

## ALLEGATO "B"

SCHEMA DI CONVENZIONE DI RICERCA TRA L'AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE E L'UNIVERSITA' DI PADOVA (DIPARTIMENTO ICEA) PER LA COLLABORAZIONE PER LA REALIZZAZIONE, NEL PROGETTO REG4IA RESILIENZA E SICUREZZA DEL TERRITORIO + AZIONE PILOTA 5G\*- CUP E99I26000080001, DI UN APPROCCIO INNOVATIVO DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

### Allegato B - Programma delle attività

a) Ambito di sviluppo della convenzione quadro sopra menzionata:

Le attività oggetto del presente programma saranno sviluppate con riferimento a un corso d'acqua selezionato, individuato nel fiume Senio, e saranno finalizzate alla realizzazione di un sistema integrato di supporto alla previsione e gestione del rischio idraulico e del rischio di collasso arginale.

L'approccio proposto integra:

- 1) modellazione idrologica e idrodinamica per la simulazione in tempo reale degli eventi di piena e degli scenari di allagamento;
- 2) analisi geotecnico-strutturale delle arginature, finalizzata alla definizione di indicatori semplificati di vulnerabilità da integrare con strumenti di Intelligenza Artificiale (IA).

Il sistema risultante sarà strutturato per operare in ambiente FEWS, consentendo l'acquisizione automatica dei dati, la gestione delle corse modellistiche e la visualizzazione dei risultati, oltre alla possibile integrazione con algoritmi di IA per il supporto alle decisioni in fase di emergenza.

1) Parte Idraulica

Per quanto riguarda le attività di sviluppo software in carico al Dipartimento ICEA dell'Università di Padova, esse consisteranno nello sviluppo del modello idrologico Rhyme e dell'interfaccia FEWS come meglio descritto in seguito.

a) Modellazione idrologica

Le attività prevedono lo sviluppo e la calibrazione in continuo del modello idrologico Rhyme, modello afflussi-deflussi in grado di stimare le portate nel corso d'acqua a partire dalle forzanti meteorologiche.

La calibrazione del modello richiederà la disponibilità di una serie storica sufficientemente lunga (indicativamente almeno decennale) di portate a scala oraria nella sezione di chiusura del bacino montano, a valle della quale verrà sviluppata la modellazione idrodinamica. Il modello sarà configurato per operare in modalità operativa e previsionale, alimentato da dati osservati e da previsioni meteorologiche.

#### b) Integrazione in ambiente FEWS

Sarà sviluppata un'interfaccia FEWS in grado di:

- 1) importare dati meteorologici, idrologici e idraulici;
- 2) archiviare i dati in un database dedicato;
- 3) predisporre e gestire le corse del modello idrologico;
- 4) predisporre e gestire le corse del modello idrodinamico, inclusa la definizione di scenari di rotta arginale;
- 5) visualizzare in ambiente FEWS i risultati modellistici (livelli, portate, mappe di allagamento);
- 6) consentire l'eventuale estrazione di dati (meteorologici, risultati idrologici e idrodinamici) per analisi condotte mediante algoritmi di IA, previa verifica della fattibilità operativa e temporale in collaborazione con il gruppo dedicato allo sviluppo delle tecniche di Intelligenza Artificiale.

#### c) Vincoli operativi

Lo sviluppo delle attività idrauliche sarà subordinato ai seguenti vincoli:

- Accesso da rete esterna alla rete della Regione Emilia-Romagna ai dati che devono alimentare la catena modellistica in tempo reale (pluviometri, idrometri, dati meteo, previsioni meteo...).
- Output del modello idrodinamico sviluppato dall'Università di Parma in formato testo o raster supportati da FEWS.
- Disponibilità, ai fini dello sviluppo e della calibrazione del modello idrologico, di una serie storica sufficientemente lunga (indicativamente decennale) di portata a scala oraria per la sezione di chiusura del bacino montano a valle della quale sarà sviluppata la modellazione idrodinamica.
- Disponibilità di un sistema informatico presso la Regione Emilia-Romagna sul quale sia possibile installare la versione

stand alone di FEWS così come sviluppata da UNIPD nell'ambito della Convenzione.

## 2) Parte Geotecnica

Il progetto si propone di produrre, per un corso d'acqua selezionato, un insieme di indicatori semplificati che possano rapidamente fornire un'indicazione qualitativa sul potenziale rischio di collasso delle diverse sezioni arginali. Oltre alla valutazione dei meccanismi più frequentemente analizzati, come il collasso per sormonto, il progetto pone particolare enfasi sull'importanza dello studio geotecnico-strutturale delle arginature. Tale analisi è fondamentale per identificare e comprendere una gamma più ampia di possibili modalità di rottura, spesso trascurate nei sistemi di sorveglianza tradizionali.

In particolare, lo studio considererà meccanismi alternativi o concomitanti al sormonto, quali la stabilità della sponda lato campagna – spesso influenzata dalla variazione delle pressioni neutre per effetto della filtrazione– l'erosione concentrata dovuta alla presenza di discontinuità o difetti costruttivi, e il piping in fondazione o all'interno del corpo arginale. La capacità di individuare le sezioni maggiormente predisposte all'insorgenza di tali fenomeni è cruciale per ridurre l'incertezza nelle decisioni durante gli eventi di piena e migliorare l'efficacia delle misure di protezione civile.

Gli indicatori sviluppati nel progetto integrano tali aspetti geotecnici e idraulici, fornendo un supporto immediato alla sorveglianza in tempo reale attraverso strumenti a basso costo computazionale. Essi vengono calibrati tramite considerazioni basate sia sull'esperienza sia su modellazioni matematiche che simulano i processi di filtrazione, deformazione e instabilità.

Verrà inoltre esplorato l'utilizzo di tecniche di deep learning per la definizione più accurata delle soglie di allertamento, nonché di nuovi indicatori che possano anche tener conto dell'interazione fra più meccanismi. Questa attività ha una notevole complessità ed è una novità assoluta nel panorama scientifico internazionale, e getta le basi per successivi sviluppi nell'ambito dell'utilizzo di algoritmi di deep learning per la mitigazione del rischio alluvionale.

#### a) Acquisizione e analisi dei dati

Le attività iniziali prevedono l'acquisizione e la revisione critica delle informazioni disponibili, tra cui:

- DTM recenti con passo almeno pari a 1 m;
- database delle rotte storiche e delle criticità osservate (crepe, scoscendimenti, tane di animali, ecc.);
- database degli interventi di miglioramento eseguiti, completi di dettagli tecnici;
- indagini geotecniche e geofisiche pregresse.

Questa fase è propedeutica alla costruzione degli indicatori e alla loro calibrazione ed avverrà con la stretta collaborazione della regione Emilia-Romagna.

#### b) Produzione di indicatori di vulnerabilità

Sulla base dei dati raccolti e delle analisi svolte, verranno prodotte mappe di indicatori semplificati di vulnerabilità arginale, automaticamente integrabili con il modello idraulico.

#### c) Integrazione con tecniche di Deep Learning

Verrà inoltre esplorato l'utilizzo di tecniche di deep learning per migliorare la definizione delle soglie di allertamento, e identificare di nuovi indicatori capaci di considerare l'interazione tra diversi meccanismi di collasso.

L'attività comprenderà:

- analisi della letteratura scientifica;
- identificazione dei requisiti in termini di quantità e qualità dei dati per l'addestramento dei modelli;
- eventuale sperimentazione preliminare di tecniche selezionate.

Questa linea di ricerca presenta un elevato grado di innovazione scientifica e costituisce una base per sviluppi futuri nell'ambito dell'applicazione dell'Intelligenza Artificiale alla mitigazione del rischio alluvionale.