



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM)

Progetto Esecutivo

ALLEGATO _VI_CU.VI.07

Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica



**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.7 – Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica	5
1.1	Obiettivo del servizio applicativo.....	5
1.1.1	Introduzione.....	5
1.1.2	Scopo Generale.....	5
1.1.3	Esigenze e Requisiti chiave	6
1.1.4	Tematiche e Obiettivi Correlati.....	7
1.1.5	Benefici Attesi.....	10
1.1.6	Vincoli e Limitazioni	10
1.1.7	Stakeholders Coinvolti	11
1.1.8	Conclusione e Riepilogo	14
1.2	Requisiti funzionali.....	15
1.2.1	Elenco dei Requisiti Funzionali	15
1.2.2	Requisiti non Funzionali Correlati	28
1.2.3	Vincoli e Limitazioni	31
1.3	Architettura logico-applicativa del Sistema.....	33
1.3.1	<i>Requisiti Non-Funzionali</i>	33
1.3.2	Diagramma Architetturale	34
1.3.3	Piattaforme SIM utilizzate.....	35
1.4	Dati di input.....	39
1.4.1	Introduzione ai Dati di Input	39
1.4.2	Catalogo delle Fonti di Dati.....	40
1.4.3	Specifiche di contenuto	42
1.5	Sistemi federati	43
1.5.1	Introduzione ai Sistemi Federati.....	43
1.5.2	Elenco dei Sistemi Federati.....	43
1.6	Funzioni, Algoritmi e Modelli	44
1.6.1	Introduzione e Panorama Generale.....	44

1.6.2	Criteri di Selezione.....	44
1.6.3	Tipologie di Funzioni Applicative	44
1.6.4	Dettagli sugli Algoritmi	44
1.6.5	Dettagli sui Modelli	48
1.6.6	Interazione tra Algoritmi e Modelli.....	48
1.6.7	Analisi della Complessità Computazionale	49
1.6.8	Casistica di Utilizzo	49
1.6.9	Misure di Validazione e Verifica	49
1.7	Dati di output.....	49
1.7.1	Introduzione.....	49
1.7.2	Elenco Dati di Output	49

1 CU.VI.7 – Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica

1.1 Obiettivo del servizio applicativo

1.1.1 Introduzione

L'applicativo è dedicato all'analisi delle serie storiche dei massimi annuali di pioggia intensa per le durate 1, 3, 6, 12, 24 ore provenienti da pubblicazioni storiche (Annali idrologici), ovvero calcolati a partire dai dati pioggia istantanea rilevati dalle reti meteo-idro e agro-meteo nazionali, regionali e delle province autonome. L'utilità di tale analisi riguarda sia la valutazione della frequenza di accadimento (tempo di ritorno) degli eventi pluviometrici intensi ovvero per il dimensionamento/progettazione di opere di difesa idraulica, di drenaggio, perimetrazione delle aree soggette a diversa pericolosità di inondazione, ecc.

L'obiettivo è quello di elaborare le serie storiche di ogni pluviometro afferente alla piattaforma SIM per creare modelli matematici in grado di riprodurre il regime pluviometrico nelle aree di interesse. Le informazioni generate dall'applicativo sono utili a valutare il pericolo associato a fenomeni intensi e a fornire informazioni di supporto alle attività di progettazione e verifica dei sistemi di drenaggio delle acque meteoriche e degli interventi di sistemazione idrogeologica.

1.1.2 Scopo Generale

L'applicativo CU.VI.7 "Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica" effettua analisi del regime pluviometrico di una determinata area geografica a partire dai dati storici disponibili e dalle misure di pioggia aggiornate progressivamente con la vita del servizio, fornendo parametri di tipo statistico per la valutazione della probabilità di occorrenza di eventi intensi ed estremi.

L'applicativo si rivolge a utenti di riferimento di tipo pubblico che operano nel campo della prevenzione e gestione delle emergenze idrogeologiche e a professionisti nel settore dell'ingegneria civile. Infatti, l'applicativo potrà essere consultato sia a scopo di pianificazione e prevenzione, fornendo i dati necessari per le analisi dell'assetto idrogeologico, per la progettazione di opere idriche e di sistemazione idro-geologica, che di valutazione della pericolosità di eventi in corso (gestione dell'emergenza) o passati (verifica).

A tal fine verrà realizzato un ambiente integrato in cui l'utente accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata e, attraverso la GUI con visualizzazione geografica, può disporre di una serie di funzionalità in grado elaborare e restituire:

- Tabelle dei parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP, anche dette curve intensità-durata-frequenza IDF) per assegnati tempi di ritorno e area geografica
- Grafici delle curve di probabilità pluviometrica per ogni stazione presente nell'area di interesse
- Mappe dei parametri delle LSPP spazializzati geograficamente nell'area di interesse

I dati prodotti delle elaborazioni effettuate dall'applicativo saranno sia visualizzabili a schermo attraverso la piattaforma geografica del SIM che scaricabili dall'utente sotto forma di file nei vari formati standard.

Considerata la complessità e la varietà dei metodi di interpolazione spaziale e di tipo probabilistico disponibili per il calcolo delle curve LSPP, si lascia alla sensibilità dell'utente la scelta tra le diverse distribuzioni di probabilità e metodi di stima dei parametri e la facoltà di considerare diversi indicatori della bontà di adattamento della distribuzione scelta ai dati. L'applicativo consentirà inoltre all'utente di elaborare le mappe dei parametri delle LSPP con metodologie di analisi geostatistica selezionabili tra le più comuni tecniche di tipo statistico e deterministico.

Oltre alle funzionalità di elaborazione e restituzione delle analisi su richiesta dell'utente, l'applicativo dispone di un metodo di aggiornamento automatico, su base annuale, delle statistiche pluviometriche storizzate nel repository per ogni stazione di misura (annali idrologici) e delle mappe dei parametri delle LSPP. Tale funzionalità consente di arricchire la rappresentatività delle statistiche pluviometriche sulla base delle nuove misure effettuate, cogliendo potenziali variazioni del regime meteo-pluviometrico sui territori oppure per sfruttare il contenuto informativo apportato da misure a risoluzione temporale più elevata, eventualmente effettuate da nuova strumentazione, in grado di descrivere fenomeni intensi e di breve durata.

1.1.3 Esigenze e Requisiti chiave

I dati pluviometrici e le statistiche degli annali idrologici necessari per l'esecuzione delle elaborazioni dell'applicativo 1.7 saranno resi disponibili dai sistemi federati, mediante i protocolli di interoperabilità della piattaforma SIM. Per permettere all'utente di impostare i diversi parametri di calcolo delle curve di probabilità pluviometrica, è necessario predisporre un'interfaccia grafica che consenta di specificare:

- Area di interesse
- Tempo/i di ritorno
- Stazione pluviometrica
- Distribuzione statistica
- Metodo di stima dei parametri
- Metodo di test della bontà di adattamento
- I dettagli riguardanti gli algoritmi utilizzati sono specificati all'interno del relativo capitolo.

I dettagli riguardanti gli algoritmi utilizzati sono specificati all'interno del capitolo 1.6.

L'obiettivo finale è la restituzione all'utente dei seguenti Output con le modalità specificate:

- Valori massimi annuali della variabile pioggia cumulata al variare della durata dell'evento (tipicamente 1, 3, 6, 12 e 24 ore) e per durate sub-orario nel caso di disponibilità della misura ad elevate risoluzioni temporali. Le modalità previste di accesso agli elaborati sono la visualizzazione a schermo dei valori tabellari attraverso l'interfaccia utente del SIM e il download del dato (scelta tra file Excel o CSV).
- Tabella dei parametri delle curve LSPP per i tempi di ritorno impostati. Le modalità previste di accesso agli elaborati sono la visualizzazione a schermo dei valori tabellari attraverso l'interfaccia utente del SIM e il download del dato (scelta tra file Excel o CSV).

- Plot a 2 assi di tipo multi-serie rappresentanti le curve di possibilità pluviometrica in numero pari ai tempi di ritorno selezionati. La modalità prevista di accesso agli elaborati è la visualizzazione a schermo dei grafici attraverso l'interfaccia utente del SIM e il download delle immagini (disponibile la scelta tra formato raster, png, e vettoriale, svg).
- Mappe dei parametri delle curve LSPP con scelta tra le più comuni metodologie di spazializzazione in formato raster in numero pari alla quantità di parametri previsti dalla formulazione delle LSPP adottata (di default a tre parametri) e ai tempi di ritorno richiesti. La modalità prevista di accesso agli elaborati cartografici è la visualizzazione a schermo delle mappe attraverso l'interfaccia webGIS del SIM sotto forma di layer selezionabili e il download degli stessi in formato raster georeferenziato (es. TIFF).
- Parametro binario di superamento o meno del test, distribuzione della variabile di test

L'applicativo sarà in grado di gestire in funzione del profilo utente diversi livelli di condivisione delle informazioni attraverso l'accesso sia a repository documentale, sia a repository di sviluppo.

Nel caso di repository documentale sarà possibile condividere con gli altri utenti sia linee guida, sia analisi fatte, mentre nel caso di repository di sviluppo (Intelligent Platform) sarà possibile creare, condividere ed effettuare il versionamento del flusso di lavoro o del codice.

È inoltre necessario che l'applicativo preveda una duplice modalità di esecuzione: su richiesta dell'utente e in automatico con ricorrenza su base annuale.

In particolare, la modalità automatica dovrà riguardare le seguenti elaborazioni:

- L'aggiornamento delle statistiche degli annali idrologici relative ai valori di pioggia massimi annuali osservati da ogni stazione pluviometrica per le diverse durate di riferimento
- L'aggiornamento delle mappe a scala nazionale dei parametri delle LSPP vincolata alla disponibilità di nuove statistiche negli annali idrologici. Tale modalità di esecuzione delle LSPP produrrà mappe calcolate sia con la distribuzione di probabilità EV che GEV e per valori di tempo di ritorno pari a 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anni.

Considerata la notevole rilevanza operativa della mappatura, su scala regionale e nazionale, dei parametri delle dette curve per gli utenti di tipo Autorità di Bacino, l'applicativo raccoglierà e consentirà la visualizzazione e il download degli elaborati delle analisi di regionalizzazione statistica condotte nel progetto VA.PI. Sulla Valutazione delle Piene in Italia del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche.

1.1.4 Tematiche e Obiettivi Correlati

Le Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP) rappresentano uno strumento fondamentale nel quadro della gestione del rischio idrogeologico, particolarmente per gli esperti del settore. In questo ambito, la capacità di determinare con un adeguato grado di affidabilità il regime pluviometrico nel territorio è cruciale per quantificare i rischi associati a fenomeni pluvio-indotti quali alluvioni, frane e inondazioni. Le LSPP, attraverso l'analisi geostatistica delle tendenze pluviometriche e della loro spazializzazione sia a scala regionale che nazionale, forniscono la base

dati necessaria per la pianificazione di misure preventive, per la progettazione di opere e per la classificazione del pericolo a supporto di protocolli di notifica alle comunità e delle strutture a rischio. Di conseguenza, l'integrazione di tali elaborazioni nei sistemi di supporto alle decisioni permette consente non solo una migliore pianificazione a breve termine, ma anche la formulazione di strategie a lungo termine per la gestione sostenibile delle risorse idriche e del territorio.

La necessità di disporre di un applicativo apposito per il calcolo delle LSPP e la loro spazializzazione nel contesto del Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) emerge dall'importanza delle analisi degli eventi pluviometrici estremi e dalla complessità di tali elaborazioni se effettuate autonomamente dall'utente. Tale applicativo dovrà non solo automatizzare e facilitare l'analisi di grandi set di dati, ma anche consentire agli utenti di selezionare le distribuzioni di probabilità utilizzate nell'analisi, i metodi di calcolo dei parametri, e i metodi di test di bontà di adattamento in base alle loro specifiche esigenze e al contesto locale.

Nel settore delle analisi pluviometriche le distribuzioni di probabilità più comunemente considerate per rappresentare i valori massimi pluviometrici sono:

- Gumbel EV a 2 parametri
- Generalizzata dei valori estremi GEV a 3 parametri

La scelta della distribuzione di probabilità che meglio si adatta alle statistiche dei valori di pioggia massimi può dipendere da vari fattori, tra cui la natura dei dati e il contesto geoclimatico. L'uso di formulazioni a più parametri può aumentare la capacità di adattamento della distribuzione ai dati disponibili ed essere particolarmente utile nel caso di regimi pluviometrici caratterizzati da valori di intensità molto elevati in eventi di breve durata. Ai fini di aumentare la capacità di adattamento del modello statistico ai dati disponibili si ritiene in alcuni casi utile considerare ulteriori distribuzioni, tra le quali è possibile citare:

- Log-normale
- Asintotica del massimo valore a due componenti – TCEV

La stima dei parametri della distribuzione di probabilità scelta è un passaggio cruciale nel processo di calcolo delle LSPP e può anch'esso avvenire sono svariate metodologie, tra le quali le più note sono: il metodo della massima verosimiglianza, il metodo dei momenti e il metodo dei minimi quadrati. La valutazione della bontà di adattamento della distribuzione di probabilità calcolata alle statistiche pluviometriche di partenza può altresì avvenire attraverso diversi criteri (test) che differiscono per efficacia a seconda della natura e dimensione dei dati e dalla distribuzione specifica che si sta considerando.

Anche l'analisi spaziale delle precipitazioni estreme può essere realizzata mediante tecniche geostatistiche di regionalizzazione e interpolazione di diversa natura e la cui efficacia dipende da fattori statistici, geografici, morfologici e climatici. A livello generare è possibile raggruppare i più comuni metodi di mappatura delle LSPP tra quelli di tipo statistico e deterministico.

Tali fattori di complessità si traducono in una forte personalizzazione del processo di elaborazione necessaria per garantire che il modello statistico generato sia il più accurato e applicabile possibile alla realtà locale. L'obiettivo correlato dell'applicativo è quello di porsi come strumento di facilitazione per gli utenti nell'accesso ed uso di tali elaborazioni, permettendo una gestione, analisi e condivisione efficace e intuitiva delle informazioni cruciali.

Nel seguito si elencano gli obiettivi specifici del CU.VI.7:

- Aggiornamento su base annuale, visualizzazione tramite piattaforma e download delle massime precipitazioni di ogni stazione pluviometrica afferente al sistema (annali idrologici)
- Aggiornamento su base annuale, visualizzazione tramite piattaforma e download dei parametri delle LSPP, restituiti sia in forma numerica che grafica, per ogni stazione pluviometrica afferente al sistema
- Aggiornamento su base annuale, visualizzazione tramite piattaforma e download delle mappe dei parametri delle LSPP a scala nazionale
- Elaborazione dei parametri delle LSPP su richiesta dell'utente tramite la selezione di aree geografiche e metodologie di calcolo specificate nel capitolo "Funzioni, Algoritmi e Modelli" con possibilità di visualizzazione degli elaborati grafici e numerici tramite piattaforma e download.
- Elaborazione delle mappe dei parametri delle LSPP su richiesta dell'utente tramite la selezione di aree geografiche e metodologie di calcolo specificate nel capitolo "Funzioni, Algoritmi e Modelli" con possibilità di visualizzazione degli elaborati tramite piattaforma e download.

Nel seguito si evidenziano alcuni obiettivi correlati dell'applicativo che ne evidenziano la necessità ai fini del funzionamento delle altre componenti della piattaforma SIM e del sistema in generale:

- **Interfaccia Utente Intuitiva (GUI):** L'applicativo offre una GUI user-friendly che facilita l'accesso e l'interazione con i dati, permettendo agli utenti di navigare e lavorare con i dati in modo efficace e senza frizioni. Laddove previsto saranno costruiti componenti WebGIS ospitati su un ambiente di gestione dei contenuti come Liferay DXP.
- **Accesso e Gestione dei Dati:** Fornisce gli strumenti necessari per accedere, gestire e analizzare un'ampia gamma di dati pluviometrici, inclusi dati geospaziali, dati osservati in situ e dati provenienti da altri sistemi federati ed elaborazioni
- **Supporto ai Modelli:** Offre il supporto necessario per il calcolo della curva di probabilità pluviometrica, permettendo l'estrazione, l'analisi e la sistematizzazione dei dati necessari. Per dettagli sugli algoritmi/modelli consultare il relativo capitolo.
- **Integrazione Cloud e Interoperabilità:** L'integrazione cloud e l'interoperabilità con altri sottosistemi del SIM aumentano la flessibilità e l'efficienza nell'accesso e nella condivisione dei dati, migliorando la collaborazione tra gli utenti e gli altri applicativi.
- **Autenticazione e Profilazione degli Utenti:** La gestione sicura delle connessioni e l'autenticazione degli utenti assicurano che solo gli utenti autorizzati possano accedere ai dati e alle funzionalità, proteggendo così le informazioni sensibili.
- **Profilazione Applicativa e Gestione Efficiente degli Input/Output:** L'applicativo permette una gestione efficiente dei dati in ingresso e in uscita, con la possibilità di selezionare, estrarre e generare prodotti di output specifici, facilitando così l'adattamento ai requisiti dei modelli.

- **Scalabilità e Flessibilità:** La disponibilità di selezione multipla dei prodotti di input da estrarre e la flessibilità nella generazione e condivisione dei prodotti di output rendono l'applicativo altamente scalabile e adatto a una vasta gamma di applicazioni e scenari d'uso.
- **Risparmio di Tempo e Risorse:** L'efficienza e la facilità d'uso dell'applicativo risparmiano tempo e risorse, accelerando i processi decisionali e migliorando la qualità e l'accuratezza delle analisi. A supporto saranno analizzate logiche di memoria temporanea per impedire il riprocessamento computazionale ogni qual volta che i dati interni al SIM non siano cambiati risparmiando così tempo e risorse.
- **Condivisione dei contenuti:** la disponibilità di una area condivisa per la documentazione e una dedicata alla condivisione di workflow o parti di software che permetta agli utenti esperti del SIM di poter interagire come se si trovasse all'interno di una comunità.

In sintesi, l'applicativo si rivela essere un asset indispensabile all'interno del portfolio del SIM, contribuendo significativamente al raggiungimento degli obiettivi del progetto, fornendo supporto essenziale nel calcolo delle curve pluviometriche facilitando la pianificazione e gestione idrogeologica.

1.1.5 Benefici Attesi

L'integrazione dell'applicativo nel SIM permette di disporre di statistiche sul regime pluviometrico spazializzate a scala nazionale, migliorando significativamente la capacità di analisi degli utenti esperti impegnati nella gestione dei rischi alle diverse scale territoriali. L'applicativo può aiutare ad analizzare le tendenze a lungo termine nel regime delle precipitazioni, fornendo dati preziosi per comprendere l'impatto dei cambiamenti climatici a livello locale e nazionale.

L'armonizzazione nell'applicativo delle metodologie di riferimento per l'analisi del regime pluviometrico in qualsiasi ambito nazionale, i cui risultati risultano immediatamente disponibili e facilmente ricalcolabili con metodi specificati dell'utente, realizza uno strumento di studio senza precedenti per il settore.

La disponibilità dell'applicativo sulle LSPP nel sistema integrato permette un uso più efficiente delle risorse impiegate nella gestione del rischio idrogeologico, evitando sovrapposizioni e migliorando la coordinazione tra le varie agenzie e dipartimenti.

A lungo termine l'applicazione non svolgerà il solo compito di elaborare gli output per parametri specifici dell'utente, ma manterrà aggiornato l'archivio storico degli annali idrologici e il repository della mappatura dei parametri delle LSPP a partire dai dati puntuali osservati a scala nazionale da interrogare e rendere interoperabile con gli applicativi interni ed esterni al SIM.

1.1.6 Vincoli e Limitazioni

I vincoli primari che influenzano l'applicativo sono strettamente correlati agli obblighi e ai patti concordati con i fornitori/proprietari dei dati. Questi accordi delineano le specifiche condizioni di utilizzo, accesso e condivisione dei dati, imponendo eventuali limitazioni che dovranno essere analizzate e gestite durante la fase di implementazione e messa in operazione dell'applicativo.

Ulteriori vincoli possono riguardare la limitata disponibilità di serie storiche sufficientemente lunghe per specifiche stazioni pluviometriche con evidenti impatti sull'attendibilità delle statistiche e la significatività delle analisi probabilistiche. Ulteriori note limitazioni nell'applicazione delle LSPP su lunghe serie di dati riguarda l'omogeneità delle misure disponibili per uno specifico sito nel quale verosimilmente possono essere cambiati gli strumenti di misura con l'evolversi della tecnologia.

1.1.7 Stakeholders Coinvolti

ISPRA, ADB, DPC, Regioni saranno gli utenti che avranno accesso all'applicativo, il loro utilizzo dell'applicativo si evince dagli obiettivi specifici seguenti.

ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) è parte integrante del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) istituito con Legge 132/2016, rispetto al quale esercita, a norma dell'art. 6 della medesima Legge, funzioni d'indirizzo e di coordinamento.

All'Istituto è inoltre affidata la funzione di realizzare il sistema informativo unico e la rete nazionale integrati di rilevamento e sorveglianza e di fornire, a chiunque ne formuli richiesta, dati, pareri e consulenze negli ambiti di propria competenza (DLgs 152/2006 (art. 53,55,60).

Per quanto riguarda il calcolo della curva pluviometrica, ISPRA svolge diverse attività:

- **Raccolta dei dati pluviometrici:** ISPRA raccoglie dati pluviometrici da una rete di stazioni meteorologiche distribuite su tutto il territorio italiano. Queste stazioni registrano le precipitazioni piovose, compresi i dati relativi all'intensità e alla durata delle precipitazioni. ISPRA tramite il progetto HIS ha raccolto inoltre gli annali idrologici storici dai vari enti territoriali al fine di riversare in un unico database le statistiche dei valori massimi pluviometrici annuali registrati dalla rete osservativa distribuita.
- **Elaborazione e analisi dei dati:** ISPRA elabora i dati pluviometrici raccolti per calcolare la curva pluviometrica. Questa curva rappresenta graficamente l'andamento delle precipitazioni in funzione del tempo. L'analisi di questi dati consente di comprendere i modelli di precipitazione in un'area specifica e di identificare eventuali tendenze o eventi fuori dall'ordinario.
- **Studi di modellazione idrologica:** ISPRA utilizza i dati pluviometrici insieme ad altri dati idrologici e geologici per sviluppare modelli idrologici che prevedono come le precipitazioni influenzeranno il deflusso idrico nei corsi d'acqua, le portate e il potenziale per inondazioni.
- **Avvisi:** Basandosi sulle informazioni derivate dalla curva pluviometrica e dai dati idrologici, ISPRA può emettere avvisi in caso di condizioni meteorologiche o idrogeologiche avverse. Questi avvisi sono fondamentali per la protezione civile e per aiutare a prevenire danni e pericoli.
- **Pianificazione e gestione del rischio idrogeologico:** ISPRA utilizza i dati sulla curva pluviometrica per contribuire alla pianificazione del territorio e alla gestione del rischio idrogeologico, compresa la definizione di zone a rischio, la progettazione di opere di difesa, e l'elaborazione di piani di emergenza.

Le Autorità del Bacino Distrettuale: il D.M. Ambiente 25 ottobre 2016 disciplina le Adb distrettuali sopprimendo le precedenti ADB nazionali, interregionali e nazionali; le ADB distrettuale hanno in carico l'attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), legge 183/1989.

In questo contesto queste autorità sono responsabili della pianificazione, della gestione e della regolamentazione delle risorse idriche in un determinato bacino idrografico. Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica costituiscono uno degli strumenti mantenuti ed utilizzati dall'Ente stesso nell'esercizio delle proprie funzioni di seguito sintetizzate:

- **Raccolta e gestione dei dati pluviometrici:** Le autorità del bacino distrettuale sono responsabili di raccogliere e gestire i dati pluviometrici all'interno del bacino. Questi dati provengono da stazioni meteorologiche distribuite nell'area e forniscono informazioni sulle precipitazioni piovose nel corso del tempo. Questi dati sono fondamentali per la costruzione della curva pluviometrica.
- **Analisi dei dati pluviometrici:** Le autorità del bacino distrettuale devono analizzare i dati pluviometrici per determinare le precipitazioni medie, le distribuzioni delle precipitazioni nel tempo e nello spazio, le tendenze climatiche e le variazioni stagionali. Queste informazioni sono utilizzate nella costruzione della curva pluviometrica, che rappresenta il rapporto tra la quantità di pioggia caduta e la sua frequenza.
- **Utilizzo della curva pluviometrica nella gestione delle risorse idriche:** La curva pluviometrica è uno strumento importante nella pianificazione e nella gestione delle risorse idriche. Le autorità del bacino distrettuale utilizzano questa curva per stimare la portata dei fiumi e dei corsi d'acqua nel bacino in risposta alle precipitazioni. Ciò è fondamentale per la gestione delle inondazioni, la fornitura di acqua potabile, l'irrigazione agricola e altre attività legate alle risorse idriche.
- **Pianificazione e regolamentazione delle attività legate all'acqua:** Le autorità del bacino distrettuale regolamentano le attività legate all'acqua all'interno del bacino, come l'uso agricolo, industriale e domestico dell'acqua. Utilizzano la curva pluviometrica per stabilire le politiche di assegnazione dell'acqua, tenendo conto della variabilità delle precipitazioni e della disponibilità delle risorse idriche.
- **Monitoraggio delle risorse idriche:** Le autorità del bacino distrettuale monitorano costantemente le risorse idriche all'interno del loro territorio. Questo monitoraggio include l'osservazione delle precipitazioni, la misurazione dei livelli d'acqua nei fiumi e nei laghi e la valutazione delle risorse sotterranee. La curva pluviometrica è uno strumento chiave per interpretare e analizzare i dati di monitoraggio.

Il **Dipartimento della Protezione Civile (DPC)** in Italia è un'agenzia governativa responsabile della coordinazione delle attività di protezione civile e della gestione delle emergenze e dei disastri.

Il Dipartimento della Protezione civile collabora con gli altri enti, tra cui ISPRA, AdB e regione nel contesto della Struttura di Missione contro il dissesto idrogeologico (DPCM del 27 maggio 2014) al fine di perseguirne gli obiettivi.

Il decret legislativo 2 gennaio 2018, n. 1 "Codice della protezione civile", art. 13 comma 1 a) e g) identifica le strutture operative del Servizio nazionale della protezione civile.

Nel contesto del calcolo delle curve pluviometriche e della gestione delle precipitazioni, il DPC svolge diverse attività:

- **Monitoraggio meteorologico:** Ai fini della previsione e della gestione delle emergenze di natura idro-geologica il DPC monitora costantemente le condizioni atmosferiche in tutto il paese attraverso l'attività di accentramento delle reti osservative distribuite. Ciò include il monitoraggio delle precipitazioni per identificare eventi atmosferici avversi come forti piogge.
- **Sistema di notizie:** Il DPC gestisce sistemi di notizie in ambito meteorologico che si basano anche sull'analisi delle curve pluviometriche. Quando le previsioni indicano condizioni meteorologiche che vengono classificate come estreme o precipitazioni intense, il DPC può emettere avvisi precoci alle autorità locali e alle comunità interessate.
- **Gestione delle emergenze:** In caso di eventi meteorologici avversi, il DPC coordina le operazioni di protezione civile, inclusa la gestione delle risorse e la distribuzione dell'aiuto umanitario. Le curve pluviometriche e i dati sulle precipitazioni sono utilizzati per valutare il rischio di inondazioni, frane e altri pericoli connessi alle precipitazioni.
- **Preparazione e pianificazione:** Il DPC è coinvolto nella preparazione e nella pianificazione delle risposte alle emergenze. Utilizza dati meteorologici, tra cui informazioni sulle precipitazioni, per sviluppare piani di emergenza, definire procedure di evacuazione e coordinare le risorse necessarie.
- **Comunicazione e informazione pubblica:** Il DPC fornisce informazioni ai cittadini sulle condizioni meteorologiche e le misure di sicurezza attraverso diversi canali, utilizzando anche dati sulle precipitazioni e le curve pluviometriche per spiegare i rischi e le precauzioni da prendere.
- **Formazione e sensibilizzazione:** Il DPC svolge attività di formazione e sensibilizzazione riguardo ai rischi legati alle precipitazioni intense e alle situazioni di emergenza.

Le **Regioni** italiane svolgono un ruolo significativo nella gestione delle emergenze meteorologiche a livello locale attraverso i Centri Funzionali decentrati di Protezione Civile e le Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale e attraverso la collaborazione con ISPRA.

Le loro attività in questo contesto includono:

- **Monitoraggio meteorologico:** Le regioni raccolgono dati meteorologici, tra cui dati sulle precipitazioni e le curve pluviometriche, da stazioni meteorologiche locali o regionali. Questi dati sono utilizzati per monitorare le condizioni meteorologiche nell'area specifica della regione.
- **Avvisi e prevenzione:** Sulla base dei dati meteorologici, inclusi quelli relativi alle precipitazioni, le regioni possono emettere avvisi in caso di previsioni di precipitazioni intense o di eventi meteorologici avversi. Questi avvisi sono fondamentali per la protezione delle comunità locali.
- **Gestione delle emergenze locali:** In caso di precipitazioni intense che portano a situazioni di emergenza come inondazioni o frane, le regioni sono responsabili della gestione delle operazioni di soccorso a livello locale. Utilizzano dati sulle precipitazioni per valutare il rischio e coordinare la risposta alle emergenze.
- **Pianificazione del territorio:** Le regioni utilizzano le informazioni derivanti dal monitoraggio delle precipitazioni, inclusi i dati sulle curve pluviometriche, per contribuire alla pianificazione del territorio. Queste informazioni sono utilizzate per definire le zone a rischio, elaborare piani di emergenza e programmare opere di protezione civile.

- **Comunicazione e informazione pubblica:** Le regioni forniscono informazioni e consigli di sicurezza alle comunità locali attraverso vari canali di comunicazione, utilizzando dati sulle precipitazioni per spiegare i rischi e le misure di precauzione.
- **Gestione delle risorse locali:** Le regioni gestiscono le risorse locali per affrontare situazioni di emergenza meteorologica, comprese le risorse umane, i mezzi di soccorso e le strutture di emergenza.
- **Cooperazione con enti nazionali:** Le regioni lavorano in stretta collaborazione con il Dipartimento della Protezione Civile e altre agenzie nazionali per coordinare le risposte alle emergenze e condividere dati e informazioni.

Gli utenti degli Enti faranno parte della “community” e fungeranno da utenti più esperti, abilitati a collaborare tra loro per integrare metodi, algoritmi e documentazione.

Soggetti terzi: in questo gruppo sono inseriti tutti gli utenti che per esigenze professionali (es. Ingegneri), di ricerca o didattici (es. studenti o ricercatori) potrebbero essere interessati a poter consultare le curve di probabilità pluviometrica generate dall’applicativo. Questo gruppo di utenti avrà un accesso limitato all’applicativo, che permetterà di consultare esclusivamente i dati elaborati e la documentazione a corredo degli stessi.

In particolare, si evidenziano le seguenti due tipologie di stakeholder:

- Università ed enti di ricerca nel campo degli studi meteo-climatici ed idrologici
- Studi di progettazione e professionisti nel campo dell’Ingegneria Civile

Rientrano inoltre nella categoria degli **stakeholder** di tipo fornitori dei dati/servizi utilizzati dall’applicativo stesso i seguenti soggetti:

- i Centri funzionali decentrati presso le Regioni e le Province autonome
- il Meteo Italian Supercomputing poRTAL – MISTRAL
- la Rete Agrometeo del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l’analisi dell’Economia agraria – CREA
- il Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche – GNDCI

1.1.8 Conclusione e Riepilogo

Gli obiettivi dell’applicativo 1.7 per l’elaborazione e la restituzione dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica all’interno del SIM sono quelli specificati nei paragrafi dedicati, l’ordine di priorità è stabilito all’interno della roadmap.

Il next step saranno dedicati a rendere disponibili i dati e i modelli all’interno e all’esterno del SIM per garantire una fluida interoperabilità.

Durante la fase di implementazione sarà necessario valutare se le metodologie di analisi probabilistica ad oggi indicate siano sufficienti per adattarsi agli scenari estremi o di breve durata rilevati dalla rete di pluviometri. In caso contrario, si valuterà l’efficacia e in caso positivo l’

implementazione, ove disponibili, di ulteriori distribuzioni di probabilità e metodologie di stima dei parametri.

1.2 Requisiti funzionali

1.2.1 Elenco dei Requisiti Funzionali

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
VIAP07_RF001	Inserimento Area di interesse	Selezione dell'utente dell'area sulla quale fare l'analisi. L'utente avrà la possibilità di selezionare l'area attraverso la creazione di un rettangolo su una mappa precaricata o caricare un'area stessa.	Implementazione di un'interfaccia grafica per la selezione dell'area o il caricamento di un'area.
VIAP07_RF002	Inserimento Stazione pluviometrica	Selezione da un elenco a tendina	Implementazione di una drop down list, Gli utenti possono così facilmente identificare e selezionare la stazione pluviometrica di loro interesse da un elenco organizzato in base a criteri geografici o di riferimento temporale precedentemente selezionati. Questa funzionalità semplifica notevolmente l'accesso ai dati meteo e l'analisi delle precipitazioni per scopi di monitoraggio idrogeologico, pianificazione delle risorse idriche, previsioni meteorologiche e gestione delle emergenze.
VIAP07_RF003	Inserimento Tempo di ritorno	Inserimento di un determinato valore di T (non sono ammesse frazioni di anno)	Implementazione di un apposito controllo atto a controllare il dato. Questa funzionalità consente agli utenti di selezionare la probabilità di non superamento associata all'analisi dei valori estremi di precipitazione, fornendo dati cruciali sulle condizioni meteorologiche critiche e sui rischi idrogeologici. Gli utenti possono inserire uno o più valori del tempo di ritorno di interesse, che rappresentano la probabilità di verificarsi di eventi meteorologici estremi entro un determinato periodo di anni, oppure

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
			<p>eeguire i conti su un set di valori di T comunemente utilizzati in idrologica ($T=2, 5, 10, 25, 50, 100$ e 200 anni). Questa scelta consente di adattare l'analisi alle esigenze specifiche, come la pianificazione delle difese contro le inondazioni, la progettazione di infrastrutture idrogeologiche e la valutazione del rischio idrogeologico.</p>
VIAP07_RF004	<p>Aggiornamento serie storiche delle precipitazioni di massima intensità</p>	<p>Progettazione di una funzionalità per il l'aggiornamento dei valori massimi di pioggia alle varie durate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) registrate dai pluviografi</p>	<p>Implementazione di un sistema automatico che, al concludersi dell'anno solare, genera una nuova entry nella tabella degli annali idrologici del repository centrale per ogni stazione pluviometrica. Ecco alcuni aspetti chiave e funzionalità che possono essere comunque inclusi per soddisfare questo requisito:</p> <ol style="list-style-type: none"> Avvio elaborazione: <ol style="list-style-type: none"> Al termine dell'anno solare e nel rispetto delle priorità assegnate dal sistema di orchestrazione della piattaforma SIM verrà avviato il processo di aggiornamento degli annali idrologici. Feedback in Tempo Reale: <ol style="list-style-type: none"> Non è previsto un feedback in tempo reale agli utenti della piattaforma, si tratta di un'elaborazione eseguita in background e automaticamente dal sistema. Il feedback è rivolto ai gestori della piattaforma

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
			<p>mediante il sistema di log della piattaforma SIM.</p> <p>3. Visualizzazione dei Risultati:</p> <p>a. I risultati saranno visualizzabili e fruibili mediante gli algoritmi descritti in sezione 1.1.8.</p> <p>4. Documentazione e Assistenza:</p> <p>a. Fornire documentazione dettagliata e assistenza agli utenti per facilitare la comprensione e l'uso della funzione di estrazione dati.</p> <p>5. Gestione degli Errori:</p> <p>a. Implementare una robusta gestione degli errori per gestire situazioni in cui l'elaborazione o l'accesso ai dati non può essere completata con successo, fornendo messaggi di errore informativi e opzioni per risolvere eventuali problemi.</p>
VIAP07_RF005	Output - Grafici delle curve di probabilità pluviometrica per tempo di ritorno e per stazione	Rappresentazione sotto forma di grafico cartesiano multi-serie del risultato dell'analisi delle curve di probabilità pluviometrica ottenuta per i pluviometri e i tempi di ritorno selezionati attraverso gli algoritmi per l'adattamento della distribuzione di probabilità definita dall'utente alle serie dei valori massimi annuali di pioggia (LSPP_generator) e	<p>In linea generale il requisito funzionale in questione richiede che gli utenti siano in grado di avviare un processo di estrazione dei dati/file. Ecco alcuni aspetti chiave e funzionalità che possono essere comunque inclusi per soddisfare questo requisito:</p> <p>1. Avvio Estrazione Dati:</p> <p>a. Fornire un pulsante o un comando per permettere agli utenti di avviare</p>

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
		<p>la verifica della bontà di adattamento tramite test statistici (LSPP_test). Componente web per la visualizzazione del grafico in esame. Il grafico visualizzato sarà reso interattivo permettendo di visualizzare i valori della curva, al passaggio del mouse. Si predispone di un bottone per il download del grafico stesso sia in formato immagine raster che vettoriale.</p>	<p>l'estrazione dei dati relativi alla area di interesse selezionata o alla stazione desiderata, al tempo di ritorno. L'utente potrà opzionalmente specificare la distribuzione statistica utilizzata, il metodo di valutazione dei parametri e il test della bontà di adattamento.</p> <p>2. Feedback in Tempo Reale:</p> <p>a. Fornire feedback visivo agli utenti durante l'estrazione dei dati, indicando lo stato del processo (ad esempio, in corso, completato, errore).</p> <p>3. Visualizzazione dei Risultati:</p> <p>a. Visualizzare i risultati dell'estrazione in modo chiaro e organizzato, permettendo agli utenti di esplorare i dati estratti, per l'applicativo in questione i dati estratti saranno in formato grezzo.</p> <p>4. Opzioni di Esportazione e Condivisione:</p> <p>a. Fornire opzioni per esportare i dati estratti in vari formati, e per condividere i risultati con altri utenti o sistemi.</p>

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
			<p>5. Documentazione e Assistenza:</p> <p>a. Fornire documentazione dettagliata e assistenza agli utenti per facilitare la comprensione e l'uso della funzione di estrazione dati.</p> <p>6. Gestione degli Errori:</p> <p>a. Implementare una robusta gestione degli errori per gestire situazioni in cui l'estrazione dei dati non può essere completata con successo, fornendo messaggi di errore informativi e opzioni per risolvere eventuali problemi.</p> <p>7. Scalabilità e Performance:</p> <p>a. Ottimizzare la funzione di estrazione dati per gestire un grande volume di richieste e garantire tempi di risposta rapidi.</p> <p>8. Manutenzione e Aggiornamenti:</p> <p>a. Fornire meccanismi per la manutenzione e l'aggiornamento della funzione di estrazione dati, per assicurarsi che rimanga funzionale e aggiornata nel tempo.</p>
VIAP07_RF006	Output - Tabella parametri delle LSPP per	Componente web per la visualizzazione della tabella dei parametri delle curve di	In linea generale il requisito funzionale in questione richiede che gli utenti siano in grado di avviare un

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
	assegnato tempo di ritorno e per stazione	<p>probabilità pluviometrica ottenuti per i pluviometri e i tempi di ritorno selezionati attraverso gli algoritmi per l'adattamento della distribuzione di probabilità definita dall'utente alle serie dei valori massimi annuali di pioggia (LSPP_generator) e la verifica della bontà di adattamento tramite test statistici (LSPP_test).</p> <p>Si predispone di un bottone per il download.</p>	<p>processo di estrazione dei dati/file. Ecco alcuni aspetti chiave e funzionalità che possono essere comunque inclusi per soddisfare questo requisito:</p> <p>9. Avvio Estrazione Dati:</p> <p>a. Fornire un pulsante o un comando per permettere agli utenti di avviare l'estrazione dei dati relativi alla area di interesse selezionata o alla stazione desiderata. L'utente potrà opzionalmente specificare la distribuzione statistica utilizzata, il metodo di valutazione dei parametri e il test della bontà di adattamento.</p> <p>b.</p> <p>10. Feedback in Tempo Reale:</p> <p>a. Fornire feedback visivo agli utenti durante l'estrazione dei dati, indicando lo stato del processo (ad esempio, in corso, completato, errore).</p> <p>11. Visualizzazione dei Risultati:</p> <p>a. Visualizzare i risultati dell'estrazione in modo chiaro e organizzato, permettendo agli utenti di esplorare i dati estratti, per l'applicativo in questione i dati estratti saranno in formato grezzo.</p>

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
			<p>12. Opzioni di Esportazione e Condivisione:</p> <p>a. Fornire opzioni per esportare i dati estratti in vari formati, e per condividere i risultati con altri utenti o sistemi.</p> <p>13. Documentazione e Assistenza:</p> <p>a. Fornire documentazione dettagliata e assistenza agli utenti per facilitare la comprensione e l'uso della funzione di estrazione dati.</p> <p>14. Gestione degli Errori:</p> <p>a. Implementare una robusta gestione degli errori per gestire situazioni in cui l'estrazione dei dati non può essere completata con successo, fornendo messaggi di errore informativi e opzioni per risolvere eventuali problemi.</p> <p>15. Scalabilità e Performance:</p> <p>a. Ottimizzare la funzione di estrazione dati per gestire un grande volume di richieste e garantire tempi di risposta rapidi.</p> <p>16. Manutenzione e Aggiornamenti:</p> <p>a. Fornire meccanismi per la manutenzione e l'aggiornamento della funzione di</p>

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
			estrazione dati, per assicurarsi che rimanga funzionale e aggiornata nel tempo.
VIAP07_RF007	Output - Mappe delle LSPP parametri interpolati	Componente web per la visualizzazione delle mappe delle curve LSPP. Tale mappa dovrà aggiornarsi con frequenza annuale in modo da fornire un andamento del comportamento preso in esame	<p>In linea generale il requisito funzionale in questione richiede che gli utenti siano in grado di avviare un processo di estrazione dei dati/file. Ecco alcuni aspetti chiave e funzionalità che possono essere comunque inclusi per soddisfare questo requisito:</p> <p>17. Avvio Estrazione Dati:</p> <p>a. Fornire un pulsante o un comando per permettere agli utenti di avviare l'estrazione dei dati relativi alla area di interesse selezionata. L'utente potrà opzionalmente specificare la distribuzione statistica utilizzata, il metodo di valutazione dei parametri e il test della bontà di adattamento.</p> <p>18. Feedback in Tempo Reale:</p> <p>a. Fornire feedback visivo agli utenti durante l'estrazione dei dati, indicando lo stato del processo (ad esempio, in corso, completato, errore).</p> <p>19. Visualizzazione dei Risultati:</p> <p>a. Visualizzare i risultati dell'estrazione in modo chiaro e</p>

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
			<p>organizzato, permettendo agli utenti di esplorare i dati estratti, per l'applicativo in questione i dati estratti saranno in formato grezzo.</p> <p>20. Opzioni di Esportazione e Condivisione:</p> <p>a. Fornire opzioni per esportare i dati estratti in vari formati, e per condividere i risultati con altri utenti o sistemi.</p> <p>21. Documentazione e Assistenza:</p> <p>a. Fornire documentazione dettagliata e assistenza agli utenti per facilitare la comprensione e l'uso della funzione di estrazione dati.</p> <p>22. Gestione degli Errori:</p> <p>a. Implementare una robusta gestione degli errori per gestire situazioni in cui l'estrazione dei dati non può essere completata con successo, fornendo messaggi di errore informativi e opzioni per risolvere eventuali problemi.</p> <p>23. Scalabilità e Performance:</p> <p>a. Ottimizzare la funzione di estrazione dati per gestire un grande volume di richieste e</p>

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
			garantire tempi di risposta rapidi. 24. Manutenzione e Aggiornamenti: a. Fornire meccanismi per la manutenzione e l'aggiornamento della funzione di estrazione dati, per assicurarsi che rimanga funzionale e aggiornata nel tempo.
VIAP07_RF008	Repository documentale (community)	Per la descrizione di dettaglio si rimanda alla descrizione generale e ad i requisiti specifici del Master Catalog	Per la descrizione di dettaglio si rimanda alla descrizione generale e ad i requisiti specifici del Master Catalog
VIAP07_RF009	Repository software (community)	Possibilità da parte di utenti esperti di creare/modificare/versionare codice e software per il calcolo delle curve.	Abilitazione all'utilizzo dell'Intelligent Platform.

Di seguito vengono descritti i requisiti sulle modalità di interazione previste tra il SIM e l'Utente di riferimento.

L'Utente di riferimento (di seguito abbreviato in Utente) accederà mediante login alla sezione dedicata del SIM e avrà la possibilità di visualizzare sulla piattaforma geografica del portale la cartografia delle stazioni pluviometriche dei sistemi federati.

Un menù posto a lato del visualizzatore cartografico consentirà di accedere a tre diverse funzionalità dell'applicativo:

- Annali idrologici;
- Curve di probabilità pluviometrica per stazione pluviometrica;
- Mappatura geografica dei parametri delle curve intensità-durata-frequenza.

A livello generale, sulla base dell'input dell'utente, verrà avviato il workflow specifico di elaborazione per la funzionalità richiesta. Nel Catalogo delle Risorse di Calcolo (modelli/algoritmi) saranno presenti i seguenti algoritmi, descritti nel capitolo "Funzioni, Algoritmi e Modelli":

- Algoritmo di generazione annali idrologici
- Algoritmo di calcolo curve intensità-durata-frequenza
- Algoritmo di test bontà di adattamento
- Algoritmo di mappatura geografica dei parametri delle curve intensità-durata-frequenza

Alla richiesta di esecuzione del modello, il SIM presenterà all'Utente i relativi dati di input necessari.

Di seguito sono riportati i requisiti sulle modalità di fruizione previste delle tre funzioni applicative

Annali idrologici

Una volta selezionata la funzione Annali Idrologici l'utente potrà selezionare sul visualizzatore cartografico una o più stazioni pluviometriche (modalità di selezione geografica mediante poligono) e tramite un menù a selezione multipla definire gli anni per i quali accedere alle misure di pioggia cumulata massima per le diverse durate di riferimento (tipicamente 1, 3, 6, 12 e 24 ore). Qualora per le stazioni selezionate sia disponibile la misura di pioggia a periodi di osservazione sub-orari sarà possibile ottenere il valore di tale statistica anche per durate < 1 h. In caso di selezione multipla di più stazioni l'applicativo restituirà i valori degli annali di pioggia solo per gli strumenti effettivamente operativi negli anni richiesti in input.

Il workflow di esecuzione dell'algoritmo denominato "Algoritmo di generazione annali idrologici" (definito nella sezione Funzioni, Algoritmi e Modelli dell'allegato sullo specifico applicativo) prevede il calcolo dei valori di pioggia massima per le stazioni e gli anni richiesti qualora i valori non fossero già stati pre-calcolati e inseriti nel RdS. In tale caso il risultato dell'elaborazione verrà archiviato nel RdS e reso disponibile per future interrogazioni.

I valori degli annali di pioggia per le stazioni e gli anni richiesti verranno visualizzati direttamente a schermo in forma tabellare formattata al termine del workflow di esecuzione. Verrà altresì esposto un pulsante che consente di scaricare i valori visualizzati tramite un file tabellare formattato (scelta Excel o CSV).

Curve di probabilità pluviometrica per stazione pluviometrica

Una volta selezionata la funzione Curve di probabilità pluviometrica per stazione pluviometrica, l'utente potrà selezionare sul visualizzatore cartografico una o più stazioni pluviometriche (modalità di selezione geografica mediante poligono) e tramite un menù a selezione multipla definire una lista di tempi di ritorno (espressi in anni). Tre ulteriori menù consentiranno di specificare la distribuzione di probabilità utilizzata nel calcolo delle curve (le due principali distribuzioni disponibili saranno la EV a 2 parametri e la GEV a 3 parametri ma l'algoritmo prevede ulteriori opzioni), il metodo di stima dei parametri e il metodo di test statistico della bontà di adattamento.

Una volta confermata la richiesta l'applicativo restituirà i risultati basati sui valori archiviati nell'RdS, se già presenti, oppure attiverà il relativo workflow di calcolo basato sull'esecuzione degli algoritmi "Algoritmo di calcolo curve intensità-durata-frequenza" e "Algoritmo di test bontà di adattamento" (definiti nella sezione "Funzioni, Algoritmi e Modelli").

Al termine dell'elaborazione dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica, il SIM presenterà a video all'Utente i risultati ottenuti. La schermata così ottenuta sarà composta da una sequenza di immagini (una per stazione selezionata), contenenti plot a 2 assi di tipo multi-serie rappresentanti le curve di possibilità pluviometrica in numero pari ai tempi di ritorno selezionati, affiancate da tabelle riportanti i valori dei parametri delle curve per ogni tempo di ritorno.

Verrà data all'utente la possibilità di scaricare i file immagine dei suddetti grafici sia in forma raster (png) che vettoriale (svg) e i valori dei relativi parametri in file tabellari (a scelta tra Excel o CSV).

Un'ulteriore opzione fornita all'utente in fase di visualizzazione dei risultati delle curve di probabilità pluviometrica riguarda la mappatura dei parametri tramite tecniche di interpolazione spaziale. In caso di selezione, l'applicativo rimanderà alla schermata relativa alla funzione applicativa "Mappatura geografica dei parametri delle curve intensità-durata-frequenza".

Mappatura geografica dei parametri delle curve intensità-durata-frequenza

Una volta selezionata la funzione Mappatura geografica dei parametri delle curve intensità-durata-frequenza, l'utente potrà selezionare sul visualizzatore cartografico l'area di interesse e ottenere in risposta una lista di tempi di ritorno e i parametri delle curve per i quali è già disponibile a sistema il relativo layer della distribuzione spaziale del parametro. Verrà inoltre data la possibilità di selezionare le mappe generate dall'analisi di regionalizzazione condotte dal progetto VA.PI. Del GNDCl. Una volta selezionato il layer desiderato, esso sarà visualizzato in primo piano nel visualizzatore cartografico.

La rappresentazione sotto forma di mappa bi-dimensionale consiste nella visualizzazione di un colore per ogni cella di calcolo associato al valore assunto dal parametro specifico delle curve di probabilità pluviometrica mediante un'apposita scala cromatica. Il valore visualizzato per ogni cella è frutto dell'interpolazione spaziale dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica effettuata con i metodi (definiti nella sezione "Funzioni, Algoritmi e Modelli") a partire dai dati puntuali valutati in corrispondenza di ogni stazione per la quale è stato svolto il calcolo.

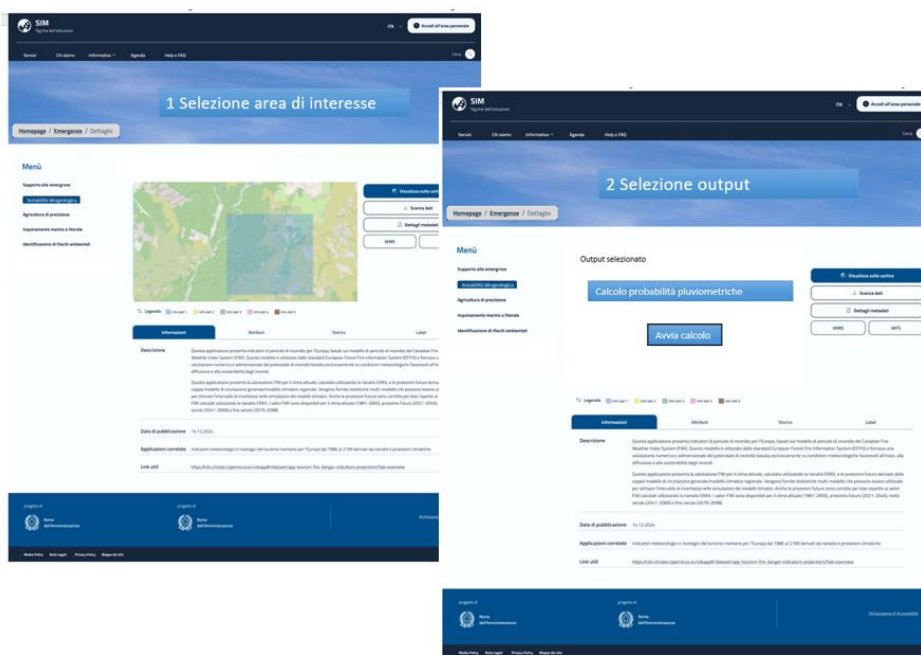
Sempre tramite il visualizzatore cartografico l'utente potrà inoltre selezionare una o più stazioni pluviometriche (modalità di selezione geografica mediante poligono) e richiedere il calcolo di una nuova mappatura dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica potendo specificare: tempo di ritorno, distribuzione statistica, metodo di stima dei parametri, metodo di test della bontà di adattamento e metodo di interpolazione spaziale (di default il metodo di regressione geostatistica

Kriging). Svolta la selezione e confermata la richiesta verrà eseguito il workflow basato sugli algoritmi di calcolo delle curve per le stazioni desiderate (qualora i valori risultanti non fossero già disponibili nel Rds). Al termine dell'esecuzione del workflow verrà mostrato un menù contenente la scelta tra i layer generati per la visualizzazione immediata sul visualizzatore cartografico e verrà data possibilità di download del relativo file.

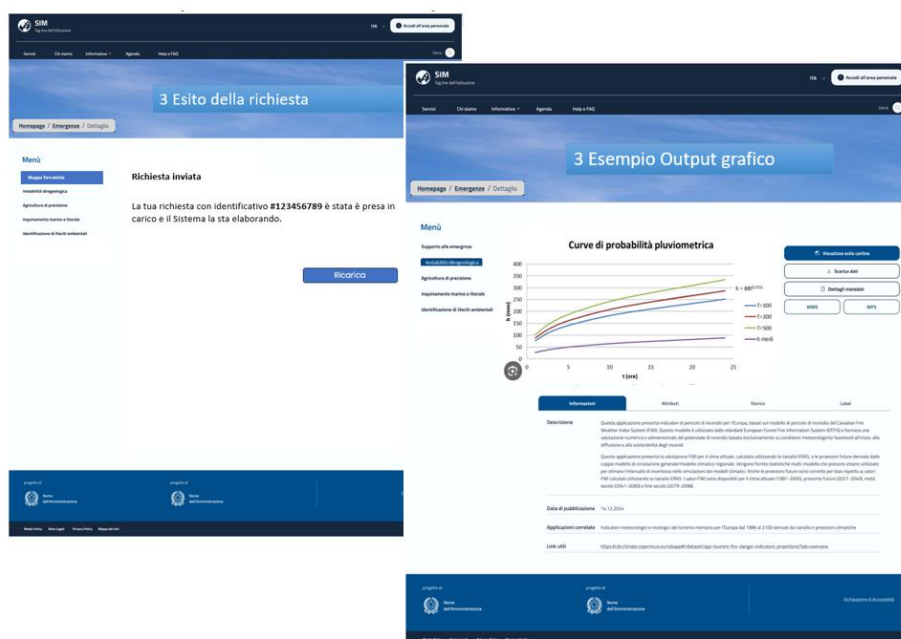
Ogni layer relativo alla mappatura geografica dei parametri delle curve di intensità-durata-frequenza selezionabile tramite il visualizzatore del SIM sarà disponibile per il download in vari formati GIS raster (ASCII, TIFF e JPG) tramite un apposito link.

Di seguito è riportata, a titolo di esempio, una sequenza di come un l'utente potrà interagire con l'interfaccia dell'applicativo.

- **Selezione dei dati di input**



• Output



1.2.2 Requisiti non Funzionali Correlati

I requisiti non funzionali sono aspetti cruciali che influenzano la performance, l'usabilità, l'affidabilità e altre caratteristiche importanti del sistema in esame. Di seguito sono riportati i requisiti non funzionali correlati con i requisiti funzionali:

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
VIAP04_RFN001	Interoperabilità. È fondamentale che il sistema possa interfacciarsi efficacemente con altre piattaforme e sistemi che forniscono dati di input.	Può essere realizzato attraverso API standardizzate, protocolli di comunicazione comuni come REST o SOAP, e formati di dati standard come JSON o XML.	Esposizione di API, l'implementazione tecnica sarà oggetto dell'apposita analisi di dettaglio

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
VIAP04_RFN002	Orchestrazione del Processo. 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.	La soluzione è scalabile orizzontalmente grazie all'architettura a container messa a disposizione del PSN. L'orchestratore sulla base di specifiche metriche provvede a scalare orizzontalmente le istanze applicative bilanciando di conseguenza il carico.
VIAP04_RFN003	Gestione dei Log. 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 sulle performance del sistema. I log dovrebbero essere facilmente accessibili, leggibili e archiviati in modo sicuro per eventuali analisi future.	Servizio per la scrittura dei log per tracciare ogni step applicativo, in modo da poter analizzare eventuali problemi o ricostruire lo storico di determinati processi	Elaborazione di un servizio Java di scrittura dei Log
VIAP04_RFN004	Gestione delle Interruzioni. 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.	Servizio per la gestione delle code dei processi, nel caso in cui uno dei processi vada in errore è possibile fare un restart del task dopo aver visualizzato e corretto l'errore	Elaborazione di un servizio o integrazione di piattaforma che consenta la gestione delle code provenienti dalle transazioni multiple, il dettaglio è da definirsi in fase di analisi tecnica di dettaglio
VIAP04_RFN005	Scalabilità. Il sistema deve essere scalabile per gestire un aumento del carico di lavoro o del volume dei dati. Questo può essere realizzato	Progettazione dipesa da quanto previsto dalla piattaforma cloud, ad ogni modo l'applicativo verrà ottimizzato per	La soluzione è scalabile orizzontalmente grazie all'architettura a container messa a disposizione del PSN. L'orchestratore sulla

id_applicativo_id_rf	descrizione_rf	progettazione_rf	implementazione_rf
	<p>attraverso l'uso di risorse cloud scalabili, bilanciamento del carico, e altre tecniche di ottimizzazione delle performance. Il sistema dovrebbe essere scalabile per gestire un aumento del carico di lavoro o del volume dei dati. È necessario evidenziare come i processi di calcolo dei valori estremi di pioggia aggiornati in automatico su tutto il territorio nazionale e di analisi delle curve LSPP possa essere lanciato per una moltitudine di stazioni pluviometriche a seguito del requisito funzionale di selezione geografica dei pluviometri da analizzare. Questo può essere realizzato attraverso l'uso di risorse cloud scalabili, bilanciamento del carico, e altre tecniche di ottimizzazione delle performance.</p>	<p>evitare sovraccarichi di sistema</p>	<p>base di specifiche metriche provvede a scalare orizzontalmente le istanze applicative bilanciando di conseguenza il carico.</p> <p>Il sistema è inoltre in grado di elaborare un elevato numero di richieste senza alcun degrado delle prestazioni. Ci sono degli aspetti da considerare in merito l'elaborazione che proviene dall'integrazione dei sistemi esterni che ad oggi non è stimabile in termini di performance in quanto non si conoscono i service level agreement di questi sistemi.</p>
VIAP04_RFN006	<p>Manutenibilità. Il sistema deve 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.</p>	<p>Elaborazione dei documenti esplicativi del codice, fornitura di test automatizzati sulla qualità del codice (da definire piattaforma di scansione) e codice organizzato e versionato</p>	<p>Elaborazione di documenti descrittivi di dettaglio</p>

1.2.3 Vincoli e Limitazioni

La realizzazione dei requisiti funzionali può essere influenzata da una serie di 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
sicurezza	L'applicazione è soggetta agli standard di sicurezza per l'accesso alle risorse, solo gli utenti che sono in possesso di una utenza correttamente profilata possono accedere all'applicazione e interrogare il sistema. A seguito di una interrogazione l'interazione con i sistemi sottostanti avviene attraverso specifiche API anch'esse protette secondo gli standard di sicurezza dei prodotti di riferimento
scalabilità	La soluzione è scalabile orizzontalmente grazie all'architettura a container messa a disposizione del PSN. L'orchestratore sulla base di specifiche metriche provvede a scalare orizzontalmente le istanze applicative bilanciando di conseguenza il carico.
performance	Il sistema è in grado di elaborare un elevato numero di richieste senza alcun degrado delle prestazioni. Ci sono degli aspetti da considerare in merito l'elaborazione che proviene dall'integrazione dei sistemi esterni che ad oggi non è stimabile in termini di performance in quanto non si conoscono i service level agreement di questi sistemi
Usabilità e compatibilità	L'interfaccia utente è realizzata secondo gli standard di riferimento dettati dal W3C e è equamente fruibile sui principali browser disponibili sul mercato
Tracciabilità dei log	L'applicazione tiene traccia dei log applicativi e degli errori riscontrati a runtime su filesystem
alta disponibilità	I servizi devono garantire auto recovery mantenendo la consistenza dei dati ad ogni riavvio
sicurezza	L'accesso all'interfaccia deve avvenire secondo le regole definite nel documento "classi di utenza" del SIM
interoperabilità	Lo scambio dei dati tra il SIM e gli stakeholder avviene secondo protocolli di interoperabilità definiti negli accordi di servizio tra il MASE e gli stakeholder
microservizi	L'interazione tra i servizi e l'utente può avvenire in modalità sincrona nel momento in cui l'interfaccia utente aspetta l'esito del risultato, tipicamente in questo caso il controllo delle invocazioni delle request e delle relative response sono ad appannaggio del GIS Server. Oppure in modalità asincrona nel momento in cui l'interfaccia utente non attende l'esito del microservizio invocato, ma il risultato viene notificato all'utente tramite messaggio al termine dell'elaborazione. Nella modalità asincrona viene invocato il servizio di elaborazione che, a sua volta invia un messaggio a un message broker per notificare l'esito dell'elaborazione oppure per notificare di una situazione di pericolo.
content sharing	I dati prodotti dalle applicazioni del SIM, utili tra diverse applicazioni vengono memorizzate nel repository del SIM a meno di diverse indicazioni degli stakeholder
policy di ingestion	In linea con la definizione di data mesh, i dati degli stakeholder vengono importati nel SIM su aree di storage temporanee solo nel momento in cui servono alla richiesta dell'utente.
logging	I log applicativi devono poter essere accessibili tramite interfaccia unica per facilitare le attività di operation nella ricerca delle cause di errore

REQUISITO	Descrizione
logging	I log devono essere categorizzati e ordinabili per priorità (es: FATAL, ERROR, WARNING, ...), ordinabili per data e riconoscibili univocamente
compatibility	L'interfaccia webGIS deve essere compatibile con i browser più utilizzati (Google Chrome, Safari, Microsoft Edge, Firefox, Opera, Internet Explorer)

1.3.2 Diagramma Architettuale

L'architettura complessiva di tutta l'applicazione si compone di tre macroaree principali, una rivolta alla user experience, una al reperimento e processazione dei dati e l'ultima rivolta alla presentazione e storicizzazione del dato. L'interoperabilità tra i layer è quella dell'esposizione di API REST.

Partendo dalla prospettiva dell'utente, si accede attraverso tutti i meccanismi di autenticazione, profilazione e routing alla pagina (portlet) dell'applicazione specifica che viene esposta attraverso la Digital eXperience Platform (1). La portlet specifica racchiude tutti le possibili interazioni e vincoli con il livello sottostante, nonché tutte le librerie necessarie per la rappresentazione grafica del dato. L'utente autenticato sceglie attraverso l'interfaccia grafica quale dato e/o modello e tramite il discovery and access broker GEO DAB del SIM Master Catalog la sorgente dati (federata, RdS) (2a). Il sistema riconosce se è presente su RdS un dato storicizzato in corso di validità compatibile con la richiesta e lo restituisce all'utente (2b), altrimenti procede come descritto di seguito.

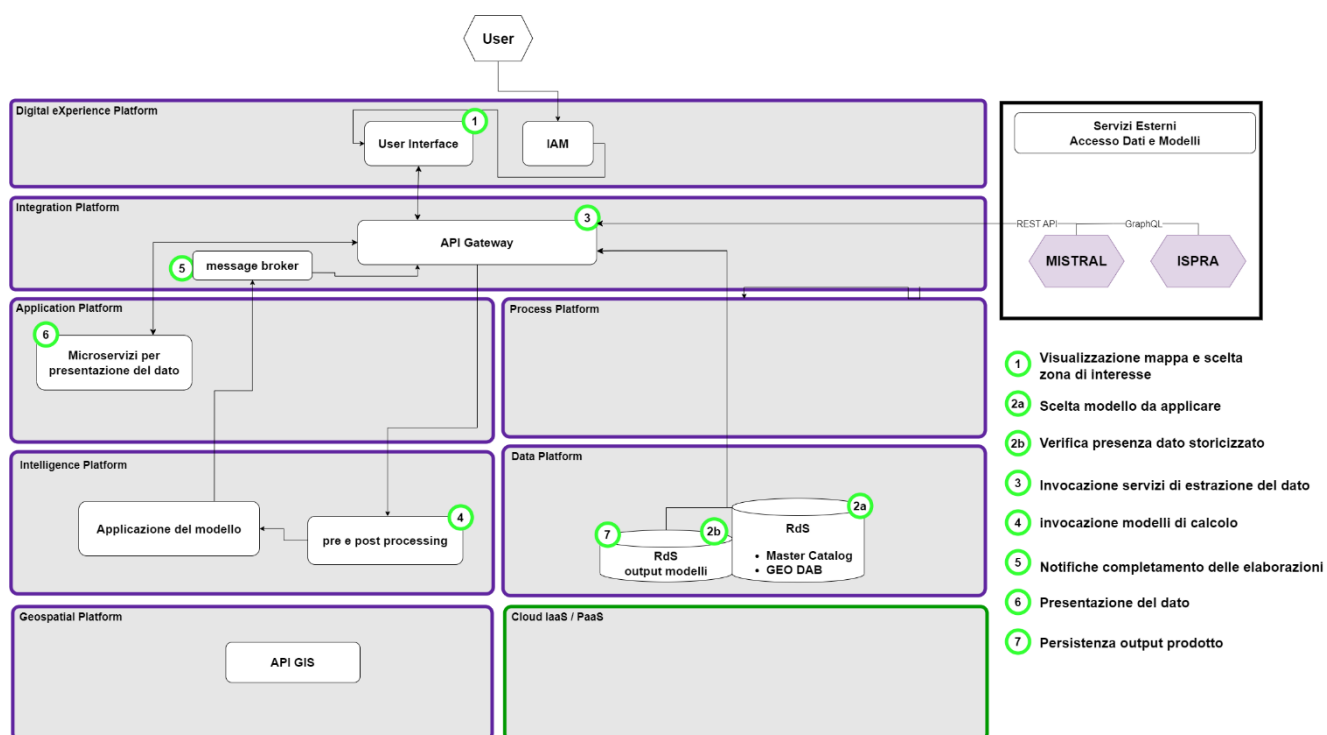
La digital experience platform ha come unica interfaccia l'orchestratore applicativo che ha il compito di instradare ed orchestrare i flussi applicativi, nel caso specifico si occupa di invocare i servizi esterni che espongono dati attraverso API pronti all'uso (3).

Recuperati tutti i dati necessari all'elaborazione l'orchestratore applicativo invoca la componente di Intelligence Platform che si occupa di applicare i modelli di interpolazione dei dati (4). L'Intelligence Platform sarà impiegata in questo contesto per una vasta gamma di funzionalità altamente specializzate. Queste includono il calcolo predittivo, la generazione di report dettagliati e l'esecuzione delle librerie Geoframe, le quali sono fondamentali per l'interpolazione delle mappe e dei dati geospaziali. Grazie all'utilizzo della componente di Intelligence Platform sarà possibile condurre analisi avanzate e ottenere proiezioni predittive basate su dati complessi e variabili, generare report accurati e dettagliati per supportare le decisioni e sfruttare le potenti capacità di interpolazione per creare mappe geospaziali informative e precise.

Terminato il processo di elaborazione da parte dell'intelligence platform viene pubblicato sul broker un messaggio di completamento dell'elaborazione (5) che attiva l'orchestratore applicativo. L'orchestratore invoca il servizio di presentazione del dato (6) che applica le logiche di presentazione e mette a disposizione il dato all'utente.

Una volta restituito il dato all'utente l'orchestratore applicativo provvede a storicizzare il dato prodotto all'interno dell'RdS (7).

Questo processo di storicizzazione è utile a rendere disponibile il dato agli altri applicativi del SIM. La componente di validazione è relativa all'implementazione di tutte le funzionalità relative all'inserimento manuale di input da parte dell'utente, con il relativo aggiornamento dei dati presenti nel sistema.



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 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 architetturale

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	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 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
	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

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
			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
	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 preparazione del dato, propedeutici all'applicazione dei modelli
	Model Deployment	SI	Servizio necessario per poter implementare e poi effettuare il deploy dell'algoritmo nell'Intelligence Platform

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	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 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
	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	

MODULO	SERVIZIO	UTILIZZO	NOTE
	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 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 di input

1.4.1 Introduzione ai Dati di Input

I dati usati da questo applicativo hanno come obiettivo principale quello di elaborare le curve di probabilità pluviometrica, è pertanto necessario che i dati di input vengano gestiti sia su base storica sia attraverso l'acquisizione dai sensori.

A tal fine come si vedrà di seguito saranno gestiti dati provenienti dagli annali e dati provenienti da strumenti in situ, parte dei dati sarà precedentemente elaborato dall'applicativo CU.V1.6.

1.4.2 Catalogo delle Fonti di Dati

Dati pluviometrici. I dati pluviometrici sono disponibili o attraverso le regioni o direttamente dal portale Meteo Hub di Mistral.

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
VIA P07 _DI 001	Pioggia cumulata	Si tratta di dati generalmente open source (CCBY compliant) forniti da enti diversi che ne detengono la proprietà e ne sono responsabili per quanto riguarda sia la disponibilità che la qualità del dato stesso.	API esistenti dei sistemi MISTRAL, CNMCA e SIAN (CREA)	Può variare a seconda della rete specifica da cui è gestito il dato, tipicamente 5 min	I dati saranno importati all'interno dell'applicativo 1.6 attraverso il modulo di "Ingestion dati real-time", storicizzati nel RdS e interrogati dagli algoritmi descritti in Sezione 8	Dati coperti da licenza open source, generalmente di tipo CC BY	In termini generali, analisi degli eventi pluviometrici intensi. Nel contesto del servizio applicativo, il dato sarà acquisito con la frequenza di aggiornamento indicata e storicizzato nell'RdS al fine della disponibilità per la visualizzazione e il download dell'elaborazione da parte dell'utente attraverso l'applicativo di front-end. Sono previste elaborazioni per la generazione degli annali idrografici di pioggia secondo le modalità indicate nella sezione "Intersezione con altri componenti".	
VIA P07 _DI 002	A Serie storiche provenienti dagli Annali idrologici del SIM	- SIM - Dati open source (CCBY compliant) forniti da enti diversi che ne detengono la proprietà e ne sono responsabili per quanto riguarda	Dati storicizzati su SIM	Annual e	diretta da SIM	Dati coperti da licenza open source, generalmente di tipo CC BY	In termini generali, analisi degli eventi pluviometrici intensi. Nel contesto del servizio applicativo, il dato sarà acquisito con la frequenza di aggiornamento indicata e storicizzato nell'RdS al fine della disponibilità per la visualizzazione e il download dell'elaborazione da parte dell'utente attraverso l'applicativo di front-end.	

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
		<p>sia la disponibilità che la qualità del dato stesso.</p> <p>–I dati open saranno forniti da ISPRA (Progetto Annali e successive elaborazioni dei Servizi Idrografici regionali e delle Province Autonome (SIR) messi a disposizione e tramite piattaforma su HIS CENTRAL)</p>						
VIA P07 _DI 00 3	Distribuzione di probabilità dei massimi di pioggia	– SIM	Dati generati dall'algoritmo "LSPP_generator"	Ad ogni esecuzione dell'algoritmo LSPP_generator	diretta da SIM	Dati proprietari SIM	Nel contesto del servizio applicativo, il dato sarà acquisito con la frequenza di aggiornamento indicata al fine dell'esecuzione dei test della bontà di adattamento delle distribuzioni statistiche ma	

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
							non è prevista storicizzazione.	
VIA P07 _DI 00 4	Anagrafiche stazioni pluviometriche	Si tratta di dati generalmente open source (CCBY compliant) forniti da enti diversi che ne detengono la proprietà e ne sono responsabili per quanto riguarda sia la disponibilità che la qualità del dato stesso.	Dati storici su SIM	Ad ogni esecuzione dell'algoritmo LSPP_maps	diretta da SIM	Dati proprietari SIM	Nel contesto del servizio applicativo, il dato sarà acquisito con la frequenza di aggiornamento indicata al fine dell'esecuzione dell'algoritmo LSPP_maps.	

1.4.3 Specifiche di contenuto

Id	Specifiche di contenuto	Unità di misura
VIAP07_DI001	Valori di pioggia cumulata nell'intervallo di osservazione (lista indicizzata o sequenza di valori bi-dimensionali), usualmente corrispondente alla frequenza di aggiornamento del dato, misurata da stazioni pluviometriche automatiche installate a terra e basate su tecnologia di misura meccanica a vaschetta basculante o a pesata.	mm
VIAP07_DI002	Serie storiche delle precipitazioni (array bi-dimensionali) contenente i valori massimi di pioggia, misurata dalla stazione pluviometrica per diverse durate (in prima ipotesi 1, 3, 6, 12 e 24 ore) e per ogni anno. Tabelle degli annali di pioggia (array bi-dimensionali) contenente i valori di pioggia massima misurata dalla	mm

Id	Specifiche di contenuto	Unità di misura
	stazione pluviometrica per diverse durate (in prima ipotesi i valori riferiti alle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore e, se disponibile il dato, anche a durate sub-oraria) e per ogni anno.	
VIAP07_DI003	Serie di valori di probabilità associati a valori massimi di pioggia generati dalla distruzione statistica adottata nell'analisi delle LSPP (array bi-dimensionali)	-
VIAP07_DI004	Tabelle di anagrafica e georeferenziazione delle stazioni pluviometriche (struttura dati postGIS) necessarie per gestire l'estrazione di dati sulla base di query geografiche richiamate dal front-end del SIM.	-

1.5 Sistemi federati

1.5.1 Introduzione ai Sistemi Federati

In informatica si definisce un sistema federato un'architettura che collega più sistemi eterogenei, che possono essere distribuiti su reti diversi, garantendone la interoperabilità.

Nel caso specifico del SIM si intendono per sistema federati tutti quei servizi che attraverso API o altri protocolli sono utilizzati per fornire dati o servizio ad un applicativo specifico.

Nei paragrafi successivi si trova il dettaglio dei sistemi federati che si intendono usare per questo specifico applicativo.

1.5.2 Elenco dei Sistemi Federati

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

ID	Nome Sistema Federato	Descrizione Sis Fed	Proprietà del servizio (owner)	Modalità di Interazione	Caratteristiche Sensibilità Servizio
VI_AP07_SF001	Meteo Hub	Dati da sensori in siti dpcn (formato Json)	MISTRAL	API	Dato accessibile previa registrazione sul portale attraverso API
VI_AP07_SF002	HIS Central	Serie storiche delle precipitazioni di massima intensità da Annali idrologici e	ISPRA	API o accesso ad archivio offline	Dato pubblico

ID	Nome Sistema Federato	Descrizione Sis Fed	Proprietà del servizio (owner)	Modalità di Interazione	Caratteristiche Sensibilità Servizio
		pubblicazioni dei SIR			
VI_AP07_SF003	Si rimanda ad una fase successiva l'approfondimento di questo aspetto.	Dati da strumenti in situ	ARPAE o siti regionali	Preferibilmente tramite API	Dato pubblico

1.6 Funzioni, Algoritmi e Modelli

1.6.1 Introduzione e Panorama Generale

Questo applicativo ha come obbiettivo quello di fornire all'utente la possibilità di elaborare dati provenienti da serie storiche o da fonti in situ, elaborate principalmente dall'applicativo CU.VI.6.

Di seguito sono spiegati gli algoritmi che saranno usati per aggregare i dati e creare le mappe necessarie allo scopo di questo applicativo.

1.6.2 Criteri di Selezione

Le funzionalità specificate nella successiva sezione dell'applicativo CU.VI.7 saranno realizzate grazie allo sviluppo di algoritmi (Sezione 1.6.4) che implementano metodologie all'avanguardia per l'analisi dei dati pluviometrici, scelte per la loro conformità allo stato dell'arte nel campo specifico.

1.6.3 Tipologie di Funzioni Applicative

Le funzioni applicative del presente applicativo riguardano le seguenti operazioni:

- Aggiornamento annuale dei valori di precipitazione massimi registrati alle diverse durate da ogni stazione pluviometrica del sistema;
- Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica per stazione pluviometrica;
- Mappatura geografica dei parametri delle curve intensità-durata-frequenza.
- Esse sono di tipologia basata sugli algoritmi descritti nel dettaglio nella relativa sezione:
- Algoritmo di generazione annali idrologici
- Algoritmo di calcolo curve intensità-durata-frequenza
- Algoritmo di test bontà di adattamento
- Algoritmo di mappatura geografica dei parametri delle curve intensità-durata-frequenza

1.6.4 Dettagli sugli Algoritmi

Algoritmo di generazione dei massimi annuali di pioggia cumulata

Nome dell'algoritmo: LSPP_max_precipitation_year;

Descrizione: calcolo dei valori annuali massimi di pioggia cumulata aggregati a diverse durate e registrati durante l'anno di operatività della stazione pluviometrica;

Passaggi Chiave:

- verifica che nel DB non siano già presenti i valori dei massimi annuali per la stazione e l'anno richiesto in input, in tal caso viene restituito in output il risultato della query di estrazione e l'algoritmo si conclude;
- se non superata la verifica al primo punto, generazione dei dati di pioggia cumulata sulle diverse durate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) per la stazione richiesta (1 serie per ciascuna durata)
- calcolo dei valori massimi annuali riferiti alle diverse durate temporali, attraverso l'algoritmo denominato "Algoritmo di aggregazione temporale e calcolo statistiche"; archiviazione dei valori generati nel database del SIM.
- Qualora sia disponibile la misura di pioggia a periodi di osservazione sub-orari sarà possibile calcolare tale statistica anche per durate < 1 h e, di conseguenza, consentire l'adozione di una formulazione delle linee di possibilità pluviometrica opportuna da parte dell'algoritmo "LSPP_generator" per eventi caratterizzati da breve durata ed elevata intensità.

Input:

Dati:	Parametri di Configurazione o Controllo:
Serie temporali della pioggia cumulata (array unidimensionale)	Stazione pluviometrica (stringa)
	Anno (stringa)

Output: valori massimi annuali della variabile pioggia cumulata per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore e durate sub-orare (qualora sia disponibile la misura pluviometrica a tale frequenza);

Complessità computazionale: moderata;

Utilizzo: analisi climatica, calcolo delle curve di probabilità pluviometrica

Grado di Maturità: consolidato.

Algoritmo di calcolo curve intensità-durata-frequenza

Nome dell'algoritmo: LSPP_generator

Descrizione: calcolo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP), anche dette curve intensità-durata-frequenza – IDF, per stazione pluviometrica e probabilità di accadimento assegnate;

Passaggi Chiave:

- accesso alle serie dei valori massimi annuali pluviometrici della stazione pluviometrica tramite l'algoritmo "LSPP_max_precipitation_year";
- accesso ai metodi di stima dei parametri delle curve LSPP secondo le distribuzioni di probabilità log normale, Gumbel – EVI (a due parametri), asintotica del massimo valore a due componenti – TCEV, generalizzata dei valori estremi di – GEV (tre parametri). Saranno prese in esame

formulazioni a più di 2 parametri per un migliore adattamento ad eventuali valori estremi disponibili anche per durate sub-orarie al fine di descrivere eventi intensi di breve sviluppo producendo valori di intensità di precipitazione limite per durate infinitesime;

- accesso al metodo di stima dei parametri della distribuzione statistica definita dall'utente: saranno disponibili il metodo della massima verosimiglianza, il metodo dei momenti e dei momenti pesati in probabilità.
- calcolo dei parametri; Se non viene fornito un tempo di ritorno in input verranno calcolati i parametri relativi a T=2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anni;
- esecuzione del test di bontà di adattamento attraverso il metodo "LSPP_test" e la scelta del test specifico da parte dell'utente;
- esecuzione del test di bontà di adattamento attraverso il metodo "LSPP_test" e la scelta del test specifico da parte dell'utente;
- scelta della distribuzione di probabilità che ha raggiunto un risultato migliore nel test di bontà di adattamento e restituzione dei parametri ad essa associati;
- generazione di plot multi-serie per la rappresentazione cartesiana delle curve IDF per i tempi di ritorno specificati dall'utente.

Input:

Dati:	Parametri di Configurazione o Controllo:
Tabelle degli annali di pioggia (array bi-dimensionali di valori di pioggia massima)	Stazione pluviometrica (stringa)
	Tempo di ritorno (int) - opzionale
	Metodo di stima dei parametri (stringa)
	Metodo di test della bontà di adattamento (stringa)
	Distribuzione statistica (stringa)

Output:

- tabella dei parametri delle curve IDF per i diversi tempo di ritorno (array bi-dimensionale);
- Nome della distribuzione di probabilità ottimale e (stringa);
- Plot multi-serie (file immagine raster o vettoriale).

Complessità computazionale: alta;

Utilizzo: analisi climatiche, stima pericolosità delle precipitazioni;

Grado di Maturità: consolidato.

Algoritmo di test bontà di adattamento

Nome dell'algoritmo: LSPP_test;

Descrizione: esecuzione di un test di valutazione della bontà di adattamento della distribuzione statistica ai dati massimi di pioggia cumulata per la data stazione e al metodo definito dall'utente;

Passaggi Chiave:

- Selezione del metodo di calcolo della bontà di adattamento in base all'input dell'utente. Di base saranno disponibili i metodi di test di Pearson e di Kolmogorov-Smirnov.
- Calcolo della distribuzione della variabile di test
- Valutazione del superamento o meno del criterio di test per la variabile calcolata attraverso il metodo scelto

Input:

Dati:	Parametri di Configurazione o Controllo:
serie di dati generati dalla distruzione statistica (array bi-dimensionali)	Metodo di test della bontà di adattamento (stringa)
serie di dati misurati dalla stazione pluviometrica (array bi-dimensionali)	

Output: parametro binario di superamento o meno del test, distribuzione della variabile di test;

Complessità computazionale: moderata;

Utilizzo: valutazione attendibilità delle statistiche dei valori estremi applicate alla variabile pioggia;

Grado di Maturità: consolidato.

Algoritmo di mappatura geografica dei parametri delle curve intensità-durata-frequenza

Nome dell'algoritmo: LSPP_maps;

Descrizione: generazione di mappe geo-referenziate dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica a partire dai valori massimi pluviometrici alle diverse durate, anche < 1 h qualora siano disponibili le statistiche a scala sub-oraria, per le stazioni pluviometriche disponibili in un'area definita dall'utente. L'algoritmo eseguirà di default la spazializzazione dei parametri attraverso la tecnica di analisi geostatistica del metodo del Kriging Ordinario; saranno comunque disponibili ulteriori tecniche di interpolazione spaziale con i più comuni metodi deterministici.

Passaggi Chiave:

- Estrazione della lista di stazioni pluviometriche nel bounding box definito dall'utente;
- Esecuzione dell'algoritmo "LSPP_generator" per ogni stazione;
- Geo-referenziazione dei parametri delle curve LSPP rispetto alla collocazione geografica delle stazioni;
- Se sono presenti più di una stazione nel bounding box, accesso al metodo di mappatura geostatistica secondo la scelta dell'utente, le opzioni disponibili offrono sia metodi statistici (di default il Kriging Ordinario) che deterministici (di base l'Inverse Distance Weighted, le Radial Basis Functions, Nearest Neighbour (diagrammi di Voronoi); Natural Neighbour).

- Se è presente una sola stazione nel bounding box accesso al metodo di Fornari;
- Esecuzione del metodo prestabilito;
- Check dell'esistenza delle mappe dei parametri delle LSPP aggiornate per l'anno in corso nell'area richiesta:
 - Qualora non disponibili: generazione delle mappe dei parametri delle curve LSPP rese disponibili in formato raster (TIFF e JPG) per l'area richiesta.
 - Qualora già disponibili: estrazione delle mappe dei parametri per l'area richiesta ai fini della visualizzazione attraverso il front-end del SIM o il download.
- Se sono stati selezionati più tempi di ritorno, ripetere i passaggi per ogni valore di questo parametro.

Input:

Dati:	Parametri di Configurazione o Controllo:	
Tabelle di anagrafica e georeferenziazione delle stazioni pluviometriche (struttura dati postGIS)	Area geografica (array bi-dimensionale di coordinate del poligono)	
Tabelle degli annali di pioggia (array bi-dimensionali di valori di pioggia massima)	Tempi di ritorno (array di valori numerici di tipo int)	
	Metodo di stima dei parametri (stringa)	
	Metodo di test della bontà di adattamento (stringa)	
	Metodo di analisi geostatistica (stringa)	
		Distribuzione statistica (stringa)

Output: mappe interpolate dei parametri delle curve LSPP in vari formati raster (ASCII, TIFF e JPG);

Complessità computazionale: alta;

Utilizzo: analisi climatiche, stima pericolosità delle precipitazioni;

Grado di Maturità: consolidato.

1.6.5 Dettagli sui Modelli

Non sono previsti modelli per questo applicativo.

1.6.6 Interazione tra Algoritmi e Modelli

Non sono previsti modelli per questo applicativo.

1.6.7 Analisi della Complessità Computazionale

Non sono previsti modelli per questo applicativo.

1.6.8 Casistica di Utilizzo

Non sono previsti modelli per questo applicativo.

1.6.9 Misure di Validazione e Verifica

Non sono previsti modelli per questo applicativo.

1.7 Dati di output

1.7.1 Introduzione

Gli output generati da questo applicativo rappresentano un dato fondamentale per la previsione del rischio idrogeologico, in quanto hanno l'obiettivo di verificare la probabilità di pioggia in una determinata area, rendendo possibile alle autorità competenti eventuali notifiche o azioni di mitigazione del rischio.

1.7.2 Elenco Dati di Output

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche che Sensibilità Dato	Criticità
VIAP07_DO001	valori annali idrologici pluviometrici: Valori massimi della variabile pioggia cumulata (espressa in mm), tipicamente per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore e per durate sub-orarie nel caso il dato risultasse disponibile, per la stazione pluviometrica e l'anno richiesto. Il dato sarà organizzato	archiviazione dei valori generati dall'algoritmo nel DB della piattaforma SIM tramite un'apposita tabella	L'accesso ai dati viene gestito dal front-end tramite query verso il DB della piattaforma SIM	Al termine di ogni anno viene eseguito l'algoritmo di calcolo dei valori annali da parte dell'algoritmo LSPP_generator per ogni stazione pluviometrica presente nel sistema	Si ritiene che il dato elaborato a partire dagli annali idrologici forniti dai sistemi federati e dagli Enti regionali sia dotato della medesima classificazione di riservatezza	

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche Sensibilità Dato	Criticità
	nella forma di lista che conterrà: un valore identificativo della stazione pluviometrica, l'anno di riferimento e i valori di pioggia cumulata per le diverse durate. Dato disponibile per il download in formato tabellare (csv e Excel);					
VIAP07_DO02	parametri LSPP: tabella dei parametri a e n delle curve IDF per la stazione pluviometrica e i tempi di ritorno impostati Dato disponibile per il download in formato tabellare (csv e Excel);	archiviazione dei valori generati nel DB della piattaforma SIM tramite un'apposita tabella	L'accesso ai dati viene gestito dal front-end tramite query verso il DB della piattaforma SIM	Al termine di ogni anno viene eseguito automaticamente l'algoritmo LSPP_generatore per ogni stazione pluviometrica presente nel sistema	Si ritiene che i prodotti delle elaborazioni statistiche effettuate a partire dalle misure pluviometriche fornite dai sistemi federati e dagli Enti regionali siano dotati della medesima classificazione di riservatezza	
VIAP07_DO03	distribuzione di probabilità ottimale:	restituzione dell'informazione e al front-end	L'accesso a questi viene gestito dal	Al termine di ogni anno viene eseguito	Si ritiene che i prodotti delle	

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche Sensibilità Dato	Criticità
	distribuzione di probabilità che ha raggiunto un risultato migliore nel test di bontà di adattamento nel calcolo delle LSPP per la stazione pluviometrica richiesta	della piattaforma SIM attraverso stream di standard output da parte dell'algoritmo LSPP_generator	front-end e visualizzato tramite l'interfaccia grafica della piattaforma SIM.	automaticamente l'algoritmo LSPP_generator per ogni stazione pluviometrica presente nel sistema	elaborazioni statistiche effettuate a partire dalle misure pluviometriche fornite dai sistemi federati e dagli Enti regionali siano dotati della medesima classificazione di riservatezza	
VIAP07_DO004	rappresentazione curve di probabilità pluviometrica: file immagine per la rappresentazione delle LSPP per la stazione pluviometrica richiesta. Si tratta di grafici a dispersione multi-serie dove in x è rappresentata la durata (espressa in min), in y il valore di pioggia cumulato (mm) e le diverse serie sono distinte per tempo di	archiviazione dei file grafici delle LSPP in uno spazio dedicato nel filesystem della piattaforma SIM per l'accesso da parte del front-end o il download diretto.	Accesso al file su chiamata da parte dall'applicativo di front-end per visualizzazione a schermo dell'immagine e possibilità di download.	Al termine di ogni anno viene eseguito in automatico l'algoritmo di calcolo delle LSPP per ogni stazione pluviometrica del sistema. Inoltre, l'utente della piattaforma ha la facoltà di lanciare, tramite il front-end del SIM, istanze ulteriori dell'algoritmo specificando il parametro T, i metodi di stima e di test dei parametri	Si ritiene che i prodotti delle elaborazioni statistiche effettuate a partire dalle misure pluviometriche fornite dai sistemi federati e dagli Enti regionali siano dotati della medesima classificazione di riservatezza	

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche Sensibilità Dato	Criticità
	ritorno T=2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anni					
VIAP07_DO005	esito superamento del test: parametro binario di superamento o meno del test	su chiamata da parte di "LSPP_generatore"	Non è previsto l'accesso da parte dell'utente. Restituzione dell'informazione a LSPP_generatore attraverso lo stream di standard output da parte dell'algoritmo LSPP_test	Ad ogni esecuzione dell'algoritmo LSPP_generatore	Si assume una bassa classificazione di riservatezza	
VIAP07_DO006	valori della distribuzione statistica applicata alla variabile di test: valore assunto dalla distribuzione statistica oggetto del test applicata alla variabile di test	su chiamata da parte di "LSPP_generatore"	Non è previsto l'accesso da parte dell'utente. Restituzione dell'informazione a LSPP_generatore attraverso lo stream di standard output da parte dell'algoritmo LSPP_test	Ad ogni esecuzione dell'algoritmo LSPP_generatore	Si assume una bassa classificazione di riservatezza	
VIAP07_DO007	mappa dei parametri LSPP: mappe geo-referenziate dei parametri a e n delle curve di probabilità pluviometrica	file generato da LSPP_maps vengono temporaneamente archiviati in uno spazio dedicato del filesystem del SIM per l'accesso da	Accesso al file da parte del visualizzatore GIS di front-end per la rappresentazione attraverso il SIM e possibilità di download.	Esecuzione su richiesta dell'utente	Si ritiene che i prodotti delle elaborazioni statistiche effettuate a partire dalle misure pluviometriche fornite	

ID	Descrizione	Proprietà dei Dati (owner)	Soluzioni per l'Accesso ai Dati	Frequenza di Aggiornamento	Caratteristiche che Sensibilità Dato	Criticità
		parte del front-end o il download diretto. Formato Raster			dai sistemi federati e dagli Enti regionali siano dotati della medesima classificazione di riservatezza	

