Interreg V-A France-Italie (ALCOTRA)

(2014 - 2020)

AD-VITAM

Analisi Della VulnerabIlità dei Territori Alpini Mediterranei ai rischi naturali

Descrizione tecnica di dettaglio

Indice

1. IL PROGETTO 3
1.1. Riepilogo del progetto 3
1.2. Quadro logico di progetto 4
1.2.1. Identificazione delle problematiche 4
1.2.2. Sfide 4
1.2.3. Opportunità 4
1.2.4. Obiettivi 5
1.2.5. Il progetto persegue i seguenti obiettivi specifici 5
1.3. Attività 5
1.3.1. WP1 : Governance e gestione amministrativa : 5
1.3.2. WP2 : Comunicazione 6
1.3.3. WP3 : Ricostruzione degli eventi storici significativi 6
1.3.4. WP4 : Prevenzione e previsione 7
1.4. Prodotti 7
1.5. Risultati attesi 7
2. Adesione ai criteri di priorità generali del Programma 8
2.1. Adesione ai criteri di priorità per obiettivo specifico del Programma 9
2.2. Indicatori 10
3. Partner del progetto 13
3.1. Presentazione del partenariato 14
3.1.1. Géoazur - Unité Mixte de Recherche Géoazur à Valbonne - Région PACA (F) 14
3.1.2. BRGM - Marseille - Région PACA (F) 15
3.1.3. Fondazione Montagna sicura (FMS) - Courmayeur - Valle d'Aosta (I) 16
3.1.4. Universitè di Genova (UNIGE) a Genova - Liguria (I) 17
3.1.5. Regione Piemonte a Torino – Piémonte (I) 18
3.1.6. Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure (ARPAL)a Genova (Liguria) 18
3.1.7. Unione Comuni Valli Argentina Armea – Liguria (I) 19
4. Descrizione del progetto 20
4.1. Gruppo di attività 1 - Coordinamento e gestione amministrativa 21
4.2. Gruppo d'attività 2 - Comunicazione e disseminazione 21
4.2.1. Portale WEB 21

4.2.2. Sensibilizzazione 22
4.3. Gruppo d'attività 3 - Ricostruzione degli eventi storici significativi 25
4.3.1. Aggiornamento inventari e zonazione di suscettibilità 26
4.3.2. Relazione eventi/episodi di pioggia 28
4.3.3. Analisi della relazione precipitazioni-frane tramite tecniche interferometriche satellitari PS 31
4.4. Gruppo d'attività 4 - Prevenzione e previsione delle frane 33
4.4.1. Prevenzione dei movimenti franosi 33
4.4.2. Prevenzione delle frane di scivolamento correlabili alle precipitazioni 36
4.4.3. Strumenti di previsione dei movimenti franosi in caso di forti precipitazioni ... 40
4.5. Soggetti attuatori 44
5. Cronoprogramma 44
6. Quadro generale delle spese ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
7. Dettaglio delle spese ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
8. Bibliografia 46

1. IL PROGETTO

1.1. Riepilogo del progetto

L'area Alcotra è estremamente vulnerabile ai rischi di natura geologica, rischi destinati ad aumentare in relazione ai previsti scenari relativi ai cambiamenti climatici ed all'aumento della pressione antropica a fini turistici, di transito od insediativi. Particolarmente elevata appare la vulnerabilità ai rischi connessi con i fenomeni franosi, rischi emergenti e tuttora poco studiati, per contrastare i quali le amministrazioni, in un quadro di sempre maggior riduzione delle risorse economiche, dovranno ricorrere a schemi di intervento più efficaci ed efficienti, nell'ambito di strategie macroregionali e legati al monitoraggio, alla prevenzione, alla previsione, alle procedure di allerta e protezione civile. In tale ottica il progetto AD-VITAM si pone come obiettivo il miglioramento della resilienza dei territori rispetto ai rischi naturali da frana tramite lo sviluppo di sistemi operativi innovativi per la prevenzione/previsione/allerta, basate sui livelli di pioggia. Le attività previste prevedono la valutazione delle relazioni precipitazioni-frane nell'ambito di eventi passati, la creazione di inventari, lo sviluppo di diversi modelli previsionali, la definizione di soglie di innesco e di mappe dinamiche di pericolosità (vulnerabilità) fondamentali per la gestione operativa. Le risultanze sono destinate essenzialmente sia alle amministrazioni centrali, sia alle comunità locali che si confrontano con la gestione dei rischi da frana e troveranno immediata applicazione in tutto lo spazio Alcotra, essendo entrambe le categorie rappresentate come partner nel progetto. Le risultanze saranno parimenti diffuse via internet per la diffusione al grande pubblico.

1.2. Quadro logico di progetto

1.2.1. Identificazione delle problematiche

I fenomeni franosi sono molto difficili da indagare ed interpretare perché le loro dinamiche sono legate a molteplici fattori che interagiscono secondo leggi non lineari.

L'attuale approccio alla gestione di questi rischi si basa sull'individuazione, la perimetrazione e lo studio dei fenomeni in essere attraverso l'installazione di strumentazione in posto e, per le frane superficiali, sull'elaborazione e l'utilizzo di mappe di suscettività al dissesto che derivano dalla sovrapposizione di *layer* informativi statici.

Alcune regioni hanno adottato sistemi speditivi di allertamento frane che si basano su modelli statistici (utili per lavorare a scala regionale, meno funzionali ai fini della gestione del rischio a livello locale).

1.2.2. Sfide

Il progetto prevede, attraverso una analisi storica di dettaglio applicata all'arco alpino e ad aree pilota di scala provinciale nonché attraverso l'applicazione incrociata di modelli italiani e francesi fisicamente basati su aree campione, di:

migliorare la conoscenza sulla correlazione fra precipitazioni e movimenti franosi (con un aggiornamento delle banche dati esistenti e del geoportale unico RISKNAT, per la diffusione dei dati ai tecnici e al grande pubblico);

applicare modelli fisicamente basati nelle attività di prevenzione e previsione dei fenomeni franosi. Questo approccio è innovativo in quanto permette di indagare la relazione piogge – frane a partire da parametri più aderenti alla realtà osservata, elaborando mappe di suscettività dinamiche (in cui si può evidenziare la variazione della suscettività al dissesto in funzione dei dati spaziali di pioggia previsti o osservati) e modellando l'evoluzione dei fenomeni franosi più profondi con la definizione di tempi di innesco (ovvero dell'intervallo di tempo intercorrente fra le piogge e la riattivazione de fenomeno). Verranno quindi sviluppati strumenti innovativi per la gestione del rischio frana sia a livello regionale, sia a livello locale.

1.2.3. Opportunità

Il progetto AD-VITAM permetterà, mediante la realizzazione delle sue attività, di ottenere un aumento delle conoscenze sul rischio frana in territori che subiscono pressioni antropiche e climatiche, con versanti che pure evolvono con trasformazioni fisiche sempre più rapide.

Sotto un aspetto più operativo, gli attori e partner territoriali otterranno un beneficio ottimizzato in rapporto agli investimenti, poiché potranno sfruttare i prodotti ottenuti dal progetto su un orizzonte temporale che ne supera ampiamente la durata.

Le risorse Alcotra dedicate al progetto saranno quindi dei moltiplicatori di conoscenze e di strumenti al servizio dei partner, con un lavoro sulla formazione di tecnici territoriali che potranno utilizzare e valorizzare i lavori ed i progressi ottenuti dal progetto AD-VITAM.

Dal punto di vista economico le opportunità sono notevoli, perché la sinergia fra partner tecnici specialisti della cartografia di pericolosità da franaconsentirà di economizzare su molteplici studi territoriali e permetterà di cumulare gli sforzi dei partner attraverso il raggruppamento e l'armonizzazione degli strumenti ed il confronto fra i metodi.

In termini di efficienza strategica, ci sarà una sinergia delle risorse umane e delle competenze tecniche saldando così una rete di capacità e di competenze che garantirà la migliore efficienza nella realizzazione delle attività

Gli investimenti Alcotra permetteranno di realizzare prodotti durevoli e dinamici che rispondono pienamente alle esigenze dei partner e dei territori sui quali essi operano. I partner sono delle entità di riferimento per le tematiche trattate dal progetto e la realizzazione delle attività permette di rispondere in modo efficace ai bisogni individuati, senza passaggi superflui, affrontando direttamente le problematiche e gli elementi esposti individuati.

1.2.4. Obiettivi

Il principale obiettivo del progetto è l'effettiva considerazione delle variazioni pluviometriche, sia in termini di bilancio che di previsione (proiezione climatica) nei modelli di calcolo delle pericolosità di frana. Il bilancio storico permetterà di realizzare un inventario ed una restituzione dei legami di causa-effetto sui territori, in termini di impatto e di resilienza delle comunità riguardo ai rischi specifici di montagna, ma anche di zone tipiche del perimetro mediterraneo. Il principale obiettivo del progetto corrisponde così all'obiettivo specifico del Programma Alcotra 2.2 "Aumentare la resilienza dei territori maggiormente esposti ai rischi".

Più nel dettaglio, partendo dalle esperienze e dalle competenze dei partner con più di dieci anni di cooperazione transfrontaliera nei campi dei rischi gravitativi e della meteorologia, il progetto mira a :

- sviluppare la conoscenza dei rischi emergenti, in particolare nell'attuale contesto di cambiamenti climatici, mediante un'integrazione e messa in rete di dati specifici e scientifici ;

- mettere in opera, integrare ed alimentare degli strumenti congiunti per rafforzare la cultura del rischio utilizzando le nuove tecnologie dinamiche ;

- coinvolgere soprattutto le popolazioni locali ed i responsabili della pianificazione territoriale sui rischi dei territori di montagna o collinari con l'integrazione di strategie di comunicazione, di formazione e di comunicazione ("Resilienza delle comunità").

1.2.5. Il progetto persegue i seguenti obiettivi specifici

- applicare gli studi ed i modelli transfrontalieri innovativi che permettano un accettabile livello di resilienza nei confronti dei rischi naturali sui territori ALCOTRA, tramite l'impiego di tecnologie innovative ed un approccio dinamico in tempo reale degli eventi;
- formare, informare e sensibilizzare dei giovani, delle popolazioni locali, dei turisti, dei gestori di infrastrutture e dei gestori del territorio nel campo dei movimenti di versante.

1.3. Attività

Il progetto prevede quattro gruppi di attività :

1.3.1. WP1 : Governance e gestione amministrativa :

La governance del progetto AD-VITAM sarà condotta in coordinamento con i referenti di tutti i partner. Amministrativamente, la gestione sarà centralizzata in Francia presso il CNRS (dipartimento delle Alpi Marittime) che centralizzerà le spese e coordinerà le azioni amministrative e di validazione con gli organismi certificatori. La governance sarà condotta

attraverso un'animazione da parte del capofila (Géoazur) ed attraverso una validazione concertata con i responsabili dei WP. Mediante la governance, l'animatore curerà il rispetto delle regole finanziarie previste dal DOMO Alcotra 2014-2010, nonché degli impegni tecnici e scientifici del progetto, e permetterà i necessari adattamenti di un progetto dinamico applicato ad un territorio in evoluzione.

La governance di progetto prevede la realizzazione di 6 Comitati di Pilotaggio Tecnici (uno di avvio, due per ciascuna annualità di progetto e uno di chiusura). I Comitati di Pilotaggio si terranno a rotazione nei territori dei partner.

1.3.2. WP2 : Comunicazione

Il WP2 sarà suddiviso in due sotto-attività :

- Attività 2.1 : costruzione di un sito internet che consenta di raggiungere il grande pubblico con la descrizione del progetto e dei suoi risultati e con la valorizzazione del programma ALCOTRA;
- Attività 2.2 : sensibilizzazione e coinvolgimento di tutti i portatori di interesse ai vari livelli di governo del territorio, durante tutta la durata del progetto. Azioni diversificate saranno rivolte agli amministratori locali, ai tecnici che si occupano della previsione e della gestione del rischio frane a livello locale e regionale, ai volontari di Protezione Civile, agli istituti scolastici e alla cittadinanza dei Comuni coinvolti.

Questa attività prevede:

- lo sviluppo di una specifica attività tecnica fra modellisti per il confronto metodologico dei software italiani e francesi e lo scambio di buone pratiche;
- la realizzazione di tavoli di lavoro e incontri con i tecnici che si occupano della gestione delle emergenze ai vari livelli di governo per la messa a punto degli strumenti e la disseminazione dei risultati;
- incontri con i volontari di Protezione Civile per aumentare la capacità operativa sul territorio;
- il coinvolgimento delle scuole dei Comuni interessati per un'attività di sensibilizzazione sui rischi naturali, con particolare riferimento al rischio frane;
- assemblee pubbliche con la popolazione per la disseminazione dei risultati di progetto con particolare riferimento alle ricadute in termini di migliore conoscenza delle dinamiche delle frane che interessano il proprio territorio comunale.

1.3.3. WP3 : Ricostruzione degli eventi storici significativi

Il WP3 sarà suddiviso in tre sotto-attività:

- Attività 3.1: aggiornamento degli inventari con raccolta/strutturazione/restituzione dei dati relativi agli eventi degli ultimi otto anni ed inventario degli episodi meteorologici;
- Attività 3.2: studio della relazione piogge/frane su eventi franosi avvenuti, analisi dei rapporti esistenti fra i livelli di pioggia e le soglie di innesco delle frane allo scopo di ottenere informazioni precise sul rapporti piogge/eventi delle frane, nei diversi eventi avvenuti, nei diversi contesti geomorfologici e per diverse tipologie di frane;
- Attività 3.3: valutazione dei rapporti esistenti fra piogge/frane a grande scala nella maggior parte delle Alpi Occidentali, attraverso l'analisi di dati interferometrici satellitari allo scopo di permettere alle amministrazioni interessate (regionali e locali) d'avere a disposizione elementi essenziali per la pianificazione delle misure preventive / predittive e di allerta in rapporto alle frane.

1.3.4. WP4 : Prevenzione e previsione

Il WP4 sarà suddiviso in tre sotto-attività:

- Attività 4.1: l'obiettivo è quella attività sulla prevenzione mediante il supporto di *software* di modellazione per ottenere la prevenzione delle frane mediante carte di suscettibilità prodotte con un livello d'acqua costante (livello piezometrico sincrono di piogge globali) ed ottenere così per un certo numero di siti pilota delle carte probabilistiche di suscettività alle frane
- Attività 4.2: l'obiettivo è di permettere l'introduzione di strumenti di modellazione dei dati di pioggia spazializzati e di migliorare così le carte di suscettività rendendole "dinamiche", migliorando la precisione sula suscettività ai movimenti franosi e della vulnerabilità territoriale tenendo conto degli elementi esposti.
- Attività 4.3: Lavoro sulla previsione dei movimenti franosi in tempo reale (su tempi di circa 1 o 2 ore), allo scopo di rendere dinamiche le carte di suscettività/vulnerabilità ai movimenti franosi, integrando in esse la lama d'acqua prevista dai radar meteo, per confermare o meno le zone suscettibili di frana. Infine, sui siti interessati da frane pregresse che dispongano di dati storici di spostamento da alcuni anni ai quali saranno aggiunti i dati sugli spostamenti misurati mediante gli strumenti installati nel quadro del progetto, è previsto di applicare un modello che consenta di prevedere la velocità di spostamento della frana in funzione dei dati sulle precipitazioni.

1.4. Prodotti

I prodotti ottenuti al termine del progetto sono quattro :

- prodotti tecnici con un miglioramento della conoscenza della storicità degli eventi passati attraverso un database aggiornato, della cartografia della pericolosità ed un'analisi dettagliata della relazione pioggia-frane. Questi risultati finali includeranno il **principale risultato** "Gestione dei rischi da frana tramite le relazioni piogge-frane" prodotto come parte del **WP3** e utilizzato come indicatore di realizzazione ;
- prodotti scientifici con il miglioramento dei modelli dinamici di previsione maggiormente rispondenti ai bisogni degli utenti locali (collettività, autorità…). Questi risultati finali includeranno il **principale risultato** " Strumenti dinamici di previsione e prevenzione dei movimenti franosi, ad uso dei soggetti gestori" prodotto come parte del **WP4** e utilizzato come indicatore di realizzazione ;
- prodotti operativi con guide metodologiche destinate agli amministratori locali ed ai tecnici degli Enti Pubblici per una migliore utilizzazione degli strumenti messi a loro disposizione per gestire il rischio ;
- prodotti di comunicazione/sensibilizzazione con la creazione di un sito internet e l'organizzazione di seminari tecnici, scientifici e destinati al grande pubblico sulle tematiche affrontate nel quadro del progetto.

1.5. Risultati attesi

Le attività previste implicano diversi tipi di risultati coerenti con gli indicatori di risultato annunciati:

Resultato 1 : Sviluppare la conoscenza dei movimenti di versante che comprende :

- l'identificazione dei settori di versante vulnerabili ai fenomeni di frana superficiale ed aggiornamento degli inventari;

- la precisa valutazione delle relazioni piogge/frane sull'arco alpino occidentale sia sulla base, convenzionale, dell'analisi degli eventi passati sia sulla base, innovativa, dell'analisi dei dati interferometrici satellitari;
- la prevenzione dei movimenti di versante con il supporto di carte di suscettività; 4) la prevenzione delle frane in rapporto con le precipitazioni, mediante integrazione con i dati spaziali di pioggia e la creazione di carte di suscettività dinamiche;
- lo sviluppo di strumenti di previsione frane nel corso di forti precipitazioni, mediante l'applicazione di adeguati modelli

Resultato 2 : Produzione di strumenti per la cultura del rischio : creazione, integrazione ed alimentazione di strumenti congiunti per rinforzare la cultura del rischio sulla base di tecniche innovative e sulla produzione di cartografie dinamiche.

Resultato 3 : Coinvolgimento degli attori locali : gli abitanti ed i pianificatori sul tema dei rischi nei territori montani o collinari, con l'integrazione di strategie d'informazione, formazione e comunicazione ("Resilienza delle comunità").

I risultati sono essenzialmente destinati alle autorità centrali, ma anche alle collettività locali che sono confrontate alla gestione del rischio di frana e che troveranno immediatamente applicazioni in tutto lo spazio Alcotra; queste due categorie sono infatti rappresentate in quanto partner nel progetto.

2. Adesione ai criteri di priorità generali del Programma

Tipologie d'azione	
1 - Creare un valore aggiunto attraverso lo sviluppo di idee creative e innovative	Il confronto fra metodi sviluppati da specialisti italiani e francesi permetterà di sviluppare degli strumenti innovativi per la prevenzione e la gestione del rischio frane nell'area ALCOTRA. In particolare, si sottolinea l'approccio innovativo dell'elaborazione di strumenti dinamici fisicamente basati che tengono conto della relazione piogge/frane nella sua distribuzione spaziale con la produzione di carte dinamiche di vulnerabilità e lo sviluppo di diversi modelli di previsione.
2 - Individuare nuovi problemi o opportunità presenti sull'area interessata	Il progetto permetterà di meglio conoscere il rischio frana nell'area transfrontaliera considerata, attraverso lo sviluppo di strumenti di previsione e prevenzione comuni. Le frane superficiali saranno una problematica i cui impatti diventeranno progressivamente più significativi a causa dei cambiamenti climatici e occorre un approccio gestionale caratterizzato da maggior efficienza a fronte di una riduzione delle risorse economiche a livello locale.
3 - Attivare collegamenti tra gruppi, associazioni, istituzioni presenti sul territorio	Il progetto prevede una forte azione di governance locale nei Comuni interessati con il coinvolgimento degli amministratori, dei tecnici e dei volontari di Protezione Civile per aumentare la resilienza locale dei territori.

2.1. Adesione ai criteri di priorità per obiettivo specifico del Programma

Objective 2.2 - Prevenzione dei rischi : aumentare la resilienza dei territori ALCOTRA maggiormente esposti ai rischi

Tipologie di azione	*Gruppi di attività del progetto*	*Attività del progetto*
1- Messa a punto di strumenti di conoscenza sui rischi transfrontalieri emergenti e meno studiati:		
Il progetto prevede lo sviluppo e realizzazione di studi, strumenti e metodi condivisi per per permettere la gestione del rischio legato alle frane tramite la prevenzione e previsione basate sulle piogge.	WP 3 WP 4	Il WP3 sviluppa la valutazione delle relazioni pioggie-frane nell'ambito di eventi passati e delle relative caratteristiche, per le varie tipologie di frana, e la definizione delle aree soggette a frane superficiali. Nel WP4 è previsto lo sviluppo di strumenti di prevenzione, di previsione e di gestione in tempo reale del rischio frane.
2- Utilizzo di nuove tecnologie per l'informazione alla popolazione		
Il progetto prevede la realizzazione di un sito internet destinato all'informazione presso il grande pubblico	*WP 2*	*Il WP ha come obiettivo la sensibilizzazione degli attori pubblici (e del grande pubblico) tramite il coinvolgimento delle scuole, le presentazioni pubbliche e la creazione di un sito internet dedicato al grande pubblico*
3 - Interventi in zone transfrontaliere non coperte da sistemi di allarme ai rischi		
Attività sulla previsione dei movimenti franosi in tempo reale	WP 4	*Nell'ambito dell'attività 3 del WP 4 è previsto di sviluppare la previsione di frane in tempo reale* (su tempi di circa 1 o 2 ore), allo scopo di rendere dinamiche le carte di suscettività/vulnerabilità ai movimenti franosi, integrando in esse la lama d'acqua prevista dai radar meteo, per confermare o meno le zone suscettibili di frana. Questo in areali attualmente privi di sistemi di allerta. Sui siti interessati da frane pregresse che dispongano di dati storici di spostamento da alcuni anni ai quali saranno aggiunti i dati sugli spostamenti misurati mediante gli strumenti installati nel quadro del progetto, è previsto di applicare un modello che consenta di prevedere la velocità di spostamento della frana in funzione dei dati sulle precipitazioni.

2.2. Indicatori

L'obiettivo principale del progetto è l'effettiva presa in conto delle variazioni pluviometriche sia in termini di bilancio che di previsione (proiezione climatica) nei modelli di calcolo della pericolosità dei movimenti franosi. Il bilancio storico permetterà di realizzare un inventario ed una restituzione delle correlazioni causa / effetto nei territori, in termini d'impatto e di resilienza delle comunità d fronte ai rischi specifici in zone montane, ma anche delle zone tipiche dell'area mediterranea.

L'obiettivo principale del progetto corrisponde pertanto all'obiettivo specifico 2.2 del Programma Alcotra "Aumentare la resilienza dei territori Alcotra maggiormente esposti ai rischi". Più in dettaglio, partendo dalle esperienze e dal know-how dei partner, sviluppato in più di dieci anni di cooperazione transfrontaliere nel campo dei rischi gravitativi e della meteorologia, il progetto mira a :

- Sviluppare la conoscenza sui rischi emergenti, particolarmente nel contesto dei cambiamenti climatici in corso, attraverso l'integrazione e messa in rete di dati specifici e scientifici ;

- Realizzare, integrare ed alimentare degli strumenti congiunti per rafforzare la cultura del rischio, appoggiandosi alle nuove tecnologie dinamiche : - Coinvolgere soprattutto gli abitanti ed i pianificatori riguardo ai rischi nei territori montani o collinari, con l'integrazione di strategie d'informazione, di formazione e di comunicazione ("Resilienza delle comunità").

Il progetto persegue i seguenti obiettivi specifici :

- applicare gli studi ed i modelli transfrontalieri innovativi e sostenibili diresilienza attraverso l'impiego di nuove tecnologie e di approccio dinamico in tempo reale

- formare, informare e sensibilizzare giovani, abitanti, turisti, gestori e professionisti della pianificazione territoriale

I documenti di programma prevedono, per ciascun Obiettivo Specifico, degli indicatori di risultato e degli indicatori di realizzazione (o output). Per l'Obiettivo Specifico 2.2 gli indicatori sono riportati nelle tabelle che seguono :

Indicatore di risultato	Numero di persone attivamente coinvolte nelle misure di prevenzione dei rischi	Valore raggiunto dal progetto 35 + 20

1/ Sviluppare la conoscenza dei movimenti di versante :

Il progetto AD-VITAM prevede lo sviluppo congiunto di strumenti per permettere la gestione del rischio legato alle frane tramite la prevenzione e previsione basate sulle piogge. Quanto prodotto permetterà di sviluppare un completo impalcato che prevede, in ordine logico e tramite i WP 3 e 4:

1) identificazione dei settori di versante vulnerabili ai fenomeni di frana superficiale ed aggiornamento degli inventari;

2) la precisa valutazione delle relazioni piogge/frane sull'arco alpino occidentale sia sulla base, convenzionale, dell'analisi degli eventi passati sia sulla base, innovativa, dell'analisi dei

dati interferometrici satellitari;

3) la prevenzione dei movimenti di versante con il supporto di carte di suscettività;

4) la prevenzione delle frane in rapporto con le precipitazioni, mediante integrazione con i dati spaziali di pioggia e la creazione di carte di suscettività dinamiche;

5) lo sviluppo di strumenti di previsione frane nel corso di forti precipitazioni, mediante l'applicazione di adeguati modelli. Lo sviluppo di tale organico insieme di strumenti coinvolgerà i tecnici di tutti i partner.

Rispetto al personale dei partner che partecipa al progetto e che già si occupa attivamente di prevenzione dei rischi (circa **15 persone**), nell'ambito del progetto e per lo sviluppo dello stesso, si prevede che ulteriori **20 soggetti** saranno direttamente coinvolti dai partner nello sviluppo delle attività ed entreranno quindi, a vario titolo, nel novero dei soggetti che partecipano attivamente alle attività di prevenzione dei rischi. Si tratta di: tecnici dei comparti operativi delle pubbliche amministrazioni e degli istituti di ricerca o universitari che partecipano; operatori di soggetti gestionari di infrastrutture; professionisti e personale coinvolti come prestatori di servizi.

2/ Produzione di strumenti per la cultura del rischio :

Creazione, integrazione ed alimentazione di strumenti congiunti per rinforzare la cultura del rischio sulla base di tecniche innovative e sulla produzione di cartografie dinamiche. I principali utilizzatori delle risultanze del progetto saranno, in un primo tempo, i soggetti responsabili della gestione dei territori direttamente interessati dall'occorrenza di frane in settori ad oggi considerati a distribuzione aleatoria. E' fondamentale permettere ai decisori che operano sul territorio, siano essi tecnici o politici, di disporre dei migliori e moderni strumenti e di poter fruire degli investimenti degli ultimi decenni in materia di modellazione dei dati di pioggia e degli elementi di pericolosità legati alle frane. Proponiamo quindi, nell'ambito del progetto, di formare dei tecnici e di proporre agli utilizzatori delle interfacce web e dei documenti pubblici relativi alle risultanze del progetto AD-VITAM. Si prevede di formare ed istruire circa **20 soggetti**.

3/ Coinvolgimento degli attori locali :

Il terzo risultato consiste nel coinvolgere soprattutto gli abitanti ed i pianificatori sul tema dei rischi nei territori montani o collinari, con l'integrazione di strategie d'informazione, formazione e comunicazione ("Resilienza delle comunità").

Indicatore realizzazione (o di output)	Numero di strumenti sviluppati (materiali e immateriali) per la gestione dei progetti.	Valore raggiunto dal progetto 3

La gestione dei rischi da frana tramite le relazioni piogge-frane è uno dei principali obiettivi del progetto AD-VITAM. L'insieme dei prodotti del WP4 definiscono uno strumento operativo destinato a servire da base per lo sviluppo di sistemi di prevenzione, previsione ed allerta per il rischio da frana sulla base delle previsioni di pioggia a breve. Questo permetterà alle amministrazioni pubbliche, ai gestionari di infrastrutture ed alle collettività locali, di fornire una risposta concreta alla gestione del rischio da frana sia dal punto di vista

dell'impatto ambientale sia dal punto di vista economico. Gli strumenti operativi saranno sviluppati essenzialmente sui seguenti aspetti:

- le valutazioni basate sugli eventi passati;
- le soglie di pioggia che generano l'attivazione dei diversi tipi di frana, superficiali e poco profondi;
- L'idenfificazione e la caratterizzazione dei settori vulnerabili alle frane superficiali;
- La valutazione a grande scala delle soglie di innesco frana a partire da analisi tramite tenciche interferometriche;
- Il tentativo di valutare quanto necessario per la previsione/prevenzione e per l'allerta sulla base delle soglie di pioggia necessarie per l'innesco dei differenti tipi di frana.

Questi strumenti comportano un forte aumento della resilienza dei teritori nei confronti dei rischi da frana il che, oltretutto, richiede istituzioni capaci di applicare facilmente ed efficacemente i risultati del progetto e gli struemnti prodotti, sia a livello regolamentare che strategico.

1/ In connessione con il WP3: Ricostruzione degli eventi storici significativi

L'insieme di quanto prodotto nell'ambito del WP 3 costituisce **uno strumento operativo di gestione** destinato a costituire la base per lo sviluppo di sistemi di prevenzione, previsione ed allerta del rischio da frana sulla base delle previsioni di pioggia. Questo al fine di permettere alle pubbliche amministrazioni, ai soggetti che gestiscono infrastrutture ed alle comunità locali una risposta ai rischi da frana in termini non-strutturali e sostenibili sia dal punto di vista degli impatti ambientali sia dal punto di vista economico. Lo strumento operativo sviluppato comprende essenzialmente i seguenti aspetti: la valutazione, sulla base di eventi passati, delle soglie di pioggia che causano l'innesco di varie tipologie di frane, sia superficiali che profonde; una identificazione e caratterizzazione dei settori di versante vulnerabili per frana superficiale; la valutazione delle relazioni soglie-frane a grande scala, tramite tecniche interferometriche; la definizione, ai fini delle attività di previsione/prevenzione ed allerta delle soglie di pioggia necessarie per l'innesco delle varie tipologie di frana. Tale strumento comporta un forte aumento di resilienza dei territori nei confronti dei rischi da frana in quanto al progetto partecipano sia soggetti istituzionali, in grado di applicare prontamente quanto prodotto a livello regolamentare e strategico, sia comunità locali, che applicheranno quanto prodotto su singoli fenomeni franosi di rilevo

2/ In connessione con il WP4: Prevenzione e previsione delle frane

I prodotti previsti nelle tre attività del WP4 hanno per obiettivo il miglioramento delle capacità di prevenzione nei confronti di episodi di pioggia intensa per la miglior gestione del rischio da frana sui versanti alpini mediterranei, tali fenomeni producono sovente effetti devastanti e sono, su tali territori, meno studiati rispetto al altri fenomeni quali le inondazioni o le lave torrentizie.

Nell'odierno contesto di cambiamento climatico (accentuazione dei periodi di piogge intense e/o di siccità) ed a fronte di un crescente utilizzo dei suoli a fini urbanistici, è necessario poter disporre di strumenti semplici ed efficaci per prevenire al meglio le conseguenze di episodi meteorologici intensi al fine di poter prevedere l'innesco di frane potenziali lungo versanti sino ad oggi poco vulnerabili a tale tipo di fenomeni.

Le analisi saranno facilitate grazie all'evoluzione in senso dinamico degli strumenti e grazie a tecnologie innovative e con dati in ingresso sempre più precisi (per esempio: dati radar spazializzati).

Nell'ambito del WP4 è previsto lo sviluppo di **due strumenti principali**, l'uno sulla modellazione della pericolosità e l'altro sulla valutazione degli inneschi.

Strumenti analoghi già esistenti saranno migliorati, rispetto alle versioni odierne, al fine di permettere l'integrazione di una parte dei dati di pioggia spazializzati. Questo permetterà l'utilizzo in tempo quasi reale degli strumenti per predire lo sviluppo di frane e valutare le relative condizioni di innesco.

1° strumento :

Sulla base di due modelli esistenti (ALICI sviluppato dal BRGM e LAMP sviluppato da UNIGE), il primo strumento permetterà di studiare l'evoluzione della suscettibilità da frana in funzione degli episodi di pioggia a partire da parametri geomeccanici, idrogeologici e geotecnici dei terreni. Tale modello permetterà di ottenere le probabilità di sviluppo dei fenomeni franosi in funzione delle quantità di pioggia previste; del caso, il sistema potrà integrare gli elementi esposti così producendo delle cartografie di rischio;

L'objectif avec cet outil est de pouvoir évaluer le temps de déclenchement d'un glissement actif déjà étudié, en cas de fortes pluies, en travaillant sur la prédiction d'un glissement de terrain et notamment de son évolution en analysant de façon temporelle et intégrée la relation entre les déplacements et les précipitations.

2°strumento :

Sulla base di un modello esistente (FLAME, sviluppato dal BRGM), si prevede l'evoluzione dello stesso modello per valutare la probabilità di integrare i dati di pioggia spazializzati provenienti dai radar. L'obiettivo di tale strumento è di poter valutare i tempi di innesco di fenomeni franosi già noti, in caso di forti piogge, mediante l'analisi temporale ed integrata della relazione tra dislocazioni e precipitazioni.

3. Partner del progetto

Nome del partner	Abbreviazione dell'organismo del partner	Contatto	Logo
Géoazur	Géoazur	lebourg@geoazur.unice.fr	
Bureau de Recherches Géologiques et Minières	BRGM	n.marcot@brgm.fr	

Regione Piemonte	RegPiem	carlo.troisi@regione.piemonte.it	
Fondazione Montagna sicura - Montagne sûre	FMS	jpfosson@fondms.org	
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure	ARPAL *(partner)*	rosella.bertolotto@arpal.gov.it	
Unione delle Valli del Armea e del Argentina	UVAA	rebaudo@ceriana.it tecnico@ceriana.it	
Università degli Studi di Genova	UNIGE	bianca.federici@unige.it	

3.1. Presentazione del partenariato

3.1.1. Géoazur - Unité Mixte de Recherche Géoazur à Valbonne - Région PACA (F)

Géoazur (UNS - UMR 7329 CNRS-IRD UR 082 - OCA) svolge attività di ricerca e sviluppo in geoscienze attraverso approcci combinati oceanospazio-terra. I principali argomenti trattati sono lo studio della dinamica della litosfera e la metrologia della Terra e dell' Universo prossimo. Questi studi prendono in considerazione questioni con importanti risvolti sociali, tra cui i rischi sismici, il rischio da frana, il rischio tsunami, il monitoraggio del livello medio del mare.

Géoazur è attivamente coinvolto nelle attività formative del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Nizza-Sophia Antipolis, e nei workshop dell'Osservatorio oceanografico di Villefranche-sur-Mer (OOV-UPMC).

Géoazur partecipa alle missioni di osservazione dell'Osservatorio della Costa Azzurra, con osservazioni che servono la comunità scientifica nel campo delle reti geodetiche, sismiche, delle frane e della telemetria laser.

Dal mese di ottobre 2012, Géoazur accorpato al campus CNRS di Sophia Antipolis. Una parte del personale Géoazur è presente sul sito dell'Osservatorio della Costa Azzurra a Calern nell'ambito delle attività di telemetria laser.

- 3 strutture partner: Géoazur è collegato all'Università di Nizza Sophia Antipolis (UNS,) all'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA), ed è in regime di convenzione con l'Università Pierre et Marie Curie (UPMC).
- 2 EPST: Géoazur è Unità di Ricerca Nazionale (CNRS - UMR 7329) e dell'Istituto di ricerca per lo sviluppo (IRD - UR 082)
- Gruppi tematici: gruppo rischi e vulnerabilità: processi ed effetti; gruppo Astrogeo: Geodesia e Metrologia dell'Universo prossimo;, gruppo Dinamica dei Margini Convergenti; gruppo Dinamica delle Faglie e Terremoti; gruppo Dinamica ed Orogenesi
- Quattro 4 poli di competenze tecniche e ingegneristiche: osservatorio (astronomia, sismologia, geodesia, frane, fondali marini), R&S e Strumentazione, Geocronologia, Mineralogia, Geomeccanica, Calcolo Scientifico, modellazione ed *imaging.*

3.1.2. BRGM - Marseille - Région PACA (F)

Il BRGM è un organismo pubblico che, conformemente a quanto previsto dall'art. 1 del decreto n. 59-1205 del 23 ottobre 1959, dipende da: Ministero dell'Istruzione Nazionale, dell'Insegnamento Superiore e della Ricerca; Ministero dell'Economia e dell'Industria; Ministero dello sviluppo sostenibile e dell'energia. IL BRGM è finanziato essenzialmente dallo Stato, da organismi pubblici e dalle collettività territoriali, conformemente all'art. 4 del citato decreto. E' gestito da un consiglio d'amministrazione comprendente sette rappresentanti dello Stato, cinque soggetti scelti sulla base delle loro competenze e sei rappresentanti sindacali, conformemente all'art. 6 del citato decreto. E' sottoposto al controllo contabile dello Stato e della Corte dei Conti; conformemente agli art. 19 e 20 del citato decreto. Risponde alla definizione di "organismo di ricerca", come previsto dall'art. 1.3 e dall'inquadramento comunitario relativo agli aiuti di Stato alla ricerca, alo sviluppo ed all'innovazione del 27 giugno 2014. Esercita precipuamente attività non economiche, ai sensi dell'art. 2.1.1 dell'inquadramento relativo agli aiuti di Stato alla ricerca, allo sviluppo ed all'innovazione del 27 giugno 2014, secondo il quale il finanziamento pubblico ricevuto non si configura come aiuto di Stato. Il BRGM conta 1052 dipendenti, con un bilancio complessivo di 143.87 M€.

Il BRGM è un organismo pubblico di ricerca e di consulenza nel campo delle scienze della terra che parimenti esercita una missione di Servizio Pubblico, consistente in azioni di osservazione e consulenza nonché di formazione e trasferimento delle conoscenze. L'attività della direzione regionale PACA (Provence Alpes Côte d'Azur) del BRGM a Marsiglia è strettamente legato all'applicazione sul territorio di quanto sviluppato nell'ambito della ricerca. E' in tale ambito che il tema dei rischi è trattato nell'ambito della gestione del territorio. Inoltre, gli strumenti sviluppati per la gestione delle basi-dati hanno permesso di sviluppare un Osservatorio Regionale sui Grandi Rischi in PACA (ORRM). Le consulenze tematiche sviluppate dal BRGM sui rischi naturali in generale e sui rischi da frana in particolare sono numerosi. Citeremo in particolare: le carte di pericolosità da frana a scala regionale e di bacino (Roya-06, Buëch-05); l'aumento delle conoscenze circa l'instabilità delle falesie costiere; il sostegno tecnico alle collettività locali (caratterizzazione movimenti franosi, consulenza post-catastrofe); il sostegno tecnico ai servizi dello Stato; i progetti di ricerca (VALSE , SAMCO); i progetti Interreg sui rischi (GERIA, MASSA, RiskNat, RiskNet); la diffusione delle conoscenze (ORRM, classificazione dei rischi, linee-guida per gli amministratori…).

Gli obiettivi del BRGM in questo progetto sono di capitalizzare le conoscenze sui rischi naturali (frane) per meglio diffonderli; adottare strumenti di prevenzione (modellazioni) che tengano conto dei fattori di innesco (precipitazioni) e rispondere al meglio ai bisogni dei

gestionari per una comunicazione ed una formazione degli amministratori circa gli strumenti di prevenzione per migliorare la gestione del territorio in termini di resilienza.

Più precisamente, i risultati del progetto permetteranno di:

- capitalizzare i dati per arricchire le basi-dati esistenti sulle frane presso l'Observatoire Régional des Riques Majeures nella Regione PACA (ORRM) e delle basi-dati nazionali;
- migliorare le conoscenze sulle frane sui territori alpini mediterranei;
- migliorare gli strumenti di modellazione sviluppati dal BRGM tramite l'integrazione di funzioni nuove ed innovative per prendere in considerazione i dati spazializzati di pioggia in tempo quasi reale, e questo per fenomeni emergenti e ancora poco studiati si territori transfrontalieri;
- confrontarsi con, ed arricchirsi di, strumenti similari sviluppati in Italia;
- effettuare la comunicazione relativa agli strumenti di previsione e prevenzione per aumentare la cultura del rischio presso le popolazioni, tramite il sito Internet e tramite ORRM;
- integrare al meglio i comuni nelle dinamiche.

Per maggiori informazioni www.brgm.fr

3.1.3. Fondazione Montagna sicura (FMS) - Courmayeur - Valle d'Aosta (I)

La Fondazione Montagna sicura è stata costituita con la legge n° 9 del 24 giugno 2002 della Regione Autonoma Valle d'Aosta. Gli organismi fondatori sono la Regione Autonoma, il Comune di Courmayeur, il Soccorso Alpino Valdostano e l'Unione Valdostana Guide di Alta Montagna.

La Fondazione persegue i seguenti obiettivi:

- studio dei fenomeni climatici e meteorologici;
- studio dei fenomeni naturali che condizionano la vita in montagna;
- analisi del rischio idrogeologico;
- valorizzazione delle attività umane volte a limitare lo spopolamento della montagna;
- sviluppo della sicurezza in montagna;
- studio delle problematiche legate al soccorso in montagna;
- valorizzazione dell'alpinismo e dell'escursionismo;
- gestione del centro Villa Cameron (Località Villard de La Palud - Courmayeur - *sede operativa della Fondazione*).

Membri: la Regione Autonoma Valle d'Aosta, il Comune di Courmayeur, il Soccorso Alpino Valdostano, l'Unione Valdostana Guide di Alta Montagna, l'Azienda USL della Valle d'Aosta (*a partire dal 1° gennaio 2010*).

La Fondazione Montagna sicura persegue i suoi obiettivi istituzionali operando in modo prioritario in qualità di *Centro operativo e di ricerca applicata sul territorio di alta montagna*, nei settori dei rischi naturali, della sicurezza in montagna, della neve e valanghe, della glaciologia, dello sviluppo sostenibile.

L'attività di ricerca è completata dallo sviluppo da parte della Fondazione di interventi sinergici come:

a. *Centro di documentazione sull'alta montagna*, che costituisce un punto di riferimento per l'informazione sul territorio valdostano di alta montagna;

b. *Centro di formazione specializzata* sui temi della sicurezza in montagna, dei rischi naturali e dell'ambiente alpino.

Fondazione Montagna sicura è *iscritta al registro pubblico degli Organismi accreditati* per le due macrotipologie seguenti:

- formazione continua e permanente;
- formazione superiore.

La Fondazione è al centro di una Rete transfrontaliera sui rischi naturali e la sicurezza in montagna, costituita da relazioni con organismi di ricerca alpini, così come da progetti operativi finanziati dall'Unione europea, Rete che è anche attiva tramite approfondimenti tecnici ed eventi comunicativi indirizzati al grande pubblico.

Per maggiori informazioni su FMS: www.fondazionemontagnasicura.org

3.1.4. Universitè di Genova (UNIGE) a Genova - Liguria (I)

L'Università degli Studi di Genova è ente pubblico di istruzione superiore e di ricerca. Offre percorsi di studio competitivi e ricchi di eccellenze, che si pongono all'avanguardia per offrire reali opportunità a chi li sceglie, stimolati dalla buona qualità della ricerca scientificata sviluppata. Forti sono le connessioni con il territorio in cui l'Università risiede, con importanti ricadute sia delle ricerche applicate sia di formazione e trasferimento di conoscenze.

Partecipa al progetto mediante il Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA), che si colloca nell'ambito della Scuola Politecnica dell'Università degli Studi di Genova, nelle aree culturali dell'Ingegneria Civile e dell'Ingegneria Chimica, accomunate nell'intento di migliorare gli interventi sull'Ambiente e il Territorio (per maggiori informazioni: www.dicca.unige.it).

L'equipe del DICCA che lavorerà al progetto ha una comprovata esperienza sia nell'analisi dei fenomeni franosi d'interesse del progetto sia nella gestione di dati geografici e nell'implementazione in ambiente informativo geografico (GIS/SIG) di procedure automatiche per l'analisi di diversi fenomeni naturali quali quelli in analisi nel progetto in esame. Lo dimostrano le pubblicazioni scientifiche e la partecipazione a passati progetti transfrontalieri, tra qui i progetti ALCOTRA GERIA e RISKNAT con applicazione al territorio della ricerca sviluppata sui rischi naturali.

I principali obiettivi dell'equipe in questo progetto sono migliorare le capacità di modellazione e prevenzione dei fenomeni franosi innescati dalle piogge, mediante il confronto con i partner francesi e l'applicazione a diversi casi studio interessanti, ed rispondere alle esigenze dei tecnici delle amministrazioni locali con strumenti di analisi in tempo reale per la previsione di situazioni di criticità.

3.1.5. Regione Piemonte a Torino – Piémonte (I)

La Regione Piemonte è partecipa al progetto tramite il Settore Geologico, attivo dal 1978 nel campo della prevenzione dei rischi geologici (http://www.regione.piemonte.it/prevenzione_geologico).

La normativa vigente assegna all'Ente Regione numerose competenze nel campo della previsione e prevenzione dei rischi geologici quali ad esempio: accertamento di stati di dissesto, nonché dei danni alle opere pubbliche in conseguenza di eventi calamitosi; difesa del suolo per quanto attiene alla sistemazione idrogeologica ed idraulica ed alla individuazione delle aree esposte a pericolosità ed a rischio; prevenzione del rischio geologico.

In particolare, le attività del Settore includono: attività istruttorie previste dalle norme regionali; consulenze, studi ed indagini in campo geologico e geologico-tecnico; rilievi a seguito di eventi alluvionali e di frana. Dai primi anni '90 il Settore ha partecipato a numerosi progetti europei nel campo della prevenzione dei rischi geologici .

3.1.6. Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure (ARPAL)a Genova (Liguria)

Secondo la legge regionale n. 20/06, ARPAL ha tra i suoi compiti istituzionali: ·

- l'organizzazione di un sistema di monitoraggio dei fenomeni di dissesto di versante (Rete REMOVER);

- la gestione del Centro Funzionale Meteo-idrologico della Regione Liguria - Protezione Civile (CFMI-PC) e l'integrazione operativa con le strutture regionali che concorrono al sistema regionale di protezione civile.

La rete di monitoraggio regionale dei versanti monitora i fenomeni di instabilità di versante ai fini della programmazione e del controllo degli interventi di difesa del suolo.

La rete è costituita dalla strumentazione di monitoraggio presente sul territorio installata dagli Enti locali nel quadro di interventi di difesa del suolo e dalla strumentazione installata dall'Agenzia stessa.

La rete è gestita da ARPAL, che produce ogni anno un rapporto sullo stato delle frane monitorate e inoltra i dati al Sistema Informativo Regionale Idrogeologico (SIRID), in modo che essi possano essere funzionali alle azioni di riduzione del rischio e di valutazione dell'efficacia degli interventi realizzati.

Per quanto concerne le attività di previsione, Regione Liguria dispone di procedure di allertamento per il rischio idrologico ed idraulico operative e consolidate (a cui il CFMI-PC di ARPAL fornisce un contributo fondamentale con le sue attività di previsione), mentre per l'allertamento geologico è previsto dalla vigente normativa (DGR 1057 del 5/10/2015) un automatismo tra criticità idrologica e geologica. Regione Liguria ha in corso uno studio basato su soli parametri statistici delle soglie pluviometriche collegate all'innesco di fenomeni gravitativi superficiali.

ARPAL non dispone ancora degli strumenti modellistici necessari per fornire supporto alla Regione Liguria in tal senso.

Appare quindi strategico per l'Agenzia:

- Migliorare la conoscenza storica degli eventi occorsi e la definizione della suscettività al dissesto superficiale della Provincia id Imperia;
- approfondire la conoscenza della pericolosità del territorio rispetto alla dinamica dei fenomeni franosi già monitorati attraverso la definizione di mappe di suscettività e di rischio che possano essere gestite dinamicamente in rapporto alla pioggia caduta;
- valutare l'applicabilità di modelli fisicamente basati (ovvero che tengono maggiormente in conto le variabili geologiche del sistema) nella previsione dei fenomeni gravitativi superficiali.

3.1.7. Unione Comuni Valli Argentina Armea – Liguria (I)

L'Unione dei Comuni delle Valli Argentina e Armea è composta dai seguenti Comuni Liguri della Provincia d'Imperia: Badalucco, Bajardo, Carpasio, Ceriana, Molini di Triora, Montalto Ligure e Triora. L'unione è nata con atto costitutivo del 5 dicembre 2014, firmato nel Municipio di Montalto Ligure dai Rappresentanti Locali delle due Valli. L'Ente Locale suddetto ha sede a Montalto Ligure ed il primo Presidente, eletto il 14 gennaio 2015, è Bruna Rebaudo, Sindaco di Ceriana e comprende quella parte del territorio imperiese solcato dai torrenti Argentina e Armea, ad ovest del capoluogo provinciale. Per statuto l'Unione si può occupare dei seguenti servizi:

- organizzazione generale dell'amministrazione, gestione finanziaria e contabile e controllo;
- organizzazione dei servizi pubblici di interesse generale di ambito comunale, ivi compresi i servizi di trasporto pubblico comunale;
- catasto;
- la pianificazione urbanistica ed edilizia di ambito comunale nonché la partecipazione alla pianificazione territoriale di livello sovra comunale;
- attività, in ambito comunale, di pianificazione di protezione civile e di coordinamento dei primi soccorsi;
- la programmazione in materia di difesa del suolo;
- la promozione turistica;
- la programmazione, la predisposizione e l'attuazione di progetto per il territorio;
- organizzazione e gestione dei rifiuti e la riscossione dei relativi tributi;
- progettazione e gestione del sistema locale dei servizi sociali ed erogazione delle relative prestazioni ai cittadini;
- edilizia scolastica, organizzazione e gestione dei servizi scolastici;
- polizia municipale e polizia amministrativa locale e sicurezza sociale;
- tenuta dei registri di stato civile e di popolazione;
- servizi in materia statistica;
- la comunicazione e l'informatizzazione.

Con la deliberazione del Consiglio n. 21 del 03/11/2015, avente ad oggetto: trasferimento della funzione di Protezione Civile all'Unione delle Valli Argentina Armea, l'Unione ha dato avvio ed ha attivato la funzione di attività di Protezione Civile in ambito comunale, di pianificazione di Protezione Civile e di coordinamento dei primi soccorsi.

Per il progetto AD-VITAM, l'Unione delle Valli Argentina Armea, proprio per la sua veste già definita di Ente con territorio omogeneo, ha ricevuto la delega a partecipare per conto dei Comuni limitrofi di Mendatica, Armo ed Aquila d'Arroscia, sul cui territorio sono state individuate, di concerto con Arpal, situazioni d'interesse specifico al riguardo.

L'Unione delle Valli Argentina e Armea non ha ancora maturato esperienze di cooperazione diretta in ambito Alcotra, in quanto è un organismo costituito il 5/12/2014: tuttavia i Comuni componenti hanno avuto modo di fare esperienze con i progetti TOURVAL e BEST-OF (ALCOTRA 2007-2013), orientati nel settore turistico ed alcuni hanno lavorato con il Docup Liguria Ob. 2 (2000-2006) con caratteristiche di tipo infrastrutturale.

Per quanto concerne il budget dell'Unione Valli Argentina Armea si sottolinea che l'Unione stessa è un Ente creato recentemente con un primo budget di 100 mila euro. Nelle delibere di sostegno per la partecipazione al progetto AD-VITAM assunte dai Comuni che fanno parte del progetto: Ceriana, Bajardo, Montalto Ligure, Carpasio, Molini di Triora e Triora, appartenenti al territorio dell'Unione e Mendatica, Armo ed Aquila d'Arroscia, limitrofi deleganti, è stato assunto l'impegno di fornire all'Unione stessa, nel caso in cui il progetto fosse approvato, gli anticipi di cassa per poter ottemperare ai pagamenti necessari alla liquidazione del contributo per la gestione del progetto. Pertanto, uso AD-VITAM, il budget totale di riferimento è quello dei Comuni in questione, pari a circa €. 7.500.000 + €. 100.000 derivati dal Budget proprio dell'Unione.

Nell'ambito dell'Unione Comuni Valli Argentina Armea, quali Ceriana, Montalto Ligure, Carpasio e Mendatica, a seguito degli eventi meteo avversi che si sono abbattuti sul territorio, sono operativi Piani d'Evacuazione da movimento franoso, che si attivano in caso di superamento di determinate soglie di pioggia. Tale condizione ha imposto all'Unione il ruolo di partner come "area pilota", infatti per la gestione dei Piani suddetti si rende assolutamente necessario, per le Pubbliche Amministrazioni, disporre di sistemi d'allerta basati su previsioni di pioggia adeguate e su indicazioni in merito alle conseguenti possibili problematiche sui versanti a rischio frana dalle stesse derivate. Soprattutto dopo eventi abbattutisi sui territori in prossimità delle classiche feste più importanti dell'anno, allorquando all'attivazione dei Piani d'Evacuazione non sono seguite, fortunosamente, circostanze degne di nota, si è riscontrata una notevole insofferenza della popolazione coinvolta nelle aree a rischio nei confronti delle misure di tutela applicate, a tal punto da far pericolosamente venir meno la fiducia nei confronti delle Istituzioni preposte alla gestione del rischio! Si rende assolutamente necessario operare soprattutto per recuperare la fiducia suddetta ed aumentare la coscienza del rischio, nel rapporto tra Amministratori locali e Popolazione ed incrementare la competenze dei Tecnici dei Comuni e dei Professionisti del Settore che lavorano sui territori e che ivi saranno operativi in caso d'evento.

4. Descrizione del progetto

L'area Alcotra è molto vulnerabile ai rischi di natura geologica, destinati ad aumentare in relazione ai previsti scenari relativi ai cambiamenti climatici ed all'aumento della pressione antropica a fini turistici, di transito od insediativi. Particolarmente elevata appare la vulnerabilità ai rischi connessi con i fenomeni franosi, rischio emergente ed ancor poco studiato, per contrastare i quali le amministrazioni, in un quadro di sempre maggior riduzione delle risorse economiche, dovranno ricorrere a schemi di intervento più efficaci ed efficienti, nell'ambito di strategie macroregionali e legati al monitoraggio, alla prevenzione, alla previsione, alle procedure di allerta e protezione civile. In tale ottica il progetto AD-VITAM si pone come obiettivo il miglioramento della resilienza dei territori rispetto ai rischi naturali da frana tramite lo sviluppo di sistemi operativi innovativi, basate sui livelli di pioggia. Le attività previste prevedono la valutazione delle relazioni precipitazioni-frane nell'ambito di eventi passati, la creazione di inventari, lo sviluppo di diversi modelli previsionali, la definizione di soglie di innesco e di mappe dinamiche di pericolosità (vulnerabilità)

fondamentali per la gestione operativa. Le risultanze sono destinate sia alle amministrazioni centrali, sia alle comunità locali che si confrontano con la gestione dei rischi da frana e troveranno immediata applicazione in tutto lo spazio Alcotra, essendo entrambe le categorie rappresentate come partner nel progetto. Le risultanze saranno inoltre diffuse al grande pubblico tramite il sito internet.

Azioni progettuali

4.1. Gruppo di attività 1 - Coordinamento e gestione amministrativa

La governance del progetto AD-VITAM sarà realizzata in perfetto coordinamento con gli animatori partner. Da un punto di vista amministrativo la gestione sarà centralizzata in Francia presso il CNRS (Dipartimento delle Alpi Marittime) con il supporto di un incaricato di gestione amministrativa, che centralizzerà le spese e coordinerà le attività amministrative e di validazione con gli organismi certificatori.

La governance sarà realizzata attraverso un'animazione basata sull'esperienza acquisita in altri progetti e sarà sviluppata dal capofila (Géoazur) attraverso una validazione concertata con i responsabili dei WP.

Mediante la governance, l'animatore vigilerà sul rispetto delle regole finanziarie previste dalla Guida di Attuazione Alcotra 2014-2020, così come sugli impegni tecnici e scientifici del progetto, e permetterà qualora necessario di modulare, nel rispetto del progetto originario, gli inevitabili adattamenti di un progetto dinamico che si svolge in un territorio in evoluzione sia politica che strategica.

La governance del progetto sarà messa in opera attraverso il coinvolgimento di tutti i partner sull'insieme del progetto e con alcune iniziative significative :

- Il varo e l'inizio effettivo del progetto con una riunione di lancio alla quale parteciperanno tutti i partner e durante la quale sarà validato collegialmente il "ruolino di marcia" del progetto.
- Riunioni collegiali ogni sei mesi, comportanti validazioni dei rendiconti tecnici e dei cronoprogrammi per ogni WP e le sue articolazioni
- La chiusura del progetto (in Francia ed in Italia) con l'invito dei partner e degli amministratori territoriali, nel corso della quale saranno esposti e validati gli approcci ed i progressi scientifici e tecnici definiti dal progetto.

4.2. Gruppo d'attività 2 - Comunicazione e disseminazione

4.2.1. Portale WEB

Il progetto AD-VITAM riunisce una serie di azioni orientate verso ambiti operativi e richiede una piattaforma dicomunicazione dinamica ed interattiva per lo scambio di informazioni tra i partner. Questa piattaforma di scambio promuoverà l'utilizzazione dei risultati, e verrà concepita come un portale web dedicato al progetto. Questo sito sarà uno strumento di comunicazione e di informazione, tanto più essenziale in quanto il progetto coinvolge attori diversi (politici, amministrativi, responsabili scientifici ...) e si propone di applicare varie metodologie in diverse località dell'arco alpino.

Per garantire un ampio supporto e scambi coerenti e strutturati tra i partner, la comunicazione, l'informazione e la diffusione dei risultati, il portale web del progetto AD-VITAM potrebbe essere legato anche al sito del progetto strategico RiskNet.

Il sito web di AD-VITAM integrerà i rapporti di avanzamento delle varie azioni e il documento di sintesi. Sarà costruito su a due sezioni principali.

Il sito sarà dedicato ai partner di progetto (per l'avanzamento delle azioni), ai tecnici delle comunità locali (messa a disposizione di rapporti tecnici, dati, strumenti, prodotti) ed al grande pubblico (messa in rete dei verbali delle riunioni pubbliche, distribuzione informazioni…)

4.2.1.1. Sezione dedicata ai partner di progetto AD-VITAM

Questa sezione sarà riservata ai partner ed ai prestatori di servizi del progetto. L'accesso può essere limitato a seconda delle esigenze dei membri. Esso faciliterà lo scambio e la diffusione delle informazioni tra loro e presenterà:

• gli aspetti di gestione del progetto, assicurando la disponibilità dei diversi documenti (programma di attività, modelli di documenti, programmi, relazioni intermedie ...).

• quanto necessario per l'animazione scientifica del progetto (file di dati, articoli scientifici, presentazioni, , verbali di riunioni, rapporti di avanzamento ...).

La struttura sarà regolata in base alle esigenze degli utenti. Deve fornire una distribuzione trasversale delle informazioni per garantire il collegamento tra le diverse metodologie di valutazione del rischio frana. Per promuovere gli scambi tra i membri, sarà aperto sul sito uno spazio collaborativo.

4.2.1.2. Sezione aperta al pubblico e gli esperti in materia di prevenzione e gestione dei rischi

Questa sezione sarà sviluppata per garantire l'uso e la diffusione dei risultati del progetto, in consultazione e con il consenso delle parti interessate (scientifico, politico, operativo ...). Essa garantirà la trasmissione delle informazioni ai funzionari coinvolti nella prevenzione e gestione del rischio all'interno delle comunità locali. I risultati dei sistemi di sorveglianza installati saranno disponibili sul sito e una presentazione dei principali risultati delle varie componenti saranno regolarmente aggiornati ..

Più in generale, alcuni prodotti saranno oggetto di un servizio di ampia diffusione al pubblico (schede, mappe, software ...).

4.2.1.3. Partecipanti

Coordinamento : Géoazur

Partecipanti : Regione Piemonte, BRGM, ARPAL, FMS, Unione dei Comuni

4.2.1.4. Prodotti

Sito internet -> realizzazione Géoazur

Aggiornamento sul portale RiskNat -> realizzazione Géoazur

4.2.2. Sensibilizzazione

4.2.2.1. Contesto

Fenomeni sempre più frequenti a causa dei cambiamenti climatici.

Necessità di allertamento precoce per gestire le fasi operative previste dai piani di emergenza comunale, con particolare riferimento alle attività di evacuazione delle abitazioni direttamente minacciate dal fenomeno franoso.

Perdita della memoria del rischio e resistenza all'applicazione delle misure previste dalla pianificazione locale

4.2.2.2. Obiettivi dell'azione

1. Coinvolgimento degli amministratori, dei tecnici dei Comuni, dei gestori e operatori di Protezione Civile per l'inquadramento delle problematiche di gestione operativa di Protezione civile legate alle frane e adozione degli strumenti sviluppato nell'ambito della WP 4.
2. Sensibilizzare i portatori di interesse del territorio per un aumento della resilienza locale rispetto ai rischi legati all'innesco delle frane.
3. Restituire ai tecnici e al grande pubblico i risultati del progetto attraverso un sito internet dedicato al progetto AD-VITAM ed inerente i dati cartografici prodotti, pubblicato sul geoportale RiskNat, capitalizzando i prodotti dei progetti precedenti.

4.2.2.3. Attività per conseguire gli obiettivi

<u>Tecnici transfrontalieri:</u>

- Seminari per il confronto sui diversi approcci modellistici per la prevenzione e previsione dei fenomeni franosi.

<u>Amministratori/gestori e tecnici locali</u>:

- Incontri con gli amministratori dei territorio coinvolti per fare il punto sulla pianificazione di emergenza locale legata alle frane, presentare la possibilità di realizzazione di strumenti di allertamento precoce e far emergere le esigenze locali;

- Definizione condivisa dell'interfaccia di fruizione degli strumenti di allertamento precoce;

- A seguito dello sviluppo degli strumenti, presentazione dei possibili risultati e definizione del percorso di coinvolgimento dei tecnici e della cittadinanza;

- Momenti di confronto con i tecnici dei Comuni per presentare i prodotti e valutare il loro utilizzo operativo in fase previsionale;

<u>Operatori di Protezione Civile:</u>

- Aggiornamento degli operatori sulle ricadute operative del nuovo sistema di allertamento precoce;

- Realizzazione di almeno un'esercitazione per la verifica di quanto previsto.

<u>Istituti scolastici:</u>

- Governance Comune – Istituti scolastici per la condivisione delle procedure previste dal piano che hanno effetto sull'attività scolastica;

- Percorsi educativi nelle scuole per mantenere la memoria del rischio, diffondere la conoscenza dei rischi del territorio e sensibilizzare alle misure di autoprotezione (attività di connessione scuola – famiglia).

Cittadini:

- Capitalizzazione delle esperienze di evacuazione nei Comuni già interessati dall'applicazione di tali procedure per individuare punti critici e possibilità di miglioramento

- Assemblee pubbliche per arrivare a una definizione del rischio condiviso.

Grande pubblico:

Aggiornamento e pubblicizzazione del geoportale RiskNAT sul sito AD-VITAM.

4.2.2.4. Risultati

- Miglioramento della capacità di gestione delle emergenze da parte delle amministrazioni locali;

- Miglioramento del coordinamento con le componenti del Sistema di Protezione civile locale;

Aumento della resilienza delle popolazioni locali, con particolare riferimento ai cittadini direttamente coinvolti nelle attività di evacuazione e alla popolazione scolastica e alle famiglie.

4.2.2.5. Participante

Coordinatore: ARPAL / Unione dei Comuni

Partner coinvolti: BRGM, ARPAL, Unione dei Comuni, Università di Genova

4.2.2.6. Prodotti

1) seminario transfrontaliero di restituzione delle risultanze del progetto; organizzato da Géoazur

2) 2 riunioni di scambio di esperienze tra tecnici; organizzato da ARPAL

3) 9 riunioni dei gruppi di lavoro tra amministrazioni e tecnici dei comuni

- 2 organizzate da Géoazur (Bacino di Grasse e/o Roya e/o Mentone)
- 1 organizato dall'Unione dei Comuni della Valle Argentina
- 2 organizzate dall'ARPAL
- 2 organizzate dalla Regione Piemonte
- 2 organizzate dalla Valle d'Aosta

4) 3 riunioni con la protezione civile; organizzate all'ARPAL

5) 7 riunioni pubbliche; organizzate da Géoazur/ARPAL

6) Interventi presso le scuole; organizzati all'ARPAL

4.3. Gruppo d'attività 3 - Ricostruzione degli eventi storici significativi

Sfide/Contesto

A fronte della sfida costituita dal confronto con i problemi di frana sull'arco alpino, il progetto AD-VITAM intende proporre una risposta, ad uso delle pubbliche amministrazioni, in termini di sviluppo di sistemi di prevenzione, previsione ed allerta sulla base delle previsioni di pioggia. Tale approccio è privo di impatti ambientali, economicamente sostenibile e produce un sostanziale aumento della resilienza dei territori interessati nei confronti dei problemi da frana.

Tale tipo di risposta comporta approcci differenti per le frane superficiali e per le frane profonde.

Le frane superficiali si innescano nelle coltri di copertura, su versanti ripidi, quale immediata risposta a fronte di precipitazioni brevi ed intense e presentano un enorme distribuzione areale contandosi, dopo gli eventi principali, a centinaia o migliaia per km^2. Si tratta di fenomeni non passibili di monitoraggio individuale e per i quali l'attività di prevenzione, previsione ed allerta deve passare, in linea di massima, attraverso:

- una delimitazione cartografica, tramite adeguati modelli basati su tecniche GIS, dei settori di versante vulnerabili a questo tipo di fenomeno;
- la determinazione delle piogge (in termini di durata ed intensità) necessarie per innescare le frane;
- le applicazioni di modelli di allerta, relative alla vasta area delle zone vulnerabili, basati sulle piogge in corso o previste.

Le frane profonde hanno risposte spesso non lineari in relazione alle piogge, possono essere singolarmente caratterizzate e delimitate e possono essere attrezzate con sistemi di monitoraggio. L'analisi ed il confronto, nel tempo, delle risultanze dei sistemi di controllo e delle piogge permettono di stabilire il comportamento dei vari corpi di frana e determinare soglie di allerta relative ai singoli fenomeni franosi.

In tale contesto la valutazione delle relazioni piogge-frane nell'ambito di eventi passati, per le varie tipologie di frana, e la definizione delle aree soggette a frane superficiali sono elementi indispensabili per la corretta taratura di modelli operativi che permettano alle amministrazioni interessate un'efficace gestione delle condizioni di rischio geologico legate ai movimenti di versante, in particolare per quanto attiene i sistemi previsionali e le segnalazioni di allarme. Tale tematica è l'elemento base del WP3.

Le tre attività proposte seguono un *iter* logico che prevede, nell'ordine: l'aggiornamento degli inventari e zonazione di suscettibilità; la valutazione delle relazioni piogge-frane; una valutazione innovativa della risposta dei versanti agli eventi di pioggia, a grande scala, su base di radarinterferometria satellitare. Le attività del WP3 costituiscono la base per tutte le attività sui siti pilota previste nel WP4.

4.3.1. Aggiornamento inventari e zonazione di suscettibilità

4.3.1.1. Sfide/Contesto

Una risposta in termini di allerta su base meteorologica ai problemi di frana deve passare necessariamente attraverso un adeguato aggiornamento degli inventari di frana disponibili ed attraverso l'identificazione dei settori di versante vulnerabili ai fenomeni di frana superficiale.

Per quanto riguarda gli inventari, numerose banche dati di movimenti di terreno sono oggi disponibili perle Alpi occidentali. Lato francese troviamo la banca dati nazionale BD MVT disponibile tramite Géorisques http://www.georisques.gouv.fr/ e la banca dati RTM disponibile dal sito http://rtm-onf.ifn.fr/. Lato italiano: la banca dati nazionale IFFI (*Inventario delle frane in Italia; http://193.206.192.136/cartanetiffi/*), il suo aggiornamento per la Regione Piemonte (http://webgis.arpa.piemonte.it/risknat/), le reti di sorveglianza dei movimenti dei versanti in Piemonte (Rercomf), Liguria (Remover) e Valle d'Aosta.

Altre fonti di dati permetteranno di arricchire questo inventario sul territorio eleggibile delle delle Alpes-Maritimes:

- la banca dati attualità dell'Osservatorio regionale dei Rischi maggiori in Provence Alpes Côte d'Azur (ORRM PACA) accessibile tramite http://observatoire-regional-risques-paca.fr/;

- la banca dati eventi del Consiglio dipartimentale delle Alpes-Maritimes (CD06) i cui dati sono da raccogliere presso i servizi Strade;

- i dati inventariati direttamente dai comuni che hanno subito degli eventi sul loro territorio.

Uno strumento di risalita di terreno permettendo ai tecnici dei servizi dello Stato o degli Enti locali, in corso di realizzazione al BRGM, sarà provato durante il progetto e consentirà anche si alimentare la banca dati eventi.

Per quanto riguarda l'identificazione dei settori di versante vulnerabili ai fenomeni di frana superficiale, si ricorda come gli stessi siano di norma assenti o solo parzialmente ricompresi negli inventari disponibili. Si rende quindi necessaria una loro specifica definizione tramite adeguate tecniche di analisi statistica multivariata, da svilupparsi in ambiente GIS.

4.3.1.2. Obiettivo

L'azione ha due obiettivi principali :

1) disporre di un inventario frane aggiornato sul territorio transfrontaliero ALCOTRA, al fine di studiare alcuni eventi, nell'ambito dell'azione 3.2 sviluppatisi durante episodi di piogge intense identificate da Météo France e per le quali siano pure disponibilidati Radar sotto forma di dati di pioggia mosaicati.

2) Ricavare coperture geografiche di pericolosità dei versanti in relazione allo sviluppo di frane superficiali tramite l'utilizzo di modello statistico multivariato. La procedura potrà fornire strumento utile per l'identificazione delle aree più suscettibili al rischio da frana superficiale su cui potranno essere applicati i modelli fisicamente basati ALICE, LAMP e FLAME (WP4).

4.3.1.3. Azioni previste

- Creazione di una banca dati frane su base GIS "AD-VITAM" con una struttura da definire in funzione dei bisogni di modellazione;

- Elaborazione dei dati presenti nella banca dati ORRM;
- Acquisire la banca dati eventi del Comitato dipartimentale delle Alpes-Maritimes (CD06), settore strada e ambiente;
- Raccogliere dati presso i comuni delle Alpes-Maritimes e presso altri enti che potenzialmente disppngano di questo tipo di informazioni;
- Integrare i nuovi eventi nella banca dati “AD-VITAM”;
- Raccolta sistematica di dati da eventi recenti (post 2006), per l’integrazione degli inventari lato Italia;
- Inventario dei dati storici e dei movimenti franosi sui siti italiani dell'Unione dei Comuni Argentina Armea (Liguria), correlati con gli eventi succedutisi nel tempo; particolare attenzione verrà rivolta ai due siti di Ceriana e Mendatica individuati come siti pilota per la calibrazione dei modelli;
- Integrare gli inventari francesi ed italiano esistenti (BD MVT/ BD RTM/IFFI-Sifrap/BD VdA/IFFI);
- Applicazione dell’analisi statistica multivariate alle aree-campione. Validazione e confronti con altre metodologie.

4.3.1.4. Prodotti

1) Relazione tecnica contenente la descrizione dettagliata delle attività svolte

-> realizzazione TUTTI I partners

2) Cartografia GIS degli eventi di frana :

sulle Alpes Maritimes (F) -> realizzazione BRGM

sulla Regione Liguria (I) -> realizzazione UNiGE

sulla Regione Piemonte (I) -> realizzazione Regione Piémonte

sulla Regione val d’Aosta (I) -> realizzazione Regione Valle d’Aosta

3) Banca dati delle schede descrittive dei metadati associati :

sulle Alpes Maritimes (F) -> realizzazione BRGM

sulla Regione Liguria (I) -> realizzazione UNiGE

sulla Regione Piemonte (I) -> realizzazione Regione Piémonte

sulla Regione valle d’Aosta (I) -> realizzazione Regione Valle d’Aosta

4) Aggiornamento delle basi-dati su frana esistenti :

sulle Alpes Maritimes (F) -> realizzazione BRGM

sulla Regione Liguria (I) -> realizzazione UNiGE

sulla Regione Piemonte (I) -> realizzazione Regione Piemonte

sulla Regione Valle d’Aosta (I) -> realizzazione Regione Valle d’Aosta

5) Cartografia delle aree vulnerabili da fenomeni di frana superficiale :

sulle Alpes Maritimes (F) -> realizzazione BRGM-GEOAZUR

sulla Regione Liguria (I) -> realizzazione UNiGE

sulla Regione Piemonte (I) -> realizzazione Regione Piemonte

sulla Regione Valle d'Aosta (I) -> realizzazione Regione Valle d'Aosta

6) Banca dati di caratterizzazione delle aree vulnerabili a fenomeni di frana superficiale :

sulle Alpes Maritimes (F) -> realizzazione BRGM

sulla Regione Liguria (I) -> realizzazione UNiGE

sulla Regione Piemonte (I) -> realizzazione Regione Piemonte

sulla Regione Valle d'Aosta (I) -> realizzazione Regione Valle d'Aosta

7) Cartografie di sintesi da pubblicare sul portale transfrontaliero RiskNat

-> Realizzazione GEOAZUR

4.3.1.5. Zone interessate

Liguria: provincia di Imperia

PACA: dipartimento delle Alpes-Maritimes

Piemonte : settore alpino delle province di Torino e Cuneo

Valle d'Aosta: tutta la valle

4.3.1.6. Partecipanti

Coordinamento: regione Piemonte

Partecipanti: UniGe, Brgm, Arpal, Geoazur, Unione dei Comuni, FMS

4.3.2. Relazione eventi/episodi di pioggia

4.3.2.1. Sfide/Contesto

In questi ultimi anni, le regioni alpine occidentali, sia in Francia che in Italia, sono state colpite da episodi di pioggia intensa; di seguito si riportano i principali. L'elenco non è esaustivo.**Data-Regione/dep.-I/F-Descrizione**

Maggio 2008 - Piemonte - I - I settori alpini delle province di Torino e Cuneo sono stati colpiti da precipitazioni diffuse ed intense che hanno provocato inondazioni e frane, con danni gravi e diffusi

Novembre-dicembre 2008 - Liguria - I - Alcuni settori del tratto alpino ligure sono soggetti a piogge prolungate con cumulate massime di oltre 700 mm con riattivazioni di paleofrane e attivazione di frane nuove

Novembre-dicembre 2009 - Liguria - I - Alcuni settori del tratto alpino ligure sono soggetti a piogge prolungate con cumulate massime di oltre 700 mm con riattivazioni di paleofrane e attivazione di frane nuove

15 giugno 2010 - Var - F - Catastrofe di Draguignan

Ottobre 2010 - Liguria - I - Eventi estremi (>293 mm in poche ore) con fenomeni alluvionali nel ponente genovese e diversificazione dei fenomeni franosi ; riattivazione di paleofrane in tutta la regione.

Marzo 2011 - Piemonte - I - **I** settori alpini delle province di Torino e Cuneo sono stati colpiti da precipitazioni diffuse ed intense che hanno provocato inondazioni e frane, con danni gravi e diffusi

Novembre 2011 - Liguria - I - Eventi alluvionali del T. Bisagno, del F. Vara e nella zona delle 5 Terre con picchi di 400mm/6h. Fenomeni gravitativi di ogni genere, da riattivazioni di grandi frane, soil slip e mud-debris flow

Marzo-maggio 2013 - Piemonte - I - In Piemonte le precipitazioni cumulate nella primavera 2013, tra il 1 marzo ed il 19 maggio hanno raggiunto valori superiori ai 1100 mm, provocando frane diffuse su tutto il territorio regionale

Dic 2013-marzo 2014 - Piemonte - *I* - Una serie diffusa e quasi ininterrotta di precipitazioni ha generato moltissime frane nella provincia di Cuneo

18 e 19 gennaio 2014 - Var - F - Il dipartimento ha subito delle intemperie eccezionali sia dal punto di vista dell'intensità che della durata

Ottobre-nov 2014 - Piemonte - I - I settori alpini delle province di Torino e Cuneo sono stati colpiti da precipitazioni diffuse ed intense che hanno provocato inondazioni e frane, con danni gravi e diffusi

4 nov 2014 - Var Alpes-Maritimes - *F* - Alluvioni, movimenti di terreno e sommersione marina

Ottobre-novembre 2014 - Liguria - *I* - Alluvione del T.Bisagno + Fereggiano con oltre 1200 mm di pioggia nei mesi di ottobre e novembre. Nel ponente ligure riattivazione di paleofrane con circa 1700 mm di pioggia in 3 mesi. Frane diffuse sul territorio

Marzo 2015 - Piemonte - I - Le precipitazioni diffuse hanno causato numerose frane nella provincia di Cuneo

3 octobre 2015 - Alpes-Maritimes - *F* - Delle forti piogge hanno colpito il litorale provocando alluvioni e movimenti di terreno.

Questi episodi straordinari per la loro intensità e durata hanno provocato vari fenomeni di frana

Qualsiasi sistema di previsione/prevenzione dei movimenti franosi su base di previsione meteorologica prevede la conoscenza del rapporto tra le piogge e l'innesco di fenomeni franosi. Tale rapporto è di tipo quasi lineare solo in relazione allo sviluppo di frane superficiali, laddove per le frane di taglia medio-grande dipende da un elevato numero di fattori: orografici, geologia e morfologia locale, tipologia di movimento franoso, ecc.

4.3.2.2. Obiettivi

Ottenere precise informazioni circa le relazioni piogge-dislocazioni di versante, in vari eventi passati, in vari contesti geologici e morfologici e per varie tipologie di frana utilizzabili dalle amministrazioni nell'ambito di attività di previsione e gestione delle emergenze ed, in particolare, per la determinazione delle soglie pluviometriche critiche per l'innesco dei fenomeni franosi.

4.3.2.3. Attività previste

- Selezione, sia per parte italiana che per parte francese, di eventi meteopluviometrici che, a partire dal 2007-2008, abbiano generato numerosi movimenti franosi;
- Descrizione sistematica delle caratteristiche degli eventi meteopluviometrici e dei relativi effetti, in termine di analisi delle serie storiche di pioggia, delle risultanze dei radar meteorologici (se disponibili), degli effetti al suolo in termini di innesco di movimenti franosi;
- Raccolta presso il gestionale dei radar del Monte Vial e del Monte Settepani, nelle Alpes-Maritimes, dell'insieme delle croniche delle piogge degli otto ultimi anni tramite i dati grezzi dei radar, poi dai dati trattati, al fine di elaborare una lama di acqua radar mosaico per ognuno degli eventi selezionati;
- Creazione di una lama di acqua radar mosaico per ognuno degli episodi piovosi selezionati;
- Legare e caratterizzare gli eventi franosi venendo dall'azione 3.1 agli episodi di piogge intense;
- Definizione e descrizione delle relazioni con le dislocazioni rilevate sulle varie tipologie di movimenti di versante;
- Analisi di dettaglio, sui siti pilota dell'Unione dei Comuni, della relazione pioggie-frane al fine di permettere la correlazione con i risultati derivati dall'applicazione dei differenti modelli italiani e francesi, al fine di consentire la taratura dei modelli stessi;
- valutazioni di dettaglio per quei settori ove siano disponibili strumentazioni a terra (piezometri, inclinometri, ecc.) che permettano di valutare il più diretto legame piogge-variazioni piezometriche-dislocazioni.

4.3.2.4. Zone interessate

Piemonte: settore alpino della provincia di Torino; settore alpino ed appenninico della provincia di Cuneo.

Liguria: provincia di Imperia

PACA: dipartimento delle Alpes-Maritimes

VDA: Valle d'Aosta

4.3.2.5. Partecipanti

Coordinamento: FMS

Partecipanti: regione Piemonte, BRGM, ARPAL, Geoazur, Unione dei Comuni.

4.3.2.6. Prodotti

1) Relazione tecnica contenente la descrizione dettagliata delle attività svolte e le indicazioni relative alle soglie di innesco rilevate nelle aree e nei siti pilota, al fine di permettere la gestione del rischio da parte delle amministrazioni interessate.

-> Realizzazione TUTTI i partner

2) Banca dati contenente le descrizioni e le caratteristiche degli eventi meteopluviometrici selezionati.

- sulle Alpes Maritimes (F) -> realizzazione BRGM
- sulla Regione Liguria (I) -> realizzazione UNiGE
- sulla Regione Piemonte (I) -> realizzazione Regione Piemonte

- sulla Regione Valle d'Aosta (I) -> realizzazione Regione Valle d'Aosta

3) Cartografia su base SIG degli episodi di piogge intense (georeferenziazione + descrizione dei metadati).
- sulle Alpes Maritimes (F) -> realizzazione BRGM
- sulla Regione Liguria (I) -> realizzazione UNiGE
- sulla Regione Piemonte (I) -> realizzazione Regione Piemonte
- sulla Regione Valle d'Aosta (I) -> realizzazione Regione Valle d'Aosta

4) Lama di acqua radar mosaico per ogni episodio di piogge intense.

5) Relazione con la caratterizzazione degli eventi con le loro conseguenze in termini di movimento di terreno (frana e smottamento).

-> Realizzazione TUTTI i partner

6) Cartografie di sintesi.

-> Realizzazione GEOAZUR

7) Schede per ogni episodio piovoso selezionato (con le sue caratteristiche: intensità, durata, ecc.).
- sulle Alpes Maritimes (F) -> realizzazione BRGM
- sulla Regione Liguria (I) -> realizzazione UNiGE
- sulla Regione Piemonte (I) -> realizzazione Regione Piemonte
- sulla Regione Valle d'Aosta (I) -> realizzazione Regione Valle d'Aosta

8) Lama di acqua radar mosaico per ogni episodio di piogge intense.

4.3.2.7. Relazione

-> Realizzazione TUTTI i partner

4.3.3. Analisi della relazione precipitazioni-frane tramite tecniche interferometriche satellitari PS

4.3.3.1. Sfide/Contesto

Come già enunciato, la valutazione delle relazioni piogge-frane nell'ambito di eventi passati è un elemento indispensabile per la corretta taratura di modelli operativi che permettano alle amministrazioni interessate un'efficace gestione delle condizioni di emergenza legate ai movimenti di versante. La tematica, già affrontata in termini più convenzionali nelle attività 1.1 e 1.2, viene in questa sottoazione affrontata in maniera assolutamente innovativa, tramite il ricorso ad analisi mirata di dati interferometrici da telerilevamento satellitare che coprono l'intero arco delle Alpi occidentali italiane ed alcuni settori di quelle francesi.

4.3.3.2. Obiettivi

Ottenere per ambiti di area vasta (interi bacini alpini) precise informazioni circa le risposte dei versanti, valutate tramite sistemi interferometrici PS, a fronte dei principali eventi di pioggia occorsi. Questo al fine di ottenere relazioni piogge-dislocazioni di versante utilizzabili dalle amministrazioni nell'ambito di attività di gestione delle emergenze. La maggioranza dei dati disponibili sull'arco alpino occidentale riguarda il territorio italiano ma sono comunque disponibili circa 5000 km^2 di dati PS sul territorio francese. La vastità dell'areale interessato

(circa 20.000 km^2) e la numerosità dei punti PS disponibili (alcuni milioni) sono tali da permettere l'estrapolazione delle risultanze all'intero arco alpino occidentale. Il tipo di analisi proposta non è mai stata effettuata, né a livello europeo né a livello mondiale.

4.3.3.3. Azioni previste

Raccolta ed organizzazione dei dati interferometrici satellitari disponibili sui territori interessati, italiani e francesi.

Selezione di bacini o di areali vasti ove:

- siano disponibili i dati di cui sopra;
- si siano verificati nell'intervallo di tempo coperto dai PS eventi meteopluviometrici significativi;
- siano disponibili, per gli eventi di cui al punto precedente, i dati di pioggia.

Selezione di areali vasti sui quali i dati PS indichino dislocazioni rilevanti e diffuse; verifica delle condizioni di pioggia alla base di tali dislocazioni.

Analisi delle serie storiche PS e dei dati di pioggia al fine di definire le relazioni tra le dislocazioni rilevate sulle varie tipologie di movimenti di versante e le piogge.

4.3.3.4. Zone interessate

Piemonte: settori alpini delle province di Torino e Cuneo

Liguria: settore alpino della provincia di Imperia

Valle d'Aosta: tutta la valle

PACA:

Alpes-Maritimes : valle della Tinée ; valle della Roya

Hautes-Alpes : un settore del Parco del Queyras

Rhône-Alpes : settore di monte della Valle della Maurienne;

4.3.3.5. Partecipanti

Coordinamento: regione Piemonte

Partecipanti: Arpal, Unione dei Comuni, FMS, BRGM

4.3.3.6. Prodotti

1) Relazione tecnica che includa i seguenti elementi:

- descrizione delle attività svolte e dei criteri adottati;
- risultanze delle analisi per ciascun bacino, od area vasta, interessato;
- risultanze generali sull'insieme dell'arco alpino esaminato;
- nota che riassuma tutti gli elementi emersi di utilità per le amministrazioni ai fini di previsione/prevenzione e gestione delle criticità geologiche legate alle piogge.

-> realizzazione regione Piemonte

2) Copertura cartografica, da esporre tramite il portale RiskNat, delle risultanze dell'analisi.

-> Realizzazione regione Piemonte

4.4. Gruppo d'attività 4 - Prevenzione e previsione delle frane

Contesto

Negli ultimi cinque anni, le Regioni PACA, Liguria e Valle d'Aosta e più recentemente nell'ottobre 2015 il Dipartimento delle Alpi Marittime in Francia, hanno subito degli episodi di piogge intense e violente, che hanno provocato inondazioni e frane ad esse associate.

Il maggior problema nella gestione operativa degli eventi franosi in occasioni di forti piogge, è l'individuazione delle zone che statisticamente possono franare nonché la disomogeneità nella distribuzione delle piogge al suolo. La memoria dei suoli e la variazione spaziale delle piogge è una dele sfide tecniche e concretamente operative di questo progetto.

Le azioni 3.1 e 3.2 permetteranno da un lato di caratterizzare gli episodi di piogge intense e le frane (colate, scivolamenti) associati da un ritorno di esperienze sugli eventi passati, in modo da caratterizzare una specifica tipologia degli episodi tipici di piogge intense, ma anche le probabili conseguenze in termini di attivazione di frane su territori come quelli delle Alpi Marittime sul lato francese e della regione Liguria e Valle d'Aosta sul lato italiano.

Obiettivi

Gli obiettivi delle attività comprese nel WP4 riguardano il miglioramento e la validazione delle capacità di prevenzione di fronte a questo tipo di fenomeni, attraverso la realizzazione di carte di suscettività alle frane. L'obiettivo è qui quello di testare i modelli esistenti per la prevenzione dei movimenti franosi (questa volta esclusivamente gli scivolamenti) lato francese e lato italiano, in territori che saranno stati preventivamente individuati in base alla loro morfologia, agli elementi esposti, del loro contesto geologico e degli eventi già accaduti (bacini di rischio, tronchi stradali, ecc.), per il seguito svilupparli e renderli dinamici, integrandovi i dati di pioggia spazializzati forniti dai radar meteorologici in modo da realizzare così dell'attività previsionale. In effetti, la tecnologia attuale si pone alla frontiera fra l'integrazione dei dati meteorologici semplici e complessi, una sfida che noi andremo a raccogliere in questo lavoro.

Nel WP4 è quindi previsto di lavorare sulle nozioni di prevenzione e di previsione delle frane, fino alla fattibilità di una gestione in tempo reale di questo rischio, migliorando così la resilienza dei territori.

4.4.1. Prevenzione dei movimenti franosi

4.4.1.1. Contesto

Negli ultimi cinque anni le regioni PACA, Liguria, Piemonte e Valle d'Aostaed ultimamente nell'ottobre 2015 il dipartimento delle Alpi Marittime hanno subito degli episodi di piogge intense e violente che hanno provocato inondazioni e frane ad esse associate. Le azioni 3.1 e 3.2 permetteranno da un lato la caratterizzazione degli episodi di piogge intense e di frane (colate, scivolamenti) associate ad un ritorno di esperienze sugli eventi passati, in modo da caratterizzare una tipologia specifica degli episodi tipici di piogge intense, ma altresì le probabili conseguenze in termini di attivazione di frane in territori come quelli delle Alpi Marittime dal lato francese e delle regioni Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta dal lato italiano.

4.4.1.2. Obiettivi

L'azione 4.1 permetterà, mediante software di modellazione, di realizzare la prevenzione degli eventi franosi con l'ausilio di carte di suscettività, prodotte con un livello d'acqua costante (livello piezometrico sincrono con le piogge globali) ed ottenere così delle carte probabilistiche di suscettività alle frane di scivolamento in un certo numero di siti pilota.

Attività previste

- Sono previste in questa attività tre grandi attività principali :
- Scelta dei siti di studio

Applicazione del modello francese ALICE e produzione di carte di suscettività alle frane di scivolamento

Redazione di un rapporto di sintesi

Queste tre attività saranno condotte nel modo seguente :

1. Scelta dei stiti da studiare e dei dati associati, identificazione e validazione dei territorio di studio, di tipologie di bacini idrografici, tronchi stradali o provincie :

- 1 o 2 siti lato francese nella regione del bacino di Grasse e/o sud del Roia e/o territorio del comune di Mentone (regione PACA) ;
- 3 siti lato italiano : Val Ferret (regione Valle d'Aosta) ; Val di Susa (regione Piemonte) ; provincia di Imperia e territori dell'Unione dei Comuni Argentina/Armea e Mendatica – Armo – Aquila d'Arroscia e dei Comuni di osservazione ARPAL (regione Liguria).

2. Raccolta dei dati necessari per la modellazione con il software ALICE nei siti selezionati fra quelli indicati (modelli numerici del terreno, geologia, idrogeologia : livello piezometrico costante, dati geotecnici) ;

3. Applicazione del modello francese ALICE ed ottenimento delle carte di suscettibilità alle frane di scivolamento ;

Il Sistema ALICE (Assessment of Landslides Induced by Climatic Events) svilupato dal BRGM, è uno strumento GIS nel quale è stato implementato un approccio si modellazione della stabilità dei versanti accoppiato ad un modello idrologico globale, il modello GARDENIA (Global Reservoir Model for Simulation of Discharge and Groundwater Levels). Il suo obiettivo è quello di consentire lo studio della suscettività alle frane di scivolamento indotti dal clima a scala regionale, identificandone I contesti geomorfologici locali e valutando l'impatto dei cambiamenti dei fattori climatici sulla stabilità dei versanti. Esso fornisce anche la possibilità di valutare le probabilità di occorrenza delle frane di scivolamento su ampie zone, mentre il modello idrologico permette la stima delle variazioni nel tempo dei parametri idraulici.

Questo modello è basato su parametri geotecnici. Le principali caratteristiche fisiche della zona di studio sono modellate attreverso una serie di immagini raster : topografia, strati geologici, la loro geometria ed il loro contenuto d'acqua. Ad ogni strato geologico sono associati i parametri geomeccanici quali la coesione, l'angolo di attrito ed il peso di volume. Le incertezze di attribuzione di valori dei parametri sono controllate attraverso l'applicazione di distribuzioni probabilistiche. Il calcolo della stabilità dei versanti è realizzato su profili 2D distribuiti con regolarità a coprire l'insieme della zona di studio. Essi seguono le direzioni a

maggiore pendenza, iniziando dall'apice del versante ed arrestandosi al livello dei corsi d'acqua.

- Test del modello ALICE nei siti selezionati ;

- Ottenimento delle carte di suscettività alle frane di scivolamento

- Discussione sui risultati ottenuti in termini di carte di suscettività e pertinenza delle scale di lavoro, in vista dell'integrazione delle lame d'acqua spazializzate prevista nell'azione 4.2.

3. Redazione di un rapporto di sintesi :

- Composizione del rapporto di sintesi
  a) Introduzione e problematiche
  b) Presentazione del modello ALICE ed obiettivi
  c) Carte di suscettività alle frane di scivolamento
  d) Descrizione dei risultati
  e) Discussione sulla necessità di far evolvere il livello d'acqua in rapporto alle carte spazializzate di pioggia (tipo mosaico radar meteo) per la previsione

4.4.1.3. Territori interessati

PACA : dipartimento delle Api Marittime, regione del bacino di Grasse e/o sud del Roia

Valle d'Aosata : Val Ferret

Piemonte : Valle di Susa

Liguria : provincia di Imperia nei territori dell'Unione dei Comuni Argentina/Armea e Mendatica - Armo - Aquila d'Arroscia e dei Comuni di osservazione ARPAL

4.4.1.4. Partecipanti

Coordinamento : BRGM

Partecipanti : BRGM + Géoazur + ARPAL + FMS + Unione dei Comuni + Regione Piemonte

4.4.1.5. Prodotti

1) Livello GIS delle cartografie di suscettività alle frane di scivolamento a livello piezometrico costante (senza aver integrato i dati di pioggia)
- nel bacino di Grasse (Alpi Marittime) : realizzazione Géoazur
- nel Roia e/o Mentone (Alpi Marittime) : realizzazione BRGM
- in Liguria : realizzazione UNIGE
- in Piemonte : realizzazione Regione Piemonte
- in Valle d'Aosta : realizzazione FMS

2) Scheda descrittiva dello strumento ALICE per la formazione dei tecnici

   -> Realizzazione BRGM

3) Scheda descrittiva dei dati integrati al modello ALICE per ogni sito

   -> Realizzazione BRGM

4) Rapporto tecnico attività 4.1

-> Realizzazione a cura di tutti i partner

5) Valorizzazione dello strumento ALICE : fascicolo didattico sullo strumento

-> Realizzazione BRGM

4.4.1.6. Note:

In allegato alla scheda tecnica : descrizione scientifica e referenze sul sofeare ALICE (Tipo di modello, dati in entrata, principio di funzionamento, risultati ottenibili)

Integrazione nel GIG Transfrontaliero RiskNat degli strati GIS prodotti

4.4.2. Prevenzione delle frane di scivolamento correlabili alle precipitazioni

4.4.2.1. Contesto

Le azioni 3.1 e 3.2 avranno permesso di caratterizzare un evento tipico di piogge intense, e le probabili conseguenze in termini di attivazione di frane (colate e frane di scivolamento) nel territorio delle Alpi Marittime sual lato francese. L'azione 4.1 permetterà, attraverso dei software di modellazione, di fare prevenzione delle frane mediante l'ausilio di carte di suscettività prodotte considerando un livello d'acqua costante (livelli piezometrici sincroni di pioggia globale) ed ottenere così delle carte probabilistiche di suscettività alle frane di scivolamento in un certo numero di siti pilota.

L'azione 4.2 permetterà di introdurre nello strumento il dato di pioggia spazializzato e migliorare così le carte di suscettività, rendendole "dinamiche", e migliorandone la precisione nella valutazione della suscettività alle frane di scivolamento.

4.4.2.2. Obiettivi

In questa azione si prevede di lavorare su un territorio test (individuato dai partner e dai decisori locali) con un confronto reale, obiettiva ed efficace degli strumenti di modellazione ad oggi esistenti in Francia ed in Italia (ALICE e LAMP), in due settori selezionati fra quelli già studiati nell'azione 4.1 (per esempio una Provincia, un bacino idrografico o un versante già conosciuti in quanto già interessati da frane di scivolamento)

Contrariamente all'azione 4.1, queste modellazioni integreranno questa volta i dati pluviometrici spazializzati provenienti dai radar meteo (Monte Viale e Monte Settepani sul lato italiano) oltre che i dati locali provenienti dai pluviometri, per tarare i modelli, e l'insieme di questi dati corrisponde agli storici degli episodi piovosi censiti nell'azione 3.2. Si potrà così confrontare i risultati ottenuti in termini di suscettività alle frane, con gli eventi che si sono effettivamente prodotti durante gli episodi piovosi identificati nell'azione 3.1.

L'obiettivo qui è quello di sviluppare la tecnologia della spazializzazione reale dei dati di pioggia nello strumento ALICE per fare in modo c'esso possa integrare questi dati di pioggia (ciò che attualmente non è dato, in quanto i software e gli strumenti di cartografia operativa permettono solo d'integrare un dato puntuale, fornito da un pluviometro per tutto il territorio considerato. Questo approccio migliorerà così il potenziale di questo strumento di modellazione per una più vasta applicazione ed un miglioramento della precisione dei risultati, per arrivare in seguito fino alla previsione della pericolosità gravitativa (azione 4.3).

D'altro canto, lo strumento LAMP permette già d'integrare i dati di pioggia spazializzati, e

verrà ingegnerizzato in modo da poter effettuare elaborazioni in automatico, nell'ottica del suo funzionamento in tempo reale per la previsione di situazioni di criticità.

Confrontare i risultati in termini di suscettività sui due siti considerati sarà quindi interessante, essendo differente la filosofia dei due strumenti, in termini di dati in entrata e di tipo di modello (deterministico per LAMP, probabilistico per ALICE), ma i due modelli permettono comunque di ottenere una carta di suscettività direttamente utilizzabile da un gestore per migliorare la prevenzone nel proprio territorio.

Sarà altresì di interesse, per i siti individuati, il confronto tra i risultati ottenuti a partire dai dati di pioggia locali con quelli ottenuti a partire dai dati di pioggia spaziali.

4.4.2.3. Attività previste

Sono previste in questa azione tre grandi attività principali :

Scelta di due siti soggetti a frana superficiale per l'applicazione dei modelli ALICE e LAMP, integranti i dati spazializzati di pioggia, nonché la taratura mediante i dati locali provenienti dai pluviometri

a) Un sito francese (regione intorno a Grasse - Alpi Marittime - e/o sud del Roia nella regione PACA) coperti dal radar meteo del Monte Vial dal lato francese.
b) un sito italiano (settore della Provincia di Imperia nel territorio dell'Unione dei Comuni Argentina/Armea : CERIANA e sotto la copertura del radar di Monte Settepani lato italiano o scelta di 3 siti individuati nella Provincia di imperia e soggetti a movimento profondo innescato da piogge : Mendatica, d'interesse dell'Unione dei Comuni, Borgo Maro e San Romolo, entrambi monitorati da ARPAL nell'ambito del progetto ReMoVer.
c) Messa in opera nei siti strategici di un denso reticolo di stazioni meteo e di sensori idrometeorologici (20 stazioni connesse). Applicazione dei modelli ALICE nei due siti individuati. Applicazione del modello LAMP, a seguito dei test di confronto con ALICE nei due siti, nonché negli altri siti dell'Unione dei Comuni.

Redazione di un rapporto di sintesi

Queste tre attività saranno condottte con le modalità seguenti :

1) Scelta dei due siti e dati associati

- Fra i 4 siti studiati nell'azione 4.1 :
  - 1 o 2 siti lato francese nella regione di Grasse e/o sud del Roia e/o territorio del Comune di Mentone (regione PACA) ;
  - 3 siti lato italiano : Val Ferret (regione Valle d'Aosta) ; Valle di Susa (regione Piemonte) ; Provincia di Imperia nel territorio dell'Unione dei Comuni Argentina/Armea : Ceriana (regione Liguria).
- Scelta di due siti interessanti da un punto di vista geologico, morfologico, della storicità degli episodi di pioggia e di eventi di frana, vulnerabilità forte (elementi esposti socio-economici, urbani, funzionali…) e forte interesse dei comuni interessati :
  - 1 sito lato francese (Bacino idrografico nel settore di Grasse nel quale si trova una frana di scivolamento potenzialmente interessante da seguire nell'azione 4.3 in termini di evoluzione e di meccanismo) ;
  - 1 sito lato italiano da privilegiare nel territorio dell'Unione dei Comuni delle Valli Argentina/Armea (CERIANA - Regione Liguria).

- Inventario dei dati necessari nei 2 siti selezionati per l'applicazione dei modelli ALICE e LAMP e sugli altri siti dell'Unione dei Comuni per l'applicazione del modello LAMP ;
- Raccolta di dati necessari per la modellazione con il modello LAMP sui siti scelti caratterizzati da movimenti profondi di cui sopra (DTM, superfice 3D del piano "medio" di falda freatica e dalla superficie 3D della formazione rocciosa di base, i parametri fisico-meccanici del corpo di detrito, la copertura del suolo, le escursioni termiche stagionali di sito e le storie di pioggia). Utilissime per calibrare il modello LAMP sono anche le informazioni "storiche" quali, ad esempio, le risultanze di pregressi monitoraggi inclinometrici o, quantomeno, degli spostamenti colti al piano di campagna ed i riscontri di accelerazioni, o rallentamenti, del cinematismo in atto correlabili alle concomitanti piogge incidenti ;
- Installazione di stazioni meteo per accrescere la copertura dei dati meteo puntuali (pluviometri) e la messa in opera di un sistema di raccolta dei dati pluviometrici nei 2 anni del progetto, uso di questi dati per la taratura dei dati spazializzati provenienti dai radar di Monte Vial e di Monte Settepani ;
- Installazione dei misuratori di umidità del suolo sui siti indagati da LAMP, per meglio correlare la pioggia con infiltrazione, ruscellamento ed evapotraspirazione ;
- Raccolta dei dati di pioggia forniti dai pluviometri delle stazioni meteo già presenti nel sito ;
- Raccolta dei dati spazializzati forniti dai radar meteo di Monte Vial e di Monte Settepani in Italia. I dati del radar di Monte Vial con quelli del Monte Settepani (a condizione della disponibilità dei dati) daranno trattati per un certo numero di episodi piovosi (circa 20 eventi, da valutare) fra il 2008 ed oggi. Sono previste due tappe intermedie :
    - Una tappa che permetta di selezionare gli episodi e di recuperare i dati grezzi dei 2 radar ;
    - Una tappa che permetta il ritrattamento dei 20 eventi e l'elaborazione di una lama d'acqua radar mosaicata.
- In questa fase la messa in opera della catena di trattamento specifico ZPHI® per il radar italiano e la mosaicatura saranno effettuati nel progetto URAMET (del Programma Alcotra) a condizione che quest'ultimo sia approvato. E' da prevedersi solo un adattamento della catena di trattamento in tempi diversi. La catena di trattamento sarà qui valorizzata ed utilizzata per un trattamento specifico con una finalità innovativa sul rischio frane.

2) Sviluppo ed apllicazione dei modelli ALICE e LAMP

Sistema <u>LAMP</u> (Landslide Monitoring and Prediction) corrisponde ad un modello fisico-meccanico integrante dei parametri idrogeologici e geotecnici, e nel suo funzionamento tiene conto delle caratteristiche del sito studiato. Esso permette di analizzare la suscettività alle frane di scivolamento procedendo alla determinazione delle variazioni della superficie di rottura a partire da una superficie "media", in funzione delgi storici di pioggia, nonché dei parametri di influenza avvenuti nel processo di infiltrazione, poi applica il modello d'Equilibrio Limite Globale al'interno di un vlume 3D mobilizzato, discretizzato in cellule elementari, con delle caratteristiche geometriche e fisico-meccaniche differenti, variabili anch'esse con la profondità.

- Sviluppo dello strumento ALICE per l'integrazione di dati di pioggia spazializzati e quindi un'evoluzione del livello piezometrico in funzione delle piogge (integrando la

memoria delle precipitazioni precedenti nel suolo, la circolazione dell'acqua e di conseguenza l'evoluzione del livello piezometrico in funzione delle piogge) ;

- Integrazione nei modelli ALICE e LAMP dei dati di pioggia spazializzati selezionati fra gli episodi storici censiti, applicazione di ALICE e LAMP nei due siti (francese ed italiano) ed ottenimento delle carte di suscettività alle frane di scivolamento dette "dinamiche", perché prodotte a partire di un dato meteo spazializzato relativo ad un episodio piovoso precedentemente censito e caratterizzato (azione 3.2) ;
- Lavoro di taratura dei modelli, integrando in ALICE e LAMP gli storici di pioggia forniti dai pluviometri ;
- -Confronto dei risultati forniti da ALICE e da LAMP, e confronto con gli eventi di frana che si sono realmente prodotti in questi settori durante gli episodi piovosi considerati ;
- Lavoro di taratura del modello LAMP, in seguito ai testi di confronto con ALICE nei due siti, nonché negli altri siti dell'Unione dei Comuni, integrandovi lo storico delle piogge fornite dai pluviometri e dai radar meteo per gli eventi più importanti.

Interpretazione e riflessione su :

- applicazione di questo o quel modello (vantaggi/scale/dati/risultati/obiettivi) ;
- uso di dati pluviometrici puntuali o spazializzati (vantaggi/precisione/costi…);
- Uso o non uso di un livello piezometrico costante (confronto con i risultati nei 2 siti considerati nell'azione 4.1) ;
- inoltre verificata la precisione del modello LAMP applicandolo sulla frana di Mendatica, scivolamento profondo attivato dalle piogge e molto interessante da studiare per l'Unione dei Comuni, così come nei siti di Maro e Borgo San Romolo, controllati da ARPAL nel quadro del progetto ReMoVer;
- Il funzionamento dello strumento LAMP sarà inoltre presentato nel dettaglio al personale tecnico dell'Unione dei Comuni, allo scopo di renderli autonomi nell'applicazione di questo modello ad altri movimenti franosi di loro interesse.

4.4.2.4. Rapporto di sintesi

Composizione del rapporto di sintesi :

a) Introduzione e problematiche
b) Presentazione dei diversi siti di studio e scelta dei siti selezionati
c) Presentazione del modello LAMP e obiettivi
d) Carta di suscettività alle frane di scivolamento integranti le piogge (puntuali e spazializzate)
e) Descrizione dei risultati discussione sui confronti sulla base dei dati e dei modelli utilizzati
f) Discussione sulla necessità di far evolvere il livello d'acqua in rapporto alle carte spazializzate di pioggia (tipo mosdaico radar meteo) per fare la previsione (obiettivo dell'azione 4.3)

4.4.2.5. Territori interessati

<u>PACA :</u> regione del bacino di Grasse e/o sud del Roia

<u>Valle d'Aosta :</u> Val Ferret

<u>Piemonte :</u> Valle di Susa

Liguria : Provincia di Imperia nei territori dell'Unione dei Comuni Argentina/Armea e Mendatica - Armo - Aquila d'Arroscia e nei Comuni di osservazione ARPAL

4.4.2.6. Partecipanti

Coordianamento : UNIGE

Partecipanti : BRGM + Géoazur + UNIGE + ARPAL + FMS + Unione dei Comuni

4.4.2.7. Prodotti

1) Livello GIS delle cartografie di suscettività alle frane di scivolamento tenendo conto della pluviometria (puntuale e spazializzata)
   - nel bacino di Grasse (Alpi Marittime - F) : realizzazione Géoazur
   - sul Roya e/o Mentone (Alpi Marittime - F) : realizzazione BRGM
   - in Liguria (I) : realizzazione UNIGE
   - in Piemonte (I) : realizzazione Regione Piemonte
   - nella Valle d'Aosta (I) : realizzazione FMS

2) Scheda descrittiva dello strumento LAMP per la formazione dei tecnici

   -> Realizzazione UNIGE

3) Schede descrittive dei dati integrai al modello LAMP per ogni sito

   -> Realizzazione UNIGE

4) Produzione di una lama d'acqua radar - > BRGM

5) Sistema di monitoraggio

   -> Realizzazione UNIGE

6) Rapporto tecnico attività 4.2

   -> Realizzazione di tutti i partner

7) Valorizzazione dello strumento LAMP : fascicolo

   -> Realizzazione UNIGE

4.4.2.8. Note

In allegato alla scheda tecnica : descrizione scientifica e referenze sul sofware LAMP (tipo di modello, dati in entrata, principio di funzionamento, risultati forniti)

Integrazione dei livelli GIS prodotti al GIS Transfrontaliero RiskNat

4.4.3. Strumenti di previsione dei movimenti franosi in caso di forti precipitazioni

4.4.3.1. Contesto

Le azioni 3.1 e 3.2 permettono di caratterizzare un evento tipo in termini di piogge intense e di conseguenze probabili in termini di innesco di movimenti di versante (frane e scivolamenti) su territori quali quello delle Alpi Marittime, lato Francia, e la Provincia di Imperia, lato Italia. L'azione 4.1 permette, grazie a modelli di calcolo, di fare previsioni di frana grazie a

carte di suscettività prodotte a livello piezometrico costante ed omogeneo ed ottenere quindi, su di un certo numero di siti-pilota, carte probabilistiche di suscettività da frana. L'azione 4.2 permette di introdurre negli strumenti operativi il dato di pioggia spazializzato, nonché il dato puntuale fornito dai pluviometri, e di migliorare quindi le carte di suscettività rendendole "dinamiche" e migliorandone la precisione delle valutazioni di suscettività ai movimenti franosi.

4.4.3.2. Obiettivi

Al fine di completare il percorso di prevenzione sviluppato nelle azioni 4.1 e 4.2, nell'ambito di questa azione è previsto di sviluppare gli aspetti di previsione frane in tempo reale, intendendo come tale un intervallo di tempo di 1-2 h tra la previsione di pioggia intensa e l'inizio dell'episodio piovoso. Questo tramite la creazione di carte dinamiche di suscettività da frana rese possibili grazie all'integrazione con i dati di pioggia radar che precedono l'evento di qualche ora, il che permette di fare o meno evolvere verso maggiori condizioni di pericolosità le carte stesse di suscettività. Inoltre, su siti in frana per i quali siano disponibili dati di spostamento su archi di tempo di parecchi anni, ai quali si aggiungeranno i due anni di osservazioni relative al progetto, si prevede l'applicazione del modello FLAME del BRGM, che permette di prevedere la velocità di dislocazione del corpo in frana in funzione dei dati di pioggia.

Questa esperienza:

- permetterà ai comuni di valutare come migliorare i piani di protezione civile, tenendo in considerazione lo sviluppo delle tecnologie che possono rivelarsi utili per i sistemi di allerta. A questo si sommi il valore aggiunto per gli operatori tecnici e scientifici con i quali i comuni interagiranno nell'ambito del progetto AD-VITAM, che acquisiranno una significativa esperienza "sul campo" nel quadro delle relazioni operative tra i fornitori di dati e gli utilizzatori dei servizi;
- rappresenterà una tappa importante nell'evoluzione dei processi di *governance* rivolta non già al passato né al presente, ma bensì ad una migliore comprensione del futuro

4.4.3.3. Attività previste

Nell'ambito di questa attività sono previste quattro aspetti di sviluppo principali:

1. evoluzione delle carte di suscettibilità in carte dinamiche grazie agli applicativi ALICE e LAMP

2. scelta dei movimenti franosi strumentati da utilizzare per la previsione delle dislocazioni

3. applicazione dell'applicativo FLAME su alcuni siti selezionati

4. Rapporto di sintesi

1) Evoluzione delle carte di suscettività dinamiche tramite gli applicativi ALICE e LAMP per l'applicazione ad un sistema di gestione in tempo reale (massimo 2 h)

- Messa a disposizione del BRGM per 12 mesi (al terzo anno del progetto AD- VITAM) dei dati di pioggia in tempo reale del radar de Monte Vial (valori di pioggia osservati ed anticipati a 1 e 2 h). In questa fase, l'attivazione della catena di elaborazione ZPHI® ed il sistema di recupero in tempo reale dei dati dei radar italiani saranno stati definiti nell'ambito del progetto URAMET. Una volta definita l'intera catena delle

elaborazioni, i valori di pioggia radar mosaicati (o solamente quelli del Monte Vial) saranno definiti su di un periodo di 12 mesi ;

- Sviluppo ed ingenierizzazione dei modelli LAMP e ALICE per il funzionamento automatico che permetta l'integrazione dei dati in tempo reale ;
- Test per l'integrazione in tempo reale nei modelli Alice e LAMP di uno-tre episodi di pioggia che potranno prodursi nell'area coperta dal radar del Monte Vial, e che siano già stati studiati nell'ambito delle attività 4.1 e 4.2, nel corso del terzo anno del progetto AD-VITAM. Creazione di una carta di suscettività dinamica che riporti le zone suscettibili a franamenti in funzione degli episodi di pioggia valutati ;
- A condizione che vengano messi a disposizione dal progetto URAMET i dati in tempo reale del radar di Monte Settepani sulla Val Roya (coperta da due radar): integrazione dei modelli con la mosaicatura dei dati di pioggia radar (osservata con anticipi di 1-2 ore) per una valutazione a due ore di uno-tre episodi di pioggia che potranno prodursi sulla Val Roya durante il terzo anno del progetto AD-VITAM. Creazione di una carta di suscettività dinamica che indichi le zone suscettibili a frana in relazione agli episodi di pioggia studiati ;
- Valutazioni critiche, per entrambe i casi, su quei settori effettivamente colpiti da movimenti franosi in rapporto alle carte di suscettività emesse 1-2 ore prima dei collassi ed analisi dei risultati.

2) Scelta dei movimenti franosi strumentati da utilizzare per la previsione delle dislocazioni

- scelta di 1-3 siti di studio per l'applicazione del modello FLAME scelti tra quelli di seguito:
    - La frana di Rosone, in Piemonte, già strumentata e già oggetto di un precedente progetto Interreg (Interreg I, 1994) ;
    - La frana di La Saxe, se possibile, situata nel comune di Courmayeur (Valle d'Aosta) per un'applicazione del modello FLAME, senza dati di pioggia spazializzati ma mediante dati pluviometrici puntuali ;
    - La frana di Mendatica, sul territorio dell'Unione dei Comuni, partner di progetto (Regione Liguria), che sarà strumentata per le esigenze del progetto tramite GPS a basso costo per valutare l'entità delle dislocazioni per un periodo di due anni nel corso del progetto ;
    - Una frana presso uno dei comuni della Communauté de Communes du Pays de Grasse, nelle Alpi Marittime, parimenti strumentata per la durata del progetto (GPS a basso costo + piezometri esistenti).

- Installazione delle strumentazioni necessarie sui siti identificati come sede di dislocazioni attive (pluviometri, GPS a basso costo, piezometri ecc.).

4.4.3.4. Applicazione dello strumento FLAME su alcuni siti selezionati

L'innovativo modello <u>FLAME</u> (Forecasting Landslides Acceleration induced by Meteorological Events) per la previsione delle frane è stato sviluppato dal BRGM nel quadro del progetto ANR SISCA (Système Intégré de Surveillance de Crises de glissements de terrain argileux), con l'obiettivo di effettuare previsioni circa l'evoluzione di una frana e, a seconda del tipo di fenomeno, circa lo sviluppo di fenomeni di fluidificazione. Questo analizzando in maniera temporale ed integrata la relazione tra le dislocazioni e le precipitazioni, basandosi su tre modelli complementari:

- ***Un approccio tipo « scatola nera", derivato dal modello TEMPO sviluppato dal BRGM, che mette in relazione le precipitazioni (solide e liquide) con le dislocazioni osservate, tramite una funzione di trasferimento ;***
- ***un modello viscoplastico 1D semplificato, che prende in considerazione l'evoluzione della pressione interstiziale indotta dalle precipitazioni ;***
- ***un terzo modello che combina i due approcci.***

Questo modello, applicato alla frana di Super-Sauze (Alpes-de-Haute-Provence, Francia) ha prodotto ottimi risultati (Bernardie et al., 2015a), replicando con buona precisione le dislocazioni ordinarie osservate e permettendo altresì di predire l'innesco di una colata con parecchi giorni di anticipo. L'applicativo è stato in seguito utilizzato anche su altri movimenti franosi, tra i quali alcuni tra i maggiori movimenti franosi in Francia, come il Grand Ilet, isola della Réunion, La Clapière (Bernardie et al., 2015b) e la Séchilienne (Levy et al., 2015).

- Queste tra azioni saranno sviluppate nella maniera seguente
- Sviluppo dell'applicativo FLAME al fine di potervi integrare i dati spazializzati tipo quelli prodotti dal radar del Monte Vial e/o da quello di Monte Settepani
- Test dell'applicativo FLAME con i dati spazializzati di pioggia (radar) sui fenomeni franosi selezionati ed applicazione di FLAME tramite utilizzo dei soli dati di pioggia quando non siano disponibili i dati radar;
- Analisi risultati ed interpretazione ai fini dell'utilizzo per scopi previsionali con tempi di 1-2 h;
- Messa a disposizione del BRGM, per dodici mesi (terzo anno del progetto AD-VITAM) dei dati in tempo reale del radar del Monte Vial (valori di pioggia osservata e prevista a 1 e 2 h).

4.4.3.5. Rapporto di sintesi

Contenuti del rapporto di sintesi:

a) Introduzione e problemi aperti;
b) Presentazione dei diversi siti di studio e scelta dei siti pilota;
c) Presentazione del modello FLAME e relativi obbiettivi;
d) Carte di suscettività ai fenomeni franosi con integrazione delle piogge (puntuali e spazializzate);
e) Descrizione dei risultati e discussione circa il confronto degli stessi in funzione dei dati e dei modelli utilizzati;
f) Discussione circa la fattibilità di un utilizzo quale allerta in tempo reale per i comuni.

4.4.3.6. Territori interessati

PACA : un fenomeno franoso su di uno dei comuni della regione del Bacino di Grasse, nelle Alpi Marittime, strumentato per il progetto;

Piemonte: la frana di Rosone, già strumentata e già oggetto di un precedente progetto Interreg (Interreg I, 1994);

Valle d'Aosta: la frana di La Saxe, per quanto possibile, nel comune di Courmayeur; per un'applicazione del modello FLAME senza dati spazializzati di pioggia ma tramite dati pluviometrici puntuali;

Liguria: la frana di Mendatica, sul territorio dell'Unione dei Comuni, partner di progetto , che sarà strumentata per le esigenze del progetto tramite piezometri e GPS a basso costo per seguire le dislocazioni per un periodo di due anni nel corso del progetto;

4.4.3.7. Partecipanti

Coordinamento : ARPAL

Partecipanti: BRGM + Géoazur + RegPiem + UNIGE + Arpal + FMS + Unione dei Comuni

4.4.3.8. Prodotti

1) Carte di suscettività da frana dinamiche, 1 a 2 h prima delle precipitazioni; da prodursi nel terzo anno di progetto

- sul bacino di Grasse (Alpi Marittime - F): a cura di GEOAZUR
- sul Roya e/o su Mentone (Alpi Marittime - F) : a cura del BRGM
- sula Liguria (I) : a cura UNIGE
- sul Piemonte (I) : a cura della Regione Piemonte
- sulla Valle d'Aosta (I) : a cura di FMS

2) piattaforma di dati per la previsione a 1 e 2 h per il controllo di fenomeni franosi, comprendente i seguenti dati: livello di falda; mosaico radar; pluviometrie; quanto sopra secondo i siti selezionati:

- per le frane sul bacino di Grasse (Alpi Marittime - F): a cura di GEOAZUR
- per la frana di Rosone (Piemonte - I): a cura della Regione Piemonte
- per la frana di la Saxe (Valle d'Aosta - I) : a cura di FMS
- per la frana di Mendatica (Liguria –I), a cura di UNIGE.

3) Sistema di monitoraggio per la prevenzione dei movimenti franosi : a cura di GEOAZUR

4) Rapporto tecnico dell'attività 4.3

-> a cura di tutti i parner

4.4.3.9. Note:

Allegata scheda tecnica : descrizione scientifica e riferimenti sull'applicativo FLAME (tipo di modello, dati di ingresso, princìpi, risultati).

4.5. Soggetti attuatori

Nell'ambito del progetto, la Regione Piemonte, ai sensi di quanto previsto al par. 8.2.4 della guida di attuazione, si avvarrà, per lo sviluppo di una parte delle attività, di ARPA Piemonte, l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale. Arpa Piemonte è Ente Stumentale della Regione Piemonte e, in quanto tale, la vigente normativa regionale (LR 60/1995; http://arianna.consiglioregionale.piemonte.it/base/leggi/l1995060.html) delega all'Agenzia un insieme di attività relative alla previsione dei rischi naturali e geologici nonché competenze in materia di studio, analisi e controllo dei fattori geologici, meteorologici, idrologici e nivologici per la tutela dell'ambiente. Arpa ha partecipato a numerosi progetti europei aventi come tema i rischi geologici e cura, inoltre, la gestione e l'alimentazione del geoportale di diffusione dei dati dei progetti Alcotra IVa Risknat e Risknet (http://webgis.arpa.piemonte.it/risknat/). Le modalità generali della collaborazione tra la Regione Piemonte e l'ARPA nell'ambito della programmazione ALCOTRA 2014-2020 sono contenute nella convenzione approvata con DD DD 28 del 12/1/2016. Cronoprogramma

WP-Activités / Années	2016				2017				2018				2019			
	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12
WP1 : Governance e gestione amministrativa del progetto																
1.1 Governance e gestione amministrativa del progetto																
Réunion de démarrage			x													
Réunions collégiales /6 mois					x		x		x		x		x			
Réunion de clôture														x		
WP2 : Comunicazione																
2.1 Comunicazione																
2.2 Sensibilizzazione																
WP3 : Ricostruzione degli eventi storici significativi																
3.1 Aggiornamento inventari e zonazione di suscettibilità																
3.2 Relazione fra gli eventi di frana e gli episodi di pioggia																
3.3 Analisi della relazione precipitazioni-frane tramite tecniche radarinterferometrich e PS																
WP4 : Prevenzione e previsione delle frane																
4.1 Prevenzione dei movimenti di versante																
4.2 Prevenzione delle frane in rapporto con le precipitazioni																
4.3 Strumenti di previsione delle frane in caso di forti precipitazioni																

5. Bibliografia

Bibliografia modelo ALICE-BRGM

Aleotti P, Chowdhury R (1999) Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives. Bull. Eng. Geol. Env., 58, 21-44

Baum R L, Savage W Z, Godt J W (2002) TRIGRS – A Fortran program for transient rainfall infiltration and grid-based regional slope-stability analysis. U.S. G.S. Open-File Report 02-0424, 27

Baum R L, Savage W Z, Godt J W (2008) TRIGRS-A Fortran program for transient rainfall infiltration and grid-based regional slope-stability analysis, version 2.0. US Geological Survey Open-File Report 2008–1159. Available via: http://pubs.usgs.gov/of/2008/1159/

Haneberg W C (2000) Deterministic and probabilistic approaches to geologic hazard assessment Environmental & Engineering Geoscience, 6:209–226.

Mompelat P. (1994) Unités cartographiques et évaluation de l'aléa mouvements de terrain en Guadloupe (Antilles françaises), Thèse, Université de Paris 06, 337 p..

Montgomery, D.R., Dietrich, W.E., 1994. A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. Water Resources Research 30 (4), 1153–1171.

Morgenstern, N.R., and Price, VE. 1965. The analysis of the stability of general slip surfaces. Geotechnique, 15(1): 79-93.

Morgenstern, N.R., and Price, VE. 1967. A numerical method for solving the equations of stability of general slip surfaces. Computer Journal, 9: 388-393.

Pack R T, Tarboton D G, Goodwin C N (1998) A Stability Index Approach to Terrain Stability Hazard Mapping. SINMAP User's Manual , 68 pp.

Savage W Z, Godt J W, Baum R L (2003) A model for spatially and temporally distributed shallow landslide initiation by rainfall infiltration. In: Proceedings of 3rd international conference on debris flow hazards mitigation: mechanics, prediction, and assessment, Davos, Switzerland, 10–12 September 2003:179–187.

Savage W Z, Godt J W, Baum R L (2004) Modeling time-dependent areal slope stability. In: Lacerda WA, Erlich M, Fontoura SAB, Sayao ASF (eds) Landslides-evaluation and stabilization, Proceedings of 9th International symposium on Landslides, vol 1. Balkema, Rotterdam, pp 23–36

Sedan O., Mirgon C, Bes de Berc S. (2006) – Cartographie de l'aléa mouvements de terrain – Prise en compte de la propagation – Programme BORA – Rapport final. BRGM/RP-54650-FR, 166p., 145 ill., 6 annexes (volume séparé).

Sedan O. et Mompelat J.M. (1995). Convention de recherche BRGM-Région Martinique, Projet AR47, rapport de synthèse, rapport BRGM R 38433 ANT 95

Stillwater Sciences. (2007) Landslide Hazard in the Elk River Basin, Humboldt County, California. Final report. Prepared by Stillwater Sciences, Arcata, California for the North Coast Regional Water Quality Control Board.

Thiéry D. 2003 ; Logiciel GARDÉNIA version 6.0 - Guide d'utilisation, In French (GARDÉNIA software release 6.0 User's guide), BRGM report, RP-52832-FR.

Bibliografia modelo FLAME-BRGM

Bernardie S., Desramaut N., Malet J.-P., Gourlay M., Grandjean G. 2015a. *Prediction of changes in landslide rates induced by rainfall.* Landslides, Volume: 12, Issue: 3, Pages: 481-494.

Bernardie S, Desramaut N, Malet J-P, Azib M., Grandjean G. 2015b. *Prediction of the Rainfall-Induced Landslides: Applications of FLAME in the French Alps.* Engineering Geology for Society and Territory - Volume 2, 2015, pp 647-651.

Bernardie S., Chanut M.-A., Abellan-Fernandez A., Vallet A., Levy C., Desramaut N, Dubois L., Jaboyedoff M., 2015. *An integrated analysis of surface velocities induced by rainfall in the Séchilienne landslide (Western Alps, France),* Journées Aléa Gravitaire 3-4 septembre 2015, Caen, France

Corominas, J., Moya, J., Ledesma, A., Lloret, A. and Gili, J.A. 2005. Prediction of ground displacements and velocities from groundwater level changes at the Vallcebre landslide (Eastern Pyrenees, Spain*). Landslides*, 2: 83-96.

Flageollet, J.-C. 1996. The time dimension in the study of mass movements. *Geomorphology* 15: 185-190.

Herrera, G., Fernandez-Merodo J.A., Mulas J., Pastor M. Luzi G. and Monserrat O. 2009. A landslide forecasting model using ground based SAR data : The Portalet case study, *Engineering Geology*, 105: 220-230.

Sirangelo, B. & Versace, P. 1992. Modelli stocastici di precipitazione e soglie pluviometriche di innesco dei movimenti franosi. *Proc. XXIII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauiche*, 31 August – 4 September , Florence, Italy: D361-D373.

van Asch, T.W.J., Malet, J.-P., van Beek, L.P.H. and Amitrano, D. 2007. Techniques, advances, problems and issues in the modelling of landslide hazard. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 178(2): 6-35.

Bibliografia modelo LAMP-UNIGE

Baum R.L, Savage W.Z., Godt J.W., 2002. TRIGRS -A Fortran Program for Transient Rainfall Infiltration and Grid-Based Regional Slope-Stability Analysis, USGS Open-File Report 02-424.

Baum R.L., Godt J.W., Savage W.Z., 2010. Estimating the tim-ing and location of shallow rainfall-induced landslides us-ing a model for transient, unsaturated infiltration. Journal of Geophysical Research: Earth Surface. Vol. 115 (F3).

Calamita G., Carlà R., Iodice A., Lapenna V., Natale A., Mon-dini A., Perrone A., Riccio D., Santurri L., Candela L., Ober G., Guzzetti F., 2009. Stima dell'umidità del suolo da dati EO a supporto del monitoraggio del rischio frana, Atti della 13^ Conferenza ASITA, pp. 565-570.

Crosta G.B., Frattini P., 2003. Distributed modelling of shallow landslides triggered by intense rainfall. Natural Hazards and Hearth System Sciences, 3: 1-2 81-93.

Federici B., Bovolenta R., Passalacqua R., 2014. “From rainfall to slope instability: an automatic GIS procedure for susceptibility analyses over wide areas”, *Geomatics Natural Hazards and Risk*, Volume 6, Special Issue 5-7, Publisher: Taylor and Francis Ltd., ISSN: 1947-5705, DOI: 10.1080/19475705.2013.877087, pp. 454-472.

Iverson R.M., 2000. Landslide triggering by rain infiltration. Water Resources Research, 36: 1897-1910.

Lun, Godt J., 2008. Infinite slope stability under steady unsatu-rated seepage conditions. Water Resources Research, vol. 44, W11404, doi:10.1029/2008WR006976.

Montgomery D.R., Dietrich W.E., 1994. A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. Water Resources Research. 30 (4): 1153–1171.

Montasio L, Valentino R., 2008. A model for triggering mech-anisms of shallow landslides. Natural Hazards and Earth System Sciences. 8: 1149-1159, doi:10.5194/nhess-8-1149-2008.

Passalacqua R., 2002. “Vulnerabilità territoriale da frane e crolli in roccia”, Prog. UE INTERREG II – Cooperazione transfrontaliera Italia-Francia: Progetto *GE.RI.A.*, Dossier Tematico n° 8, Collana Territorio e Ambiente, Edizioni del Delfino Moro, Albenga (SV), Dicembre 2002, ISBN 88-88397-05-1, pp. 1-37.

Passalacqua R., Bovolenta R., Federici B., 2015. “An integrated Hydrological-Geotechnical Model in GIS for the Analysis and Prediction of Large-Scale Landslides Triggered by Rainfall Events”, Proc. of the XIIth IAEG International Congress, held in Turin (I) on 15-19 September 2014, G. Lollino et al. (eds.), *Engineering Geology for Society and Territory*, volume 2, pp. 1799-1803, DOI: 10.1007/978-3-319-09057-3_318, ISBN 978-3-319-09057-3, © Springer International Publishing Switzerland

Qiu C, Esaki T, Xie M, Mitani Y, Wang C. 2007. Spatio-temporal estimation of shallow landslide hazard triggered by rainfall using a three-dimensional model. Environ Geol. 52: 1569–1579.

Wu W, Sidle RC., 1995. A Distributed Slope Stability Model for Steep Forested Basins. Water Resources Research. 31 (8): 2097–2110.