

General Mapping System (GMS[®])

**Modelli Matematici, Sistema di Controllo Globale
e di Pianificazione Integrata dell'Ambiente, del
Territorio, dell'Economia**

APPLICAZIONI MIRATE ALLA PROTEZIONE CIVILE

Applicazione:

**LAGO DI CAMPOTOSTO - Parco Nazionale del Gran Sasso
BACINO DELL'ARNO - Firenze**



Azienda con sistema di qualità certificato UNI ISO EN 9001/2000

Le emergenze	1
Costi/benefici delle emergenze allo stato attuale	1
Una Centrale Operativa per le Situazioni ed Emergenze	3
Le Regioni, le Province, i Comuni.....	4
Modelli e reti	5
Previsione, prevenzione e decisione	6
IL MODELLO PROPOSTO.....	8
Caratteristiche dei modelli.....	9
Bacini idrografici	9
Il Progetto per la Protezione Civile	11
Organizzazione del Servizio di Protezione Civile.	12
Gli organismi decisionali per la prevenzione.....	13
Rapporti interni per Progetti globali su tematiche ambientali, territoriali ed economiche.....	14
Coinvolgimento di Regioni, Province e Comuni	15
Dinamismo	16
FRANE ED EROSIONI.....	18
I problemi dell'emergenza.....	18
Un problema esempio.....	19
I Supporti per le indagini sul campo.....	20

Le emergenze

Il Servizio di Protezione Civile ha il compito di operare nell'ambito della prevenzione, della previsione e dell'indirizzo degli interventi atti a tutelare il patrimonio strutturale, infrastrutturale e ambientale ed a salvaguardare la salute e l'incolumità della popolazione soggetta ai rischi:

- da incendi, da attività civili, industriali, artigianali e da trasporto;
- idrogeologico;
- altre emergenze idriche;
- ecologico;
- sismico;
- calamità meteorologiche;
- nucleare;

Costi/benefici delle emergenze allo stato attuale

Il costo attuale dell'emergenza deve essere analizzato considerando che l'emergenza legata ad eventi calamitosi suscita una catena di stati di emergenza che cresce in ragione della complessità del caso e del numero delle competenze e dei soggetti coinvolti.

In altri termini il sistema raggiunge uno stato critico tanto prima quanto meno è allenato costantemente all'esecuzione dei compiti che gli sono richiesti in emergenza.

E' noto come la *crisi* ribalta ogni regola e in quello stato di precario equilibrio i tempi della decisione si dilatano e la qualità delle scelte si riduce in ragione della difficoltà che il decisore incontra nel raccogliere informazioni adeguate alla pesantezza delle scelte che è deputato a compiere.

Molto spesso, in queste situazioni, lo specialismo delle competenze, la soggettività delle informazioni erogate, l'assenza di un background comune, la rigidità delle mansioni operative ricoperte dai vari soggetti che vengono interpellati nelle emergenze ne rende inconcludente la partecipazione alle unità di crisi. La conseguenza di ciò è che il peso delle decisioni viene generalmente accollato al più responsabile, che finisce per operare in solitudine e, soprattutto, in assenza di concreti supporti alle decisioni.

In questi casi i possibili errori non sono imputabili ad alcun singolo colpevole.

Tutto ciò si pone alla base della grave inefficienza ed inefficacia del processo decisionale, cui consegue l'enorme dispendio di risorse che si verifica ogni qualvolta si attui un intervento di protezione civile.

Quanto detto può essere esemplificato concretamente in relazione a problemi quali: il numero e la qualità dei mezzi di pronto intervento che vengono inviati sul luogo del disastro, l'approvvigionamento idrico dei mezzi antincendio in caso di incendi boschivi; il reclutamento di unità specializzate e dotate di mezzi idonei alla ricerca, il soccorso e l'assistenza di superstiti nel caso di valanghe, frane e terremoti; l'approvvigionamento di carburante per autotrazione e di altre fonti energetiche per accampamenti di rifugiati; gli acquisti d'impulso fondati sul-

la presunzione di fatti di cui non si ha modo di verificare la rispondenza alla realtà; ...

Si evidenzia inoltre che in molti casi le scelte effettuate all'attualità in corso di emergenze risultano non risolutive. Il periodo di durata dell'emergenza viene pertanto prolungato - talvolta a dismisura - dalla mancanza di informazione adeguata creando una scia di microcatastrofi che nella storia italiana ha dimostrato di poter perdurare a distanza di decenni da quella originaria, con costi che gravano sulla collettività in forma ingigantita e destabilizzante.

Il risultato di tutto ciò e che il rapporto costi benefici dell'emergenza, all'attualità, è elevatissimo.

Una Centrale Operativa per le Situazioni ed Emergenze

L'idea di una Centrale Operativa consiste nel poter disporre nel breve periodo di un supporto informativo e di un supporto alle decisioni in grado di ridurre significativamente il rapporto costi benefici di cui al precedente punto.

Per far questo si è pensato di agire seguendo due direttrici:

1. Il primo step per la realizzazione dei sotto-obiettivi

La cartografia

L'attuale disponibilità informativa atta a sostenere le attività decisionali pare riassumibile, allo stato attuale, in:

catasto invasi, pozzi e sorgenti;
mappatura dei rischi sismici (schede di vulnerabilità degli edifici pubblici);
mappatura delle acque superficiali, delle aree di esondazione e del rischio valanghe;
informazioni sui siti soggetti a dissesto idrogeologico e pericolo di frana;
carta geologica;
carta dell'erosione costiera;

Le informazioni attuali sono in realtà dati grezzi, non interpretabili a causa della loro disomogeneità, dei diversi supporti sui quali i dati sono stati registrati, e delle diverse provenienze, che pongono oggettivi ostacoli di reperimento.

Tali mezzi risultano evidentemente insufficienti e impediscono una corretta gestione dell'emergenza.

La prima fase di sviluppo del presente progetto dovrà pertanto consistere in:

1. analisi dei dati esistenti negli archivi regionali e nazionali;
2. omogeneizzazione degli stessi;
3. ricerca di ulteriori informazioni (Acquisizione dei dati relativi alle quote puntuali del territorio, forniti dagli Organi Cartografici dello Stato o da altre fonti a disposizione delle Regioni, rete dei gasdotti, degli elettrodotti, disponibilità al ricovero ospedaliero, centri assistenziali di pronto intervento, aree attrezzate sulle quali ospitare d'urgenza persone e mezzi evacuati, nonché concentrare persone e mezzi delle colonne di soccorso...);
4. Indicazione delle specifiche procedure di reperimento, raccolta, cernita, selezione, pre-elaborazione di tutti i dati grezzi, finalizzati alla generazione delle curve di livello del territorio, ove non definiti alla scala di dettaglio necessario;
5. ridefinizione del catasto primario finalizzato agli obiettivi della PROCIV;
6. progettazione, realizzazione del database (importazione di tabulati, tabelle, disposizioni, prescrizioni, grafici, documenti, stampe fo-

tografiche, immagini in formato raster, sia a bassa risoluzione - per consultazione veloce - che ad alta risoluzione, utilizzabile anche per stampa tipografica, scannerizzazione di testi e/o trasformazione in OCR, scannerizzazione di piante e disegni, di mappe e cartografia in formato raster e vettorizzazione di mappe raster.

7. implementazione su Database (Db) di tutti i dati raccolti;
8. progettazione del software per l'interrogazione del database a partire da ognuna delle variabili costituenti il modello;
9. formazione di personale interno;

2. Le funzionalità

La Fase 1 corrisponde alla definizione funzionale dell'organismo che andrà a identificare in termini di mezzi, di flussi e di risorse umane il sistema informativo per la Protezione Civile. Questo, giorno dopo giorno, dovrà crescere e consolidarsi in periodi di normalità, allo scopo di innalzare, passo dopo passo, la soglia dello stato critico di uno strumento allenato alla gestione delle informazioni utili per le emergenze.

Per far ciò sarà necessario acquisire una profonda conoscenza dello stato (parametri statici) e dei flussi (parametri dinamici) che coinvolgono il territorio, l'ambiente e l'economia di ciascuna regione.

Pertanto nella Fase II si rende necessaria, da un lato la sistematizzazione e l'aggiornamento dei dati di cui all'elenco delle mappe tematiche di Fase 1 e dall'altro l'implementazione dei seguenti dati:

- condizioni meteorologiche: storico, in atto, di previsione;
- distribuzione territoriale e tipologia della vegetazione, con particolare attenzione alle aree protette
- distribuzione delle acque sotterranee
- distribuzione territoriale dell'inquinamento atmosferico
- distribuzione territoriale del rischio elettromagnetico
- distribuzione territoriale del rischio nucleare e da radiazioni ionizzanti.

Il completamento dei database, la realizzazione dei modelli interpretativi e decisionali previsti per questa fase, insieme al collegamento in rete con Regioni, Comuni e Province, avrà la funzione di definire completamente la gestione delle attività della protezione civili e, con esso, di permettere il trattamento dell'emergenza come stato di normalità.

Si comprende così che il rapporto costi benefici dovrà assumere una drastica riduzione facendo scomparire totalmente i costi dell'investimento per il presente progetto.

Le Regioni, le Province, i Comuni

Il ruolo operativo diretto che si va prefigurando quale attività che ricadrà prossimamente nella responsabilità degli organismi regionali della PROCIV rende di esiziale importanza l'avvio di un processo di grande trasformazione della Pubblica Amministrazione che passa, innanzi tutto, attraverso il mantenimento di

rapporti di mutuo trasferimento di dati con amministrazioni, enti ed organismi che svolgono, in ambito internazionale, nazionale, regionale, provinciale e comunale attività di rilievo per la Protezione Civile nella Regione. Questo processo è alla base della corretta espressione delle istituzioni regionali che assumeranno, tra l'altro il compito di uniformare il supporto informativo nell'ambito della realizzazione dei piani di Protezione Civile regionale, provinciali e comunali o relativi ad ambiti territoriali specifici.

Una adeguata concretizzazione di questo processo renderà praticabile, a costi ridotti, il reperimento e il successivo inserimento, nella banca dati del sistema informativo in oggetto, dei dati provenienti dai singoli :

- Piano regolatore Comunale;
- Piano Territoriale Provinciale;
- Progetti Speciali Territoriali;
- Piano Territoriale di Coordinamento o Quadro Regionale di Riferimento;
- Piano delle Aree e dei Nuclei Industriali;
- Piano del Parco e delle Aree Protette;
- Piano di Bacino Idrografico;
- Mappe relative ad usi civici;
- Mappe di impianti tecnologici e reti infrastrutturali;
- Mappe aggiornate degli interventi in atto sulla viabilità e sulle grandi opere infrastrutturali;
- Mappe relative agli incendi boschivi avvenuti, agli interventi di riforestazione e ai loro effetti.

Il materiale documentale, che nel suo insieme costituisce i cosiddetti "dati grezzi", dovrà essere scannerizzato e/o digitalizzato in modo da consentirne la registrazione all'interno della Banca dati.

Modelli e reti

L'acquisizione di questa massa di dati ed il loro trattamento, al fine di renderli disponibili quali informazioni adeguate a tradursi in un supporto alle decisioni, impone la definizione di modelli interpretativi dell'evoluzione nel tempo dei parametri coinvolti. Inoltre è impensabile immaginare un sistema di gestione della previsione e della prevenzione delle calamità naturali operativo che, da un lato non riceva con cadenza adeguata e in tempo reale tutti quei dati che incidono sui singoli rischi e dall'altro non sia in grado di trasferire, lungo canali preferenziali e sicuri, i dovuti allertamenti, allarmi ed informazioni a tutti gli organismi competenti in materia e coinvolti nelle singole operazioni.

Risulta pertanto evidente che, alle singole incrementali richieste, da parte delle Istituzioni preposte, di sottoporre a controllo variabili aggiuntive da integrare nel quadro sinottico dei rischi di cui si occupa la PROCIV si dovrà rispondere con l'implementazione:

- di nuovi modelli interpretativi delle realtà in esame;
- dell'integrazione di ulteriori tasselli nell'architettura della banca dati;

- della realizzazione di nuovi moduli software per la gestione dell'informazione sintetizzata dalla lettura della stessa banca dati;
- del posizionamento ed integrazione di sensori disposti in numero e qualità adeguati nel territorio di riferimento.

Tutto ciò dovrà operare all'interno di una maglia informatica e telematica che sarà tanto più stretta quanto maggiore è il pericolo che i rischi si trasformino in effetti disastrosi.

Previsione, prevenzione e decisione

L'azione di indirizzo, di governo, di informazione, formazione e di coordinamento si avvarrà della predisposizione del materiale illustrativo, documentario e didattico necessario:

- alla conduzione di programmi di informazione della popolazione;
- alla programmazione e organizzazione di esercitazioni di protezione civile;
- al coordinamento dell'addestramento, diretto alle componenti interessate alla protezione civile;
- all'impiego dei mezzi informatici e telematici predisposti in ragione degli specifici ruoli dei singoli interlocutori;
- all'orientamento e il supporto informativo alle decisioni per le amministrazioni e gli organismi interessati ai fini dello sviluppo di interventi di protezione civile nelle fasi successive all'emergenza, nei casi di calamità;
- alla programmazione e il supporto informativo alle decisioni per le attività connesse agli interventi di valutazione dei danni incorsi, in conseguenza di eventi calamitosi, su infrastrutture viarie e annessi manufatti, edifici pubblici, opere di urbanizzazione primaria e secondaria, opere idrauliche
- alla valutazione di pericoli relativi a situazioni di rischio del territorio e alle sue potenziali conseguenze sulla salute e l'incolumità della popolazione soggetta al rischio
- alle valutazioni economiche su detti danni e rischi
- al ripristino delle strutture danneggiate e realizzazione di opere pubbliche di emergenza finanziate con il fondo della protezione civile, in caso di calamità
- al coordinamento delle attività informative delle strutture operative del Servizio della protezione civile e di quelle di cui è comunque previsto il coinvolgimento nei singoli eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo di cui all'Art. 2 della Legge 24 febbraio 1992, n. 225, e cioè:
 - il Corpo dei vigili del fuoco quale componente fondamentale della protezione civile;
 - le Forze armate;
 - le Forze di polizia;
 - il Corpo forestale dello Stato;
 - i Servizi tecnici nazionali e quelli di pertinenza in ambito regionale;

- i gruppi nazionali di ricerca scientifica di cui all'articolo 17, l'Istituto nazionale di geofisica ed altre istituzioni di ricerca;
 - la Croce rossa italiana;
 - le strutture del Servizio sanitario nazionale;
 - le organizzazioni di volontariato;
 - il Corpo nazionale soccorso alpino -CNSA (CAI).
- all'armonizzazione delle attività di protezione civile e delle emergenze con i programmi di tutela e risanamento del territorio; all'attiva partecipazione al processo di riorganizzazione e di sviluppo delle attività di archiviazione, aggiornamento, gestione, condivisione, diffusione anche a distanza, delle basi informative al fine di una più adeguata conoscenza del territorio e dei rischi cui sono sottoposti il suo equilibrio, la salute e l'incolumità della popolazione.
- al supporto informativo nella stesura dei piani provinciali e comunali della PROCIV , da realizzarsi sulla base delle indicazioni fornite dal Servizio Nazionale della Protezione Civile e dai piani regionali.

IL MODELLO PROPOSTO

Il nostro Modello, denominato GMS (General Mapping System), è un obiettivo, concreto contributo all'avanzamento della ricerca ambientale e territoriale applicata.

Dal punto di vista scientifico, si avvale dei modelli utilizzati dall'Epa, l'Agenzia federale USA dell'Ambiente: Michaelis - Menten, Monod, Lotka Volterra, Leslie, Streeter-Phelps, O'Connors-Dobbins...

Il modello nasce in primo luogo da una esperienza di vita, di impegno e di studio di anni.

Un'esperienza in team, che ha attraversato campi disciplinari diversi: diritto - programmazione economica - istituzioni - urbanistica - territorio - ambiente - didattica - matematica - fisica - informatica

In secondo luogo, il modello nasce da un impatto. Un riferimento: il 1990, anno internazionale dell'ambiente.

In terzo luogo, è generato da un atteggiamento mentale, a lungo meditato.

Da uno stato d'animo: una sorta di sfida civile ed intellettuale con noi stessi, con il nostro tempo, il nostro ambiente.

Il modello offre un apparato di conoscenza, di interpretazione riferito ad uno spazio fisico determinato, delle reciproche relazioni, dello stato e dei problemi ambientali, territoriali, economici, nella loro complessità e variabilità .

La logica del modello è in grado di avvalersi di tecniche di monitoraggio, studiate ad hoc, che forniscono informazioni in tempo reale sulla globalità dei fenomeni, utilizzando, a seconda delle condizioni, metodi derivati dalla chimica, dalla fisica, dalla geologia e dalla biologia.

È studiato per contenere e restituire un sistema cartografico opportunamente vettorizzato.

Ha la possibilità di costruire una cartografia dinamica, carte tecniche inedite catturando informazioni dal database, di scegliere liberamente la scala di riferimento e, proiettando in ogni punto gli oggetti presenti, di dare serie combinate di informazioni su:

- idrografia, reticolati fluviali e corsi d'acqua;
- opere e corpi idrici,;
- canali artificiali;
- viabilità;
- infrastrutture;
- limiti amministrativi;
- quote;
- altimetria;
- pendenze;
- giaciture dei terreni;
- vegetazione;
- particolari topografici;
- edifici e costruzioni di varia destinazione;

– impianti industriali, produttivi, di trasporto.

Caratteristiche dei modelli

Di particolare interesse operativo, alcune sue caratteristiche:

1. di poter utilizzare tutta l'informazione ambientale, economica e territoriale disponibile;
2. di ricevere dai sensori, a getto continuo, dati per la calibrazione in tempo reale;
3. di collegarsi a banche dati esistenti, in ricezione e restituzione, importando tutte le informazioni da altri sistemi, sia GIS che SITA.

Facendo variare alcuni parametri significativi, si producono **simulazioni continue** per differenti condizioni ambientali, climatiche, di uso, vulnerabilità, potenzialità del suolo.

Riesce a valutare le potenzialità ambientali, ovvero a controllare ed a determinare il tempo necessario alla natura per ripristinare le condizioni ottimali, di vita e di evoluzione sue proprie.

Il Modello Globale, opportunamente "tarato", si presta, a molteplici estensioni.

Sono già pronti per eventuali applicazioni sistemi informatizzati di:

- a) valutazione dei rischi, prevenzione e controllo delle frane e delle erosioni;
- b) valutazione dei rischi, prevenzione, controllo, governo e gestione degli incendi
- c) valutazione dei rischi, prevenzione e controllo delle valanghe;

Bacini idrografici

il Modello è stato calibrato per il controllo automatico delle alluvioni e delle dighe ed è stato tarato sul bacino dell'Arno.

Visualizzando i dati su cartografia dinamica bi-tridimensionale, si hanno istantanee rappresentazioni dei rischi di inondazione di Firenze e di ogni punto del bacino dell'Arno, sotto ogni possibile condizione: meteorica, di precipitazione, di onda di massima piena, di tenuta, di laminazione delle dighe, di capacità degli invasi.

Il modello ricostruisce perfettamente, in via matematica, le condizioni dell'alluvione di Firenze del 1966. Fornisce con precisione le immagini dei livelli raggiunti dall'acqua nelle vie e nelle piazze del centro storico.

I modelli si propongono come strumento per aiutare la scienza e le discipline moderne a ridurre la complessità, la numerosità ad essenzialità, a studiare, "costringendoli" dentro un sistema logico, il micro ed il macro, l'evoluzione di uno o più fenomeni dentro un tempo ed in uno spazio, l'ecocompatibilità e la sostenibilità dello sviluppo, la pianificazione ed il controllo.

I sistemi informativi

I sistemi informativi, oggi disponibili, hanno limiti sostanziali.

Due più evidenti degli altri:

- l'archiviazione non è finalizzata ad una visione globale dei fenomeni;
- l'informazione è fortemente settorializzata e quindi "chiusa".

Gli archivi sono predisposti per fornire informazioni su obiettivi specifici. Al massimo, si riesce a stabilire "una trasversalità informativa".

Il modello ha la pretesa di superare i limiti dell'informazione ambientale moderna, superare i difetti di incomunicabilità della ricerca iperspecializzata, guardare l'essenzialità per la comprensione dei fenomeni, offrire un largo spettro di informazioni dinamiche e di possibilità di controllo continuo delle trasformazioni ambientali alle Autorità di Governo ed ai soggetti decisori.

In definitiva, consente di predisporre un quadro di controllo ambientale, su parametri chimico-fisici e biologici, in grado di dare riferimenti misurabili proprio ai concetti di sostenibilità dello sviluppo e di compatibilità ambientale.

Entrano in gioco separatamente o congiuntamente: acqua, aria, suolo, fauna, vegetazione, energia, clima, inquinamento, idoneità dei siti per determinare lo stato di autoregolazione naturale.

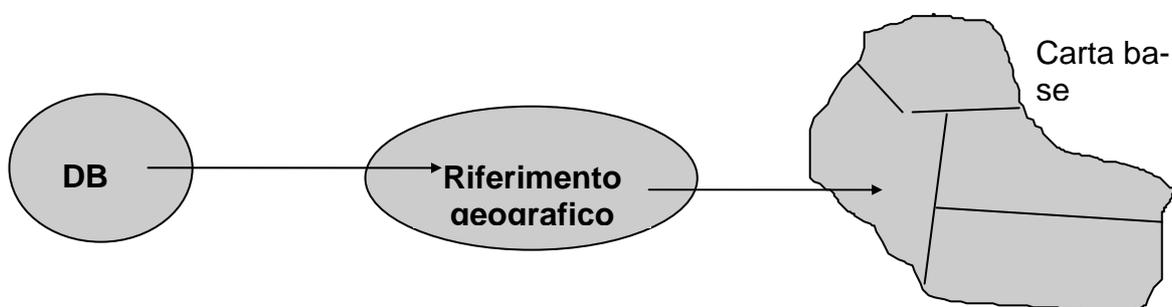
Il Progetto per la Protezione Civile

Obiettivo: Definizione delle conoscenze necessarie e sufficienti per la Protezione Civile prima dell'emergenza.

Sottobiattivi:

Costruire la mappatura dei rischi ambientali alla microscala. (GIS)

Progettare e realizzare una mappa alfanumerica dei rischi storici regionali su database di IV generazione. (GMS)



Progettare e realizzare modelli interpretativi e di sistema dei rischi con conseguenti simulazioni.

Attivare un modello di simulazione Meteo alla microscala.

Distribuire i sensori necessari sul territorio ed attivarli.

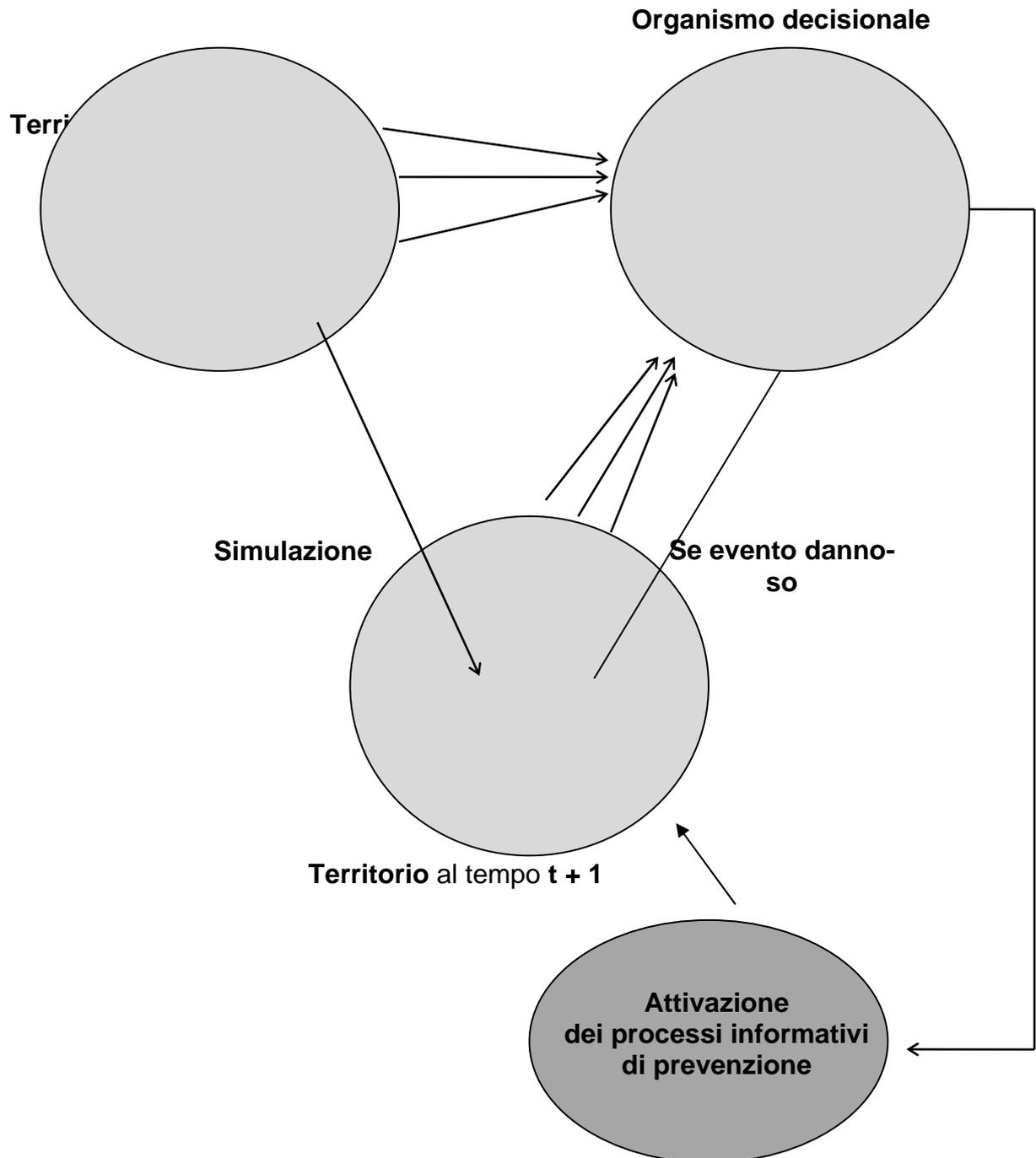
Progettare e realizzare modelli dei sistemi di allerta.

Progettare e realizzare multimediali per la formazione, l'informazione al cittadino dei rischi ambientali.

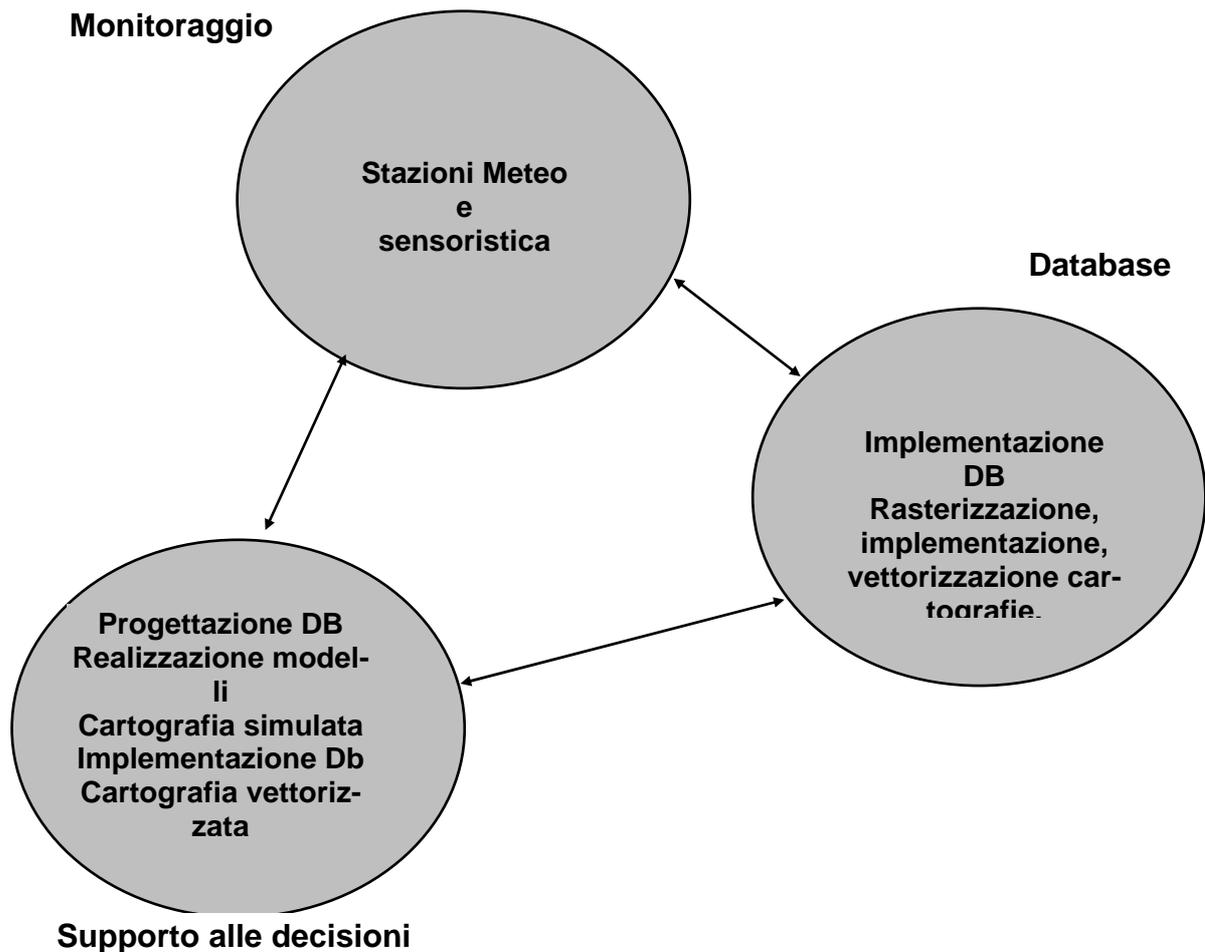
Organizzazione del Servizio di Protezione Civile.



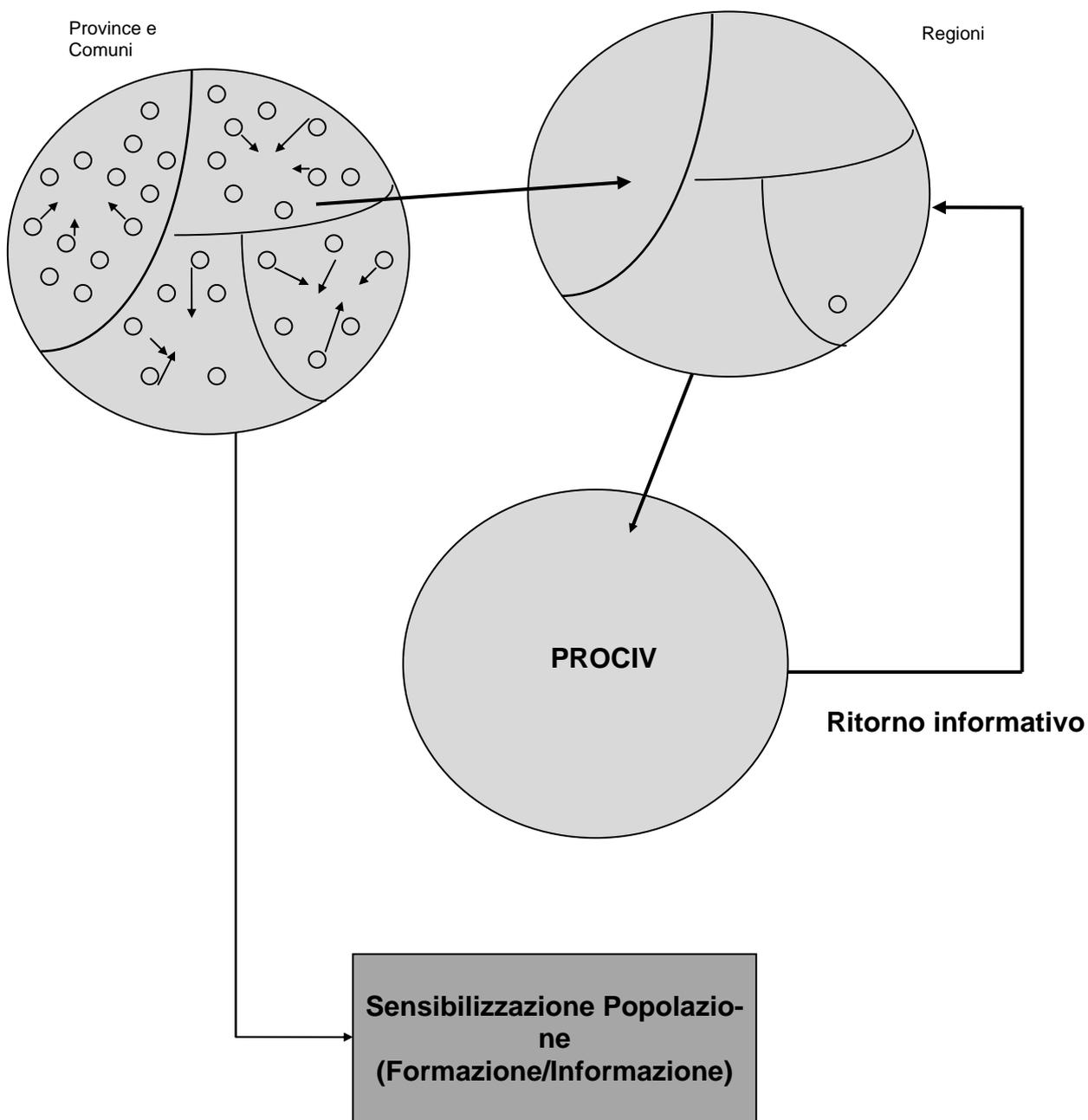
Gli organismi decisionali per la prevenzione



Rapporti interni per Progetti globali su tematiche ambientali, territoriali ed economiche

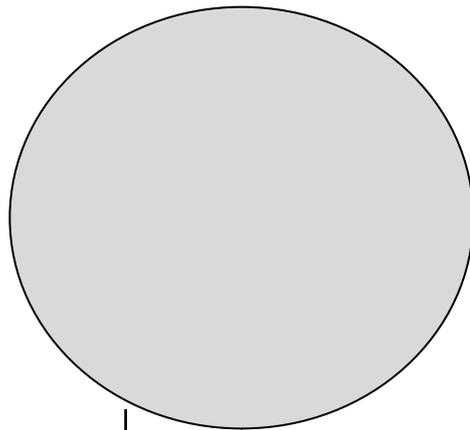


Coinvolgimento di Regioni, Province e Comuni

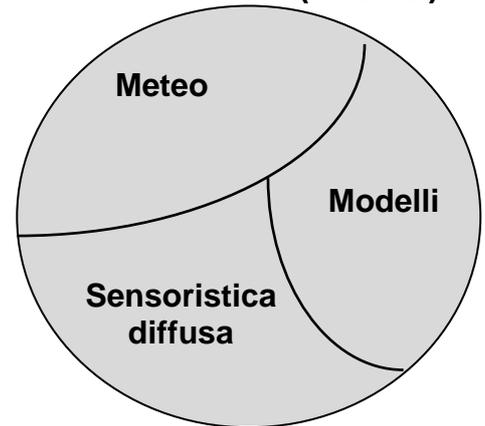


Dinamismo

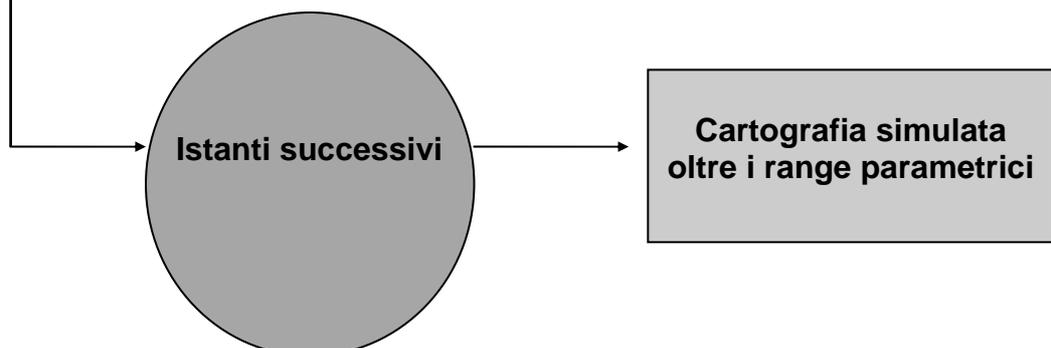
Sistema cartografico



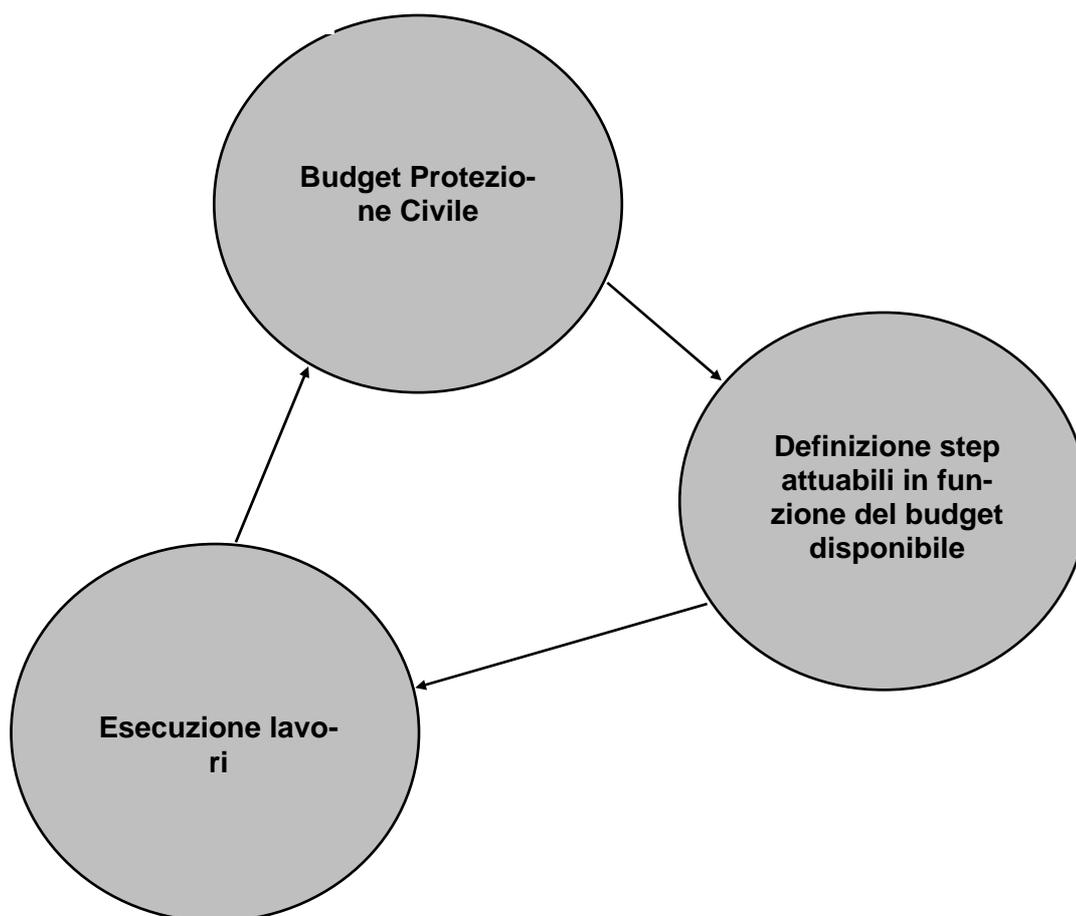
Sistema di controllo telematico (Sensori)



Output Simulativi



**SERVIZIO NAZIONALE
PROTEZIONE CIVILE -
REGIONI-
PROVINCE**



FRANE ED EROSIONI

Il modello matematico di controllo e gestione delle frane che stiamo per discutere costituisce un sottomodello di quello più ampio e generale denominato General Mapping System (GMS) di nostra ideazione e proprietà.

Si tratta di un modello di simulazione dinamico delle trasformazioni ambientali, territoriali ed economiche che caratterizza il dettato di Rio sullo sviluppo sostenibile e quanto adottato dalla UE attraverso l'Agenda 21.

I concetti di compatibilità e sostenibilità dello sviluppo sono alla base dei modelli di simulazione che si appoggiano al database primitivo.

Nella concretizzazione di questi due concetti abbiamo individuato le relazioni fondamentali (primitive) di sistema attraverso cui specializzare i modelli per specifiche tematiche, quali ad esempio :

- i processi di ripopolamento della fauna e della flora;
- i processi d'impatto sull'ambiente di strutture progettate e realizzate dall'uomo;
- la dinamica fluviale, il controllo della piovosità e l'analisi dei rischi alluvionali.

Questi modelli, già utilizzati e calibrati, per conto dell'Enel, sul bacino di Campotosto (AQ) e nell'intero bacino dell'Arno per i rischi alluvionali, hanno costituito la base del know how necessario per il controllo delle emergenze e la pianificazione a medio e lungo termine del territorio.

I problemi dell'emergenza

Le attuali tecnologie, i metodi di ricerca e l'analisi dei fenomeni erosivi utilizzano strumentazione d'avanguardia che vanno dagli estensometri, agli inclinometri ai rilevatori laser per finire col GPS, hanno lo scopo permettere l'analisi dei meccanismi di deformazione del territorio che induce alla costruzione di modelli di analisi della stabilità degli equilibri critici.

Nobile obiettivo questo, ma molto limitativo e circoscritto all'esame di piccole aree.

A nulla possono servire l'individuazione delle condizioni topografiche e geologiche, né le informazioni circa:

- le deformazioni del pendio;
- i fattori meteorologici;

- la porosità del terreno;
- il periodo di attività delle frane;
- l'erosione dei fiumi;
- le condizioni dell'acqua infiltrata;
- i dati storici sui terremoti;
- i lavori di restauro effettuati;
- gli smottamenti simili su aree affini;
- le foto aeree in infrarosso per la determinazione della vegetazione viva;
- le osservazioni elettriche e radioattive

se non sono elaborati preventivamente, perchè finiscono per costituire ulteriori strumenti di indagine non finalizzabili ad una operatività immediata.

Di qui la necessità di costruire su questi dati e su tutti gli altri di carattere topografico, geologico, geofisico, chimico e meteorologico, un modello matematico capace di fornire risposte operative sia sulla microscala (emergenza a breve periodo) che sulla macroscala.

Un problema esempio

Detriti, sedimenti e particelle in sospensione sono movimentate dal flusso delle acque. Una volta che questi pervengono nell'invaso essi vi si accumulano provocando nel tempo il riempimento dello stesso con conseguente abbassamento del livello delle acque del lago.

Lo sbarramento provocato rende impossibile un normale deflusso delle acque oltre la diga con conseguente essiccamento delle successive aree a valle.

Il letto fluviale oltre la diga non è più alimentato dai detriti e dalle particelle in sospensione con la conseguenza di un notevole minor apporto di materiale al mare e, quindi, di una maggiore capacità erosiva dello stesso.

Il problema ammette soluzione? Se sì quale?

Una volta riconosciuto il problema occorre che il modello prenda in considerazione tutte le relazioni tra gli oggetti del sistema e, di qui, costruisca una o più possibili soluzioni progettuali da proporre ai decisori.

Un tale output, Infatti, coglie l'obiettivo di tenere alimentato l'invaso con soddisfazione economica, visto che i costi di realizzazione delle strutture si ammortizzano con 3-4 operazioni di sterramento dell'invaso. La Natura, a sua volta, ne è soddisfatta in quanto non viene disturbato il naturale flusso delle acque a valle col contemporaneo apporto detritico verso il mare.

Analogamente, per questione frane, sono ipotizzabili output consistenti in proposte risolutive simili al caso trattato.

In questo caso il problema coinvolge masse maggiori di terra e di acqua infiltrata in esso, risalita attraverso pori che possono provocare distacco di rocce e/o innalzamento del livello delle falde sotterranee.

Il problema da risolvere è quello di accordarsi con la forza di gravità perché questo non intervenga producendo effetti devastanti per le opere realizzate dall'uomo e per la sua stessa sicurezza.

Perché Natura e uomo siano soddisfatti, anche in questo caso, occorrerà operare in modo tale che l'attività umana non avvenga con velocità superiore a quella naturale. Di qui la necessità di trattare il problema da due punti di vista uno riguardante l'immediato post-emergenza e l'altro in prospettiva medio lunga attinente al rimboschimento della zona.

Ipotesi di questo genere sono comunque azzardate se fatte a priori, come nel nostro caso, ma divengono fortemente significative se è il modello a definirlo, una volta che esso ha elaborato la situazione vera dello spazio in osservazione.

La natura del modello è tale da non fermarsi alla analisi di breve periodo ma è in grado di trattare il problema di controllo e gestione del territorio anche per il lungo periodo e su vaste aree (regionali e/o nazionali). Si capisce immediatamente che la seconda ipotesi necessita di investimenti enormi per il monitoraggio di tutto il sistema. Ragion per cui proponiamo di sperimentare il nostro modello su piccole aree senza, però, perdere di vista l'obiettivo vero di controllare dinamicamente il complesso delle aree potenzialmente a rischio.

I Supporti per le indagini sul campo.

La nostra azienda è in grado di utilizzare le più moderne tecnologie e metodi di ricerca e analisi dei fenomeni erosivi. Dal punto di vista generale il programma delle attività fonda su tre azioni principali:

- raccolta dei dati storici esistenti;
- rilevazioni topografiche e geologiche;
- particolarezzazione del modello alle specifiche esigenze ed alla specifica area, sua calibrazione e validazione.

È evidente che tutti i dati disponibili sono utilizzabili per il modello.

Il passaggio dalla fase di attività generale a quella di dettaglio avviene attraverso:

- la ricerca delle superfici di deformazione;
- la rilevazione delle superfici geologiche;
- l'osservazione dei pendii e dei versanti;
- la definizione dei parametri geofisici.

l'obiettivo primo a cui si intende pervenire è quella di analizzare i meccanismi di deformazione al fine di costruire un modello di analisi della stabilità del territorio.

A partire dall'ipotesi che ogni frana accade sotto particolari condizioni topografiche, geologiche e geofisiche si ricercano le aree a rischio puntualizzando in esse:

- l'estensione areale delle frane potenziali;
- la direzione e l'intensità dei possibili movimenti;
- la forma dei piani franabili;
- la natura del terreno franoso;
- lo stato dell'acqua infiltrabile ed infiltrata;
- lo stato del pendio nella parte superiore dell'area franabile.

Le sei puntualizzazioni rappresentano sei sottosistemi evidentemente interagenti tra loro. I loro output differenziati nel tempo producono input su ciascuno degli altri provocando reazioni che il modello deve incaricarsi di rilevare ed interpretare onde riprodurre la vita del sistema totale.

Per conseguire quest'ultimo obiettivo occorrerà:

- misurare i movimenti relativi tra punti distinti dell'area potenzialmente instabile;
- determinare la pendenza tra la testa e il piede dell'eventuale frana;
- definire l'inclinazione della potenziale frana secondo le sue componenti N-S ed E-O.
- determinare il gradiente del movimento in funzione del punto tridimensionale individuato in latitudine, longitudine e quota (GPS);
- definire le relazioni tra la quantità di pioggia e la velocità del movimento della frana.

Gli obiettivi del sottomodulo locale possono essere :

- allertare la popolazione in caso di pericolo;
- predire la durata della frana;
- definire in anticipo le attività emergenziali in funzione dell'istante iniziale del movimento franoso e della sua potenziale durata, al fine di ridurre al minimo il pericolo incombente.

Per questi motivi occorrerà mettere sotto osservazione la dinamica della frana potenziale, determinare la profondità del piano pendente, valutare la quantità di terra che potrebbe essere coinvolta nel movimento, stabilire i range possibili di pressione porosa.

Trivellazioni praticate in opportuni nodi, forniscono i dati necessari per la definizione dei possibili blocchi di terra, permettendone la divisione in stabili, mobili e semimobili.

Osservazioni sismiche, elettriche e radioattive permettono la definizione dei parametri necessari alla conoscenza geofisica dell'area sotto indagine. Mediante essi rileviamo la distribuzione degli acquiferi in funzione della resistenza specifica e la presenza di piccole fratture.

il monitoraggio preliminare si completa:

- con la misura della permeabilità del terreno, con l'analisi dello stato delle acque infiltrate in presenza ed in assenza di frana e le sue condizioni a regime;
- con la determinazione della temperatura dell'acqua, del contenuto di Cl^- , SO_{2-4} , Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , SiO_2 , Ph, alcalinità, conducibilità elettrica;
- con l'analisi delle fotografie aeree e mappe topografiche in tempi diversi per la rilevazione della vegetazione vivente.

A monitoraggio effettuato le vie possibili sono due: o seguire lo standard attuale o cambiare logica d'indagine. Il nostro modello opta per la seconda via.

Esso ripropone il problema in termini diversi: come e cosa fare per dar tempo alla natura di fornire le sue risposte? Ovvero, visto che la natura ha tempi diversi, rispetto a quelli dell'uomo, per operare trasformazione di risorse in beni, la domanda si trasforma nella: è possibile operare sul territorio congiuntamente alle attività naturali facendo in modo che gli scarti tra tempi umani e naturali siano minimi?

Il modello fornisce le risposte al quesito ipotizzando uomo e natura facenti parte di un unico sistema vivente (così com'è nella realtà e non come lo si è trasformato in questi ultimi due secoli). Nasce così l'ipotesi di una cooperazione Uomo-Natura, fondata sul reciproco altruismo. Un modello dinamico, dunque, capace di rappresentare il più fedelmente possibile il complesso Uomo-Natura, di simularlo dinamicamente fornendo le possibili evoluzioni del sistema come conseguenza di azioni prodotte dall'uno o dall'altro.

Un tal modo di vedere permette di restringere le indagini ad un'area o ad un tema particolare ma coinvolge l'intero ambiente, l'intero territorio e l'economia tutta visti in un'unica ottica e come unico sistema. Si tratta di una metodologia sperimentale riferita alla complessità dei fenomeni al cui interno sono determinate le particolarità relative ad una specifica interazione Uomo-Natura come sottomodulo.

Le tecniche di monitoraggio e misurazione, ricordate nelle pagine precedenti rappresentano solo i valori parametrici da ricalibrare per essere l'input del modello. In questo modo sono perseguibili tre diversi obiettivi:

- definire la sequenza degli stati di un particolare territorio quando le condizioni chimico-fisiche, geologiche, geofisiche, biologiche e meteorologiche rimangono invariate;

- definire i flussi del sistema nel momento in cui un qualunque input è alterato dall'uomo mediante interventi che disturbano l'ordinario andamento del sistema;
- definire i flussi quando è la natura a reagire in un modo inusuale alle azioni dell'uomo.

Rispondere in tal modo, tenendo conto dei possibili disturbi in ogni istante, significa non solo ipotizzare possibili interventi a posteriori, ma simulare il comportamento Uomo-Natura per periodi molto lunghi.