



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

Progetto Esecutivo

ALLEGATO _V5_C.U.5.2

Supporto gestione emergenze



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

Storia del documento

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

Sommario

1	CU.V5.2 – Supporto alla gestione delle emergenze	6
1.1	Obiettivo del servizio applicativo.....	6
1.1.1	Introduzione.....	6
1.1.2	Scopo Generale.....	6
1.1.3	Esigenze e Requisiti Chiave	6
1.1.4	Tematiche e Obiettivi Correlati.....	7
1.1.4.1	Configurazione dinamica dell'area di evento.....	7
1.1.4.2	Configurazione dinamica della Vulnerabilità Territoriale	8
1.1.4.3	Analisi dinamica dell'accessibilità	10
1.1.5	Benefici Attesi.....	11
1.1.6	Vincoli e Limitazioni.....	11
1.1.7	Stakeholders e Sistemi Coinvolti	11
1.1.8	Conclusione e Riepilogo	12
1.2	Requisiti funzionali.....	12
1.2.1	Elenco dei Requisiti Funzionali	13
1.2.1.1	V5AP2RF01 – Rilevazione dell'area dell'evento	15
1.2.1.2	V5AP2RF02 – Ricostruzione dell'andamento evolutivo dell'evento	15
1.2.1.3	V5AP2RF03 – Seleziona un layer disponibile al SIM.....	15
1.2.1.4	V5AP2RF04 Seleziona i layer informativi di interesse	15
1.2.1.5	V5AP2RF05 – Costruzione della mappa di vulnerabilità a singola variabile	15
1.2.1.6	V5AP2RF06 – Costruzione del report di sintesi	15
1.2.1.7	V5AP2RF08 – Intersezione con areali di evento	15
1.2.1.8	V5AP2RF09 Rilevazione analitica dello stato della rete	16
1.2.1.9	V5AP2RF10 Associa impedenze.....	16
1.2.1.10	V5AP2RF11 Seleziona nodi di destinazione	16
1.2.1.11	V5AP2RF12 Ricalcola percorsi	16

1.2.2	Requisiti non Funzionali Correlati	16
1.2.3	Vincoli e Limitazioni.....	16
1.3	Architettura logico-applicativa del Sistema.....	16
1.3.1	Requisiti Non-Funzionali	16
1.3.2	Diagramma Architetture	17
1.3.3	Piattaforme SIM utilizzate.....	19
1.4	Dati di input.....	30
1.4.1	Introduzione ai Dati di Input.....	30
1.5	Sistemi federati	31
1.5.1	Introduzione ai Sistemi Federati.....	31
1.5.2	Elenco dei Sistemi Federati.....	31
1.6	Funzioni, Algoritmi e Modelli	31
1.6.1	Introduzione e Panorama Generale.....	31
1.6.2	Criteri di Selezione.....	31
1.6.3	Tipologie di Funzioni Applicative	31
1.6.4	Dettagli sugli Algoritmi	31
1.6.4.1	V5AP2AM1 Perimetrazione degli areali di esondazione con dati multispettrali e radar.....	32
1.6.4.2	V5AP2AM2 Perimetrazione degli areali di esondazione con dati radar	32
1.6.4.3	V5AP2AM3 Profondità delle acque alluvionali	33
1.6.4.4	V5AP2AM4/5/6 Perimetrazione speditive aree interessate movimenti di massa localizzati (frane, sisma, subsidenza).....	33
1.6.5	Dettagli sui Modelli	33
1.6.6	Analisi della Complessità Computazionale	34
1.6.7	Misure di Validazione e Verifica	34
1.7	Dati di output.....	34
1.7.1	Introduzione.....	34
1.7.2	Elenco Dati di Output	34

1 CU.V5.2 – Supporto alla gestione delle emergenze

1.1 Obiettivo del servizio applicativo

1.1.1 Introduzione

Gli assunti da cui muove lo sviluppo di questo applicativo sono molteplici:

il primo e più generale è il riconoscimento che la configurazione reale (ampiezza territoriale, intensità, andamento) di uno scenario di evento è condizionata da una molteplicità di fattori che sfuggono alla possibilità di rappresentazione in fase di pianificazione e, dunque, essa necessita di essere ricognita in “tempo (quasi) reale”;

- il secondo, parimenti rilevante in termini di occorrenza, è che una parte considerevole degli eventi che il sistema della gestione delle emergenze si trova a fronteggiare, pur sottoponibili ad analisi previsionale, non dispone di quadri informativi predisposti in tempo di pace; si citano, a tal proposito, i fenomeni esondati dei corpi idrici secondari, o i fenomeni franosi;
- il terzo, anch'esso non sottovalutabile, è che molti eventi che generano condizioni di emergenza non sono attualmente sottoposti a pianificazione preventiva (si pensi al trasporto di sostanze pericolose) o sono di tipo non prevedibile (la maggior parte degli eventi antropici ma anche gli eventi meteorici riferibili ai processi di cambiamento climatico);
- infine, non è possibile non tener conto del fatto che un evento pericoloso è in generale in grado (qualsiasi sia la sua natura, intensità od estensione) di innescare potenziali eventi secondari che potrebbero riconfigurare l'intero scenario di evento.

1.1.2 Scopo Generale

La **finalità generale dell'applicativo** è dunque quella di fornire supporto informativo ai soggetti operativi del Sistema di protezione civile durante la fase di gestione della emergenza in atto, allo scopo di:

- aggiornare i quadri informativi prodotti in fase previsionale in relazione all'effettiva configurazione dell'evento; ciò vale per gli eventi per cui sia stata prodotta una analisi previsionale ed un piano di gestione dell'emergenza;
- costruire un quadro informativo relativo ai potenziali elementi vulnerabili presenti in uno scenario di evento; ciò vale per tutti gli eventi, ed in particolar modo per quelli non prevedibili e per tutti casi di eventi prevedibili per cui non siano stati prodotti o resi disponibili quadri informativi idonei;
- verificare gli effettivi livelli di accessibilità nell'area di evento, in funzione della configurazione corrente dell'evento stesso, identificare condizioni di criticità specifiche nel raggiungimento degli elementi vulnerabili che debbono essere soccorsi e, se necessario, di essere supportati nella identificazione di percorsi utilizzabili.

1.1.3 Esigenze e Requisiti Chiave

In linea generale, le finalità assunte per lo sviluppo dell'applicativo delineano una attività di redazione di **scenari dinamici di rischio**, che hanno lo scopo, in relazione all'effettiva configurazione spaziale dell'evento, di produrre informazioni utili ad orientare il miglior processo di intervento del sistema di protezione civile per quanto attiene, nello specifico:

- la identificazione degli elementi vulnerabili potenzialmente coinvolti nella configurazione reale e dinamica dell'evento;
- la verifica e il supporto alla accessibilità nell'area dell'evento;
- la conseguente allocazione di specifiche risorse logistiche o strumentali a supporto degli interventi.

A questo fine è essenziale:

- che sia reso disponibile un sistema di indicizzazione dei dati e dei sistemi federati disponibili al SIM, che permetta un rapido rintracciamento delle informazioni necessarie;
- la disponibilità di dati di osservazione della terra in tempo reale (droni) o quasi reale e di algoritmi di analisi dei dati che permettano di produrre informazioni elaborate fruibili in ambiente GIS.

1.1.4 Tematiche e Obiettivi Correlati

Lo sviluppo di risorse e strumenti a supporto della costruzione di scenari dinamici di rischio si collocano all'interno delle seguenti aree applicative:

- configurazione dinamica dell'area di evento;
- configurazione dinamica della vulnerabilità territoriale;
- analisi dinamica dell'accessibilità.

Tematica	Obiettivi
Configurazione dinamica dell'area di evento	Disporre di uno strumento che permetta di illustrare, in "tempo quasi reale", l'effettiva estensione dell'area di evento e, se la tipologia di evento lo rende possibile, la sua reale evoluzione (ad esempio nel caso esondativo)
Configurazione dinamica della Vulnerabilità Territoriale	Disporre di uno strumento in grado di produrre, in tempi rapidissimi e in relazione ad una areale di evento la cui configurazione non sia nota a priori, una sintesi informativa concernente la distribuzione spazializzata degli elementi vulnerabili presenti.
Analisi dinamica dell'accessibilità	Disporre di uno strumento in grado di identificare eventuali condizioni di criticità per quanto attiene la mobilità dei soccorsi all'interno dello scenario di evento, e di supportare l'assunzione di correlate decisioni.

1.1.4.1 Configurazione dinamica dell'area di evento

Come detto in premessa, la configurazione reale di un evento calamitoso, benché pianificato a priori, è questione caratterizzata da amplissimi profili di incertezza dipendenti dalla configurazione

corrente del contesto (tempo dell'accadimento, stato del territorio ecc) in cui l'evento stesso si manifesta.

Tale configurazione può infatti alterare tanto la configurazione spaziale, l'intensità e l'evoluzione dell'evento producendo, nei fatti, un quadro operativo non del tutto noto ai soggetti che intervengono in emergenza i quali hanno dunque la necessità di reperire, in tempi coerenti con quelli dell'intervento, quadri informativi utili ad orientare la propria operatività.

Questa esigenza è ovviamente tanto più marcata quando l'evento che deve essere fronteggiato non sia stato preliminarmente sottoposto ad una attività di pianificazione in tempo di pace. Si pensi, a tal proposito, agli eventi di origine antropica come quelli legati al trasporto di merci pericolose. Secondo quanto riporta il Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (CNIT), nel 2018 Mercitalia Rail ha trasportato su ferro circa 670 milioni di tonnellate-km di merci pericolose e, secondo l'Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica (ANFIA), nello stesso anno sono state trasportate su strada 79 miliardi di tonnellate-km di merci pericolose.

Per tutti i motivi precedenti si ritiene dunque di grande utilità, per fornire supporto alla risposta del sistema in emergenza, disporre di strumenti che permettano di illustrare, in "tempo quasi reale", l'effettiva estensione dell'area di evento e, se la tipologia di evento lo rende possibile, la sua reale evoluzione (ad esempio nel caso esondativo).

Il riferimento al tempo quasi reale implica di ricorrere ad osservazioni della terra mediante sensori aviotrasportati o droni, i quali consentono di acquisire con estrema rapidità, dettaglio spaziale elevato e con elevata frequenza di rilievo, dati spazializzati dell'area di interesse.

Ciò richiede che vengano resi disponibili:

- metodi e algoritmi automatici di riconoscimento dell'area di evento;
- strumenti per l'elaborazione in ambiente GIS delle immagini acquisite;
- strumenti per l'analisi multi temporale delle immagini finalizzate alla previsione, ove possibile, dell'andamento evolutivo dell'evento.

1.1.4.2 Configurazione dinamica della Vulnerabilità Territoriale

Come ampiamente discusso per l'Applicativo di supporto alla "Pianificazione di Protezione Civile", la conoscenza del sistema della Vulnerabilità Territoriale costituisce l'elemento fondamentale per orientare l'operatività del sistema di gestione dell'emergenza. Ma, per i motivi prima discussi, la disponibilità di quadri di vulnerabilità statica (costruiti peraltro per i soli eventi sottoposti a pianificazione) non sempre risulta soddisfacente al fine citato.

Si ritiene pertanto indispensabile disporre di strumenti in grado di produrre, in tempi rapidissimi e in relazione ad una areale di evento nella sua configurazione reale, una sintesi informativa concernente la distribuzione spazializzata degli elementi vulnerabili presenti.

È indispensabile, a tal fine, la disponibilità di un sistema di indicizzazione dei dati residenti nel SIM o accedibili da sistemi federati, rispetto alle quattro categorie di vulnerabilità descritte all'interno del documento relativo all'Applicativo di supporto alla "Pianificazione di Protezione Civile":

- vulnerabilità demografica, direttamente riferita alla presenza di popolazione;
- vulnerabilità di tipo ambientale, connessa alla presenza di elementi che, se coinvolti in eventi pericolosi, possono potenzialmente innescare eventi pericolosi secondari o fonti di contaminazione;
- vulnerabilità dei beni culturali e ambientali;
- vulnerabilità di tipo funzionale, connesse alla presenza di particolari categorie di servizi e infrastrutture.

Le funzioni del SIM orientate alla costruzione del quadro dinamico della Vulnerabilità Territoriale consentono di:

- assumere un areale di interesse secondo due modalità: selezionandolo da un layer disponibile al SIM (come quello prodotto in conseguenza dell'uso della componente applicativa concernente al riconoscimento della **"Error! Reference source not found."** ovvero determinando direttamente un intorno di dimensione variabile rispetto ad una posizione direttamente inputata dall'utente;
- selezionare la categoria di vulnerabilità di interesse; ciò rende disponibile all'utente l'elenco delle variabili disponibili per la specifica categoria, da cui sarà possibile eventualmente selezionare i soli dati di interesse;
- condurre una operazione di scouting sui dati contenuti nel SIM, identificando tutti i dati di interesse effettivamente disponibili per l'area di analisi;
- produrre un report geografico e tabellato relativo a tutte le variabili di interesse.

Si rappresenta che, in tale ambito, il Dipartimento della Protezione Civile è dotato di un sistema di supporto alla identificazione delle componenti del sistema territoriale vulnerabile coinvolto in un evento (Quater – Quadro territoriale), utilizzato nella gestione di emergenze di rilevanza nazionale. Allo stesso modo il Corpo Nazionale di Vigili del Fuoco si è dotato di una infrastruttura di dati spaziali orientati a sostenere la propria operatività in emergenza.

Anche alcune Regioni, peraltro, si sono dotate nel tempo di sistemi informativi di supporto, spesso orientati a supportare l'intervento degli enti locali nell'ambito degli eventi di propria competenza. Si cita, a puro titolo indicativo, il Sistema Informativo di PROtezione Civile (SIPROC) della Regione Piemonte.

In tale contesto il SIM interviene quindi con lo scopo di ampliare il quadro informativo posto alla base dell'intervento in emergenza e in relazione a tutte le tipologie di evento calamitoso e di assicurare la più ampia interoperabilità di tali infrastrutture informative a beneficio di tutti i soggetti chiamati a concorrere all'intervento.

1.1.4.3 Analisi dinamica dell'accessibilità

La verifica dei livelli di accessibilità ad un'area di evento in relazione alla effettiva configurazione dell'evento stesso è cruciale dal punto di vista della verifica di raggiungibilità dei vulnerabili distribuiti nel territorio, e tra questi in particolare la popolazione, e dei tempi necessari a questo scopo. La finalità della verifica è quella di identificare eventuali condizioni di criticità e supportare l'assunzione di correlate decisioni.

Come già descritto nell'Applicativo di supporto alla "Pianificazione di Protezione Civile", il modello di accessibilità richiede la disponibilità di un grafo di base qualificato in termini di tempi di percorrenza unitari per tipologia funzionale degli archi stradali. Laddove non fosse disponibile il grafo codificato, deve essere possibile effettuare una classificazione speditiva della porzione di grafo di interesse sulla base di uno schema di corrispondenze (classi funzionali – tempi di percorrenza) disponibili al SIM.

È inoltre necessario imputare specifiche condizioni di impedenza, generate dall'evento in corso, che limitano la utilizzabilità di uno o più elementi della rete.

A questo scopo è necessario disporre di immagini di osservazione dell'area di evento, acquisite da sensori aviotrasportati o da droni, e sottoposte ad un processo di elaborazione che restituisce delle notifiche in corrispondenza di eventuali criticità osservate sulla rete.

Come nel caso della valutazione della accessibilità in fase di pianificazione, anche in fase di gestione dell'emergenza è necessario che vengano determinati, in maniera diretta, le origini degli spostamenti dei soccorsi, quanto le localizzazioni dei vulnerabili (destinazioni).

Queste ultime, avendo assunto come principale riferimento quello della popolazione potenzialmente presente nell'areale di evento, saranno rappresentate:

- dai baricentri delle sezioni censuarie abitate (tipo località ISTAT 2021 = 1) opportunamente semplificate e qualificate per contenuto di popolazione, a cui eventualmente aggiungere (laddove disponibile) la quantità di popolazione presente nelle strutture ricettive;
- delle sezioni censuarie di tipo nuclei e quelle industriali (tipo località ISTAT 2021 = 2) qualificate per contenuto di popolazione, a cui eventualmente aggiungere (laddove disponibile) la quantità di popolazione presente nelle strutture ricettive;
- delle sezioni censuarie industriali (tipo località ISTAT 2021 = 4);
- il punto di localizzazione di elementi sensibili qualificati (scuole, ospedali, grandi centri commerciali);
- baricentro delle aree di attesa della popolazione.

A queste possono essere evidentemente aggiunte altre destinazioni corrispondenti ad elementi ritenuti rilevanti per il soccorso.

Il complesso delle potenziali destinazioni rese disponibili dal SIM può essere evidentemente selezionato sulla base di criteri specifici, sia di tipo geografico (prossimità a, distanza da) che di tipo alfanumerico (caratteri degli elementi coinvolti).

L'analisi restituisce le localizzazioni "critiche" in termini di raggiungibilità rispetto ad una soglia temporale da assumere a riferimento.

1.1.5 Benefici Attesi

Atteso che, in linea generale, il rischio è un concetto probabilistico caratterizzato da una forte e marcata incertezza, e che quindi la modellazione del comportamento di un potenziale evento calamitoso e della possibilità che esso coinvolga elementi vulnerabili generando un danno è affetta da amplissimi livelli di approssimazione, si ritiene di grande utilità di disporre, per la fase di gestione delle emergenze, di scenari che orientino la operatività del sistema di protezione civile.

Ciò è tanto più vero quando ci si riferisca agli eventi non prevedibili, per i quali non si dispone di un quadro strutturato di conoscenza da porre a base delle scelte di intervento.

1.1.6 Vincoli e Limitazioni

Non si identificano vincoli o limitazioni per lo sviluppo dell'Applicativo.

1.1.7 Stakeholders e Sistemi Coinvolti

Gli stakeholders e i sistemi coinvolti sono tutti quelli enumerati all'analogo paragrafo dell'Applicativo 1 del Verticale 5 – "Pianificazione di Protezione Civile".

Gli utenti dell'Applicativo sono tutti quelli identificati dal Codice come Autorità, Componenti o Strutture Operative di Protezione Civile e che possono intervenire con un ruolo operativo all'interno del Servizio di Protezione Civile a tutte le scale territoriali in cui l'intervento si esplica (nazionale, regionale, provinciale o urbana)

ID	Soggetti	Ruolo	Caratteristiche
V5APIU01	Dipartimento di Protezione Civile	Autorità di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU02	Regioni e P.A	Autorità di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU03	Province	Componente del servizio di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU04	Comuni	Autorità di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU05	Prefetture	Componente del servizio di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU06	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco	Componente del servizio di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU07	Forze dell'Ordine	Strutture operative di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU08	Forze armate	Strutture operative di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU09	Strutture del Servizio Sanitario Nazionale	Strutture operative di PC	Utente dell'Applicativo
V5APIU10	Associazioni di volontariato di protezione civile	Strutture operative di PC	accedono in visualizzazione dei dati di output

1.1.8 Conclusione e Riepilogo

Partendo dal riconoscimento della grande variabilità e dell'incertezza insista negli scenari di evento, si è consolidata l'esigenza di disporre di supporti informativi nella fase di gestione delle emergenze. I principali soggetti chiamati a gestire questa fase del ciclo del rischio (DPC, CNVF, alcune Regioni) si sono autonomamente dotati di supporti informativi. Lo sviluppo di questa componente del SIM permetterebbe di rendere omogenea a scala la disponibilità di strumenti e informazioni volti a migliorare l'operatività condivisa del servizio di protezione civile.

1.2 Requisiti funzionali

1.2.1 Elenco dei Requisiti Funzionali

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione	Procedura/algoritmo	Criticita
V5AP2-1	Configurazione dinamica dell'area di evento					
V5AP2RF01	Rilevazione dell'area dell'evento	Ha lo scopo di restituire la effettiva estensione dell'area dell'evento mediante l'utilizzazione di Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR), a intervalli temporali dati	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio	SI	
V5AP2RF02	Ricostruzione dell'andamento evolutivo dell'evento	Ha lo scopo di determinare, per gli eventi dotati di una configurazione evolutiva nel tempo (esondazioni, frane) il quadro di progressione dell'evento stesso nello spazio	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio	SI	
V5AP2-2	Calcolo dinamico della vulnerabilità territoriale					Paragrafo di dettaglio
V5AP2RF03	Seleziona un layer disponibile al SIM	identifica l'areale di riferimento	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio		
V5AP2RF04	Seleziona i layer informativi di interesse	Selezione di una categoria di vulnerabilità da analizzare. Seleziona, sulla base di una lista preimpostata sottoselezionabile, gli strati informativi di interesse per la specifica categoria di vulnerabilità, e ne verifica la disponibilità per l'area di analisi	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio		
V5AP2RF05	Costruzione della mappa di vulnerabilità a singola variabile	Permette di produrre una mappa vettoriale tematizzata o raster di descrizione della distribuzione della variabile in analisi	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio		
V5AP2RF06	Costruzione del report di sintesi	Permette di produrre un report sintetico relativo a tutti gli elementi vulnerabili presenti nell'area di evento	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio	SI	

ID	Requisito	Descrizione	Progettazione	Implementazione	Procedura/algoritmo	Criticita
V5AP2-2	Calcolo della accessibilità dinamica all'area di evento					Paragrafo di dettaglio
V5AP2RF08	Intersezione con areali di evento	Riconosce le parti del grafo interessate dall'areale. Associa agli archi identificati un valore di impedenza	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio		
V5AP2RF09	Rilevazione analitica delle stato della rete	Ha lo scopo di identificare specifiche condizioni dell'infrastruttura stradale, in particolare delle opere d'arte presenti, mediante l'utilizzazione di Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR)	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio	SI	
V5AP2RF10	Associa impedenze	Associazione interattive di impedenze al grafo	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio		
V5AP2RF11	Seleziona nodi di destinazione	Identificazione interattiva nodi di destinazione	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio		
V5AP2RF12	Ricalcola percorsi	Riutilizza l'algoritmo di calcolo dei percorsi	Paragrafo di dettaglio	Paragrafo di dettaglio	SI	

V5AP2-1 Configurazione dinamica dell'area di evento

1.2.1.1 V5AP2RF01 – Rilevazione dell'area dell'evento

Utilizza dati elaborati ad alta risoluzione acquisiti da sensori aviotrasportati o da droni, e ove disponibili da immagini telerilevate, e li classifica in relazione al tipo di evento monitorato, restituendo ad esempio la perimetrazione di dettaglio dei corpi franosì, delle aree alluvionate, delle aree interessate da incendi o delle aree in subsidenza, in formato vettoriale utilizzabile in ambiente GIS. Il dettaglio degli algoritmi utilizzabili a questo scopo sono descritti nel successivo paragrafo “Funzioni, Algoritmi e Modelli”.

1.2.1.2 V5AP2RF02 – Ricostruzione dell'andamento evolutivo dell'evento

Ove applicabile, come ad esempio nel caso di evento alluvionale, questa componente utilizza la serie dei dati di rilevazione dell'areale di evento e, se necessario, di dati complementari necessari per la simulazione della evoluzione (morfologie, dati di vento ecc). Restituisce dati geografici corrispondenti a scenari di evoluzione del fenomeno. Richiede che l'utente dell'applicazione determini i dati di input sui perimetri dell'area di evento, i dati complementari e l'algoritmo di calcolo della simulazione. Il dettaglio degli algoritmi utilizzabili a questo scopo sono descritti nel paragrafo “Funzioni, Algoritmi e Modelli”.

V5AP2-2 – Calcolo dinamico della vulnerabilità territoriale

1.2.1.3 V5AP2RF03 – Seleziona un layer disponibile al SIM

Assume in input l'areale di evento reale acquisito con la componente applicativa “Rilevazione dell'area dell'evento”.

1.2.1.4 V5AP2RF04 Seleziona i layer informativi di interesse

Per il rintracciamento e la selezione dei dati utilizza la componente “Seleziona dati di interesse” descritta in relazione all'Applicativo “Pianificazione di Protezione Civile”

1.2.1.5 V5AP2RF05 – Costruzione della mappa di vulnerabilità a singola variabile

Utilizza la componente “Costruzione della mappa di vulnerabilità complessiva e del relativo report” descritta in relazione all'Applicativo “Pianificazione di Protezione Civile”

1.2.1.6 V5AP2RF06 – Costruzione del report di sintesi

Utilizza la componente “Costruzione del report di sintesi” descritta in relazione all'Applicativo “Pianificazione di Protezione Civile”.

V5AP2-3 Calcolo della accessibilità dinamica all'area di evento

1.2.1.7 V5AP2RF08 – Intersezione con areali di evento

Richiede in input la mappatura l'areale di pericolosità di evento acquisito con la componente applicativa “Rilevazione dell'area dell'evento”. Il valore di impedenza per tipologia di area attraversata è determinato dall'utente del sistema. Codifica gli archi

1.2.1.8 V5AP2RF09 Rilevazione analitica dello stato della rete

Utilizza dati ad alta risoluzione acquisiti da sensori ottici, identifica specifici punti di criticità in relazione ad eventuali stati di danneggiamento della infrastruttura monitorata, produce un dato geografico dei punti critici, utilizzabile in ambiente GIS.

1.2.1.9 V5AP2RF10 Associa impedenze

Assume in input i dati prodotti dalla componente precedente. Identifica gli archi del grafo interessati dagli eventi e associa un valore di impedenza determinato dall'utente dell'applicativo

1.2.1.10 V5AP2RF11 Seleziona nodi di destinazione

Utilizza la componente "Seleziona nodi di destinazione" descritta in relazione all'Applicativo "Pianificazione di Protezione Civile".

1.2.1.11 V5AP2RF12 Ricalcola percorsi

Utilizza la componente "Calcola percorsi" descritta in relazione all'Applicativo "Pianificazione di Protezione Civile".

1.2.2 Requisiti non Funzionali Correlati

Allo stato attuale non si ravvedono specifici requisiti non funzionali correlati all'applicativo in analisi.

1.2.3 Vincoli e Limitazioni

Allo stato attuale non si ravvedono vincoli e limitazioni correlati all'applicativo in analisi.

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 devono poter avere una infrastruttura scalabile sia verticalmente che orizzontalmente per venire incontro ai requisiti prestazionali dell'applicativo
scalabilità	La scalabilità deve poter avvenire in modo automatico, in modalità autoscaling
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
alta disponibilità	I servizi devono garantire funzionalità di auto recovery mantenendo la consistenza dei dati ad ogni riavvio
performance	I tempi di risposta delle request API eseguite da interfaccia web 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

REQUISITO	Descrizione
sicurezza	La sicurezza di accesso all'interfaccia utente deve essere concordata con il Ministero. Una proposta plausibile in tal senso potrebbe essere l'utilizzo di crittografia con protocollo HTTPS, gestione delle sessioni mediante OAuth2 e autenticazione a due fattori o la multifattorialità.
sicurezza	I documenti digitalizzati devono essere storicizzati con tecniche di crittazione sicura
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
policy di ingestion	In linea con la definizione di data mesh, i dati degli stakeholder vengono memorizzati in aree di storage della piattaforma PSN dedicata allo stakeholder
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 web deve essere compatibile con i browser più utilizzati (Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, Firefox, Opera, Internet Explorer)
politiche di backup	Assicurarsi di avere copie di backup dei documenti digitalizzati per prevenire la perdita di dati

1.3.2 Diagramma Architeturale

Di seguito è descritta l'architettura complessiva del sistema per l'applicativo 2, incluse le componenti, le relazioni e le tecnologie utilizzate.

L'utilizzo delle piattaforme e le relazioni sono descritti qui di seguito:

1. L'interfaccia grafica dell'applicativo 2 (Digital eXperience Platform) consiste in una applicazione Web che mette a disposizione dell'utente tutte le funzionalità necessarie per costruire lo scenario di rischio dinamico per le diverse tipologie di evento a partire dai dati in input.
2. L'utente si autentica mediante pagina di login messa a disposizione dal PSN. Sarà necessario implementare un API che invochi il processo di autenticazione IAM presente sul PSN.
3. L'utente accede all'applicazione tramite profilazione all'interfaccia dedicata al verticale 5.
4. L'utente può richiedere la produzione di una mappa dell'evento in atto utilizzando l'immagine tele rilevata più recente e, se disponibile, può richiedere l'identificazione delle aree di impatto. In alternativa, se l'immagine non è idonea, può inserire direttamente l'area di riferimento o i perimetri delle aree di impatto tramite funzionalità GIS della Geospatial Platform. In questo caso, quindi, l'utente attraverso l'interfaccia grafica effettua una ricerca delle Mappe dell'evento in atto più recenti e il sistema in funzione anche delle caratteristiche immesse proporrà le immagini più adatte all'analisi che si sta effettuando attraverso il Discovery and Access Broker GEO DAB del SIM. Se l'utente seleziona una Mappa tra quelle proposte, viene richiamata da Front End una API dell'Integration Platform che recupera le informazioni necessarie dal sistema esterno, memorizzando le Mappe troppo grandi su un Object Storage della Data Platform in maniera tale che avvenga in modalità asincrona, altrimenti le invia direttamente nella cache del GIS Server della Geospatial Platform.

5. Nell'interfaccia dell'applicazione devono essere presenti anche le funzionalità GIS per l'elaborazione di dati geografici, inclusi dati vettoriali e raster, per estrarre le informazioni richieste dall'utente. Ad es.: in questo applicativo è richiesto di selezionare gli elementi vulnerabili da considerare, inclusa la possibilità di selezionare gruppi di dati o variabili singole sulla mappa che si sta analizzando. Quindi, si dovranno implementare delle API nell'Integration Platform per richiamare le funzionalità del GIS Server della Geospatial Platform.
6. Una volta che l'utente ha selezionato gli elementi vulnerabili da considerare, inclusa la possibilità di selezionare gruppi di dati o variabili singole, il sistema invoca un API che lancia un algoritmo dell'Intelligence Platform che estrae i dati necessari dalla RdS della Data Platform, inclusi gli elementi vulnerabili selezionati e il grafo della viabilità interessato dall'area dell'evento.
7. In questo applicativo devono poter essere invocate tramite API dell'Integration Platform le funzionalità di un tool specifico esterno del modello di accessibilità per effettuare la verifica del grado di disponibilità e funzionalità del grafo della viabilità in relazione alle aree di impatto identificate.
8. In questo modo viene costruito l'input necessario per eseguire il modello di accessibilità, considerando le condizioni attuali, inclusi il calcolo e l'applicazione di eventuali impedenze, l'associazione delle risorse di protezione civile e dei nodi di accesso esterno al grafo, l'associazione dei target ai nodi del grafo e il calcolo del grado di accessibilità in relazione ai target. Quindi, deve essere implementata un API nell'Integration Platform che invii in input agli algoritmi finali nell'intelligence Platform.
9. L'applicazione utilizza dati provenienti da reti di monitoraggio in situ, tra cui reti radar meteo, reti sismiche, reti idro-meteo e reti di monitoraggio frane, nonché dati da piattaforme satellitari e dati di monitoraggio acquisiti in loco. Tutti questi dati dovranno essere messi a disposizione dal PSN nel RdS della Data Platform o in Object Storage temporaneamente e con una profondità storica di retention dei dati ben definita sufficiente per effettuare le analisi che l'utente sta svolgendo.
10. I dati prodotti in output dagli algoritmi implementati nell'Intelligence Platform includono una mappa dell'area danneggiata e degli elementi vulnerabili, una mappa dell'accessibilità rispetto alle aree di impatto, l'identificazione dei target critici e un report alfanumerico strutturato relativo ai target critici.

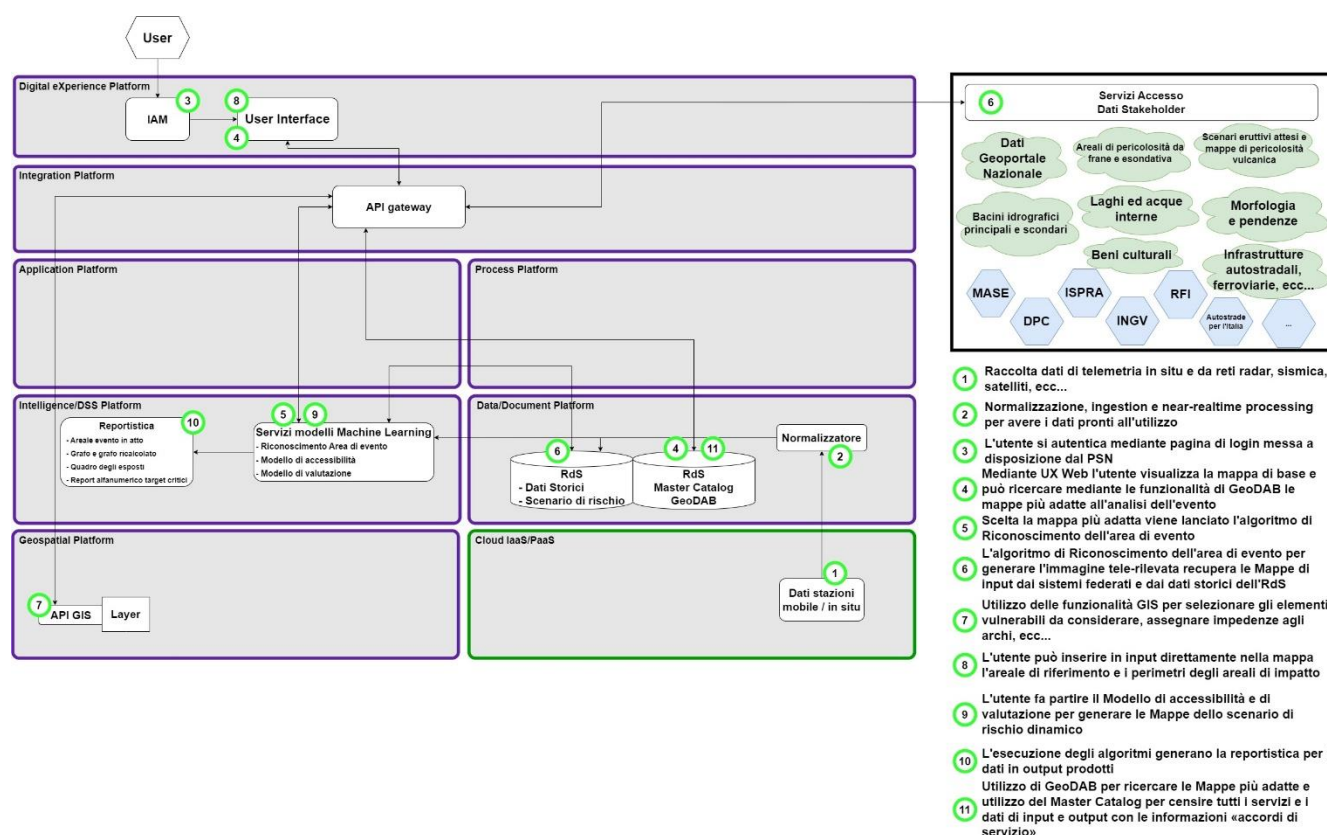
L'interoperabilità tra SIM e stakeholder è garantita dall'Integration Platform. Si ipotizza che l'accesso ai dati degli stakeholder avvenga tramite API per i dati cartografici e tramite servizi di accesso specifici per i database SQL e NOSQL. Le Mappe possono essere scelte in base alle loro caratteristiche attraverso le funzionalità del Discovery Access Broker GEO DAB del SIM.

Il repository RdS contiene:

- le informazioni del Master Catalog quali i metadati dei sorgenti degli stakeholder e la lista degli algoritmi disponibili;
- i quadri informativi prodotti a valle delle elaborazioni effettuate (Scenario di rischio dinamico);
- i dati rilevanti di telemetria, anche al fine di abilitare eventuali analisi storiche.

Le fasi di pre-processing ed elaborazione possono essere gestite in modo sincrono nel momento in cui la response del servizio di elaborazione del modello è in modalità sincrona e quindi l'interfaccia utente attende il risultato del layer costruito. Oppure gestite in modo asincrono, in questo caso il servizio di elaborazione del modello invia un messaggio di fine lavorazione all'utente che visualizza il risultato del layer in modalità off-line.

I punti 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

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

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
Application (DevSecOps)	Platform Pipeline CI/CD Engine	SI	I microservizi e gli algoritmi integrati nelle piattaforme Intelligence, Geospatial e eXperience saranno implementati nei rispettivi ambienti

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			di collaudo e produzione durante il processo di deployment del software.
	Software Forge	SI	L'applicazione richiede l'uso di microservizi per invocare le funzionalità del GIS Server della Geospatial Platform, eseguire ricerche nel Master Catalog della Data Platform e gestire le comunicazioni tra le piattaforme interne e i sistemi esterni. Inoltre, il codice dei microservizi e degli algoritmi implementati nelle piattaforme Intelligence, Geospatial e eXperience sarà soggetto a processi di versionamento.
	Application Defined Storage Engine	NO	
	Service Mesh	SI	Per semplificare la comunicazione, monitorare e gestire i servizi, garantire un'applicazione altamente affidabile, e gestire la sicurezza e la resilienza del sistema, è essenziale adottare un framework di Service Mesh.

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	Observability	SI	La capacità di misurare, monitorare e comprendere il comportamento di un sistema software in esecuzione è fondamentale per diagnosticare problemi, tracciare le prestazioni e ottenere informazioni dettagliate sullo stato del sistema. Questo impatto si estende a tutte le piattaforme coinvolte nel disegno architeturale, come descritto nel 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	SI	In questo applicativo l'utilizzo di un ETL serve a normalizzare i dati provenienti dalle stazioni mobili in situ, reti radar meteo, reti sismiche, reti idro-meteo e reti di

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			monitoraggio frane, nonché dati da piattaforme satellitari e dati di monitoraggio acquisiti in loco che possono avere formati di vario tipo e differenti
	Data Modelling tools	SI	Come detto in precedenza i formati dei dati provenienti dalle stazioni mobili in situ, reti radar meteo, ecc... sono diversi e quindi hanno bisogno di tools per poter modellare i dati e standardizzarli.
	Business Intelligence tools	NO	
	Metadata Management tools	SI	L'utente usa il Master Catalog per ricercare, ad esempio, un'immagine tele-rilevata più recente relativa ad una zona alluvionale e quindi fa uso dei metadati che sono ad esse associate.
	Data Governance tools	SI	Prima di essere impiegate, le mappe e i dati in input sono soggetti a verifiche e controlli finalizzati a garantirne la qualità e la conformità. Questa procedura è essenziale affinché i dati possano essere inclusi nel Master Catalog.

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			Contestualmente, il Master Catalog si assicura che le carte siano accessibili esclusivamente agli utenti autorizzati. Ad esempio, un utente della Protezione Civile Regionale del Lazio potrebbe non avere accesso ai dati relativi alla Regione Sicilia, invece un utente DPC della Sala Situazioni Italia potrebbe avere l'accesso ai dati di tutto il territorio nazionale
	Data modeling and Preparation tools	NO	
	Report creation/generation	SI	Il modello di accessibilità prevede la creazione di un report alfanumerico strutturato relativo ai target critici
	Data Visualization engines	NO	
	Indexing, search	SI	L'utente del DPC e Prefetti/Regioni deve poter ricercare le mappe da utilizzare mediante funzionalità di semantic search. Ad es.: l'utente può ricercare le zone a rischio sismico digitando la parola "terremoto".
Intelligence Platform	AI/ML Frameworks catalog	NO	

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	AI/ML Flows	NO	
	AI Models Lifecycle Management	NO	
	AI Data Preparation	NO	
	Model Deployment	SI	L'applicativo utilizza il modello di accessibilità e gli algoritmi intermedi di riconoscimento dell'area di evento e di impatto, si estrazione dati dal RdS e di valutazione. Quindi questo servizio serve per poter implementare e poi effettuare il deploy degli algoritmi nell'Intelligence Platform
	Model Monitoring	SI	L'utente deve poter monitorare l'esecuzione dei modelli in particolar modo il modello di accessibilità e verificarne l'esito
	ML Scaling Framework	NO	
Integration Platform	Integration Flows (Scenarios)	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per far comunicare le piattaforme interne e i sistemi esterni tramite API. In questo caso devono comunicare tra di loro le piattaforme eXperience Platform, Geospatial Platform, Data Platform e Process

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			Platform come visto nei punti precedenti e in particolare recuperare i dati dal RdS, le immagini tele-rilevate dell'area dell'evento ecc...
	Connectors	SI	In questa applicazione saranno usati i connettori per il reperimento dei dati dai sistemi federati che in questo caso sono: Geoportale Nazionale, CNVVFF, DPC, IGMI-DBSN/DBT regionali, INGV, MAS E SNAM, ecc...
	Data mapping and transformation	NO	
	Integration workflow automation	SI	In questo applicativo la connessione e il recupero dei flussi di dati possono essere gestiti tramite schedulazioni asincrone di processi. Infatti, il recupero delle mappe della pericolosità sismica, Mappe di altezze massime di inondazione (MIH) e intensità di pericolo, Microzonazione sismica, ecc... se troppo grandi possono essere

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			recuperate dai sistemi federati in maniera asincrona tramite schedulazione di un processo.
	API management	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per gestire le API che servono per far comunicare le piattaforme e i servizi esterni. In questo caso devono comunicare tra di loro le piattaforme eXperience Platform, Geospatial Platform, Data Platform e Process Platform come visto nei punti precedenti e in particolare recuperare le Mappe di input dai sistemi esterni come la Mappa della pericolosità sismica, le Mappe di altezze massime di inondazione (MIH) e intensità di pericolo, la Microzonazione sismica, ecc...
	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

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			chiamate provenienti dal Front End verso le API che devono recuperare le Carte di Input dai sistemi esterni oppure instradare le chiamate verso le API che fanno partire l'algoritmi di accessibilità, di riconoscimento dell'area di evento e di impatto, di estrazione dati dal RdS e di valutazione.
	Policies, monitoring and analytics	NO	
	Security and compliance	SI	Le Mappe di input e output in transito vengono gestite 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	NO	
	Service Access Polices	NO	
	Single Page Apps	NO	
	Forms	NO	
	Asset Publisher	NO	
	Search	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per dare la possibilità

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			all'utente di richiamare da Front End un API che effettua la ricerca delle Mappe di input, intermedie e di output sul Master Catalog come descritto in precedenza.
	Fragments and Pages	SI	L'applicativo fa utilizzo di componenti software riutilizzabili all'interno di più pagine web
	SEO and Page Analytics	NO	
Geospatial Platform	Data Integration	SI	L'applicativo integra e combina i vari tipi di carte di input in formati differenti. Infatti, in questo caso gli utenti dell'Ente Locale di riferimento possono combinare le varie carte in più layer. Ad es.: l'utente prima di far partire il processo finale che calcola le Mappe di output può inputare direttamente l'areale di riferimento attraverso strumenti di disegno su mappa, inputare direttamente i perimetri degli areali di impatto a

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			partire dalle ricognizioni sul campo, selezionare il complesso degli elementi vulnerabili da prendere in considerazione potendo optare per la selezione di gruppi di dati o di singole variabili
	Remote Sensing	NO	
	GIS base services	SI	In questo applicativo saranno presenti e preconfigurate diverse funzionalità di elaborazione dei dati geografici sia vettoriali che raster ed appositi tools di geoprocessing, come ad esempio le funzioni di aspect e slope. Mediante tali tool, l'applicativo in modo automatico estrarrà i dati input descritti in precedenza. L'utente deve quindi avere la possibilità di utilizzare i servizi base di GIS.
	Spatial Analysis	SI	L'utente deve avere la possibilità di perimetrare l'area dell'evento sui layer dell'interfaccia predisposti per l'applicativo, la

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			possibilità di selezionare il complesso degli elementi vulnerabili coinvolti.
	Risk Assessment	SI	L'utente deve poter visualizzare l'identificazione dei target critici
	Predictive Modeling	NO	
	Climate Change Analysis	NO	
	Environmental Impact Assessment	SI	L'utente deve poter visionare la mappa relativa all'areale di danno e agli elementi vulnerati
	Reporting and Visualization	SI	L'utente deve poter visionare il report alfanumerico strutturato relativo ai target critici
	Historical Data Analysis	SI	L'utente deve poter visionare per gli eventi dotati di una configurazione evolutiva nel tempo (esondazioni, frane) il quadro di progressione dell'evento stesso nello spazio
	Scenario Planning	NO	

1.4 Dati di input

1.4.1 Introduzione ai Dati di Input

I dati stati di input all'applicazione coincidono con quelli descritti al punto **Error! Reference source not found.. Error! Reference source not found.** del documento all'Applicativo "Pianificazione di Protezione Civile".

A questi dati si aggiungono quelli ottenuti dal servizio **"Gestione missioni rilievi da UAS (Drone Manager)"**, e da servizi di sorvolo assicurati da soggetti operativi di PC. Tali dati vengono acquisiti on demand.

L'applicativo utilizza anche immagini telerilevate disponibili in sistemi federati al SIM già descritti.

1.5 Sistemi federati

1.5.1 Introduzione ai Sistemi Federati

In linea generale è ipotizzato che i sistemi federati siano quelli già descritti all'interno dell'Applicativo 1 del Verticale 5 – Pianificazione di Protezione Civile". Ad essi si aggiungono le piattaforme COSMO e, in prospettiva, IRIDE, per la fornitura di dati di osservazione della terra.

1.5.2 Elenco dei Sistemi Federati

Come scritto in precedente si ipotizza che i sistemi federati siano quelli già descritti all'interno dell'Applicativo 1 del Verticale 5 – Pianificazione di Protezione Civile". Ad essi si aggiungono le piattaforme COSMO e, in prospettiva, IRIDE, per la fornitura di dati di osservazione della terra.

1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

1.6.1 Introduzione e Panorama Generale

Data la finalità d'uso dell'Applicativo (il supporto alla gestione delle emergenze in tempo reale o quasi-reale) si è adottato di identificare algoritmi e procedure di elaborazione che possano essere eseguite in modalità automatica (o quasi automatica) ed in grado di restituire risultati operabili in ambiente GIS.

1.6.2 Criteri di Selezione

La scelta degli algoritmi è basata sul loro grado di maturità e la loro diffusione d'uso, che permette di certificarne la validità.

1.6.3 Tipologie di Funzioni Applicative

Le funzioni applicative utilizzate sono quelle necessarie alla predisposizione dei dati di input dei modelli implementati (Vulnerabilità dinamica e Accessibilità dinamica) e già descritti nell'Applicativo 1 – Pianificazione di Protezione Civile.

1.6.4 Dettagli sugli Algoritmi

Gli algoritmi utilizzati nello specifico contesto applicativo sono connessi alla elaborazione di immagini telerilevate di diversa natura (ottiche e radar)

ID	Denominazione	Descrizione	Formulazione
V5AP2	Perimetrazione degli areali di evento		
V5AP2AM1	Esondazione - 1	Algoritmo di riconoscimento di aree esondate basato sull'uso di indici applicati a dati di multispettrali e radar	Paragrafo di dettaglio
V5AP2AM2	Esondazione - 2	Algoritmo di riconoscimento di aree esondate mediante l'utilizzazione di dati radar	Paragrafo di dettaglio
V5AP2AM3	Profondità delle acque alluvionali	Stima della profondità delle acque alluvionali per	Paragrafo di dettaglio

ID	Denominazione	Descrizione	Formulazione
		combinazione di dati di osservazione della terra e del DEM	
V5AP2AM4	Perimetrazione speditiva di superfici di frana	Algoritmo di riconoscimento di aree esondate mediante l'utilizzazione di dati radar	Paragrafo di dettaglio
V5AP2AM5	Perimetrazione speditive aree interessate da evento sismico	Elaborazione automatica di dati SAR mediante tecniche interferometriche	Paragrafo di dettaglio
V5AP2AM6	Perimetrazione speditive aree interessate da subsidenza	Algoritmo di riconoscimento di aree esondate mediante l'utilizzazione di dati radar	Paragrafo di dettaglio

1.6.4.1 V5AP2AM1 Perimetrazione degli areali di esondazione con dati multispettrali e radar

Utilizza dati di osservazione della terra acquisiti da droni di tipo ottico. Gli indici presenti e consolidati in letteratura sono:

1. Normalized Difference Water Index (NDWI), basato sull'uso di dati acquisiti nelle bande del vicino infrarosso (Near-Infrared - NIR) e delle microronde (Short Wave Infrared -SWIR)
2. Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), utilizzato per esaltare le superfici contenenti acqua;
3. Normalized Difference Turbidity Index (NDTI) che permette di riconoscere le superfici caratterizzate da presenza di acqua torbida e carica di sedimenti.

Tali indici possono essere però interferiti dalla presenza di nuvole dense, neve, ghiaccio e ombre. Allo scopo di contenere gli errori di riconoscimento si ipotizza una utilizzazione di tali indici in maniera combinata di dati geomorfologici ed in particolare di un DEM, da cui è possibile derivare il Geomorphic Flood Index (GFI), che identifica le aree più suscettive al fenomeno della inondazione fluviale. Questi indici risultano particolarmente interessanti anche nella fase di "Supporto al censimento dei danni" perché permettono di condurre una introspezione sulla presenza di sedimenti all'interno delle superfici d'acqua esondate.

1.6.4.2 V5AP2AM2 Perimetrazione degli areali di esondazione con dati radar

L'utilizzazione di dati radar è particolarmente utile per il riconoscimento di superfici alluvionate o comunque ricoperte da uno strato d'acqua. Si consideri, a tal proposito, che la forza della radiazione di ritorno (o retrodiffusione) registrata da una immagine radar dipende da una serie di parametri, tra cui la rugosità media della superficie e le proprietà dielettriche del bersaglio. In condizioni asciutte, la maggior parte dei materiali naturali ha una costante dielettrica 10 volte più bassa rispetto a quella dell'acqua. Per questa ragione, l'aumento dell'umidità del suolo incide sulla sua costante dielettrica, determinando una retrodiffusione più intensa. Pertanto, nelle immagini rilevate con sensori SAR, gli specchi d'acqua appaiono generalmente scuri, mentre le zone molto bagnate (ma non coperte d'acqua) appaiono chiare. Ciò permette di riconoscere in maniera relativamente semplice le superfici coperte d'acqua.

Per evitare di includere, tra le aree alluvionate anche laghi e specchi d'acqua, è necessario integrare l'analisi con dati che rappresentano questi corpi idrici; sono utilizzabili a tal fine i dati vettoriali presenti nelle banche dati vettoriali numeriche delle regioni, integrate nel SIM dalla componente PiGeCo.

1.6.4.3 V5AP2AM3 Profondità delle acque alluvionali

Informazioni tempestive sulla profondità delle acque di piena sono importanti per indirizzare le risorse di soccorso e di assistenza e per determinare la chiusura e l'accessibilità delle strade. Una volta disponibili, le informazioni sulla profondità delle acque di piena possono essere utilizzate anche per l'analisi post-evento dei danni alle proprietà. Sono presenti in letteratura molteplici approcci per la stima delle profondità di acqua alluvionale, il più accurato dei quali è quello che combina mappe di esondazione derivate da immagine telerilevate ad alta risoluzione con modellazioni idrodinamiche. Tale metodo è però praticabile in tempo quasi reale richiedendo dati e tempi di elaborazione molto elevati.

È possibile pervenire alla stima desiderata utilizzando algoritmi di elaborazione che combinano l'analisi della perimetrazione delle aree inondate con quella del DEM, identificando iterativamente l'elevazione dell'acqua di piena per ogni cella all'interno del dominio inondato, in base alla elevazione della cella del DEM non inondata e più vicina al confine con l'inondazione. Questo algoritmo è stato messo a punto da Cohen et al. (2018¹) e dalla sua formulazione nel 2017 è stato trasformato in un tool (Floodwater Depth Estimation Tool – FwDET) diventato parte del “NASA Applied Sciences Mid-Atlantic Communities and Areas at Intensive Risk (CAIR) demonstration project”.

1.6.4.4 V5AP2AM4/5/6 Perimetrazione speditiva aree interessate movimenti di massa localizzati (frane, sisma, subsidenza)

Sviluppo di una catena di elaborazione che permetta la modellazione completamente automatica dei parametri della sorgente sismica e della sua distribuzione di slip attraverso operazioni di interferometria differenziale radar. Richiede la disponibilità di una coppia di immagini radar relative al pre-evento e all'immediato post-evento.

Il dettaglio degli algoritmi utilizzati è fornito dalla componente E-Geos.

1.6.5 Dettagli sui Modelli

Per il modello di vulnerabilità si veda il punto Funzioni, Algoritmi e Modelli dell'Applicativo 1 “Pianificazione di Protezione Civile”

Per il modello di accessibilità si veda il punto Funzioni, Algoritmi e Modelli dell'Applicativo 1 “Pianificazione di Protezione Civile”.

¹ Cohen, S., Brakenridge, G. R., Kettner, A., Bates, B., Nelson, J., McDonald, R., Huang, Y., Munasinghe, D., and Zhang, J.: Estimating Floodwater Depths from Flood Inundation Maps and Topography, J. Am. Water Resour. As., 54, 847–858, 2018

1.6.6 Analisi della Complessità Computazionale

Non si ravvisano particolari profili di complessità computazionale né per quanto attiene agli algoritmi né per quanto concerne i modelli.

1.6.7 Misure di Validazione e Verifica

Come detto in premessa, gli algoritmi e i modelli di cui si propone l'utilizzo trovano una ampia e consolidata utilizzazione sia in campo scientifico che operativo. Ciò consente di assumere, a priori, una loro validazione in termini di consistenza; validità algoritmica e validità teorica. La loro validità empirica ed euristica è ovviamente da stimarsi in sede applicativa.

1.7 Dati di output

1.7.1 Introduzione

I dati di output di potenziale interesse del SIM prodotti dalla applicazione sono quelli relativi alla rilevazione delle configurazioni spaziali temporalizzate dell'evento

1.7.2 Elenco Dati di Output

ID	Nome del dato Output	Descrizione	Proprietà del dato	Modalità di accesso	Frequenza di aggiornamento	Caratteristiche di sensibilità	Uso del Dato	Criticità
V5AP2D O1	Areali di configurazione spaziale dell'evento specifico	Areali della configurazione spaziale dell'evento	Utente del SIM	Subordinata al produttore	On demand	Dato non sensibile	Supporto alla gestione in emergenza	nessuna
V5AP2D O2	Immagini temporalizzate dell'area di evento	Immagini temporalizzate dell'area di evento	Utente del SIM	Subordinata al produttore	On demand	Dato non sensibile	Supporto alla gestione in emergenza	nessuna