fase di selezione dei dati di input. L'utente potrà selezionare i dati, preliminarmente filtrati dal SIM rendendo disponibili quelli utili agli algoritmi selezionati, attraverso una lista a scelta multipla. Qualora l'utente intenda utilizzare dati in proprio possesso gli sarà resa disponibile una funzionalità di upload.

Selezione della firma spettrale da utilizzare come target: se nella fase di impostazione del flusso elaborativo è stato scelto l'algoritmo di analisi spettrale basata su confronto di firme, si richiede all'utente la selezione del target di riferimento.

Se il flusso prevede inoltre l'elaborazione di algoritmi di classificazione supervisionati, si richiede all'utente di identificare interattivamente le aree di training per la classificazione o selezionare le aree dalla libreria del training area.

All'avvio il servizio applicativo informa l'utente dell'avvenuta partenza del processo elaborativo in forma non bloccante (background) consentendogli la continuità operativa.

L'elaborazione procede all'esecuzione degli algoritmi previsti nel modello definito dall'utente. Al termine del processo elaborativo, il servizio applicativo provvede a notificare l'esito nelle due forme:

- interattiva, nel caso di utente presente sul sistema;
- inviando una mail di notifica

In entrambi i casi si offre all'utente un riferimento per l'accesso all'output che viene presentato come mappa tematica e report sintetico.

La mappa tematica risultato dell'elaborazione è costituita da mappe in formato raster. Nella fruizione del dato l'utente potrà visualizzarlo utilizzando librerie web-GIS su interfaccia operativa. L'utente avrà la possibilità di effettuare l'export dei dati sia raster che tabellari e strutturare un modulo applicativo supportante le conversioni in formati standard (per esempio geo-tiff per dati spaziali o pdf). L'operazione avviene dall'interfaccia attraverso download.

1.2.2 Requisiti non Funzionali Correlati

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione
V4AP07_RNF001	Stato delle informazioni: visibilità e riservatezza.	I set informativi di interesse devono poter assumere uno stato di "riservatezza" a fronte di una possibile valutazione degli stessi come indizio di reato.	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP07_RNF002	Stato delle informazioni: metadati a corredo	I set informativi oggetto di elaborazione devono essere corredati da una serie di metadati che consentano di tracciare l'intera catena di elaborazione a cui sono stati sottoposti, sia in termini temporali, che operativi.	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP07_RNF003	Definizione e gestione dei ruoli	Il servizio applicativo deve prevedere una chiara definizione dei ruoli operativi, anche in relazione all'obiettivo di modellare i processi amministrativi in ambito. Inoltre, le risultanze delle elaborazioni devono poter essere validate, sia dal punto di vista operativo che amministrativo, da operatori con specifico ruolo di responsabilità, diverso da quello dell'operatore che ha eseguito l'analisi di interesse.	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP07_RNF004	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: validazione.	È necessario prevedere un insieme di blocchi funzionali, modulabili secondo necessità al fine di modellare uno specifico processo amministrativo. Tra gli altri, è necessario prevedere un blocco eseguibile secondo uno specifico privilegio di ruolo, che consenta la "validazione" formale e con valenza amministrativa delle elaborazioni effettuate.	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP07_RNF005	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: markup temporale e certificazione.	I set informativi di interesse devono poter essere certificati dal punto di vista temporale, sia al momento della loro acquisizione che nell'indicazione della data e ora esatte in cui è stata effettuata un'azione specifica.	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP07_RNF006	Blocchi funzionali per i processi amministrativi:	Prevedere la possibilità di creare fascicoli documentali, con accesso controllato da parte di utenti.	Vedasi descrizione presente nel master.

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione
	fascicolazione documentale.		
V4AP07_RNF007	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: invio automatico documentazione.	Prevedere una funzionalità di invio automatico della documentazione verso terze parti, in modalità certificata (PEC)	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP07_RNF008	Blocchi funzionali per i processi amministrativi: cambio stato set informativo.	Prevedere un meccanismo di cambio forzato dei set informativi ad uno stato "riservato" o altro stato opportuno.	Vedasi descrizione presente nel master.
V4AP07_RNF009	Integrazione dei Blocchi funzionali amministrativi sui flussi applicativi.	Prevedere la possibilità di implementare le funzionalità di gestione amministrativa all'interno del flusso applicativo di monitoraggio.	Vedasi descrizione presente nel master.

Nel paragrafo 5.4.2 del documento Master sono illustrate le linee di progettazione generale che declinano i requisiti non-funzionali sopra riportati.

1.2.3 Vincoli e limitazioni

Non si ravvedono vincoli e limitazioni in questa fase progettuale.

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
GENERAL	Le immagini delle sorgenti degli stakeholder devono essere ad alta risoluzione con frequenza di aggiornamento almeno annuale
SICUREZZA	L'accesso all'interfaccia deve avvenire secondo le regole definite nel documento "classi di utenza" del SIM
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
SCALABILITÀ	I servizi implementati nell'Application Platform e nell'Intelligence Platform devono poter avere una infrastruttura scalabile sia verticalmente che orizzontalmente per

Requisito	Descrizione
	venire incontro ai requisiti prestazionali che i modelli deterministici e i modelli di machine learning richiedano
	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
	I servizi devono garantire auto recovery mantenendo la consistenza dei dati ad ogni riavvio
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
COMPATIBILITÀ	Tutte le interfacce grafiche devono essere compatibili con i browser più utilizzati sul mercato (Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, Firefox, Opera, Internet Explorer)
	Lo sviluppo dell'App per la consultazione delle mappe deve esser fruibile su entrambi i marketplace (PlayStore per Android ed Apple Store per iOS)
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 Server che espone l'API. 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 oppure per notificare l>alert nel caso di rilevate anomalie che necessitano approfondimenti.
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
	I log devono essere categorizzati e ordinabili per priorità (es: FATAL, ERROR, WARNING, ...), ordinabili per data e riconoscibili univocamente
	Per garantire la tracciabilità delle azioni i log devono contenere il dettaglio dell'utente/profilo e dell'orario in cui sono state eseguite le azioni oggetto di logging
USABILITÀ	Tutte le interfacce grafiche devono esser facilmente leggibili adottando le migliori dimensioni, font ed accorgimenti nella costruzione delle pagine

Tabella 1 Requisiti non funzionali

1.3.2 Diagramma Architeturale

Di seguito è descritta l'architettura del sistema per l'implementazione dell'applicativo 8 del verticale, inclusi flussi dati, le relazioni tra macro-componenti e le piattaforme SIM utilizzate.

Il flusso definito dall'architettura e le piattaforme SIM utilizzate vengono descritti come segue:

1. L'applicazione prevede due flussi di utilizzo, uno automatico gestito interamente dall'applicazione ed uno on demand gestito dall'utente attraverso l'interfaccia Web dedicata. L'interfaccia grafica è integrata nella Digital eXperience Platform.

2. Nel flusso on demand, l'utente interagisce con l'applicativo attraverso un'interfaccia grafica Web, che mette a disposizione tutte le funzionalità necessarie per la generazione di mappe tematiche circa lo scarico illecito di rifiuti a partire da immagini multispettrali ad alta risoluzione.
3. L'utente si autentica con credenziali attraverso una pagina di login messa a disposizione dal PSN. L'integrazione avviene attraverso API dedicate al processo di autenticazione.
4. Superato il processo di autenticazione, l'utente accede all'interfaccia web dove può ricercare e visualizzare i risultati di elaborazioni precedenti con gli strumenti GIS a disposizione, e dove può avviare un processo di elaborazione per la analisi spettrale di immagini. L'interfaccia comunica con la base dati applicativa attraverso API mediante l'Integration Platform. Le funzionalità GIS sono accessibili dall'interfaccia grafica mediante l'utilizzo dell'API Gateway che si pone come interfaccia per l'invocazione delle API GIS esposte dal PSN.
5. All'avvio di un nuovo processo di creazione di una nuova mappa tematica, l'utente deve indicare se si tratta di un'esecuzione on demand oppure di una esecuzione programmata.
6. Successivamente, l'utente deve selezionare gli algoritmi da eseguire tra quelli disponibili recuperati dalle API integrate del Master Catalog via Integration Platform.
7. In seguito alla selezione degli algoritmi, il sistema valuta le sequenze elaborative e propone la schermata per la selezione dei parametri di esecuzione relativi a tali algoritmi. Le informazioni raccolte verranno usate in fase di esecuzione dall'Intelligence Platform. Se tra gli algoritmi selezionati vi sono algoritmi che prevedono classificazione supervisionata, l'utente deve eseguire l'upload dei dati di training. I dati vengono persistiti tramite strumenti integrati della Digital eXperience Platform per caricarli nell'area di lavoro utente.
8. L'utente viene quindi indirizzato sull'interfaccia di selezione dei dati in input da utilizzare. L'elenco dei dati disponibili viene ottenuto dall'integrazione con il Master Catalog tramite API, quindi pre-filtrati rispetto ai dati utilizzabili per l'analisi. Vengono quindi proposti dal sistema fonti dati che includono immagini multispettrali ad alta o altissima risoluzione, l'utente deve selezionare un dato per riferimento (t0) ed uno per il confronto (t1). È possibile per l'utente utilizzare ulteriori filtri per restringere l'elenco di dati disponibili. Nel caso di esecuzione on demand, l'utente può scegliere anche di utilizzare propri dati, effettuando l'upload di dati attraverso una funzionalità ad hoc integrate nel Digital eXperience Platform e selezionarli come fonte di input per l'esecuzione. In questo caso i dati vengono persistiti in un'area di lavoro dedicata all'utente su object storage ed indicizzati sulla base dati attraverso l'implementazione di API dedicate.
9. Al passo successivo, l'utente deve selezionare l'area di interesse su cui effettuare l'analisi. Vengono quindi mostrati sull'interfaccia tool di selezione WebGIS per la selezione tramite: selezione dei confini amministrativi, da elenco o interagendo direttamente con i layer su mappa, utilizzando dati vettoriali presenti nel SIM per la selezione, come ad esempio dati relativi a zone a rischio come cave, aree di trattamento rifiuti ecc., oppure tramite selezione a mano libera eseguita su mappa. Si otterrà in questo modo il vettoriale da utilizzare come filtro per il ritaglio degli input, eseguito in fase di importazione dei dati nell'area di lavoro temporanea come descritto in seguito.
10. Il sistema valida quindi il soddisfacimento della presenza del dato in input nell'area selezionata dall'utente dando evidenza allo stesso tramite ranking.
11. L'utente può quindi impostare l'esecuzione on demand oppure schedulare l'esecuzione automatica: in quest'ultimo caso, l'utente deve indicare la frequenza ed il periodo di esecuzione automatica del flusso.

12. Nel caso di esecuzione automatica, il flusso utente si conclude e viene indicata la pianificazione con successo dell'elaborazione. Il flusso automatico, all'avvio secondo schedulazione, esegue i seguenti passi: effettua una valutazione rispetto ai dati in t0 e t1 sulla base delle esecuzioni precedenti e dell'ultimo aggiornamento dei dati relativi ai flussi selezionati dall'utente, effettua un'interrogazione ai metadati del Master Catalog per le indicazioni sui dati provenienti da sistemi federati e li recupera persistendoli in un'area temporanea nell'object storage, accessibile dall'Intelligence Platform, infine avvia l'workflow implementato sull'Intelligence Platform secondo i parametri impostati dall'utente e mediante algoritmi e dati selezionati in fase di creazione. L'output consiste in mappe tematiche contenente i dati elaborati dagli algoritmi, un report sintetico di esecuzione ed un report circa le anomalie riscontrate. Quest'ultimo viene notificato all'utente a fine esecuzione sia via message broking sia via canali esterni (email) qualora vengano riscontrati alert. All'interno della notifica saranno inclusi informazioni sintetiche e link all'output esteso dell'analisi.
13. Nel caso di flusso on demand, in seguito alla conferma da parte dell'utente del perimetro e dei parametri di esecuzione, l'utente può avviare l'esecuzione del processo di elaborazione. L'utente riceve conferma dell'avvio del processo asincrono, ed il sistema recupera i metadati relativi ai dati di input selezionati dal Master Catalog; quindi, interroga le fonti dati correlate per recuperare le immagini selezionate, filtrando per il solo perimetro di interesse. Queste vengono persistite in un'area di lavoro temporanea su Object Storage, che verrà cancellata al completamento dell'esecuzione. L'area di lavoro è accessibile anche dal processo di elaborazione che verrà eseguito sull'Intelligence Platform.
14. Il sistema avvia l'esecuzione del processo di elaborazione attraverso l'esecuzione dell'workflow implementato all'interno dell'intelligence platform. L'workflow include diversi algoritmi eseguiti in serie, a partire dal preprocessing volto all'allineamento dei formati eterogenei e delle caratteristiche geografiche dei dati (proiezione, risoluzione), agli algoritmi selezionati dall'utente secondo i parametri e dati impostati. Gli output di questo processo sono mappe tematiche elaborate sulla base dei parametri indicati dall'utente e relativi ai dati di input ed al perimetro indicato. Inoltre, viene elaborato un report sintetico di esecuzione, archiviato all'interno del Data Catalog.
15. Alla conclusione dell'elaborazione gli output vengono resi disponibili all'utente su storage applicativo per la consultazione. Il completamento dell'elaborazione viene notificato all'utente tramite integrazione con il sistema di notifiche e message broking contenente il report sintetico ed il riferimento agli output generati. L'utente può utilizzare strumenti WebGIS disponibili per la visualizzazione della/e mappe tematiche risultanti dal processo, o effettuarne il download in formati comuni (ad esempio GeoTIFF, PDF, ecc.)

Il flusso dei dati avviene secondo i seguenti passaggi principali:

1. Login utente: per l'autenticazione viene messa a disposizione dal PSN l'integrazione con IAM e le piattaforme coinvolte sono le seguenti:
 - la Digital eXperience Platform: espone la pagina di login, che interroga le funzionalità IAM. Se la richiesta di autenticazione va a buon fine allora la chiamata viene reindirizzata dalla componente IAM alla pagina Web principale dell'applicativo
 - la Componente PaaS dello IAM che gestisce gli accessi

2. Interfaccia utente Web: mediante l'interfaccia grafica si richiamano le API dell'Integration Platform, e la logica implementata, che permettono di utilizzare le funzionalità implementate. Le piattaforme coinvolte sono specifiche per ogni funzionalità come descritto in seguito.
3. Funzione di upload dati utente: sia nell'ambito della selezione del perimetro che nella fase di selezione dati di input, l'utente può effettuare l'upload di dati da utilizzare per l'esecuzione. In entrambi i casi i dati vengono persistiti all'interno di un'area di lavoro dell'utente, storicizzata su object storage ed indicizzata su database. In questo caso vengono coinvolte le seguenti piattaforme:
 - La Digital eXperience Platform come interfaccia di interazione utente
 - Integration Platform per l'utilizzo di API Gateway nello scambio dati
 - Data Platform per la persistenza dei dati e dei metadati associati ad essi
4. Funzionalità Geo Database: tramite interfaccia grafica si possono ricercare i dati da utilizzare come input per l'elaborazione degli algoritmi ed i dati per la selezione del perimetro con le funzionalità del Data Access Broker del SIM. Le piattaforme coinvolte sono le seguenti:
 - la Digital eXperience Platform per utilizzare le funzionalità di ricerca invocando le API REST di interfaccia con la Data Platform mediante l'utilizzo dell'API Gateway.
 - l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway
 - la Data Platform per l'utilizzo dei servizi GeoDAB e l'interrogazione del Master Catalog
5. Utilizzo di funzionalità GIS: tramite interfaccia grafica si possono effettuare operazioni sulle mappe tematiche generate e sui dati geografici in fase di definizione del perimetro di esecuzione con le funzionalità GIS messe a disposizione del PSN. Le piattaforme coinvolte sono le seguenti:
 - la Digital eXperience Platform per utilizzare le funzionalità GIS invocando le API GIS del PSN mediante l'utilizzo dell'API Gateway.
 - l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway
 - la Geospatial Platform per l'utilizzo dei servizi GIS
6. Gestione dati input esecuzione: vengono recuperate mediante API dai sistemi federati, a partire dai metadati presenti sul Master Catalog, con l'utilizzo dell'API Gateway che invoca i servizi dei Sistemi federati. Le piattaforme coinvolte sono le seguenti:
 - la Digital eXperience Platform per invocare le API di acquisizione dati dai sistemi federati passando come informazione il perimetro di riferimento selezionato dall'utente.
 - l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway per l'interrogazione dei sistemi federati
 - la Data Platform per la creazione di aree di lavoro temporanee quindi la persistenza dei dati acquisiti in un object storage
7. Avvio elaborazione dati: l'utente invoca l'esecuzione degli algoritmi tramite interfaccia grafica, con i parametri in input previsti. Le piattaforme coinvolte sono:
 - la Digital eXperience Platform per gestire l'avvio da parte dell'utente dell'esecuzione algoritmi, quindi l'invocazione dell'API che gestiscono il processo
 - l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway che collega l'interfaccia grafica al processo implementato sull'Intelligence Platform
 - la Intelligence Platform che esegue il workflow di elaborazione delle carte di copertura del suolo a partire dalle immagini multispettrali scelte dall'utente
 - la Data Platform che persiste i dati di output risultanti sul DB e Object Storage S3
8. Le carte di output possono essere consultabili mediante strumenti WebGIS dedicati. Le piattaforme coinvolte sono:

- la Digital eXperience Platform per la realizzazione dell'interfaccia grafica e gli strumenti di consultazione dei dati, richiamabili attraverso API che si interfacciano con dati ed immagini dal DB e dall'Object Storage
- l'Integration Platform per l'utilizzo dell'API Gateway
- la Data Platform per il recupero delle informazioni delle carte

Il seguente diagramma mostra il disegno architeturale dell'applicativo 1 secondo lo schema dei servizi standard SIM:

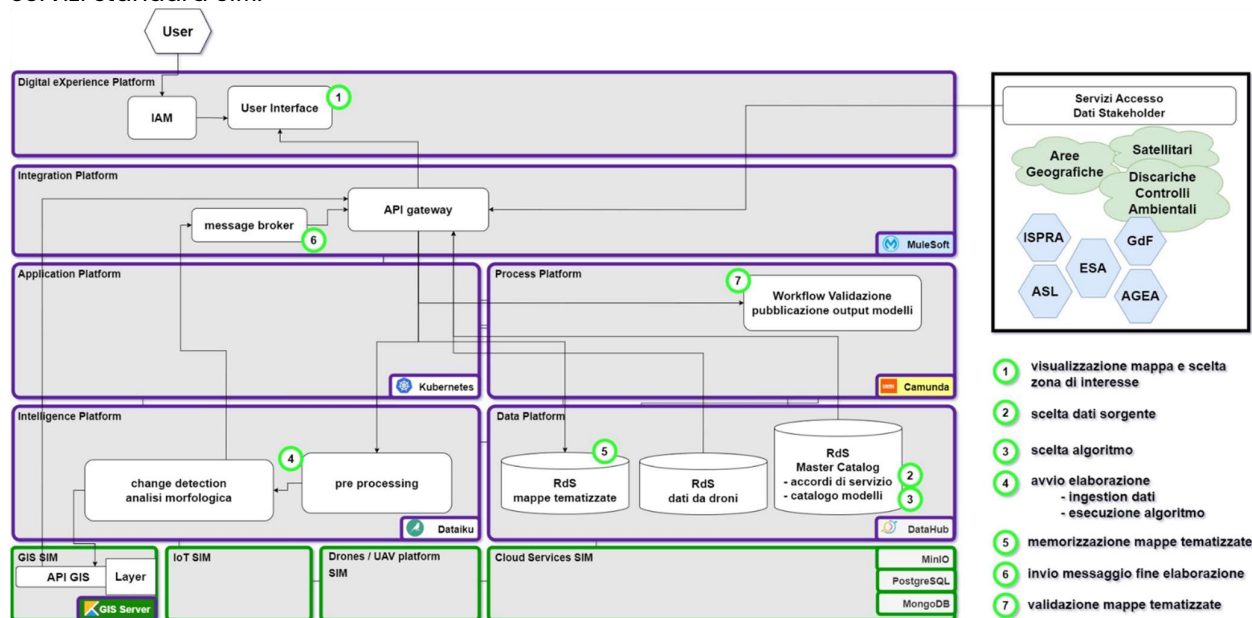


Figura 1 Diagramma Architettuale

1.3.3 Piattaforme SIM utilizzate

Nella tabella seguente vengono indicate tutte le capability delle piattaforme SIM utilizzate in questo applicativo.

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
Application Platform (DevSecOps)	Pipeline CI/CD Engine	SI	I sorgenti di tutte le componenti applicative relative a microservizi, algoritmi ed interfaccia utente saranno soggetti al deployment del software negli ambienti di collaudo e di produzione attraverso pipeline di CI/CD.
	Software Forge	SI	Tutte le componenti applicative sono soggette a versionamento e tracciamento delle modifiche

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	Application Defined Storage Engine	NO	
	Service Mesh	SI	Necessario per facilitare la gestione di alta affidabilità, sicurezza e resilienza del sistema.
	Observability	SI	Aspetto che impatta tutte le componenti applicative
Process Platform	Business Process Modelling	NO	
	Workflow Engine	SI	Viene integrato un workflow di validazione output orientato alla pubblicazione dei risultati ottenuti dall'elaborazione
	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	NO	
	Business Intelligence tools	NO	
	Metadata Management tools	SI	L'integrazione con il Master Catalog prevede l'utilizzo dei metadati associati per l'accesso ai sistemi federati
	Data Governance tools	SI	Viene integrato il componente per la validazione di dati e metadati pubblicati e per la gestione della visibilità e delle autorizzazioni
	Data modeling and Preparation tools	NO	
	Report creation/generation	SI	Uno degli output dell'applicazione consiste nella generazione di report

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			sintetici riguardanti le elaborazioni effettuate
	Data Visualization engines	SI	L'utente può visualizzare i dati generati attraverso strumenti WebGIS integrati
	Indexing, search	SI	L'utente può ricercare dati all'interno del catalogo attraverso ricerca semantica o basata su metadati
Intelligence Platform	AI/ML Frameworks catalog	NO	
	AI/ML Flows	NO	
	AI Models Lifecycle Management	NO	
	AI Data Preparation	NO	
	Model Deployment	SI	Gli algoritmi vengono rilasciati sotto forma di workflows nell'intelligence platform.
	Model Monitoring	SI	L'utente deve poter monitorare l'esecuzione del workflow e verificarne l'esito
	ML Scaling Framework	NO	
Integration Platform	Integration Flows (Scenarios)	NO	
	Connectors	SI	In questa applicazione saranno usati i connettori per l'interrogazione dati dai sistemi federati
	Data mapping and transformation	NO	
	Integration workflow automation	SI	E' previsto un flusso applicativo schedulato
	API management	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per gestire le API contenenti la logica applicativa e che mette in relazione DXP, Intelligence Platform, Process Platform per la gestione del flusso lavoro dell'utente
	API gateway	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per il routing delle richieste API tra le varie componenti e i sistemi esterni. In questo caso devono essere instradate le chiamate provenienti dall'interfaccia Web verso le API per

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			le interazioni con le diverse piattaforme utilizzate
	Policies, monitoring and analytics	NO	
	Security and compliance	SI	L'accesso a dati è funzionalità è gestito in base a ruolo utente e visibilità associata ai dati
Digital Experience Platform	Content Management Service	NO	
	Mobile Devices Support	NO	
	Content Personalization	NO	
	Content and Service Analytics	NO	
	Identity Management Support Integration	NO	
	Service Access Policies	NO	
	Single Page Apps	SI	L'interfaccia Web viene implementata mediante tecnologia SPA
	Forms	NO	
	Asset Publisher	NO	
	Search	NO	
Geospatial Platform	Fragments and Pages	NO	
	SEO and Page Analytics	NO	
	Data Integration	SI	L'applicativo utilizza dati in formati che possono essere eterogenei sia in termini di proiezione, che di risoluzione e formato.
	Remote Sensing	NO	
	GIS base services	SI	L'utilizzo di strumenti GIS è previsto per la visualizzazione degli output; pertanto, gli strumenti base di analisi vengono integrati nell'applicazione nella fase precedente alla validazione e durante il processo di validazione dei risultati
	Spatial Analysis	SI	In fase di perimetrazione dell'area di interesse, l'utente può applicare selezioni basate su strumenti di spatial analytics.
	Risk Assessment	NO	

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	Predictive Modeling	NO	
	Climate Change Analysis	NO	
	Environmental Impact Assessment	NO	
	Reporting and Visualization	NO	
	Historical Data Analysis	NO	
	Scenario Planning	NO	

Tabella 2 Capability delle piattaforme SIM utilizzate in questo applicativo

1.4 Dati di input

1.4.1 Introduzione ai Dati di Input

I dati di input che possono essere utilizzati all'interno del flusso elaborativo si riassumono nelle seguenti categorie:

- Dati di base per la analisi: sono rappresentati da tutti quei dati rientranti nella categoria delle immagini in formato raster (multispettrali, multitemporali ecc.) rese disponibili dal SIM oppure caricate manualmente dall'utente, che entrano negli algoritmi di elaborazione
- Dati geografici relativi ad aree di particolare interesse: comprendono una serie di dati che servono a circoscrivere le analisi su zone o aree particolari, sulle quali si vuole concentrare le analisi (es. reticolo idrografico, aree agricole, aree di cave, discariche e impianti di trattamento rifiuti, confini amministrativi ecc.)
- Dati ambientali e di controllo: Sono costituiti dall'insieme di documentazione utile come, ad esempio, le misure e rilievi effettuati di parametri sito-specifici realizzate da ARPA, ASL ecc., documentazione tecnica legata a contesti specifici (per esempio le autorizzazioni degli impianti, i piani cava ecc.). Tali dati non entrano all'interno delle elaborazioni, ma possono fornire un utile supporto agli utenti nella interpretazione dei risultati di output del modello. Tali dati, se disponibili al SIM, potranno essere resi disponibili agli utenti del sistema nell'ambito di un ambiente riservato, ad accesso limitato.

1.4.2 Catalogo delle Fonti di Dati

Di seguito si riportano i dati che possono intervenire

ID	Nome Sorgente Dati	Proprietà dei dati (owner)	Modalità di Accesso	Frequenza di Aggiornamento	Soluzione per l'Accesso ai Dati	Caratteristiche Sensibilità Dato	Uso del Dato	Criticità
V4AP07_DI01	Immagini satellitari multi/iper spettrali alta risoluzione	IRIDE/ESA	online	Secondo accordi con il provider	API / Stream	unclassified	Dato di input per le elaborazioni previste dal modello	Dato attualmente non disponibile. Criticità legata alle caratteristiche non note del dato
V4AP07_DI02	Immagini satellitari multi/iper spettrali alta risoluzione	Copernicus /ESA (Sentinel 2)	online	Secondo accordi con il provider	API / Stream	unclassified	Dato di input per le elaborazioni previste dal modello	Allo stato attuale non si rilevano criticità
V4AP07_DI03	Immagini multi/iper spettrali ad alta risoluzione e acquisite con droni o altri SAPR	UTENTE	online	Annuale	Upload utente	unclassified	Integrazione	Immagine con caratteristiche peculiari degli strumenti utilizzati per il rilievo.
V4AP07_DI04	Confini amministrativi	ISTAT	Online	Annuale	API / Stream	unclassified	Dato di input della definizione dell'area oggetto di analisi	Allo stato attuale non si rilevano criticità
V4AP07_DI05	Reticolo idrografico	SIM	Online	On demand	API / Stream	unclassified	Dato di input della definizione	Allo stato attuale non si rilevano criticità

ID	Nome Sorgente Dati	Proprietà dei dati (owner)	Modalità di Accesso	Frequenza di Aggiornamento	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Caratteristiche Sensibilità Dato	Uso del Dato	Criticità
							dell'area oggetto di analisi	
V4AP07_DI06	Reticolo idrografico	Geoportale Nazionale/ Open Data Regionali/ DBT	Online	On demand	API / Stream	unclassified	Dato di input della definizione dell'area oggetto di analisi	Allo stato attuale non si rilevano criticità
V4AP07_DI07	Cave (attive e dismesse)	Geoportale Nazionale/ Open Data Regionali/ DBT	Online	Periodico	API / Stream	unclassified	Dato di input della definizione dell'area oggetto di analisi	Aggiornamento dei dati potenzialmente non coerenti con i dati di base; e frequenze di aggiornamento variabili
V4AP07_DI08	Discariche (autorizzate)	Geoportale Nazionale/ Open Data Regionali/ DBT	Online	Periodico	API / Stream	unclassified	Dato di input della definizione dell'area oggetto di analisi	Aggiornamento dei dati potenzialmente non coerenti con i dati di base; e frequenze di aggiornamento variabili
V4AP07_DI09	Impianti trattamento rifiuti	Geoportale Nazionale/ Open Data Regionali/ DBT	Online	Periodico	API / Stream	unclassified	Dato di input della definizione dell'area oggetto di analisi	Aggiornamento dei dati potenzialmente non coerenti con i dati di base; e frequenze di aggiornamento variabili

1.4.3 Specifiche di Contenuto

ID	Specifiche di contenuto
V4AP07_DI01	Caratteristiche attualmente non note
V4AP07_DI02	Immagini multispettrali proveniente da fonte COPERNICUS (Sentinel 2) con risoluzione spaziale dell'ordine di 10 m
V4AP07_DI03	Immagini multispettrali con caratteristiche specifiche degli strumenti utilizzati per il rilievo.
V4AP07_DI04	Confini comunali – Dato contenente i limiti amministrativi delle ripartizioni comunali
V4AP07_DI05 / V4AP07_DI06	cartografia vettoriale dei corsi d'acqua. Dipendentemente dalla fonte, tali dati potranno essere riferiti solo al reticolo principale o comprendere anche il reticolo minore
V4AP07_DI07	Dato vettoriale che riporta la perimetrazione delle aree estrattive
V4AP07_DI08	Dato vettoriale che riporta la localizzazione delle discariche attive di rifiuti. Dipendentemente dalla fonte scelta, tali dati potranno comprendere aree di pertinenza, le zone di occupazione degli edifici, manufatti ed opere che ne costituiscono parte integrante ecc.
V4AP07_DI09	Dato vettoriale relativo agli impianti trattamento rifiuti. Dipendentemente dalla fonte utilizzata, tali dati potranno essere relativi agli impianti deputati solo a taluni tipologie di rifiuti (urbani, speciali ecc) o potranno comprendere anche altre tipologie di impianti come inceneritori e discariche

1.5 Sistemi federati

1.5.1 Introduzione ai Sistemi Federati

I Sistemi Federati sono i sistemi che inizialmente contribuiranno alla materializzazione del SIM, sia che partecipino come fornitori di dati e/o modelli sia che fruiscono delle potenzialità operative messe a disposizione dal SIM.

È stato quindi identificato un set di sistemi informativi appartenenti alla federazione SIM di seguito elencati.

1.5.2 Elenco dei Sistemi Federati

Di seguito si riporta un elenco tabulare dei sistemi federati, ognuno con un identificativo univoco, che sarà utilizzato per la federazione e l'interoperabilità.

ID	Nome Sistema Federato	Descrizione Sis Fed	Proprietà del servizio (owner)	Modalità di interazione	Caratteristiche Sensibilità Servizio
V4AP07_SF01	COPERNICUS	Fornisce dati di monitoraggio del territorio e dell'ambiente	ESA	Interoperabilità	no
V4AP07_SF02	Iride Service Segment	Costellazione rivolta all'acquisizione di dati satellitari a differente frequenza (pancromatico, multispettrale, iperspettrale, infrarosso)	ESA	Interoperabilità	no
V4AP07_SF03	ISTAT	ISTAT rende disponibili con frequenza di aggiornamento annuale i dati geografici relativi ai confini amministrativi	ISTAT	Interoperabilità	no
V4AP07_SF07	IGMI-DBSN/ DBT regionali	I DBSN (DataBase di Sintesi Nazionale) è una banca dati geografica contenente le informazioni territoriali più significative per effettuare analisi tematiche e rappresentazioni in ambito nazionale	IGM	Interoperabilità	no

1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

1.6.1 Introduzione e Panorama Generale

Sfruttando la potenza computazionale del SIM, l'applicativo intende operare un'integrazione tra banche dati di natura diverse (Immagini satellitari, dati analisi e controlli ambientali) per incrociare il dato sulle variazioni occorse alla data di analisi al fine di intercettare potenziali situazioni di gestione illecita di rifiuti.

A livello specifico di flusso elaborativo, l'applicativo opererà secondo due flussi di seguito descritti.

1. In modalità automatica, elaborando con periodicità regolare:

- Anomalie morfologiche e variazioni morfologiche, applicando le tecniche di change detection, allo scopo di rilevare le variazioni in termini di tessitura su un'immagine satellitare.
- Anomalie spettrali e variazioni spettrali, applicando le tecniche di change detection, allo scopo di rilevare le variazioni in termini di copertura e oggetti presenti sulla superficie.

La combinazione di tali indicatori costituirà l'output che, sottoposto a procedura di vettorializzazione sarà restituito all'utente unitamente ad una mappa di base per consentirne una migliore leggibilità.

2. In modalità on demand, rendendo disponibile all'utente i dati e una suite di algoritmi utili ad effettuare analisi specifiche e descritte nel successivo paragrafo "dettagli sugli algoritmi".

Il servizio applicativo si articola quindi in tre distinti passaggi:

- Acquisizione dei dati di input: il sistema viene alimentato in ingestion con immagini satellitari, immagini da droni, dati di analisi e controlli ambientali, documentazione tecnica dove disponibile;
- Perimetrazione dell'area da indagare: i dati saranno tagliati sulla base della perimetrazione definita dall'utente, utilizzando diversi dati resi disponibili (confini amministrativi, areali di aree adibite a cave, discariche ecc);
- Elaborazione tramite flusso elaborativo definito dall'utente.
Si noti che molti dei dati geografici saranno resi disponibili già preelaborati dai fornitori di servizi ma in altre situazioni deve essere possibile per gli utenti del SIM una gestione quanto più estesa possibile.

1.6.2 Criteri di Selezione

Gli algoritmi ed i modelli sono alternative best-in-class più mature secondo lo stato dell'arte e selezionate nel perimetro funzionale espresso dall'utente e considerando le condizioni al contorno imposte dai dati di input. Oltre alle considerazioni volte ad ottimizzare le performance di analisi, tenendo conto del contesto applicativo sono state valutate:

- Grado di automazione: algoritmi con alto grado di automazione richiedono minor interazione ed esperienza da parte l'utente, semplificando e velocizzando l'utilizzo dello strumento a loro disposizione.
- Capacità di generalizzazione: la casistica che può indicare l'evenienza di un illecito ambientale è ampia e complessa, gli algoritmi di analisi delle variazioni spettrali nel tempo devono poter offrire capacità di generalizzazione in modo da adattarsi meglio alla dinamicità del contesto considerato.

Le applicazioni oggetto di sviluppo si basano sullo sfruttamento di grandi volumi di dati spaziali, di conseguenza l'impiego di algoritmi altamente efficienti è cruciale per garantire l'accuratezza e l'affidabilità delle analisi. In generale, i criteri di selezione degli algoritmi adottati hanno incluso valutazioni secondo i seguenti fattori chiave:

- Tipo di Dato: valutazioni sulla sorgente informativa (satellitare, aereo, drone, da campo), il sensore (ottico multi-iperspettrale, radar, etc) il livello di processing (dato raw o già trasformato) ed il formato (raster, vettoriale). Algoritmi specifici sono progettati per gestire tipologie diverse di informazioni piuttosto che altre.
- Risoluzione Spaziale e Temporale: valutazioni sulla risoluzione spaziale e temporale dei dati. Algoritmi ottimizzati per elevati livelli di risoluzione possono produrre risultati più dettagliati, ma potrebbero richiedere maggiori risorse computazionali.

- Comprensione del Contesto Applicativo: valutazioni sull' adattamento degli algoritmi alle esigenze specifiche del contesto applicativo e alle esigenze dell'utente.
- Capacità di Gestire Grandi Quantità di Dati: valutazioni sulla capacità dell'algoritmo di gestire grandi volumi di dati.
- Robustezza nei Confronti di Disturbi e Errori: valutazioni sulla robustezza degli algoritmi nei confronti di disturbi atmosferici, interferenze o errori nei dati, al fine di ottenere risultati affidabili.
- Efficienza Computazionale: valutazioni sulla potenza computazionale richiesta dagli algoritmi, specialmente quando si tratta di elaborare dati su larga scala.
- Flessibilità e Scalabilità: valutazione sulla flessibilità e scalabilità affinché l'algoritmo possa adattarsi alle diverse tipologie di dati previsti in input.

1.6.3 Tipologie di Funzioni Applicative

Non sono previste funzioni applicative per questo applicativo.

1.6.4 Dettagli sugli Algoritmi

1.6.4.1 Pre-elaborazione

Premessa: come già opportunamente evidenziato in altri applicativi del verticale, esiste un insieme di funzioni di pre-processing che il SIM dovrà mettere a disposizione in maniera condivisa a tutte le applicazioni che utilizzano ed integrano dati da diverse sorgenti informative. Queste funzioni possono essere genericamente raggruppate in tool di geoprocessing e comprendono: ricampionamento, riproiezione, ortorettifica, coregistrazione, mosaico, subset da layer geografico (shapefile, raster) o subset manuale, calibrazione radiometrica e calibrazione atmosferica. Alcuni di questi pre-processamenti possono essere già implementati dal provider, dati cartografici o dati telerilevati, che renderà disponibili al SIM ed alle sue applicazioni, prodotti di livello avanzato.

L'applicativo oggetto di progettazione in questo documento prevede lo sfruttamento e la cooperazione di dati da differenti sorgenti informative. Nonostante i dati siano forniti all'applicazione già proiettati secondo un sistema cartografico di riferimento condiviso, è necessario un'ulteriore operazione di allineamento, denominata procedura di co-registrazione. Questo step è previsto per entrambi gli scenari considerati in questo applicativo e, più in generale, per tutti gli applicativi dove è prevista la cooperazione di input da più sorgenti informative. La co-registrazione delle immagini è il processo di allineamento nello stesso sistema di coordinate di due o più immagini con diversa geometria di visualizzazione e/o diverse distorsioni del terreno in modo che i pixel corrispondenti rappresentino gli stessi oggetti. Questa procedura inizia con l'individuazione e l'abbinamento di punti caratteristici denominati tie points, che vengono quindi utilizzati per calcolare i parametri di una trasformazione geometrica tra le due immagini. Nella co-registrazione automatica, gli algoritmi generano automaticamente tie points sfruttando:

- informazioni sulla geometria di acquisizione;
- tecniche di cross-correlazione sui valori di intensità dei pixel che compongono l'immagine.

L'affidabilità delle analisi ed il confronto tra dati multi/iper-spettrale telerilevato in diverse date, sono vincolati dalla disponibilità dell'informazione radiometrica calibrata, sotto forma di riflettanza

spettrale, ottenuta tramite l'esecuzione dell'algoritmo di calibrazione radiometrica ed atmosferica specifico per quel sensore. Come premesso, il dato può essere fornito al SIM già calibrato dal provider, altrimenti il SIM dovrà prevedere, così come per la co-registrazione, un blocco funzionale a disposizione di questa ed altre applicazioni facenti uso dei dati multi/iper-spettrali per la loro calibrazione.

1.6.4.2 Algoritmi per analisi morfologica

L'osservazione delle variazioni di tessitura su un'immagine satellitare coinvolge l'analisi delle differenze nei pattern, nelle texture e nelle strutture presenti nell'immagine. Queste variazioni possono essere indicative di diverse caratteristiche del terreno, quali vegetazione, uso del suolo e morfologia del terreno. Data la specifica applicazione, viene proposto l'uso di filtri basati su matrici di co-occorrenza. Queste matrici sono utilizzate per catturare le relazioni spaziali tra l'intensità di pixel adiacenti in un'immagine, fornendo informazioni sulla distribuzione delle intensità e sulla variazione della tessitura. Dalle matrici di co-occorrenza, per ognuna delle bande considerate, è possibile calcolare diverse caratteristiche tessiturali indicative della distribuzione spaziale del valore di riflettanza dell'immagine, tra cui: media, varianza, omogeneità, contrasto, dissimilarità, entropia e correlazione.

Al fine di limitare falsi positivi e focalizzare l'analisi sulle principali casistiche di interesse su larga scala con alto grado di automazione, in fase di sviluppo sarà necessario stabilire un setting ottimale dei parametri fondamentali di questa tipologia di algoritmo, in particolare:

- le principali bande di interesse;
- i parametri tessiturali di interesse (sopra elencati);
- dimensione del kernel della matrice di co-occorrenza;
- i valori di spostamento X e Y utilizzati per calcolare la matrice di co-occorrenza;
- eventualmente, il livello di quantizzazione della scala di grigi utilizzato per calcolare la matrice di co-occorrenza.

L'output di questo algoritmo è rappresentato da un raster di dimensione identica a quello di input, in cui il valore dei pixel indica il grado di corrispondenza rispetto al parametro tessutturale calcolato. Dal confronto di uno o più parametri tessiturali calcolati sullo stesso target in tempi differenti può emergere un cambiamento morfologico meritevole di approfondimento e potenzialmente riconducibile ad un illecito.

1.6.4.3 Algoritmi di analisi spettrale basati su confronti di firma

Questa tipologia di algoritmo è necessaria a quantificare in maniera automatica, senza supervisione da parte dell'utente, il grado di similarità o dissimilarità tra due firme spettrali ottenute considerando le stesse bande, in termini di numero e lunghezza d'onda. Il confronto non è finalizzato alla classificazione di un determinato pixel rispetto ad elementi noti, ma solamente a valutare l'eventuale evoluzione spettrale dello stesso nel tempo.

In termini statistici, la valutazione della similarità spettrale dello stesso pixel in tempi differenti può essere eseguita implementando la formula standard di correlazione tra due variabili, ricavando il coefficiente di correlazione tra le due firme dati i singoli valori di riflettanza per le medesime bande.

Un coefficiente di correlazione vicino a 1 indica una forte correlazione positiva, mentre un coefficiente vicino a -1 indica una forte correlazione negativa. Un valore vicino a 0 indica una bassa correlazione.

L'output di questo algoritmo è rappresentato da un raster di dimensione identica a quello di input, in cui il valore dei pixel indica il valore di correlazione, informazione che utilizzata in coppia all'evidenza di un cambiamento nella tessitura conferma ulteriormente la presenza di un cambiamento sul territorio meritevole di approfondimento.

1.6.4.4 *Analisi spettrale con interazione utente*

Per questa elaborazione si richiama richiamare quanto descritto per il tool di analisi per immagini multispettrali relativo al documento di Progetto Esecutivo dell'applicativo 4.8

1.6.4.5 *Algoritmo di change detection*

La change detection è un'analisi finalizzata al confronto multitemporale di immagini allo scopo di derivare le variazioni occorse. Tali variazioni potranno essere indagate in termini spettrali, morfologiche, o su immagini pre-elaborate con altre tecniche. All'interno del presente applicativo, la change detection viene declinata secondo specifiche analisi:

Algoritmo di change detection su analisi morfologiche e spettrali

I raster prodotti (al T_0 e T_1) come output delle analisi morfologiche e somiglianza spettrale possono essere composti in un layers stack e le informazioni analizzate direttamente a livello di singola cella di risoluzione (pixel). È necessario sviluppare un albero decisionale che, partendo dalle informazioni su tessitura e somiglianza spettrale del pixel al T_0 e T_1 , possa stabilire l'intercorrere di una difformità. Valori di tessitura e di coefficienti di correlazione che differiscono tra loro oltre il 30% possono essere considerati come meritevoli di segnalazione. A questo punto, l'algoritmo si conclude con la creazione un unico layer di output nel quale per ogni unità spaziale individuata da latitudine e longitudine, viene segnalato l'eventuale rilievo di una anomalia secondo un codice di importanza, del tipo:

- 0: nessuna anomalia
- 1: variazione nella tessitura
- 2: variazione nella tessitura e nella firma spettrale

Algoritmo di change detection su dati preelaborati

Nel caso di utilizzo dell'applicativo in modalità on demand, l'utente ha la possibilità di includere l'algoritmo nel flusso elaborativo per valutare le variazioni fra due mappe (al T_0 e T_1) preprocessate e preelaborate, allo scopo di ottenere un unico layer di output con l'indicazione delle variazioni riscontrate.

1.6.4.6 *Vettorializzazione*

La procedura di vettorializzazione permette di trasformare in entità vettoriali poligonali i gruppi di pixel appartenenti ad una certa classe. Il criterio di vettorializzazione è quindi il valore del pixel sul

dato raster per identificare l'anomalia rilevata, la dimensione e posizione nello spazio. È necessario ridurre la complessità delle geometrie ottenute tramite una semplificazione, ad esempio aggregare aree contigue con lo stesso valore o eliminare geometrie generate dal singolo pixel che spesso derivano da imprecisioni sul dato o errori nella classificazione. La procedura si conclude con l'assegnazione degli attributi al dato vettoriale (codice di importanza).

1.6.5 Dettagli sui Modelli

Nel presente applicativo non si prevede l'utilizzo di modelli specifici.

1.6.6 Interazione tra Algoritmi e Modelli

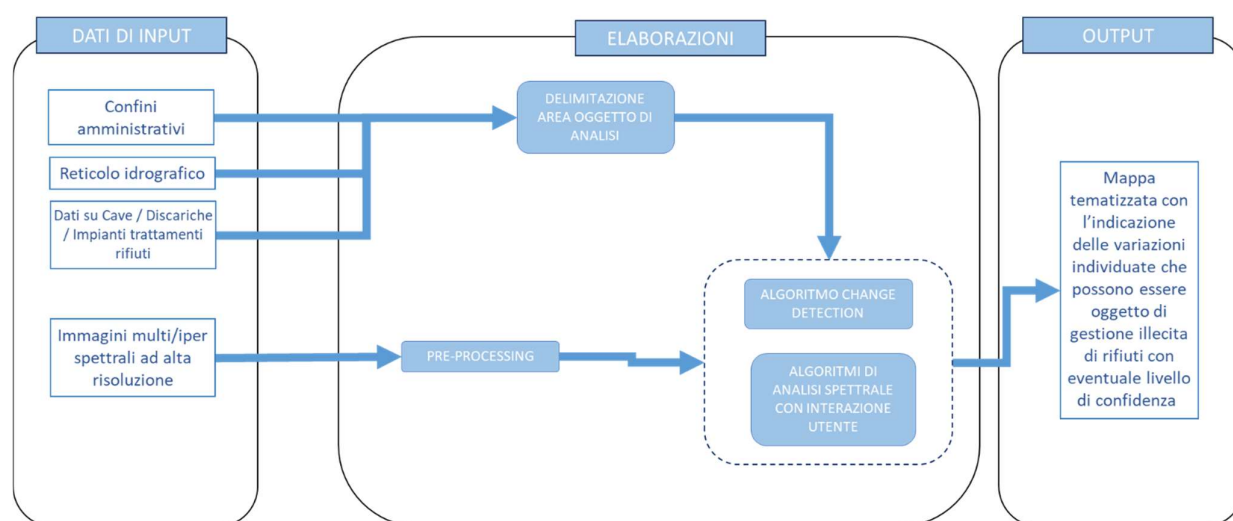


Figura 2 – Diagramma di flusso del servizio applicativo in modalità on-demand

1.6.7 Analisi della Complessità Computazionale

Il calcolo della complessità computazionale di questo applicativo ed in generale di tutti i modelli e gli algoritmi che costituiscono questo verticale è un aspetto fondamentale nell'analisi e nella progettazione stessa del verticale, in quanto impatta direttamente sulle dotazioni richieste all'architettura, sulle capacità HPC richieste al sistema e sui tempi di elaborazione offerti all'utente.

Per questo applicativo la complessità è direttamente correlabile a:

- Estensione dell'area oggetto di indagine (maggiore è la scala, superiore è il carico)
- Tipologia e numerosità dei dati di input a corredo del modello
- Risoluzione spaziale delle immagini da elaborare
- Sottosistemi della pipeline di elaborazione attivati (che dipendono dalla numerosità dei dati di input a disposizione)
- Frequenza di invocazione del modello (che stabilisce in termini assoluti il reale volume di carico sviluppato dall'applicazione)
- Volume dei dati aggiuntivi caricati dall'utente

1.6.8 Casistica di Utilizzo

Come indicato nella sezione dell'architettura, l'Intelligence Platform è soluzione trasversale per la progettazione e l'esecuzione di processi elaborativi complessi sottesi all'implementazione degli algoritmi e dei modelli supportati dal sistema. Nello specifico la componente applicativa è presa a riferimento per il presente Servizio Applicativo e verrà impiegata nei limiti imposti dall'integrazione delle sue componenti e dall'interazione con ulteriori moduli applicativo necessari alla sua esecuzione.

Essendo tra le prerogative di questa componente la possibilità di razionalizzare il processo applicativo attraverso una notazione grafica (workflow elaborativo) si riporta di seguito la rappresentazione logica del flusso elaborativo di questo servizio applicativo.

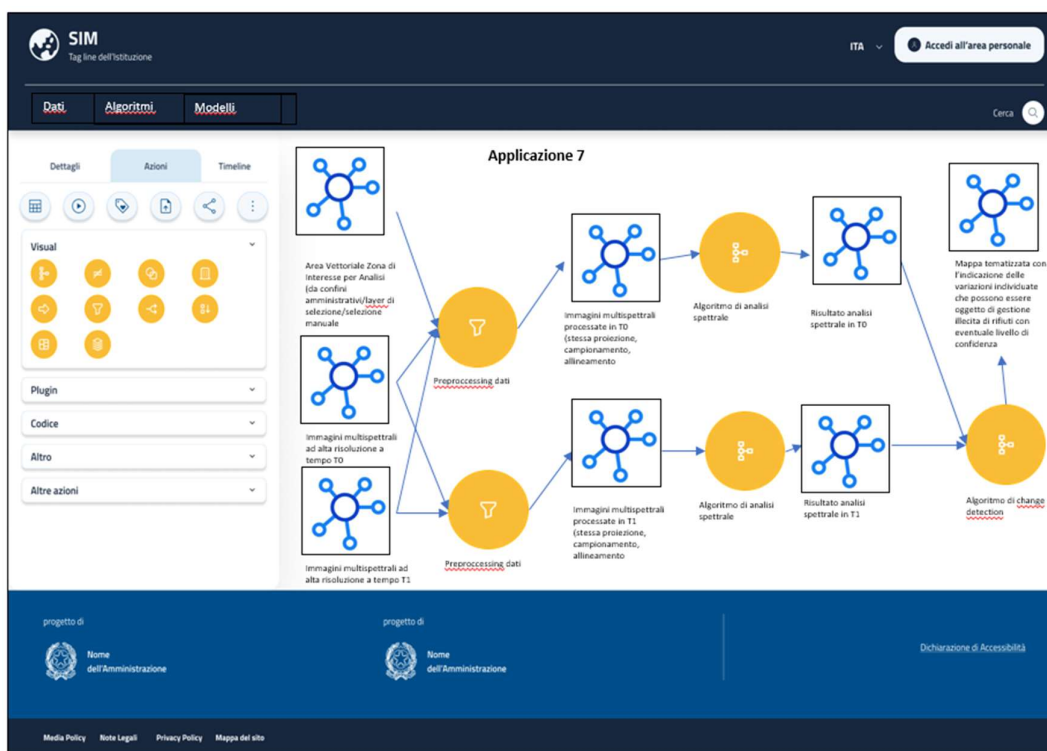


Figura 3 - Rappresentazione logica del flusso elaborativo

Un caso di uso esemplificativo delle potenzialità di utilizzo di questo applicativo nell'ambito del controllo della gestione illecita dei rifiuti è quello relativo all'individuazione di micro-discariche generate per abbandono di rifiuti su aree verdi o terreni agricoli in ambito suburbano. In questo caso, l'applicativo dovrà avere a disposizione prodotti multispettrali ad altissima risoluzione spaziale (VHR) acquisiti in due istanti temporali (T0 e T1). Si consiglia di effettuare le analisi all'interno della stagione di riferimento o stessa stagione in annate differenti. Il software, dopo le operazioni di preprocessing, andrà a generare le mappe di tessitura, in particolare quella basata sul valore di varianza, che se

differisce oltre il 30% rispetto al valore di riferimento può mettere in evidenza dei cambiamenti di tessitura all'interno di una superficie in teoria omogenea come prati, sentieri o terreni agricoli coltivati. Per i pixel interessata, si approfondisce ulteriormente andando a confrontare le firme spettrali dei pixel considerati in maniera intuire se oltre al cambiamento morfologico è presente un cambiamento della tipologia di target, ad esempio un accumulo di oggetti di tipo artificiale su un suolo in origine naturale dal punto di vista spettrale. L'output consisterà quindi in una notifica con allegata la mappa di riferimento contenente gli elementi vettoriali rappresentanti il cambiamento secondo la codifica proposta (vedi paragrafo Dettagli sugli algoritmi). A questo punto, l'utente di riferimento può procedere con ulteriori analisi di dettaglio, in maniera da eseguire una verifica per fotointerpretazione tra i dati (T0 e T1), ma eventualmente anche classificando e identificando spettralmente il target tramite il tool di analisi multi/iper-spettrale in dotazione nel SIM, arrivando a concludere la procedura con eventuale generazione di una segnalazione per le autorità preposte al controllo in sito.

1.6.9 Misure di Validazione e Verifica

Il processo di validazione e verifica dell'applicativo sottende ad accertare il corretto funzionamento di componente tecnologica e applicativa, modelli di elaborazione, dati e formati trattati in ingresso e in uscita e interfaccia utente ove prevista.

A questo scopo è utile prevedere:

La validazione dell'interfaccia: La validazione dell'interfaccia utente ha l'obiettivo di assicurarne l'intuitività, la funzionalità e la soddisfazione delle esigenze lato utenti. In particolare, attraverso il coinvolgimento degli utenti target fin dalle prime fasi di sviluppo, verranno definiti gli obiettivi di validazione e le aspettative, raccogliendo feedback ed osservazioni. Verranno inoltre effettuati:

- Test di usabilità con utenti rappresentativi.
- Analisi delle metriche di utilizzo, ad esempio quali azioni vengono eseguite più frequentemente.
- Analisi del flusso utente: verificando se il percorso predefinito è intuitivo e se gli utenti raggiungono facilmente gli obiettivi desiderati.
- Test di Stress volti a verificare come si comporta sotto carichi di lavoro intensi, ad esempio, la visualizzazione e la navigazione del dato, in maniera da assicurare un'interazione fluida.

La validazione di algoritmi e modelli: La validazione degli algoritmi è volta a valutarne e verificarne le prestazioni e la robustezza rispetto al contesto applicativo affrontato. In particolare, durante la fase di sviluppo verranno utilizzati dei set di dati di test, condivisi con gli utenti di riferimento in maniera da ottimizzare il tuning dei parametri rispetto alle prestazioni attese in termini di accuratezza e minimizzazione di falsi allarmi. Verranno inoltre effettuata:

- Definizione dei requisiti prestazionali in accordo con le aspettative dell'utente target e gli obiettivi del SIM.
- Pianificazione delle attività di validazione in accordo con le fasi di sviluppo.
- Progettazione, pianificazione ed esecuzione dei test di compatibilità con i diversi dati di input previsti.

- Progettazione, pianificazione ed esecuzione dei test sulle prestazioni in contesto di automatismo e processing massivo.
- Analisi dei risultati e risoluzione di eventuali problemi riscontrati.

1.7 Dati di output

1.7.1 Introduzione

L'applicazione restituisce come output una mappa tematizzata con evidenza delle variazioni individuate che possono essere oggetto di gestione illecita di rifiuti. Inoltre, se previsto, un ulteriore analisi dei dati finalizzata a fornire un livello di attendibilità del risultato estratto

1.7.2 Elenco Dati di Output

Di seguito vengono riportati i dati che si ottengono dall'algoritmo per l'individuazione di potenziali situazioni riconducibili ad una gestione illecita dei rifiuti.

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche Sensibilità Dato	Criticità
V4AP07_DO01	Strato informativo con le perimetrazioni delle variazioni, in termini morfologici e spettrali riscontrate	SIM(*)	Piattaforma interattiva e/o API	Periodico	L'output atteso potrebbe rientrare nell'ambito di una gestione classificata in funzione della finalità per la quale l'applicativo viene utilizzato (procedure penali)	Livello di dettaglio fortemente dipendente dalla risoluzione del dato di input e dalla disponibilità di dati relativi alle pratiche urbanistiche. L'output non discrimina in maniera netta il fenomeno analizzato e richiede un ulteriore approfondimento da parte dell'utente
V4AP07_DO02	Mappa tematizzata con l'indicazione delle anomalie individuate che possono essere oggetto di gestione illecita di rifiuti	utente che ha richiesto l'elaborazione	Piattaforma interattiva e/o API	On demand sulla base delle esigenze dell'utente	L'output atteso potrebbe rientrare nell'ambito di una gestione classificata in funzione della finalità per la quale l'applicativo viene utilizzato (procedure penali)	Livello di dettaglio fortemente dipendente dalla risoluzione del dato di input e dalla disponibilità di dati relativi alle pratiche urbanistiche. L'output non discrimina in maniera netta il fenomeno analizzato e richiede un ulteriore approfondimento da parte dell'utente
(*) Poiché l'elaborazione in modalità automatica non è richiesta da uno specifico utente, non è possibile definire allo stato attuale l'appartenenza del dato a specifici soggetti o utenti del sistema. Il dato, elaborato nell'ambito del SIM sarà reso disponibile ad un elenco definito di soggetti, definiti sulla base della loro qualificazione in termini di utente.						

1.8 Client per l'investigazione di illeciti ambientali ad uso delle Capitanerie di Porto

Nell'ambito degli obiettivi generali, si evidenzia che il SIM prevedrà la messa a disposizione di client software per l'analisi di moli ingenti di dati al fine di consentire attività investigative rispetto a crimini ambientali. Gli strumenti saranno strettamente funzionali al monitoraggio e all'identificazione di illeciti ambientali da parte degli Ufficiali e Agenti di Polizia Giudiziaria del Nucleo Speciale d'Intervento (NSI) e del restante personale del Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera, per attività complesse di indagine ambientale a prevalente carattere penale, e consentiranno di valorizzare il dato e l'informazione d'interesse, mettendo a sistema l'insieme delle informazioni provenienti da banche dati ad uso esclusivo degli enti autorizzati alle attività di indagine, con le informazioni di monitoraggio ambientale rese disponibili dal SIM.

Tale disponibilità di fonti di approfondimento e l'eventuale simultaneità di consultazione consente di ottimizzare il processo decisionale riducendo i tempi di azione e reazione.

Le fonti da cui sono attinte le informazioni utili per l'attività di investigazione sono molteplici e diversificate in funzione dei mutevoli scenari investigativi in cui il personale preposto si trova ad operare. Le attività informative, finalizzate all'attuazione della cosiddetta *intelligence investigativa*, nonché le relative modalità di esecuzione, sono coperte da segreto investigativo.

In particolare, laddove si tratti di ambiti di matrice territoriale (morfologia del territorio, qualificazione giuridica, appartenenza al demanio marittimo, appartenenza a zone di vincolo, protezione o tutela particolare) ci si avvale dei sistemi attualmente in dotazione al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, quali il SISTER e SID, nonché alle altre Amministrazioni/ Enti che detengono i dati di interesse.

Per quanto concerne il tracciamento e la gestione dei rifiuti, con particolare riguardo all'attività di contrasto ai traffici illeciti e al fenomeno di occultamento degli stessi e al fenomeno della la mutazione fraudolenta della qualificazione giuridica dei materiali, ci si avvale delle banche dati Telemaco Infocamere, MUD, ANGA in grado di fornire elementi utili alla identificazione delle persone giuridiche che svolgono attività di trasporto dei rifiuti.

A queste fonti dati si aggiungono tutte le informazioni di monitoraggio ambientale che il SIM può mettere a disposizione. Ad indagini chiuse e qualora non sussistano vincoli di riservatezza del dato, sarà possibile fornire al SIM report dei dati di monitoraggio aggregati.

Il client software permetterà di:

- combinare tutte le informazioni disponibili per produrre una vista complessiva rispetto all'oggetto dell'investigazione;
- rafforzare la conoscenza e la comprensione di attività complesse e reti criminali;
- incrementare la profondità di indagine rispetto al contesto individuato;
- rappresentare in modo sintetico e chiaro i risultati dell'analisi per consentire un processo decisionale operativo efficace e circostanziato.

Attraverso queste funzionalità gli analisti potranno:

- evidenziare le relazioni chiave tra eventi e persone per individuare comportamenti potenzialmente illeciti;
- seguire la sequenza temporale e geolocalizzata degli eventi sul territorio al fine di individuare modelli ("pattern") comportamentali anomali;
- approfondire la comprensione delle relazioni tra individui attraverso l'analisi dei Social Network e delle altre fonti dati disponibili.