



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

# Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

## **Progetto Esecutivo**

**ALLEGATO \_V1\_C.U.1.8**

**Mappatura della suscettività a fenomeni franosi**



**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.VI.8 – Mappatura della suscettività a fenomeni franosi.....	5
1.1	Obiettivo del servizio applicativo.....	5
1.1.1	Introduzione.....	5
1.1.2	Scopo Generale.....	7
1.1.3	Esigenze e Requisiti Chiave .....	13
1.1.4	Tematiche e Obiettivi Correlati.....	14
1.1.4.1	Tematica: Acquisizione, Integrazione e Fornitura di Dati.....	15
1.1.4.2	Tematica: Utilizzo delle Capacità Computazionali del SIM .....	15
1.1.5	Benefici Attesi.....	16
1.1.6	Vincoli e Limitazioni .....	17
1.1.7	Stakeholders Coinvolti .....	18
1.1.8	Conclusione e Riepilogo .....	19
1.2	Requisiti funzionali.....	21
1.2.1	Elenco dei Requisiti Funzionali .....	23
1.2.2	Requisiti non Funzionali Correlati .....	36
1.2.3	Vincoli e Limitazioni .....	38
1.3	Architettura logico-applicativa del Sistema.....	38
1.3.1	Requisiti Non-Funzionali .....	38
1.3.2	Diagramma Architetture .....	39
1.3.3	Piattaforme SIM utilizzate.....	41
1.4	Dati input .....	49
1.4.1	Introduzione ai Dati di Input.....	49
1.4.2	Catalogo delle Fonti di Dati.....	54
1.4.3	Specifiche di Contenuto .....	58
1.5	Sistemi federati .....	59
1.5.1	Introduzione ai Sistemi Federati.....	59
1.5.2	Elenco dei Sistemi Federati.....	59

1.6	Funzioni, Algoritmi e Modelli .....	61
1.6.1	Introduzione e Panorama Generale.....	61
1.6.2	Criteri di Selezione.....	63
1.6.3	Tipologie di Funzioni Applicative .....	63
1.6.4	Dettagli sugli Algoritmi .....	64
1.6.5	Dettagli sui Modelli .....	65
1.6.6	Interazione tra Algoritmi e Modelli.....	72
1.6.7	Analisi della Complessità Computazionale .....	72
1.6.8	Casistica di Utilizzo .....	72
1.6.9	Misure di Validazione e Verifica .....	72
1.7	Dati di output.....	72
1.7.1	Introduzione.....	72
1.7.2	Elenco Dati di Output .....	74

# 1 CU.VI.8 – Mappatura della suscettività a fenomeni franosi

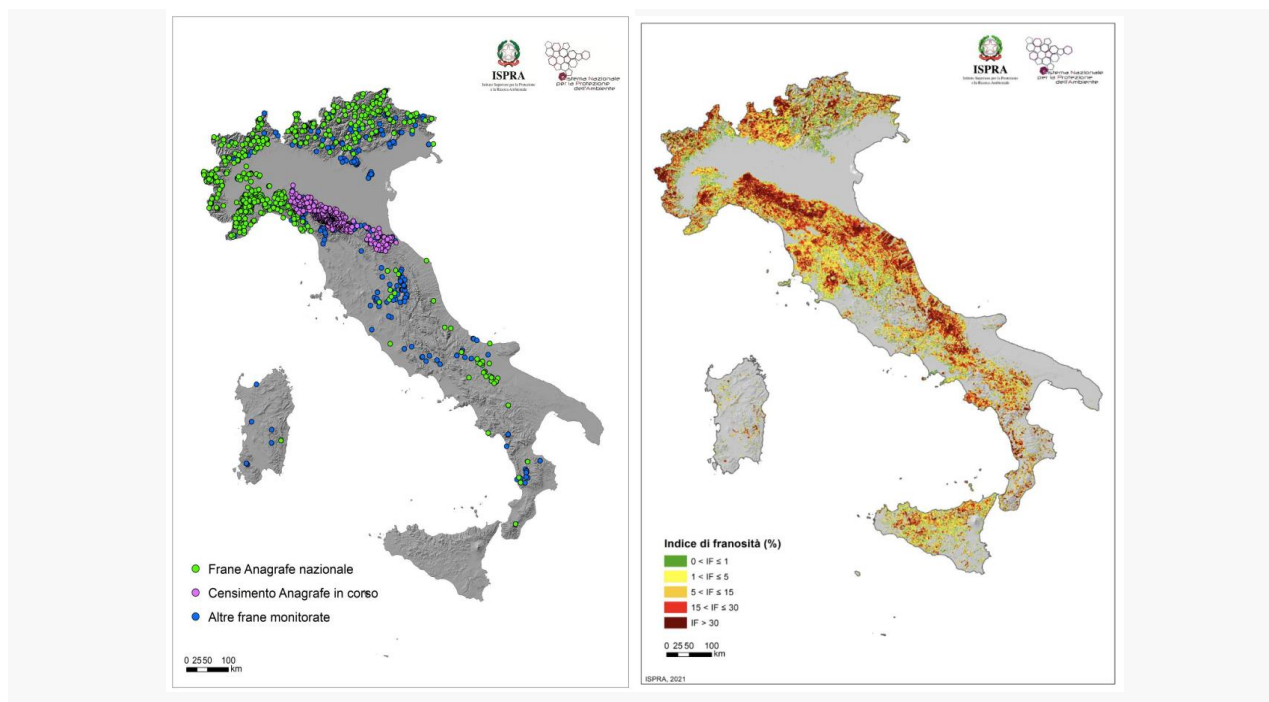
## 1.1 Obiettivo del servizio applicativo

### 1.1.1 Introduzione

Le frane, definite come movimenti di masse di roccia, terra o detrito lungo un versante, sono un fenomeno profondamente radicato nelle caratteristiche geologiche e morfologiche del nostro Paese. L'Italia, con un territorio che per il 75% è montano-collinare, è particolarmente predisposta a tali eventi. La presenza ubiqua di litotipi argillosi con proprietà meccaniche scadenti, soprattutto quando sono saturi d'acqua, amplifica ulteriormente la tendenza all'instabilità. E questa propensione è aggravata da formazioni rocciose con comportamento rigido, spesso compromesse da faglie e fratture.

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia evidenzia che le aree interessate da frane censite superano i 625.000 eventi, abbracciando una superficie di quasi 24.000 km<sup>2</sup>, ovvero il 7,9% del territorio nazionale. Tuttavia, la tempistica degli aggiornamenti varia a seconda delle regioni. Ad esempio, i dati per la Provincia Autonoma di Bolzano sono aggiornati al 2021, mentre per regioni come la Calabria, le informazioni potrebbero non riflettere la situazione reale di dissesto, in quanto l'indagine ha riguardato principalmente aree urbane o vie di comunicazione principali.

Nelle immagini che seguono vengono illustrate la distribuzione geografica delle frane monitorate sul territorio italiano e l'Indice di franosità in percentuale (area in frana dell'Inventario IFFI / area cella x 100) su una griglia di 1 km per lato.



I movimenti più comuni sono gli scivolamenti rotazionali/traslattivi, rappresentando circa il 32,5%, seguiti dai colamenti lenti al 15,3%, dai colamenti rapidi al 14,6% e dai movimenti complessi all'11,3%. L'impatto delle frane sull'ambiente, specialmente su strutture come edifici, vie di comunicazione e terreni coltivabili, è direttamente correlato al tipo di movimento, alla sua velocità e al volume del materiale spostato. Eventi veloci, come crolli o flussi di fango e detriti, tendono a causare il maggior numero di perdite umane e danni materiali, come evidenziato dagli episodi di Sarno nel 1998 e Giampilieri nel 2009.

Gran parte delle frane, con il tempo, tendono a riattivarsi, a volte anche dopo periodi di inattività che si estendono per anni o addirittura secoli. E, non di rado, nuovi movimenti franosi si manifestano all'interno di frane preesistenti. Questo rende l'archiviazione e il monitoraggio costante delle informazioni su questi fenomeni non solo rilevanti ma essenziali. Infatti, il monitoraggio in situ è indispensabile per una comprensione approfondita dei fenomeni franosi, per la pianificazione territoriale e la salvaguardia della vita umana. Serve anche come fondamentale punto di riferimento per calibrare e validare i dati raccolti attraverso il monitoraggio interferometrico satellitare.

Nello specifico, l'analisi della pericolosità e del rischio legati ai fenomeni gravitativi è fondamentale sia per la ricerca scientifica sia per applicazioni tecniche. Questi fenomeni, diversi per natura, movimento, evoluzione e estensione delle zone interessate, derivano da una combinazione di elementi geologici, geomorfologici e climatici. Riguardo a ciò, i fattori che influenzano l'instabilità sono comunemente raggruppati in due categorie: quelli predisponenti e quelli che innescano o aggravano, esaminati attentamente con un approccio integrato e multidisciplinare.

<b><u>PARAMETRI PREDISPONENTI</u></b>	<b><u>PARAMETRI INNESCANTI</u></b>
<b>Parametri morfologici</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acclività</li> <li>• Esposizione</li> <li>• Curvatura</li> <li>• Indice topografico</li> </ul> <b>Parametri idrologici</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitazioni</li> <li>• Infiltrazione</li> </ul> <b>Parametri geologici</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Litologia</li> <li>• Assetto strutturale e stato di fratturazione</li> <li>• Spessori dei depositi di copertura</li> <li>• Geomorfologia</li> <li>• Sismicità</li> </ul> <b>Parametri antropici</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del suolo e copertura vegetale</li> </ul>	<b>Parametri naturali</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eventi meteorici intensi</li> <li>• Scioglimento delle nevi</li> <li>• Erosione fluviale o marina</li> <li>• Scosse sismiche</li> <li>• Alluvioni</li> <li>• Eruzioni vulcaniche</li> <li>• Incendi boschivi</li> </ul> <b>Parametri antropici</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scavi e sbancamenti</li> <li>• Disboscamenti</li> <li>• Pratiche agricole</li> </ul>

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| • Distanza dalle strade |  |
|-------------------------|--|

**Se i fattori predisponenti** sono legati principalmente alla combinazione di fattori geologici, geomorfologici e climatici, **i fattori innescanti**, oltre ad errati interventi antropici, sono legati o a eventi sismici o, più frequentemente, ad eventi meteorologici: le precipitazioni brevi e intense, che danno luogo a fenomeni rapidi e superficiali; le precipitazioni eccezionali/prolungate che, se coinvolgono litotipi prevalentemente argillosi, danno luogo a frane con una maggiore profondità della superficie di scivolamento.

### 1.1.2 Scopo Generale

L'obiettivo primario dell'applicativo è fornire supporto agli Enti competenti per la generazione di mappe di suscettibilità a fenomeni franosi. Oltre a rendere accessibili dati e prodotti esistenti, l'applicazione mette a disposizione strumenti avanzati per consentire agli utenti esperti di generare autonomamente tali mappe. Questo approccio risulta particolarmente utile in situazioni in cui si registra un aumento dei dati disponibili.

Il Sistema Monitoraggio Integrato (SIM) riveste, pertanto, un ruolo fondamentale, fornendo accesso a una vasta gamma di big data essenziali per la preparazione dei dataset di input e mettendo a disposizione una piattaforma informatica con le prestazioni necessarie per la gestione di modelli e algoritmi spesso caratterizzati da elevati requisiti computazionali. Questi ultimi richiedono un approccio oculato e tecnicamente avanzato, per il quale nel SIM sarà predisposto un ambiente di accesso "profilato" per "utenti esperti", ossia non solo in grado di utilizzare i tools messi a disposizione ma anche di validarne i risultati.

Per quanto riguarda la suscettività basandosi sulle definizioni fornite dall'IUGS (1997), con qualche modifica di dettaglio basata sulle definizioni adottate in ambito internazionale e proposte dal Comitato Tecnico TC32 dell'International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE), per Suscettibilità da Frana può intendersi la stima – quantitativa o qualitativa – della tipologia, del volume (o dell'area) nonché della distribuzione delle frane esistenti o che potrebbero verificarsi all'interno di una ben determinata area. La suscettibilità potrebbe anche includere una descrizione della velocità e dell'intensità delle frane esistenti o potenziali. Sebbene ci si attenda che le frane accadano più frequentemente nelle aree più suscettibili, nell'analisi della suscettibilità il fattore tempo non è esplicitamente considerato.

Essendo il SIM a valenza nazionale ed avendo i fenomeni franosi un'estrema variabilità in termini di caratterizzazione e di tipologie di movimento, che a loro volta si riflettono in una variabilità di zonazione in funzione delle scale di analisi e di applicabilità (Piccola < 1:100.000, Media da 1:100.000 a 1:25.000, Grande da 1:25.000 a 1:5.000 e di dettaglio >1:5.000), sono stati identificati i seguenti obiettivi per questo applicativo:

- **Acquisizione, Integrazione e Fornitura di Dati**
  - Utilizzare il SIM come fonte primaria per raccogliere, integrare e mettere a disposizione dati diversificati, essenziali per la mappatura.
- **Utilizzo delle Capacità Computazionali del SIM**

- Integrare nel SIM tools avanzati per effettuare analisi statistiche, identificare correlazioni tra variabili e studiare la loro relazione con i fenomeni franosi.
- Offrire nel SIM strumenti di machine/deep learning per la creazione e l'addestramento di modelli predittivi.
- Mettere gli utenti nella condizione di selezionare, testare e validare gli algoritmi più adeguati alla loro specifica situazione geografica e al tipo di fenomeno franoso in esame.

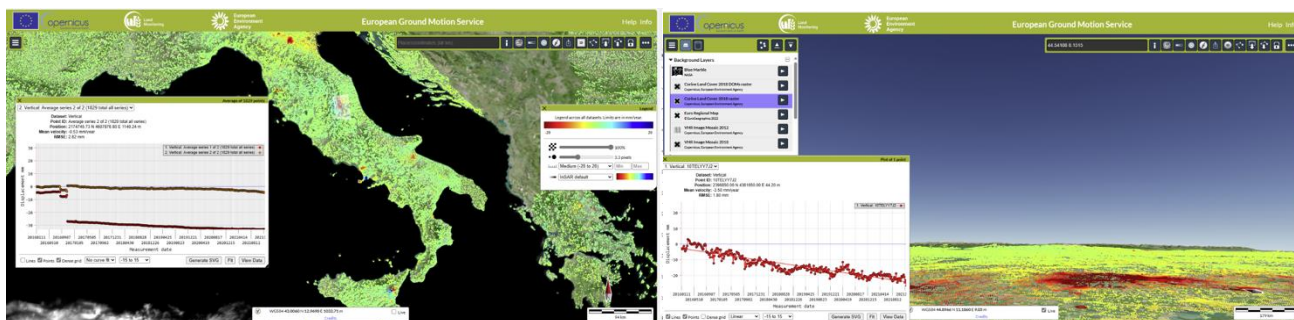
## Acquisizione, Integrazione e Fornitura di Dati

L'obiettivo specifico è mettere in condizione gli utenti di accedere al Catalogo Dati del SIM, mediante l'interfaccia utente (**Digital Experience**), per consultare, visualizzare ed estrarre informazioni esistenti, con la finalità di fornire una base omogenea e aggiornabile dei diversi parametri che consentano una caratterizzazione dei fattori predisponenti dei fenomeni franosi. L'utente avrà la possibilità di definire l'area specifica di interesse attraverso strumenti di selezione alfanumerica e attraverso tool di selezione e/o tracciamento su mappa.

Per questi dati sono previste le seguenti modalità di interazione:

- Dati che vengono messi a disposizione dai Sistemi Federati/Stakeholder; tali dati non saranno memorizzati tutti in un repository centrale del SIM (RdS) ma saranno distribuiti in vari sistemi in funzione del produttore di tali dati. Questa interazione tra sistemi è realizzabile grazie a un uso sistematico di protocolli di interoperabilità che garantiscano l'utilizzo distribuito di dati e modelli di calcoli. Nel caso specifico di dati cartografici il riferimento principale per la formalizzazione dei protocolli standard de-iure è l'Open Geospatial Consortium (<https://www.ogc.org>), abbreviato in OGC. Rientrano in questa categoria:
  - Cartografia aree in frana PAI prodotte da AdB
  - Inventario dei fenomeni franosi in Italia IFFI prodotto da ISPRA
  - Analisi Interferometriche (Permanet Scatter Interferometry) dal servizio Copernicus EGMS (European Ground Motion Service).

Le figure seguenti riportano esempi del servizio EGMS



Nell'ambito delle analisi interferometriche, provenienti dal servizio EGMS e dai Servizi nazionali, il CU1.8 fornirà strumenti specifici di analisi attraverso un'interfaccia WebGIS di accesso al servizio. Questi strumenti includono:



- Il calcolo delle statistiche su una griglia personalizzabile definita dall'utente.
  - L'estrazione di tendenze anomale dalle serie storiche di dati e perimetrazione area
  - previsione dei comportamenti basata sull'analisi con strumenti AI dei dati storici.
- Dati che alimentano e vengono utilizzati per le finalità di questo specifico applicativo ma che sono stati generati e descritti in dettaglio in altri Use Case applicativi di questo stesso verticale. Questi dati o sono già presenti nel RdS del SIM, per cui l'utente li riscontra direttamente accedendo alla user interface nel Catalogo Dati, oppure per la consultazione e l'estrazione si dovrà seguire la procedura che è stata dettagliatamente descritta nel Caso d'Uso di riferimento. Rientrano in questa categoria:
- CU.V1.1 fornirà al momento le informazioni e il supporto metodologico sulle diverse tipologie di intervento sugli alvei fluviali ma potrà essere esteso anche alle diverse tipologie di intervento sui versanti;
  - CU.V1.2 fornirà le informazioni sulle caratteristiche geomorfologiche e idrologiche dei bacini idrografici mediante l'integrazione nel SIM dello specifico modulo Geoframe a partire dal DTM;
  - CU.V1.4 fornirà le informazioni derivate dai dati satellitari sulla copertura del suolo ed elementi antropici;
  - CU.V1.5 metterà a disposizione tutte le procedure per la consultazione ed estrazione di Modelli digitali/superficiali del terreno a scala nazionale;
  - CU.V1.6 metterà a disposizione tutte le procedure per la consultazione ed estrazione dei dati raccolti in situ e da strumentazione mobile, relativi sia alle reti di monitoraggio in essere che per quelle che saranno implementate nel corso del progetto. Nello specifico per questo applicativo dovranno essere consultabili e scaricabili le informazioni desunte da:
    - strumentazione geotecnica superficiale (fessurimetri, estensimetri, inclinometri da parete, distometri);
    - strumentazione geotecnica in foro (inclinometri, piezometri, colonne multiparametriche);
    - strumentazione topografica (stazione totale robotizzata, strumentazione GNSS, mire ottiche), radar interferometrico da terra, radar doppler;
    - telecamere, fotocamere, LiDAR, droni, corner reflector per interferometria radar satellitare spesso accoppiati a punti di monitoraggio a terra di tipo geotecnico o topografico;
    - strumentazione meteo-pluviometrica;
    - strumentazione di monitoraggio delle colate detritiche (geofoni, cavi a strappo, ecometri, pendoli).
  - CU.V1.7 Fornisce le tipologie di dati che riguardano l'analisi idrologica e meteorologica, fornendo dettagli cruciali sulle precipitazioni e la loro distribuzione temporale e spaziale;
  - CU.V1.9 Fornisce le previsioni meteorologiche basate su modelli matematici e dati storici che forniscono informazioni sulle condizioni atmosferiche future in una determinata area;
  - CU.V1.10 modello RainFarm per mettere in condizione gli utenti esperti di fare previsioni LAM.

## **Utilizzo delle Capacità Computazionali del SIM**

Questo obiettivo è rivolto agli utenti esperti, inclusi i Sistemi Federati, fornendo loro una interfaccia dedicata per poter operare direttamente nel SIM con una serie di modelli/algoritmi appositamente integrati.

Il panorama tecnico scientifico offre una pluralità di modelli finalizzati a descrivere, a diverse scale e con un vario livello di dettaglio, il comportamento e l'andamento dei movimenti franosi. Si tratta di modelli che si differenziano in base alla finalità che intendono perseguire e, ove necessario, alla loro tipologia (modelli speditivi, empirici, concettuali, fisicamente basati, ecc.).

Uno schema semplificato può essere il seguente:

- Modelli di innesco dei movimenti franosi superficiali e profondi in terreno
  - Modelli empirici
  - Modelli areali fisicamente basati
  - Modelli puntuali fisicamente basati
- Modelli di suscettività a franare
  - Modelli euristici o statistici
  - Modelli fisicamente basati
- Modelli di propagazione dei flussi iperconcentrati
  - Modelli empirici
  - Modelli idraulici
- Frane in roccia
  - Modelli di innesco delle frane da crollo
  - Modelli di propagazione delle frane da crollo

Tuttavia, nell'ambito di questo applicativo, è necessario precisare, non è prevista l'integrazione nel SIM di modelli geologici e/o geotecnici modelli che sono specificamente tarati sulle specifiche situazioni, con scala da grande ad elevata, e non sono pertanto generalizzabili a scala nazionale. Pertanto, nella scelta dei metodi e nello specifico di tools/modelli utili per analizzare la suscettibilità da frana sono stati esclusi i metodi empirici, soggettivi e basati su rilievi in situ, e quelli fisicamente basati che richiedono una caratterizzazione geotecnica ed idrogeologica continua e completa su tutto il territorio d'indagine, difficilmente realizzabile per un'area vasta e, pertanto, non applicabili al SIM.

Sono stati, quindi, presi in esame Metodi Statistici di cui fanno parte le regressioni mono o multivariate, le reti neurali e l'indicizzazione delle cause. Tutti questi metodi si basano su una banca dati di calibrazione dove si conoscono i valori delle variabili indipendenti (input e parametri) e la corrispondente variabile dipendente (output). Gli algoritmi contenuti in questi metodi ricercano le relazioni e i coefficienti ottimali che legano le variabili indipendenti a quella dipendente. Sono questi i metodi più adatti all'analisi in aree molto vaste. In particolare, si basano sulle relazioni esistenti tra i fenomeni franosi e fattori predisponenti l'instabilità, attraverso l'attribuzione di pesi che riflettono l'influenza che ognuno di questi esercita sulla stabilità/instabilità del versante. I pesi vengono

attribuiti in maniera oggettiva e ripetibile garantendo quindi un minore grado di soggettività rispetto ai metodi empirici.

La procedura viene conclusa con la fase di validazione del modello, nella quale si confrontano i risultati sintetizzati dalla carta di suscettibilità con la distribuzione spaziale delle aree in dissesto.

Per la generazione delle mappe di suscettibilità a scala nazionale/regionale, a partire dai suddetti modelli, la scelta dei vari fattori predisponenti validi soprattutto per fenomeni a cinematica lenta, risulta diversa tra le varie procedure proposte dalla letteratura tecnica e scientifica. Per il SIM saranno prese in considerazione:

- pendenza del versante,
- carta litologica e geologica,
- uso del suolo,
- modello idrologico CN (Curve Number),
- carta dell'indice di Anomalia Pluviometrica.

#### **Modelli/tools che saranno integrati nel SIM:**

- Uno dei metodi idrologici in grado di determinare la quantità di acqua infiltrata nel terreno e quella che scorre in superficie, contribuendo al deflusso nella rete idrografica è il **metodo del Curve Number (CN - SCS)**, utilizzato nel presente lavoro. Trattasi di un modello deterministico, ideato dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti nel 1972 che considera il deflusso superficiale come la differenza tra precipitazione e perdite, dove in queste ultime si inglobano oltre alle perdite per infiltrazione anche quelle per intercettazione da parte delle piante, per accumulo sulle depressioni superficiali e per l'imbibimento iniziale del terreno. I parametri di tale modello non sono stati calibrati solo in base ai dati di infiltrazione, ma anche a quelli relativi a prove di laboratorio e a misure sul campo di un enorme numero di bacini di varie dimensioni negli Stati Uniti, messi in relazione con i tipi pedologici e di uso del suolo di ciascun bacino. La grossa mole di dati ed il continuo aggiornamento rendono questo metodo molto diffuso negli Stati Uniti e sempre più anche in Europa.

Per la stima del parametro CN si può utilizzare uno strumento sviluppato dallo USGS (United States Geological Survey) appositamente per ArcMap e denominato **ArcCN-Runoff**, il quale permette di operare direttamente con dati vettoriali di tipo shp file. OUTPUT finale è una carta, in formato raster, dei valori di CN composta da celle quadrate di 100x100 metri.

- **ArcSDM (Spatial Data Modeler)** rappresenta una soluzione avanzata nel campo della modellazione predittiva spaziale, fornendo un complesso di strumenti di geoprocessing integrabili nell'ambiente ArcGIS.
- Nel contesto del Caso D'Uso "Mappatura della suscettibilità a fenomeni franosi", ArcSDM si pone come strumento chiave per l'elaborazione e l'analisi di dati spaziali che contribuiranno alla definizione di aree a rischio frana. Il toolbox di ArcSDM è stato sviluppato e mantenuto dalla Geological Survey of Finland (GTK), in collaborazione con una comunità open source. La compatibilità è assicurata con le versioni di ArcGIS 10.4 e successive, nonché con ArcGIS Pro dalla

versione 2.5 in avanti, rendendo così ArcSDM una soluzione flessibile ed aggiornata alle più recenti tecnologie GIS.

- **Metodo di Slope Stability Analysis:** La Slope Stability Analysis è una parte fondamentale della valutazione della suscettibilità alle frane, in particolare per la previsione delle frane in terreni inclinati e ripidi. Questo metodo permette di valutare la suscettibilità alle frane analizzando la stabilità dei pendii. Utilizza equazioni di equilibrio per determinare la stabilità di un pendio in relazione a fattori come angolo di inclinazione, coesione del terreno, peso del pendio e pressione dell'acqua. Nell'ambito del CU.1.8, **OpenSees** (Software OpenSource) può essere utilizzato per valutare la stabilità dei pendii e, di conseguenza, la suscettibilità alle frane. OpenSees è un software molto flessibile che consente agli utenti di modellare e analizzare una vasta gamma di problemi geotecnici, compresa la stabilità dei pendii, inoltre, è molto utilizzato nella comunità di ingegneria civile e geotecnica per questo tipo di analisi.
- **Modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN):** Le reti neurali artificiali sono utilizzate per analizzare dati complessi e identificare pattern che possono indicare la suscettibilità alle frane. Il SIM metterà a disposizione infrastrutture e strumenti per realizzare l'apprendimento supervisionato di una rete. Una volta addestrata, la rete può essere utilizzata per fare previsioni su nuovi dati, come identificare aree a rischio di frana in base alle informazioni geologiche, topografiche e climatiche disponibili. Relativamente al modello ANN, la piattaforma SIM renderà disponibile un ambiente che permetterà ad utenti esperti di addestrare modelli e rendere poi disponibili tali modelli per essere utilizzati per la generazione di carte di suscettibilità.

Infine, nonostante che lo specifico Caso 'D'Uso si focalizza essenzialmente sulla caratterizzazione dei fattori predisponenti è stata prevista anche l'integrazione nel SIM di modelli per la definizione degli scenari di evento e delle soglie di innesco, che potranno essere pertanto più estesamente utilizzati nel Verticale 5 "Gestione delle emergenze (CU.V.5.2)". In particolare, è prevista l'integrazione dei seguenti modelli:

- **SANF** (Sistema di Allertamento Nazionale per la previsione di Frane pluvio-indotte) è un sistema previsionale territoriale a scala nazionale basato un modello probabilistico in grado di restituire la probabilità di innesco di frana per date misure, stime e previsioni di pioggia. È un sistema a scala nazionale che utilizza un modello probabilistico in grado di restituire la probabilità di innesco di frana per date misure e previsioni di pioggia.  
SANF è finalizzato alla previsione di frane superficiali con un meccanismo di innesco fortemente correlato con la pioggia e utilizza misure, stime e previsioni di pioggia a scala oraria. Utilizza un modello statistico di suscettibilità da frana per considerare la predisposizione al dissesto del territorio nazionale.
- **SUSHI** (Saturated Unsaturated Slope for Hydrological Instability) consente di analizzare l'insieme dei fenomeni fisici che avvengono nel pendio quali i processi di infiltrazione delle piogge e le variazioni degli stati di sollecitazione, fornendo in maniera esplicita le relazioni intercorrenti tra precipitazioni meteoriche e pressioni neutre ed in ultimo con l'analisi di stabilità.  
Le precipitazioni e la conseguente infiltrazione di acqua nel sottosuolo rappresentano i principali fattori che contribuiscono al verificarsi di fenomeni franosi poiché determinano una notevole

alterazione del regime delle pressioni neutre (diminuzione della tensione capillare negli strati di suolo insaturi, aumento della pressione dei pori negli strati già saturi).

Un limitato numero di ulteriori modelli di interesse degli stakeholders potrà essere eventualmente inserito nel sistema in fase esecutiva, purché pienamente congruenti con le caratteristiche generali del SIM.

### 1.1.3 Esigenze e Requisiti Chiave

Il SIM punta a fornire dati a scala nazionale, che siano il più possibile omogenei e periodicamente aggiornati, per caratterizzare gli elementi predisponenti i fenomeni franosi. L'ulteriore valore aggiunto del SIM consiste nella possibilità di offrire alcuni strumenti specifici per permettere agli utenti esperti di lavorare sui dati a supporto della realizzazione di mappe di suscettibilità che hanno valore solamente a piccola scala e non per situazioni specifiche. Negli ultimi anni, si è osservato un notevole progresso nella ricerca e nello studio della zonazione della suscettibilità e della pericolosità da frana. Nonostante la prevalenza di studi basati su analisi qualitative, recenti ricerche hanno adottato approcci quantitativi per valutare la probabilità di accadimento delle frane e il rischio associato agli elementi in gioco.

L'attuale esigenza nel campo è quella di disporre di criteri quantitativi per la gestione del rischio. I recenti sviluppi tecnologici, come il remoto sensing e i GIS, insieme al monitoraggio in situ, stanno facilitando queste analisi quantitative, fornendo strumenti fondamentali per comprendere meglio i fenomeni franosi, pianificare interventi di mitigazione e salvaguardare le vite umane.

Di seguito, vengono delineate le principali esigenze e requisiti.

#### **1. Acquisizione, Integrazione e Fornitura di Dati:**

- Dati omogenei a scala nazionale: il sistema dovrebbe acquisire e integrare dati su tutto il territorio nazionale, possibilmente rispettando requisiti di omogeneità e aggiornabilità;
- Interfaccia utente intuitiva;
- Funzionalità di ricerca avanzata;
- Integrazione con sistemi esterni;
- Visualizzazione dei dati;
- Definizione e selezione delle aree di interesse;
- Estrazione delle informazioni di interesse.

#### **2. Utilizzo delle Capacità Computazionali del SIM a supporto dell'Analisi e della generazione di dati e mappe della Suscettibilità:**

- Ambiente di accesso profilato per utenti esperti;
- Metodi Statistici dedicati alla suscettibilità;
- Attribuzione di pesi ai fattori predisponenti;
- Tools di Validazione del modello;

- Capacità di Machine/Deep Learning specifiche per suscettibilità.

#### 4. Scalabilità e Performance:

- L'infrastruttura dovrebbe garantire prestazioni elevate per l'elaborazione di vasti set di dati nazionali;
- Architettura scalabile;
- Ottimizzazione delle prestazioni.

#### 5. Sicurezza e Accessibilità Requisiti:

- Accesso profilato per utenti esperti: gli utenti esperti dovrebbero avere un ambiente dedicato per lavorare sui modelli/tools;
- Gestione degli accessi;
- Sicurezza dei dati.

#### 1.1.4 Tematiche e Obiettivi Correlati

Il Sistema Integrato di Monitoraggio del MASE (SIM) rappresenta un'infrastruttura chiave per la gestione e l'analisi dei fenomeni franosi a livello nazionale. L'obiettivo primario del SIM è creare una base di dati omogenea e aggiornabile che faciliti l'accesso, la consultazione e l'estrazione di informazioni cruciali per la caratterizzazione dei fattori predisponenti i fenomeni franosi.

Tematica	Obiettivi Associati
<b>Acquisizione, Integrazione e Fornitura di Dati</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raccolta Dati: Modalità di interazione sia con dati generati da vari Use Case (es. CU.V1.1, CU.V1.2...) sia dati forniti da Sistemi Federati/Stakeholder (es. Analisi Interferometriche, Cartografia aree in frana da Autorità di Bacino Distrettuali, ecc.).</li> <li>• Integrazione Dati: Utilizzo di protocolli come l'Open Geospatial Consortium (OGC) per garantire l'interoperabilità tra diverse fonti dati.</li> <li>• Fornitura Dati: Offrire una piattaforma accessibile (Digital experience), con un'interfaccia utente chiara e strumenti avanzati di selezione, attraverso cui gli utenti possono consultare ed estrarre informazioni dal Catalogo Dati.</li> </ul>
<b>Utilizzo delle Capacità Computazionali del SIM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaccia dedicata per utenti esperti e Sistemi Federati (Intelligent platform).</li> <li>• Integrazione e utilizzo di metodi statistici, come ArcSDM, per la stima della suscettibilità.</li> <li>• Tools per la stima del parametro Curve Number (CN - SCS).</li> <li>• Utilizzo del metodo di Slope Stability Analysis tramite OpenSees.</li> <li>• Modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN).</li> <li>• Modelli per la definizione delle soglie d'innescio: SANF e SUSHI</li> </ul>

#### 1.1.4.1 Tematica: Acquisizione, Integrazione e Fornitura di Dati

La tematica dell'"Acquisizione, Integrazione e Fornitura di Dati" è centrale nell'ambito del Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM). Essa riguarda l'insieme delle procedure e delle metodologie utilizzate per raccogliere, integrare e fornire dati nel contesto di monitoraggio dei fenomeni franosi e altre attività correlate.

1. Raccolta Dati: Questo obiettivo pone l'accento sull'importanza della modalità di interazione con i dati. Due principali fonti di dati sono evidenziate:
  - Dati generati da specifici Use Case, come ad esempio CU.V1.1, CU.V1.2 e così via.
  - Dati forniti da Sistemi Federati o Stakeholder esterni, tra cui Analisi Interferometriche provenienti da PNOT e la Cartografia delle aree in frana fornita da AdB. Questi dati esterni rappresentano spesso informazioni chiave per una comprensione completa dei fenomeni in studio.
2. Integrazione Dati: L'integrazione dei dati è un passaggio fondamentale per garantire che le informazioni provenienti da diverse fonti siano omogenee e interoperabili. Questo obiettivo sottolinea l'importanza dell'utilizzo di protocolli standardizzati come quelli proposti dall'Open Geospatial Consortium (OGC). L'OGC, in particolare, assicura che i dati siano facilmente integrabili e utilizzabili in contesti diversi, garantendo l'interoperabilità tra diverse fonti dati.
3. Fornitura Dati: Al centro di questo obiettivo c'è la necessità di offrire una "Digital experience" agli utenti, fornendo una piattaforma accessibile dotata di un'interfaccia utente intuitiva. Gli strumenti avanzati di selezione permettono agli utenti di consultare ed estrarre facilmente informazioni dal Catalogo Dati. Questa piattaforma serve come punto di accesso unificato dove le parti interessate possono ottenere informazioni cruciali per le loro analisi e decisioni.

#### 1.1.4.2 Tematica: Utilizzo delle Capacità Computazionali del SIM

Il Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) possiede avanzate capacità computazionali, progettate per affrontare le sfide connesse con l'analisi e la gestione dei fenomeni franosi. Queste capacità non sono solo una questione di potenza hardware, ma anche di sviluppo e implementazione di metodi, tools e modelli all'avanguardia per analizzare i dati in modo efficace ed efficiente. Ecco una descrizione dettagliata degli obiettivi associati a questa tematica:

- Interfaccia dedicata per utenti esperti e Sistemi Federati (Intelligent platform): Questo obiettivo sottolinea l'importanza di fornire un'interfaccia user-friendly e specifica per gli utenti esperti, così come per i Sistemi Federati. L'idea dietro a una piattaforma "intelligente" è che questa sia in grado di adattarsi alle esigenze specifiche degli utenti, fornendo loro gli strumenti e le risorse necessarie in modo intuitivo.
- Integrazione e utilizzo di metodi statistici come ArcSDM per la stima della suscettibilità: L'ArcSDM (Spatial Data Modeller for ArcGIS) è un tool statistico progettato specificamente per modellare e valutare la suscettibilità a fenomeni quali le frane. Attraverso l'integrazione di questo metodo nel SIM, si può ottenere una valutazione affidabile delle aree a rischio, utilizzando una combinazione di variabili ambientali e geospaziali.



- Tools per la stima del parametro Curve Number (CN – SCS): Il parametro Curve Number (CN) è uno strumento chiave nel Soil Conservation Service (SCS) per stimare il runoff superficiale. Nel contesto del SIM, avere tools specifici per la stima del CN permette di valutare in modo accurato il contributo delle precipitazioni alla stabilità di un pendio o di un'area specifica.
- Utilizzo del metodo di Slope Stability Analysis tramite OpenSees: OpenSees è un software avanzato per la modellazione e l'analisi della stabilità dei pendii. Integrando questo metodo nel SIM, si può beneficiare di un'analisi dettagliata e complessa della stabilità dei terreni e dei pendii, basata su principi di meccanica dei terreni e dinamica delle strutture.
- Modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN): Le Reti Neurali Artificiali sono algoritmi di apprendimento automatico che emulano la funzione dei neuroni nel cervello umano. Nel contesto del SIM, i modelli ANN possono essere addestrati su grandi set di dati per identificare e prevedere fenomeni franosi, fornendo previsioni accurate basate sull'analisi di pattern complessi nei dati.
- SANF (Sistema di Allerta Nazionale per le Frane) è un modello avanzato utilizzato per la previsione e l'allerta delle frane a livello nazionale. Si basa sull'analisi integrata di dati meteorologici, geologici e idrologici per identificare le condizioni che possono portare a movimenti franosi. Questo modello contribuisce in modo significativo alla prevenzione dei rischi, fornendo previsioni affidabili e tempestive sul potenziale innesco di frane.
- SUSHI (Stress-based model for Unstable Slope Hydrology) è un modello idrologico orientato alla comprensione e alla previsione delle dinamiche di instabilità dei pendii. Si concentra sull'analisi dello stress idrologico all'interno dei versanti, combinando dati sulle precipitazioni con quelli geofisici e geotecnici del suolo. Questo approccio permette di valutare in modo accurato il rischio di innesco di frane basato sulle variazioni di umidità e pressione dell'acqua nel terreno.

### 1.1.5 Benefici Attesi

Nel contesto geologico e morfologico italiano, i fenomeni franosi rappresentano una costante preoccupazione per la gestione e la sicurezza del territorio. Data l'importanza di monitorare e comprendere tali fenomeni, si rende necessario disporre di strumenti tecnologici adeguati. Il SIM ha l'obiettivo di rispondere a queste esigenze, offrendo un quadro chiaro e aggiornato dei movimenti del terreno su scala nazionale. Grazie all'integrazione dei dati e all'utilizzo di tecniche avanzate, come l'analisi interferometrica e l'intelligenza artificiale, il SIM mira a fornire ai tecnici e agli esperti del settore uno strumento fondamentale per la prevenzione e la gestione dei rischi. Di seguito, sono analizzati i principali benefici che questo sistema può apportare nel breve e lungo termine.

#### **A breve termine:**

1. Centralizzazione e Accesso ai Dati in situ: L'applicativo permetterà una completa integrazione dei dati raccolti in situ e da strumentazione mobile. Ciò comprenderà le informazioni dalle reti di monitoraggio esistenti e quelle implementate durante la durata del progetto. La messa a disposizione di procedure dedicate per la consultazione ed estrazione di questi dati porterà a una maggiore facilità di accesso e comprensione per gli utenti.



2. **Ampliamento della Base Dati:** Con l'inclusione dei dati in situ e delle analisi interferometriche provenienti dal servizio EGMS e dai servizi nazionali, si avrà una banca dati più ricca e variegata, fornendo una visione più completa dei fenomeni franosi.
3. **Utilizzo di Analisi Interferometriche:** La capacità di calcolare le statistiche su una griglia personalizzabile, estrarre tendenze anomale dalle serie storiche e definire le aree basate su queste tendenze, fornisce agli utenti strumenti avanzati per un'analisi dettagliata.
4. **Maggiore Sicurezza e Accessibilità:** Con una gestione centralizzata, si garantirà che le informazioni siano ben conservate, aggiornate e accessibili solo da personale autorizzato.

### **A lungo termine:**

1. **Centralizzazione dei dati:** L'obiettivo finale è la centralizzazione dei dati che contribuirà a una migliore standardizzazione, omogeneità e qualità delle informazioni disponibili.
2. **Interfaccia Avanzata per la Gestione dei Dati:** Con l'introduzione di un'interfaccia dedicata per l'archiviazione e la gestione dei dati di monitoraggio, si facilita il lavoro degli utenti esperti, rendendo il processo di analisi e interpretazione più efficiente e meno soggetto a errori.
3. **Previsione Basata sull'AI:** La capacità di prevedere comportamenti futuri basandosi sull'analisi dei dati storici tramite strumenti AI offre un enorme vantaggio nella pianificazione e nella gestione proattiva dei rischi. Questo significa non solo reagire ai fenomeni franosi ma anche prevederli con un certo grado di affidabilità.
4. **Supporto alla Ricerca e allo Sviluppo:** La presenza di un'infrastruttura così ben organizzata e avanzata incentiverebbe ulteriori ricerche e sviluppi nel campo, promuovendo una cultura della prevenzione, dell'innovazione e della comprensione scientifica.

#### **1.1.6 Vincoli e Limitazioni**

La complessità dei fenomeni franosi, unitamente all'estensione del territorio nazionale e alle diversità regionali, impone un'analisi rigorosa e approfondita delle limitazioni tecniche, normative e operative.

In particolare, analizzando le metodologie utilizzate nell'Inventario IFFI, le frane sono state censite per il 44,2% utilizzando l'aerofotointerpretazione, per il 30,1% con la raccolta di dati storici o d'archivio, per il 7,8% con il rilevamento di campagna. L'integrazione di più metodi è stata utilizzata nel 17% dei casi. L'integrazione di più metodi consente di incrementare la qualità di un inventario superando i limiti intrinseci di un singolo metodo, quali ad esempio, per l'aerofotointerpretazione, la soggettività di interpretazione da parte del fotointerprete e la difficile identificazione dei fenomeni quiescenti intensamente rimodellati dall'attività agricola, ricoperti da fitta vegetazione o ubicati in aree urbanizzate; per l'utilizzo di dati storici, la sottostima delle frane in zone scarsamente abitate e con un ridotto numero di strutture antropiche.

Di seguito, esponiamo un quadro dettagliato di questi vincoli,

#### **1. Vincoli Tecnici:**

- **Infrastruttura Tecnologica:** Per garantire che il SIM funzioni correttamente, è cruciale disporre di un'infrastruttura tecnologica adeguata a gestire grandi quantità di dati, effettuare analisi e garantire l'accesso tempestivo alle informazioni.
- **Compatibilità con Strumenti di Monitoraggio:** Integrare dati provenienti da diverse reti di monitoraggio, sia quelle esistenti che quelle future, potrebbe comportare sfide in termini di interoperabilità e standardizzazione.
- **Elaborazione e Analisi dei Dati:** L'alta densità di dati raccolti dal SIM richiede capacità di elaborazione efficiente, specialmente per le analisi interferometriche e l'uso di strumenti AI.
- **Gestione e Aggiornamento delle Banche Dati:** La necessità di avere banche dati continuamente aggiornate e multi-scala impone vincoli tecnici in termini di capacità di archiviazione, velocità di aggiornamento e integrazione di nuove informazioni.
- **Elaborazione Multi-Scala:** La variabilità dei fenomeni franosi e le diverse scale di analisi richiedono che il SIM possa elaborare dati e fornire output adattati alle diverse esigenze.
- **Integrazione e Analisi dei Dati:** L'alta densità di dati raccolti dal SIM richiede capacità di elaborazione efficiente, specialmente per le analisi interferometriche e l'uso di strumenti AI.

## **2. Vincoli Normativi:**

- **Protezione dei Dati:** Garantire la privacy e protezione dei dati, specialmente considerando la vasta quantità di dati geologici e geospaziali.
- **Licenze e Diritto d'Autore:** L'utilizzo di dati o software di terze parti potrebbe comportare la necessità di acquisire licenze specifiche e rispettare diritti di proprietà intellettuale.
- **Standard di Sicurezza:** Assicurare che il SIM rispetti le normative e gli standard di sicurezza informatica, garantendo l'integrità dei dati e proteggendo da potenziali minacce.

## **3. Vincoli di Altra Natura:**

- **Finalità della Mappa di Suscettibilità:** Considerando la variabilità dei fenomeni franosi, la mappa di suscettibilità prodotta dal SIM non dovrebbe essere vista come un riferimento per scelte pianificatorie puntuali ma come uno strumento di prima analisi. Ciò implica la necessità di comunicare chiaramente agli stakeholder le capacità e i limiti del SIM.
- **Coinvolgimento degli Stakeholder:** La riuscita del SIM dipende dalla sua accettazione e utilizzo da parte degli stakeholder. Ciò richiede formazione, sensibilizzazione e chiarezza sull'obiettivo principale del sistema, ovvero la prima analisi e non una pianificazione dettagliata.
- **Mantenimento e Aggiornamenti:** Il SIM deve rimanere attuale e funzionale nel tempo, necessitando quindi di un piano di mantenimento, aggiornamento e adattamento alle nuove tecnologie e metodologie emergenti.

### **1.1.7 Stakeholders Coinvolti**

Il Sistema Integrato di Monitoraggio efficiente ed efficace avrebbe impatti positivi su una vasta gamma di stakeholder, fornendo loro strumenti e dati essenziali per affrontare e mitigare i rischi associati ai fenomeni franosi. Ecco l'elenco degli stakeholder principali e come sono interessati dagli obiettivi del servizio applicativo.

- **Protezione Civile Nazionale e Regionale**

Utilizzo del SIM come risorsa primaria per la prevenzione, previsione e gestione delle emergenze legate a fenomeni franosi. La Protezione Civile necessita di dati accurati e tempestivi per coordinare gli interventi sul territorio e garantire la sicurezza della popolazione.

- **EGMS (European Ground Motion Service)**

L'EGMS fornisce analisi interferometriche e ha un interesse diretto nell'acquisizione e nell'integrazione di dati coerenti e omogenei a scala nazionale. La possibilità di calcolare statistiche e estrarre tendenze anomale dalle serie storiche di dati potrebbe migliorare la precisione e l'efficacia dei servizi offerti da EGMS.

- **AdB (Autorità di Bacino)**

L'AdB ha la responsabilità di gestire le risorse idriche e di mitigare i rischi idrogeologici. L'integrazione con il SIM potrebbe permettere all'AdB di avere un quadro più chiaro delle aree a rischio e di pianificare interventi più mirati.

- **ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)**

Essendo l'ente di riferimento per la ricerca e la protezione ambientale, ISPRA avrebbe un interesse diretto nel garantire l'efficacia e l'affidabilità del SIM. Il sistema supporterebbe ISPRA nell'analisi e nella comprensione dei fenomeni franosi, fornendo dati essenziali per la ricerca e le politiche di protezione ambientale.

- **Enti Locali e Regionali**

Utilizzo del SIM per la pianificazione territoriale, la protezione civile, e la gestione dei rischi, specialmente per quelle regioni già integrate nell'anagrafe dei sistemi di monitoraggio.

- **ARPA (Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale) delle diverse regioni**

Monitoraggio geologico e gestione delle reti di monitoraggio regionali.

#### **Altri Stakeholder potenziali:**

- Professionisti del Settore Geologico e Ingegneristico
- L'accesso a dati accurati e aggiornati sulle frane e sulla suscettibilità del territorio potrebbe migliorare la qualità e la precisione delle loro analisi e progetti.
- Popolazione Residente nelle Aree a Rischio
- Avere consapevolezza delle aree a maggiore suscettibilità al rischio da frana potrebbe aiutare la popolazione a prendere decisioni informate in termini di sicurezza e pianificazione.
- Ricerca scientifica
- La disponibilità di un sistema così efficace, che può essere continuamente arricchito con ulteriori contributi, è certamente uno strumento di grande interesse per quanti, gruppi di ricerca o singoli ricercatori, sviluppano i propri studi in questo strategico settore.

#### **1.1.8 Conclusione e Riepilogo**

Il Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) rappresenta un avanzamento significativo nel campo del monitoraggio e della gestione dei fenomeni franosi in Italia. Esso si pone come obiettivo principale la realizzazione di mappe di suscettibilità ai fenomeni franosi, offrendo una panoramica comprensiva e multi-scala della situazione idrogeologica del territorio nazionale. Esso può essere potenziato con l'inserimento di altri modelli finalizzati a delineare, a diverse scale e con un vario livello di dettaglio, il comportamento e l'andamento dei movimenti franosi. Si tratta di modelli che si

differentiano in base alla finalità che intendono perseguire e, ove necessario, alla loro tipologia (modelli speditivi, empirici, concettuali, fisicamente basati, ecc.).

L'applicativo risponde a una serie di requisiti essenziali, tra cui la necessità di acquisire, integrare e fornire dati omogenei e aggiornati su scala nazionale, garantendo la possibilità di lavorare su tali dati con strumenti avanzati, come le analisi interferometriche e l'Intelligenza Artificiale. Questo è particolarmente rilevante alla luce delle recenti evoluzioni nel settore, che mostrano un'accentuata tendenza verso approcci quantitativi e l'utilizzo di tecnologie innovative come il remote sensing e i GIS.

Tuttavia, la complessità dei fenomeni franosi e la loro variabilità su diverse scale richiedono un'applicazione che sia in grado di offrire un quadro preciso senza pretese di specificità puntuale, ma piuttosto come strumento di prima analisi per le aree a maggiore suscettibilità.

Da un punto di vista normativo, l'introduzione di strumenti come i Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e le relative leggi e decreti sottolineano l'importanza di disporre di dati accurati e aggiornati per la pianificazione e la gestione del rischio. Gli stakeholder coinvolti, che vanno dalle Autorità di Bacino Distrettuali agli Enti locali, passando per la Protezione Civile e l'ISPRA, hanno un interesse concreto nella riuscita di questo applicativo.

In conclusione, il SIM rappresenta un punto di riferimento fondamentale per la gestione del rischio franoso in Italia. La sua capacità di integrare dati su vasta scala, fornendo al contempo strumenti avanzati per l'analisi, lo rende un pilastro centrale nella strategia nazionale di prevenzione e intervento nei contesti di rischio idrogeologico.

## 1.2 Requisiti funzionali

Nella descrizione dei requisiti funzionali si fornirà un elenco completo dei requisiti necessari per la corretta implementazione dell'applicativo oggetto del presente documento.

I requisiti funzionali dell'applicativo CUI.8 sono stati definiti attraverso un processo di analisi che ha coinvolto due fonti principali: il contenuto del progetto preliminare denominato 'Sistema Integrato di Monitoraggio SIM' e le esigenze emerse dalle interviste condotte con gli stakeholder del progetto.

Queste interviste hanno coinvolto le rappresentanti chiave delle istituzioni coinvolte. Durante queste interviste, sono emerse esigenze, richieste e requisiti aggiuntivi che hanno contribuito a definire in modo più dettagliato i requisiti funzionali dell'applicativo CUI.8.

### **Funzionalità Specifiche per Tipologia di Utente:**

L'**utente base** potrà accedere a un'interfaccia semplificata, con funzionalità automatizzate per analisi di base e supporto nell'interpretazione dei risultati. In questo caso il SIM utilizza i servizi/dati che i vari Sistemi Federati mettono a disposizione e li veicola a livello più ampio (nazionale) senza ulteriori integrazioni o valore aggiunto a parte una modalità di accesso – ai servizi – unificata su web e app mobile.

Per l'**utente esperto**, opportunamente autenticato, avrà accesso completo a funzionalità per l'utilizzo di tools avanzati di analisi geologica e geomorfologica. In questo caso il SIM integra una serie di modelli di geoprocessing open source che permettono di generare dati a valore aggiunto. Lo stakeholder e/o l'utilizzatore esperto rimane il proprietario e principale responsabile del servizio e dei dati generati, che potranno andare ad alimentare il Repository di Sistema (RDS), il SIM assume un ruolo di partner nell'offerta del servizio

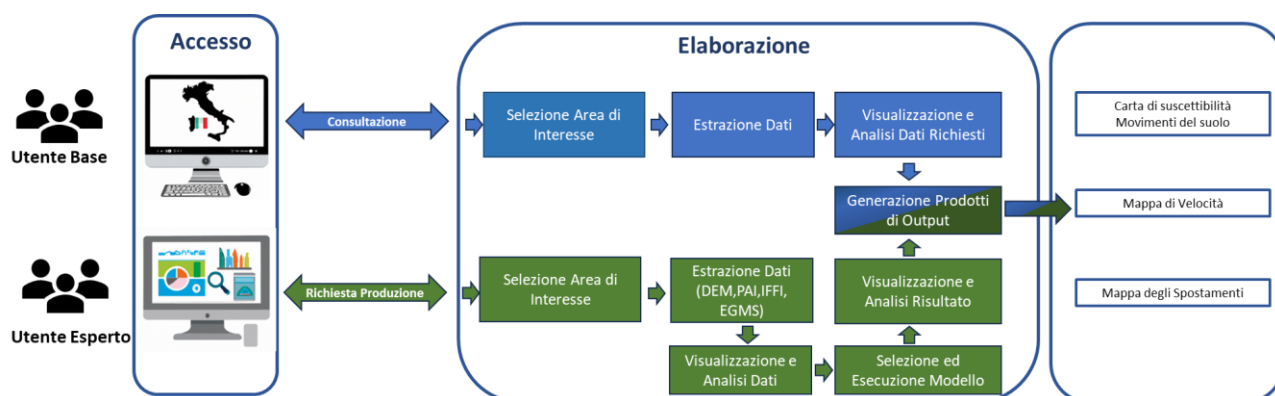
### **Funzionalità per Utente Base:**

- Accesso alla Piattaforma Web: Utilizzo dell'interfaccia WebGIS.
- Login e Logout: Autenticazione nell'applicativo.
- Visualizzazione dei Prodotti di Output: Accesso alle carte di suscettibilità, mappe di velocità e mappe degli spostamenti.
- Richiesta di Estrazione dei Prodotti di Output: Selezione e richiesta di estrazione di mappe specifiche.
- Accesso a Dati di Input: Consultazione dei dati nella sezione "Dati di input".
- Analisi dei Dati Interferometrici: Uso di tool GUI per analizzare i dati interferometrici.

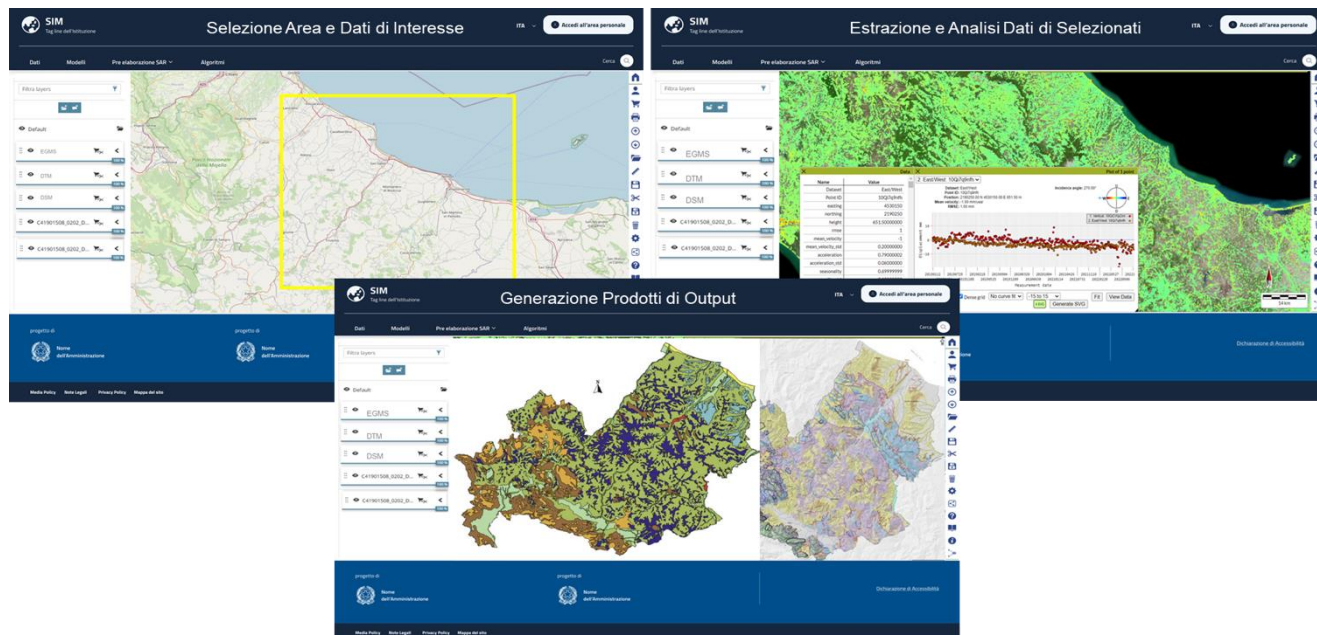
### **Funzionalità per Utente Esperto:**

- Accesso Profilato alla Piattaforma Web: Utilizzo avanzato dell'interfaccia WebGIS.
- Login e Logout Profilato: Autenticazione sicura con privilegi avanzati.
- Integrazione e Esecuzione di Modelli Avanzati: Utilizzo di modelli come CN – SCS, ArcSDM, Metodo di Slope Stability Analysis, e modelli ANN.

- Sviluppo e Test di Algoritmi Specifici: Creazione e validazione di nuovi algoritmi e strumenti analitici.
- Addestramento di Modelli AI: Creazione e addestramento di modelli basati su reti neurali per analisi predittive.
- Visualizzazione dei Prodotti di Output: Accesso avanzato alle mappe e analisi dettagliate.
- Richiesta di Estrazione dei Prodotti di Output: Richiesta avanzata per l'estrazione di mappe specifiche.
- Accesso a Dati di Input Dettagliati: Consultazione avanzata dei dati nella sezione "Dati di input".
- Analisi Avanzata dei Dati Interferometrici: Uso di tool avanzati per l'analisi dei dati interferometrici.



CU.VI.8 – Flusso Operativo



CU.VI.8 – Screenshot

## 1.2.1 Elenco dei Requisiti Funzionali

Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei requisiti funzionali descritti più dettagliatamente nel seguito

ID Requisito	Descrizione del Requisito Funzionale	Progettazione	Implementazione
VIAP08_RF001	L'applicativo deve essere accessibile tramite una piattaforma web	Progettare l'interfaccia e le funzionalità dell'applicativo su piattaforma WebGIS.	Sviluppare l'interfaccia dell'applicativo
VIAP08_RF002	Deve essere disponibile un profilo amministratore	Definire ruolo in termini di privilegi del profilo Amministratore del CU	Configurare ruolo amministratore definito
VIAP08_RF003	L'utente deve poter effettuare il login	Integrare nella interfaccia della GUI il meccanismo di login esposto dal componente del SIM	Configurare modalità di accesso
VIAP08_RF004	L'utente deve poter effettuare il logout	Integrare nella interfaccia della GUI il meccanismo di login esposto dal componente del SIM	Configurare modalità di logout
VIAP08_RF005	La piattaforma deve accedere alle analisi interferometriche del servizio EGMS	Definire integrazione con servizio EGMS	Integrare servizio EGMSA
VIAP08_RF006	La piattaforma deve accedere alle analisi interferometriche di servizi nazionali	Analizzare interfacce servizi nazionali e definire integrazioni	Predisporre integrazione con servizi nazionali
VIAP08_RF007	L'utente deve poter richiedere la generazione del prodotto di output <b>Carta di suscettibilità Movimenti del suolo</b> su specifica area di interesse	Definire workflow di generazione e sua integrazione nella piattaforma	Implementare workflow di generazione del prodotto e meccanismo di attivazione
VIAP08_RF008	L'utente deve poter richiedere l'estrazione del prodotto di output <b>mappa di velocità</b> su area di interesse selezionata	Definire procedura di estrazione e sua integrazione nella piattaforma	Implementare workflow di estrazione del prodotto e meccanismo di attivazione



ID Requisito	Descrizione del Requisito Funzionale	Progettazione	Implementazione
VIAP08_RF009	L'utente deve poter richiedere l'estrazione del prodotto di output <b>mappa degli spostamenti</b> su area di interesse selezionata	Definire procedura di estrazione e sua integrazione nella piattaforma	Implementare workflow di estrazione del prodotto e meccanismo di attivazione
VIAP08_RF010	La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso ed esecuzione del modello metodo del Curve Number (CN - SCS)	Definire modalità di integrazione del modello nella piattaforma	Implementare integrazione del modello
VIAP08_RF011	La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso ed esecuzione del modello ArcSDM (Spatial Data Modeler) o modelli simili	Definire modalità di integrazione del modello nella piattaforma.	Implementare integrazione del modello
VIAP08_RF012	La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso ed esecuzione di Metodo di Slope Stability Analysis	Definire modalità di integrazione del modello nella piattaforma.	Implementare integrazione del modello
VIAP08_RF013	La piattaforma deve rendere disponibile un ambiente per addestrare Modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN)	Definire modalità di integrazione dell'ambiente nella piattaforma.	Implementare integrazione del modello
_RF014	La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso e utilizzo del modello SANF	Definire modalità di integrazione del modello nella piattaforma.	Implementare integrazione del modello
_RF015	La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso e utilizzo del modello SUSHI	Definire modalità di integrazione del modello nella piattaforma.	Implementare integrazione del modello
VIAP08_RF016	I dati estratti/generati devono essere mantenuti su un'istanza RDS.	Definire la struttura del database e le politiche di backup.	Configurare l'istanza RDS e popolare il database.
VIAP08_RF017	La piattaforma deve integrare i dati di input dettagliati nella sezione "Dati di input"	Definire modalità di accesso ai dati	Implementare accesso ai dati



ID Requisito	Descrizione del Requisito Funzionale	Progettazione	Implementazione
VIAP08_RF018	La piattaforma deve rendere disponibili sulla GUI tool per analisi dei dati interferometrici.	Progettazione singoli tool	Implementare tool

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF001**

- **Descrizione del Requisito Funzionale**
  - L'applicativo deve essere accessibile tramite una piattaforma web.
- **Progettazione:**
  - Progettazione piattaforma web, da sviluppare sulle componenti del SIM, che deve permettere agli utenti di accedere e interagire con l'applicativo da PC con connessione internet, senza la necessità di installare software aggiuntivi.
  - Definizione dell'interfaccia dell'applicativo che deve essere progettata su una piattaforma WebGIS garantendo l'integrazione e la visualizzazione di dati geospaziali.
  - La progettazione dell'interfaccia deve includere la creazione di layout, menu, pannelli di controllo e mappe interattive che facilitino l'interazione dell'utente con l'applicativo.
  - Deve essere prevista la possibilità di visualizzare, interrogare e analizzare dati relativi ad analisi interferometriche e territoriali direttamente sulla mappa, fornendo strumenti di analisi e funzionalità di zoom, pan, selezione e overlay di dati.
- **Implementazione:**
  - Lo sviluppo dell'interfaccia dovrebbe essere realizzato utilizzando tecnologie web moderne che garantiscano una buona performance, responsività e una user experience ottimale.
  - Deve essere garantita l'interoperabilità con altri sistemi e piattaforme, seguendo gli standard di comunicazione e di accesso ai dati.
  - Deve essere prevista una sezione dedicata per l'accesso e la gestione dei dati di input e dei prodotti di output generati dall'applicativo.
  - Deve essere previsto un meccanismo di invio feedback da parte degli utenti per identificare eventuali problemi o aree di miglioramento dell'interfaccia.
- **Test:**
  - Una volta sviluppata la piattaforma, è necessario condurre una serie di test per verificare, l'accesso, l'utilizzo dei modelli, la corretta visualizzazione dei dati e l'utilizzo delle funzionalità.
  - I test devono includere la verifica della compatibilità cross-browser, la validazione della visualizzazione dei dati geospaziali, e l'efficacia delle funzionalità fornite.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF002**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**
  - Deve essere disponibile un profilo amministratore
    - L'applicativo deve prevedere un profilo amministratore, che consenta la gestione avanzata dell'applicativo.

- L'accesso come amministratore deve essere protetto mediante credenziali sicure.
- **Progettazione:**
  - Definizione del Ruolo del Profilo Amministratore.
  - Definizione della gestione degli utenti (creazione, modifica, eliminazione), gestione dei dati di input e output, configurazione delle impostazioni dell'applicativo, accesso a report e statistiche avanzate, gestione delle eventuali integrazioni con altri sistemi.
  - Progettazione sezione dedicata all'interno dell'applicativo per configurare il ruolo di amministratore, includendo la definizione dei privilegi associati.
- **Implementazione:**
  - Integrazione componente del SIM per gestione profilazione utente.
  - Configurazione ruolo amministratore.
- **Test:**
  - Una volta configurato il ruolo di amministratore, è necessario condurre una serie di test per verificare che tutti i privilegi funzionino come previsto.
  - I test includono la verifica dell'accesso alle varie sezioni e funzionalità riservate all'amministratore, la corretta applicazione dei privilegi e la sicurezza delle funzionalità amministrative.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF003**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**
  - L'utente deve poter effettuare il login
  - Possibilità dell'utente di effettuare il login nell'applicativo, facilitando il riferimento e la tracciabilità durante il ciclo di vita del progetto.
- **Progettazione:**
  - Il meccanismo di login sarà progettato per interfacciarsi con il componente di autenticazione fornito dal Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM).
  - La progettazione della integrazione sarà eseguita per garantire una comunicazione sicura e criptata tra l'applicativo e il componente del SIM, per garantire la protezione delle credenziali degli utenti.
- **Implementazione:**
  - Sviluppo della funzionalità login sull'interfaccia della GUI (Graphic User Interface) in maniera chiara ed intuitiva, posizionato in modo tale da essere facilmente accessibile agli utenti. Tale sviluppo sarà basato sul riuso di quanto fatto per gli altri applicativi
  - Configurazione modalità di accesso, inclusi i requisiti per la password, le politiche di scadenza della password, e le eventuali opzioni di autenticazione a più fattori.
  - La configurazione delle modalità di accesso sarà gestita dal profilo amministratore.
- **Test:**
  - Una volta implementato e configurato il meccanismo di login, è necessario condurre una serie di test per verificare che l'accesso all'applicativo funzioni come previsto.
  - I test includeranno scenari di login corretto, login fallito (ad esempio, con credenziali errate), e verifica delle politiche di sicurezza configurate (ad esempio, verifica della scadenza della password o dell'autenticazione a più fattori).

#### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF004**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- L'utente deve poter effettuare il logout

- **Progettazione:**

- Analogamente al meccanismo di login, anche il meccanismo di logout deve essere sviluppato ed integrato in modo da interfacciarsi correttamente con il componente di autenticazione fornito dal Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM).
- L'integrazione deve garantire una comunicazione sicura e criptata tra l'applicativo e il componente del SIM, garantendo una chiusura sicura della sessione utente.

- **Implementazione:**

- Sviluppo della funzionalità logout sull'interfaccia dalla GUI (Graphic User Interface) in maniera chiara ed intuitiva, posizionata in modo tale da essere facilmente accessibile agli utenti. Tale sviluppo sarà basato sul riuso di quanto fatto per gli altri applicativi.

- **Test:**

- Una volta implementato e configurato il meccanismo di logout, è necessario condurre una serie di test per verificare che il logout dall'applicativo funzioni come previsto.
- I test includeranno scenari di logout manuale e automatico (ad esempio, dopo un periodo di inattività), verificando che la sessione utente venga chiusa correttamente e che tutte le informazioni sensibili siano protette.

#### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF005**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- La piattaforma deve accedere alle analisi interferometriche del servizio EGMS

- **Progettazione:**

- Analisi servizio EGMS e Definizione integrazione analisi interferometriche con applicativo. Questa analisi comprende l'identificazione delle API o altri meccanismi di integrazione, e la definizione di come saranno gestiti i dati, le autenticazioni e i permessi necessari.
- Definizione modalità archiviazione analisi interferometriche.

- **Implementazione:**

- Implementazione integrazione SIM servizio EGMS in accordo a quanto definito nella fase di progettazione.
- implementazione modalità di archiviazione nel SIM delle analisi interferometriche.

- **Test:**

- Questa fase implica la conduzione di test per verificare che l'accesso alle analisi interferometriche del servizio EGMS funzioni come previsto. I test includono scenari di accesso riuscito e fallito, per assicurare che la piattaforma gestisca correttamente tutti i casi.
- Test specifici per valutare la performance dell'integrazione, verificando che i dati siano recuperati in modo tempestivo e presentati in modo chiaro e utile agli utenti della piattaforma.

#### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF006**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- La piattaforma deve accedere alle analisi interferometriche di servizi nazionali

- **Progettazione:**

- Analisi delle interfacce fornite dai servizi nazionali che offrono analisi interferometriche. Questa analisi comprende l'identificazione delle API o altri meccanismi di integrazione, e la definizione di come saranno gestiti i dati, le autenticazioni e i permessi necessari.
- Definizione di come le analisi interferometriche saranno integrate e visualizzate all'interno della piattaforma, garantendo una presentazione chiara e utile per gli utenti.
- Definizione modalità archiviazione analisi interferometriche.

- **Implementazione:**

- Sulla base delle definizioni e delle analisi effettuate nella fase precedente, questa fase consiste nello sviluppo effettivo delle integrazioni con i servizi nazionali. Questa fase include lo sviluppo di moduli o componenti specifici per interfacciarsi con le API o altri meccanismi forniti dai servizi nazionali.
- Implementazione modalità di archiviazione nel SIM delle analisi interferometriche.

- **Test:**

- Questa fase implica la conduzione di test per verificare che l'accesso alle analisi interferometriche del servizio EGMS funzioni come previsto. I test includono scenari di accesso riuscito e fallito, per assicurare che la piattaforma gestisca correttamente tutti i casi.
- Test specifici per valutare la performance dell'integrazione, verificando che i dati siano recuperati in modo tempestivo e presentati in modo chiaro e utile agli utenti della piattaforma.

### **Requisito Funzionale VIAP08 RF007**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- L'utente deve poter richiedere la generazione del prodotto di output **Carta di suscettibilità Movimenti del suolo** su specifica area di interesse

- **Progettazione:**

- progettazione del workflow operativo che guiderà la generazione del prodotto "Carta di suscettibilità Movimenti del suolo". Questo include la definizione delle fasi di elaborazione, i dati necessari, le interazioni con altri sistemi o servizi, e come gli utenti interagiranno con questo workflow attraverso la piattaforma.
- Definizione della integrazione del workflow nella piattaforma, garantendo che sia facilmente accessibile e utilizzabile dagli utenti, e che sia ben integrato con altre funzionalità e dati della piattaforma.
- Definizione di dettaglio della interfaccia che deve offrire strumenti per la selezione dell'area di interesse, l'inserimento di parametri, e l'avvio della generazione del prodotto. Questo step sarà basato sul riuso di quanto sviluppato per gli altri applicativi.

- **Implementazione:**

- Implementazione del workflow di generazione del prodotto "Carta di suscettibilità Movimenti del suolo" e del meccanismo di attivazione.

- Implementazione componente per monitoraggio stato avanzamento workflow di generazione. Tale componente notificherà eventuali errori e la fine del processo di generazione del prodotto finale.
- **Test:**
  - Una volta implementato il workflow e il meccanismo di attivazione, è necessario testare l'intero processo per assicurarsi che il prodotto di output venga generato correttamente e in conformità con i requisiti e le aspettative.
  - I test comprenderanno diverse configurazioni e scenari per assicurare che il sistema funzioni correttamente in tutte le condizioni previste.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF008**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**
  - L'utente deve poter richiedere l'estrazione del prodotto di output **mappa di velocità** su area di interesse selezionata
- **Progettazione:**
  - Progettazione del workflow operativo che guiderà l'estrazione del prodotto "Mappa velocità". Questo include la definizione delle fasi di elaborazione, i dati necessari, le interazioni con altri sistemi o servizi, e come gli utenti interagiranno con questo workflow attraverso la piattaforma.
  - Definizione della integrazione del workflow nella piattaforma, garantendo che sia facilmente accessibile e utilizzabile dagli utenti, e che sia ben integrato con altre funzionalità e dati della piattaforma.
  - Definizione di dettaglio della interfaccia che deve offrire strumenti per la selezione dell'area di interesse, l'inserimento di parametri, e l'avvio della generazione del prodotto. Questo step sarà basato sul riuso di quanto sviluppato per gli altri applicativi.
- **Implementazione:**
  - implementazione del workflow di generazione del prodotto "Mappa di Velocità" e del meccanismo di attivazione.
  - Implementazione componente per monitoraggio stato avanzamento workflow di generazione. Tale componente notificherà eventuali errori e la fine del processo di generazione del prodotto finale.
- **Test:**
  - Una volta implementato il workflow e il meccanismo di attivazione, è necessario testare l'intero processo per assicurarsi che il prodotto di output venga generato correttamente e in conformità con i requisiti e le aspettative.
  - I test comprenderanno diverse configurazioni e scenari per assicurare che il sistema funzioni correttamente in tutte le condizioni previste.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF009**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**
  - L'utente deve poter richiedere l'estrazione del prodotto di output **mappa degli spostamenti** su area di interesse selezionata

- **Progettazione:**

- Progettazione del workflow operativo che guiderà l'estrazione del prodotto "Mappa degli spostamenti". Questo include la definizione delle fasi di elaborazione, i dati necessari, le interazioni con altri sistemi o servizi, e come gli utenti interagiranno con questo workflow attraverso la piattaforma.
- Definizione della integrazione del workflow nella piattaforma, garantendo che sia facilmente accessibile e utilizzabile dagli utenti, e che sia ben integrato con altre funzionalità e dati della piattaforma.
- Definizione di dettaglio della interfaccia che deve offrire strumenti per la selezione dell'area di interesse, l'inserimento di parametri, e l'avvio della generazione del prodotto. Questo step sarà basato sul riuso di quanto sviluppato per gli altri applicativi.

- **Implementazione:**

- Implementazione del workflow di generazione del prodotto "Mappa di Velocità" e del meccanismo di attivazione.
- Implementazione componente per monitoraggio stato avanzamento workflow di generazione. Tale componente notificherà eventuali errori e la fine del processo di generazione del prodotto finale.

- **Test:**

- Una volta implementato il workflow e il meccanismo di attivazione, è necessario testare l'intero processo per assicurarsi che il prodotto di output venga generato correttamente e in conformità con i requisiti e le aspettative.
- I test comprenderanno diverse configurazioni e scenari per assicurare che il sistema funzioni correttamente in tutte le condizioni previste.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF010**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso ed esecuzione del modello **metodo del Curve Number (CN – SCS)**

- **Progettazione:**

- Definizione della modalità di integrazione del modello CN-SCS nella piattaforma. Questo include la scelta della tecnologia, delle API o dei servizi web per integrare il modello nella piattaforma, assicurando che sia accessibile ed eseguibile dagli utenti attraverso l'interfaccia della piattaforma.
- La progettazione include anche le specifiche relative alla gestione dei dati in input e output, la configurazione del modello, e le eventuali opzioni di personalizzazione disponibili per gli utenti.
- Stabilire i protocolli di sicurezza e autenticazione per garantire un accesso sicuro e controllato al modello.

- **Implementazione:**

- L'implementazione dell'integrazione in accordo alle modalità definite, assicurando che il modello CN-SCS sia correttamente integrato nella piattaforma e funzioni come previsto.

- Durante l'implementazione, deve essere garantita la compatibilità con altre funzionalità della piattaforma, l'accessibilità del modello, e la corretta gestione dei dati in input e output.
- **Test:**
  - Una volta implementata l'integrazione, è necessario condurre una serie di test per verificare che gli utenti possano accedere ed eseguire il modello in modo corretto ed efficiente attraverso l'interfaccia della piattaforma.
  - I test includono scenari diversi, testando l'accesso, l'esecuzione, la gestione dei dati, e la visualizzazione dei risultati ottenuti dal modello.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_R0F11**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**
  - La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso ed esecuzione del modello **ArcSDM (Spatial Data Modeler) o un modello simile**
- **Progettazione:**
  - Definizione della modalità di integrazione del modello ArcSDM (Spatial Data Modeler) o un modello simile nella piattaforma. Questo include la scelta della tecnologia, delle API o dei servizi web per integrare il modello nella piattaforma, assicurando che sia accessibile ed eseguibile dagli utenti attraverso l'interfaccia della piattaforma.
  - La progettazione include anche le specifiche relative alla gestione dei dati in input e output, la configurazione del modello, e le eventuali opzioni di personalizzazione disponibili per gli utenti.
  - Stabilire i protocolli di sicurezza e autenticazione per garantire un accesso sicuro e controllato al modello.
- **Implementazione:**
  - L'implementazione dell'integrazione in accordo alle modalità definite, assicurando che il modello ArcSDM (Spatial Data Modeler) o un modello simile sia correttamente integrato nella piattaforma e funzioni come previsto.
  - Durante l'implementazione, deve essere garantita la compatibilità con altre funzionalità della piattaforma, l'accessibilità del modello, e la corretta gestione dei dati in input e output.
- **Test:**
  - Una volta implementata l'integrazione, è necessario condurre una serie di test per verificare che gli utenti possano accedere ed eseguire il modello in modo corretto ed efficiente attraverso l'interfaccia della piattaforma.
  - I test includono scenari diversi, testando l'accesso, l'esecuzione, la gestione dei dati, e la visualizzazione dei risultati ottenuti dal modello.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_R0F12**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**
  - La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso ed esecuzione del **Metodo di Slope Stability Analysis**
- **Progettazione:**

- Definizione della modalità di integrazione del metodo di Slope Stability Analysis nella piattaforma. Questa fase include la definizione delle interfacce utente, come gli utenti interagiranno con il metodo, e come i dati verranno scambiati tra la piattaforma e il metodo.
- Definizione configurazioni di sistema necessari per l'esecuzione del metodo.
- La progettazione include anche le specifiche relative alla gestione dei dati in input e output, la configurazione del modello, e le eventuali opzioni di personalizzazione disponibili per gli utenti.
- Stabilire i protocolli di sicurezza e autenticazione per garantire un accesso sicuro e controllato al modello.
- **Implementazione:**
  - L'implementazione dell'integrazione del Metodo di Slope Stability Analysis
  - Durante l'implementazione, deve essere garantita la compatibilità con altre funzionalità della piattaforma, l'accessibilità del modello, e la corretta gestione dei dati in input e output.
- **Test:**
  - Una volta implementata l'integrazione, è necessario condurre una serie di test per verificare che gli utenti possano accedere ed eseguire il metodo in modo corretto ed efficiente attraverso l'interfaccia della piattaforma.
  - I test includono scenari diversi, testando l'accesso, l'esecuzione, la gestione dei dati, e la visualizzazione dei risultati ottenuti dal modello.

#### **Requisito Funzionale VIAP08\_R0F13**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**
  - La piattaforma deve rendere disponibile un ambiente per addestrare **Modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN)**
- **Progettazione:**
  - Definizione dell'ambiente per l'addestramento di modelli ANN da integrare nella piattaforma.
  - Progettazione delle interfacce utente, come gli utenti interagiranno con l'ambiente, e come i dati verranno scambiati tra la piattaforma e l'ambiente per l'addestramento dei modelli.
  - Definizione delle configurazioni di sistema necessari per l'addestramento e l'esecuzione dei modelli ANN.
  - Pubblicazione e messa a disposizione sulla piattaforma del modello addestrato per essere utilizzato dagli utenti.
- **Implementazione:**
  - Sviluppo e implementazione delle funzionalità necessarie per integrare l'ambiente per l'addestramento dei modelli ANN nella piattaforma
  - Durante l'implementazione, deve essere garantita la compatibilità con altre funzionalità della piattaforma, l'accessibilità del modello, e la corretta gestione dei dati in input e output.
- **Test:**
  - Test dell'integrazione dell'ambiente per l'addestramento dei modelli ANN.
  - Test pubblicazione e messa a disposizione del modello addestrato.

#### **Requisito Funzionale VIAP08\_R0F14**



- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso e utilizzo del modello SANF

- **Progettazione:**

- Definizione della modalità di integrazione del SANF nel CU. Questa fase include la definizione delle interfacce utente, come gli utenti interagiranno con il modello, e come i dati verranno scambiati tra il SIM e il CU per questo particolare modello.
- Definizione configurazioni di sistema necessari per l'esecuzione del modello.
- La progettazione include anche le specifiche relative alla gestione dei dati in input e output, la configurazione del modello, e le eventuali opzioni di personalizzazione disponibili per gli utenti.
- Stabilire i protocolli di sicurezza e autenticazione per garantire un accesso sicuro e controllato al modello

- **Implementazione:**

- L'implementazione dell'integrazione del modello SANF
- Durante l'implementazione, deve essere garantita la compatibilità con altre funzionalità del CU, l'accessibilità del modello, e la corretta gestione dei dati in input e output.

- **Test:**

- Una volta implementata l'integrazione, è necessario condurre una serie di test per verificare che gli utenti possano accedere ed eseguire il modello in modo corretto ed efficiente attraverso l'interfaccia grafica del CU.
- I test includono scenari diversi, testando l'accesso, l'esecuzione, la gestione dei dati, e la visualizzazione dei risultati ottenuti dal modello.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_R0F15**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- La piattaforma deve rendere disponibile l'accesso e utilizzo del modello SUSHI

- **Progettazione:**

- Definizione della modalità di integrazione del SANF nel CU. Questa fase include la definizione delle interfacce utente, come gli utenti interagiranno con il modello, e come i dati verranno scambiati tra il SIM e il CU per questo particolare modello.
- Definizione configurazioni di sistema necessari per l'esecuzione del modello.
- La progettazione include anche le specifiche relative alla gestione dei dati in input e output, la configurazione del modello, e le eventuali opzioni di personalizzazione disponibili per gli utenti.
- Stabilire i protocolli di sicurezza e autenticazione per garantire un accesso sicuro e controllato al modello

- **Implementazione:**

- L'implementazione dell'integrazione del modello SANF
- Durante l'implementazione, deve essere garantita la compatibilità con altre funzionalità del CU, l'accessibilità del modello, e la corretta gestione dei dati in input e output.

- **Test:**

- Una volta implementata l'integrazione, è necessario condurre una serie di test per verificare che gli utenti possano accedere ed eseguire il modello in modo corretto ed efficiente attraverso l'interfaccia grafica del CU.
- I test includono scenari diversi, testando l'accesso, l'esecuzione, la gestione dei dati, e la visualizzazione dei risultati ottenuti dal modello

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF016**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- I dati estratti/generati devono essere mantenuti su un'istanza RDS.

- **Progettazione:**

- Analizzare e definire la struttura del database che sarà utilizzata per memorizzare i dati estratti. Questa struttura verrà progettata per garantire l'efficienza, la scalabilità e la facilità di accesso ai dati.
- Stabilire politiche di backup robuste per garantire che i dati siano protetti e recuperabili in caso di eventuali guasti o perdite di dati. Questo include la definizione della frequenza dei backup, la retention e le procedure di ripristino.

- **Implementazione:**

- Configurare un'istanza RDS sulla piattaforma cloud scelta, assicurandosi che sia adeguatamente dimensionata per gestire il carico di dati previsto e che tutte le impostazioni di sicurezza siano correttamente configurate.
- Popolare il database con i dati generati, seguendo la struttura del database definita in precedenza.

- **Test:**

- Condurre una serie di test per verificare che i dati siano correttamente memorizzati e recuperabili dall'istanza RDS. Questo include il test dell'integrità dei dati, l'efficienza delle query e la conformità alle politiche di backup.
- Assicurarsi che i dati siano mantenuti con integrità, senza perdite o corruzioni, e che siano prontamente accessibili per l'elaborazione e l'analisi.
- Monitorare le performance dell'istanza RDS.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF017**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**

- La piattaforma deve integrare i dati di input dettagliati nella sezione "Dati di input"

- **Progettazione:**

- Identificare e definire gli standard e i protocolli per l'accesso ai dati elencati nella sezione "Dati di input". Questo potrebbe includere l'identificazione delle fonti dei dati, delle API, dei formati dei dati e delle modalità di autenticazione e autorizzazione necessarie per accedere ai dati. Questa fase è fatta in sinergia con quanto fatto negli altri CU.
- Verificare accordi con i fornitori di dati o le parti interessate per garantire un accesso continuo e affidabile ai dati necessari. Questa fase è fatta in sinergia con quanto fatto negli altri CU.

- Definire le modalità di gestione degli errori e dei problemi di connettività durante l'accesso ai dati, garantendo una buona gestione delle eccezioni e una comunicazione chiara degli errori agli utenti. Questa fase è fatta in sinergia con quanto fatto negli altri CU.
- **Implementazione:**
  - Sviluppare e implementare le funzionalità necessarie nella piattaforma per accedere ai dati di input in modo sicuro e efficiente, seguendo le modalità definite nella fase precedente. Questa fase è fatta in sinergia con quanto fatto negli altri CU.
  - Sviluppare l'accesso ai dati in modo che sia ottimizzato per garantire tempi di risposta rapidi e un'efficace gestione della banda. Questa fase è fatta in sinergia con quanto fatto negli altri CU.
  - Implementare una cache o altre tecniche di ottimizzazione, se necessario, per migliorare l'efficienza e la velocità dell'accesso ai dati. Questa fase è fatta in sinergia con quanto fatto negli altri CU.
- **Test:**
  - Condurre una serie di test per verificare la corretta implementazione dell'accesso ai dati. I test dovrebbero valutare la velocità, l'affidabilità e la sicurezza dell'accesso ai dati, oltre alla corretta gestione degli errori.
  - Validare che i dati recuperati siano accurati, completi e conformi ai formati e agli standard definiti.
  - Identificare e correggere eventuali problemi o inefficienze emersi durante la fase di test, lavorando insieme ai fornitori di dati e agli stakeholder per risolvere eventuali problemi.

### **Requisito Funzionale VIAP08\_RF018**

- **Descrizione del Requisito Funzionale:**
  - La piattaforma deve rendere disponibili sulla GUI tool per analisi dei dati interferometrici
- **Progettazione:**
  - Progettazione dettagliata di ogni tool, definendo le funzionalità, l'interfaccia utente, e come ciascuno strumento elaborerà ed esporrà i dati interferometrici. In particolare, verranno definiti i seguenti tool:
    - Il calcolo delle statistiche su una griglia configurabile dall'utente.
    - L'estrazione di tendenze anomale dalle serie storiche mediante confronto tra andamenti relativi a diversi periodi temporali.
    - Perimetrazione delle aree nelle quali sono state rilevate anomalie.
    - Analisi previsionali basate su AI.
  - Definizione dei parametri configurabili dall'utente.
- **Implementazione:**
  - Sviluppare e implementare dei tool definiti nella fase di progettazione
  - Integrazione dei tool nella GUI
- **Test:**
  - Verifica della corretta implementazione e funzionamento di ogni tool.
  - Identificare e correggere eventuali problemi o inefficienze emersi durante la fase di test, lavorando insieme ai fornitori di dati e agli stakeholder per risolvere eventuali problemi.

### 1.2.2 Requisiti non Funzionali Correlati

I requisiti non funzionali rappresentano elementi fondamentali che incidono sulla performance, l'usabilità, l'affidabilità e altre caratteristiche significative dell'applicativo in questione. Di seguito sono elencati i requisiti non funzionali associati ai requisiti funzionali.

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
VIAP8_RNF001	<b>Interoperabilità</b> È fondamentale che il sistema possa interfacciarsi efficacemente con altre piattaforme e sistemi che forniscono dati di input. Questo può essere realizzato attraverso API standardizzate, protocolli di comunicazione comuni come REST o SOAP, e formati di dati standard come JSON o XML	Consolidamento selezione dei protocolli di comunicazione standard e definizione di dettaglio delle API	Sviluppo API e attivazione protocolli di comunicazione
VIAP8_RNF002	<b>Orchestrazione del Processo</b> La necessità di un orchestratore è cruciale per gestire l'intero flusso di lavoro dal momento dell'attivazione del CU fino alla delivery del prodotto di output. L'orchestratore deve essere in grado di coordinare e monitorare tutte le fasi del processo, gestire le dipendenze, e assicurare che ogni fase sia completata correttamente prima di passare alla successiva.	Definizione di dettaglio dei passaggi del flusso di lavoro e le dipendenze tra di essi.	Sviluppo dell'orchestratore in base alla progettazione, integrando meccanismi di monitoraggio e gestione delle dipendenze
VIAP8_RNF003	<b>Gestione dei Log</b> Un sistema di gestione dei log robusto è essenziale per tracciare e monitorare le attività del sistema, identificare e risolvere i problemi, e fornire insight	Definizione dei tipi di eventi da registrare nei log e determinazione della struttura di registrazione chiara e informativa	Sviluppo del sistema di gestione dei log in linea con la progettazione e integrazione delle funzionalità di registrazione nei vari

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
	sulle performance del sistema. I log dovrebbero essere facilmente accessibili, leggibili e archiviati in modo sicuro per eventuali analisi future.		componenti del sistema
VIAP8_RNF004	<b>Gestione delle Interruzioni</b> La capacità di gestire interruzioni durante il processo è vitale per assicurare la resilienza del sistema. Questo include la capacità di riprendere da dove si era interrotto in caso di fallimenti, e di notificare agli amministratori o agli utenti le interruzioni e i relativi dettagli.	Definizione del sistema di gestione delle interruzioni che comprende la strategia di recupero da fallimenti, la notifica agli amministratori e agli utenti, e la struttura per il ripristino del processo da punti di interruzione.	Codifica delle logiche di gestione delle interruzioni, con particolare attenzione alla corretta esecuzione della ripresa dal punto di interruzione e all'invio tempestivo di notifiche informative. Le funzionalità sono integrate in modo efficace nel flusso operativo del sistema.
VIAP8_RNF005	<b>Scalabilità</b> Il sistema dovrebbe essere scalabile per gestire un aumento del carico di lavoro o del volume dei dati. Questo può essere realizzato attraverso l'uso di risorse cloud scalabili, bilanciamento del carico, e altre tecniche di ottimizzazione delle performance.	Definizione dell'implementazione su Sistema SIM e quindi basato su risorse cloud	Implementazione e configurazione su risorse cloud
VIAP8_RNF006	<b>Manutenibilità</b> Il sistema dovrebbe essere progettato in modo da facilitare la manutenzione, l'aggiornamento e l'evoluzione nel tempo. Questo include una buona documentazione del codice, test automatizzati, e un'architettura modulare.	Definizione dell'architettura modulare che facilita la manutenzione e l'evoluzione del sistema nel tempo	Implementazione delle linee guida progettuali per creare un sistema con elevata manutenibilità

### 1.2.3 Vincoli e Limitazioni

La realizzazione dei requisiti funzionali può essere influenzata da vincoli e limitazioni, tra cui:

- **Accesso ai Sistemi Fornitori di Dati:**

- Indisponibilità dei Sistemi: La mancanza di accesso ai sistemi che forniscono i dati di input può rappresentare un vincolo significativo. L'indisponibilità può essere causata da interruzioni di rete, manutenzione programmata o non programmata, guasti hardware o software, o altre problematiche tecniche. Questo può ritardare o impedire l'esecuzione di processi cruciali che dipendono da tali dati.
- Accesso Limitato: Alcuni sistemi potrebbero avere restrizioni sull'accesso, che possono essere basate su permessi, politiche di sicurezza o accordi contrattuali. Questo può limitare la capacità del sistema di ottenere dati in tempo reale o di accedere a certi tipi di dati.

- **Concorrenza degli Utenti:**

- Accesso Simultaneo: L'accesso di molti utenti in contemporanea può mettere sotto stress le risorse del sistema, causando rallentamenti o fallimenti. La gestione efficace della concorrenza è cruciale per mantenere alte performance e una buona esperienza utente.
- Scalabilità: La capacità del sistema di scalare per gestire picchi di traffico è un vincolo importante. Un sistema che non scala bene sotto carichi elevati può esperire ritardi, errori o interruzioni.

- **Performance e Latenza:**

- Il tempo necessario per processare richieste e fornire risposte può essere influenzato dalla latenza nella rete, nella elaborazione dei dati, o nell'accesso ai sistemi esterni. Performance scadenti possono influenzare negativamente l'usabilità e l'efficacia del sistema.

- **Sicurezza dei Dati:**

- La protezione dei dati sensibili e la conformità con le leggi e i regolamenti sulla privacy e sulla sicurezza possono imporre vincoli sul modo in cui i dati sono accessibili, gestiti e conservati.

- **Compatibilità e Standard:**

- La necessità di aderire a standard specifici o di assicurare la compatibilità con altri sistemi può imporre vincoli su come sono implementate certe funzionalità.

- **Documentazione e Formazione:**

- La mancanza di documentazione adeguata o di formazione può limitare la capacità degli utenti di utilizzare il sistema in modo efficace.

## 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
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 Architettuale

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

Il repository RdS contiene:

- le informazioni del Master Catalog quali i metadati dei sorgenti degli stakeholder e la lista degli algoritmi disponibili
- i dati di output prodotti a valle delle elaborazioni effettuate, per tutte le applicazioni del Verticale.

Le informazioni prodotte relative alle mappe tematizzate e le relative fasi per ottenerle vengono memorizzate nel repository del SIM (RdS). Le mappe vengono validate e quindi rese disponibili per successivi riutilizzi.

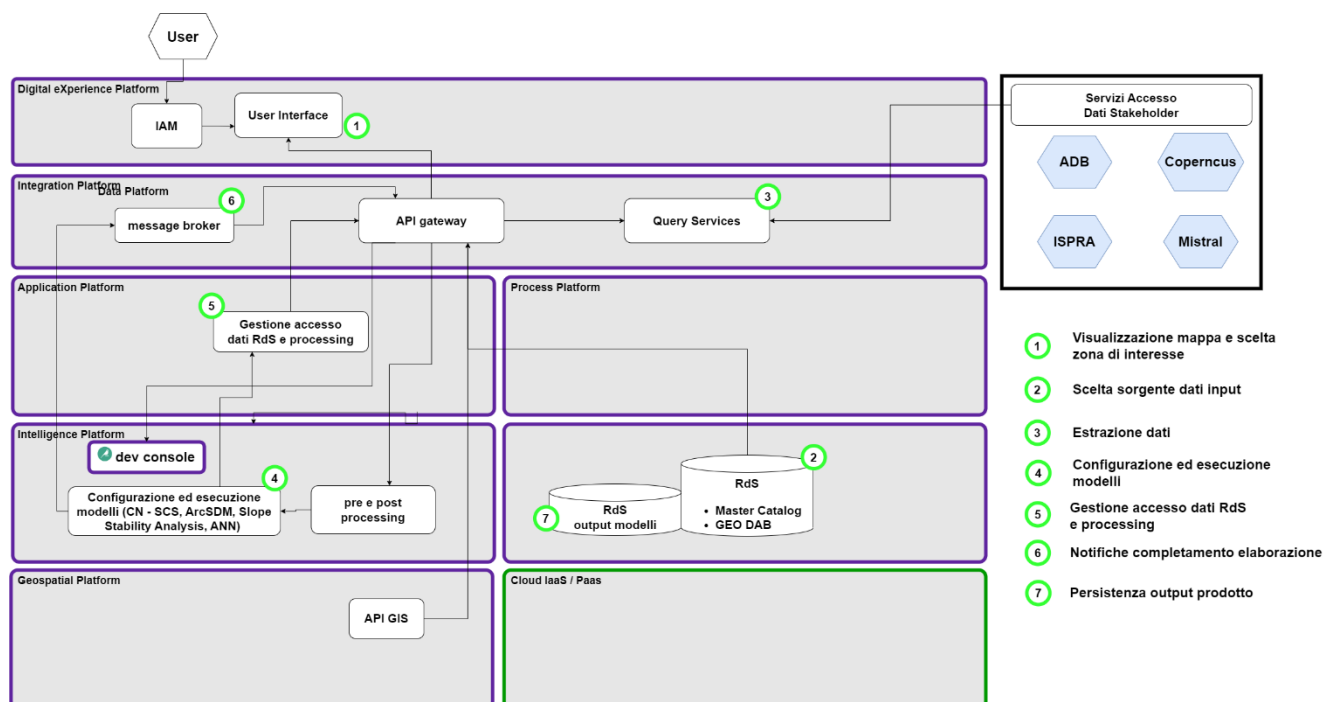
Le fasi di pre processing ed elaborazione possono essere gestite in modo sincrono nel momento in cui la response del servizio di elaborazione del modello è in modalità sincrona e quindi l'interfaccia utente attende il risultato del layer costruito. Oppure gestite in modo asincrono, in questo caso il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

Il flusso dei dati avviene secondo le seguenti fasi principali:

- Visualizzazione mappa e scelta della zona di interesse: l'utente accede alla GUI dell'applicativo, che presenta un'interfaccia user-friendly per la navigazione e l'interazione
- Scelta sorgente immagini: sulla base delle scelte operate dall'utente, viene utilizzato il discovery and access broker GEO DAB del SIM Master Catalog per l'identificazione della sorgente dati (federata, RdS)
- Estrazione dati: tramite l'utilizzo della componente di Api Gateway e appositi servizi di estrazione dati, vengono effettuate le chiamate ai sistemi federati (o alle API di RdS) per il recupero dei dati necessari
- Configurazione ed esecuzione modelli
- Gestione accesso dati RdS e processing
- Notifiche completamento elaborazione: ad elaborazione ultimata viene notificato l'esito dell'elaborazione
- Persistenza output prodotto: l'output prodotto viene storicizzato all'interno di RdS, ed inserito nel Master Catalog, a beneficio di ulteriori consultazioni da parte di utenti o di utilizzi da parte di altre applicazioni.

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

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
Application Platform (DevSecOps)	Pipeline CI/CD Engine	SI	Il codice dei microservizi, degli algoritmi implementati all'interno dell'Intelligence Platform, Geospatial Platform e dell'eXperience Platform (come saranno descritti di seguito) saranno soggetti al deployment del software negli ambienti di collaudo e di produzione.
	Software Forge	SI	Il codice dei microservizi, degli algoritmi

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			implementati all'interno dell'Application Platform saranno soggetti a versionamento. La gestione del versioning, del tracciamento dei problemi, la collaborazione tra gli sviluppatori ha impatti su tutte le piattaforme coinvolte nel disegno architeturale
	Application Defined Storage Engine	NO	
	Service Mesh	SI	È necessario un framework di Service Mesh per semplificare la comunicazione, monitorare e gestire i servizi, avere un'applicazione ad alta affidabilità, e gestire la sicurezza e la resilienza del sistema.
	Observability	SI	Sarà necessario comprendere, misurare e monitorare il comportamento dei sistemi software in esecuzione, in modo da poter diagnosticare

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			problemi, tracciare le prestazioni e ottenere informazioni dettagliate sullo stato del sistema
Process Platform	Business Process Modelling	NO	
	Workflow Engine	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per l'esecuzione del workflow del processo di validazione degli output prodotti
	Business Rule Engine	NO	
	Analytics and Reporting	NO	
	Integration and Connectivity	SI	Connettività con componenti interni al SIM tra interfaccia grafica e Process Platform per avviare i controlli e i processi di validazione. Una volta che il processo di validazione è terminato, il workflow gestisce il processo di pubblicazione nel Master Catalog
	Collaboration and Communication tools	NO	
	Security and Access Control	SI	Gestione degli accessi e delle utenze

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	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'utente usa il Master Catalog per ricercare i dataset in input e quindi fa uso dei metadati che sono ad essi associati.
	Data Governance tools	SI	Prima di essere utilizzati, i dati di input vengono sottoposti a verifiche e controlli che assicurano la qualità e la conformità dei dati, perché è condizione necessaria per essere censiti nel Master Catalog. Allo stesso tempo i dati di output da censire all'interno del Master Catalog dovranno essere gestiti tramite i tool di Data Governance, per assicurarne la gestione del ciclo di vita, l'aderenza agli standard qualitativi, la corretta indicizzazione, ecc

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	Data modeling and Preparation tools	NO	
	Report creation/generation	NO	
	Data Visualization engines	NO	
	Indexing, search	SI	Gli utenti avranno a disposizione funzionalità per ricercare determinati dataset da utilizzare, mediante funzionalità di semantic search.
Intelligence Platform	AI/ML Frameworks catalog	SI	Nel master catalog vengono gestiti i modelli di AI/ML disponibili per l'applicazione in ambito
	AI/ML Flows	SI	Vengono predisposti strumenti di progettazione di workflow che implementano flussi condizionati di elaborazioni AI/ML
	AI Models Lifecycle Management	SI	Viene gestito il versioning dei modelli AI/ML, e il loro ciclo di vita
	AI Data Preparation	SI	Tramite gli strumenti relative alla componente di intelligence platform vengono gestiti eventuali step elaborativi di

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			preparazione del dato, propedeutici all'applicazione dei modelli
	Model Deployment	SI	L'applicativo utilizza gli algoritmi CN-SCS, ArcSDM, Slope Stability Analysis, ANN. Quindi questo servizio serve per poter implementare e poi effettuare il deploy dei modelli nell'Intelligence Platform
	Model Monitoring	SI	L'utente deve poter monitorare l'esecuzione degli algoritmi e verificarne l'esito
	ML Scaling Framework	NO	
Integration Platform	Integration Flows (Scenarios)	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per far comunicare le piattaforme tra loro e con i servizi esterni tramite API.
	Connectors	SI	Vengono predisposti dei connettori per il reperimento dei dati dagli stakeholder
	Data mapping and transformation	SI	Si esegue un controllo sintattico e semantico sui

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			dati letti dagli stakeholder e applicata una prima fase di trasformazione in modo da omogeneizzare i dati in input alle elaborazioni successive
	Integration workflow automation	SI	La connessione e i flussi di dati possono essere gestiti tramite schedulazioni asincrone di processi o tramite generazione di notifiche per istanziare comunicazioni sincrone tra le componenti delle piattaforme
	API management	SI	Si implementa il routing delle richieste API tra le varie componenti delle piattaforme
	API gateway	SI	Viene gestito il routing delle richieste API tra le varie componenti
	Policies, monitoring and analytics	SI	Le richieste API tra le varie component vengono monitorate per analizzarne le performance

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	Security and compliance	SI	I dati in transito vengono gestiti secondo criteri di integrità e confidenzialità e l'accesso sicuro ai servizi è garantito tramite token di autenticazione
Digital Experience Platform	Content Management Service	NO	
	Mobile Devices Support	SI	Le mappe di output possono essere consultabili mediante App Mobile dedicata
	Content Personalization	NO	
	Content and Service Analytics	NO	
	Identity Management Support Integration	SI	
	Service Access Policies	NO	
	Single Page Apps	NO	
	Forms	NO	
	Asset Publisher	NO	
	Search	SI	L'applicativo utilizza questo servizio per dare la possibilità all'utente di richiamare da Front End un'API che effettua la ricerca di specifici dataset sul Master Catalog
	Fragments and Pages	NO	
	SEO and Page Analytics	NO	
Geospatial Platform	Data Integration	SI	L'applicativo integra e combina i vari tipi di input in



MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			formati differenti
	Remote Sensing	NO	
	GIS base services	SI	L'utente deve avere la possibilità di identificare e selezionare una zona di interesse sui layer dell'interfaccia webGIS predisposti per l'applicativo
	Spatial Analysis	NO	
	Risk Assessment	NO	
	Predictive Modeling	NO	
	Climate Change Analysis	NO	
	Environmental Impact Assessment	NO	
	Reporting and Visualization	NO	
	Historical Data Analysis	SI	Tramite questa capability l'applicativo permette delle analisi grafiche dei dati di serie storiche
	Scenario Planning	NO	

## 1.4 Dati input

### 1.4.1 Introduzione ai Dati di Input

Lo scopo generale di questo paragrafo è identificare tutti i dati che devono essere raccolti e/o generati al fine di mettere in condizione le diverse tipologie di utenti di accedere al SIM per la creazione delle mappe di suscettibilità per le frane.

La creazione delle mappe di suscettibilità per le frane, seguendo le linee guida di ISPRA, coinvolge una serie di passi metodologici strutturati e l'integrazione di diversi dati.

#### Raccolta e Analisi dei Dati Preesistenti:

- **Inventario delle frane:** Una raccolta sistematica di informazioni relative alle frane storicamente documentate o attualmente visibili sul territorio. Questi dati forniscono la base fondamentale per ogni analisi di suscettibilità.
- **Dati geologici e geomorfologici:** Cartografie geologiche, geomorfologiche e litologiche dettagliate sono essenziali per comprendere la distribuzione e la natura dei materiali e delle formazioni geologiche nel territorio di studio.
- **Selezione delle Variabili Predisponenti:** Le variabili predisponenti sono i fattori ambientali che influenzano la probabilità di innesco delle frane. Secondo ISPRA, le principali variabili da considerare includono:
  - **Pendenza:** Derivata da modelli digitali del terreno (DTM/DEM).
  - **Esposizione:** Direzione del versante rispetto ai punti cardinali.
  - **Litologia:** Tipologia di rocce e loro proprietà geomeccaniche.
  - **Uso del suolo:** Foresta, agricoltura, aree urbanizzate, ecc.
  - **Drenaggio:** Posizione e densità dei corsi d'acqua, presenza di falde sorgive.
  - **Dati dalle reti di monitoraggio in situ e sistemi mobili** (ad es. droni).

In particolare, i seguenti dati di INPUT sono fondamentali per il supporto all'analisi e realizzazione delle mappe di suscettibilità ai fenomeni franosi.

- **PAI, Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico messo disposizione dalle AdB.**  
La Legge 183/89 all' art 17 comma 1, definisce il Piano di Bacino come "piano territoriale di settore" e "strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato". Il Piano, in quanto strumento conoscitivo, delinea il quadro complessivo di informazioni, opportunamente raccolte ed organizzate, in continuo aggiornamento ed ampliamento, dal quale emergono le criticità, le situazioni di emergenza ambientale e le risorse; per quanto riguarda invece il ruolo di strumento programmatico, al Piano compete la definizione di norme e prescrizioni per la difesa e valorizzazione del suolo e delle acque e l'elaborazione di programmi di intervento, sulla base delle priorità e dei fondi disponibili. Il PAI, ovvero Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, contiene l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico; con il termine "rischio idrogeologico" si intende, seppur impropriamente, sia il rischio idraulico sia il rischio dovuto all'instabilità dei versanti.
- **Il progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) messo disposizione da ISPRA**  
La metodologia adottata per realizzare l'inventario si basa sulla raccolta dei dati storici e d'archivio sull'aerofotointerpretazione e sui rilievi sul terreno. Al fine di ottenere una omogeneità a livello nazionale, è stata predisposta la Scheda Frane IFFI sulla base di standard internazionali di classificazione e nomenclatura. La Scheda Frane è articolata su tre livelli di approfondimento progressivo:

- livello I: contiene le informazioni di base (ubicazione, tipologia del movimento, stato di attività) ed è obbligatorio per ogni frana;
- livello II: raccoglie i parametri morfometria, geologia, litologia, uso del suolo, cause, data di attivazione;
- livello III: contiene informazioni su danni, indagini e interventi di sistemazione.

La Banca Dati è costituita da una cartografia informatizzata alla scala 1:25000 o a scale di maggior dettaglio e dal relativo database alfanumerico e iconografico. Ogni fenomeno franoso è rappresentato da:

- un punto georeferenziato posto, per convenzione, in corrispondenza della quota più elevata del coronamento della frana;
- un poligono, quando la frana è cartografabile alla scala di rilevamento adottata;
- una linea quando i fenomeni franosi sono di forma molto allungata e presentano una larghezza non cartografabile.

- **Carta di uso del suolo messa a disposizione o dal V1.4 se da satellite o ancora meglio da AGEA (Corine Land Cover 4/5)**

Diversi tipi di utilizzo del suolo comportano un diverso grado di impedimento, o impedenza, nei confronti dell'erosione e degradazione dei suoli e sui fenomeni di instabilità in genere, inoltre possono anche essere considerati un indicatore di franosità a posteriori; motivo per cui la carta di copertura del territorio costituisce un elaborato fondamentale ai fini della valutazione della suscettibilità da frana.

- **La rete GNSS (Global Navigation Satellite System) dell'IGM**

GNSS è un termine collettivo che si riferisce a vari sistemi di satelliti, tra cui GPS (Stati Uniti), GLONASS (Russia), Galileo (Europa) e BeiDou (Cina). Questi sistemi forniscono dati satellitari che possono essere utilizzati per determinare posizioni geografiche con alta precisione in tutto il mondo. La rete GNSS dell'IGM in Italia svolge diverse funzioni per lo specifico caso d'uso:

- **Riferimento geodetico:** Fornisce un quadro di riferimento geodetico nazionale che è essenziale per vari scopi, come la mappatura, la pianificazione territoriale e la ricerca scientifica.
- **Integrazione con altre reti:** La rete GNSS dell'IGM è spesso integrata con altre reti geodetiche e sismologiche, fornendo una panoramica completa delle dinamiche geofisiche in Italia.
- **Supporto alla navigazione e alle applicazioni GIS:** I dati GNSS supportano la navigazione per trasporti terrestri, marittimi e aerei. Inoltre, sono fondamentali per molte applicazioni GIS (Geographical Information System) che richiedono una precisa localizzazione.

L'IGM ha continuamente aggiornato e mantenuto la sua rete GNSS per assicurarsi che sia all'avanguardia e fornisca dati di alta precisione. Questo è essenziale non solo per le applicazioni tradizionali di mappatura e geodesia, ma anche per nuove applicazioni emergenti legate alle sfide ambientali, come il monitoraggio del livello del mare e i cambiamenti climatici.

I dati di input sono stati, pertanto, suddivisi in due categorie:

- Quelli esistenti presso i sistemi federati, che il SIM metterà a disposizione richiamandoli, in funzione delle richieste, secondo i meccanismi di interoperabilità precedentemente descritti; Dati che alimentano e vengono utilizzati per le finalità di questo specifico applicativo ma che sono stati generati e descritti in dettaglio in altri Use Case applicativi di questo stesso verticale. Questi dati o sono già presenti nel RdS del SIM, per cui l'utente li riscontra direttamente accedendo alla user interface nel Catalogo Dati, oppure per la consultazione e l'estrazione si dovrà seguire la procedura che è stata dettagliatamente descritta nel Caso d'Uso di riferimento.
- Dati che alimentano e vengono utilizzati per le finalità di questo specifico applicativo ma che sono stati generati e descritti in dettaglio in altri Use Case applicativi di questo stesso verticale. Questi dati o sono già presenti nel RdS del SIM, per cui l'utente li riscontra direttamente accedendo alla user interface nel Catalogo Dati, oppure per la consultazione e l'estrazione si dovrà seguire la procedura che è stata dettagliatamente descritta nel Caso d'Uso di riferimento.

Rientrano in questa categoria:

- CU.VI.1 fornirà al momento le informazioni e il supporto metodologico sulle diverse tipologie di intervento sugli alvei fluviali ma potrà essere esteso anche alle diverse tipologie di intervento sui versanti;
- CU.VI.2 fornirà le informazioni sulle caratteristiche geomorfologiche e idrologiche dei bacini idrografici mediante l'integrazione nel SIM dello specifico modulo Geoframe a partire dal DTM.
- CU.VI.4 fornirà le informazioni derivate dai dati satellitari sulla copertura del suolo ed elementi antropici.
- CU.VI.5 metterà a disposizione tutte le procedure per la consultazione ed estrazione di Modelli digitali/superficiali del terreno a scala nazionale.
- CU.VI.6 metterà a disposizione tutte le procedure per la consultazione ed estrazione dei dati raccolti in situ e da strumentazione mobile, relativi sia alle reti di monitoraggio in essere che per quelle che saranno implementate nel corso del progetto. Obiettivo finale è la realizzazione di una Banca dati nazionale e interfaccia per archiviazione e gestione dati monitoraggio in situ. Nello specifico per questo applicativo dovranno essere consultabili e scaricabili le informazioni desunte da:
  - strumentazione geotecnica superficiale (fessurimetri, estensimetri, inclinometri da parete, distometri);
  - strumentazione geotecnica in foro (inclinometri, piezometri, colonne multiparametriche);
  - strumentazione topografica (stazione totale robotizzata, strumentazione GNSS, mire ottiche), radar interferometrico da terra, radar doppler;
  - telecamere, fotocamere, LiDAR, droni, corner reflector per interferometria radar satellitare spesso accoppiati a punti di monitoraggio a terra di tipo geotecnico o topografico;
  - strumentazione meteo-pluviometrica;
  - strumentazione di monitoraggio delle colate detritiche (geofoni, cavi a strappo, ecometri, pendoli).
- CU.VI.7 Fornisce le tipologie di dati che riguardano l'analisi idrologica e meteorologica, fornendo dettagli cruciali sulle precipitazioni e la loro distribuzione temporale e spaziale.

- CU.VI.9 Fornisce le previsioni meteorologiche basate su modelli matematici e dati storici che forniscono informazioni sulle condizioni atmosferiche future in una determinata area.
- CU.VI.10 modello RainFarm per mettere in condizione gli utenti esperti di fare previsioni LAM.

#### 1.4.2 Catalogo delle Fonti di Dati

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
VIAP08_DI001	IdroGEO – Sezione IFFI -Formato immagine con estensione pdf (in fase di stampa)	ISPRA	Download	Triennale	Libero senza iscrizione/ Servizi Standard OGC	I dati non contengono informazioni sensibili o personali.	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI002	IdroGEO – Pericolosità e indicatori di rischio–PIR Formato tabellare con estensione csv e xls	ISPRA	Download	Triennale	Libero senza iscrizione/ Servizi Standard OGC	I dati non contengono informazioni sensibili o personali.	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI003	PAI File formato vettoriale con estensione CPG, DBF, PRJ, SBN, SBX, SHP, SHX	ADB	Download	Triennale	Libero senza iscrizione/ Servizi Standard OGC	I dati non contengono informazioni sensibili o personali.	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI004	Carta inventario delle frane File formato Immagine con estensione PDF	ADB	Download	Triennale	Libero senza iscrizione/ Servizi Standard OGC	I dati non contengono informazioni sensibili o personali.	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI005	Mappa PGRA File formato immagine con estensione PNG	ADB	Download	Triennale	Libero senza iscrizione/ Servizi	I dati non contengono informazioni	Dato di input	Accuratezza e Integrità dei Dati

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
					Standard OGC	sensibili o personali.	per i modelli	
VIAP08_DI006	Mappa delle Aree soggette a fenomeni di instabilità File formato immagine con estensione PNG	Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale	Download	Triennale	Libero senza iscrizione/ Servizi Standard OGC	I dati non contengono informazioni sensibili o personali.	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI007	Land Cover Land Use Mapping and Monitoring Dati ottici	PNOT/IRIDE	Web	Varia	NA-	Pubblico	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI008	SAR	PNOT/IRIDE	Web	Varia	NA	Pubblico	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI009	Reti GNSS: RINEX (Receiver Independent Exchange Format): È lo standard per lo scambio di dati GNSS grezzi. CLK (Clock Format): Utilizzato per analisi GNSS ad alta precisione.	IGM	Online via portale	Giornaliero	Libero senza iscrizione/ Servizi Standard OGC	Pubblico	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati

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
	NMEA (National Marine Electronics Association) 0183: comunemente usate nei ricevitori GNSS includono GGA (informazioni di posizione), RMC (informazioni minime raccomandate) e VTG (informazioni relative alla velocità e alla rotta).							
VIAP08_DI010	Monitoraggio SAR: Dati e mappe Archivio .zip che contiene file CSV e XML. Geotiff Per i dati GNSS singolo file CSV con un file XML di intestazione associato.	Copernicus	Online tramite il portale Copernicus EGMS	Aggiornamento annuale da Sentinel (media risoluzione)	Vincolato alle specifiche del servizio	Non sensibile	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI011	PS Journal Archivio .zip che contiene file CSV e XML. Geotiff	Toscana, Veneto, Friuli Venezia Giulia e Valle d'Aosta	Online tramite il portale regionale	Aggiornamenti variabili (esigenze amministrazione locale)	Dipende dalla regione	Non sensibile	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati



<b>Id</b>	<b>Nome Sorgente Dati</b>	<b>Proprietà dei Dati (owner)</b>	<b>Modalità di Accesso</b>	<b>Frequenza di Aggiornamento</b>	<b>Soluzioni per l'Accesso ai Dati</b>	<b>Caratteristiche Sensibilità Dato</b>	<b>Uso del Dato</b>	<b>Criticità</b>
VIAP08_DI012	IRIDIUM Archivio .zip che contiene file CSV e XML. Geotiff	INGV	Accesso tramite portale INGV	Variabile	Pubblico con possibili restrizioni	Non sensibile	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI013	Geoportale Nazionale Misure interferometriche	MASE (Portale Cartografico Nazionale)	Online tramite Geoportale Nazionale	Produzione conclusa nel 2014	Pubblico	Non sensibile	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI014	Analisi InSAR	MIMIT MIMIT-DGRME, CNR-IREA	Enti accordati	Variabile	Restrigente (basato sull'accordo)	Non sensibile	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati
VIAP08_DI015	ESA G-TOP (GeoHazard TEP) Archivio .zip che contiene file CSV e XML. Geotiff	ESA	Piattaforma G-TOP	On-demand e sistematico	Libero senza iscrizione/ Servizi Standard OGC	Non sensibile	Dato di input per i modelli	Accuratezza e Integrità dei Dati

### 1.4.3 Specifiche di Contenuto

ID	Specifiche di Contenuto
VIAP08_DI001	IdroGEO – Sezione IFFI – Carta inventario dei Fenomeni Franosi. La carta visualizza le seguenti informazioni: ID Frana, Regione, Provincia, Comune, Autorità di Bacino Distrettuale, Tipo di movimento, Descrizione, Attività, Litologia, Uso Suolo, Metodo, Danni, Area Frana, Data Osservazione, Data Attivazione, Causa, Interventi.
VIAP08_DI002	IdroGEO – Pericolosità e indicatori di rischio–PIR. Sono rappresentati i dati di contesto relativi al territorio, alla popolazione residente, alle famiglie, agli edifici, alle unità locali di imprese e ai beni culturali, e i dati relativi alle aree a pericolosità da frana e idraulica e agli indicatori di rischio
VIAP08_DI003	PAI – Piani Stralcio di Bacino delle Unit of Management (uom) (ex Autorità di Bacino) –Piano Stralcio Assetto Idrogeologico – rischio da frana: Elementi antropici; Geolitologica; Geomorfologica; Inventario segnalazioni; Schede iffi; Inventario frane; Inventario indagini; Pendenze; Spessori coperture; Pericolosità da frana; Rischio da frana; Pericolosità da colata; Rischio da colata
VIAP08_DI004	Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico (pai) – Piano stralcio aree di versante, A – carta inventario delle frane composta da 27 tavole in scala 1: 25.000 in formato A0 sovradimensionato
VIAP08_DI005	PGRA Mappa personalizzata sulla base dei seguenti parametri: Dati amministrativi (Città, Comuni, Ferrovie e Strade), PAI (Peric. Geomorf., Peric. Idraulica, Rischio), PGRA (Quadro Unione Pericolosità, Quadro Unione Rischio) Cartografia di base e Scala.
VIAP08_DI006	WebGis Aree soggette a fenomeni di instabilità – DAM Puglia – Mappa personalizzata sulla base dei seguenti parametri: Dati amministrativi (Città, Comuni, Ferrovie e Strade), Frane (Aree franose, Frane (FG), Frane (Fotoin.), Frane (Archivi), Cavità artificiali, Cavità naturali, Cavità naturali); Base Cartografica e Scala.
VIAP08_DI007	Land Cover Land Use Mapping and Monitoring
VIAP08_DI008	Ground Motion Service: Mapping of Ground Motion – National Coverage Landslide Monitoring
VIAP08_DI009	Riferimento geodetico Integrazione con altre reti Supporto alla navigazione e alle applicazioni GIS
VIAP08_DI010	European Ground Motion Service (EGMS) EGMS BASIC PRODUCT FORMAT EGMS CALIBRATED PRODUCT FORMAT (LEVEL 2B) EGMS ORTHO PRODUCT FORMAT (LEVEL 3 GNSS MODEL PRODUCT FORMAT
VIAP08_DI011	PS Journal Monitoraggio SAR – con dati Sentinel (media risoluzione) o CSK (alta risoluzione) sulla base delle esigenze dell'amministrazione locale
VIAP08_DI012	IRiDiuM: mappe di spostamento SAR e serie temporali
VIAP08_DI013	Geoportale Nazionale. Misure interferometriche provenienti da diversi sensori satellitari sull'intero territorio nazionale

ID	Specifiche di Contenuto
VIAP08_DI014	Analisi InSAR delle deformazioni superficiali sulle aree di interesse di DGMRE (Direzione generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche)
VIAP08_DI015	La piattaforma G-TOP gestita da ESA offre dei servizi di processing InSAR sistematici e on demand per la comunità di utenti geo-hazard.

## 1.5 Sistemi federati

### 1.5.1 Introduzione ai Sistemi Federati

Nel campo della gestione del dissesto idrogeologico, l'efficacia della pianificazione, del monitoraggio e della risposta agli eventi ambientali è notevolmente incrementata dalla capacità dei servizi applicativi di operare in un contesto di federazione e interoperabilità. Questa integrazione si realizza attraverso una rete di sistemi applicativi e di scambio dati che comunicano tra loro, condividendo risorse informative e operazionali in maniera coordinata e sistematica. In tale contesto, è cruciale identificare e descrivere i sistemi che partecipano a questo processo collaborativo, delineando le caratteristiche distintive, le proprietà dei servizi, le modalità di interazione e le specificità legate alla sensibilità delle informazioni gestite.

I sistemi che attualmente contribuiscono a questa rete federata di scambio dati sono fondamentali per assicurare un flusso informativo coerente e continuo, supportando così la gestione delle risorse idriche e la prevenzione dei rischi idrogeologici a vari livelli.

### 1.5.2 Elenco dei Sistemi Federati

Vengono identificati e descritti i sistemi con cui il servizio applicativo opera in modalità di federazione/interoperabilità sia in termini applicativi che di scambio dati.

ID	Nome del Sistema Federato	Descrizione Dettagliata	Proprietà del servizio	Modalità di interazione in interoperabilità	Caratteristiche di sensibilità del servizio
VIAP8_SF001	Autorità Distrettuali di Bacino	Bacini Idrografici	ADB	Servizi standard OGC	Pubblico
VIAP8_SF002		Piani di Assetto Idrogeologico (PAI)			
VIAP8_SF003		Piani di gestione del rischio di alluvioni (PGRA)			
VIAP8_SF004	ISPRA (ReNDIS)	Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico	ISPRA	Servizi standard OGC	Pubblico
VIAP8_SF005		Localizzazione di interventi			
VIAP8_SF006	IGM	Riferimento geodetico  Integrazione con altre reti	Dati reti GNSS	Servizi standard OGC	Pubblico
VIAP8_SF007	PNOT/IRIDE	Immagini e prodotti satellitari ottici e SAR	PNOT	Servizi standard OGC	Pubblico
VIAP8_SF008	European Ground Motion Service (EGMS)	Dati monitoraggio dei movimenti del terreno nel tempo differito	Copernicus	Servizi standard OGC	Pubblico

ID	Nome del Sistema Federato	Descrizione Dettagliata	Proprietà del servizio	Modalità di interazione in interoperabilità	Caratteristiche di sensibilità del servizio
VIAP8_SF009	ISPRA (IdroGEO)	Catalogo IFFI  Mosaicatura nazionale pericolosità frane  Indicatori di rischio per frane e alluvioni relativi a territorio, popolazione, famiglie, edifici, imprese, beni culturali	ISPRA	Servizi standard OGC	Pubblico
VIAP8_SF010	MASE (Portale Cartografico Nazionale)	Modelli digitali del terreno  Analisi DIFSAR, Piano straordinario di telerilevamento (fino al 2014)	MASE	Servizi standard OGC	Pubblico
VIAP8_SF011	MISTRAL	Dati meteorologici osservati	MISTRAL	API	Pubblico

## 1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

### 1.6.1 Introduzione e Panorama Generale

#### Modelli/tools a supporto dell'obiettivo che saranno integrati nel SIM:

- Uno dei metodi idrologici in grado di determinare la quantità di acqua infiltrata e defluita nel terreno, utilizzato nel presente lavoro, è il **metodo del Curve Number (CN – SCS)**. Trattasi di un modello non deterministico (utilizzabile per la stima dei deflussi superficiali), ideato dal Soil Conservation Center degli Stati Uniti nel 1972 [37] che considera il deflusso superficiale come la

differenza tra precipitazione e perdite, dove in queste ultime si inglobano oltre alle perdite per infiltrazione anche quelle per intercettazione da parte delle piante, per accumulo nelle depressioni superficiali e per l'imbibimento iniziale del terreno. I parametri di tale modello non sono stati calibrati solo in base ai dati di infiltrazione, ma anche a quelli relativi a prove di laboratorio e a misure sul campo di un enorme numero di bacini di varie dimensioni negli Stati Uniti, messi in relazione con i tipi pedologici e di uso del suolo di ciascun bacino. La grossa mole di dati ed il continuo aggiornamento rendono questo metodo molto diffuso negli Stati Uniti e sempre più anche in Europa.

Per la stima del parametro CN si può utilizzare uno strumento sviluppato dallo USGS (United States Geological Survey) appositamente per ArcMap e denominato **ArcCN-Runoff**, il quale permette di operare direttamente con dati vettoriali di tipo shp file. OUTPUT finale è una carta, in formato raster, dei valori di CN composta da celle quadrate di 100x100 metri.

- **ArcSDM (Spatial Data Modeler)** rappresenta una soluzione avanzata nel campo della modellazione predittiva spaziale, fornendo un complesso di strumenti di geoprocessing integrabili nell'ambiente ArcGIS.

Questa soluzione è stata progettata con l'obiettivo di combinare mappe categoriche con mappe a scala di intervallo, ordinale o di rapporto, al fine di generare mappe predittive relative alla probabilità di occorrenza di determinati fenomeni di interesse. In particolare, nel contesto del Caso D'Uso "Mappatura della suscettibilità a fenomeni franosi", ArcSDM si pone come strumento chiave per l'elaborazione e l'analisi di dati spaziali che contribuiranno alla definizione di aree a rischio frana.

Il toolbox di ArcSDM è stato sviluppato e mantenuto dalla Geological Survey of Finland (GTK), in collaborazione con una comunità open source. La compatibilità è assicurata con le versioni di ArcGIS 10.4 e successive, nonché con ArcGIS Pro dalla versione 2.5 in avanti, rendendo così ArcSDM una soluzione flessibile ed aggiornata alle più recenti tecnologie GIS.

- **Metodo di Slope Stability Analysis:** La Slope Stability Analysis è una parte fondamentale della valutazione della suscettibilità alle frane, in particolare per la previsione delle frane in terreni inclinati e ripidi. Questo metodo permette di valutare la suscettibilità alle frane analizzando la stabilità dei pendii. Utilizza equazioni di equilibrio per determinare la stabilità di un pendio in relazione a fattori come angolo di inclinazione, coesione del terreno, peso del pendio e pressione dell'acqua. Nell'ambito del CU1.8, **OpenSees** (Software OpenSource) può essere utilizzato per valutare la stabilità dei pendii e, di conseguenza, la suscettibilità alle frane. OpenSees è un software molto flessibile che consente agli utenti di modellare e analizzare una vasta gamma di problemi geotecnici, compresa la stabilità dei pendii, inoltre, è molto utilizzato nella comunità di ingegneria civile e geotecnica per questo tipo di analisi.
- **Modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN):** Le reti neurali artificiali sono utilizzate per analizzare dati complessi e identificare pattern che possono indicare la suscettibilità alle frane. Il SIM metterà a disposizione infrastrutture e strumenti per realizzare l'apprendimento supervisionato di una rete. Una volta addestrata, la rete può essere utilizzata per fare previsioni

su nuovi dati, come identificare aree a rischio di frana in base alle informazioni geologiche, topografiche e climatiche disponibili.

- **SANF** (*Sistema di Allertamento Nazionale per la previsione di Frane pluvio-indotte*): sistema previsionale territoriale a scala nazionale basato un modello probabilistico in grado di restituire la probabilità di innesco di frana per date misure, stime e previsioni di pioggia. È un sistema a scala nazionale **che utilizza un modello probabilistico** in grado di restituisce la probabilità di innesco di frana per date misure e previsioni di pioggia. SANF è finalizzato alla previsione di frane superficiali con un meccanismo di innesco fortemente correlato con la pioggia e utilizza misure, stime e previsioni di pioggia a scala oraria. Utilizza un modello statistico di suscettibilità da frana per considerare la predisposizione al dissesto del territorio nazionale.
- **SUSHI** (*Saturated Unsaturated Slope for Hydrological Instability*): Il modello che consente di analizzare l'insieme dei fenomeni fisici che avvengono nel pendio quali i processi di infiltrazione delle piogge e le variazioni degli stati di sollecitazione, fornendo in maniera esplicita le relazioni intercorrenti tra precipitazioni meteoriche e pressioni neutre ed in ultimo con l'analisi di stabilità. Le precipitazioni e la conseguente infiltrazione di acqua nel sottosuolo rappresentano i principali fattori che contribuiscono al verificarsi di fenomeni franosi poiché determinano una notevole alterazione del regime delle pressioni neutre (diminuzione della tensione capillare negli strati di suolo insaturi, aumento della pressione dei pori negli strati già saturi). Tali variazioni comportano in generale una riduzione delle forze di resistenza del terreno influenzando di conseguenza la stabilità del pendio.

### 1.6.2 Criteri di Selezione

La scelta dei modelli specifici è stata basata su una valutazione dei requisiti dell'applicazione e di criteri come Efficienza Computazionale, Scalabilità e compatibilità con la tecnologia selezionata per implementare l'intero sistema SIM.

### 1.6.3 Tipologie di Funzioni Applicative

I CU1.8 del SIM integra diverse metodologie focalizzate sulla previsione della suscettibilità alle frane. Utilizzando il modello "Curve Number (CN – SCS)" in collaborazione con ArcCN-Runoff, il sistema valuta l'infiltrazione e il deflusso idrico.

ArcSDM offre uno strumento avanzato per la modellazione predittiva spaziale, particolarmente rilevante per il caso d'uso di "Mappatura della suscettibilità a fenomeni franosi". La "Slope Stability Analysis" valuta la stabilità dei pendii, avvalendosi di OpenSees per analisi geotecniche.

Le "Reti Neurali Artificiali (ANN)" vengono utilizzate per analizzare dati complessi, identificando pattern associati alle frane. Il SIM supporta l'apprendimento supervisionato, fornendo un'infrastruttura per la generazione di mappe di suscettibilità.

L'applicativo CU1.8 si distingue per la gestione avanzata dei dati, la modellazione predittiva spaziale e l'integrazione di strumenti per l'analisi di suscettibilità alle frane. Il SIM, a valenza nazionale, fornisce big data cruciali per modelli geologici o geotecnici, mantenendo un ambiente "profilato" per utenti esperti.

#### 1.6.4 Dettagli sugli Algoritmi

Saranno avviati specifici MVP (Minimum Viable Product) con l'obiettivo di condurre una valutazione completa delle possibili strategie e algoritmi da implementare.

##### **Nome dell'algoritmo: Metodo di Slope Stability Analysis con OpenSees**

- **Descrizione:** La Slope Stability Analysis è un metodo di valutazione della suscettibilità alle frane, focalizzato sulla previsione delle frane in terreni inclinati e ripidi. Questo metodo analizza la stabilità dei pendii attraverso equazioni di equilibrio, tenendo conto di vari fattori che influenzano la stabilità di un pendio.
- **Passaggi Chiave:**
  1. Valutazione dell'angolo di inclinazione del pendio e delle proprietà del terreno.
  2. Determinazione della coesione del terreno e del peso del pendio.
  3. Calcolo della pressione dell'acqua nel terreno.
  4. Utilizzo delle equazioni di equilibrio per determinare la stabilità del pendio.
  5. Applicazione di OpenSees per un'analisi dettagliata e modellazione della stabilità dei pendii.
- **Input:** Dati sul pendio (inclinazione, proprietà del terreno, coesione, peso), dati sulla pressione dell'acqua nel terreno, e altri fattori geotecnici.
- **Output:** Valutazione della stabilità del pendio, mappa della suscettibilità alle frane, e altri risultati analitici legati alla stabilità dei pendii.
- **Complessità computazionale:** Alta, data la necessità di analizzare vari fattori che influenzano la stabilità di un pendio.
- **Utilizzo:** Valutazione della suscettibilità alle frane, in particolare in contesti con terreni inclinati e ripidi.
- **Grado di Maturità:** Consolidato. OpenSees è un software riconosciuto e utilizzato nella comunità di ingegneria civile e geotecnica per analisi di questo tipo.
- **Riferimenti:**
  - Proprietà: OpenSees è un software open source.
  - Qualità e aggiornamenti: OpenSees è molto utilizzato nella comunità di ingegneria civile e geotecnica, il che suggerisce che sia ben mantenuto e che le sue funzionalità siano di alta qualità per l'analisi della stabilità dei pendii.

##### **Nome dell'algoritmo: Modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN) per la previsione della suscettibilità alle frane**



- **Descrizione:** Le reti neurali artificiali sono algoritmi di apprendimento automatico che emulano il funzionamento dei neuroni nel cervello umano. Nel contesto della previsione della suscettibilità alle frane, le ANN analizzano dati geologici, topografici e climatici per identificare pattern e prevedere aree a rischio di frana.
- **Passaggi Chiave:**
  1. Raccolta e preparazione dei dati geologici, topografici e climatici.
  2. Design e inizializzazione della rete neurale artificiale.
  3. Apprendimento supervisionato: addestramento della rete utilizzando un insieme di dati noti.
  4. Validazione e ottimizzazione della rete.
  5. Previsione su nuovi dati: utilizzo della rete addestrata per identificare aree a rischio di frana.
- **Input:** Dati geologici, topografici e climatici.
- **Output:** Previsioni sulle aree a rischio di frana, basate sui pattern identificati durante l'addestramento.
- **Complessità computazionale:** Alta, dato l'utilizzo di reti neurali e la necessità di addestrarle su grandi set di dati.
- **Utilizzo:** Analisi e previsione della suscettibilità alle frane, specialmente in contesti dove sono presenti dati complessi e dove è cruciale identificare pattern sottili che possono indicare rischi.
- **Grado di Maturità:** Consolidato. Le reti neurali artificiali sono state ampiamente adottate in numerosi campi di ricerca e applicazioni industriali, dimostrando la loro efficacia in molteplici contesti.
- **Riferimenti:**
  - Proprietà: L'approccio basato su reti neurali artificiali è un metodo generale di apprendimento automatico; quindi, non è "di proprietà" di un'entità specifica.
  - Qualità e aggiornamenti: L'efficacia e l'affidabilità delle reti neurali dipendono dalla qualità dei dati di addestramento e dalla competenza con cui sono configurate e utilizzate. Nel contesto del SIM, la messa a disposizione di infrastrutture e strumenti dedicati suggerisce un impegno verso l'alta qualità e l'aggiornamento.

#### 1.6.5 Dettagli sui Modelli

##### Nome del Modello: Curve Number (CN – SCS)

- **Descrizione:** Il metodo del Curve Number (CN – SCS) è un modello idrologico utilizzato per determinare la quantità di acqua infiltrata e defluita nel terreno. Si tratta di un modello non deterministico ideato per la stima dei deflussi superficiali.

- **Passaggi Chiave:**

1. Considerazione del deflusso superficiale come la differenza tra precipitazione e perdite.
2. Aggregazione nelle perdite delle componenti legate all'infiltrazione, intercettazione da parte delle piante, accumulo nelle depressioni superficiali e imbibimento iniziale del terreno.
3. Utilizzo di parametri basati su dati di infiltrazione, prove di laboratorio e misure sul campo di vari bacini.
4. Relazione dei parametri con i tipi pedologici e di uso del suolo di ciascun bacino.
5. Stima del parametro CN attraverso strumenti come ArcCN-Runoff dello USGS.

- **Input:** Dati relativi a precipitazione, tipi pedologici, uso del suolo, dati di infiltrazione, misure sul campo di vari bacini.

- **Output:** Carta in formato raster dei valori di CN, composta da celle quadrate di 100x100 metri.

- **Complessità computazionale:** Moderata (basato sull'elaborazione e considerazione di diversi parametri e dati).

- **Utilizzo:** Il metodo viene utilizzato per la stima dei deflussi superficiali, particolarmente utile nella gestione delle risorse idriche e nell'analisi idrologica di una regione.

- **Grado di Maturità:** Consolidato (data la vasta applicazione negli Stati Uniti e l'adozione crescente in Europa).

- **Riferimenti:**

- Proprietà: Soil Conservation Center degli Stati Uniti
- Qualità e aggiornamenti: Il metodo si basa su una vasta mole di dati, e riceve aggiornamenti continui, garantendo la sua qualità e precisione.
- Strumento per la stima: ArcCN-Runoff sviluppato dallo USGS (United States Geological Survey) per ArcMap.

### Nome del Modello: ArcSDM (Spatial Data Modeler)

- **Descrizione:** ArcSDM è una soluzione avanzata per la modellazione predittiva spaziale, che offre una suite di strumenti di geoprocessing integrati nell'ambiente ArcGIS. È particolarmente rilevante nella mappatura della suscettibilità a fenomeni franosi, fornendo analisi e elaborazioni di dati spaziali per identificare aree a rischio frana.
- **Passaggi Chiave:**
  1. Integrazione di ArcSDM nell'ambiente ArcGIS.
  2. Elaborazione di dati spaziali attraverso gli strumenti forniti da ArcSDM.
  3. Analisi predittiva per identificare aree con suscettibilità a fenomeni franosi.
  4. Utilizzo delle funzionalità avanzate di ArcSDM per ottimizzare e affinare le previsioni.
- **Input:** Dati spaziali e geografici, informazioni topografiche, dati relativi ai fenomeni franosi e altri fattori correlati.
- **Output:** Mappe e modelli predittivi che definiscono aree con suscettibilità a fenomeni franosi e altri risultati analitici spaziali.
- **Complessità computazionale:** Alta (data la necessità di analizzare e modellare complessi set di dati spaziali).
- **Utilizzo:** Principalmente nella mappatura della suscettibilità a fenomeni franosi, ma ArcSDM può essere utilizzato anche in altri contesti dove è richiesta una modellazione predittiva spaziale.
- **Grado di Maturità:** Consolidato (compatibile con le versioni avanzate di ArcGIS e mantenuto da una comunità attiva).
- **Riferimenti:**
  - Proprietà: Geological Survey of Finland (GTK).
  - Qualità e aggiornamenti: Sviluppato e mantenuto dalla Geological Survey of Finland (GTK) con il supporto di una comunità open source. ArcSDM è compatibile con versioni avanzate di ArcGIS, garantendo la sua attualità e rilevanza con le più recenti tecnologie GIS.

### Nome del Modello: SANF

- **Descrizione:** è una soluzione previsionale territoriale a scala nazionale basato un modello probabilistico in grado di restituire la probabilità di innesco di frana per date misure, stime e previsioni di pioggia
- **Passaggi Chiave:**
  1. Importazione Dati: Acquisisce, memorizza e valida ogni ora i dati di pioggia misurati da pluviometri.

- 2. Confronto e Calcolo della Probabilità: Confronta le piogge misurate e/o previste con soglie pluviometriche per calcolare la probabilità di frane.
- 3. Generazione di Mappe di Previsione: Utilizza pioggia misurata, prevista e valori di suscettibilità per generare e distribuire mappe di previsione a scala sinottica.
- **Input:** Misure di precipitazione da pluviometri ogni ora, previsioni quantitative di pioggia ogni dodici ore per le successive 72 ore e soglie pluviometriche per calcolare la probabilità di frane.
- **Output:** Mappe puntuali e interpolate della previsione dei livelli di criticità per l'occorrenza di frane pluvio-indotte. Le mappe sono basate su (i) la pioggia misurata nelle 96 ore precedenti, (ii) la pioggia prevista nelle 24 ore successive e (iii) la combinata della pioggia misurata, prevista e dei valori di suscettibilità.
- **Complessità computazionale:** Utilizza esclusivamente software Open Source. Requisiti computazionali legati alla gestione di grandi quantità di dati pluviometrici e alle operazioni di confronto e calcolo della probabilità.
- **Utilizzo:** Prevalentemente per monitoraggio in tempo reale della probabilità di frane pluvio-indotte.
- **Grado di Maturità:** Consolidato
- **Riferimenti:**
  - CNR IRPI
  - Dipartimento di Protezione Civile (DPC)

#### Nome del Modello: SUSHI

- **Descrizione:** Il modello sviluppato per analizzare fenomeni idrologici e geotecnici nei pendii, focalizzandosi su infiltrazioni dovute alle piogge e variazioni di sollecitazioni. Il suo obiettivo è valutare, in tempo reale, le condizioni di innesco di frane, considerando sia aspetti fenomenologici che quantitativi.
- **Passaggi Chiave:**
  1. Importazione e pre elaborazione di dati di input
  2. Simulazione: Si compone di moduli idrologico e geotecnico. Modulo idrologico in grado di modellare la circolazione dell'acqua nel sottosuolo in condizioni di totale e parziale saturazione, ed un modulo geotecnico per l'analisi delle condizioni di stabilità dei versanti.
  3. Produzione di prodotti a valore aggiunto con informazioni sulla circolazione dell'acqua nel sottosuolo, pressioni neutre, e analisi di stabilità del pendio. Può generare previsioni delle criticità future.

- **Input:** geometria del pendio da analizzare, stratigrafia con le caratteristiche idrologiche e geotecniche dei suoli, dati di pioggia su scala oraria e dati di monitoraggio in situ (se disponibili).
- **Output:** carte tematiche, grafici, dati alfanumerici contenenti informazioni su:
  - grandezze misurate (carico idraulico, pressione neutra, stato tensionale e deformativo, spostamenti)
  - andamenti temporali delle stesse rispetto a predefiniti punti di controllo gestiti dall'utente
  - andamento nel tempo del fattore di sicurezza globale del pendio
  - criticità future in termini di distribuzione delle pressioni neutre, di fattore di sicurezza globale, di spostamenti e degli stati tenso-deformativi, (analisi abilitate dal modulo di generazione delle piogge future)
- **Complessità computazionale:** Il modello SUSHI è un approccio numerico avanzato, riconducibile al Metodo agli Elementi Finiti. Sebbene il Metodo agli Elementi Finiti (FEM) sia un potente strumento per la risoluzione di problemi di ingegneria, può comportare una complessità computazionale elevata.
- **Utilizzo:** Monitoraggio della vulnerabilità in aree soggette a frane
- **Grado di Maturità:** Consolidato. Il modello può essere utilizzato solo a scala di versante
- **Riferimenti:**
  - Department of Environmental and Chemical Engineering, University of Calabria, Arcavacata di Rende (CS), Italy
  - <https://hess.copernicus.org/preprints/10/12643/2013/hessd-10-12643-2013.pdf>
  - Caso 1. Applicazione evento di Sarno, 5 Maggio 1998, area Versante del Tuostolo (Campania): caso di terreni fortemente eterogenei, suoli piroclastici, dominio irregolare, pendio a forte pendenza influenzato dai livelli di suzione degli strati di cenere, condizioni al contorno variabili nello spazio e nel tempo, simulazione del flusso idrico sotterraneo nel caso di totale e parziale saturazione. (Capparelli G. and Versace (2014). Hydrology and Earth System Sciences, vol. 18, p. 3225-3237)
  - Caso 2. Applicazione area di Fiego, (Calabria): caso di terreni fortemente eterogenei, con stratigrafie di suoli granulari addensati, pendio a debole pendenza influenzato dalle variazioni dei livelli di falda.

Segue una tabella di sintesi per i quattro modelli/algoritmi:

Nome Algoritmo	Descrizione Breve	Input	Output	Complessità Computazionale	Grado di Maturità	Riferimenti
Metodo del Curve Number (CN - SCS)	Modello per la stima dei deflussi superficiali basato su dati di infiltrazione e altri parametri.	Dati di infiltrazione, tipo pedologico, uso del suolo	Carta dei valori di CN	Moderata	Consolidato	Soil Conservation Center, USGS
ArcSDM	Modellazione predittiva spaziale per la definizione di aree a rischio frana.	Dati spaziali	Aree a rischio frana	Alta	Consolidato	Geological Survey of Finland (GTK), comunità open source
Metodo di Slope Stability Analysis con OpenSees	Analisi della stabilità dei pendii per prevedere frane in terreni inclinati e ripidi.	Angolo di inclinazione, coesione del terreno, etc.	Stabilità dei pendii/ Aree a rischio frana	Alta	Consolidato	OpenSees, comunità di ingegneria civile e geotecnica
Modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN)	Utilizzo di reti neurali per identificare pattern nei dati geologici e climatici e prevedere aree a rischio.	Dati geologici, topografici e climatici	Previsioni sulle aree a rischio di frana	Alta	Consolidato	Generale nel campo dell'apprendimento automatico

Nome Algoritmo	Descrizione Breve	Input	Output	Complessità Computazionale	Grado di Maturità	Riferimenti
	soluzione previsionale territoriale a scala nazionale basato un modello probabilistico o in grado di restituire la probabilità di innesco di frana per date misure, stime e previsioni di pioggia	Misure di precipitazione da pluviometri ogni ora	Mappe puntuali e interpolate della previsione dei livelli di criticità per l'occorrenza di frane pluvio-indotte	Media	Consolidato	CNR IRPI DPC
SUSHI	per analizzare fenomeni idrologici e geotecnici nei pendii, focalizzando su infiltrazioni dovute alle piogge e variazioni di sollecitazioni. Il suo obiettivo è valutare, in tempo reale, le condizioni di innesco di frane, considerando sia aspetti fenomenologici che quantitativi.	geometria del pendio da analizzare, stratigrafia con le caratteristiche idrologiche e geotecniche e degli suoli, dati di pioggia su scala oraria e dati di monitoraggio in situ (se disponibili).	informazioni sulla circolazione dell'acqua nel sottosuolo, pressioni neutre, e analisi di stabilità del pendio. Può generare previsioni delle criticità future	Alta	Consolidato	Department of Environmental and Chemical Engineering, University of Calabria, Arcavacata di Rende (CS), Italy Caso1, Caso 2 (Ved dettagli modello)

### 1.6.6 Interazione tra Algoritmi e Modelli

Il metodo del Curve Number (CN - SCS) stimando deflussi superficiali, utilizza parametri basati su dati di infiltrazione e prove di laboratorio. In collaborazione con ArcCN-Runoff, produce una carta raster di valori CN. ArcSDM, integrazione avanzata in ArcGIS, analizza dati spaziali per identificare aree a rischio frana. La Slope Stability Analysis, con OpenSees, predice la stabilità di pendii, considerando coesione, angolo di inclinazione e pressione dell'acqua. Modelli basati su Reti Neurali Artificiali prevengono la suscettibilità alle frane, apprendendo da dati geologici, topografici e climatici. In aggiunta SANF permette di calcolare la probabilità di innesco di frana per date misure, stime e previsioni di pioggia e SUSHI consente di analizzare l'insieme dei fenomeni fisici che avvengono nel pendio quali i processi di infiltrazione delle piogge e le variazioni degli stati di sollecitazione

### 1.6.7 Analisi della Complessità Computazionale

La complessità computazionale dei metodi varia. Il Curve Number (CN - SCS) e l'ArcCN-Runoff presentano una moderata complessità, basata sull'elaborazione di diversi parametri e dati. ArcSDM, focalizzato sulla mappatura della suscettibilità a fenomeni franosi, è caratterizzato da una complessità alta, richiedendo l'analisi dettagliata di complessi set di dati spaziali. La Slope Stability Analysis con OpenSees mostra un'alta complessità, coinvolgendo l'analisi di fattori critici per la stabilità dei pendii. I modelli basati su Reti Neurali Artificiali (ANN) affrontano una complessità elevata, implicando l'apprendimento da grandi set di dati. SANF presenta una complessità computazionale Media mentre SUSHI una complessità Elevata

### 1.6.8 Casistica di Utilizzo

Il metodo del Curve Number (CN - SCS) trova ampio impiego nella stima dei deflussi superficiali, offrendo una gestione efficiente delle risorse idriche e analisi idrologiche regionali. ArcSDM, specializzato nella mappatura della suscettibilità a fenomeni franosi, risulta fondamentale per identificare e gestire le aree a rischio di frana. La Slope Stability Analysis con OpenSees è cruciale per valutare la suscettibilità alle frane in terreni ripidi. I modelli basati su Reti Neurali Artificiali prevedono con successo la suscettibilità alle frane, particolarmente in contesti con dati complessi.

### 1.6.9 Misure di Validazione e Verifica

Per garantire l'affidabilità e la precisione dei risultati ottenuti attraverso gli algoritmi, sono implementate misure di validazione. Queste misure consentono all'utente di valutare la correttezza e l'attendibilità delle informazioni generate. I metodi di validazione e verifica sono basati sul confronto con risultati noti.

## 1.7 Dati di output

### 1.7.1 Introduzione

Il paragrafo ha lo scopo di fornire una dettagliata descrizione dei dati generati e resi disponibili dal servizio applicativo. Gli obiettivi specifici di questa sezione includono la creazione di un elenco



completo dei dati prodotti, la definizione delle loro proprietà, l'indicazione delle modalità di accesso, la frequenza di aggiornamento, le soluzioni di accesso disponibili e la gestione delle caratteristiche legate alla sensibilità dei dati. Queste informazioni sono fondamentali per garantire una comprensione completa dei risultati prodotti dal servizio applicativo e per facilitare la loro gestione e utilizzo da parte degli utenti e degli amministratori del sistema. Introduzione  
Panoramica generale dei dati di output prodotti dalla funzione applicativa del SIM e perché questi dati sono rilevanti. Spiegazione dell'importanza di comprendere le varie proprietà dei dati di output.

## 1.7.2 Elenco Dati di Output

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche Sensibilità Dato	Criticità
VIAP8_DO001	Carta di suscettibilità Movimenti del suolo Il prodotto "Carta di Suscettibilità Movimenti del Suolo" è un layer cartografico che rappresenta le aree di un'area geografica che sono più o meno suscettibili a movimenti del suolo. Raster (GeoTIFF, Jp3g) o Vettoriale (Shape file o Jason)	MASE	Download / Servizi Standard OGC Manuale Tramite GUI/Automatica tramite API	Su Richiesta di un Utente o altro applicativo	Non Riservato	Accesso ai dati di input
VIAP8_DO002	Mappa di velocità Il Prodotto "mappa di velocità" è un layer cartografico che rappresenta le velocità di spostamento di punti o aree della superficie terrestre nel tempo. Queste mappe sono derivate da misurazioni InSAR che rilevano cambiamenti nella fase delle onde radar riflesse dalla superficie terrestre. Raster (GeoTIFF, Jp3g) o Vettoriale (Shape file o Jason)	MASE	Download / Servizi Standard OGC Manuale Tramite GUI/Automatica tramite API	Su Richiesta di un Utente o altro applicativo	Non Riservato	Accesso ai dati di input
VIAP8_DO003	Mappa Degli Spostamenti Il prodotto "mappa degli spostamenti" in analisi interferometriche da Synthetic Aperture Radar (InSAR) che rappresenta le deformazioni del terreno in termini di spostamenti, sia nella direzione verticale che orizzontale Raster (GeoTIFF, Jp3g) o Vettoriale (Shape file o Jason)	MASE	Download / Servizi Standard OGC Manuale Tramite GUI/Automatica tramite API	Su Richiesta di un Utente o altro applicativo	Non Riservato	Accesso ai dati di input

