



Consiglio Nazionale delle Ricerche
**GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA
DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE**



CONVENZIONE 2002-2004

***“ATTIVITÀ DI CONSULENZA, RICERCA E SORVEGLIANZA TECNICO-
SCIENTIFICA IN MATERIA DI RISCHIO IDROGEOLOGICO”***

ALLEGATO TECNICO

PROGRAMMA TRIENNALE DELLE ATTIVITÀ

PROGETTO ESECUTIVO 2002

(ex art. 5 della Convenzione)

Febbraio 2002



**PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE**

Indice

1	Premessa	3
1.1	<i>Articolazione ed organizzazione del GNDCI.....</i>	<i>9</i>
1.2	<i>Trasferimento dei risultati e attività di formazione.....</i>	<i>10</i>
1.3	<i>Articolazione territoriale delle competenze del GNDCI e consulenza istituzionale.....</i>	<i>11</i>
1.4	<i>Contenuto del programma 2002.....</i>	<i>15</i>
2	Sintesi dei progetti di ricerca previsti e fabbisogno finanziario	16
2.1	<i>Tabella riassuntiva Progetti: programma triennale.....</i>	<i>16</i>
2.2	<i>Prodotti attesi dei progetti: programma triennale.....</i>	<i>22</i>
2.3	<i>Tabella riassuntiva Fabbisogno finanziario 2002.....</i>	<i>24</i>
3	Schede progettuali	28
3.1	<i>Proposta di progetto 1: Miglioramento della fruibilità dell'informazione contenuta nel sistema informativo fornito dal progetto AVI attraverso l'inserimento di un livello addizionale GIS e di supporto alle decisioni accessibile via Web.....</i>	<i>29</i>
3.2	<i>Proposta di progetto 2: Definizione e progettazione di un sistema informativo territoriale nazionale per la gestione del rischio idrogeologico distribuito a livello regionale. Realizzazione di un prototipo operativo realizzato per alcune regioni.....</i>	<i>34</i>
3.3	<i>Proposta di progetto 3: Definizione di soglie pluviometriche utilizzabili per allerta meteorologica.....</i>	<i>40</i>
3.4	<i>Proposta di progetto 4: Definizione e progettazione di un sistema di supporto alle decisioni basato su un sistema informativo territoriale nazionale finalizzato alla gestione operativa del rischio da incendi boschivi. Realizzazione di un prototipo operativo su una regione di interesse.....</i>	<i>44</i>
3.5	<i>Proposta di progetto 5: Ricerca applicata in meteoidrologia.....</i>	<i>49</i>
3.6	<i>Proposta di progetto 6: Omogeneizzazione e informatizzazione delle aree a diverso potenziale di rischio d'inquinamento delle acque sotterranee in alcune zone delle regioni italiane.....</i>	<i>55</i>
3.7	<i>Proposta di progetto 7: Gestione del rischio territoriale.....</i>	<i>61</i>
3.8	<i>Proposta di progetto 8: Prototipo di sistema informatizzato georeferenziato per la previsione probabilistica delle piogge e delle piene sul territorio nazionale.....</i>	<i>93</i>
3.9	<i>Proposta di progetto 9: Prototipo di Atlante dei Corsi d'Acqua Italiani.....</i>	<i>97</i>
3.10	<i>Proposta di progetto 10: Progettazione di un database nazionale dei dati idrologici e climatologici.....</i>	<i>101</i>

3.11	<i>Proposta di progetto 11: Linee guida per la valutazione del rischio idraulico connesso alle infrastrutture.....</i>	<i>105</i>
3.12	<i>Proposta di progetto 12: Verifica e messa a punto di tecniche per il rilievo dell'evoluzione costiera.....</i>	<i>108</i>
3.13	<i>Proposta di progetto 13: Sistemi per la mitigazione del rischio derivante da colate di fango e di detrito.....</i>	<i>111</i>
3.14	<i>Proposta di progetto 14: Definizione di un sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena. Realizzazione di un prototipo operativo di modello di previsione su un bacino di interesse.....</i>	<i>117</i>
3.15	<i>Proposta di progetto 15: Vulnerabilità, Rischio D'inquinamento delle acque sotterranee e situazioni d'impatto.....</i>	<i>125</i>
3.16	<i>Proposta di progetto 16: Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative</i>	<i>131</i>
3.17	<i>Proposta di progetto 17: Vulnerabilità delle aree costiere</i>	<i>137</i>
3.18	<i>Proposta di progetto 18: Colate di fango e detrito</i>	<i>141</i>
3.19	<i>Proposta di progetto 19: Metodologie per la progettazione di interventi strutturali di mitigazione del rischio di frana.....</i>	<i>146</i>
3.20	<i>Proposta di progetto 20: Monitoraggio e allertamento per frane in situazioni di emergenza</i>	<i>149</i>
3.21	<i>Proposta di progetto 21: Modellazione geotecnica e scenari evolutivi di fenomeni franosi</i>	<i>153</i>
3.22	<i>Proposta di progetto 22: Metodologie integrate di monitoraggio degli acquiferi.....</i>	<i>157</i>
3.23	<i>Proposta di progetto 23: Potenziamento dell'ARM (Atmospheric Radiation Measurement) Site operante presso l'Istituto di Metodologie Avanzate di Analisi Ambientale dell'Area di Ricerca di Potenza.....</i>	<i>162</i>

1 Premessa

Questo programma triennale si appunta sulla domanda di ricerca applicata e d'innovazione tecnologica relativa ai diversi rischi componenti il settore del rischio idraulico – geologico, primi tra tutti il *rischio di inondazione* ed il *rischio di frana*. Non va, inoltre dimenticato che tali rischi sono due componenti importanti del rischio idraulico – geologico globale, alle quali si deve aggiungere il *rischio d'inquinamento* delle acque, in particolare quelle destinate al consumo umano, la cui origine è sia naturale che antropica ma il cui bersaglio è eminentemente idrogeologico.

Com'è ormai acquisito da tempo, almeno nel nostro paese, l'obiettivo delle azioni di protezione civile è di tipo non strutturale: obiettivo principale è quindi la salvaguardia dei residenti nelle aree a rischio di inondazione e frana e, solo quando possibile e nella misura del possibile appunto, la riduzione del danno.

Le azioni di salvaguardia da suggerire sono conseguenti alla definizione di scenari di evento. Uno scenario è una descrizione dei possibili effetti al suolo, sia in termini di inondazione che di innesco di frane, di una perturbazione atmosferica estrema, come osservata dagli strumenti e dai modelli operativi disponibili, eventualmente corredata di una cartografia in scala di dettaglio locale e da un elenco dei residenti. Tra gli effetti al suolo debbono anche essere esaminati l'impatto sulle infrastrutture essenziali ed eventualmente sulle installazioni industriali che possono originare rischio per le persone e le cose.

I piani di emergenza tengono conto dei possibili scenari di inondazione e frana che possono darsi in una specifica zona del Paese. È utile che tali piani siano redatti con specifiche uniformi, in modo da risultare confrontabili a scala del Paese ed essere sintetizzati in documenti regionali o sovraregionali di esposizione al rischio.

La nuova organizzazione dello Stato e delle Regioni in materia di gestione del rischio territoriale, infatti, deve tenere in conto, da una parte, dell'autonomia delle Regioni nel disporre le strutture per adempiere alle funzioni di loro competenza e, dall'altra, della necessità di mantenere uno standard tecnico adeguato a dare supporto alle decisioni che devono essere assunte sia alla periferia che al centro del sistema di protezione civile.

Le azioni di protezione civile sono ad oggi previste da una direttiva sperimentale, alla quale si attiene il Dipartimento di Protezione Civile, che prevede tuttavia il concorso dello stesso Dipartimento insieme agli organismi regionali; tale direttiva, pertanto, merita una approfondita analisi che condurrà, con ogni probabilità nel prossimo anno, ad una profonda revisione della direttiva stessa e dei rapporti tra Dipartimento e Regioni.

Attualmente diverse esperienze pilota sono condotte dal Dipartimento insieme ad alcune Regioni nell'ambito di progetti europei sovranazionali, anche con lo sviluppo di sistemi software ad hoc.

È opportuno che le Regioni trovino una sede nella quale, nell'autonomia delle scelte regionali, le specifiche software dei piani di emergenza siano confrontate ed eventualmente adottate.

Deve essere inoltre ricordato che, con iniziative legislative recenti in corso di attuazione, il rapporto Stato Regioni nel settore specifico sta mutando. In particolare: le strutture periferiche dei Servizi Tecnici nel corso dei prossimi due anni saranno definitivamente trasferite alle Regioni; il Dipartimento della Protezione Civile, in concorso con le Regioni, sta attuando il sistema dei Centri Funzionali, in modo da mantenere collegate in una rete di competenza e di supporto alla decisione tutte le strutture che operano in tempo reale nel settore del rischio idrogeologico, consentendo lo sviluppo coordinato delle aree del paese in ritardo armonizzandole, sia come strumenti che come risorse umane, a quelle più avanzate; il Dipartimento della Protezione Civile sta inoltre attuando la rete radar meteorologica nazionale, in concorso con le Regioni già dotate di tale strumentazione e con le Regioni non ancora coperte, usufruendo altresì del Contributo dell'Aeronautica Militare. Da ultimo il Dipartimento sta seguendo con interesse i possibili sviluppi della modellistica meteorologica, finanziando specificatamente programmi regionali di innovazione tecnologica ed utilizzandone i risultati.

A tutti questi temi, sia nella relazione diretta con il Dipartimento, sia nella relazione con le Regioni, per ora mediata dal Dipartimento, ma che ci si augura si trasformi anch'essa in relazione diretta, deve dare risposta in termini di ricerca applicata e di rapida innovazione tecnologica l'attività del GNDCl.

Di seguito sono riportate alcune riflessioni in ordine alla predicibilità degli eventi idrogeologici estremi e delle necessarie azioni di protezione civile da adottarsi in riferimento alla mitigazione dei conseguenti effetti al suolo.

Il settore del rischio idrogeologico, al contrario di altri rischi di carattere principalmente evolutivo, è caratterizzato dal fatto che gli strumenti per poter predire tempestivamente gli eventi sono disponibili; essi, e la necessità di gestione ordinata degli stessi, saranno esaminati successivamente. Adesso si esamina, invece, quali eventi siano predicibili e quando, cioè con quale anticipo temporale essi debbano essere predetti. Il tempo di preannuncio richiesto dalla struttura sociale è dell'ordine delle 12 ore, che vanno misurate dal momento dell'emissione dell'annuncio al pubblico fino al momento del possibile evento. Il tempo di preannuncio da parte della struttura tecnica di supporto alla decisione dell'autorità di protezione civile deve quindi essere maggiore di 12 ore, al fine di consentire l'organizzazione interna delle misure. Pertanto il tempo di preannuncio complessivo, dall'attivazione della struttura di supporto alla decisione fino al momento del possibile evento, è dell'ordine delle 24 ore. Ne consegue che i precursori di evento devono quindi essere osservati, e le loro conseguenze modellate e valutate, prima di 24 ore dal possibile evento. Infatti, nella maggior parte dei corsi d'acqua italiani, e nella parte montana di quelli maggiori, i tempi di risposta idrologici non eccedono le 24 ore; quindi non si può attendere che la pioggia sia piovuta e sia stata osservata dai pluviometri per innescare un modello di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi alveati che predica i valori di portata nella rete idrografica: il preannuncio perderebbe valore in quanto la predizione precederebbe di molto poco l'evento e non ci sarebbe tempo per mettere in atto le misure di salvaguardia.

In tutti questi casi la predizione deve utilizzare non le osservazioni di pioggia, ma la previsione delle stesse come prodotte da modelli quasi deterministici di circolazione atmosferica. L'incertezza della previsione diventa rilevante e, di conseguenza, devono essere utilizzate, nella catena di decisione, tutte le altre osservazioni, come quelle acquisibili tramite sensori remoti (piattaforme satellitari e radar meteorologici), che consentono di valutare o ridurre il grado di incertezza.

Imprescindibile appare, dunque, che le reti di osservazione delle grandezze idrometriche, pluviometriche e delle altre grandezze meteorologiche osservabili al suolo debbano consentire la copertura più uniforme possibile del territorio nazionale, debbano essere connesse in telemisura affinché siano utilizzabili in tempo reale per la previsione e che le loro osservazioni debbano essere condivise tra enti diversi, sia quelli che si occupano in tempo reale del supporto alla decisione per le azioni di protezione civile e sia quelli che si occupano in tempo differito della raccolta dati per fini ambientali e di gestione delle risorse idriche. Tuttavia la gestione e la manutenzione della rete deve essere congrua rispetto all'organizzazione che richiede alla rete stessa le prestazioni più stringenti e quindi al sistema di protezione civile.

Nel recente passato la densità ottimale di rete è stata quasi raggiunta con gli investimenti eseguiti a valere sulle risorse poste a disposizione dalla legge 267/1998 e dagli investimenti aggiuntivi finanziati dalla legge 369/2000.

Le diverse amministrazioni devono ora provvedere alla manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti, anche in conseguenza del loro trasferimento dal patrimonio del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale al patrimonio delle singole Regioni.

Le osservazioni devono essere considerate patrimonio comune di tutte le Regioni e delle amministrazioni centrali e ne deve essere assicurata la disponibilità in tempo reale quando necessario. A tal fine, nella realizzazione del sistema di Centri Funzionali, è prevista l'interconnessione in rete di tutti i sistemi di osservazione al suolo, in modo che ovunque necessario le osservazioni siano rese effettivamente disponibili in tempo reale.

Un ruolo importante, anche in prospettiva per le procedure di nowcasting delle previsioni deterministiche degli stati estremi del tempo, è svolto dalle reti di osservazione in telerilevamento di parametri atmosferici (precipitazioni, profili di vento, temperatura, vapor d'acqua, acqua precipitabile, etc.) che possono esser rilevati mediante varie tecnologie (radar, wind profiler, sodar, rass, lidar, radiometri, interferometri, etc.).

Tali reti sono estremamente importanti e vanno sostenuti gli sforzi per potenziarle. Oltre all'osservazione in telerilevamento va ricordato il ruolo dei sistemi di radiosondaggio.

Per quanto concerne l'acquisizione dei dati radar meteorologici, ad oggi il Paese non dispone di una sufficiente copertura di radar meteorologici per uso civile. Le Regioni del nord hanno disposto, con fondi propri, un sistema radar-meteo che solo recentemente è in via di interconnessione. Con l'intervento che il Dipartimento di Protezione Civile è in via di realizzazione in base all'articolo 1, comma 7, della legge 369/2000, il quale prevede di completare ed integrare la copertura radar-meteo, sarà coperta tutta la superficie italiana sia continentale che insulare.

I dati di osservazione saranno immessi, appena disponibili, nel sistema dei Centri Funzionali. Il completamento della copertura radar-meteo è previsto per la fine del 2002. Le informazioni prodotte costituiranno il secondo livello di osservazione disponibile, con copertura globale o con copertura specifica per aree, all'interno dei singoli Centri Funzionali. La tecnologia delle previsioni meteorologiche e delle associate osservazioni satellitari (sia da satelliti geostazionari sia polari) è in rapida evoluzione. Il Dipartimento di Protezione Civile, nell'ambito della rete dei Centri Funzionali, provvederà a mettere a disposizione delle Regioni le previsioni e le osservazioni utilizzabili in configurazione operativa, assicurando altresì che l'innovazione tecnologica sia tempestivamente trasferita nel sistema appena questo risulterà disponibile operativamente. Ciò potrà avvenire raccogliendo sia le innovazioni introdotte dall'Aeronautica Militare, sia i contributi dei Centri di Eccellenza nazionali, tra i quali quelli delle Regioni che sono all'avanguardia nel settore.

Come precedentemente accennato, per una corretta pianificazione delle azioni di protezione civile, è indispensabile la valutazione dei possibili effetti al suolo.

I fenomeni di inondazione e frana richiedono, infatti, di interpretare le osservazioni e/o le previsioni di precipitazioni estreme attraverso modelli di risposta del suolo configurati per le diverse morfologie del territorio italiano.

Per l'utilizzo in realtà operative è necessario ricorrere a modelli che sappiano rappresentare i fenomeni reali partendo dalle caratteristiche dei bacini idrografici senza ricorrere a complesse e incerte operazioni di taratura, ma è anche necessaria una rapida risposta del modello alle interrogazioni dell'utente, in modo da garantire il supporto alle decisioni in tempi ragionevolmente brevi.

Nel sistema dei Centri Funzionali, a cura del Dipartimento della Protezione Civile e delle Regioni debbono essere resi disponibili, a scala dell'intero Paese, modelli di risposta del suolo che permettano un primo livello di quantificazione dei possibili eventi dannosi attraverso la determinazione di insiemi di soglie pluviometriche aggiornate in base alle precipitazioni precedentemente osservate, all'esperienza storica della risposta del suolo ed alla morfologia locale, come rappresentabile a grande scala. La risposta del suolo e degli alvei deve poi essere specificata, ove possibile, dalle strutture di competenza locali con un maggiore dettaglio e minore incertezza.

Nell'implementazione di un sistema di supporto alla decisione su temi così delicati come quelli qui trattati è assolutamente necessario prevedere che ci saranno continui aggiornamenti dettati dall'evoluzione della Scienza e della tecnologia in materia. La struttura fisica e le procedure di lavoro del sistema dovranno essere architettate in maniera tale da supportare i continui apporti migliorativi.

Per poter svolgere efficacemente il ruolo di salvaguardia della popolazione, il Dipartimento di Protezione Civile ha la necessità di conoscere in maniera dettagliata il territorio interessato e di comprendere e prevedere gli eventi (meteorologici, di piena, ecc.) che si realizzano o che potrebbero realizzarsi. Per questi motivi si ritiene improrogabile la necessità di dotare la Protezione Civile di una serie di strumenti atti a svolgere un ruolo attivo nei campi della previsione degli eventi meteorici, della previsione delle portate di piena e della quantificazione e previsione ove possibile dei movimenti franosi e del monitoraggio continuo delle classi di fenomeni predisponenti.

1.1 Articolazione ed organizzazione del GNDCI

Il Programma qui descritto comprende principalmente le attività per il 2002 ed alcuni programmi biennali (2002-2003). Tale attività si propone di soddisfare esigenze di immediata fruibilità di alcuni prodotti di supporto alla decisione in materia di previsione e prevenzione del rischio, anche in forma di prototipo, ed esigenze di ottenere risultati scientifici essenziali al miglioramento di tali prodotti ed allo sviluppo di nuovi prodotti negli anni futuri, ciò per garantire un costante progresso in materia attraverso un continuo e pronto trasferimento del know-how dalla ricerca all'applicazione operativa. Il programma delle attività si articola in modo da poter essere reso indipendente dalla attuale struttura del Gruppo, qualora nel periodo intervenissero mutamenti statutari. Il programma è infatti suddiviso in diversi progetti di ricerca che costituiscono il quadro generale a cui saranno chiamate a collaborare, anche in modo multiplo in corrispondenza dei contributi specialistici richiesti, sia le Unità Operative attualmente attive, sia nuove Unità costituite presso Enti tecnico scientifici ed Enti di ricerca. Potranno collaborare alle ricerche proposte anche Unità Operative costituite presso qualificati Enti di ricerca non italiani, purché la loro attività sia coordinata nell'ambito di una Unità Operativa guida facente capo ad un Ente di ricerca italiano.

Nel corso dell'ultimo triennio il Consiglio Scientifico ha realizzato una transizione morbida dal precedente sistema di piccole Unità Operative, ad un sistema altrettanto dinamico ma in qualche misura più "moderno" mutuata dalla struttura dei contratti di ricerca della DGXII dell'Unione Europea, salvaguardando, comunque, la numerosità, e la relativa libertà di proposizione dei temi di ricerca nell'esperienza del GNDCI, che rappresentano un valore aggiunto cui non si deve rinunciare.

Per lo svolgimento delle attività il Consiglio Scientifico ha deliberato alcune innovazioni nella procedura di assegnazione di contratti e convenzioni di ricerca alle Unità Operative, già parzialmente introdotte nel triennio precedente. Con il programma qui descritto, il Consiglio Scientifico ha inteso delineare una serie di prodotti operativi di supporto per previsione e prevenzione ed indicare all'attenzione della Comunità Scientifica italiana i temi di ricerca che ritiene di rilevanza per la gestione del rischio idrogeologico nel Paese. Si riporta una breve

descrizione del progetto ed una valutazione delle risorse necessarie al completamento di ciascuno di essi. Viene inoltre individuata, per ogni progetto proposto, un'Unità Operativa capofila responsabile della gestione del progetto stesso. Il Consiglio Scientifico valuta che nel breve periodo possano definirsi, anche in competizione, Unità Operative capofila eventualmente differenti da quelle proposte e i gruppi di Unità Operative coordinate, che intendono rispondere all'offerta di temi di ricerca qui riportata.

La riorganizzazione della struttura operativa del GNDCI prevede di dimensionare ogni progetto di ricerca attorno a 200.000-325.000 Euro per anno individuando unità capofila per ognuno e unità coordinate.

Ciascuna unità capofila avrà la responsabilità di definire il programma scientifico ed operativo del progetto, individuare le Unità Operative coordinate sulla base dell'eccellenza scientifica e della specializzazione ed infine proporre l'articolazione dei lavori e la richiesta complessiva di finanziamento con la ripartizione dei fondi.

Il Consiglio Scientifico prevede che sia presentata, al termine dell'attività di ricerca, una unica relazione scientifica, la quale raccoglierà i contributi e i prodotti di ciascuna Unità, ma che raccoglierà anche i frutti dell'interazione scientifica delle diverse Unità aumentandone il grado di efficacia.

1.2 Trasferimento dei risultati e attività di formazione

Il Consiglio Scientifico ha da tempo riconosciuto che uno dei passi cruciali per la formazione della cultura dell'esposizione al rischio del paese, è costituito dal trasferimento delle conoscenze al mondo professionale e della componente tecnica delle strutture di pianificazione e gestione del territorio.

Negli ultimi anni alcune delle unità operative hanno prodotto uno sforzo importante per portare nel circuito dell'informazione tecnica diffusa, sia in termini di pubblicazione su riviste non disciplinari a larga diffusione, sia in termini di diffusione in rete, i principali risultati conseguiti.

Ne è risultato che è paradossalmente più semplice raggiungere la cultura del grande pubblico e della componente politica delle amministrazioni centrali e periferiche, piuttosto che la componente tecnica e tanto meno quella amministrativa delle stesse.

Lo sforzo di divulgazione deve essere continuato, ma deve essere migliorata la penetrazione nel mondo tecnico e professionale.

Nel triennio di vigenza del presente programma la Presidenza del GNDCI continuerà a curare che siano perseguite con continuità tre linee di attività:

- ✱ la prima è relativa all'inserimento nella formazione curricolare degli ingegneri civili ed ambientali, dei geologi e degli architetti di un insieme di corsi afferenti alla quantificazione dei processi estremi ed alla pianificazione eco-sostenibile. Un possibile sbocco di tale attività è la istituzione di lauree di primo livello, lauree specialistiche, scuole di specializzazione o master di primo o secondo livello, in alcune sedi universitarie ove le competenze siano disponibili, orientate al tema della mitigazione dei rischi con particolare riferimento alle azioni di protezione civile;
- ✱ la seconda è relativa alla costituzione di alcuni dottorati di ricerca interdisciplinari, nella forma ad esempio dell'attuale dottorato in monitoraggio ambientale, nelle sedi universitarie, anche consorziate, ove siano presenti le competenze per tali azioni;
- ✱ la terza è relativa alla realizzazione di percorsi brevi, ma utilizzabili sequenzialmente, di formazione permanente rivolti sia a professionisti attivi sia a tecnici delle amministrazioni.

La Presidenza del GNDCI curerà altresì che l'organizzazione delle competenze sopra ricordate possano avere riconoscimenti formali sia nella qualificazione al fine di gare e contratti sia nelle qualificazioni di personale ai fini di assunzione e di carriera.

1.3 Articolazione territoriale delle competenze del GNDCI e consulenza istituzionale

E' stato più volte discusso nell'ambito del Consiglio Scientifico del GNDCI su come possa essere efficientemente articolata territorialmente la consulenza istituzionale che è prestata con continuità.

La Presidenza ha sempre curato che, in forma interdisciplinare ma in modo mirato ai problemi, fossero disponibili gruppi di consulenza organizzati per larghe aree del paese.

Gran parte dell'esperienza applicata del GNDCI si è venuta formando attraverso queste attività di consulenza istituzionale, a partire dalle prime esperienze del piano di protezione

civile di Firenze, passando ai casi della Campania e del Piemonte, e fino alla copertura radar meteorologica del Paese ed alla istituzione dei Centri Funzionali.

E' tuttavia da osservare che l'articolazione territoriale non può scendere fino alla scala delle regioni, poiché non esistono sufficienti risorse intellettuali all'interno del GNDCI per coprire con la massima efficacia e a livello scientifico omogeneo tutte le regioni del paese. La consulenza istituzionale si è infatti venuta sviluppando per grandi aree territoriali, o per grandi insiemi di problemi. Neppure la scala delle Autorità di Bacino di interesse nazionale può essere assunta a parametro di organizzazione, sia per l'elevata numerosità, sia perché in molti casi esse non ricoprirebbero territorialmente alcuni dei problemi più acuti.

La Presidenza potrà piuttosto curare che gruppi di consulenza siano organizzati per macroaree, come ad esempio il bacino del Po e le aree Liguri e del Nord-Est, i bacini dell'Italia centro-settentrionale, i bacini dell'area meridionale e, separatamente od unitamente, i bacini delle isole.

La redazione dei programmi di previsione e prevenzione e dei piani di emergenza previsti dalla legge 225/92 procede in modo diseguale nelle varie aree del Paese, sia perché è diverso lo stato di attuazione sia perché diverse sono le procedure utilizzate.

Le ragioni di questa scarsa omogeneità sono molteplici, tra queste:

- × la diversa volontà politica e capacità operativa tra i diversi soggetti attuatori;
- × la mancanza di linee guida e procedure standard ufficialmente riconosciute e di facile uso;
- × il diverso livello di attuazione degli strumenti previsti dalla legge 183/1989 e successive modificazioni e integrazioni, in particolare di quelli più strettamente connessi ai programmi e ai piani della 225.

Anche il decreto legge 180/1998 ha molti punti in comune con la legge 225 e dovrebbe imprimere una positiva accelerazione nel conseguimento di alcuni degli obiettivi da essa previsti. Non è tuttavia da escludere che le differenze tra le varie aree geografiche possono aumentare, rendendo più acuto il divario già esistente. In questo scenario l'attività del Gruppo può risultare molto utile attraverso il potenziamento e la razionalizzazione delle numerose iniziative già intraprese. Deve essere, come accennato precedentemente, estesa e

potenziata la già fitta rete delle collaborazioni tra le UU.OO. del Gruppo e le strutture tecniche delle amministrazioni locali. Deve essere intensificata e resa sistematica l'azione di trasferimento del know-how anche attraverso la preparazione di linee guida e la definizione di procedure standard.

Un caso esemplare e di straordinaria rilevanza è dato dalla definizione del modello di intervento nella gestione dell'emergenza. Occorre infatti definire in modo unitario le fasi in cui articolare l'intervento, le modalità di attivazione e disattivazione delle varie fasi a seconda dello scenario di evento temuto, e della rete di monitoraggio esistente, delle strutture tecniche immediatamente operative, dei modelli di simulazione disponibili.

Alla luce di queste considerazioni si ritiene che il GNDCI debba operare nel prossimo triennio cercando di conseguire i seguenti obiettivi:

- ✕ effettuare un monitoraggio sistematico e continuo dello stato di attuazione dei programmi di previsione prevenzione e dei piani di emergenza previsti dalla legge 225;
- ✕ favorire lo stretto raccordo tra le Unità Operative del Gruppo che all'interno di diverse linee e progetti di ricerca si trovano ad operare sulla medesima realtà territoriale;
- ✕ approfondire gli aspetti metodologici, di rilevanza per i programmi di previsione e prevenzione e per i piani di emergenza, comuni a più linee e progetti di ricerca;
- ✕ fornire un supporto agli altri progetti per definire in modo puntuale criteri metodologici, procedure standard, linee guida di immediata applicabilità per gli operatori esterni;
- ✕ favorire il trasferimento del know-how del Gruppo verso le strutture tecniche centrali e periferiche e il mondo professionale;
- ✕ fornire un supporto operativo alle aree geografiche che manifestano il maggiore ritardo nell'applicazione della legge 225.

Il conseguimento degli obiettivi sarà perseguito attraverso le seguenti attività:

- ✕ censimento dello stato di attuazione dei programmi di previsione e prevenzione e dei piani di emergenza a livello regionale e provinciale. Si prevede la realizzazione di

una banca dati e di una carta mosaico che consentono di identificare per i diversi aspetti le aree interessate da tali attività per i livelli di attuazione raggiunti;

- × monitoraggio continuo di tale attività al fine di aggiornare banca dati e carta mosaico;
- × coordinamento a livello regionale o di bacino idrografico delle attività svolte da Unità Operative diverse sullo stesso territorio, individuando per ciascuna unità territoriale di riferimento, una Unità Operativa di raccordo;
- × costituzione di gruppi di lavoro intersettoriali e interdisciplinari per l'analisi di aspetti metodologici trasversali, con particolare riferimento alle soglie da utilizzare nella gestione del modello di intervento di protezione civile. Tale attività potrà essere svolta all'interno di altri progetti di ricerca;
- × pubblicazione di manuali e linee guida che indichino i risultati applicativi conseguiti dal Gruppo;
- × iniziative di divulgazione a vario livello delle attività del Gruppo. Sarà effettuato un censimento delle iniziative in corso e quindi attraverso un programma quadro sarà definito un sistema articolato di corsi di formazione di aggiornamento, di specializzazione da erogare presso Università ed Enti di ricerca per diplomati o per laureati, potenziando e integrando la rete attualmente esistente. In particolare sulla base delle esperienze avviate in varie sedi universitarie si individueranno moduli formativi da inserire nel quadro della più complessiva ridefinizione delle griglie dei saperi e del riordino degli studi universitari ai vari livelli (lauree di primo livello e specialistica, master di primo e secondo livello, dottorato). La formazione permanente potrà essere definita anche attraverso accordi quadro con gli ordini professionali e con le amministrazioni centrali e periferiche, da conseguire, quest'ultima, attraverso intese nell'ambito della Conferenza Stato-Regioni.

1.4 Contenuto del programma 2002

I progetti sono raggruppati in tre grandi aree relative rispettivamente alla pianificazione del territorio e alla sua caratterizzazione in termini di rischio di inondazione e frane, alla osservazione dei precursori di eventi estremi e alla gestione del rischio in tempo reale ed infine alle risorse idriche ed alla vulnerabilità degli acquiferi.

Ogni progetto fa principalmente capo ad una delle attuali linee di ricerca, che qui si richiamano:

1. previsione e prevenzione di eventi idrologici estremi e loro controllo;
2. previsione e prevenzione di eventi franosi a grande rischio;
3. valutazione del rischio idraulico-geologico e zonazione; strategie di intervento per la mitigazione degli effetti degli eventi estremi;
4. valutazione della vulnerabilità degli acquiferi.

Nel seguito è riportata una sintesi dei progetti e dei finanziamenti che il Consiglio Scientifico ritiene di dover attivare per ogni progetto di ricerca. Le schede finali descrivono ogni progetto esplicitando attività, tempistiche, risorse e prodotti.

I progetti di ricerca descritti saranno sviluppati in modo più approfondito ed articolato nei progetti esecutivi annuali, di cui all'art. 8 dell'articolato della convenzione, con l'indicazione dei compiti di ricerca assegnati a ciascuna unità operativa e dei relativi finanziamenti.

2 Sintesi dei progetti di ricerca previsti e fabbisogno finanziario

Si sintetizza in conclusione il quadro dei diversi progetti proposti, con una breve descrizione degli obiettivi e del fabbisogno finanziario, gli **importi sono in Euro €**. Una descrizione completa dei progetti con tempistiche di attuazione, personale necessario e valutazione del fabbisogno finanziario delle diverse attività viene data nelle schede alle gate numerate come proposto in tabella.

2.1 Tabella riassuntiva Progetti: programma triennale

N° Scheda	Progetto	Linee	Obiettivi	Periodo	Mesi Uomo	Fabbisogno complessivo €
1	<i>Piattaforma Web-GIS per progetto AVI</i>		Miglioramento della fruibilità dell'informazione contenuta nel sistema informativo fornito dal progetto AVI attraverso l'inserimento di un livello addizionale GIS e di supporto alle decisioni accessibile Via Web.	2002		130000
2	<i>SIT per le aree a rischio idraulico e geologico</i>		Definizione e progettazione di un sistema informativo territoriale nazionale per la gestione del rischio idrogeologico distribuito a livello regionale. Realizzazione di un prototipo operativo realizzato per alcune regioni.	2002	60	150000
3	<i>Soglie pluviometriche per allerta meteorologica</i>		Definizione di soglie pluviometriche utilizzabili per allerta meteorologica.	2002	50	115000
4	<i>SIT per la gestione di incendi boschivi</i>		Definizione e progettazione di un sistema di supporto alle decisioni basato su un sistema informativo territoriale nazionale finalizzato alla gestione operativa del rischio da incendi boschivi. Realizzazione di un prototipo operativo su una regione di interesse.	2002	50	100000

5	<i>Ricerca in Meteoidrologia</i>		Sviluppo di tecniche e procedure in grado di associare ad ogni previsione la sua probabilità di accadimento. Ricostruzione di campi precipitanti da osservazioni provenienti da radar meteorologici e da piattaforme satellitari, in associazione con reti a terra operanti in telemisura. Sviluppo di tecniche di disaggregazione delle previsioni di precipitazione, anche con parametrizzazione condizionata all'osservazione di variabili meteorologiche e/o alle caratteristiche dei campi derivati da modelli numerici dell'atmosfera. Applicazione di modellistica idrologica per la definizione delle scale ottimali per la modellazione A/D. Definizione gli elementi indispensabili che dovranno essere previsti nei Centri Funzionali in dipendenza dalle caratteristiche dei bacini idrografici interessati.	2002/03	500	1370000
6	<i>SIT per la gestione del potenziale di rischio di inquinamento.</i>		Omogeneizzazione e informatizzazione delle aree a diverso potenziale di rischio d'inquinamento delle acque sotterranee in alcune zone delle regioni italiane.	2002		200000
7	<i>Gestione del rischio territoriale</i>		Studio di tematiche relative ad : ✕ Eventi alluvionali ✕ Previsione probabilistica delle piene ✕ Previsione in tempo reale delle piene e integrazionie in un sistema di preannuncio	2002/04		Tale progetto è finanziato nel 2002 con i progetti annuali riportati nelle schede dalla scheda 8 alla scheda12

8	<i>Prototipo di sistema informatizzato georeferenziato per la previsione probabilistica delle piogge e delle piene sul territorio nazionale.</i>		Riconfigurazione del SIVAPI per estendere le sue funzionalità alla previsione probabilistica delle piene, con particolare riferimento alla valutazione regionalizzata della piena media annua.	2002		150000
9	<i>Atlante dei Corsi d'Acqua Italiani</i>		Definizione e realizzazione di prototipi operativi di sistemi informatizzati, a scala nazionale, finalizzati ad un'efficace utilizzazione dell'informazione idrologica e geo-morfo-climatica ed alla la previsione probabilistica ed in tempo reale degli eventi idrologici estremi: * prototipo di Atlante dei Corsi d'Acqua Italiani	2002		70000
10	<i>Database dati idro-climatologici</i>		Definizione e realizzazione di prototipi operativi di sistemi informatizzati, a scala nazionale, finalizzati ad un'efficace utilizzazione dell'informazione idrologica e geo-morfo-climatica ed alla la previsione probabilistica ed in tempo reale degli eventi idrologici estremi: * Progettazione del database dei dati idrologici e climatologici sistematicamente rilevati a scala nazionale ed immissione dei dati disponibili.	2002		80000
11	<i>Linee guida per la valutazione del rischio idraulico connesso alle infrastrutture</i>		Comprensione dell'interazione tra correnti di piena e manufatti in alvei fluviali ai fini della messa in sicurezza delle infrastrutture di attraversamento.	2002		50000

12	<i>Verifica e messa a punto di tecniche per il rilievo dell'evoluzione costiera</i>		Sviluppo di metodologie per il rilievo in campo dei parametri morfologici e oceanografici del litorale.	2002		50000
13	<i>Sistemi per la mitigazione del rischio derivante da colate di fango e di detrito</i>		Sviluppo di ricerca scientifica applicata nell'ambito della individuazione e mitigazione del rischio connesso con i fenomeni di colata detritica.	2002/03		390000
14	<i>Definizione di un sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena.</i>		approfondimento di tutta la modellistica che affronta la trasformazione delle precipitazioni in deflussi fluviali, con collegamenti ad altri settori di ricerca	2002/03		511500
15	<i>Vulnerabilità, Rischio D'inquinamento delle acque sotterranee e situazioni d'impatto</i>		Perfezionamento delle metodologie e applicazione estensiva della valutazione del rischio e delle sue componenti; potenziale di rischio specifico e tossicologico da cause naturali e antropiche	2002/04		600000
16	<i>Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative</i>		Sistema informativo georeferenziato che permetta di considerare volta per volta le caratteristiche essenziali per l'utilizzo razionale delle risorse idriche alternative in condizioni d'emergenza.	2002/04		450000
17	<i>Vulnerabilità delle aree costiere</i>		:Raccolta di dati ondametrici per distinti tratti di litorale;analisi delle opere di difesa distinte per tipologia e con accertamento degli effetti prodotti, studio dello stato di erosione delle spiagge e dei tratti di costa alta e quantificazione degli arretramenti.	2002/04		420000
18	<i>Colate di fango e detrito</i>		Modellazione alla scala di versante dei fenomeni che regolano l'innescio pluviale dei fenomeni franosi. Ricostruzione di	2002/04		450000

			eventi storici per verificare la plausibilità dei modelli proposti. Identificazione dei legami di tipo empirico tra precipitazioni e probabilità di movimenti franosi. Realizzazione di sistemi di preannuncio dei movimenti franosi che utilizzino in modo integrato reti di monitoraggio, modelli di preannuncio e modelli di intervento di protezione civile.			
19	<i>Metodologie per la progettazione di interventi strutturali di mitigazione del rischio di frana</i>		redazione di un manuale per la progettazione degli interventi di sistemazione e consolidamento delle aree in frana e di presidio agli elementi a rischio	2002/04		90000
20	<i>Monitoraggio e allertamento per frane in situazioni di emergenza</i>		Monitoraggio e conseguente quantificazione dei tempi e dei modi di riattivazione e sviluppo delle frane sia in superficie che in profondità	2002/04		270000
21	<i>Modellazione geotecnica e scenari evolutivi di fenomeni franosi</i>		Definizione di un modello per la previsione del comportamento del pendio e della sua risposta agli interventi di pronto intervento o di stabilizzazione	2002/04		600000
22	<i>Metodologie Integrate di Monitoraggio degli Acquiferi</i>		Analisi dei problemi del monitoraggio degli acquiferi, sviluppo di metodi innovativi, sperimentazione di procedure uniformi per tutte le Regioni	2002-04		270000
23	<i>Potenziamento dell'ARM (Atmospheric Radiation Measurement) Site operante presso l'Istituto di Metodologie Avanzate di Analisi Ambientale dell'Area di Ricerca di Potenza</i>		Completamento del laboratorio di misura della radiazione atmosferica, già esistente presso il soggetto proponente, ed il relativo ground-segment.	2002/03		150000

2004

2.2 Prodotti attesi dei progetti: programma triennale

N° Scheda	Progetto	Linea	Prodotti
1	<i>Piattaforma Web-GIS per progetto AVI</i>		Miglioramento dell'accesso e la visualizzazione del dato via Internet, aggiungendo un ulteriore livello GIS che permetta di proporre diverse viste, impostabili dall'utente, dell'informazione
2	<i>SIT per le aree a rischio idraulico e geologico</i>		Sistema informativo territoriale (SIT) nazionale per la gestione del rischio idrogeologico, in ambiente ArcView/ArcInfo, distribuito sul territorio nazionale a livello regionale
3	<i>Soglie pluviometriche per allerta meteorologica</i>		Costruzione di mappe riportanti soglie pluviometriche a scala nazionale e di mappe che tengano conto dei differenti livelli di rischio idrologico nelle diverse zone italiane (mappe di rischio) sulla base di un numero rappresentativo di eventi storici.
4	<i>SIT per la gestione di incendi boschivi</i>		Sistema di supporto alle decisioni, basato su un sistema informativo territoriale, finalizzato alla gestione operativa del rischio da incendi boschivi
5	<i>Ricerca in Meteoidrologia</i>		Sviluppo di tecniche e procedure in grado di associare ad ogni previsione la sua probabilità di accadimento. Ricostruzione di campi precipitanti da osservazioni provenienti da radar meteorologici e da piattaforme satellitari, in associazione con reti a terra operanti in telemisura. Sviluppo di tecniche di disaggregazione delle previsioni di precipitazione, anche con parametrizzazione condizionata all'osservazione di variabili meteorologiche e/o alle caratteristiche dei campi derivati da modelli numerici dell'atmosfera. Applicazione di modellistica idrologica per la definizione delle scale ottimali per la modellazione A/D. Definizione gli elementi indispensabili che dovranno essere previsti nei Centri Funzionali in dipendenza dalle caratteristiche dei bacini idrografici interessati.
6	<i>SIT per la gestione del potenziale di rischio di inquinamento.</i>		Omogeneizzazione e informatizzazione delle aree a diverso potenziale di rischio d'inquinamento delle acque sotterranee in alcune zone delle regioni italiane. Formazione di un database in ambiente SIT.
7	<i>Gestione del rischio territoriale</i>		Definizione di procedure a scala nazionale, finalizzate ad un'efficace utilizzazione dell'informazione idrologica e geo-morfo-climatica ed alla la previsione probabilistica ed in tempo reale degli eventi idrologici estremi.
8	<i>Prototipo di sistema informatizzato georeferenziato per la previsione probabilistica delle piogge e delle piene sul territorio nazionale.</i>		Riconfigurazione del SIVAPI ed integrazione attraverso l'inserimento al suo interno basi di dati geografiche relative alla morfologia, litologia ed uso del suolo con caratteristiche di copertura completa alla scala nazionale
9	<i>Atlante dei Corsi d'Acqua Italiani</i>		Prototipo contenente l'informazione geografica relativa alle caratteristiche dei bacini sottesi da tutte le stazioni idrometrografiche storiche del SIMN e dei più importanti bacini non contenenti sezioni di misura
10	<i>Database dati idro-</i>		Per regioni campione delle procedure di classificazione climatica,

	<i>climatologici</i>		approfondendo i collegamenti con le metodologie di valutazione del rischio di piena, di siccità e di instabilità delle coltri superficiali
11	<i>Linee guida per la valutazione del rischio idraulico connesso alle infrastrutture</i>		Redazione di linee guida in grado di consentire l'identificazione e la conseguente descrizione delle operazioni necessarie alla valutazione della vulnerabilità idraulica di un attraversamento fluviale.
12	<i>Verifica e messa a punto di tecniche per il rilievo dell'evoluzione costiera</i>		Il progetto si propone di fornire indicazioni sulla possibilità di effettuare un monitoraggio su larga scala dell'evoluzione dei litorali attraverso l'utilizzo di sensori aerei e satellitari
13	<i>Sistemi per la mitigazione del rischio derivante da colate di fango e di detrito</i>		lo sviluppo di un "modello di intervento" che individui la tipologia e le caratteristiche degli interventi di mitigazione del rischio
14	<i>Definizione di un sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena.</i>		Realizzazione di un prototipo operativo di modello di previsione su un bacino di interesse.
15	<i>Vulnerabilità, Rischio D'inquinamento delle acque sotterranee e situazioni d'impatto</i>		Carte della vulnerabilità degli acquiferi, intrinseca e integrata, in zone non ancora coperte dalle ricerche; cooperazione con diverse Regioni italiane per la copertura ai sensi del DLgs. 152/99; atlante fotografico delle Carte della vulnerabilità in Italia; ricerche sulla tossicologia dell'Alluminio nelle falde (correlazione con il Morbo d'Alzheimer e con nefropatie); estensione a nuovi test-sites della metodologia per la valutazione del rischio d'inquinamento globale; Metodologia per la valutazione del rischio d'inquinamento da nitrati di origine agricola e zootecnica.
16	<i>Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative</i>		SIT che permetta di considerare volta per volta le caratteristiche essenziali per l'utilizzo razionale delle risorse idriche alternative in condizioni di emergenza.
17	<i>Vulnerabilità delle aree costiere</i>		Raccolta di dati ondametrici per distinti tratti di litorale; analisi delle opere di difesa distinte per tipologia e con accertamento degli effetti prodotti, studio dello stato di erosione delle spiagge e dei tratti di costa alta e quantificazione degli arretramenti.
18	<i>Colate di fango e detrito</i>		Modellazione alla scala di versante dei fenomeni che regolano l'innescio pluviale dei fenomeni franosi. Ricostruzione di eventi storici per verificare la plausibilità dei modelli proposti. Identificazione dei legami di tipo empirico tra precipitazioni e probabilità di movimenti franosi. Realizzazione di sistemi di preannuncio dei movimenti franosi che utilizzino in modo integrato reti di monitoraggio, modelli di preannuncio e modelli di intervento di protezione civile.
19	<i>Metodologie per la progettazione di interventi strutturali di mitigazione del rischio di frana</i>		Documento di riferimento per la progettazione degli interventi strutturali di mitigazione del rischio di frana ed essere utilizzabile anche in contesti operativi (es. manuale di campagna)
20	<i>Monitoraggio e allertamento per frane in situazioni di</i>		Utilizzo in aree campione di sistemi di monitoraggio che potranno essere in taluni casi operanti in continuo e gestibili in remoto, permettendo il controllo periodico della stabilità dei siti durante le

	<i>emergenza</i>		fasi di quiescenza dei fenomeni ed evidenzieranno eventuali movimenti precursori di evento
21	<i>Modellazione geotecnica e scenari evolutivi di fenomeni franosi</i>		Realizzazione di un quadro delle conoscenze relativo alla geometria del corpo di frana, delle caratteristiche geotecniche dei terreni, della cinematica pregressa, delle relazioni fra fattori di innesco e spostamenti
22	<i>Metodologie Integrate di Monitoraggio degli Acquiferi</i>		Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti in relazione a differenti obiettivi di monitoraggio; sperimentazione di nuove tecnologie di monitoraggio, comprese quelle da piattaforme remote; applicazione dimostrativa di metodologie e procedure di monitoraggio in differenti contesti idrogeologici; sviluppo di metodologie integrate ed ottimizzate per i differenti aspetti chimico-fisici, microbiologico e tossicologico.
23	<i>Potenziamento dell'ARM (Atmospheric Radiation Measurement) Site operante presso l'Istituto di Metodologie Avanzate di Analisi Ambientale dell'Area di Ricerca di Potenza</i>		· consentire la validazione di nuovi prodotti satellitari che a breve saranno disponibili con la cosiddetta nuova generazione di sensori. · qualificare prodotti satellitari per soggetti operanti sul territorio per la sua tutela, per esempio previsione di rischi naturali ed antropici. · consentire studi approfonditi sulla radiazione atmosferica, soprattutto per lo sviluppo di modelli idonei ad essere successivamente utilizzati nell'ambito delle scienze meteorologiche e climatologiche: previsioni eventi estremi, studio del Global Change, problema del buco dell'ozono. · consentire la realizzazione di misure di concentrazioni di gas in traccia (O₃, NO₂, SO₂) di interesse sia per la qualità dell'aria ma anche per l'importanza climatologica

2.3 Tabella riassuntiva Fabbisogno finanziario 2002

N° Scheda	Progetto	Linee	Obiettivi	Periodo	Fabbisogno 2002 €
1	<i>Piattaforma Web-GIS per progetto AVI</i>		Miglioramento della fruibilità dell'informazione contenuta nel sistema informativo fornito dal progetto AVI attraverso l'inserimento di un livello addizionale GIS e di supporto alle decisioni accessibile Via Web.	2002	130000
2	<i>SIT per le aree a rischio idraulico e geologico</i>		Definizione e progettazione di un sistema informativo territoriale nazionale per la gestione del rischio idrogeologico distribuito a livello regionale. Realizzazione di un prototipo operativo realizzato per alcune regioni.	2002	150000
3	<i>Soglie</i>		Definizione di soglie	2002	115000

SCHEDA 1

	<i>pluviometriche per allerta meteorologica</i>		pluviometriche utilizzabili per allerta meteorologica.		
4	<i>SIT per la gestione di incendi boschivi</i>		Definizione e progettazione di un sistema di supporto alle decisioni basato su un sistema informativo territoriale nazionale finalizzato alla gestione operativa del rischio da incendi boschivi. Realizzazione di un prototipo operativo su una regione di interesse.	2002	100000
5	<i>Ricerca in Meteoidrologia</i>		Sviluppo di tecniche e procedure in grado di associare ad ogni previsione la sua probabilità di accadimento. Ricostruzione di campi precipitanti da osservazioni provenienti da radar meteorologici e da piattaforme satellitari, in associazione con reti a terra operanti in telemisura. Sviluppo di tecniche di disaggregazione delle previsioni di precipitazione, anche con parametrizzazione condizionata all'osservazione di variabili meteorologiche e/o alle caratteristiche dei campi derivati da modelli numerici dell'atmosfera. Applicazione di modellistica idrologica per la definizione delle scale ottimali per la modellazione A/D. Definizione degli elementi indispensabili che dovranno essere previsti nei Centri Funzionali in dipendenza dalle caratteristiche dei bacini idrografici interessati.	2002/03	685000
6	<i>SIT per la gestione del potenziale di rischio di inquinamento.</i>		Omogeneizzazione e informatizzazione delle aree a diverso potenziale di rischio d'inquinamento delle acque sotterranee in alcune zone delle regioni italiane.	2002	200000
7	<i>Gestione del rischio territoriale</i>		Studio di tematiche relative ad : ✕ Eventi alluvionali ✕ Previsione probabilistica delle piene ✕ Previsione in tempo reale delle piene e integrazioni in un sistema di preannuncio	2002/04	Tale progetto è finanziato nel 2002 con i progetti annuali riportati nelle schede dalla scheda 8 alla scheda12
8	<i>Prototipo di sistema</i>		Riconfigurazione del SIVAPI per estendere le sue funzionalità	2002	150000

SCHEDA 1

	<i>informatizzato georeferenziato per la previsione probabilistica delle piogge e delle piene sul territorio nazionale.</i>		alla previsione probabilistica delle piene, con particolare riferimento alla valutazione regionalizzata della piena media annua.		
9	<i>Atlante dei Corsi d'Acqua Italiani</i>		Definizione e realizzazione di prototipi operativi di sistemi informatizzati, a scala nazionale, finalizzati ad un'efficace utilizzazione dell'informazione idrologica e geo-morfo-climatica ed alla la previsione probabilistica ed in tempo reale degli eventi idrologici estremi: ✕ prototipo di Atlante dei Corsi d'Acqua Italiani	2002	70000
10	<i>Database dati idro-climatologici</i>		Definizione e realizzazione di prototipi operativi di sistemi informatizzati, a scala nazionale, finalizzati ad un'efficace utilizzazione dell'informazione idrologica e geo-morfo-climatica ed alla la previsione probabilistica ed in tempo reale degli eventi idrologici estremi: ✕ Progettazione del database dei dati idrologici e climatologici sistematicamente rilevati a scala nazionale ed immissione dei dati disponibili.	2002	80000
11	<i>Linee guida per la valutazione del rischio idraulico connesso alle infrastrutture</i>		Comprensione dell'interazione tra correnti di piena e manufatti in alvei fluviali ai fini della messa in sicurezza delle infrastrutture di attraversamento.	2002	50000
12	<i>Verifica e messa a punto di tecniche per il rilievo dell'evoluzione costiera</i>		Sviluppo di metodologie per il rilievo in campo dei parametri morfologici e oceanografici del litorale.	2002	50000
13	<i>Sistemi per la mitigazione del rischio derivante da colate di fango e di detrito</i>		Sviluppo di ricerca scientifica applicata nell'ambito della individuazione e mitigazione del rischio connesso con i fenomeni di colata detritica.	2002/03	195000
14	<i>Definizione di un sistema</i>		approfondimento di tutta la modellistica che affronta la	2002/03	255750

SCHEDA 1

	<i>nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena.</i>		trasformazione delle precipitazioni in deflussi fluviali, con collegamenti ad altri settori di ricerca		
15	<i>Vulnerabilità, Rischio D'inquinamento delle acque sotterranee e situazioni d'impatto</i>		Perfezionamento delle metodologie e applicazione estensiva della valutazione del rischio e delle sue componenti; potenziale di rischio specifico e tossicologico da cause naturali e antropiche	2002/04	200000
16	<i>Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative</i>		Sistema informativo georeferenziato che permetta di considerare volta per volta le caratteristiche essenziali per l'utilizzo razionale delle risorse idriche alternative in condizioni d'emergenza.	2002/04	150000
17	<i>Vulnerabilità delle aree costiere</i>		:Raccolta di dati ondametrici per distinti tratti di litorale;analisi delle opere di difesa distinte per tipologia e con accertamento degli effetti prodotti, studio dello stato di erosione delle spiagge e dei tratti di costa alta e quantificazione degli arretramenti.	2002/04	140000
18	<i>Colate di fango e detrito</i>		Modellazione alla scala di versante dei fenomeni che regolano l'innescio pluviale dei fenomeni franosi. Ricostruzione di eventi storici per verificare la plausibilità dei modelli proposti. Identificazione dei legami di tipo empirico tra precipitazioni e probabilità di movimenti franosi. Realizzazione di sistemi di preannuncio dei movimenti franosi che utilizzino in modo integrato reti di monitoraggio, modelli di preannuncio e modelli di intervento di protezione civile.	2002/04	150000
19	<i>Metodologie per la progettazione di interventi strutturali di mitigazione del rischio di frana</i>		redazione di un manuale per la progettazione degli interventi di sistemazione e consolidamento delle aree in frana e di presidio agli elementi a rischio	2002/04	30000
20	<i>Monitoraggio e allertamento per frane in situazioni di emergenza</i>		Monitoraggio e conseguente quantificazione dei tempi e dei modi di riattivazione e sviluppo delle frane sia in superficie che in profondità	2002/04	90000

SCHEDA 1

21	<i>Modellazione geotecnica e scenari evolutivi di fenomeni franosi</i>		Definizione di un modello per la previsione del comportamento del pendio e della sua risposta agli interventi di pronto intervento o di stabilizzazione	2002/04	200000
22	<i>Metodologie Integrate di Monitoraggio degli Acquiferi</i>		Analisi dei problemi del monitoraggio degli acquiferi, sviluppo di metodi innovativi, sperimentazione di procedure uniformi per tutte le Regioni	2002-04	90000
23	<i>Potenziamento dell'ARM (Atmospheric Radiation Measurement) Site operante presso l'Istituto di Metodologie Avanzate di Analisi Ambientale dell'Area di Ricerca di Potenza</i>		Completamento del laboratorio di misura della radiazione atmosferica, già esistente presso il soggetto proponente, ed il relativo ground-segment.	2002/03	750000
	<i>Spese di Direzione</i>		Pubblicazioni atti, Borse di studio, contratti di collaborazione. In aggiunta a quelli direttamente previsti nei singoli progetti	2002	219250
			TOTALE	2002	3500000

3 Schede progettuali

Si riportano di seguito per ciascun progetto le schede corrispondenti nelle quali sono evidenziati gli obiettivi del progetto, i prodotti, le tempistiche di realizzazione e risorse necessarie.

- 3.1 **Proposta di progetto 1:** Miglioramento della fruibilità dell'informazione contenuta nel sistema informativo fornito dal progetto AVI attraverso l'inserimento di un livello addizionale GIS e di supporto alle decisioni accessibile via Web

Premessa

Il progetto Aree Vulnerate Italiane (AVI), nato in seguito alla commissione che nel 1989 il Dipartimento della Protezione Civile affidò al gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) per il censimento delle aree del paese colpite da frane e da inondazioni per il periodo 1918–1990, costituisce uno dei più importanti strumenti conoscitivi che la nuova normativa (legge 3 agosto 1998, n. 267) prevede siano utilizzati dai diversi Enti territoriali. Il progetto AVI, è infatti inteso e riconosciuto come documento essenziale di supporto nell'ambito dell'individuazione delle prescritte attività di perimetrazione delle aree a rischio.

Allo stato attuale l'Archivio AVI consta di oltre 17000 schede di calamità geologiche e di oltre 7000 schede di calamità idrauliche.

La maggior parte dei dati raccolti relativi alle calamità idrauliche provengono dalla lettura di testate giornalistiche, mentre le calamità geologiche sono descritte in maniera più soddisfacente nelle pubblicazioni tecnico – scientifiche.

Nonostante le numerose limitazioni, dovute alla complessità del territorio italiano, alla diversa sensibilità e conoscenza sia attuale che storica dell'impatto che le frane e le inondazioni hanno sul territorio ed alle risorse limitate, il censimento rappresenta il più completo ed aggiornato archivio di notizie su frane ed inondazioni avvenute in questo secolo mai realizzato in Italia.

Tale archivio storico di informazioni relative a calamità idrogeologiche può essere utilizzato come:

1. puro contenitore di informazioni storiche;
2. strumento operativo di supporto nella gerarchizzazione e perimetrazione del rischio;
3. strumento per lo sviluppo di analisi di tipo previsionale.

SCHEDA 1

Gli utilizzi di cui ai punti 2 e 3 sono oggi quelli che destano maggiore interesse scientifico e che sostengono uno sviluppo di tecnologie utili per la prevenzione e previsione del rischio idrogeologico.

Il presente progetto si pone in sostanziale continuità con le ricerche sviluppate dal GNDCI in questi ultimi anni che si sono rivolte essenzialmente a soddisfare ed ottimizzare l'uso dell'archivio AVI secondo questi punti:

- ✕ rendere fruibile il prodotto AVI attraverso la progressiva informatizzazione del dato disponibile;
- ✕ rendere pubblica l'informazione attraverso la rete telematica;
- ✕ sintetizzare l'informazioni attraverso la creazione del Catalogo Nazionale delle località colpite da calamità idrogeologiche.
- ✕ aggiornamento secondo le metodologie AVI dell'archivio

Proposta progettuale

La presente proposta deve essere intesa come un'accelerazione in termini operativi rispetto allo spettro di attività già prefigurate dal Progetto AVI sviluppato in questi ultimi anni in ambito GNDCI.

Fermo restando le attività in corso a completamento delle azioni previste nel Programma Triennale 1999-2001 AVI comprese nella Convenzione Triennale tra Gruppo e Dipartimento della Protezione Civile, la presente proposta tende ad ottimizzare le potenzialità del Sistema AVI progettando uno strumento operativo a breve termine (tempo di realizzazione = 8 mesi) per lo sviluppo di analisi di tipo previsionale a supporto degli schemi decisionali da applicarsi in fase di emergenza (allerta-allarme-soccorso).

L'informazione fornita dal progetto AVI è formalizzata attraverso un modello di base di dati relazionale, è già accessibile in rete Internet, e permette una discreta visualizzazione di dati e di cartografia degli eventi in esso contenuti. In questa proposta si migliora l'accesso e la visualizzazione del dato via Internet, aggiungendo un ulteriore livello GIS che permetta di proporre diverse viste, impostabili dall'utente, dell'informazione. In particolare:

- Vista del dato su scala nazionale con tipiche funzioni di zoom-in/out, pan
- Selezione e viste per:

SCHEMA 1

- Area geografica: Regione, Provincia, Fogli e tavole IGM, bacini, corsi d'acqua, località... ed altre caratteristiche geografiche presenti in AVI
- Intervallo Temporale
- Dati vari: danni, provvedimenti, immagini, informazioni idrologiche...
- Integrazione delle informazioni presenti nella base dati
- Sintesi statistiche dell'informazione; e.g. costruzione di rapporti d'evento che permettano l'associazione causa-effetto per il supporto alla decisione in tempo reale.

Attività previste e tempistica di attuazione

Durata complessiva del progetto: mesi 8

Attività 0: Gestione del progetto e attività formative e di diffusione dei risultati

- Gestione amministrativa del progetto
- Reportistica sullo stato di avanzamento
- Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate
- Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento
- Organizzazione del collaudo operativo via teleconferenza con centri di protezione civile interessati
- Integrazione dell'attività con i gruppi di lavoro che collaborano con il progetto AVI

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 1 persona competente ed esperta sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività 1: Allineamenti archivio AVI a tutto giugno 2002

- Attività sviluppata utilizzando le informazioni del DBSO (Archivio Informatizzato Notizie)

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: aggiornamenti dell'archivio AVI

SCHEDA 1

Risorse e investimenti: 1 esperto sui contenuti dell'informazione

Attività 2: Approntamento degli scenari storici pregressi

- Valutazione dei contenuti informativi dell'intero archivio AVI
- Aggregazione dei set di dati finalizza alla costruzione di scenari spazio-temporali significativi

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: relazioni di evento, metodologia ed esempi

Risorse e investimenti: 2 esperto sui contenuti dell'informazione

Attività 3: Progettazione

- definizione del progetto del livello WEB/GIS da aggiungere al sistema informativo AVI
- definizione della tecnologia HW e SW per permettere la fruibilità del dato

Tempistica: Mese 1-2

Prodotti: progetto SW e HW del sistema

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione; acquisizione HW e SW per permettere la realizzazione del progetto

Attività 4: Realizzazione della versione alfa del prototipo

Tempistica: Mese 3-4

Prodotti: rilascio della prima versione del prototipo

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione;

Attività 5: Validazione e rilascio della versione alfa

Tempistica: Mese 4

Prodotti: valutazione ed indicazioni sul prototipo e sulle modalità di accesso al dato

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior; 2 esperti sui contenuti dell'informazione

SCHEDA 1

Attività 6: Realizzazione della versione beta del prototipo

Tempistica: Mese 5-8

Prodotti: rilascio della versione finale del prototipo; documentazione sull'utilizzo del sistema.

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 2 progettisti SW junior, 2 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 7: Validazione della versione beta

Tempistica: Mese 7-8

Prodotti: valutazione ed indicazioni sul prototipo e sulle modalità di accesso al dato

Risorse e investimenti: 2 esperti sui contenuti dell'informazione

3.2 Proposta di progetto 2: Definizione e progettazione di un sistema informativo territoriale nazionale per la gestione del rischio idrogeologico distribuito a livello regionale. Realizzazione di un prototipo operativo realizzato per alcune regioni

Premessa

L'individuazione delle aree a rischio idro-geologico, costituito dal rischio idraulico e dal rischio di frana, che porta alla redazione della carta del rischio idrogeologico, è una elaborazione prevista nella pianificazione di bacino stralcio dell'Autorità di bacino regionale già in atto, ma anche esplicitamente richiesta dalla legge 3 agosto 1998, n. 267 (e dal relativo atto di indirizzo e coordinamento) che converte in legge il decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98, pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999. La carta del rischio idrogeologico fa quindi parte degli elaborati necessari ai piani stralcio per il rischio idrogeologico e prevede la definizione di alcune classi di rischio attraverso l'incrocio delle classi di pericolosità (in questo caso rappresentate, come già visto, dalle carte delle fasce di inondabilità e suscettività al dissesto di versante) con gli elementi a rischio derivanti dalla carta di uso del suolo.

Il concetto di rischio inteso come rischio totale è basato sulla combinazione di più fattori di natura tecnica (nel caso specifico idraulica e idrogeologica), ma anche socio-economica, tramite la nota espressione formale del rischio:

$$R = P \times E \times V,$$

dove:

P: pericolosità, intesa come la probabilità che si realizzino le condizioni di accadimento dell'evento calamitoso;

E: valore degli elementi a rischio, intesi come persone e beni;

V: vulnerabilità, intesa come la capacità degli elementi a rischio a resistere all'evento in considerazione.

La quantificazione del rischio viene comunque condotta utilizzando criteri definiti dall'Autorità bacino regionale e dal Comitato Tecnico Regionale delle singole Regioni. Per

SCHEDA 2

meglio specificare il contenuto informativo di tali carte viene proposto l'esempio dei contenuti previsti per la redazione delle stesse secondo quanto indicato dall'Autorità bacino regionale e dal Comitato Tecnico Regionale della Regione Liguria per la redazione delle carte nei bacini liguri.

La definizione degli elementi a rischio, secondo quanto indicato nella raccomandazione n. 4 dell'Autorità di bacino della Regione Liguria si basa sull'analisi della carta di uso del suolo e sull'individuazione delle seguenti quattro classi:

E_0 : aree disabitate o improduttive

E_1 : edifici isolati, zone agricole

E_2 : nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture minori

E_3 : centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi

Secondo la definizione del Comitato Tecnico Regionale i diversi gradi di rischio si determinano attraverso una matrice nella quale vengono posti in relazione le classi di pericolosità (idraulica e da frana) con le classi di danno potenziale dedotte dall'incrocio delle classi degli elementi a rischio così come desunte dalla carta dell'Uso del suolo, con le classi di Intensità del fenomeno.

Da tale intersezione, si ottengono le seguenti quattro classi di rischio:

R_1 : rischio moderato

R_2 : rischio medio

R_3 : rischio elevato

R_4 : rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R_0 definita come rischio trascurabile o nullo, che permette di valutare le situazioni in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche. Tale classe è, in pratica, rappresentata dal complemento delle aree comprese nelle quattro classi di rischio rispetto alla superficie dell'intero bacino.

SCHEDA 2

In un'ottica più ampia, che preveda la gestione del rischio idrogeologico a livello nazionale, risulta necessario poter fruire delle informazioni contenute in tali carte in modo veloce ed organizzato. Si riscontrano quindi due esigenze fondamentali. La prima riguarda l'omogeneizzazione dei dati fra le diverse regioni sia in termini di formato, sia, e soprattutto, in termini di semantica delle carte redatte dalle regioni differenti. La seconda esigenza riguarda la possibilità di consultare i dati da parte degli organi interessati in modo semplice e diretto attraverso l'utilizzo di un Sistema Informativo Territoriale organizzato e funzionale. L'accessibilità e l'omogeneità dei dati sono necessarie anche in un'ottica di gestione locale quando l'allerta riguardi un comprensorio di bacini al confine fra più regioni e/o bacini interregionali.

Proposta progettuale

Si propone di definire e progettare un sistema informativo territoriale (SIT) nazionale per la gestione del rischio idrogeologico, in ambiente ArcView/ArcInfo. Il SIT dovrà essere distribuito sul territorio nazionale a livello regionale, e le informazioni presenti nelle diverse banche dati regionali dovranno essere accessibili telematicamente con continuità e sicurezza da parte di diverse istituzioni autorizzate. Il lavoro dovrà comprendere inoltre una parte inerente alla verifica della sintassi e della semantica correntemente utilizzata per la gestione del dato nelle diverse regioni, indicando adeguate procedure di interscambio dell'informazione. Nel progetto dovranno essere inoltre raccolti i dati (la fase di raccolta dati sarà a cura del DPC) necessari allo sviluppo di 2 prototipi operativi funzionanti in 2 distinte Regioni, in modo da dimostrare pienamente le potenzialità e le modalità operative del SIT. Dovranno essere inoltre verificate le modalità di accesso a queste due basi di dati da altri centri remoti quali ad esempio il Dipartimento di Protezione Civile (DPC). A queste 2 Regioni ed ai centri che hanno accesso a questa informazione quale il DPC, si dovrà inoltre fornire un adeguato supporto formativo inerente all'utilizzo delle banche dati del sistema, e sulle relative modalità di manutenzione e aggiornamento.

Attività previste e tempistica di attuazione

Attività 0: Gestione del progetto

- Gestione amministrativa del progetto
- Reportistica sullo stato di avanzamento
- Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate
- Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento
- Organizzazione del collaudo operativo via teleconferenza con centri di protezione civile interessati
- Gestione delle relazioni con il DPC e con le amministrazioni delle diverse regioni

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 2 persone competenti ed esperte sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi

Attività 1: Definizione dell'informazione esistente

- Definizione delle architetture informative utilizzate nelle varie regioni
- Definizione della sintassi del dato utilizzata
- Definizione della semantica del dato utilizzata

Tempistica: Mese 1

Prodotti: specifiche dell'informazione concernente il rischio idrogeologico presente nelle regioni italiane;

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 1 esperto sui contenuti dell'informazione;

Attività 2: Definizione di un formato di interscambio

Tempistica: Mese 2

SCHEDA 2

Prodotti: specifiche riguardanti la sintassi e la semantica dell'informazione di interscambio; eventuali raccomandazioni alle regioni sulla produzione di nuovi dati

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività 3: Definizione e progettazione dell'architettura del SIT

Tempistica: Mese 2-3

Prodotti: progetto del SIT specificando: architettura, accesso telematico continuo e sicuro, modalità di accesso al dato, raccolta e definizione dei requisiti richiesti al sistema da parte dell'utente

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior; 2 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 4: Raccolta dell'informazione dalle regioni concernenti lo sviluppo del prototipo

Tempistica: Mese 2-3

Prodotti: elenco informazione acquisita

Risorse e investimenti: 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione

Attività 5: Realizzazione del prototipo

Tempistica: Mese 4-6

Prodotti: 2 prototipi del SIT funzionanti e operativi per 2 relative regioni

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 4 progettisti SW junior, 2 esperti sui contenuti dell'informazione; HW e SW relativi allo sviluppo e al funzionamento dei protipi

Attività 6: Verifica del funzionamento e miglioramento del prototipo

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: 2 prototipi del SIT funzionanti, operativi e testati per 2 relative regioni; verifica del DPC; manuale d'uso; raccomandazioni sul mantenimento e sulle modalità di aggiornamento dell'informazione presente nel sistema

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 4 progettisti SW junior, 2 esperti sui contenuti dell'informazione; HW e SW relativi allo sviluppo e al funzionamento dei protipi

SCHEDA 2

Attività 7: Attività formative e di diffusione dei risultati

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: organizzazione di corsi di formazione, 2 conferenze di presentazione del progetto, sviluppo di un sito web relativo.

Risorse e investimenti: 1 specialista in formazione e diffusione dei risultati

3.3 Proposta di progetto 3: Definizione di soglie pluviometriche utilizzabili per allerta meteorologica.

Premessa

Il Progetto VAPI (VALutazione delle PIene) in Italia è stato realizzato dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). L'obiettivo di tale progetto è stato quello di uniformare, sull'intero territorio nazionale, la procedura per la valutazione delle portate di piena naturali.

Lo scopo è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza.

Attraverso l'estrapolazione dell'analisi statistica dei massimi annuali delle piogge e di alcuni parametri statistici presenti nei rapporti regionali del Progetto VAPI –GNDCI (Valutazione delle piene in Italia), si possono uniformare le procedure di regionalizzazione delle serie storiche di precipitazione nel campo dei valori estremi sul territorio nazionale e valutare, per un generico sito del territorio italiano, l'altezza di pioggia per le diverse durate e per tempo di ritorno assegnato.

Un confronto diretto tra le previsioni di pioggia intensa dei modelli meteorologici, sia globali che ad area limitata, e i valori di precipitazione storici osservati non è, comunque, possibile a causa dell'incoerenza delle scale spaziali e temporali del dato previsto ed osservato.

Per risolvere l'incoerenza di scala è necessario utilizzare le elaborazioni delle altezze storiche di precipitazione estreme ragguagliandole all'area ed alla durata su cui i modelli meteorologici predicono affidabilmente i volumi medi di precipitazione.

È necessario pertanto interpolare tali valori per creare mappe di altezza di precipitazione per ogni durata tipica della meteorologia e tempo di ritorno d'interesse per il supporto alla decisione in attività di protezione civile.

Proposta progettuale

Nell'ambito del progetto verrà definita una procedura che comprenda un ragguaglio alle scale di spazio e di tempo tipiche della meteorologia delle statistiche pluviometriche puntuali

SCHEDA 3

estrapolabili dal progetto VAPI. Tale ragguaglio dovrà utilizzare coefficienti dipendenti dalla specifica risoluzione spazio-temporale intrinseca del modello meteorologico utilizzato. In base alle mappe prodotte con questa metodologia per diversi tempi di ritorno sarà possibile definire delle soglie di allerta per scopi di protezione civile, attraverso il confronto con le mappe di precipitazione previste dai modelli. Tali mappe saranno consultabili su un apposito supporto informatico di visualizzazione e confronto con uscite di modelli meteorologici. Viene previsto un successivo lavoro di dettaglio per la costruzione di mappe che tengano conto dei differenti livelli di rischio idrologico nelle diverse zone italiane (mappe di rischio) sulla base di un numero rappresentativo di eventi storici. Il sistema verrà implementato in modo preliminare a scala nazionale ed un successivo miglioramento è previsto dopo l'utilizzo del prototipo nella parte finale dell'anno.

Attività previste e tempistica di attuazione

Attività 0: Gestione del progetto

- Gestione amministrativa del progetto
- Reportistica sullo stato di avanzamento
- Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate
- Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento
- Organizzazione del collaudo operativo via teleconferenza con centri di protezione civile interessati
- Gestione delle relazioni con il DPC e con le amministrazioni delle diverse regioni

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 2 persone competenti ed esperte sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi

Attività 1: Definizione dell'informazione esistente

SCHEDA 3

- Definizione delle architetture informative utilizzate nei diversi rapporti regionali VAPI
- Definizione della sintassi del dato utilizzata
- Definizione della semantica del dato utilizzata

Tempistica: Mese 1

Prodotti: specifiche dell'informazione concernente le procedure di regionalizzazione delle piogge estreme presente nelle regioni italiane;

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 1 esperto sui contenuti dell'informazione;

Attività 2: Definizione della procedura di ragguaglio per la produzione delle mappe ad assegnato tempo di ritorno

Tempistica: Mese 2-3

Prodotti: rapporto scientifico sulla procedura individuata per l'utilizzo delle informazioni

Risorse e investimenti: 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 3: Raccolta dell'informazione dei rapporti regionali concernente lo sviluppo del prototipo

Tempistica: Mese 2-3

Prodotti: elenco informazione acquisita; integrazione delle informazioni lacunose od irreperibili

Risorse e investimenti: 2 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 4: Calcolo ed informatizzazione delle carte per assegnato tempo di ritorno

Tempistica: Mese 3-4

Prodotti: produzione ed implementazione delle mappe prodotte secondo la procedura su piattaforma di visualizzazione, per il confronto diretto con le previsioni meteorologiche (STORM®)

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione

SCHEDA 3

Attività 5: Raccolta dati storici, affinamento del metodo e produzione delle mappe di rischio

Tempistica: Mese 4-6

Prodotti: rapporto scientifico sulla procedura individuata per l'utilizzo dei casi storici raccolti e per la produzione delle mappe di rischio, mappa campione

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 3 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 6: informatizzazione delle mappe di rischio

Tempistica: Mese 6

Prodotti: implementazione delle mappe prodotte secondo la procedura su piattaforma di visualizzazione, per il confronto diretto con le previsioni meteorologiche (STORM[®])

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione

Attività 7: Attività formative e di diffusione dei risultati

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: organizzazione di corsi di formazione, 2 conferenze di presentazione del progetto.

Risorse e investimenti: 1 specialista in formazione e diffusione dei risultati

Attività 8: Validazione della procedura mediante utilizzo diretto e successivo affinamento

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: validazione della procedura attraverso l'utilizzo operativo della procedura (Skill-evaluation), affinamento della stima, stesura rapporto relativo.

Risorse e investimenti: 1 progettista SW junior , 2 esperti sui contenuti dell'informazione

- 3.4 **Proposta di progetto 4:** Definizione e progettazione di un sistema di supporto alle decisioni basato su un sistema informativo territoriale nazionale finalizzato alla gestione operativa del rischio da incendi boschivi. Realizzazione di un prototipo operativo su una regione di interesse.

Premessa

Fra i rischi naturali, quello da incendi boschivi è, in termini di frequenza di evento, uno dei più rilevanti su scala nazionale e, sicuramente, quello che richiede una maggiore integrazione degli attori preposti alla gestione del rischio a livello locale e nazionale, dove la coordinazione dei mezzi aerei rappresenta il problema prioritario.

L'accensione di un incendio boschivo è nella quasi totalità dei casi da imputarsi alle attività umane e quindi non considerabile come evento naturale. Tale considerazione rende difficile l'introduzione del concetto di previsione, se non basato su elaborazioni statistiche che portano alla produzione di cartografie statiche o al più stagionali. Tuttavia, qualora l'innescò dell'incendio avvenga con successo, la sua propagazione è governata dalle caratteristiche territoriali e meteorologiche locali. Risulta, quindi, possibile analizzare i fattori predisponenti e fornire delle indicazioni sulle conseguenze che un incendio potrebbe conferire al territorio nel qual caso l'innescò abbia successo.

Il CIMA è impegnato da diversi anni in progetti di ricerca relativi alla modellazione del combustibile vegetale in relazione allo studio delle condizioni predisponenti allo sviluppo degli incendi boschivi, e alla simulazione della propagazione del fuoco. L'esperienza maturata in questo campo da parte del gruppo di lavoro ha portato alla realizzazione di uno strumento operativo che, dopo una prima fase di validazione, permetterà di istituire un servizio di previsione incendi per la Regione Liguria. Gli strumenti informatici sviluppati per il Servizio consentono di modellare, a scala spaziale di dettaglio (1 km) e con frequenza giornaliera, la dinamica delle caratteristiche fisiche, espresse in termini di velocità di propagazione e intensità lineare, che un potenziale incendio può assumere qualora venga innescato. Tale modello è basato su due diversi tipi di informazione: una base di dati statica, in grado di descrivere l'orografia e la copertura vegetale del suolo, ed una dinamica descrivente le condizioni meteorologiche previste ottenute da una modellazione ad area limitata. Queste informazioni, disponibili su tutta la superficie regionale e opportunamente elaborate, permettono di evidenziare in fase di previsione le aree maggiormente esposte al pericolo degli incendi boschivi. Le informazioni così ottenute, integrate con i dati riguardanti l'uso del suolo e il livello infrastrutturale del territorio, permettono di definire un sistema

di ausilio alle decisioni per gli enti preposti alla prevenzione e allo spegnimento degli incendi boschivi. Questo sistema può essere utilizzato sia in fase di prevenzione sia di gestione dell'emergenza, suggerendo la migliore dislocazione delle risorse antincendio disponibili, in grado di massimizzare l'efficacia d'intervento delle singole unità operative.

Il sistema elaborato per la regione Liguria può essere facilmente esteso alle altre regioni italiane, portando alla definizione di mappe regionali ad elevato livello di dettaglio, e ad una mappa nazionale giornaliera di pericolosità da incendio boschivo su scala spaziale opportuna. E' importante sottolineare la duplice utilità di queste mappe che, oltre a fornire alle singole regioni un utile strumento per la gestione locale del dispositivo antincendio, possono permettere ad un decisore centrale (COAU) di definire la migliore dislocazione dei mezzi aerei sia in fase pre-operativa, sia in fase di gestione qualora il numero di interventi richiesti risulti maggiore delle risorse disponibili.

Proposta progettuale

Nell'ambito del progetto verrà definito e progettato un sistema di supporto alle decisioni, basato su un sistema informativo territoriale, finalizzato alla gestione operativa del rischio da incendi boschivi. L'impiego del sistema informativo territoriale consente di georiferire ed integrare le informazioni meteorologiche, provenienti da modelli ad area limitata, con le basi cartografiche definenti la copertura vegetale e l'orografia del territorio. L'informazione disponibile verrà successivamente elaborata da due diversi modelli; il primo dedicato alla valutazione della dinamica dell'umidità dei combustibili vegetali, che fornisce i dati in ingresso ad un secondo modello in grado di definire la pericolosità da incendio boschivo espressa in termini di velocità di propagazione e di intensità lineare del fronte di fiamma.

L'architettura del sistema proposto prevede due livelli decisionali:

1. Livello regionale: un centro operativo, presso ogni regione, dispone di un sistema in grado di definire le mappe giornaliere di pericolosità. Le funzioni di tale centro riguardano sia la dislocazione preventiva delle risorse regionali in fase pre-operativa, sia la gestione in tempo reale delle emergenze in atto, sia la decisione relativa alla richiesta di uno o più interventi che coinvolgono le risorse nazionali.
2. Livello nazionale: sulla base della definizione di mappe di pericolosità su scala nazionale (che tengono conto delle condizioni meteorologiche in atto e previste) un centro operativo nazionale, presso il Dipartimento di Protezione Civile, definisce la dislocazione preventiva delle risorse

antincendio nazionali, qualora siano prevedibili, come imminenti, situazioni di particolare criticità. Inoltre, durante la fase di gestione dell'emergenza, tale centro dispone l'utilizzo delle risorse antincendio nazionali in relazione alle richieste provenienti dai centri operativi regionali.

Sia per quanto riguarda il livello regionale, sia per ciò che concerne il livello nazionale, sarà necessario sviluppare strumenti per il supporto alle decisioni che integrino il sistema informativo territoriale, i modelli del combustibile e della propagazione, e i dati provenienti dai modelli per la previsione meteorologica, con modelli decisionali basati su tecniche di ottimizzazione. L'utilizzo di tali tecniche sarà finalizzato alla determinazione delle assegnazioni più opportune delle risorse disponibili, tenendo conto della criticità, attuale e prevista, dei singoli eventi in atto e dei tempi e dei costi di trasferimento delle risorse.

Nell'ambito del presente progetto verrà realizzato un prototipo del suddetto sistema. Tale prototipo sarà basato sull'informazione esistente e sarà finalizzato al supporto alle decisioni per quanto riguarda il livello nazionale.

Attività previste e tempistica di attuazione

Attività 0: Gestione del progetto e attività formative e di diffusione dei risultati

Gestione amministrativa del progetto.

Reportistica sullo stato di avanzamento.

Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate.

Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento.

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto.

Risorse e investimenti: 1 persona competente ed esperta sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi.

Attività 1: Progettazione

Analisi dei dati territoriali disponibili a livello regionale su scala nazionale.

Definizione di una base di dati territoriale comune a livello nazionale.

Definizione di una procedura per l'acquisizione e la georeferenziazione di dati meteorologici provenienti da modelli ad area limitata.

Definizione di un sistema informativo territoriale per l'integrazione dell'informazione disponibile.

Tempistica: Mese 1-3

Prodotti: progetto del sistema informativo territoriale per la gestione operativa del rischio da incendi boschivi e della struttura hw e sw del sistema complessivo.

Risorse e investimenti: 1 progettista sw senior, 1 progettista sw junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività 2: Realizzazione della versione alfa del prototipo

Tempistica: Mese 4-5

Prodotti: rilascio della prima versione del prototipo.

Risorse e investimenti: 1 progettista sw senior, 1 sviluppatore sw junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività 3: Validazione della versione alfa del prototipo

Tempistica: Mese 5

Prodotti: validazione del prototipo.

Risorse e investimenti: 1 progettista sw senior, 1 progettista sw junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività 4: Realizzazione della versione beta del prototipo

Tempistica: Mese 5-8

Prodotti: rilascio della versione finale del prototipo; documentazione sull'utilizzo del sistema.

Risorse e investimenti: 1 progettista sw senior, 2 sviluppatori sw junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività 5: Validazione della versione beta del prototipo

Tempistica: Mese 7-8

Prodotti: validazione finale del sistema.

Risorse e investimenti: 1 progettista sw senior, 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

3.5 **Proposta di progetto 5:** Ricerca applicata in meteoidrologia

Premessa

La necessità di costruire il sistema dei Centri Funzionali, distribuito sul territorio ma complessivamente attivo a scala nazionale, richiede di produrre in tempi molto rapidi strumenti affidabili di modellazione degli stati atmosferici e della trasformazione afflussi/deflussi. Una previsione completa dovrà quantificare sia la portata temuta al colmo di piena e il tempo al picco, sia l'incertezza ad essa associata. A partire dalla modellazione meteorologica, la catena modellistica dovrà verosimilmente prevedere l'uso di osservazioni da sensore remoto in modo da restringere in tempo reale l'intervallo di confidenza delle stime e riconoscere strutture particolarmente pericolose. La previsione, in termini di valori attesi e di varianza, sarà quindi trasferita ad una modellistica idrologica sviluppata in modo tale da consentire una rapida ed affidabile decisione operativa, anche su territori di rilevante estensione areale.

Il complesso di scale coinvolte va dalle migliaia di chilometri delle strutture sinottiche fino ai pochi chilometri tipici della risposta dei piccoli bacini appenninici ed alpini, nonché dei bacini urbani. E' quindi richiesta una ulteriore attività di ricerca per quanto riguarda la disaggregazione spazio temporale delle previsioni di precipitazione ottenute da modelli meteorologici ad area limitata mentre le scale della risposta del suolo devono essere definite al fine di ottimizzare le relazioni tra meteorologia ed idrologia.

Scopo principale della presente proposta progettuale è quello di sviluppare ricerca scientifica applicata nei temi propri delle attività previsionali dei Centri Funzionali. I prodotti intermedi delle singole attività, principalmente identificabili come documentazione tecnica e pubblicazioni scientifiche, troveranno applicazione attraverso i consueti percorsi d'ingegnerizzazione e aggiornamento tecnologico. Prodotto finale della ricerca nel suo complesso è invece l'ottimizzazione, mirata a scala di singolo bacino idrografico, della tipologia e delle caratteristiche dei componenti la catena previsionale operativa di ciascun Centro Funzionale.

Proposta progettuale

La presente proposta progettuale deve necessariamente vedere il coinvolgimento di più gruppi di ricerca al fine di affrontare i diversi aspetti scientifici coinvolti in un'ottica multidisciplinare, focalizzata alla definizione di una catena operativa di previsione. In quanto segue, con il termine data-set si intende un insieme di osservazioni e/o previsioni che copre un periodo di tempo continuato (tipicamente SON) per alcuni anni su un'area geografica di estensione significativa ($1 \cdot 10^4 \div 1 \cdot 10^5 \text{ km}^2$).

- A. Previsione quantitativa dei campi di precipitazione. L'attività prevede lo sviluppo di tecniche e procedure in grado di associare ad ogni previsione la sua probabilità di accadimento. Tali tecniche saranno poi utilizzate per generare un data-set previsionale che sarà reso disponibile alle altre unità di ricerca coinvolte nel progetto.
- B. Osservazione dei campi di precipitazione. L'attività è principalmente indirizzata alla ricostruzione di campi precipitanti da osservazioni provenienti da radar meteorologici e da piattaforme satellitari, in associazione con reti a terra operanti in telemisura. Una frazione del finanziamento è destinata alla prosecuzione delle attività nell'ambito della partecipazione nazionale ed europea al progetto GPM (Global Precipitation Mission) lanciato da NASA e NASDA.
- C. Disaggregazione dei campi di precipitazione. Sviluppo di tecniche di disaggregazione delle previsioni di precipitazione, anche con parametrizzazione condizionata all'osservazione di variabili meteorologiche e/o alle caratteristiche dei campi derivati da modelli numerici dell'atmosfera. Produzione di un data-set derivato dall'attività legata alla previsione quantitativa dei campi di precipitazione.
- D. Modellistica idrologica distribuita a scala di bacino idrografico. Applicazione di modellistica idrologica per la definizione delle scale ottimali di rappresentazione delle celle del modello distribuito, anche in relazione alle scale spaziali e temporali tipiche dell'osservazione radar pluviometrica. Analisi dei risultati ottenuti dalla modellazione della risposta idrologica alla sollecitazione di precipitazione descritto dal data set derivato dalle attività di previsione quantitativa dei campi di precipitazione (non disaggregate) e dalla disaggregazione dei campi di precipitazione.

- E. Definizione della catena operativa di previsione. In relazione ai risultati ottenuti dalle attività precedentemente descritte, verranno definiti gli elementi indispensabili che dovranno essere previsti nei Centri Funzionali in dipendenza dalle caratteristiche dei bacini idrografici interessati. In particolare, sulla base dei data-sets ottenuti dal punto precedente, saranno definite necessità specifiche legate alla dimensione del bacino idrografico contribuente alla sezione in esame, e.g. necessità o meno di QPF, Disaggregazione, Modellistica idraulica.

Attività previste e tempistica di attuazione

Durata complessiva del progetto: mesi 24

Attività 0: Gestione del progetto e attività formative e di diffusione dei risultati

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Attività 1: Sviluppo di tecniche e procedure per la previsione quantitativa dei campi di precipitazione e della relativa probabilità di accadimento

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche

Attività 2: Predisposizione del data-set previsionale

Prodotti: documentazione tecnica, data-set previsionale

Attività 3: Ricostruzione spazio temporale dei campi di precipitazione da radar meteorologico

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche, data-set campo di precipitazione da radar meteo

Attività 4: Ricostruzione spazio temporale dei campi di precipitazione da piattaforme satellitari

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche, data-set campo di precipitazione da piattaforma satellitare

Attività 5: Partecipazione al programma EGPM

Prodotti: documentazione tecnica

Attività 6: Studio della dinamica dei campi di precipitazione da reti di telepluviometri ad elevata densità

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche, data-set campo di precipitazione da reti ad elevata densità

Attività 7: Sviluppo di tecniche per la disaggregazione delle precipitazioni

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche

Attività 8: Parametrizzazione delle tecniche di disaggregazione delle precipitazioni

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche

Attività 9: Predisposizione del data-set disaggregato

Prodotti: documentazione tecnica, data-set disaggregato

Attività 10: Sviluppo di modellistica idrologica distribuita

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche

Attività 11: Definizione delle scale ottimali di rappresentazione del modello distribuito

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche, data-set previsioni idrologiche

Attività 12: Analisi dei data-set di cui all'attività 11

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche

Attività 13: Definizione della catena operativa ottimale

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche, caratterizzazione dei bacini idrografici in relazione alla tipologia della catena operativa ottimale

Ipotesi di partenariato

Attività	Descrizione	Partners	Mesi	Unità	Durata	€
0	Gestione del progetto, attività formative e di diffusione dei risultati		1-24	1	24	84000
1	Sviluppo di tecniche e procedure per la previsione quantitativa dei campi di precipitazione e della relativa probabilità di accadimento		1-6	3	6	63000
2	Predisposizione del data-set previsionale		7-8	3	2	21000
3	Ricostruzione spazio temporale dei campi di precipitazione da radar meteorologico		1-12	2	12	84000
4	Ricostruzione spazio temporale dei campi di precipitazione da piattaforme satellitari		1-12	6	12	252000
5	Partecipazione al programma EGPM		1-24	1	24	84000
6	Studio della dinamica dei campi di precipitazione da reti di telepluviometri ad elevata densità		1-12	2	12	84000
7	Sviluppo di tecniche per la disaggregazione delle precipitazioni		1-8	3	8	84000
8	Parametrizzazione delle tecniche di disaggregazione delle precipitazioni		8-14	2	7	49000
9	Predisposizione del data-set disaggregato		14-16	2	3	21000
10	Sviluppo di modellistica idrologica distribuita		1-8	2	8	56000

SCHEDA 5

11	Definizione delle scale ottimali di rappresentazione del modello distribuito		8-18	3	11	115500
12	Analisi dei data-set di cui all'attività 11		19-21	3	3	31500
13	Definizione della catena operativa ottimale		12-24	3	12	126000
14	Algoritmi per l'utilizzazione dell'informazione radar polarimetrica		1-24	6	24	212000

Impegno Totale: 1.367.000 €.

3.6 **Proposta di progetto 6:** Omogeneizzazione e informatizzazione delle aree a diverso potenziale di rischio d'inquinamento delle acque sotterranee in alcune zone delle regioni italiane

Premessa

L'identificazione dei diversi gradi di rischio globale d'inquinamento non è, al momento possibile su vasta scala. Tra 1996 ed il 2000, è stata messa a punto, in ambito LR. 4 GNDCl, una metodologia *GIS based*¹ che, dopo essere stata testata su aree – campione, è oggi impiegata in alcune altre aree italiane con lo scopo di verificarne l'applicabilità a qualsivoglia situazione. I maggiori problemi da risolvere, per disporre di un metodo efficace ed operativo al livello di Protezione Civile, consistono nell'enorme mole di dati necessari alla valutazione territorializzata del rischio d'inquinamento ed all'impossibilità di quantificazione delle pericolosità delle fonti, non essendo ipotizzabile l'esistenza di serie storiche di accadimenti, tali da poter calcolare una probabilità statistica ed una *magnitudo* di progetto.

Al livello internazionale, si è scelto da tempo di lavorare sul potenziale di rischio, ossia la vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, definita come *“la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee nello spazio e nel tempo”*. Se è possibile sovrapporre, ad una Carta georeferenziata della vulnerabilità intrinseca, il campo di moto dell'acquifero sottostante e l'attività antropica pressiva, nelle sue diverse forme (CDP, FDP), si ottiene un documento di piano di grande utilità pratica, sia nel campo della tutela delle risorse, sia nel campo specifico della previsione e prevenzione degli inquinamenti, dunque un'azione squisitamente di Protezione Civile.

La valutazione della vulnerabilità intrinseca e la costruzione di Carte della vulnerabilità, sia con metodi tradizionali, sia, oggi, via GIS sono i principali obiettivi delle UU.OO. del Progetto RIAS sin dall'inizio dell'attività del GNDCl. I risultati di quest'attività pluriennale si possono riassumere in pochi dati, ma molto significativi.

¹ Cfr. Civita M., De Maio M. (1997) - *Assessing groundwater contamination risk using ARC/INFO via GRID function*. Proc. ESRI User International Conference, S. Diego (California), July 8-11 1997, paper 591.

All'inizio del Progetto, l'insieme delle zone a rischio d'inquinamento delle acque sotterranee che, non dimentichiamolo, rappresentano oltre l'80% delle risorse destinate al consumo umano nel nostro Paese, fu valutato in 190.000 km² (sui 301.000 complessivi del territorio italiano). Direttamente o collaborando con le Amministrazioni di Provincie e Regioni, con Comuni e Autorità di Bacino, i ricercatori della LR. 4 hanno coperto ca. 135.000 km² con cartografie della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, di vario tipo ed a diverse scale. Quest'attività ha permesso di affinare progressivamente gli strumenti, i metodi ed i modelli di valutazione e cartografia, studiati e prodotti dai ricercatori della Linea 4 GNDICI, metodi che sono utilizzati con profitto anche in numerosi Paesi europei ed extraeuropei. I metodi ed i modelli di cui sopra, nella loro forma definitiva, sono stati indicati da alcune importanti normative per la tutela delle risorse idriche (cfr. DLgs. 152/99 e successivi) e costituiscono le linee-guida, recentemente pubblicate dall'ANPA² come riferimento nazionale. ***Ciò semplifica e razionalizza le procedure di raccolta ed elaborazione dei dati specifici le quali, di fatto, sono (o dovranno essere) le stesse indicate a tutti gli Enti sovraordinati (Autorità di Bacino, Regioni, Provincie, Comuni, ARPA, ecc.) per la loro operatività nel settore di previsione e prevenzione dell'inquinamento delle RIS.***

proposta progettuale

Le cartografie della vulnerabilità prodotte per il territorio nazionale sono oltre 100. Esse, però, non sono omogenee dal punto di vista metodologico e semantico, perché prodotte in un arco di tempo di oltre 3 lustri, costituendo contemporaneamente un *prodotto*, un *test* di valutazione ed un *sviluppo metodologico in itinere*³. Mentre quelle prodotte più di recente, utilizzando un modello a punteggi e pesi (PCSM) interfacciato GIS, già informatizzate, molte altre devono essere soggette ad un rigoroso processo di validazione ed omogeneizzazione, in particolare quelle prodotte per aree collinari e montane con metodologie basate su complessi e situazioni idrogeologiche (CSI).

² Cfr. ANPA (2001) – *Linee-guida per la redazione e l'uso delle carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento*. Manuali e Linee-guida, 4/2001, 99 pp.

³ Corre l'obbligo di sottolineare che l'attività del GNDICI, in generale, e della LR4, in particolare, non può e non potrebbe surrogare quella di un Servizio (dello Stato o delle Regioni): i prodotti sin oggi ottenuti, sebbene impostati si dall'inizio per essere utili e utilizzati in ambito della Protezione Civile, sono pur sempre frutto di ricerche su aree-campione o aree rappresentative di situazioni largamente presenti nelle diverse zone del Paese.

Al termine di questa prima fase, si procederà, per gradi e per zone, all'informatizzazione delle aree a diverso potenziale di rischio. Attualmente, le linee-guida e, dunque, i metodi GNDCI-CNR, prevedono 6 diversi gradi di vulnerabilità. Per meglio conformarsi a quanto sarà effettuato per il rischio idraulico-geologico ed il rischio di frana ed, in buon accordo con quanto previsto da alcune normative sulla difesa del suolo, la Carta del potenziale di rischio d'inquinamento degli acquiferi sarà redatta sulla base di 4 livelli:

- PR_1 = Vulnerabilità media;
- PR_2 = Vulnerabilità alta;
- PR_3 = Vulnerabilità elevata;
- PR_4 = Vulnerabilità estremamente elevata.

A questi 4 livelli si potrà aggiungere un quinto (PR_0 = vulnerabilità bassa o nulla), soprattutto per evidenziare aree naturalmente protette o prive di risorse idriche sotterranee (RIS), spesso particolarmente adatte per ospitare insediamenti pericolosi o trasformazioni comportanti una pesante pressione ambientale.

Una volta omogeneizzati ed unificati i dati territorializzati che identificano le aree a diverso grado di suscettibilità all'inquinamento, si potrà procedere alla seconda fase che servirà a progettare e implementare un Sistema Informativo Territoriale (SIT) per la gestione del potenziale di rischio di inquinamento.

Le caratteristiche del SIT saranno quelle richieste, ossia:

- ➔ semplicità di consultazione mediante un'interfaccia grafica appositamente studiata ed implementata;
- ➔ rapidità di collegamento con altre banche-dati presenti negli altri uffici e servizi del DPC (cfr. quanto previsto per il Sistema Informativo Territoriale Operativo per la Gestione delle Emergenze e Organizzazione della pianificazione SITO – GEO);
- ➔ consultabilità in emergenza;
- ➔ confrontabilità con i dati scaturiti dal Progetto speciale BIAS già ultimato e conferito al DPC nel 1999 (cfr. U.O. 4.13. – IRSA CNR Roma, Resp. Dott. G. Giuliano).

Utilizzando opportunamente il SIT, inoltre, il Servizio potrà consultare rapidamente un atlante delle cartografie in formato raster delle zone a diverso grado di vulnerabilità intrinseca o integrata all'inquinamento (limitatamente a quelle coperte dagli elaborati attualmente disponibili). Inoltre, potrà facilmente aggiornare tale atlante informatizzato con tutti gli elaborati che saranno prodotti in futuro (previsti dal DLgs. 152/99 e successivi).

Nell'ambito di questo Progetto Straordinario, si propone di preparare per il Servizio una libreria informatizzata contenente, integralmente, tutte le più importanti pubblicazioni italiane, rapporti e quant'altro attiene allo studio ed alla valutazione della vulnerabilità, al rischio d'inquinamento, alla cartografia, ecc., trasformati in formato .pdf. Tale libreria permetterà di ricercare velocemente mediante il *software* Acrobat Reader (di libero utilizzo) tutti i testi il contenuto dei quali tratta l'argomento d'interesse. Questi lavori saranno quindi consultabili a video, pagina per pagina, sarà possibile stralciarne parti e figure, mappe e quant'altro possa venire utile.

Si prevede di fornire assistenza ed un adeguato supporto formativo per l'uso, manutenzione e aggiornamento delle banche-dati e sull'interpretazione dei contenuti.

Attività previste e tempistica di attuazione

In questo paragrafo viene elencata l'attività prevista, secondo un ragionevole ordine di tempo. La tempistica non è al momento precisabile, poiché dipende da numerosi fattori (disponibilità delle UU.OO., finanziamento, scelte di base, ecc.). Comunque, verranno rispettati i tempi proposti dal DPC nel Documento *Obiettivi generali dell'azione amministrativa e della gestione – 3* a suo tempo fornito dall'Ufficio Pianificazione, valutazione e prevenzione dei rischi.

Fase 0 – Preliminari ed organizzazione

- ✕ Organizzazione, aggiornamento e gestione del Progetto;
- ✕ Accordo con il DPC sul pacchetto GIS di riferimento;
- ✕ Accordo con il DPC sull'utilizzo delle informazioni di base contenute e/o previste nel SITO-GEO, sulle scale cartografiche, ecc.;
- ✕ Accordo con il DPC per l'accesso alle banche – dati da parte delle UU.OO. LR4 GNDICI-CNR.

Fase 1 – Definizione e gestione delle informazioni esistenti

- ✕ Istituzione di un Gruppo di Lavoro (GDL) trasversale alla Linea di Ricerca, composto da ricercatori esperti di cartografia tematica e automatica, indicati da singole o da gruppi di UU.OO., presieduto e coordinato dal responsabile LR 4, con i seguenti compiti operativi:
- ✕ raccogliere le cartografie ed il materiale bibliografico;
- ✕ progettare il SIT;
- ✕ progettare l'interfaccia grafica in funzione delle esigenze del DPCM;
- ✕ stabilire le specifiche per l'informatizzazione della cartografia tematica e trasmetterle agli operatori interni e/o a Società o personale esterno alle UU.OO.;
- ✕ fornire assistenza in corso d'opera e curare la qualità e l'omogeneità del lavoro;
- ✕ stabilire le procedure di interscambio dell'informazione e le specifiche per la produzione di nuove cartografie e dati sul rischio d'inquinamento;
- ✕ definire le modalità telematiche di accesso al dato.

Fase 2 – Realizzazione del prototipo

- ✕ Realizzazione del SIT;
- ✕ Collaudo al livello di prototipo, con l'utilizzo delle informazioni di un'area o di una Regione, da scegliere in funzione della disponibilità dei dati;
- ✕ Verifica del funzionamento del sistema;
- ✕ Installazione e collaudo presso il DPC.

Fase 3 – Attività formative e diffusione dei risultati

- ✕ Organizzazione di un corso di formazione sull'utilizzo del SIT e sull'uso ed interpretazione delle informazioni specifiche (uso delle Carte di vulnerabilità, sistema normativo connesso, uso in termini di previsione e prevenzione, uso in emergenza,...);

✕ eventuali conferenze di presentazione.

oneri e costi

Allo stato attuale, non è possibile quantificare nel dettaglio le diverse voci di spesa. Da un calcolo preliminare e dunque soggetto a revisione si può esporre un costo aggiuntivo per le UU.OO. coinvolte (19 su 21 componenti la LR4) dell'ordine di € 150.000 ÷ 200.000, comprendente anche i costi di digitazione e informatizzazione, il personale aggiuntivo, ecc.

3.7 **Proposta di progetto 7:** Gestione del rischio territoriale

1 Premessa

1.1 La nuova organizzazione istituzionale per la gestione del rischio territoriale

La nuova organizzazione dello Stato e delle Regioni in materia di gestione del rischio territoriale deve tener conto, da una parte, dell'autonomia delle Regioni nel disporre le strutture per adempiere alle funzioni di loro competenza e, dall'altra, della necessità di mantenere uno standard tecnico adeguato a dare supporto alle decisioni che devono essere assunte sia alla periferia che al centro del sistema di protezione civile.

Le azioni di protezione civile sono ad oggi previste da una direttiva sperimentale, alla quale si attiene il Dipartimento di Protezione Civile, che prevede tuttavia il concorso dello stesso Dipartimento insieme agli organismi regionali; tale direttiva, pertanto, merita una approfondita analisi che condurrà, con ogni probabilità nel prossimo anno, ad una profonda revisione della direttiva stessa e dei rapporti tra Dipartimento e Regioni.

In questo progetto è anzitutto esaminata la domanda di ricerca applicata e di innovazione tecnologica relativa al rischio di inondazione e frana, cui ci si riferisce in breve con il termine "rischio idrogeologico". Esso, va tuttavia ricordato, è solo una componente del rischio globale cui è esposta la struttura sociale: attenzione è quindi posta anche all'interazione tra rischio idrogeologico ed altri rischi, in particolare di origine antropica e nella fattispecie delle infrastrutture essenziali e dell'industria.

Com'è ormai acquisito, almeno nel nostro paese, l'obiettivo delle azioni di protezione civile è non strutturale: obiettivo principale è quindi la salvaguardia dei residenti nelle aree a rischio di inondazione e frana e, solo quando possibile e nella misura del possibile appunto, la riduzione del danno.

Le azioni di salvaguardia da suggerire sono conseguenti alla definizione di scenari di evento. Uno scenario è una descrizione dei possibili effetti al suolo, sia in termini di inondazione che di innesco di frane, di una perturbazione atmosferica estrema, come osservata dagli strumenti e dai modelli operativi descritti in seguito, eventualmente corredata di una cartografia in scala di dettaglio locale e da un elenco dei residenti. Tra gli effetti al suolo

debbono anche essere esaminati l'impatto sulle infrastrutture essenziali ed eventualmente sulle installazioni industriali che possono originare rischio per le persone e le cose.

I piani di emergenza tengono conto dei possibili scenari di inondazione e frana che possono darsi in una specifica zona del Paese. È utile che tali piani siano redatti con specifiche uniformi, in modo da risultare confrontabili a scala del Paese ed essere sintetizzati in documenti regionali o sovraregionali di esposizione al rischio.

Esperienze pilota sono condotte dal Dipartimento insieme ad alcune Regioni nell'ambito di progetti europei sovranazionali. Sistemi software sono stati sviluppati in queste esperienze.

È opportuno che le Regioni trovino una sede nella quale, nell'autonomia delle scelte regionali, le specifiche software dei piani di emergenza siano confrontate ed eventualmente adottate.

Deve essere inoltre ricordato che, con iniziative legislative recenti in corso di attuazione, il rapporto Stato Regioni nel settore specifico sta mutando. In particolare: le strutture periferiche dei Servizi Tecnici nel corso del 2001-2002 saranno definitivamente trasferite alle Regioni; il Dipartimento della Protezione Civile, in concorso con le Regioni, sta attuando il sistema dei Centri Funzionali, in modo da mantenere collegate in una rete di competenza e di supporto alla decisione tutte le strutture che operano in tempo reale nel settore del rischio idrogeologico, consentendo lo sviluppo coordinato delle aree del paese in ritardo armonizzandole, sia come strumenti che come risorse umane, a quelle più avanzate; il Dipartimento della Protezione Civile sta inoltre attuando la rete radar meteorologica nazionale, in concorso con le Regioni già dotate di tale strumentazione e con le Regioni non ancora coperte, usufruendo altresì del Contributo dell'Aeronautica Militare. Da ultimo il Dipartimento sta seguendo con interesse i possibili sviluppi della modellistica meteorologica, finanziando specificatamente programmi regionali di innovazione tecnologica ed utilizzandone i risultati.

A tutti questi temi, sia nella relazione diretta con il Dipartimento, sia nella relazione con le Regioni, per ora mediata dal Dipartimento, ma che ci si augura si trasformi anch'essa in relazione diretta, deve dare risposta in termini di ricerca applicata e di rapida innovazione tecnologica l'attività del GNDCL.

1.2 L'attività del G.N.D.C.I

Il programma scientifico del GNDICI è stato inquadrato, sin dall'inizio delle attività, nell'ambito di un programma nazionale di mitigazione del rischio idrogeologico, basato sull'individuazione delle aree a rischio con differenti livelli di pericolosità e di danno, e sulla conseguente pianificazione di interventi, di tipo strutturale e non.

In particolare la strategia seguita prevede **sistemi di interventi strutturali**:

- non localistici, ma pianificati in modo organico a scala di bacino;
- non rigidi, ma di tipo robusto e sostenibile, rispetto all'aleatorietà dei processi e all'incertezza del quadro conoscitivo;
- dimensionati per eventi di progetto corrispondenti a periodi di ritorno scelti in relazione all'entità dei danni attesi che possono essere provocati da eventi più gravosi.

In effetti non conviene scegliere la probabilità dell'evento di progetto inferiore a certi livelli standard, da assumere in modo omogeneo sul territorio nazionale. È preferibile cercare di limitare i danni, regolamentando l'uso delle aree a rischio, e salvaguardare le vite umane, attraverso piani di protezione civile.

Negli anni '90 è stata imboccata a livello istituzionale la strada sopra delineata, con la legge 183/89 sulla "Difesa del suolo" che affida alle Autorità di Bacino il compito di predisporre i Piani di Bacino, e con la legge 225/92, che regola le attività di Protezione Civile, definitivamente riconosciute non di solo soccorso per la gestione dell'emergenza post-evento, ma inserite in un quadro di previsione e prevenzione degli eventi a rischio.

Pur fra ritardi, inefficienze e carenze organizzative, la nuova strategia ha cominciato a dare i suoi frutti, soprattutto dove maggiore è stata la collaborazione fra le Amministrazioni Regionali e gli organismi nazionali di coordinamento centrale. In sostanza si tratta di ripristinare una capacità di controllo del territorio, basata sulla crescita di efficienza e di imprenditorialità; di realizzare un quadro di collaborazione e di sinergie; di "fare sistema" sviluppando procedure coordinate di intervento attraverso la specializzazione e la divisione del lavoro.

Si sono così ottenute svolte importanti, alcune di rilevanza storica, anche se non applicate in maniera omogenea sul territorio nazionale: la ripresa del controllo sulle aree demaniali e soprattutto da parte delle Autorità di Bacino Nazionale, sulle fasce di pertinenza fluviale interessate da piene secolari, avviando quindi, con cautela ma con fermezza, processi di deurbanizzazione delle aree a rischio. Il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile metteva a punto il modello di intervento in corso e post-evento. Il coordinamento con la Regione Piemonte nell'alluvione del F.Tanaro del 1994, consentiva,

dopo il “fallimento” dei sistemi di allarme, decisivi passi in avanti nell’alluvione dell’ottobre 2000, sia riguardo all’efficienza del sistema di monitoraggio, sia riguardo alla rapidità dei segnali di allarme e all’organizzazione del sistema di protezione civile.

Il modello d’intervento è stato di volta in volta adattato in relazione all’efficienza delle strutture tecniche delle Regioni colpite. Nel caso dell’alluvione della Versilia (1996) tutti i poteri sono stati affidati alla Regione Toscana, mentre in altri casi, come in Campania (1997; 98; 99) almeno per una prima fase, il Dipartimento di Protezione Civile, ha dovuto supplire, con il supporto del GNDCl, alla crisi delle strutture tecniche regionali. In particolare l’alluvione di Sarno (1998) mise in evidenza la mancata attuazione della legge 183/89 sulla Difesa del Suolo, in gran parte dei bacini di interesse regionale, sicché con il D.L. n.180/98, poi convertito in L. 267/98, sono stati disposti alcuni importanti adempimenti in materia di rischio idrogeologico, al fine di garantire una gestione del territorio basata su una più razionale politica di previsione, difesa del suolo e protezione dell’ambiente. In particolare vennero disposte una serie di misure urgenti volte ad individuare le aree del Paese a maggiore rischio idrogeologico, ad adottare **piani stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico**, e adeguate misure di salvaguardia.

Inoltre la L. 267/98 prevede il potenziamento delle strutture tecniche per la difesa del suolo e la protezione dell’ambiente, ed in particolare un **programma nazionale per il potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idro-pluviometriche** mirato alla realizzazione di una copertura omogenea sul territorio nazionale, in modo da assicurare “l’unitarietà”, a livello di bacino idrografico, dell’elaborazione in tempo reale dei dati rilevati dai sistemi di monitoraggio, nonché un sistema automatico atto a garantire le funzioni di preallarme ed allarme ai fini di protezione civile.

Il potenziamento delle reti di monitoraggio viene attuato nel quadro di un nuovo ordinamento dei **Servizi Tecnici**, previsto da iniziative legislative recenti e che fa riferimento a un Sistema nazionale distribuito, basato cioè su un sistema di **Centri funzionali** (2 centrali e 13 periferici), in modo di mantenere collegate in una rete di competenza e di supporto alle decisioni tutte le strutture che operano in tempo reale nel settore del rischio idrogeologico, consentendo lo sviluppo coordinato del sistema di monitoraggio nelle aree del paese in ritardo, armonizzandole, sia come strumenti che come risorse umane, a quelle più avanzate.

La nuova organizzazione dello Stato e delle Regioni in materia di gestione del rischio territoriale deve tener conto, da una parte, dell’autonomia delle Regioni nel disporre le strutture per adempiere alle funzioni di loro competenza e, dall’altra, della necessità di mantenere uno standard tecnico adeguato a

dare supporto alle decisioni che devono essere assunte sia alla periferia che al centro del sistema di protezione civile.

In definitiva il GNDICI, con il presente documento programmatico, indica le tematiche di ricerca applicata, di sviluppo nell'ambito del progetto triennale 2002 – 2004, di supporto alla attività del Dipartimento di Protezione Civile, e più in generale al Servizio nazionale, regionalmente distribuito, di Protezione Civile, e quindi ai relativi organismi regionali.

Gli obiettivi da perseguire nella fase attuale come si è detto, si riferiscono essenzialmente a due grandi tematiche:

- **il coordinamento, ed eventualmente l'adeguamento e la revisione, dell'attività di valutazione della pericolosità, della vulnerabilità, del danno atteso o dei diversi scenari di rischio idrogeologico, effettuato dagli organi competenti nelle diverse aree del Paese;**
- **la progettazione, la sperimentazione e la realizzazione di un Sistema nazionale, regionalmente distribuito, di preannuncio del rischio idrogeologico.**

2 Eventi alluvionali

2.1 Sistema informativo del rischio idrologico

Per effetto della L.267/98 si dispone finalmente di un quadro conoscitivo delle aree a rischio di alluvione sull'intero territorio nazionale. Si pone però una forte esigenza di coordinamento: in primo luogo per verificare l'omogeneità dei criteri, delle metodologie e delle procedure che sono state applicate per la valutazione del rischio e in particolare per la classificazione degli eventi in base alla pericolosità, espressa come probabilità di pericolo in una durata di riferimento, distinguendo ad esempio gli eventi estremi ordinari e quindi di elevata pericolosità (con periodi di ritorno $T < 10$ anni); gli eventi estremi secolari, cioè di periodo di ritorno T compreso tra i 10 e 100 anni e quelli di bassa pericolosità con periodo di ritorno T compreso tra 100 e 1000.

Oltre che in base alla probabilità conviene distinguere gli eventi, anche in base alle caratteristiche geomorfoclimatiche che ne determinano l'intensità. In particolare scenari di rischio differenti si presentano in relazione alle strutture meteorologiche che provocano le piogge, alla risposta idrologica dei bacini idrografici e alla morfodinamica fluviale e di versante.

2.2 Analisi e simulazione degli eventi estremi

L'idrologia degli eventi estremi presenta problematiche molto diverse, e quindi richiede metodologie e procedure a loro volta diverse a seconda dell'obiettivo dello studio, che schematicamente può essere ricondotto a tre tipi fondamentali:

- (i) **analisi e simulazione degli eventi estremi**, a scopo conoscitivo, al fine di interpretare i fenomeni accaduti e di individuare le cause naturali ed antropiche;
- (ii) **previsione probabilistica delle precipitazioni e delle piene**, a scopo pianificatorio, di valutazione della pericolosità, del rischio atteso e degli effetti degli interventi;
- (iii) **previsioni in tempo reale delle precipitazioni e delle piene**, ai fini della gestione operativa dell'emergenza, nel corso dell'evento critico, con un approccio adattativo di aggiornamento in tempo reale dei parametri idrologici.

L'analisi a ritroso e la simulazione di un evento critico già verificatosi (**rapporto di evento**) è necessaria per interpretare la dinamica dell'evento, individuare le cause e definire in via preliminare la strategia complessiva degli interventi, strutturali e non, utili a mitigare gli effetti indesiderati dell'evento critico. A tale riguardo conviene utilizzare al massimo l'informazione disponibile a priori riguardo i processi idrologici che determinano le piene. Ai metodi puramente empirici devono essere perciò metodi fondati su una base fisica che integrano la conoscenza di dati empirici con i dati fisici. Lo sviluppo delle conoscenze ha portato a un notevole miglioramento dei modelli meteo-idrologici, che ha suggerito un potenziamento del sistema di monitoraggio, attivando così un circolo "virtuoso".

2.3 Modelli meteorologici

I maggiori progressi si sono verificati soprattutto nei **modelli meteorologici**, la cui aumentata risoluzione ha permesso una vera e propria svolta nella conoscenza della dinamica atmosferica delle tempeste mediterranee e nell'identificazione delle strutture meteorologiche che le provocano. La struttura dominante è la ciclogenesi alpino-mediterraneo di tipo baroclinica. L'interazione di un'onda baroclinica con un ostacolo orografico, a versante ripido

sopravento e un dislivello maggiore di 1000 m., può creare forti effetti non lineari con vorticità anti-ciclonica in sommità e ciclonica sottovento.

L'effetto non lineare di amplificazione spaziale si risente negli eventi estremi ordinari, e quindi, sotto l'aspetto statistico, sulle medie dei massimi annuali delle intensità di pioggia in intervalli temporali (finestre) di breve durata.

Più raro è il caso di eventi estremi dovuti alla **convergenza a bassa quota**, attraverso le selle morfologiche, di masse d'aria umida, che possono provocare nelle valli interne, per effetto dell'aggiramento delle barriere orografiche, intensità di pioggia straordinarie, rispetto agli eventi estremi ordinari.

Infine piccoli vortici meso-ciclonici analoghi a **cicloni tropicali** si presentano con una frequenza piccola ma non trascurabile, dell'ordine di 5 all'anno, nell'intero bacino del Mediterraneo. Nelle aree costiere a ridosso degli ostacoli orografici si possono verificare eventi straordinari (Salerno 1954, Appennino Ligure 1970, Versilia 1992) che conducono in quelle aree ad estremi di precipitazione oraria dello stesso ordine dei valori medi mensili ed estremi di precipitazione giornaliera dello stesso ordine dei valori medi annuali.

L'estrema variabilità spaziale delle piogge, soprattutto di quelle da eventi del secondo tipo, condiziona in modo determinante la possibilità di rilevamento dei campi di pioggia alle diverse scale di interesse con una rete di sensori puntuali a terra. Piuttosto che aumentare la densità dei punti misure al di là di certi limiti, conviene senz'altro integrare la reti di sensori puntuali (pluviografi) con la rete di rilevamento areale, quale le reti radar meteorologici in corso di realizzazione o di completamento nell'ambito del programma nazionale.

2.4 Modelli distribuiti della risposta di versante

Il rapido sviluppo della ricerca tecnologica ha determinato miglioramenti importanti, oltre che per i modelli meteorologici, anche per i modelli distribuiti della risposta idrologica di versante, atti a rappresentare in modo adeguato la complessità del sistema fisico di versante, nelle sue caratteristiche morfologiche, geologiche, pedologiche e idrologiche.

Tali modelli permettono di determinare l'evoluzione dello stato di saturazione delle coltri superficiali attraverso l'analisi dei processi di infiltrazione e di deflusso sotterraneo.

Nonostante i progressi della teoria dell'infiltrazione a livello puntuale e le numerose evidenze sperimentali dei processi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi di piena,

la risposta idrologica a scala di versante non ha trovato ancora una rappresentazione teorica adeguatamente trasferibile sul piano operativo. Ciò si riflette nella inadeguatezza dei modelli deterministici afflussi-deflussi.

La principale difficoltà di pervenire ad una adeguata formulazione teorica risiede nella grande eterogeneità dei terreni, ed in particolare nella fortissima variabilità delle loro proprietà idrauliche, sia in superficie che in profondità.

I meccanismi principali di formazione del deflusso di piena possono ricondursi a due tipologie:

- intensità di pioggia superiore alla capacità di infiltrazione del terreno superficiale, detto anche meccanismo **hortoniano** (Horton, 1933);
- volume di pioggia immagazzinato superiore alla capacità idrica del suolo, detto anche meccanismo **dunniano** (Dunne e Black, 1970).

I due meccanismi hanno una differente caratterizzazione intrinseca sia nel tempo sia nello spazio: il meccanismo hortoniano è controllato dalla forte intensità e quindi è tipico di una scala breve e locale; mentre il meccanismo dunniano, essendo condizionato da un drenaggio sub-superficiale che provoca un fenomeno di saturazione di tipo cumulativo nelle pendici verso monte, è caratterizzato da intensità più moderata su più lunghe durate ed è rilevabile solo su scala di versante.

Il processo di formazione del ruscellamento sulla superficie dei versanti diventa, quasi lineare con l'intensità di pioggia a causa della forte variabilità delle proprietà idrauliche dei terreni. Viene quindi ad essere definito un coefficiente di deflusso medio C_m caratteristico del bacino, almeno in un determinato stato di saturazione.

L'effetto non lineare dell'intensità è comunque localizzato nel tempo e nello spazio. Invece può essere molto maggiore l'influenza dello stato di umidità del bacino: per effetto della saturazione del suolo, il coefficiente di deflusso può aumentare notevolmente. Un metodo classico per rappresentare lo stato di umidità del suolo è quello basato sull'**indice di precipitazione antecedente (API)**, ottenuto mediante la somma pesata delle piogge precedenti l'evento, in cui il peso si riduce esponenzialmente con il tempo. Una modifica dell'API, basata sull'analisi statistica rigorosa dei dati idropluviometrici. Ciarapica e Todini (1998) assumono come *funzione di stato* del sistema la legge aree sature – volumi immagazzinati, esprimendo le aree sature come frazione dell'area totale, secondo un approccio

già utilizzato nel modello ARNO (Todini, 1996). In altri termini si considera trascurabile l'effetto degli intervalli di tempo non piovosi, sicché lo stato del bacino viene a dipendere solo dal volume di pioggia infiltrata.

A differenza del meccanismo hortoniano, che come si è detto è essenzialmente locale, la saturazione del suolo viene ad interessare, per un effetto cumulato, l'intero versante. Infatti, mentre in mezzo omogeneo l'infiltrazione determina una percolazione verso il basso, con un fronte saturo che avanza verticalmente, nel caso in cui lungo il profilo verticale vi siano strati nettamente più impermeabili, si determina un **deflusso subsuperficiale laterale**. Il contenuto d'acqua del suolo aumenta sistematicamente nella direzione parallela alla superficie del versante, soprattutto in caso di convergenza e di concavità della stessa.

La saturazione del suolo viene quindi controllata dal deflusso sub-superficiale laterale, e si determina quando la portata in uscita è inferiore a quella in ingresso e il volume in eccesso è superiore alla capacità idrica del suolo stesso.

In sostanza bisogna procedere a un *bilancio idrologico del suolo*, che viene schematizzato con uno o più strati omogenei in relazione alle loro caratteristiche idrauliche. Il bilancio viene effettuato confrontando:

- la portata infiltrata in ingresso;
- il deflusso subsuperficiale laterale in uscita;
- la portata di scambio idrico con il substrato roccioso.

Ci sono casi in cui l'interesse non è quello di valutare la risposta globale del bacino, ma lo stato di saturazione locale, ad esempio per l'analisi del rischio di frana. L'approccio deve essere necessariamente di tipo distribuito, operando un bilancio del contenuto d'acqua a livello della singola cella.

I primi modelli distribuiti di versante, sono costituiti da un modulo topografico basato su un modello digitale del terreno (DTM) e da un modulo idrologico. Questi valutano la portata in uscita nell'ipotesi di condizioni stazionarie, cioè di equilibrio, con pendenza del deflusso subsuperficiale uguale alla pendenza del versante.

Nella maggior parte dei casi però la velocità del deflusso superficiale è così piccola che il processo resta molto lontano dalle condizioni di equilibrio, sicché il versante riceve contributi solo da una piccola parte dell'area del bacino a monte.

Per valutare tale contributo si può far riferimento al metodo cinematico, considerando la celerità come velocità interstiziale del deflusso subsuperficiale, nell'ipotesi che la pendenza della falda sospesa sia solo localmente, nella sezione di chiusura, parallela alla pendenza superficiale del versante.

2.5 Colate di fango e di detrito

A seguito degli eventi franosi verificatosi in Campania il 4-5 maggio 1998 la comunità scientifica nazionale è stata fortemente sollecitata per indicare le linee guida da seguire, da un lato per l'effettuazione di interventi per la riduzione del rischio nelle aree colpite, e dall'altro per un'opera di previsione e prevenzione nelle aree suscettibili di essere sottoposte a fenomeni analoghi.

Una rapida inchiesta sullo stato delle conoscenze su fenomeni di “debris e mud flows”, peraltro ancora in corso, ha evidenziato una condizione di generale incertezza e carenza di dati disponibili sui meccanismi di comportamento fondamentali di tali tipi di fenomeni, in particolare per quanto riguarda processi avvenuti in Italia.

Tale carenza e la necessità di ulteriori studi ed approfondimenti era già stata messa in evidenza dal rapporto del GNDCI su “*Debris flows: meccanica, controllo e previsione*” a cura dei Proff. Seminara e Tubino che faceva il punto sulle conoscenze a tutto il 1992.

Risulta oggi più chiaro che i fenomeni di cui sopra vanno esaminati con modalità diverse a seconda della zona di interesse:

- le zone di formazione, sui **versanti**, sono quelle in cui hanno sede i fenomeni di distacco e mobilitazione; in esse risultano importanti l'aspetto geotecnico, quello geologico e quello meteo-idrologico
- le zone di propagazione delle colate, nei **valloni**, sono quelle in cui hanno sede i fenomeni di moto dei fluidi non-newtoniani, per cui hanno importanza gli aspetti fluidodinamico e di caratterizzazione geotecnica del materiale interessato dalla fluidificazione e di quello costituente la coltre, che viene eventualmente a sua volta mobilitato
- Le zone di deposito ed impatto sulle strutture (**pedemontane**) vedono ancora una rilevanza sostanziale degli aspetti geotecnico, con riferimento a problemi di deposito di materiale, e fluidodinamico, con riferimento alle modalità di impatto sulle strutture.

E' istituito quindi un progetto di ricerca finalizzato ad una migliore comprensione dei meccanismi di base al fine di consentire la messa a punto di modelli interpretativi per la previsione e prevenzione di tale tipo di fenomeni.

La ricerca dovrà necessariamente essere svolta con un approccio multidisciplinare a largo spettro, tra i diversi settori interessati (geologico, geotecnico ed idraulico).

Il progetto di ricerca, dal punto di vista idrologico ed idrodinamico persegue le seguenti finalità:

- modellare i processi idrologici, modellare le condizioni di distacco, modellare la reologia, e modellare il deflusso e l'arresto della colata;
- modellare la risposta globale a scala di versante anche utilizzando determinazioni stocastiche dei parametri essenziali;
- definire, qualora possibile precursori osservabili e soglie di allarme per diverse aree morfologiche, i quali possono essere utilizzati per interventi preventivi di Protezione Civile;
- individuare schemi di intervento strutturale ed i criteri di dimensionamento di opere per la mitigazione del rischio.

Per il raggiungimento di tali obiettivi i contributi potranno eventualmente essere suddivisi secondo quattro moduli:

1. geologico;
2. meteo-idrologico;
3. geotecnico
4. fluidodinamico.

Il modulo idrologico dovrà investigare di massima i seguenti aspetti:

- studio dei regimi pluviometrici per l'individuazione, in aree morfologicamente omogenee, delle caratteristiche critiche per l'innescio di frane o colate di fango;
- definizione, sulla base di una opportuna caratterizzazione topografica, di un modello evolutivo a scala di versante, fornendo ove possibile l'interpretazione della meccanica del distacco e i criteri per le progettazioni di opere mirate a diminuire il rischio di formazione della colata.

Il modulo idraulico-fluidodinamico dovrà investigare di massima i seguenti aspetti:

- caratteristiche reologiche delle masse in movimento;
- fenomeni di trasporto;
- rallentamento e deposizione.

I risultati del modulo idraulico dovrebbero fornire ove possibile i parametri necessari a determinare l'impatto della colata e i criteri per la individuazione e progettazione di opere per la mitigazione del rischio derivante dalla colata.

Il modulo meteorologico dovrà, ove possibile, fornire gli elementi necessari per la previsione a breve termine degli stati atmosferici critici per l'eventuale emissione di allerte.

Allo stato della conoscenza si ritiene che sia perseguibile l'adattamento di modelli LAM e micrometeorologici, presumibilmente il tipo non idrostatico, all'orografia delle zone esposte a rischio di colata di fango o di detrito. Ciò permetterebbe un definitivo miglioramento, sia della comprensione della struttura spaziale e temporale delle precipitazioni, sia della qualità delle previsioni, e permetterebbe di porre le basi di un sistema di preallarme in tempo reale per le situazioni locali a rischio idrogeologico.

Il modulo geologico dovrà approfondire i seguenti problemi, che si segnalano per i rilevanti riflessi applicativi:

- valutazione del volume dei materiali che possono essere depositati durante un singolo evento (magnitudo) e della frequenza dei fenomeni;
- delimitazione delle aree a rischio nelle zone di deposizione delle colate detritiche;
- scelta e definizione delle misure strutturali e non strutturali per l'attenuazione del rischio da debris flow (Monitoraggio e contromisure).

Nel prossimo triennio appare, pertanto, proponibile una prosecuzione della raccolta di dati su magnitudo e frequenza delle colate detritiche in zone dove questa è già stata intrapresa (ad esempio i bacini montani dell'Italia Nord-orientale), nonché l'avvio della raccolta dati in altre regioni. Si sottolinea che l'elaborazione di tali dati storici, intrinsecamente imprecisa in quanto basata su campioni solitamente di piccole dimensioni, può fornire solo indicazioni di larga massima per la quantificazione dei fenomeni. Anche queste valutazioni approssimative appaiono comunque di notevole interesse nel guidare la scelta delle misure di attenuazione.

Per quanto riguarda le misure di attenuazione, uno studio critico delle soluzioni adottate o da adottare in riferimento ad alcuni debris flow avvenuti in anni recenti, anche in bacini oggetto di misure sperimentali, potrebbe rivestire notevole interesse in vista del trasferimento delle conoscenze ad altre aree. In particolare, un tema meritevole di attenzione è costituito dai sistemi di allarme che iniziano ad essere installati ed utilizzati nella regione alpina per contribuire alla sicurezza della viabilità in corrispondenza dell'attraversamento di torrenti interessati da colate detritiche: aspetti tecnici e implicazioni gestionali meritano di essere approfonditi al fine di indirizzare e promuovere questo tipo di

intervento.

3. Previsione probabilistica delle piene

3.1 Il progetto VAPI

Le previsioni di piena sono rese difficili dalla forte variabilità nel tempo e nello spazio dei campi di pioggia degli eventi estremi e dall'eterogeneità spaziale dei processi della risposta idrologica di bacino alle sollecitazioni meteoriche.

Si cerca perciò di ridurre l'incertezza integrando l'informazione fornita dai dati disponibili in sito con i dati idropluviometrici raccolti in un'area più vasta (**analisi regionale**), attraverso un aggiustamento del modello probabilistico.

Conviene utilizzare al massimo l'informazione disponibile a priori riguardo i processi idrologici che determinano le piene. Ai metodi puramente empirici devono essere preferiti perciò i metodi **fisicamente basati** che integrano le conoscenze fisiche con i dati empirici.

A tale riguardo conviene utilizzare **modelli con struttura di tipo parametrico decomponibile in submodelli di più chiaro significato fisico inquadrati e collegati in uno schema generale**.

L'analisi e l'interpretazione degli eventi estremi verificatisi nel passato assume grande importanza per la definizione sia del modello probabilistico, sia del modello di preannuncio.

L'analisi rigorosa della serie storiche di dati è prerogativa dei metodi statistici. In tal senso i modelli probabilistici stimati attraverso l'analisi statistica delle serie storiche idropluviometriche forniscono la più sintetica ed efficiente descrizione/interpretazione dei processi che danno luogo alle piene fluviali. L'analisi statistica deve quindi considerarsi preliminare alla definizione del modello di preannuncio, nel senso che le previsioni probabilistiche costituiscono l'informazione a priori, da integrare con i dati osservati durante l'evento, per le previsioni in tempo reale.

Il GNDICI-CNR ha sviluppato un progetto di ricerca per la VALutazione delle PIene (Progetto VAPI) dei corsi d'acqua italiani, per cui l'effetto di interventi antropici sulle piene sia trascurabile.

Il progetto fornisce non solo una guida, a carattere metodologico, ma anche una **procedura “quasi standard”**, che è stata messa a punto ed applicata sull'intero territorio nazionale da unità operative del GNDCl, costituite presso Università ed Organi del CNR.

Tali UU.OO. hanno prodotto distinti “Rapporti regionali VAPI”, riferiti a regioni idrografiche generalmente coincidenti con i compartimenti secondo cui è organizzato il Servizio Idrografico.

Nell'ambito del progetto è stato predisposto un “**Sistema informativo VAPI**”, per favorire la diffusione dei risultati e per facilitare l'applicazione delle procedure di stima.

I criteri fondamentali seguiti per utilizzare al meglio le informazioni disponibili per la realizzazione del Progetto si possono schematizzare nei seguenti tre punti:

- i) utilizzare “**l'informazione a priori**” riguardo le **caratteristiche fisiche** dei fenomeni
- ii) integrare l'informazione fornita dai dati puntuali con dati spaziali (“**sostituzione del tempo con lo spazio**”);
- iii) integrare l'analisi dei dati idrometrici con quelli dei **dati pluviometrici**.

L'applicazione di una procedura standard per la valutazione probabilistica delle piene presenta vantaggi evidenti, sia sotto il profilo istituzionale, dove è forte l'esigenza di una valutazione omogenea e autorevole del pericolo di inondazione, sia riguardo agli aspetti tecnico-scientifici, in quanto risulta più facile il confronto tra i diversi bacini, o gruppi di bacini, e tra metodi diversi.

Il modello probabilistico è stato scelto nell'ambito della famiglia di modelli del massimo annuale di un processo poissoniano di eventi di piena indipendenti. E' stata quindi scelta la **distribuzione dei valori estremi a doppia componente** (TCEV), capace di interpretare eventi “straordinari”, di intensità estremamente elevata, anche se molto rari in un singolo sito, tipici del clima mediterraneo.

Il modello di regionalizzazione è stato basato sul metodo della piena indice:

- individuando statisticamente zone omogenee, caratterizzate da un'unica curva di crescita delle massime portate di piena con il periodo di ritorno (zone idrometriche);
- definendo le relazioni per la valutazione della portata indice in funzione delle grandezze geomorfoclimatiche.

E' stata resa disponibile una stesura completa del **Rapporto Nazionale VAPI** ottenuta a seguito di una fase di sintesi e di omogeneizzazione della presentazione dei risultati conseguiti

nei rapporti regionali. Il rapporto contiene gli elementi essenziali per l'applicazione della procedura VAPI su base nazionale, quantomeno allo stato attuale delle conoscenze.

Se confrontato con analoghi prodotti disponibili in altre nazioni “industrializzate”, l'attuale Rapporto VAPI si presenta come un primo passo, importante, verso la realizzazione di uno strumento tecnicamente omogeneo per la valutazione delle piene sul nostro territorio. In prodotti che vogliono avere un respiro nazionale non è facile tradurre conoscenze, anche consolidate, in concreta applicazione. È quanto si osserva anche nel resto del mondo.

Il confronto mostra però che nello sviluppo e nell'applicazione della procedura VAPI si sono sviluppati aspetti di approfondimento, scientifico e metodologico, analoghi, se non superiori a quelli che accompagnano gli studi svolti all'estero.

L'approccio all'analisi regionale attraverso modelli di omogeneità deterministica, in cui la sola varianza campionaria è sufficiente a spiegare la varianza osservata, è stato adottato anche per la sua semplicità applicativa. In questo senso, l'approccio per regioni omogenee, peraltro tutt'altro che in abbandono nell'ambito della comunità di scienziati che si occupano di piene, rispecchia la scarsa variabilità spaziale rispetto a quella campionaria per rapporti di momenti di ordine superiore al primo. Il superamento di questo approccio comporta la necessità di considerare un modello di variabilità spaziale dei parametri secondo un opportuno modello statistico (ad esempio, basato sulle tecniche di Kriging)

Nella formulazione più generale del modello si è tenuto conto di una variabilità spaziale sia deterministica sia aleatoria. Quest'ultima dipende da fattori non tenuti in conto, che in un'area limitata (campo) presentano una struttura di correlazione che riduce l'errore dovuto all'interpolazione.

3.2 Il progetto RIVERS

Il progetto denominato Risposta Idrologica di VERsanti (RIVERS) dedica uno spazio apposito ai processi di assorbimento delle piogge ed è destinato ad assumere il ruolo di progetto principale, almeno della Linea 1, nei prossimi 5 anni.

Nella fase iniziale del progetto è essenziale privilegiare le attività che tendono a fornire prodotti e basi di dati che possano consentire la definizione di un quadro completo delle informazioni necessarie a testare i modelli di produzione del deflusso superficiale. A questo fine è indispensabile definire prioritariamente le strutture geomorfologiche e di paesaggio in base alle quali costruire una base nazionale dei cosiddetti IdroGeoMorfotipi (Unità IdroGeomorfologiche Omogenee).

Il problema della risposta idrologica di versante (RIVERS) resta l'aspetto centrale della procedura, nel senso che può compromettere più di ogni altro, l'affidabilità delle valutazioni delle piene.

4 Previsione in tempo reale delle piene e integrazione in un sistema di preannuncio

4.1 Criteri e metodologie

I sistemi strutturali di difesa dalle piene sono progettati e realizzati per un periodo di ritorno che viene scelto in relazione all'entità del danno provocato dalle piene superiori a quelle di progetto. La valutazione probabilistica delle piene consente la pianificazione degli interventi finalizzati alla difesa delle aree potenzialmente soggette a inondazioni oppure alla mitigazione degli effetti prodotti dalle inondazioni in tali aree. A causa del carattere aleatorio del fenomeno, gli insediamenti civili e produttivi nelle fasce fluviali sono sottoposti a un rischio residuo che comunque non può azzerarsi.

Quando, però, gli eventi calamitosi possono coinvolgere le popolazioni, e alle perdite monetizzabili possono aggiungersi perdite di vite umane, si rende necessaria l'adozione di sistemi di preannuncio di piena, la cui funzione è quella di anticipare di un certo tempo la situazione di pericolo, in modo da allertare le strutture di protezione civile e le popolazioni, fornendo delle regole per la gestione operativa dell'emergenza.. È necessario pertanto predisporre un sistema di gestione operativa delle emergenze, basato sulle attività di monitoraggio e previsione in tempo reale delle piene.

L'ottica che è stata anche alla base del progetto VAPI, il mondo scientifico deve fornire alla comunità tecnica una procedura quanto più possibile standard per applicare nella pratica i risultati conseguiti nella ricerca. Tale procedura deve da un lato utilizzare i risultati migliori

conseguiti dalla ricerca scientifica e rappresentare un punto di riferimento per tutta la comunità di ricercatori che operano nel settore. Dall'altro lato, un programma nazionale di mitigazione del rischio di alluvione deve avere, come uno degli obiettivi fondamentali della fase attuale, la realizzazione di un sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena.

Si può schematizzare un sistema di preannuncio in tempo reale in tre sottosistemi:

- **sottosistema di monitoraggio**
- **sottosistema di previsione**
- **sottosistema di decisione**

Ognuno di questi sottosistemi può essere suddiviso a sua volta in unità più elementari, seguendo un approccio di tipo parametrico che tende ad avvicinare maggiormente il sistema operativo alla schematizzazione fisica del fenomeno. D'altro canto, occorre fare tutti gli sforzi necessari a che il progetto veda in un'ottica unitaria il sistema di preannuncio nel suo complesso.

4.2 Reti di monitoraggio

Il settore del rischio idrogeologico è caratterizzato dal fatto che gli strumenti per poter predire tempestivamente gli eventi sono disponibili; essi, e la necessità di gestione ordinata degli stessi, sono esaminati al punto successivo. In questo paragrafo si esamina, invece, quali eventi siano predicibili e quando, cioè con che anticipo, essi debbano essere predetti.

Il tempo di preannuncio richiesto dalla struttura sociale è dell'ordine di 12 ore, che vanno misurate dal momento dell'emissione dell'annuncio al pubblico fino al momento del possibile evento. Il tempo di preannuncio da parte della struttura tecnica di supporto alla decisione dell'autorità di protezione civile deve quindi essere maggiore di 12 ore, al fine di consentire l'organizzazione interna delle misure. Pertanto il tempo di preannuncio complessivo, dall'attivazione della struttura di supporto alla decisione fino al momento del possibile evento, è dell'ordine di 24 ore.

I precursori dell'evento devono quindi essere osservati, e le loro conseguenze modellate e valutate, prima di 24 ore dal possibile evento.

Nella maggior parte dei corsi d'acqua italiani, e nella parte montana di quelli maggiori sopra ricordati, i tempi di risposta idrologici non eccedono le 24 ore; quindi non si può attendere che la pioggia sia piovuta e sia stata osservata dai pluviometri per innescare un

modello di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi alveati che predica i valori di portata nella rete idrografica: il preannuncio perderebbe valore in quanto la predizione precederebbe di molto poco l'evento e non ci sarebbe tempo per mettere in atto le misure di salvaguardia.

In tutti questi casi la predizione deve utilizzare non le osservazioni di pioggia, ma la previsione delle stesse come prodotte da modelli quasi deterministici di circolazione atmosferica. L'incertezza della previsione diventa rilevante e, di conseguenza, devono essere utilizzate, nella catena di decisione, tutte le altre osservazioni, come quelle satellitari e da radar meteorologico, che consentono di valutare o mitigare il grado di incertezza.

In particolare, si vuole, con questo programma di ricerca, insistere sulla necessità che la struttura di un sistema di preannuncio sia di tipo probabilistico, e cioè consideri la grandezza da monitorare (livello idrico, portata in un corso d'acqua o altre grandezze a queste correlate) come una variabile aleatoria. Questo approccio è l'unico che permette di ottenere una stima dell'incertezza legata alle previsioni, e perciò di caratterizzare in modo rigoroso il sottosistema di decisione.

In alternativa, sono stati proposti modelli che sommano una componente deterministica a una componente aleatoria, sovraparametrizzando il modello stesso. Allo stato attuale, tali modelli vanno intesi soprattutto come contributo all'avanzamento della conoscenza scientifica, poiché non consentono di effettuare una valutazione oggettiva delle incertezze nelle previsioni, che costituiscono un requisito essenziale per la fase decisionale, ad esempio per l'ottimizzazione dell'alternativa falsi/mancati allarmi. In secondo luogo, la natura non lineare dei processi rende necessaria, per ottenere soluzioni affidabili, la disponibilità di accurate condizioni al contorno e iniziale.

La linea che si propone per il preannuncio, però, è orientata verso una soluzione del problema che sia al tempo stesso rigorosa e trasferibile al mondo tecnico, e perciò di agevole applicabilità e, soprattutto, robusta. La robustezza e l'applicabilità si ottengono con modelli parsimoniosi in termini di parametri, requisiti sicuramente soddisfatti con l'utilizzo di metodi stocastici. La metodologia che si intende seguire sarà basata su un approccio di tipo bayesiano, sia al problema di previsione sia al problema di decisione, secondo quello che, al momento, sembra essere l'approccio scientificamente più rigoroso e avanzato. L'approccio bayesiano fornisce in modo teorico, mediante passaggi analitici o ricorsioni numeriche, una

caratterizzazione probabilistica del previsore e del decisore basata sulle conoscenze *a priori* disponibili e sui dati acquisiti *a posteriori*, nell'ambito di una procedura adattativa che risulta particolarmente flessibile e affidabile.

La procedura sarà poi applicata ad alcuni bacini campione, per i quali si affronteranno le fasi di progettazione e predisposizione di un'adeguata rete di monitoraggio e di un sistema di previsione, valutando le prestazioni del sistema di preannuncio e le modifiche necessarie a renderlo sempre più funzionale.

4.3 Reti di osservazione al suolo in telemisura

Le reti di osservazione delle grandezze idrometriche, pluviometriche e delle altre grandezze meteorologiche osservabili al suolo devono consentire la copertura più uniforme possibile del territorio nazionale, devono essere in telemisura affinché siano utilizzabili in tempo reale per la previsione e le loro osservazioni devono essere condivise tra enti diversi, sia quelli che si occupano in tempo reale del supporto alla decisione per le azioni di protezione civile e sia quelli che si occupano in tempo differito della raccolta dati per fini ambientali e di gestione delle risorse idriche. Tuttavia la gestione e la manutenzione della rete deve essere congrua rispetto all'organizzazione che richiede alla rete stessa le prestazioni più stringenti e quindi al sistema di protezione civile.

La densità ottimale di rete è stata raggiunta con gli investimenti eseguiti a valere sulle risorse poste a disposizione dalla legge 267/1998 e dagli investimenti aggiuntivi finanziati dalla legge 369/2000.

Le diverse amministrazioni devono ora provvedere alla manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti, anche in conseguenza del loro trasferimento dal patrimonio del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale al patrimonio delle regioni.

Le osservazioni devono essere considerate patrimonio comune di tutte le Regioni e delle amministrazioni centrali e ne deve essere assicurata la disponibilità in tempo reale quando necessario. A tal fine, nella realizzazione del sistema di Centri Funzionali, è prevista l'interconnessione in rete di tutti i sistemi di osservazione al suolo, in modo che ovunque necessario le osservazioni siano rese effettivamente disponibili in tempo reale.

4.4 Sistema basato sulle reti idrometrografiche

Un sistema di preannuncio dei livelli idrici in un tronco fluviale basato su soli dati idrometrografici è stato realizzato per il F. Ticino a Pavia.

Il modello di piena proposto è di tipo statistico, in particolare è costituito da una funzione di trasferimento (FT) e da un errore stocastico.

La FT è ottenuta dalla linearizzazione delle equazioni di De Saint Venant ed è applicata come un modello sintetico a scatola chiusa, cioè, senza simulare il fenomeno nel tratto intermedio, in mancanza di informazioni su eventuali modifiche fisiche durante l'evento. La stima dei parametri del modello viene effettuato con procedura ricorsiva su una finestra temporale di ampiezza fissata, con aggiornamenti di ora in ora. La tipologia del modello consente di individuare l'intervallo di confidenza delle previsioni. In ogni caso il sistema dovrà essere sperimentato più volte in tempo reale, prima di poterne confermare l'affidabilità.

Sottoprogetto 1

Analisi e simulazione degli eventi idrologici estremi

1.1. Precipitazioni estreme (VAPI-Pioggie)

A. Revisione, aggiornamento e omogeneizzazione della procedura VAPI di valutazione delle piogge estreme in termini di massimi annuali di pioggia locale (puntuale) di assegnata durata

- Applicazione di metodi di analisi geostatistica spaziale (*co-kriging*) per la definizione del modello di regionalizzazione del parametro di scala e della pioggia indice (valore atteso massimo annuale)
- Integrazione tra simulazioni Monte Carlo con modelli meteo-idrologici e analisi statistiche dei campi spaziali di precipitazione
- Modello statistico meteo-morfologico per la definizione degli effetti delle barriere orografiche principali (Alpi, Prealpi, Appennini, Pre-Appennini) e delle aree di convergenza a bassa quota

B. Sviluppo di una procedura VAPI di valutazione delle piogge estreme in termini di massimi annuali di pioggia areale di assegnata durata

- Generalizzazione a scala nazionale del metodo auto-affine sperimentato su aree limitate di pianura del bacino padano
- Metodi basati sui processi max stabili

1.2. Piene (VAPI-Piene)

A. Massimi annuali di portata al colmo e volume di piena

- Applicazione di metodi parametrici alla regionalizzazione del parametro di scala della distribuzione di probabilità della portata al colmo, valutata con il metodo VAPI, per aree **micro**-climatiche e territoriali omogenee
- Sviluppo e taratura di un modello probabilistico bi-variato portata-volume di piena
- Validazione delle metodologie di valutazione della portata indice (in collaborazione con il sub-progetto RIVERS)

B. Effetti antropici e climatici sulle piene torrentizie e fluviali

- Valutazione degli effetti del controllo idraulico su valori estremi di portata e volume di piena, per effetto di invasi artificiali e di esondazioni naturali e/o controllate a monte

- Valutazione di scenari di cambiamento climatico alla piccola mesoscala (da 1000 a 10000 Km²) sul regime di piena e la frequenza e severità di eventi straordinari

C. Catalogo degli eventi torrentizi e fluviali straordinari

- Redazione del catalogo degli eventi torrentizi e fluviali straordinari
- Analisi spazio-temporale degli eventi straordinari definiti secondo la procedura VAPI
- Simulazione di effetti di nonlinearità per raggiunta saturazione dal basso del suolo su vaste aree (vedi punto 1.3B)

1.3. Risposta Idrologica dei VERSanti (RIVERS)

A. Caratterizzazione idrogeomorfologica

Con l'obiettivo di parametrizzare in modo omogeneo a livello nazionale le caratteristiche di assorbimento del terreno, il sub-progetto è finalizzato all'individuazione dei principali tipi idrogeomorfologici degli ambienti alpini e appenninici, suffragata dall'effettiva capacità di riprodurre i dati osservati (procedure data-based). Da un lato interagisce strettamente con il sottoprogetto 1.3B per le valutazioni relative a piccoli bacini omogenei, dall'altro sollecita la creazione di database a scala regionale e nazionale relativi a: caratteristiche idrogeologiche del substrato roccioso, uso del suolo, fattori morfologici caratteristici e fattori climatici caratteristici. Da un altro punto di vista, l'attività comprende lo sviluppo e la validazione di moderni strumenti di modellazione matematica dei fenomeni di infiltrazione, exfiltrazione e ruscellamento.

B. Rete idrologica sperimentale: la costellazione di RIVERS

Il sub-progetto è finalizzato a stabilire, con il concorso di amministrazioni centrali e periferiche addette al monitoraggio ambientale, una rete di osservazione idrometeorologica su bacini rappresentativi e sperimentali, recuperando e portando a sistema una serie di attività sperimentali indispensabili ad approfondire la conoscenza e la capacità previsionale dei fenomeni idrologici a scala di versante e di bacino, dalle piene fluviali alle colate detritiche. La costellazione dei bacini di RIVERS prevede il potenziamento del sistema di monitoraggio esistente, che comprenderà stazioni meteorologiche, pluviografiche e idrometriche, quale installazione standard. Per le sezioni idrometriche esistenti, la cui scala di deflusso non sia del tutto affidabile, vengono previste campagne di misura (topografica ed idrometrica) o realizzate opere necessarie per la stabilizzazione della sezione. Si prevedono poi *campagne di misura speciali* sui versanti, comprendenti misure di capacità di infiltrazione locale; di

flusso (con traccianti radioattivi naturali, temperatura, θ^8 ,...) per distinguere il contributo del deflusso superficiale da quello profondo; di ruscellamento; e di valutazione della curva di ritenzione locale.

C. Basi di dati omogenee

Raccolta e armonizzazione dei dati esistenti. La raccolta e la sistematizzazione dei dati esistenti, sia fisiografici che idrologici, costituisce un aspetto fondamentale del progetto. Oltre alla collezione dei dati idrometeorologici storici disponibili, questa fase di lavoro dovrà fornire una preliminare caratterizzazione idrografica del bacino e geopedologica del terreno, appoggiata su un modello digitale raster delle quote (individuato nel DTM del Servizio Geologico in via preliminare) e comprendente la rete idrografica permanente ed effemerica, la geolitologia, l'uso del suolo ed, eventualmente, una stima della massima capacità di ritenzione potenziale in base al metodo SCS-CN, come più avanti dettagliato nelle proposte metodologiche. Accanto a questa base informativa comune, che ha lo scopo di fornire un quadro uniforme delle diverse iniziative sperimentali, saranno eventualmente prodotti modelli di maggior dettaglio spaziale su basi cartografiche nazionali o regionali, ovvero su basi cartografiche prodotte "ad hoc". A sua volta, la base di dati idrologici dovrà consentire analisi a elevato dettaglio spazio-temporale e sul breve periodo, ma si dovrà nello stesso tempo raccordare con la disponibilità di serie di osservazioni sul lungo periodo.

Armonizzazione e costruzione della base cartografica. La base cartografica gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo del progetto RIVERS. In quest'ambito, si possono individuare due distinte fasi:

1. acquisizione e messa a disposizione delle unità operative di RIVERS della cartografia digitale al momento disponibile **alla scala nazionale**;
2. impiego di cartografia di maggior dettaglio per l'analisi dei processi alla scala dei **bacini rappresentativi** o **campione** (con estensione anche dell'ordine del migliaio di Km²) o alla scala dei **bacini sperimentali**, sui quali si può disporre di rilievi in sito. Il secondo caso riveste particolare interesse per la mappatura pedologica.

1.4. Controllo di affidabilità delle valutazioni di piena (VAPI-Qual)

La disuniformità di valutazione del rischio di piena sul territorio nazionale e, nello steso ambito territoriale, da parte di soggetti diversi pone una seria pregiudiziale allo sviluppo di efficaci politiche di difesa del suolo e alla progettazione di infrastrutture territoriali robuste ed efficienti, ponendo altresì i

progettisti e gli esecutori delle opere di fronte a ostacoli di difficile superamento. A tale scopo, il sub-progetto mira ai seguenti obiettivi.

- A. Sviluppo di metodi di controllo di affidabilità delle previsioni di eventi straordinari*
- B. Campagne di controllo di affidabilità delle previsioni di pioggia straordinaria in base alle diverse direttive emanate da enti e amministrazioni centrali e periferiche diversi, rispetto alla metodologia VAPI*
- C. Campagne di controllo di affidabilità delle previsioni di piena di progetto in base alle diverse direttive emanate da enti e amministrazioni centrali e periferiche diversi, rispetto alla metodologia VAPI*

Sottoprogetto 2

Sperimentazione di sistemi di preannuncio di piena su bacini pilota

2.1 Piano di monitoraggio straordinario meteo-pluvio-idrometrografico (MOSTRAME)

Le azioni di monitoraggio straordinario sono riferibili a diversi obiettivi, per cui questo progetto si configura come 'progetto di servizio'. Le UUOO che parteciperanno a questo progetto aderiranno necessariamente ad uno degli altri progetti cui le azioni di monitoraggio sono destinati. Conviene comunque mantenere unitario il coordinamento del monitoraggio straordinario, per garantire l'interoperabilità delle reti di misura rispetto a tutti gli obiettivi desiderati.

I sistemi saranno basati su rilevamento idrometrografico o idropluviometrico o meteo-pluvio-idrometrografico (rilevamento meteo integrato in cooperazione con Meteo S.P. 3.X)

2.2 Preannuncio di Piena (PREPI)

A) Sperimentazione del sistema di preannuncio di piena su bacini intermedi (10 bacini > 2000 km²)

B) Taratura e sperimentazione in continuo di modelli statistici di preannuncio basati sui dati e con parametri aggiornati in corso di evento. In stretta connessione con il progetto di monitoraggio straordinario idropluviometrico e con il S.P. 3.2 per la parte riguardante la simulazione delle piene fluviali con modelli distribuiti e semidistribuiti della risposta idrologica.

C) Modelli tempo-varianti e non lineari.

Sottoprogetto 3

Morfodinamica fluviale e di versante (MORFO).

3.1 Valutazione su area vasta del rischio di alluvione nelle aree pedemontane (RAPE).

- A) Definizione dei criteri di similitudine in base agli eventi multipli a carattere catastrofico.
- B) Modelli distribuiti di saturazione e di eccesso di pressione neutra. Modelli di lungo periodo e modelli di evento

3.2 Colate di fango e di detrito (Colate)

- A) Modelli di formazione delle colate: fase di innesco (distacchi di massa del tipo Coulomb, per eccesso di pressioni neutre, per collassi di dighe di frana), fase di mobilitazione post collasso (liquefazione ed effetto valanga)
- B) Modello di propagazione (erosione, deposito, impatto): caratteristiche collisionali (colate detritiche) o macroviscose (colate di fango)
- C) Modelli di intervento: *strutturale* (sui versanti, sui corsi d'acqua, sugli insediamenti a rischio) *non strutturale* (sistemi di allarme e regolamentazione del territorio)
- D) Interazioni con le infrastrutture in alveo, con le opere longitudinali, evoluzione morfologica a diversa scala temporale

Sottoprogetto 4

Rischio idraulico connesso alle infrastrutture (INFRA)

L'identificazione del rapporto tra fenomeni di precipitazione intense e inondazioni di aree che interferiscono con i trasporti e i processi di frana e colata di detriti sulla viabilità stradale e ferroviaria è uno dei temi fondamentali per la sicurezza dei trasporti, come è emerso dalle analisi del Piano di Protezione civile per l'alluvione dell'Arno a Firenze (1986), dall'evento sul Piemonte del novembre 1994, e da molti altri eventi catastrofici che hanno colpito il paese.

In alcuni grandi eventi molta parte della perdita di vite umane è dovuta alla interferenza tra esondazioni e traffico.

Lo studio dell'interferenza di tali eventi sulla rete dei trasporti necessita quindi di:

- una verifica delle capacità predittive dei modelli di precipitazione per stimare la possibilità di condizionare il traffico alle previsioni di precipitazione intensa;
- metodologie di riduzione di scala delle previsioni deterministiche dei modelli ad area limitata;
- un inventario delle interazioni tra la cartografia delle aree a rischio di alluvione, frana e colate di fango e direttici di traffico: verifica delle possibilità di gestione in tempo reale bidirezionale dell'informazione tra enti preposti alla gestione del traffico;
- per quanto riguarda le reti viarie, di uno studio dei temibili spessori di acque sul manto stradale conseguenti alle caratteristiche spazio temporali delle precipitazioni intense e alle caratteristiche di permeabilità delle superfici;
- della predicibilità delle nebbie improvvise alle scale necessarie per la gestione del rischio del traffico: tecniche modellistiche e di monitoraggio.

Il piano triennale prevede la realizzazione di studi generali ed analisi campionarie da eseguirsi coinvolgendo anche sia i gestori delle infrastrutture (Soc. Autostrade, FF.SS., ANAS, etc.) sia i gestori degli interventi (VV.FF., Soc. Autostrade, FF.SS., ANAS, etc).

In linea di massima il primo anno comporterà la realizzazione di basi di dati "ad hoc", contenenti:

- caratterizzazione delle disfunzioni;
- caratterizzazione del quadro meteo-climatico;
- caratterizzazione dell'impatto territoriale eventualmente derivante.

Negli anni successivi si procederà alla caratterizzazione in via previsionale dei rischi.

Per quanto concerne le attività di previsione del rischio idraulico connesso alle infrastrutture, occorre valutare:

- il rigurgito provocato dai ponti nei tratti a monte;
- il pericolo di inondazione e mappatura delle aree inondabili;
- il pericolo di ostruzione e degli effetti a valle di un eventuale collasso del ponte;
- il rischio di erosione nei tratti di alveo a valle soggetti a brusche accelerazione della corrente;
- il pericolo di erosione in punti singolari delle opere interessate dalla corrente di piena;
- il pericolo di instabilità delle sponde e dei versanti interessati dalle correnti di piena;
- il pericolo di scalzamento delle fondazioni delle opere costituenti le infrastrutture (opere di sostegno, di difesa ed accessori che interessano l'alveo del corso d'acqua);
- una mappatura dei punti critici soggetti a dissesto e delle aree inondabili.

Il progetto affianca altre ricerche in itinere (ad esempio progetto VERT 98) ed in particolare tende a distinguere le cause in tre famiglie distinte:

1. effetti idrometeorici sulla capacità percettiva del conducente;
2. effetti idrometeorici sull'efficienza meccanica dell'infrastruttura;
3. effetti idrometeorici sulla interazione infrastruttura e territorio.

Per ciascuna di queste famiglie saranno predisposti opportuni controlli tra cui:

- verifiche delle situazioni oggettive di visibilità e abbagliamento in diverse condizioni idroclimatiche;
- verifiche della capacità di trasporto in diverse condizioni di allagamento dell'infrastruttura;
- verifiche della criticità strutturale in diverse condizioni di rischio idrogeologico.

Sono attesi, infine, quali risultati, indirizzi per interventi strutturali e non strutturale, in particolare:

- per gli interventi non strutturali
 - controllo delle condizioni di sicurezza dei ponti (tramite la redazione di una scheda tecnica);
 - controllo delle condizioni di sicurezza delle scarpate;
 - controllo delle condizioni di sicurezza dei rilevati;
 - programmazione degli interventi di manutenzione ordinaria.
- per gli interventi strutturali:
 - adeguamento delle strutture che non rispondono alle condizioni di sicurezza;

- interventi per garantire, anche in emergenza, l'agibilità della rete viaria.

Sottoprogetto 5

Vulnerabilità delle aree costiere (COST)

Secondo il Ministero dei Lavori Pubblici (1982), su di un totale di 3263 km di spiagge, 1387 erano in erosione; secondo uno studio di poco più recente il 5% delle spiagge italiane è in accrescimento, il 45% in netto arretramento ed il restante 50% stabile, ma a seguito di interventi di difesa operati a mare. Ancora più recentemente è stato ipotizzato che l'80-90% delle spiagge alluvionali fosse in arretramento, o che lo fossero state in tempi recenti, prima degli estesi e massicci interventi di difesa.

In questa condizione di generalizzato stato di arretramento e di altrettanto generalizzati interventi di difesa al di fuori di un piano organico, e spesso eseguiti sotto la spinta di comunità locali più che per reale ed accertata necessità, diviene fondamentale definire quali siano i tratti di litorali realmente a rischio, sia per la elevata pericolosità che per la vulnerabilità.

A tal fine è indispensabile la collaborazione tra Ingegneria (idraulica, costruzioni marittime, civile) e Geologia (sedimentologia, geomorfologia, geomeccanica se si prendono in considerazione anche le coste alte), anche nell'ottica di fornire linee guida attendibili per i piani di prevenzione e protezione.

Il livello di rischio, infatti, può essere determinato soltanto se si considera l'entità dell'erosione costiera, la variazione del livello marino, la possibilità di episodiche inondazioni, l'assetto morfologico della spiaggia (ampiezza ed altezza della spiaggia; presenza, altezza ed ampiezza della fascia dunare), ecc..

In definitiva è necessario stabilire i diversi gradi di pericolosità e di vulnerabilità di singoli litorali o tratti di litorale sulla base di molti dati che consentano di stabilire l'evoluzione futura del litorale (avanzamento/arretramento, innalzamento/abbassamento). Per far ciò è necessario sviluppare e verificare modelli adatti alla predisposizione del moto ondoso su spiagge e strutture costiere adattando le tecniche esistenti alle particolari necessità della Protezione Civile.

Una volta definiti i tratti, un secondo obiettivo (da perseguire congiuntamente fra geologi e ingegneri delle costruzioni marittime) sarà quello di individuare le opere più idonee ad abbassare il livello di rischio nel rispetto, per quanto possibile, dell'ambiente e della fruibilità dei litorali a fini sociali.

Raggiunta una reale conoscenza della vulnerabilità locale e dell'entità degli interventi atti a mitigarla, sarà anche possibile valutare se non sia preferibile, ove possibile, un trasferimento in altra sede degli elementi a rischio (ad esempio vie di comunicazione).

Da tutto quanto sopra consegue che gli interventi potranno essere concentrati nelle zone effettivamente a rischio (con notevole risparmio di costi) e saranno, inoltre, quelli più idonei per la specifica zona o lo

specifico problema. Tenderanno così a scomparire i così detti “interventi tampone”, spesso più dannosi che efficaci e la cui messa in opera è chiaramente dovuta alla non conoscenza dei luoghi e degli eventi capaci di produrre determinati effetti.

La conoscenza delle caratteristiche di vulnerabilità di ciascun tratto, infine, consentirà di programmare con maggior grado di affidabilità la gestione della fasce costiere, in particolare per quanto concerne la loro urbanizzazione e la ubicazione di grandi opere a mare quali porti e pontili di carico e scarico.

Lo studio integrato, la gestione oculata basata sulla conoscenza delle situazioni reali e gli interventi coordinati avranno come ovvia conseguenza un aumento della sicurezza di tutti gli elementi che sul litorale trovano posto (centri abitati, vie di comunicazione, grandi impianti di produzione) e quindi una diminuzione della frequenza e della rilevanza delle emergenze. Una particolare attenzione dovrà essere dedicata ai problemi delle foci dove il rischio di origine marina può sommarsi a quello di inondazione fluviale.

I risultati attesi dal progetto di ricerca si possono sintetizzare:

per il 1° anno, accertamento dello stato attuale delle conoscenze attraverso l’inventario di:

- dati ondametrici ed anemometrici costieri per distinti tratti di litorale;
- metodologie e modelli per la previsione delle azioni delle onde su spiagge e strutture ai fini della Protezione Civile;
- opere di difesa distinte per tipologia e con accertamento degli effetti prodotti;
- stato di erosione delle spiagge e dei tratti di costa alta e quantificazione degli arretramenti.

per il 2° anno, indagini nelle zone sprovviste di dati al fine di:

- stesura di una carta della pericolosità;
- messa a punto e verifica di modelli di run up per la redazione degli scenari di rischio;
- avvio delle indagini di dettaglio sui tratti di litorali maggiormente a rischio.

per il 3° anno, prosecuzione delle indagini di dettaglio con:

- individuazione della priorità;
- definizione di linee e tipologie di intervento.

Sottoprogetto 6

Mitigazione del rischio di siccità

La ricerca intende proporre uno studio integrato delle siccità nelle regioni italiane più a rischio, sulla scorta delle esperienze maturate nel precedente progetto ARDI-SIC. Gli obiettivi proposti sono, sinteticamente:

a) Linee guida per la definizione dei requisiti tecnici ed organizzativi di un Drought Watch System (osservatorio nazionale sulle siccità).

Verrà posta particolare attenzione ai seguenti punti:

- fonti di informazione a livello nazionale comprendenti le reti per il monitoraggio delle variabili idrometeorologiche e dello stato delle riserve idriche; fonti di informazione a livello internazionale, comprendenti basi di dati meteorologici ed idrologici per l'Europa ed il Mediterraneo;
- flussi informativi da attivare per un tempestivo servizio alle autorità pubbliche responsabili della dichiarazione di calamità naturale ed agli enti di gestione dei sistemi idrici;
- caratteristiche dei sistemi informatici necessari per la realizzazione del sistema di acquisizione, archiviazione, elaborazione e diffusione (anche attraverso Internet) dei dati.

b) Criteri per la valutazione multicriteriale delle alternative di mitigazione degli effetti di siccità gravi.

Per questo aspetto le attività saranno orientate alla definizione dei criteri per la valutazione delle alternative da adottare per coprire le deficienze idriche più gravi nei sistemi di approvvigionamento (in particolare criteri economici, ambientali, sociali) ed all'utilizzo di un modello di analisi multicriteriale (Naiade) per l'ordinamento delle alternative sulla base dei criteri scelti e dell'aggregazione dei diversi gruppi interessati.

c) Applicazione di modelli meteorologici al fine di ottenere importanti informazioni “storiche” e “previsionali” sulle regioni individuate.

In questo caso l'obiettivo consiste nella valutazione della gravità di eventi verificatisi nel passato, dall'inizio del secolo ventesimo, nonché dell'eventuale presenza di fenomeni ricorsivi o di particolari trends nell'ambito dei territori considerati. In questo ambito è compresa l'individuazione, per ciascuna stazione dell'area campione, le soglie di precipitazione minima innescanti diversi livelli di severità del fenomeno siccitoso, secondo le classificazioni proposte dai più recenti modelli a riguardo.

Verranno inoltre realizzate delle mappe di variazione spaziale, sull'intera area campione, dei livelli di siccità rilevati dai vari modelli impiegati, per le varie scale temporali esaminate, mappe consultabili via Web secondo formalismi software consolidati.

3.8 **Proposta di progetto 8:** Prototipo di sistema informatizzato georeferenziato per la previsione probabilistica delle piogge e delle piene sul territorio nazionale.

Premessa

Com'è ormai acquisito, almeno nel nostro Paese, l'obiettivo delle azioni di protezione civile è non strutturale: obiettivo principale è quindi la salvaguardia dei residenti nelle aree a rischio di inondazione e frana e, solo quando possibile e nella misura del possibile appunto, la riduzione del danno.

Le azioni di salvaguardia da suggerire sono conseguenti alla definizione di scenari di evento. Uno scenario è una descrizione dei possibili effetti al suolo, sia in termini di inondazione che di innesco di frane, di una perturbazione atmosferica estrema, come osservata dagli strumenti e dai modelli operativi descritti in seguito, eventualmente corredata di una cartografia in scala di dettaglio locale e da un elenco dei residenti. Tra gli effetti al suolo debbono anche essere esaminati l'impatto sulle infrastrutture essenziali ed eventualmente sulle installazioni industriali che possono originare rischio per le persone e le cose.

L'obiettivo da perseguire nella fase attuale si riferisce essenzialmente al coordinamento, ed eventualmente l'adeguamento e la revisione, dell'attività di valutazione della pericolosità, della vulnerabilità, del danno atteso o dei diversi scenari di rischio idrogeologico, effettuato dagli organi competenti nelle diverse aree del Paese. Gli strumenti che consentono il raggiungimento di questo obiettivo e, nel contempo, incrementano le potenzialità conoscitive dirette da parte del Dipartimento di Protezione Civile sono:

- Un 'catalogo' informatizzato e geograficamente sintetizzato degli eventi straordinari di alluvione e di frana.
- Una procedura software per la previsione probabilistica delle piogge e delle piene sul territorio nazionale, che si appoggia e si integra con basi di dati delle precipitazioni estreme e delle piene oltre che con basi di dati di tipo morfologico, geologico e di uso del suolo.

In aggiunta a questi, è da sottolineare la necessità che un programma nazionale di mitigazione del rischio di alluvione si prefigga tra gli obiettivi fondamentali, già nella fase attuale, la realizzazione di un sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena.

L'idrologia degli eventi estremi presenta problematiche molto diverse, e quindi richiede metodologie e procedure a loro volta diverse a seconda dell'obiettivo dello studio, che schematicamente può essere ricondotto a tre tipi fondamentali:

- **analisi e simulazione degli eventi estremi**, a scopo conoscitivo, al fine di interpretare i fenomeni accaduti e di individuare le cause naturali ed antropiche;
- **previsione probabilistica delle precipitazioni e delle piene**, a scopo pianificatorio, di valutazione della pericolosità, del rischio atteso e degli effetti degli interventi;
- **previsioni in tempo reale delle precipitazioni e delle piene**, ai fini della gestione operativa dell'emergenza, nel corso dell'evento critico, con un approccio adattativo di aggiornamento in tempo reale dei parametri idrologici .

L'analisi a ritroso e la simulazione di un evento critico già verificatosi (**rapporto di evento**) è necessaria per interpretare la dinamica dell'evento, individuare le cause e definire in via preliminare la strategia complessiva degli interventi, strutturali e non, utili a mitigare gli effetti indesiderati dell'evento critico. Il Catalogo degli eventi straordinari tende a fornire in maniera riepilogativa il quadro delle condizioni meteo-idrologiche responsabili degli effetti catastrofici osservati, non limitandosi ad una perimetrazione e classificazione di questi ultimi. In questo modo è possibile fornire preziosi elementi conoscitivi alle procedure per la valutazione probabilistica delle piene estreme.

Allo scopo di utilizzare al massimo l'informazione disponibile a priori riguardo i processi idrologici che determinano le piene, ai metodi puramente empirici devono essere sostituiti perciò metodi fondati su una base fisica, che integrano la conoscenza di dati empirici con i dati fisici. Lo sviluppo delle conoscenze ha portato a un notevole miglioramento dei modelli meteo-idrologici, che ha suggerito un potenziamento del sistema di monitoraggio, attivando così un circolo "virtuoso".

I maggiori progressi si sono verificati soprattutto nei modelli meteorologici, la cui aumentata risoluzione ha permesso una vera e propria svolta nella conoscenza della dinamica atmosferica delle tempeste mediterranee e nell'identificazione delle strutture meteorologiche che le provocano.

Il rapido sviluppo della ricerca tecnologica ha determinato miglioramenti importanti, oltre che per i modelli meteorologici, anche per i modelli distribuiti della risposta idrologica di versante, atti a rappresentare in modo adeguato la complessità del sistema fisico di versante, nelle sue caratteristiche morfologiche, geologiche, pedologiche e idrologiche.

Tali modelli permettono di determinare l'evoluzione dello stato di saturazione delle coltri superficiali attraverso l'analisi dei processi di infiltrazione e di deflusso sotterraneo.

Nonostante i progressi della teoria dell'infiltrazione a livello puntuale e le numerose evidenze sperimentali dei processi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi di piena, la risposta idrologica a scala di versante non ha trovato ancora una rappresentazione teorica adeguatamente trasferibile sul piano operativo. Ciò si riflette nella inadeguatezza dei modelli deterministici afflussi-deflussi e nella necessità di proseguire lo sforzo di ricerca in questa direzione, anche avvalendosi di campagne straordinarie e temporanee di misura su bacini campione e sperimentali.

In tale contesto assume una notevole importanza il contenuto di informazione presente nel quadro climatico di un bacino idrografico, e la sua eventuale evoluzione, oltre che le caratteristiche fisiche (morfologia, geologia, uso del suolo, etc.).

Proposta progettuale

Questi metodi sono appoggiati ed integrati con una base di dati complessiva delle precipitazioni estreme, delle piene, della morfologia, geologia ed uso del suolo alle scale attualmente disponibili con copertura nazionale completa. Un nucleo iniziale di questo prodotto corrisponde al Sistema Informativo VAPI (SIVAPI) che consente la stima regionalizzata delle precipitazioni estreme sul territorio nazionale, basandosi sul modello probabilistico TCEV. Attualmente il sistema dispone di un'interfaccia georiferita, di procedure di stima e di un database di precipitazioni estreme a diversa durata che è consultabile anche separatamente. Con riferimento alle precipitazioni, puntuali ed areali, corrispondenti a qualsiasi durata e periodo di ritorno, il sistema attuale si presta ad un'agevole espansione atta a consentire la costruzione automatizzata di mappe di rischio di nubifragio o la valutazione, in tempo reale, di criticità di eventi piovosi a qualsiasi scala in relazione a prefissate soglie di rischio. Il database, basato sullo standard Oracle, è predisposto per accettare dati provenienti da reti in tempo reale e per colloquiare con l'interfaccia al fine di rappresentare su base geografica il grado di criticità dei dati osservati.

E' prevista una riconfigurazione del SIVAPI per estendere le sue funzionalità alla previsione probabilistica delle piene, con particolare riferimento alla valutazione regionalizzata della piena media annua. Per tale scopo si propone, entro la fine del 2002, di concludere la fase progettuale del sistema e di integrare nel suo interno basi di dati geografiche relative alla morfologia, litologia ed uso del suolo con caratteristiche di copertura completa alla scala nazionale. Riguardo all'ultima componente, informazioni

quantitative relative alla composizione dei suoli italiani verranno predisposte tramite elaborazione di dati sistematici (ancorchè piuttosto schematici) reperibili alla scala nazionale.

Attività previste e tempistica di attuazione

Fase 1: (mese 1)

Definizione, in forma esecutiva, dei contenuti effettivi oggetto della consegna al termine dell'anno 2002, in termini di procedure funzionanti in forma prototipale, di cartografie informatizzate e di sistemi di basi di dati.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior, 2 progettisti SW junior.

Fase 2: (mese 2)

Definizione degli schemi progettuali dei databases e precisazione dell'ambito spaziale di copertura degli stessi, a seguito di valutazioni effettuate con il DPC, i Servizi tecnici Nazionali ed i Servizi Regionali, tramite la Conferenza Stato-Regioni.

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 2 progettisti SW junior, 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

Fase 3: (mesi 3-8)

Svolgimento delle attività di omogeneizzazione delle basi di dati, di costruzione delle procedure informatiche, di definizione, scelta e applicazione delle metodiche di rappresentazione delle informazioni da codificare in forma di mappe.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior, 3 progettisti SW junior, 3 esperti sui contenuti dell'informazione.

Costo complessivo: 150000 €

3.9 **Proposta di progetto 9:** Prototipo di Atlante dei Corsi d'Acqua Italiani

Premessa

Com'è ormai acquisito, almeno nel nostro Paese, l'obiettivo delle azioni di protezione civile è non strutturale: obiettivo principale è quindi la salvaguardia dei residenti nelle aree a rischio di inondazione e frana e, solo quando possibile e nella misura del possibile appunto, la riduzione del danno.

Le azioni di salvaguardia da suggerire sono conseguenti alla definizione di scenari di evento. Uno scenario è una descrizione dei possibili effetti al suolo, sia in termini di inondazione che di innesco di frane, di una perturbazione atmosferica estrema, come osservata dagli strumenti e dai modelli operativi descritti in seguito, eventualmente corredata di una cartografia in scala di dettaglio locale e da un elenco dei residenti. Tra gli effetti al suolo debbono anche essere esaminati l'impatto sulle infrastrutture essenziali ed eventualmente sulle installazioni industriali che possono originare rischio per le persone e le cose.

L'obiettivo da perseguire nella fase attuale si riferisce essenzialmente al coordinamento, ed eventualmente l'adeguamento e la revisione, dell'attività di valutazione della pericolosità, della vulnerabilità, del danno atteso o dei diversi scenari di rischio idrogeologico, effettuato dagli organi competenti nelle diverse aree del Paese. Gli strumenti che consentono il raggiungimento di questo obiettivo e, nel contempo, incrementano le potenzialità conoscitive dirette da parte del Dipartimento di Protezione Civile sono:

- Un 'catalogo' informatizzato e geograficamente sintetizzato degli eventi straordinari di alluvione e di frana.
- Una procedura software per la previsione probabilistica delle piogge e delle piene sul territorio nazionale, che si appoggia e si integra con basi di dati delle precipitazioni estreme e delle piene oltre che con basi di dati di tipo morfologico, geologico e di uso del suolo.

In aggiunta a questi, è da sottolineare la necessità che un programma nazionale di mitigazione del rischio di alluvione si prefigga tra gli obiettivi fondamentali, già nella fase attuale, la realizzazione di un sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena.

L'idrologia degli eventi estremi presenta problematiche molto diverse, e quindi richiede metodologie e procedure a loro volta diverse a seconda dell'obiettivo dello studio, che schematicamente può essere ricondotto a tre tipi fondamentali:

- **analisi e simulazione degli eventi estremi**, a scopo conoscitivo, al fine di interpretare i fenomeni accaduti e di individuare le cause naturali ed antropiche;
- **previsione probabilistica delle precipitazioni e delle piene**, a scopo pianificatorio, di valutazione della pericolosità, del rischio atteso e degli effetti degli interventi;
- **previsioni in tempo reale delle precipitazioni e delle piene**, ai fini della gestione operativa dell'emergenza, nel corso dell'evento critico, con un approccio adattativo di aggiornamento in tempo reale dei parametri idrologici .

L'analisi a ritroso e la simulazione di un evento critico già verificatosi (**rapporto di evento**) è necessaria per interpretare la dinamica dell'evento, individuare le cause e definire in via preliminare la strategia complessiva degli interventi, strutturali e non, utili a mitigare gli effetti indesiderati dell'evento critico. Il Catalogo degli eventi straordinari tende a fornire in maniera riepilogativa il quadro delle condizioni meteo-idrologiche responsabili degli effetti catastrofici osservati, non limitandosi ad una perimetrazione e classificazione di questi ultimi. In questo modo è possibile fornire preziosi elementi conoscitivi alle procedure per la valutazione probabilistica delle piene estreme.

Allo scopo di utilizzare al massimo l'informazione disponibile a priori riguardo i processi idrologici che determinano le piene, ai metodi puramente empirici devono essere sostituiti perciò metodi fondati su una base fisica, che integrano la conoscenza di dati empirici con i dati fisici. Lo sviluppo delle conoscenze ha portato a un notevole miglioramento dei modelli meteo-idrologici, che ha suggerito un potenziamento del sistema di monitoraggio, attivando così un circolo "virtuoso".

I maggiori progressi si sono verificati soprattutto nei modelli meteorologici, la cui aumentata risoluzione ha permesso una vera e propria svolta nella conoscenza della dinamica atmosferica delle tempeste mediterranee e nell'identificazione delle strutture meteorologiche che le provocano.

Il rapido sviluppo della ricerca tecnologica ha determinato miglioramenti importanti, oltre che per i modelli meteorologici, anche per i modelli distribuiti della risposta idrologica di versante, atti a rappresentare in modo adeguato la complessità del sistema fisico di versante, nelle sue caratteristiche morfologiche, geologiche, pedologiche e idrologiche.

Tali modelli permettono di determinare l'evoluzione dello stato di saturazione delle coltri superficiali attraverso l'analisi dei processi di infiltrazione e di deflusso sotterraneo.

Nonostante i progressi della teoria dell'infiltrazione a livello puntuale e le numerose evidenze sperimentali dei processi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi di piena, la risposta idrologica a scala di versante non ha trovato ancora una rappresentazione teorica adeguatamente trasferibile sul piano operativo. Ciò si riflette nella inadeguatezza dei modelli deterministici afflussi-deflussi e nella necessità di proseguire lo sforzo di ricerca in questa direzione, anche avvalendosi di campagne straordinarie e temporanee di misura su bacini campione e sperimentali.

In tale contesto assume una notevole importanza il contenuto di informazione presente nel quadro climatico di un bacino idrografico, e la sua eventuale evoluzione, oltre che le caratteristiche fisiche (morfologia, geologia, uso del suolo, etc.).

Proposta progettuale

Un prodotto in parte accessorio alla proposta progettuale n.1, ma con validità indipendente, è un prototipo di Atlante dei Corsi d'Acqua Italiani, costituito tramite l'elaborazione di reticoli idrografici estratti dal modello digitale del terreno (DTM) del Servizio Geologico Nazionale (maglia 240 m ca.). Questo prototipo conterrà l'informazione geografica relativa alle caratteristiche dei bacini sottesi da tutte le stazioni idrometrografiche storiche del SIMN e dei più importanti bacini non contenenti sezioni di misura, con un margine di errore connaturato alle caratteristiche del DTM stesso. La configurazione di prototipo si riferisce al fatto che nel contempo si perfezionerà la fase di acquisizione ed omogeneizzazione degli strati informativi relativi alle reti di drenaggio naturali in formato vettoriale digitalizzate su cartografia 1:25000, disponibili presso alcune unità operative del GNDCl, presso regioni, autorità di bacino o altri enti pubblici in generale. Verranno inoltre effettuate applicazioni pilota su DTM a miglior risoluzione, onde valutare la fattibilità e l'onerosità di una base di dati territoriale nazionale a risoluzione più elevata di quella attualmente disponibile. Saranno disponibili procedure per la gestione del DTM utili a determinare retti idrografiche e parametri morfologici dei bacini sottesi da sezioni qualsiasi.

Attività previste e tempistica di attuazione

Fase 1: (mese 1)

Definizione, in forma esecutiva, dei contenuti effettivi oggetto della consegna al termine dell'anno 2002, in termini di dettaglio cartografico immediatamente attuabile e di procedure per la gestione dei DTM.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior.

Fase 2: (mese 2)

Acquisizione e di basi cartografiche per la validazione dei risultati delle procedure di estrazione dei reticoli idrografici. Progettazione del software di gestione.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior.

Fase 3: (mesi 3-7)

Svolgimento del progetto; scelta e applicazione delle metodiche di rappresentazione delle informazioni da codificare in forma di mappe.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 2 progettisti SW junior.

Fase 4: (mese 8)

Controllo ed eventuale aggiornamento/approfondimento della cartografia e del software, anche sulla base di indicazioni del DPC.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior.

Costo complessivo: 70000 Euro

3.10 **Proposta di progetto 10:** Progettazione di un database nazionale dei dati idrologici e climatologici.

Premessa

Com'è ormai acquisito, almeno nel nostro Paese, l'obiettivo delle azioni di protezione civile è non strutturale: obiettivo principale è quindi la salvaguardia dei residenti nelle aree a rischio di inondazione e frana e, solo quando possibile e nella misura del possibile appunto, la riduzione del danno.

Le azioni di salvaguardia da suggerire sono conseguenti alla definizione di scenari di evento. Uno scenario è una descrizione dei possibili effetti al suolo, sia in termini di inondazione che di innesco di frane, di una perturbazione atmosferica estrema, come osservata dagli strumenti e dai modelli operativi descritti in seguito, eventualmente corredata di una cartografia in scala di dettaglio locale e da un elenco dei residenti. Tra gli effetti al suolo debbono anche essere esaminati l'impatto sulle infrastrutture essenziali ed eventualmente sulle installazioni industriali che possono originare rischio per le persone e le cose.

L'obiettivo da perseguire nella fase attuale si riferisce essenzialmente al coordinamento, ed eventualmente l'adeguamento e la revisione, dell'attività di valutazione della pericolosità, della vulnerabilità, del danno atteso o dei diversi scenari di rischio idrogeologico, effettuato dagli organi competenti nelle diverse aree del Paese. Gli strumenti che consentono il raggiungimento di questo obiettivo e, nel contempo, incrementano le potenzialità conoscitive dirette da parte del Dipartimento di Protezione Civile sono:

- Un 'catalogo' informatizzato e geograficamente sintetizzato degli eventi straordinari di alluvione e di frana.
- Una procedura software per la previsione probabilistica delle piogge e delle piene sul territorio nazionale, che si appoggia e si integra con basi di dati delle precipitazioni estreme e delle piene oltre che con basi di dati di tipo morfologico, geologico e di uso del suolo.

In aggiunta a questi, è da sottolineare la necessità che un programma nazionale di mitigazione del rischio di alluvione si prefigga tra gli obiettivi fondamentali, già nella fase attuale, la realizzazione di un sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena.

L'idrologia degli eventi estremi presenta problematiche molto diverse, e quindi richiede metodologie e procedure a loro volta diverse a seconda dell'obiettivo dello studio, che schematicamente può essere ricondotto a tre tipi fondamentali:

- **analisi e simulazione degli eventi estremi**, a scopo conoscitivo, al fine di interpretare i fenomeni accaduti e di individuare le cause naturali ed antropiche;
- **previsione probabilistica delle precipitazioni e delle piene**, a scopo pianificatorio, di valutazione della pericolosità, del rischio atteso e degli effetti degli interventi;
- **previsioni in tempo reale delle precipitazioni e delle piene**, ai fini della gestione operativa dell'emergenza, nel corso dell'evento critico, con un approccio adattativo di aggiornamento in tempo reale dei parametri idrologici .

L'analisi a ritroso e la simulazione di un evento critico già verificatosi (**rapporto di evento**) è necessaria per interpretare la dinamica dell'evento, individuare le cause e definire in via preliminare la strategia complessiva degli interventi, strutturali e non, utili a mitigare gli effetti indesiderati dell'evento critico. Il Catalogo degli eventi straordinari tende a fornire in maniera riepilogativa il quadro delle condizioni meteo-idrologiche responsabili degli effetti catastrofici osservati, non limitandosi ad una perimetrazione e classificazione di questi ultimi. In questo modo è possibile fornire preziosi elementi conoscitivi alle procedure per la valutazione probabilistica delle piene estreme.

Allo scopo di utilizzare al massimo l'informazione disponibile a priori riguardo i processi idrologici che determinano le piene, ai metodi puramente empirici devono essere sostituiti perciò metodi fondati su una base fisica, che integrano la conoscenza di dati empirici con i dati fisici. Lo sviluppo delle conoscenze ha portato a un notevole miglioramento dei modelli meteo-idrologici, che ha suggerito un potenziamento del sistema di monitoraggio, attivando così un circolo "virtuoso".

I maggiori progressi si sono verificati soprattutto nei modelli meteorologici, la cui aumentata risoluzione ha permesso una vera e propria svolta nella conoscenza della dinamica atmosferica delle tempeste mediterranee e nell'identificazione delle strutture meteorologiche che le provocano.

Il rapido sviluppo della ricerca tecnologica ha determinato miglioramenti importanti, oltre che per i modelli meteorologici, anche per i modelli distribuiti della risposta idrologica di versante, atti a rappresentare in modo adeguato la complessità del sistema fisico di versante, nelle sue caratteristiche morfologiche, geologiche, pedologiche e idrologiche.

Tali modelli permettono di determinare l'evoluzione dello stato di saturazione delle coltri superficiali attraverso l'analisi dei processi di infiltrazione e di deflusso sotterraneo.

Nonostante i progressi della teoria dell'infiltrazione a livello puntuale e le numerose evidenze sperimentali dei processi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi di piena, la risposta idrologica a scala di versante non ha trovato ancora una rappresentazione teorica adeguatamente trasferibile sul piano operativo. Ciò si riflette nella inadeguatezza dei modelli deterministici afflussi-deflussi e nella necessità di proseguire lo sforzo di ricerca in questa direzione, anche avvalendosi di campagne straordinarie e temporanee di misura su bacini campione e sperimentali.

In tale contesto assume una notevole importanza il contenuto di informazione presente nel quadro climatico di un bacino idrografico, e la sua eventuale evoluzione, oltre che le caratteristiche fisiche (morfologia, geologia, uso del suolo, etc.).

Proposta progettuale

La disponibilità di dati sistematici di carattere climatico (sia sintetici sia estensivi, ad es. serie storiche complete a dettaglio almeno giornaliero) consentirà di definire i profili climatici dei bacini idrografici italiani. Entro la scadenza di 8 mesi verrà completata la progettazione del database, verranno fornite le specifiche di inserimento dei dati o di codifica di dati già digitalizzati. Verranno inoltre messi a punto per regioni campione delle procedure di classificazione climatica, approfondendo i collegamenti con le metodologie di valutazione del rischio di piena, di siccità e di instabilità delle coltri superficiali.

Condizionatamente alla partecipazione del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, si predisporranno le fasi di inserimento di basi di dati già esistenti, comprese quelle in possesso di Unità operative del GNDICI.

Attività previste e tempistica di attuazione

Fase 1: (mese 1)

Analisi dei contenuti dell'informazione e definizione, in forma esecutiva, dei contenuti effettivi oggetto della consegna. Progetto di massima del sistema di basi di dati.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior,

Fase 2: (mesi 2-5)

Progettazione definitiva del sistema di basi di dati. Definizione delle modalità di accesso e dei relativi criteri di protezione. Definizione delle problematiche di proprietà ed uso del dato. Definizione delle specifiche di accesso automatico da parte delle procedure per l'analisi climatica.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior

Fase 3: (mesi 6-8)

Costruzione di mappe climatiche delle regioni campione sulla base dei dati disponibili. Fase di test del database; creazione di maschere di accesso e di procedure pre-codificate di query per l'aggregazione e la selezione dei dati per gruppi.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior

Costo complessivo: 80000 Euro

3.11 **Proposta di progetto 11:** Linee guida per la valutazione del rischio idraulico connesso alle infrastrutture.

Premessa

La comprensione dell'interazione tra correnti di piena e manufatti in alvei fluviali costituisce uno dei temi cruciali ai fini della sicurezza delle infrastrutture di attraversamento. I dissesti ed i crolli subiti da numerosi ponti soprattutto nel corso dei recenti eventi alluvionali, hanno evidenziato la necessità di definire affidabili criteri di verifica dell'esposizione al rischio.

In generale, ai fini dell'identificazione del grado di esposizione al rischio idraulico e geologico di una infrastruttura di attraversamento occorrerebbe valutare:

- il rigurgito da essa provocato nei tratti a monte e, quindi, il rischio di sormonto e di inondazione;
- il rischio di cedimento delle strutture portanti a causa dei fenomeni di erosione localizzata e/o generalizzata considerando, altresì, i meccanismi di rottura del sistema terreno-fondazione;
- il pericolo di lesioni o distruzione dell'impalcato per effetto della spinta dinamica della corrente, amplificata dall'eventuale parziale o totale occlusione della sezione di passaggio dovuta al materiale flottante trasportato dalla corrente stessa;
- il pericolo degli effetti a valle dovuti ad un eventuale collasso delle strutture portanti;
- il pericolo di crollo totale o parziale del rilevato d'accesso, o della zona d'argine in immediata prossimità di questo;

il pericolo di instabilità delle sponde e dei versanti interessati dalle correnti di piena;

Proposta progettuale

In tale contesto, obiettivo specifico di questo progetto è la redazione di linee guida in grado di consentire l'identificazione e la conseguente descrizione delle operazioni necessarie alla valutazione della vulnerabilità idraulica di un attraversamento fluviale. Tutto ciò anche utilizzando le conoscenze maturate dalle Unità Operative del GNDICI nell'ambito di attività di laboratorio rivolte ai fenomeni di erosione localizzata ed ai fenomeni di sormonto, soprattutto nel caso di propensione all'ostruzione da parte dell'infrastruttura. Tali linee guida prenderanno in considerazione sostanzialmente le prime due delle sopraelencate tipologie di rischio che, peraltro, sono rappresentative di un'elevata casistica presente sul

territorio nazionale; esse andranno intese come traccia di base e, pertanto, suscettibile di opportune variazioni e/o integrazioni in funzione delle specificità insite nelle situazioni reali.

In particolare, sono attesi indirizzi ai fini dell'individuazione:

- tramite operazioni di georeferenziazione, di quei parametri, di natura essenzialmente geomorfologica, utili ai fini della identificazione della risposta idraulica dell'alveo su cui insiste l'infrastruttura di attraversamento;
- di modelli maggiormente affidabili per la previsione del rischio idraulico, essenzialmente tramite valutazione comparativa. In tale ambito, particolare attenzione verrà rivolta: (i) ai fenomeni di erosione localizzata nell'intorno delle opere costituenti le infrastrutture (opere di sostegno, di difesa ed accessori che impegnano l'alveo fluviale) tenendo altresì conto della tipologia delle strutture di fondazione (fondazioni dirette e non); (ii) ai fenomeni di erosione localizzata nei tratti di alveo a valle di quelle opere di attraversamento la cui geometria induce brusche accelerazioni della corrente; (iii) ai fenomeni di sormonto soprattutto quando indotti dalla parziale o totale ostruzione delle sezioni di passaggio;
- di opportuni indici di vulnerabilità che tengano altresì conto dei meccanismi di rottura del sistema terreno-fondazione.

Sono attesi, infine, indirizzi per interventi finalizzati all'adeguamento di quelle opere che non rispondono alle condizioni di sicurezza ed indirizzi per interventi di tipo non strutturale quali, ad esempio, la redazione di schede tecniche basate su indagini in sito.

In una successiva fase del progetto, la procedura verrà applicata ad un ambiente di riferimento specifico.

Attività previste e tempistica di attuazione

Fase 1: (mese 1)

Analisi dei contenuti dell'informazione e definizione, in forma esecutiva, dei contenuti effettivi oggetto della consegna. Progetto di massima di un sistema di basi di dati.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior.

Fase 2: (mesi 2-4)

Definizione dei casi di studio per l'applicazione dei modelli di erosione e di rischio idraulico in generale.
Definizione dei criteri di standardizzazione dell'informazione di base (parametri idraulici, geometria degli alvei, etc) per l'applicazione dei modelli.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW junior.

Fase 3: (mesi 5-8)

Applicazione dei modelli idraulici e redazione delle linee guida.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 Ingegnere senior, 1 progettista SW junior.

Costo complessivo: 50000 Euro

3.12 **Proposta di progetto 12:** Verifica e messa a punto di tecniche per il rilievo dell'evoluzione costiera

Premessa

Nell'ambito della valutazione del rischio di mareggiate è necessario –in analogia a quanto si fa per altri tipi di rischio su aree vaste – realizzare mappe di allagamento con determinate probabilità.

La protezione della fascia costiera e la pianificazione del suo sviluppo richiedono infatti la valutazione continua ed affidabile dei rischi derivanti dall'azione delle onde, sia in presenza di coste alte che di coste basse.

Uno strumento essenziale è in ogni caso è la produzione di mappe di rischio.

Diversa è la situazione per quello che riguarda la previsione dell'evoluzione della linea di costa; negli ultimi anni la ricerca internazionale ha rivolto una grande attenzione allo sviluppo di tecniche di modellistica matematica per la simulazione dell'erosione, ma queste tecniche sono ormai giunte ad un tale grado di perfezionamento che – almeno per quanto riguarda il trasporto lungo costa - il limite all'impiego operativo ai fini della Protezione Civile è dato principalmente dalle capacità tecnica ed operativa di raccogliere dati di calibrazione in quantità e qualità adeguata piuttosto che dalla completezza e robustezza del software.

L'obiettivo applicativo prioritario appare quindi ora quello dunque di sviluppare le metodologie per il rilievo in campo dei parametri morfologici e oceanografici del litorale. Non esiste – se non in qualche applicazione sperimentale di scarsa applicabilità - una metodologia che consenta di valutare in termini probabilistici la possibilità che una certa zona sia interessata all'erosione, poiché i dati storici disponibili non consentono normalmente di estrarre statistiche basate sull'osservazione del passato. Esiste invece la possibilità di ricavare informazioni di carattere deterministico sulla velocità di avanzamento o di arretramento della linea di costa sulla base di rilievi successivi di tale linea, e di integrare tali informazioni con analisi delle condizioni meteomarine geologiche e geomorfologiche della zona.

Proposta progettuale

Il progetto si propone di fornire indicazioni sulla possibilità di effettuare un monitoraggio su larga scala dell'evoluzione dei litorali attraverso l'utilizzo di sensori aerei e satellitari

Risultati attesi:

- Analisi della qualità di rilievi di Altimetria Laser e fotogrammetria da bassa quota per il rilievo della linea di costa e per la previsione dell'evoluzione dei litorali
- Analisi della qualità dei costi e dell'operatività relativi all'impiego di Lidar Bicolore per il rilievo della batimetria della spiaggia sommersa e per la previsione dell'evoluzione dei litorali, allo scopo di migliorare la capacità di previsione dell'erosione costiera.

Le vie possibili sono le seguenti:

- La fotogrammetria di dettaglio da quota più bassa, di quella usuale, con posizionamento estremamente preciso e con angoli di ripresa finalizzati ai problemi del rilievo della spiaggia e della costa: rientra in questo quadro la necessità di correggere attraverso misure e calcoli di simulazione l'errore dovuto al run-up
- L'impiego di sensori altimetrici Laser montati su aeromobile per il rilievo della spiaggia emersa e la determinazione della linea di costa
- L'impiego di sensori Lidar bicolore montati su aeromobile per la batimetria della spiaggia sommersa e la topografia di quella emersa -

Il costo e la complessità di quest'ultimo sensore ne preclude il suo impiego a tempi brevi; tuttavia, poiché il suo principale problema operativo riguarda la trasparenza dell'acqua, nel corso del primo anno del progetto si svolgeranno misure di trasparenza che verranno poi correlate con le condizioni meteorologiche. Si otterranno così indicazioni necessarie alla pianificazione delle missioni col Lidar.

Attività previste e tempistica di attuazione

Fase 1: (mese 1)

Analisi dei contenuti dell'informazione e definizione, in forma esecutiva, dei contenuti effettivi oggetto della consegna. Progetto di massima di un sistema di basi di dati.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 1 progettista SW senior.

Fase 2: (mesi 2-8)

Redazione di uno schema di linee guida ed applicazione di una metodica integrata di rilevamento ad un caso campione.

Risorse e investimenti: 1 esperto con compito di supervisione tecnica, 2 Ingegneri senior, 1 progettista SW junior .

Costo complessivo: 50000 Euro

3.13 **Proposta di progetto 13:** Sistemi per la mitigazione del rischio derivante da colate di fango e di detrito

Premessa

Il verificarsi negli ultimi anni di numerose e catastrofiche correnti detritiche, ha sollevato il problema della valutazione e mitigazione del rischio collegato a tali fenomeni. Maggiore interesse è stato quindi dedicato allo studio dei meccanismi di formazione propagazione e arresto delle correnti e alla funzionalità delle opere di difesa.

Scopo principale della presente proposta progettuale è quello di sviluppare ricerca scientifica applicata nell'ambito della individuazione e mitigazione del rischio connesso con i fenomeni di colata detritica.

Il primo obiettivo dello studio è lo sviluppo di un sistema di preannuncio basato sulla identificazione delle cause predisponenti l'insorgere del fenomeno.

Il secondo obiettivo è la predisposizione di opportuni strumenti per la simulazione della dinamica evolutiva delle correnti. In particolare per quanto riguarda la propagazione all'interno dei canali naturali o artificiali, lo spaiamento in corrispondenza dello sbocco dei canali sui conoidi, i fenomeni di deposizione e arresto e il comportamento in corrispondenza di ostruzioni, opere trasversali di difesa e vasche di deposito.

Prodotto finale della ricerca nel suo complesso è infine lo sviluppo di un "*modello di intervento*" che individui la tipologia e le caratteristiche degli interventi di mitigazione del rischio.

Proposta progettuale

La presente proposta progettuale si articola nei seguenti temi di ricerca:

- A) Modelli di formazione delle colate: fase di innesco (distacchi di massa del tipo Coulomb, per eccesso di pressioni neutre, per collassi di dighe di frana), fase di mobilitazione post collasso (liquefazione ed effetto valanga)
- B) Modello di propagazione (nei tratti incisi e sui conoidi): caratteristiche reologiche, amplificazione del volume di materiale coinvolto dalla corrente, segregazione della frazione solida, arresto.
- C) Interazioni con le infrastrutture in alveo, con le opere longitudinali, evoluzione morfologica a diversa scala temporale
- D) Modelli di intervento: *strutturale* (sui versanti, sui corsi d'acqua, sugli insediamenti a rischio) *non strutturale* (sistemi di allarme e regolamentazione del territorio)

Attività previste e tempistica di attuazione

Durata complessiva del progetto: mesi 24

Attività (0) Gestione del progetto e attività formative e di diffusione dei risultati

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Tempistica: Mese 1-24

Risorse e investimenti: 1 persona competente ed esperta sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività (1) Individuazione dei fattori predisponenti all'innescio dei fenomeni di colata

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche

Tempistica: Mese 1-3

Risorse e investimenti: 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività (2) Sviluppo di tecniche e procedure per valutare la suscettibilità all'innescio dei fenomeni di colata

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche

Tempistica: Mese 3-6

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior.

Attività (3) Predisposizione di uno strumento di preannuncio

Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche

Tempistica: Mese 6-12

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior.

- Attività (4)* Indagini sperimentali per la caratterizzazione del comportamento costitutivo dei miscugli di origine naturale
- Prodotti: quantificazione dei parametri di resistenza, documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche
- Tempistica: Mese 1-6
- Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.
- Attività (5)* Indagini sperimentali sui processi di erosione e di sedimentazione della frazione solida
- Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche
- Tempistica: Mese 1-6
- Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.
- Attività (6)* Simulazione della propagazione e amplificazione delle correnti nei tratti incisi
- Prodotti: codice di calcolo, documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche
- Tempistica: Mese 6-18
- Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.
- Attività (7)* Evoluzione morfologica degli alvei ed effetti delle opere di stabilizzazione del fondo
- Prodotti: documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche
- Tempistica: Mese 18-21
- Risorse e investimenti: 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

- Attività (8)* Simulazione della propagazione e deposizione delle correnti non confinate lateralmente
- Prodotti: codice di calcolo, documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche
- Tempistica: Mese 6-18
- Risorse e investimenti: 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.
- Attività (9)* Mappatura del rischio e predisposizione di criteri di regolamentazione del territorio
- Prodotti: documentazione tecnica, linee guida per gli interventi di tipo non strutturale
- Tempistica: Mese 18-21
- Risorse e investimenti: 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.
- Attività (10)* Valutazione degli schemi di funzionamento delle vasche di deposito con e senza segregazione della frazione solida
- Prodotti: codice di calcolo, documentazione tecnica, pubblicazioni scientifiche
- Tempistica: Mese 18-21
- Risorse e investimenti: 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.
- Attività (11)* Predisposizione di una scheda valutativa degli interventi di tipo strutturale
- Prodotti: documentazione tecnica, linee guida per gli interventi di tipo strutturale
- Tempistica: Mese 21-24
- Risorse e investimenti: 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Impegno economico

	Descrizione	Mesi	Unità	Durata	€
1	Gestione del progetto e attività formative e di diffusione dei risultati	1-24	2	24	96000
2	Individuazione dei fattori predisponenti all'innescio dei fenomeni di colata	1-3	2	3	12000
3	Sviluppo di tecniche e procedure per valutare la suscettibilità all'innescio dei fenomeni di colata	3-6	2	3	12000
4	Predisposizione di uno strumento di preannuncio	6-12	2	6	24000
5	Indagini sperimentali per la caratterizzazione del comportamento costitutivo dei miscugli di origine naturale	1-6	3	6	33000
6	Indagini sperimentali sui processi di erosione e di sedimentazione della frazione solida	1-6	3	6	33000
7	Simulazione della propagazione e amplificazione delle correnti nei tratti incisi	6-18	3	12	66000
8	Evoluzione morfologica degli alvei ed effetti delle opere di stabilizzazione del fondo	18-21	2	3	12000
9	Simulazione della propagazione e deposizione delle correnti non confinate lateralmente	6-18	3	12	66000
10	Mappatura del rischio e predisposizione di criteri di regolamentazione del territorio	18-21	2	3	12000
11	Valutazione degli schemi di funzionamento delle vasche di deposito con e senza segregazione della frazione solida	18-21	2	3	12000

SCHEDA 13

12	Predisposizione di una scheda valutativa degli interventi di tipo strutturale	21-24	2	3	12000
TOTALE					390000

3.14 **Proposta di progetto 14:** Definizione di un sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena. Realizzazione di un prototipo operativo di modello di previsione su un bacino di interesse.

Premessa

I sistemi strutturali di difesa dalle piene sono progettati e realizzati per un periodo di ritorno che viene scelto in relazione all'entità del danno provocato dalle piene superiori a quelle di progetto. A causa del carattere aleatorio del fenomeno, gli insediamenti civili e produttivi nelle fasce fluviali sono sottoposti a un rischio residuo che comunque non può azzerarsi. È necessario pertanto predisporre un sistema di gestione operativa delle emergenze, basato sulle attività di monitoraggio e previsione in tempo reale delle piene. L'Italia, in questo settore, è ancora molto indietro rispetto ad altri paesi di analogo livello economico-industriale, nei quali i **sistemi di preallerta e preannuncio** sono una realtà da diversi anni. Il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) e in qualche caso i Servizi Regionali si stanno dotando di reti in telemisura di stazioni automatiche per il rilevamento e la tele trasmissione di dati idropluviometrici. Tali reti assumono attualmente il compito di pura sorveglianza, mentre manca quasi totalmente la finalizzazione al preannuncio degli eventi.

Un **programma nazionale di mitigazione del rischio di alluvione** deve avere, come uno degli obiettivi fondamentali della fase attuale, la realizzazione di un **sistema nazionale distribuito di preannuncio degli eventi di piena**. Questa consapevolezza ha prodotto la necessità di costruire un **sistema di Centri Funzionali**, ai quali affidare su base locale, ma con metodologie condivise su base nazionale, le previsioni quantitative di piena in tempo reale. In tal caso, una volta che precursori basati su rilevazioni remote abbiano innescato la prima fase di allarme, occorre fare riferimento a modelli idrologici di simulazione, aggiornati in corso di evento con osservazioni dirette dei campi di pioggia e dei livelli idrici lungo la rete idrografica: questi passaggi costituiscono il presupposto fondamentale di un efficiente sistema di allarme.

A tale fine è bene chiarire che un sistema di preannuncio di piena è formato dai tre sottosistemi, come indicato in fig. 1, (i) di monitoraggio, (ii) di previsione e (iii) decisionale. Lo scopo principale della presente proposta progettuale è quello di sviluppare ricerca scientifica applicata nei temi propri delle attività previsionali dei Centri Funzionali: quindi, lo studio sarà rivolto a tutti e tre i sottosistemi, il cui progetto va comunque affrontato in un'ottica unitaria, considerando cioè il sistema di preannuncio nel suo complesso, ma con particolare riguardo al modulo di previsione vero e proprio.

Nel seguito si presenta una proposta progettuale articolata in diverse fasi, i cui prodotti intermedi sono principalmente identificabili come documentazione tecnica, mentre il prodotto finale della ricerca nel suo complesso è l'ottimizzazione, mirata a scala di singolo bacino idrografico, del sistema previsionale nel suo complesso e delle singole componenti la catena previsionale operativa di ciascun Centro Funzionale.

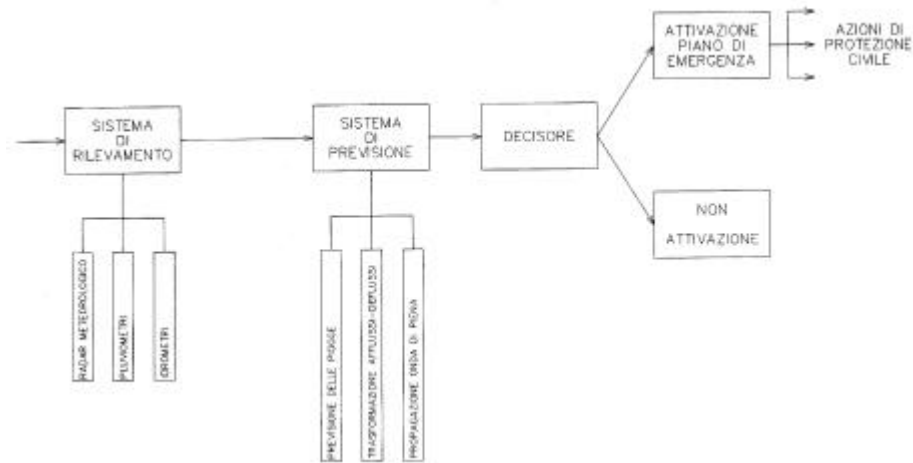


Fig. 1: Struttura di un sistema di preannuncio (da Natale e Saltalippi, 1998)

Proposta progettuale

La durata di anticipo delle previsioni deve essere scelta in modo da raggiungere un buon compromesso tra l'accuratezza delle previsioni e la necessità di disporre di un tempo adeguato per la gestione operativa. Si ritiene generalmente che il tempo di anticipo delle previsioni, richiesto per l'organizzazione di interventi di protezione civile in emergenza, sia almeno di 12 ore per segnali di allerta alle strutture operative di protezione civile, e di almeno 6-8 ore per segnali di allarme per le popolazioni a rischio.

Per grandi bacini (maggiori di 10000 kmq) il sistema di previsione può consistere anche di un semplice modello di propagazione in alveo basato sui rilievi idrometrici in sezioni opportunamente scelte dell'asta principale e, eventualmente, dei maggiori affluenti. Al diminuire delle dimensioni dei bacini, e quindi del tempo di risposta, il modello di piena dovrà anche incorporare un modello di trasformazione afflussi-deflussi, che fa riferimento alle misure dei telepluviometri. Per piccoli bacini (inferiori a 2000-3000 kmq), con tempi di risposta molto brevi, si possono aumentare i tempi di preannuncio ricorrendo a un modello di previsione delle precipitazioni in tempo reale.

A tal fine, nell'ambito della ricerca proposta, sarà approfondita tutta la modellistica che affronta la trasformazione delle precipitazioni in deflussi fluviali, con collegamenti ad altri settori di ricerca, in un'ottica multidisciplinare che favorisca il travaso di conoscenze all'interno della comunità scientifica.

La linea che si propone per il preannuncio, però, è orientata verso una soluzione del problema che sia al tempo stesso rigorosa e trasferibile al mondo tecnico, e perciò di agevole applicabilità e, soprattutto, robusta. La robustezza e l'applicabilità si ottengono con modelli parsimoniosi in termini di parametri, requisiti sicuramente soddisfatti con l'utilizzo di metodi stocastici. La metodologia che si intende seguire sarà basata su un approccio di tipo bayesiano, sia al problema di previsione sia al problema di decisione, secondo quello che, al momento, sembra essere l'approccio scientificamente più rigoroso e avanzato. L'approccio bayesiano fornisce in modo teorico, mediante passaggi analitici o ricorsioni numeriche, una caratterizzazione probabilistica del previsore e del decisore basata sulle conoscenze *a priori* disponibili e sui dati acquisiti *a posteriori*, nell'ambito di una procedura adattativa che risulta particolarmente flessibile e affidabile.

La procedura sarà poi applicata a un bacino campione, per il quale si affronterà il progetto e la predisposizione di un'adeguata rete di monitoraggio e di un sistema di previsione, valutando le prestazioni del sistema di preannuncio e le modifiche necessarie a renderlo sempre più funzionale.

Attività previste e tempistica di attuazione

Durata complessiva del progetto: mesi 24

Attività 0: Gestione del progetto e attività formative e di diffusione dei risultati

- Gestione amministrativa del progetto
- Rapporti sullo stato di avanzamento
- Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate
- Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento
- Organizzazione del collaudo operativo con i centri di protezione civile interessati al caso prototipo
- Integrazione dell'attività con i gruppi di lavoro che collaborano con il progetto Meteo-idrologico

Tempistica: Mese 1-24

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 1 persona competente ed esperta sugli argomenti del progetto, 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività 1: Individuazione dei bacini campione, raccolta dei dati geomorfologici e idrologici utili alla costruzione del modello.

- Scelta dei bacini campione.

Saranno individuati alcuni bacini campione che soddisfino i seguenti requisiti: dimensioni medio-grandi ($>2000 \text{ Km}^2$, tempo di ritardo dell'ordine di $9 \div 12$ ore), caratteristiche geologiche e climatiche tipiche delle regioni mediterranee, presenza di una quantità sufficiente di dati storici.

- Raccolta dati.

Si raccoglieranno tutti i dati di precipitazione, portata, temperatura e umidità del suolo disponibili, facendo riferimento principalmente al Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. Ci si avvarrà della collaborazione di geologi per l'analisi delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini.

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione tecnica e data-base collegato ad un sistema informativo territoriale (GIS-PrePI)

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 1 esperto sui contenuti dell'informazione; acquisizione HW e SW per permettere la realizzazione del progetto

Attività 2: Costruzione del modello di previsione e implementazione di software dedicato.

- Approccio alla previsione.

Il modello di previsione sarà basato su rilevamenti idrometrici e pluviometrici, mediante l'utilizzo di modelli di propagazione in alveo delle portate misurate a monte e modelli idrologici di trasformazione afflussi-deflussi nei sottobacini.

La relazione fra precipitazioni piovose e portate fluviali viene considerata variabile nel tempo in funzione dello stato del sistema, che può essere messo in relazione con variabili che dipendono in modo più o meno diretto dal contenuto di umidità del suolo. Lo stato del sistema non è, per sua natura, osservabile, ma può essere stimato ricorrendo a procedure statistiche (modelli state-space, filtro di Kalman). La non linearità della trasformazione delle precipitazioni in portate può essere catturata attraverso l'impiego di modelli soglia, nei quali il passaggio da un regime ad un altro è determinato dai valori delle variabili di stato. Chiaramente, la struttura di tale relazione varierà in funzione delle caratteristiche del bacino.

- Calibrazione del modello.

L'identificazione e calibrazione del modello di previsione vengono inizialmente effettuate sulla scorta dei dati storici disponibili, e perfezionate man mano che si rendono disponibili nuove osservazioni. Nel progetto della rete di monitoraggio si dovrà fin dall'inizio tener conto della necessità di produrre un flusso di dati idoneo, sia come quantità sia come tipo di dati, alla costruzione e taratura del modello di previsione. È chiaro fin da ora che la rete utilizzata per la calibrazione non coinciderà necessariamente con la rete utilizzata durante la gestione operativa del sistema, che rispetto alla prima sarà, verosimilmente, più snella.

- Implementazione dell'applicazione.

Tempistica: Mese 3-12

Prodotti: documentazione tecnica e cartografie degli elementi di base e derivati (unità idrologiche fondamentali, per sottobacini, carta stagionale dello stato probabile del sistema, carta dei tempi di risposta del sistema)

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 4 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 3: Verifica delle prestazioni del modello e ristrutturazione della rete di monitoraggio.

- Impatto della rete di monitoraggio sull'incertezza delle previsioni.

Il sistema di previsione produce stime affette da un'incertezza che è il risultato di diverse fonti. All'incertezza propriamente legata all'approssimazione della realtà operata dal modello di previsione, eliminabile solo attraverso una riformulazione dello stesso, si sommano diverse incertezze, tutte in qualche modo legate al progetto e al funzionamento della rete di monitoraggio.

Il modello di previsione può generare degli errori dovuti a un input di dati insufficiente, sia come quantità sia come qualità. Questa incertezza è collegata al progetto della rete di monitoraggio per la fase di esercizio. Il modello può anche generare degli errori a causa di una calibrazione non ottimale: in pratica, l'incertezza sulla stima dei parametri si propaga producendo incertezza sulle stime del modello. Per migliorare la calibrazione bisogna intervenire sulle tecniche di stima dei parametri e sui dati impiegati, quindi sul progetto della rete di monitoraggio utilizzata per la taratura.

Un aspetto spesso trascurato, ma che può diventare decisivo in fase di emergenza, è il corretto funzionamento “meccanico” dei sensori della rete. L'affidabilità meccanica della rete di misura, durante la gestione operativa del sistema, ha a sua volta una ripercussione sulle prestazioni del modello di preannuncio in termini di incertezza, ed è un aspetto che va tenuto nella debita considerazione in fase di progetto della rete.

- Aggiornamento della rete di monitoraggio sulla base delle prestazioni del previsore.

Da quanto detto sopra appare chiara la stretta interconnessione fra il sistema di previsione e la rete di monitoraggio sulla quale esso si basa. È impensabile, perciò, progettare i due sottosistemi separatamente. Il progetto va affrontato in un'ottica di miglioramento continuo, iterativo, di entrambi i sottosistemi, utilizzando le prestazioni del previsore come feedback per l'aggiornamento della rete di monitoraggio.

Tempistica: Mese 9-22

Prodotti: documentazione tecnica relativa alle **schede relative ai casi di studio** con risultati in termini di:

- sistema di rilevamento, organizzato in forma gerarchica
- mappa dello stato probabile del sistema e dei tempi di preannuncio
- modello o sistema di previsione
- modello di decisione
- *back analysis* statistica delle *performances* del sistema

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 4 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 4: Costruzione del modello di decisione e verifica del sistema di preannuncio sul bacino campione.

- Messa in esercizio provvisorio del sistema: verifica delle prestazioni globali.
- Modalità d'integrazione finale del sistema in una struttura di protezione civile.

Tempistica: Mese 1-24

Prodotti: documentazione tecnica relativa alle **schede relative ai casi di studio** con risultati in termini di:

- sistema di rilevamento, organizzato in forma gerarchica
- mappa dello stato probabile del sistema e dei tempi di preannuncio
- modello o sistema di previsione
- modello di decisione
- *back analysis* statistica delle *performances* del sistema

Risorse e investimenti: 1 progettista SW senior, 1 progettista SW junior, 4 esperti sui contenuti dell'informazione, 1 specialista in formazione e diffusione dei risultati.

Impegno economico

Attività 0	n. unita'	mesi	costo lordo	Totale €
			per mese €	
segreteria	1	24	1500	36000

SCHEDA 14

esperto contenuti	1	24	2500	60000
-------------------	---	----	------	-------

Attività 1

senior sw	1	8	2500	20000
-----------	---	---	------	-------

junior sw	1	8	1500	12000
-----------	---	---	------	-------

esperto contenuti	1	8	2500	20000
-------------------	---	---	------	-------

Attività 2

senior sw	1	9	2500	22500
-----------	---	---	------	-------

junior sw	1	9	1500	13500
-----------	---	---	------	-------

esperto contenuti	4	9	2500	90000
-------------------	---	---	------	-------

Attività 3

senior sw	1	4	2500	10000
-----------	---	---	------	-------

junior sw	1	4	1500	6000
-----------	---	---	------	------

esperto contenuti	4	4	2500	40000
-------------------	---	---	------	-------

Attività 4

senior sw	1	11	2500	27500
-----------	---	----	------	-------

junior sw	1	11	1500	16500
-----------	---	----	------	-------

esperto contenuti	4	11	2500	110000
-------------------	---	----	------	--------

specialista formazione	1	11	2500	27500
------------------------	---	----	------	-------

totale costi	511500
--------------	--------

personale

3.15 **Proposta di progetto 15:** Vulnerabilità, Rischio D'inquinamento delle acque sotterranee e situazioni d'impatto

Premessa

Il Progetto Previsione del **Rischio d'Inquinamento delle Acque Sotterranee** rappresenta l'ultima evoluzione dell'originario Progetto VAZAR, con il quale la Linea di Ricerca ha debuttato nel 1985, e che riassumeva tutte le attività specifiche della Linea 4: la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, la delineazione delle aree di salvaguardia delle captazioni, la progettazione e la gestione del monitoraggio degli acquiferi, la qualità delle risorse, ecc. Vale la pena, in fase di presentazione, ricordare per sommi capi l'evoluzione di questo progetto.

1985 – Si mette a punto l'organigramma: tra le 21 UU.OO. universitarie e CNR vi sono anche Regioni e Provincie;

1986 – Debutto del Progetto: preparazione di un **Libro Bianco** sull'importanza della previsione e della prevenzione dell'inquinamento e sui mezzi per realizzare tale *target* (Carte della vulnerabilità degli acquiferi, delineazione delle aree di salvaguardia delle captazioni);

1988 – Istituzione di diverse Commissioni tecniche per i regolamenti e le specifiche dell'articolo 8 del **DPR 386/88**: partecipazione massiccia dei ricercatori della LR 4 GNDICI;

1990 – Presentazione al Ministro dell'Ambiente di un **regolamento per la delineazione delle aree di salvaguardia** delle captazioni⁴;

1990 – 1° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (Marano sul Panaro): si presentano nuove metodologie per la valutazione della vulnerabilità intrinseca e si fa il punto sulle aree – campione coperte⁵;

1995 – 2° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (Nonantola): si presentano nuove metodologie per la **valutazione della qualità di base** delle acque sotterranee e si constata il grado di copertura delle aree – campione con Carte di vulnerabilità ($\approx 65.000 \text{ km}^2$) e si manifestano le prime idee per una ricerca sul **rischio d'inquinamento** delle RIS; un primo contributo di sperimentazione è presentato in campo internazionale nel 1997 (S. Diego);

1999 – I ricercatori della Linea contribuiscono sostanzialmente alla messa a punto di diversi allegati tecnici del DLgs 152/99 (Tutela delle Acque dall'inquinamento): nel corpo del DLgs si fa riferimento esplicito ai metodi messi a punto dalla LR 4 GNDICI;

⁴ Questo testo, dopo alterne vicissitudini, giace ancora inapplicato, generando non pochi problemi di prevenzione degli inquinamenti delle acque destinate al consumo umano.

⁵ 40.000 km^2 coperti su 190.000 considerati a rischio nel nostro Paese.

2000 – 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (Parma): Le UU.OO., anche in collaborazione con alcune Regioni e Provincie, hanno coperto 135.000 km² con Carte della vulnerabilità; viene presentata un'ulteriore evoluzione delle proposte metodologiche per la valutazione del rischio d'inquinamento;

2002 – Sono presentate dall'ANPA le Linee-guida nazionali per la redazione e l'uso delle Carte della Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, interamente basate sui metodi messi a punto nel quadro di RIAS e redatte da due UU.OO. della Linea 4.

L'obiettivo innovativo di RIAS consiste nel definire un potenziale di **rischio d'inquinamento delle acque sotterranee** territorializzato che, concettualmente, viene estrinsecato dall'espressione:

$$R = H \cdot V_{u_{SAR}} \cdot V_{a_{SAR}}$$

nella quale R rappresenta il rischio, H la pericolosità teorica di un evento inquinante⁶, $V_{u_{SAR}}$ la vulnerabilità della fonte d'approvvigionamento e $V_{a_{SAR}}$ il suo valore socioeconomico.

Dato un determinato intorno territoriale, i confini del quale sono definiti geomorfologicamente ma anche soltanto amministrativamente, insistono su tale superficie **n** fonti potenziali di inquinamento puntuali (centri di pericolo – CDP) e/o diffuse (fonti diffuse di pericolo – FDP). Nello stesso contesto territoriale, sussistono **s** soggetti a rischio (SAR), generalmente identificati con le fonti di approvvigionamento di acque destinate al consumo umano, concetto da estendere più correttamente all'intero corpo idrico sotterraneo che viene utilizzato. Ogni SAR (pozzo, sorgente) o/e l'acquifero che l'alimenta ha un suo valore socioeconomico che è definito dalla qualità di base delle acque sotterranee, dal numero di abitanti equivalenti (AE) che se ne giovano, dall'esistenza di fonti alternative da utilizzare in tempo reale in caso d'inquinamento, ecc. RIAS raccoglie e georeferenzia le informazioni relative:

- alla **vulnerabilità** intrinseca degli acquiferi all'inquinamento, alla **tipologia delle fonti potenziali** d'inquinamento, alla **posizione dei soggetti a rischio** ed al **campo di moto** degli acquiferi;
- alla **pericolosità** (intesa come pericolo su un tempo di esposizione molto lungo) delle diverse fonti inquinanti, al grado di esposizione dei soggetti a rischio d'inquinamento in funzione delle eventuali salvaguardie esistenti;

⁶ Non è pensabile, allo stato dell'arte, poter disporre di dati di frequenza e magnitudo di eventi che procedono nel sottosuolo, in particolare quando sussistono numerose fonti di possibile inquinamento in superficie.

- al **valore della risorsa** in funzione della sua consistenza e qualità di base ma anche del valore socioeconomico di essa.

Per quanto riguarda la valutazione del rischio d'inquinamento *territorializzato*, non esiste alcun precedente al livello scientifico e applicativo nel panorama mondiale. I principi generali sono stati enunciati dall'UNESCO, da alcuni AA. americani e dall'USEPA⁷, sempre in via del tutto teorica o applicabile a siti inquinati o da adibire all'insediamento di impianti pericolosi (*Site Alalysis*⁸ o/e *Site Evaluation*). Una linea - guida, proposta nell'ambito del Convegno di Nonantola della LR 4 (1995), ha stimolato alcune UU.OO. a cercarne la messa in pratica utilizzando estensivamente le nuove tecnologie basate sui *sistemi informativi territoriali* (GIS) di ultima generazione. Un primo lavoro di notevole spessore⁹, con applicazione ad alcuni Comuni della Val Tanaro alluvionata, è stato presentato al Convegno Mondiale ESRI sui GIS a S. Diego. La metodologia utilizzata è, di fatto, un *collage* di metodi già sperimentati: La *vulnerabilità integrata* degli acquiferi utilizza SINTACS e la caratterizzazione dei CDP/FDP sistematizzata dalla Legenda Unificata delle Carte di Vulnerabilità¹⁰. Il grado di esposizione dei SAR deriva dalle esperienze maturate in rapporto alla delineazione delle *aree di salvaguardia* delle captazioni. Il valore della risorsa viene stimato sulla base dell'apposita metodologia di valutazione della *qualità di base delle RIS* messa a punto in ambito CNR/IRSA e GNDCI¹¹. Successivamente (2000) e con il concorso dell'UU.OO. dell'ARPA Emilia-Romagna, è stata messa a punto una tabella¹² che assegna un *rating* alle attività impattanti che fornisce una soluzione al problema della valutazione della

⁷ Si fa riferimento alla metodologia HRS, adottata per legge negli Stati Uniti, per le valutazioni relative ai siti inquinati del Programma CERCLA.

⁸ Un quadro metodologico ed applicativo si può leggere in Civita M, Musto C. & Poggio P. (1998) - L'analisi di sito: strumento operativo nei piani di bonifica di aree inquinate".GEAM, 25, 2-3, p. 153-169.

⁹ Civita M., De Maio M. (1997) - *Assessing groundwater contamination risk using ARC/INFO via GRID function*. Proc. ESRI User Conference. S. Diego (California). July 8-11 1997. (su CD-ROM).
, 325 pp. (Pubbl. GNDCI-CNR n.1010).

¹⁰ Civita M. (1994) – *Le Carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: teoria e pratica*. Pitagora Edit., Bologna, 325 pp. (Pubbl. GNDCI-CNR n.1010).

¹¹ Civita M., Dal Prà A., Francani V., Giuliano G., Olivero G., Pellegrini M., Zavatti A. (1993) - *Proposta di classificazione sintetica e mappatura della qualità di base delle acque sotterranee*. Inquinamento, 35, 12, p. 8-17.

¹² Si veda Civita (2000) – *Dalla Vulnerabilità al Rischio d'Inquinamento*. Atti 3° Conv. Naz. Protez. e Gest Acque Sott., Parma, 3, pp.61-76.

pericolosità nel calcolo del rischio. Questa metodologia, presentata in campo internazionale, ha ricevuto sostanziosi riconoscimenti e viene applicata in molti Paesi europei.

Proposta progettuale

RIAS è un progetto che, necessariamente, può svolgersi solo a medio termine, dunque è riferibile soltanto a tutto il triennio 2002-2004. Esso prevede attività di campagna, sia pure su aree campione, per i rilevamenti, i censimenti, le misure, le prove idrodinamiche, le analisi chimiche e quant'altro occorre per formare la base – dati necessaria alle elaborazioni. Questa fase progettuale, d'altra parte, deve essere considerata come **attività di supporto alla Protezione Civile**, in quanto si traduce in prodotti immediatamente utilizzabili (Carte della Vulnerabilità, ubicazione dei SAR, dei CDP/FDP, campi di moto degli acquiferi, ecc.).

La fase progettuale seguente consiste nella costruzione ed implementazione di un GIS dedicato, con interfacce grafiche di facile utilizzo specie in situazione di emergenza, che utilizzino a pieno le potenzialità di analisi e costruzione di scenari dinamici del GIS, sfruttando le funzioni di *overlay topologico*, di *buffering*, di *analisi di rete*, utilizzando operatori raster (GRID, Spatial Analyst), ma anche tridimensionali (TIN) e vettoriali.

I risultati che RIAS si prefigge nel triennio sono, dunque, incentrati **sul perfezionamento e sull'applicazione estensiva della valutazione del rischio e delle sue componenti**. Le premesse, per altro sono più che incoraggianti, dal momento che, per molte aree italiane, esistono in tutto o in parte gli studi di base necessari e sufficienti.

Dopo alcune valide esperienze di valutazione effettuate nel recente passato nel quadro della LR 4, il P.S. RIAS dovrà impegnare alcune delle UU.OO. afferenti nel difficile settore della previsione e prevenzione del rischio di degrado quantitativo delle risorse idriche sotterranee.

Non si tratterà soltanto di studiare e valutare le situazioni di **sovrasfruttamento degli acquiferi** e le loro conseguenze (crisi idrica, depauperamento qualitativo delle RIS, fenomeni di rischio derivato come la **subsidenza**) ma anche le conseguenze di politiche sbagliate che, nel recente passato e ancora oggi, portano conseguenze inattese e problematiche. Ci si riferisce **alla risalita dei livelli degli acquiferi soggiacenti** il territorio di alcune grandi Città (p.e. Milano, Torino) o al degrado qualitativo delle RIS di vaste aree a seguito dello scavo di trafori e grandi opere in sotterraneo.

Si sono palesati, infine, tutta una serie di problematiche specifiche inerenti il **rischio per la salute** dei fruitori d'alimentazione idrica dalle acque sotterranee:

- forte incremento dell'inquinamento da **nitrati**, pesticidi, diserbanti in vaste aree del Paese¹³;
- incremento del contenuto in **arsenico** nelle acque sotterranee di alcune zone della Pianura Padana;
- concentrazioni anomale di **Al monomero** nelle acque sotterranee e correlazione con la numerosità di casi di *Alzheimer*.

Attività previste e tempistica di attuazione

Da quanto si è detto, si desidera porre l'accento sul fatto che le attività di questo progetto saranno svolte in parallelo e non in serie, trattandosi di un progetto corale al quale parteciperanno numerose UU.OO. della Linea, ognuna, però, sviluppando l'attività di progetto congruente con le situazioni territoriali nelle quali opera.

- ➔ *Attività A – Redazione delle Carte della Vulnerabilità degli acquiferi (intrinseca e integrata) in aree campione, con priorità per quelle zone del Paese non ancora prese in considerazione.*
- ➔ *Attività B – Perfezionamento delle metodologie di valutazione territorializzata del rischio d'inquinamento globale, con applicazione ad aree – campione distribuite sul territorio nazionale, con particolare riguardo all'impatto dell'agricoltura a forte supporto chimico;*
- ➔ *Attività C – Collaborazione con le Regioni, con le Provincie e le Autorità di Bacino interessate alla copertura del loro territorio con valutazioni e cartografie automatizzate della vulnerabilità e del rischio d'inquinamento delle RIS, anche in forza di quanto previsto ed indicato dal DLgs 152/99 e successivi. Attualmente, tale collaborazione è già impostata per diversi Enti territoriali del nord, delle Marche, della Campania, Sicilia e Sardegna ed è imperniata, innanzi tutto, sulla condivisione delle procedure di raccolta dati e d'elaborazione, con riferimento alle Linee Guida ANPA;*

¹³ Tali diffuse situazioni di rischio hanno portato all'emanazione di uno specifico DLgs (152/99 e successiva integrazione con il DLgs 258/2000).

- ➔ *Attività D – Valutazione del rischio di crisi idrica dovuta a progressivo degrado quantitativo delle RIS, al progressivo insalimento lungo le coste, all’impatto di grandi scavi in sotterraneo e a forti trasformazioni territoriali e ambientali a seguito di un modello di sviluppo insostenibile;*
- ➔ *Attività E – Valutazione del rischio per la salute della popolazione, a seguito di contenuti, naturali ma anomali, di sostanze indesiderabili o/e dannose nelle RIS destinate al consumo umano;*
- ➔ *Attività F – Studio delle problematiche collegate all’uso ed al disuso delle acque sotterranee nel sottosuolo di grandi centri urbani (sovralzamento delle falde, subsidenza).*

Oneri e costi

Allo stato attuale, non è possibile quantificare nel dettaglio le diverse voci di spesa. Da un calcolo preliminare e dunque soggetto a revisione si può esporre un costo dell’ordine di € 200.000 per ciascun anno, comprendente anche gli oneri di digitalizzazione, informatizzazione e stampa a continuo aggiornamento del progetto straordinario esposto in altra parte di questo rapporto.

3.16 **Proposta di progetto 16:** Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative¹⁴

Premessa

Il progetto ISRA (Identificazione e Sviluppo delle Risorse idriche Alternative) rappresenta lo sviluppo naturale del Progetto RISE (Risorse Idriche Sostitutive e di Emergenza), in origine strutturato come un naturale completamento del Progetto VAZAR, nel quale per la prima volta si affrontava il problema delle *zone di riserva*, aree nelle quali il patrimonio idrico sotterraneo deve essere vincolato e protetto in vista di fabbisogni futuri o estemporanei quale risorsa strategica destinata a fornire acqua per il consumo umano nelle contingenze sfavorevoli o in presenza di una crisi di approvvigionamento dovute a condizioni di inquinamenti e siccità.

La definizione e il ricorso alle risorse idriche sotterranee, alternative a quelle attualmente in uso, compromesse per l'inquinamento o per l'eccessivo sfruttamento, o di integrazione per le altre risorse, dovrebbero essere riguardati in termini di bilancio delle risorse idriche integrate, in un'ottica di gestione razionale, considerando le loro quantità e qualità compatibili per i diversi usi, anche quando si debba operare in situazioni di emergenza.

L'esperienza acquisita in molti paesi insegna, infatti, che non è più possibile procedere con piani di settore scoordinati né, in ultima analisi, gestire le risorse idriche per parti indipendenti, considerato che le acque sotterranee sono indissolubilmente legate alle acque di superficie e del suolo, oltre che del mare e dell'atmosfera. Come avviene per le acque superficiali, la qualità delle acque varia da luogo a luogo e localmente può evolversi nel tempo, il che determina limiti di uso anche in funzione del modo con il quale esse vengono captate. Ciò avviene, in particolare, per gli acquiferi costieri, esposti a contaminazione per intrusione di acque marine. Tale processo può avvenire semplicemente, come più spesso avviene, perché gli emungimenti superano gli apporti meteorici diretti o indiretti, ma può essere dovuto anche al modo col quale gli acquiferi sono captati e utilizzati.

Le risorse idriche sotterranee sono sempre più minacciate da uno sfruttamento eccessivo e dagli effetti, insidiosi e a lungo termine, dell'inquinamento determinato dalle fonti di varia concentrazione ed estensione, segnalate ancora solo in parte perché non esistono ancora veri e propri servizi di monitoraggio della qualità delle acque. Secondo l'opinione di molti ricercatori e al livello di organismi

¹⁴ Il progetto è stato redatto dal Prof. Giovanni Barrocu, con la collaborazione del il responsabile della Linea 4.

internazionali (Nazioni Unite, Comunità Europea), si prevede che le disponibilità idriche tendano in generale a decrescere e si prospettano diversi scenari regionali.

Le azioni che vengono indicate come rimedi sono essenzialmente le due seguenti:

- Una gestione razionale delle risorse idriche esistenti, superficiali e sotterranee;
- L'uso di risorse alternative, rappresentate sia dall'identificazione di sistemi acquiferi non ancora ben conosciuti, sia dal risanamento di acquiferi parzialmente compromessi per gestione irrazionale, sia con il recupero e il riuso di acque riciclate.

I pericoli e gli effetti dello sfruttamento irrazionale delle risorse potrebbero compromettere gli acquiferi in modo irreversibile e avere conseguenze imprevedibili per la presente e le future generazioni.

La definizione delle risorse disponibili rappresenta il primo passo essenziale per gli approcci di piani delle acque, strutturati nello spazio e nel tempo, per tenere conto dei fabbisogni reali del territorio e determinare come utilizzare al meglio le risorse idriche di un sistema fisiografico ed economico, per il migliore beneficio della comunità.

E' opportuno che, per i piani di previsione e prevenzione delle emergenze, siano indicate le risorse idriche alle quali sia possibile fare ricorso, evitando contrapposizioni d'uso fra risorse idriche sotterranee e acque superficiali di diverso tipo. In una pianificazione di risorse integrate si deve evidentemente prevedere anche le possibilità di ridestinare le acque sotterranee ad usi diversi rispetto a quelli attuali, definendo gli interventi e i vincoli da realizzare e valutandone le compatibilità tecnico-economiche ed ambientali.

Particolare attenzione deve essere rivolta alla quantificazione e all'indicazione delle condizioni - limite di sfruttamento delle acque sotterranee, da riservare soprattutto all'uso idropotabile piuttosto che all'uso agricolo, per il quale si deve prevedere l'impiego anche di acque meno pregiate come le acque reflue opportunamente trattate.

Una simile politica è stata già adottata nei piani delle acque di alcuni paesi, come la Francia, dove alcune Agenzie di Bacino hanno addirittura già provveduto a realizzare opere di captazione riservate alle emergenze.

Proposta progettuale

Il progetto consiste nella messa a punto di una tipologia di sistema informativo georeferenziato che permetta di considerare volta per volta le caratteristiche essenziali per l'utilizzo razionale delle risorse idriche alternative in condizioni di emergenza.

Il sistema deve essere in grado di rappresentare il modello idrogeologico (caratteristiche dell'idrostruttura), e quindi il modello concettuale (tipologia dei processi) ed eventualmente di recepire i modelli numerici in grado di simulare i processi di flusso e trasporto che possono svilupparsi in un acquifero in diverse situazioni di sfruttamento.

Questa metodologia è già stata sperimentata con successo in alcuni acquiferi costieri e ci si propone di validarla in acquiferi di diversi bacini idrogeologici - pilota ben conosciuti, per i quali si dispone già di una serie di dati sperimentali raccolti nel corso degli anni dalle U.O. interessate al progetto.

In questo senso il progetto, che nasce naturalmente da uno sviluppo della Linea 4 del GNDICI, si propone necessariamente di tener conto di tutte le elaborazioni informatizzate derivate dai progetti delle altre linee del GNDICI, in particolare per quanto riguarda i rapporti quantitativi e qualitativi fra acque superficiali e sotterranee e delle loro interazioni con il suolo e la matrice solida della roccia dell'acquifero.

La sperimentazione sarà avviata in termini operativi, con l'intento di fornire, comunque, al Dipartimento della Protezione Civile delle informazioni utili per la gestione razionale delle emergenze idriche in diverse situazioni quali, principalmente, i casi d'inquinamento, di depauperamento delle risorse di uso consolidato per siccità o per gestione irrazionale delle risorse.

In condizioni ottimali, si potrà fare ricorso ad acquiferi sottoutilizzati mentre, in condizioni di ambiente antropico, l'analisi del problema può mettere in luce, come, di fatto, è avvenuto, l'opportunità di un uso diverso della risorsa, o addirittura della riserva, ove questa possa rigenerarsi per nuovi afflussi naturali e artificiali.

Si terrà perciò preliminarmente conto:

- del grado di vulnerabilità dell'acquifero/acquiferi soggetti (identificazione delle aree a rischio)
- delle caratteristiche essenziali che descrivono il moto dell'acqua sotterranea nell'acquifero (limiti, campo di moto, connessioni con le acque di superficie);

- dei centri di pericolo (CDP), ossia dei produttori reali e potenziali di inquinamento, per tipologia di potenziale inquinante;
- dei soggetti a rischio, opere di presa, punti di accesso all'acquifero;
- delle attività connesse con la prevenzione (o con la riduzione in termini di magnitudo) dell'inquinamento.

Il progetto s'inquadra nell'ambito di una politica di gestione razionale delle risorse idriche che preveda, quindi, azioni di pianificazione e tutela delle RIS, le quali possono implicare anche una riorganizzazione del territorio e riguardano:

- ➔ l'identificazione di zone che meglio si prestano per l'insediamento di attività potenzialmente pericolose per l'acquifero sottostante (scala 1/50.000÷5.000)
- ➔ un giudizio di compatibilità tra attività esistenti e vincoli da imporre su parti del territorio al fine di prevenire inquinamenti (scala 1/50.000÷10.000)
- ➔ indicazione di opere di presa idropotabili a rischio o indifendibili con il sistema di aree di salvaguardia (scala 1/50.000÷5.000)
- ➔ identificazione di RIS strategiche, scarsamente soggette a rischio di inquinamento, da vincolare preventivamente (aree di riserva) (scala 1/500.000÷50.000)
- ➔ identificazione delle priorità nelle operazioni di disinquinamento degli acquiferi vulnerati (piani di risanamento puntuali e zonali) (scala 1/500.000÷50.000)
- ➔ la progettazione di reti di monitoraggio, a qualsiasi livello territoriale, sia per la sorveglianza sia per la previsione di inquinamenti (scala 1/500.000÷50.000)

Gli obiettivi del progetto ISRA, stabiliti fin dal suo inizio, sono i seguenti, articolati per fasi coerenti con quelle di Linea 4 del GNDCL. I risultati attesi dall'operatività sottoindicata, sul triennio 2002 - 2004 sono, in linea di massima, i seguenti:

- ➔ Raccolta d'informazioni di base e identificazione degli acquiferi utilizzabili in mezzi carbonatici, vulcanici ed alluvionali di aree sperimentali rappresentative e delle loro caratteristiche (estensione, parametri idraulici, afflussi e deflussi naturali e artificiali, qualità dell'acqua, etc.)
- ➔ Messa in coerenza dei dati per diverse tipologie di acquiferi e dei criteri di rappresentazione con banche dati e sistemi informativi geografici (GIS), predisposti per costituire, una volta che le simulazioni siano state sufficientemente validate per diversi scenari di utilizzo, un GIS-WEB, con la

possibilità di rappresentare videograficamente in due o tre dimensioni i diversi tematismi con dettaglio da definire in funzione della scala.

- ➔ Definizione di schemi idrodinamici preliminari dei principali acquiferi e affinamento delle conoscenze idrogeologiche
- ➔ Definizione della vulnerabilità intrinseca e integrata all'inquinamento e delle fonti inquinanti
- ➔ Valutazione delle risorse idriche potenziali in condizioni climatiche normali e di siccità, in funzione del bilancio afflussi/deflussi e del volume d'acqua immagazzinato (risorse e riserve) e dei fabbisogni
- ➔ Previsione degli impatti di varie condizioni di siccità sulle acque sotterranee (processi di depauperamento e di degrado per salinazione, intrusione salina, etc.)
- ➔ Procedure di interventi, per i diversi scenari regionali, per quanto concerne impostazione, tipologie di captazione e gestione
- ➔ Definizione in ambiente GIS delle caratteristiche delle opere di captazione e delle infrastrutture esistenti e di quelle fattibili da realizzare

Attività previste e tempistica di attuazione

Fase 0 – Preliminari ed organizzazione del progetto

Organizzazione e messa a punto del progetto e delle U.O. A supporto delle U.O., organizzate necessariamente su base territoriale, saranno costituiti dei Gruppi di Lavoro flessibili per attività di consulenza ed interventi su temi specifici d'interesse comune della Linea 4 e del Dipartimento della Protezione Civile (DPC), quali principalmente

la strutturazione di database relazionali e di GIS

la modellazione

l'impiego di tecnologie isotopiche

Selezione su base GIS delle aree problematiche, dove si siano verificate carenze stagionali o endemiche o/e dove sussistano accertate o probabili situazioni di degrado qualitativo e quantitativo delle risorse ordinarie;

Fase 1- Organizzazione e gestione dei dati e delle informazioni esistenti

Identificazione degli acquiferi e delle risorse idriche sotterranee alternative, disponibili in previsione di emergenze per diversi usi in termini di bilancio, e delle loro condizioni di vulnerabilità, e delimitazione delle aree di salvaguardia, sulla base di rilievi, misure, analisi, test idrogeologici e studi specialistici

Identificazione, presso le istituzioni coinvolte nella pianificazione e nella gestione, delle normative, delle autorizzazioni e di eventuali vincoli

Validazione del prototipo di GIS coerente col sistema adottato dal DPC

Fase 3 – Identificazione delle tipologie di interventi

Studi di fattibilità e indicazione di tecnologie di sfruttamento delle risorse alternative per l'emergenza e per il futuro, considerate anche le possibilità di allaccio in rete acquedottistica, l'accessibilità ai luoghi e la disponibilità di energia (tradizionale e alternativa)

Condizioni di vincolo e di sfruttamento attuale secondo i Piani Regolatori di diverso livello

Identificazione delle utenze e dei conflitti attuali e possibili

Tecniche di recupero delle risorse compromesse e recuperabili e criteri di conservazione e sviluppo

Sperimentazione di moduli di ricarica intensiva, estensiva;

Valutazione degli impatti di quantità/qualità nel tempo d'esercizio nell'emergenza delle risorse alternative

Fase 4 – Attività formative e diffusione dei risultati

Organizzazione di un corso di formazione sul GIS e le sue applicazioni operative

Eventuali conferenze di presentazione

Si prevedono i seguenti costi, comprensivi di quelli relativi al personale aggiuntivo, software e hardware: **150.000 €, per ciascun anno d'operatività**

3.17 **Proposta di progetto 17:** Vulnerabilità delle aree costiere

Premessa

Da un recente studio risulta che circa il 70% dei litorali sabbiosi del mondo è in riduzione e solo il 10% può considerarsi in ampliamento.

Ciò evidenzia una tendenza evolutiva generale legata a fenomeni che si manifestano su scala globale, talora ineluttabili, le cui conseguenze sono spesso accentuate da situazioni locali prodotte dall'uomo. Tra i fenomeni generali basta ricordare l'innalzamento del livello medio del mare e le variazioni del regime meteomarinico (aumento della frequenza e/o dell'intensità delle mareggiate). A questi si può aggiungere l'ipotizzato innalzamento della temperatura media del pianeta (con conseguente variazione della dinamica atmosferica); già nella metà dell'800 tale fenomeno determinò una variazione della piovosità e quindi della quantità e qualità dei carichi solidi riversati a mare dai fiumi.

Alla globalità del problema dell'erosione delle spiagge fa riscontro una globalità di attività e tutti i paesi – in particolare quelli del mondo occidentale, ma non solo – si stanno adoperando al fine di individuare le cause “vere” di sofferenza dei diversi tratti di litorale, le linee di azione per una corretta gestione delle fasce costiere, atte ad abbassare il livello di rischio, gli interventi più idonei per la salvaguardia dei beni ubicati nelle zone costiere e della stessa vita umana.

Così, solo per citare due esempi, il Giappone spende in un solo anno 2.400 miliardi per ricerche, salvaguardia e protezione dei litorali e la Spagna ha varato un piano quinquennale stanziando 1.000 miliardi per le sole attività di ricerca. Gli studi sono fondamentalmente diretti in due direzioni: da una parte la corretta gestione (non solo dei litorali, ma anche dei bacini adduttori) per diminuire i fattori di rischio, dall'altra la determinazione delle condizioni meteomarine e le opere più idonee per intervenire nelle zone ove più elevato è il rischio.

Dopo un intenso periodo di attività che risale al primo trentennio del secolo ed un periodo di stasi che è perdurato (con qualche eccezione) per quarant'anni, le ricerche sullo stato e sulla dinamica della fasce litoranee hanno registrato un nuovo sviluppo a partire dal 1970. Contemporaneamente si è passati da analisi fondamentalmente geografico-naturalistiche (comunque di importanza fondamentale per gli studi successivi) ad analisi geologico-idrauliche che cercavano, oltre che di stabilire lo stato dei litorali, di individuarne la tendenza evolutiva e di identificarne le cause, naturali e antropiche, responsabili di tale tendenza. Hanno visto così la luce pubblicazioni, spesso a carattere multidisciplinare, e l'Atlante delle spiagge italiane.

Con l'inizio degli anni '90 si è manifestata la netta percezione che gli studi sino ad allora effettuati presentavano alcune lacune e peccavano di eccessiva teoria, o meglio della mancanza di una ben individuata finalizzazione. Le lacune maggiori stanno nell'aver trascurato i tratti costieri caratterizzati da coste alte a parete subverticale (agli inizi del 1970 il problema della riduzione dei litorali era visto in chiave turistico-balneare e delle vie di comunicazione); la mancata finalizzazione evidenziava semplicemente la carenza di studi di base e, se si vuole teorici, indispensabili per qualsivoglia successiva finalizzazione, ove si presentino condizioni di instabilità il cui rilevamento è particolarmente problematico. Per quanto riguarda l'attività all'interno del GNDCI, nel passato triennio, nell'ambito della Linea 2, sono state attive 3 Unità operative, di cui una "idraulica", una "geologica" (con lo scopo specifico dell'analisi di situazioni connesse alla presenza di centri abitati sulle coste alte) ed una "geomorfologico-sedimentologica", che raggruppava sedi universitarie sparse su tutto il territorio nazionale e che costituiva la prosecuzione storica degli studi condotti negli anni precedenti.

Diverso lavoro è stato compiuto al fine di raggiungere, nel tempo, gli obiettivi precedentemente delineati. Sono state edite alcune pubblicazioni sulle condizioni meteomarine in alcune località e su ipotesi metodologiche per la determinazione della vulnerabilità. E' in fase di avanzata elaborazione un modello per la quantificazione dell'ingressione marina prevedibile a seguito dell'innalzamento accentuato del livello del mare; sono a buon punto le indagini tese a valutare fino a che punto un ripascimento con sedimenti grossolani possa sostituire, almeno in certe situazioni, le barriere in massi i cui effetti secondari dannosi sono tutt'altro che trascurabili.

Il panorama nazionale delle ricerche in questo campo è completato dall'attività di ricerca sui litorali che si svolge fondamentalmente presso alcune sedi storiche nate nel 1970 nell'ambito del Programma Speciale CNR "Conservazione del suolo" e quindi sviluppatesi, come esperienza e come numero, nell'ambito dei P.F. Conservazione del suolo – S.P. "Dinamica dei litorali" e dei Progetti CUN di interesse nazionale (ex 40%).

Tali sedi sono i Dipartimenti di Scienze della Terra dell'Università di: Genova, Trieste, Ferrara, Firenze, Roma, Napoli, Bari, Catania e presso il Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova.

Più recentemente hanno iniziato a lavorare e sono in pieno sviluppo unità di ricerca presso i Dipartimenti di Scienze della Terra dell'Università di Cagliari e Chieti.

Proposta progettuale

Nel corso del triennio si prevede il raggiungimento degli obiettivi rappresentati da: raccolta di dati ondametrici per distinti tratti di litorale; analisi delle opere di difesa distinte per tipologia e con accertamento degli effetti prodotti; studio dello stato di erosione delle spiagge e dei tratti di costa alta e quantificazione degli arretramenti.

Si prevede altresì la prosecuzione delle indagini già avviate in aree prive di informazione al fine di giungere alla stesura di una carta della pericolosità e all'avvio delle indagini di dettaglio sui tratti di litorali maggiormente a rischio.

Le considerazioni suesposte costituiscono la base e il programma operativo del Sottoprogetto COST-B, evoluzione dell'intero Progetto COST, attivo dal 1999. Nel triennio 2002-2004 si propone di attivare in maniera formalmente strutturata anche un Sottoprogetto (COST-A) dedicato alle condizioni di instabilità su tratti di costa alta, rinnovando e rilanciando gli studi già eseguiti negli anni '90 nell'ambito della Linea.

Attività previste e tempistica di attuazione

Attività 0: Gestione del progetto

- Gestione amministrativa del progetto
- Reportistica sullo stato di avanzamento
- Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate
- Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento
- Organizzazione del collaudo operativo via teleconferenza con centri di protezione civile interessati
- Gestione delle relazioni con il DPC e con le amministrazioni delle diverse regioni

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 2 persone competenti ed esperte sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi

Attività 1: Definizione dell'informazione esistente

- Definizione della sintassi del dato utilizzata
- Definizione della semantica del dato utilizzata

Tempistica: Mese 1

Prodotti: specifiche dell'informazione concernente la vulnerabilità delle aree costiere nelle regioni italiane.

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 1 esperto sui contenuti dell'informazione;

Attività 2: Definizione della procedura di rappresentazione cartografica del dato

Tempistica: Mese 2

Prodotti: specifiche riguardanti la sintassi e la semantica dell'informazione di interscambio; eventuali raccomandazioni alle regioni sulla produzione di nuovi dati

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 1 esperto sui contenuti dell'informazione.

Attività 4: Raccolta dell'informazione

Tempistica: Mese 2-3

Prodotti: elenco informazione acquisita

Risorse e investimenti: 1 esperto SW, 2 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 5: Elaborazione e sintesi delle informazioni esistenti

Tempistica: Mese 3-8

Prodotti: cartografia di dettaglio in aree campione della vulnerabilità costiera, quale prodotto di SIT già definito in altri progetti paralleli.

Risorse e investimenti: 2 esperti SW, 4 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 6: Attività formative e di diffusione dei risultati

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: organizzazione di corsi di formazione, 2 conferenze di presentazione del progetto, sviluppo di un sito web relativo.

Risorse e investimenti: 1 specialista in formazione e diffusione dei risultati

3.18 **Proposta di progetto 18:** Colate di fango e detrito

Premessa

Negli ultimi anni, le problematiche relative alle colate detritiche (debris flow) hanno incontrato un crescente interesse sia da parte di gruppi di ricerca che degli operatori preposti alla gestione del territorio. I debris flow sono, infatti, tra i processi geomorfici più frequenti e distruttivi che colpiscono le aree montane in diversi ambienti morfoclimatici ed i danni che ne derivano sono spesso molto pesanti. In relazione anche alla crescente antropizzazione delle aree montane in diversi paesi, esiste, quindi, l'esigenza di mettere a punto dei criteri di identificazione delle aree a rischio da debris flow e di definizione delle misure di difesa.

Il panorama internazionale delle ricerche sulle colate detritiche si presenta complesso e articolato, ciò è anche conseguenza delle particolari caratteristiche di questi fenomeni, che presentano caratteristiche intermedie fra le frane ed i processi di trasporto solido torrentizio.

Negli Stati Uniti l'U.S. Geological Survey sta portando avanti un progetto per la valutazione della pericolosità da debris flow su tutto il territorio nazionale sviluppando tecniche di monitoraggio real-time per la sorveglianza di aree particolarmente esposte e avere la possibilità di interrompere la circolazione lungo strade ed evacuare gli abitati più soggetti a questa tipologia di dissesto. Parallelamente viene effettuata una intensa attività di sensibilizzazione della popolazione mediante la diffusione di depliant e brochure in cui vengono evidenziati quali sono i rischi e quali i comportamenti da tenere in occasione di violenti nubifragi.

In ambito europeo sono stati attivati numerosi progetti di ricerca per indagare sui vari aspetti del problema: nell'ambito del programma Environment della CE sono stati sviluppati studi sulla reologia delle colate detritiche e sulla loro modellazione fisica e matematica (Università di Bologna, Firenze e Trento). Negli stessi progetti hanno trovato collocazione anche attività di monitoraggio delle colate detritiche in bacini alpini, ad opera dei CNR IRPI di Torino e di Padova (Torrente Moscardo, Alpi Carniche) e dell'Università di Padova in collaborazione con il CNR IRPI di Padova (Canalone di Acquabona, Dolomiti).

Anche la comunità scientifica italiana ed in particolare alcune Unità Operative del Gruppo Nazionale per la Difesa dalla Catastrofi Idrogeologiche ha condotto studi su queste fenomenologie in particolare nell'ambito delle linee 1, 2 e 3, anche attraverso un progetto interlinea (ARA-COD), che coinvolge U.O. delle linee 1 e 3. Le ricerche sulle colate detritiche svolte nell'ambito del GNDCI hanno

interessato i principali aspetti di rilevanza applicativa: valutazione dell'impatto delle colate su strutture, mappatura delle zone a rischio, caratterizzazione dei fenomeni mediante rilievi di campagna, valutazione della magnitudo e della frequenza dei fenomeni mediante fotointerpretazione, analisi di documenti storici e indagini morfometriche. Si rammenta inoltre una monografia che fornisce un esauriente stato dell'arte delle ricerche sui debris flow, con particolare riguardo agli studi sviluppati in Giappone.

Fra i numerosi problemi relativi allo studio delle colate detritiche che necessitano di approfondimenti, i seguenti si segnalano per i rilevanti riflessi applicativi:

- Valutazione del volume dei materiali che possono essere depositati durante un singolo evento (magnitudo) e della frequenza dei fenomeni;
- Delimitazione delle aree a rischio nelle zone di deposizione delle colate detritiche;
- Scelta e definizione delle misure strutturali e non strutturali per l'attenuazione del rischio da debris flow (Monitoraggio e contromisure).

Questi problemi, fra loro evidentemente interconnessi, sono, in parte, già oggetto di ricerca nell'ambito del GNDCI.

Proposta progettuale

Nel prossimo triennio appare proponibile una prosecuzione della raccolta di dati su magnitudo e frequenza delle colate detritiche in zone dove questa è già stata intrapresa (ad esempio i bacini montani dell'Italia Nord-orientale), nonché l'avvio della raccolta dati in altre regioni. Si sottolinea che l'elaborazione di tali dati storici, intrinsecamente imprecisa in quanto basata su campioni solitamente di piccole dimensioni, può fornire solo indicazioni di larga massima per la quantificazione dei fenomeni. Anche queste valutazioni approssimative appaiono comunque di notevole interesse nel guidare la scelta delle misure di attenuazione.

Per quanto attiene alle metodologie per la delimitazione delle aree a rischio nelle zone di deposizione delle colate detritiche, appare ragionevole prevedere la continuazione di quanto avviato nel progetto ARA-COD. Di particolare interesse risulta l'interfacciamento delle ricerche del GNDCI con la redazione delle carte del rischio idrogeologico iniziata o in fase di avviamento in diverse regioni. Per quanto riguarda le misure di attenuazione, uno studio critico delle soluzioni adottate o da adottare in riferimento ad alcuni debris flow avvenuti in anni recenti, anche in bacini oggetto di misure sperimentali, potrebbe rivestire notevole interesse in vista del trasferimento delle conoscenze ad altre aree. In particolare, un tema meritevole di attenzione è costituito dai sistemi di allarme che iniziano ad essere

installati ed utilizzati nella regione alpina per contribuire alla sicurezza della viabilità in corrispondenza dell'attraversamento di torrenti interessati da colate detritiche: aspetti tecnici e implicazioni gestionali meritano di essere approfonditi al fine di indirizzare e promuovere questo tipo di intervento.

Una parte del sottoprogetto sarà inoltre dedicata al tema del preannuncio delle frane ad innesco pluviale. Molti movimenti franosi sono innescati da eventi meteorici che a seconda dei casi possono avere andamento temporale diverso. Il meccanismo di innesco dipende ovviamente da molti fattori che caratterizzano i terreni, le falde eventualmente presenti, le modalità di precipitazione: ad esempio precipitazioni di brevissima durata con intensità molto elevata possono produrre l'attivazione di *soil slips* di limitate dimensioni, mentre piogge persistenti con intensità modeste e comunque non diverse dal tasso di infiltrazione possono mettere in crisi versanti interessati da movimenti franosi che coinvolgono più profondi livelli stratigrafici.

La comprensione dei meccanismi che conducono all'attivazione del movimento franoso è importante non solo per predisporre le necessarie misure di consolidamento, ma anche per attivare idonei interventi di protezione civile.

La ricerca si propone di: i) modellare alla scala di versante i fenomeni che regolano l'innesco pluviale dei fenomeni franosi, considerando le diverse situazioni che possono determinarsi in ambienti geologici e climatici diversi; ii) ricostruire con il maggior dettaglio possibile eventi accaduti nel passato per verificare la plausibilità dei modelli proposti; iii) identificare legami di tipo empirico tra precipitazioni e probabilità di movimenti franosi che consentano di valutare quest'ultima grandezza solo sulla base delle piogge misurate o stimate; iv) realizzare sistemi di preannuncio dei movimenti franosi che utilizzino in modo integrato reti di monitoraggio, modelli di preannuncio e modelli di intervento di protezione civile.

Per i temi trattati il progetto presenta forti caratteri di intersectorialità e coinvolge competenze geologiche, geotecniche, idrologiche, idrauliche.

Attività previste e tempistica di attuazione

Attività 0: Gestione del progetto

- Gestione amministrativa del progetto
- Reportistica sullo stato di avanzamento
- Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate
- Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento

- Organizzazione del collaudo operativo via teleconferenza con centri di protezione civile interessati
- Gestione delle relazioni con il DPC e con le amministrazioni delle diverse regioni

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 2 persone competenti ed esperte sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi

Attività 1: Modellazione dei fenomeni

- Definizione di modelli per la descrizione e previsione dei fenomeni
- Implementazione dei modelli in aree campione rappresentative di contesti eterogenei

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: cartografia di dettaglio, quale prodotto di SIT già definito in altri progetti paralleli

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 3 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 2: Ricostruzione di eventi passati

Tempistica: Mese 1-5

Prodotti: inventari e data base relativi ad eventi passati, attraverso l'interazioni con Enti e Agenzie territoriali in possesso delle informazioni.

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 4: Ricostruzione delle relazioni tra precipitazione e probabilità di evento

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: modelli semiempirici per l'individuazione di soglie di innesco

Risorse e investimenti: 4 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 5: Proposta di sistemi di preannuncio

Tempistica: Mese 3-8

Prodotti: schemi operativi per la realizzazione di sistemi di preannuncio di tipo integrato.

Risorse e investimenti: 1 esperto SW, 3 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 6: Attività formative e di diffusione dei risultati

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: organizzazione di corsi di formazione, 2 conferenze di presentazione del progetto, sviluppo di un sito web relativo.

Risorse e investimenti: 1 specialista in formazione e diffusione dei risultati

3.19 **Proposta di progetto 19:** Metodologie per la progettazione di interventi strutturali di mitigazione del rischio di frana

Premessa

Il Progetto nasce quale strumento per lo sviluppo e l'utilizzo delle conoscenze maturate da parte di numerose UU.OO. nell'ambito delle attività nel campo della perimetrazione delle aree a rischio di frana, attività svolta a supporto di Enti Pubblici Territoriali nel contesto di quanto previsto dal dettato legislativo (L. 267/1998).

Proposta progettuale

Obiettivo specifico del Sottoprogetto è la redazione di un manuale per la progettazione degli interventi di sistemazione e consolidamento delle aree in frana e di presidio agli elementi a rischio che dovrà fare particolare riferimento a quanto prescritto dalla normativa vigente in merito alle verifiche di stabilità e alle opere di consolidamento previste dai progetti.

In particolare, verranno esaminati i metodi utilizzati per le analisi di stabilità dei versanti e per la caratterizzazione delle aree in frana, individuando i criteri per la definizione delle forze in atto e per la programmazione degli interventi più opportuni in relazione all'incremento del coefficiente di sicurezza richiesto. Verranno quindi illustrate le metodologie per verificare l'efficacia delle opere progettate sulla stabilità complessiva dell'area in frana, in modo da valutare il contributo di tali opere sulle forze in gioco. Verranno infine passate in rassegna le principali tipologie di opere attive e passive impiegate per la messa in sicurezza di aree in frana, illustrando le metodologie utilizzate per il loro dimensionamento in funzione dell'interazione opera-terreno e analizzando, in particolare, le verifiche prescritte dalla normativa vigente in merito alle opere di sostegno, consolidamento dei terreni, opere di drenaggio e ancoraggi. Dovrà inoltre essere valutata l'opportunità di intervenire con opere di ingegneria naturalistica in funzione delle caratteristiche del dissesto e forniti indirizzi per la definizione dell'utilizzo del suolo più consoni per le aree instabili.

Questo lavoro si concluderà con un esame delle tecniche di monitoraggio delle opere di consolidamento ai fini della verifica dell'efficacia degli interventi eseguiti e della ridefinizione del livello di rischio. In questa fase dovranno essere prese in considerazione anche le tecniche di monitoraggio idonee alla messa a punto di sistemi di preallarme finalizzati alla predisposizione di piani di emergenza.

Il prodotto finale del Progetto sarà un elaborato che, sulla base dei contenuti sopra esposti, dovrà rappresentare un documento di riferimento per la progettazione degli interventi strutturali di mitigazione del rischio di frana ed essere utilizzabile anche in contesti operativi (es. manuale di campagna).

Attività previste e tempistica di attuazione

Attività 0: Gestione del progetto

- Gestione amministrativa del progetto
- Reportistica sullo stato di avanzamento
- Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate
- Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento
- Organizzazione del collaudo operativo via teleconferenza con centri di protezione civile interessati
- Gestione delle relazioni con il DPC e con le amministrazioni delle diverse regioni

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 2 persone competenti ed esperte sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi

Attività 1: Valutazione comparativa di modelli per la stabilità dei versanti

- Rassegna dei modelli maggiormente affidabili e di più largo impiego
- Individuazione di un modello di riferimento

Tempistica: Mese 1-5

Prodotti: contributo alla realizzazione del Manuale per la Progettazione degli interventi

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 3 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 2: Valutazione comparativa delle metodologie per la definizione delle forze in atto

Tempistica: Mese 1-5

Prodotti: contributo alla realizzazione del Manuale per la Progettazione degli interventi.

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 3: Valutazione comparativa delle metodologie di verifica della efficacia degli interventi

Tempistica: Mese 1-5

Prodotti: contributo alla realizzazione del Manuale per la Progettazione degli interventi.

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 4: Realizzazione del Manuale per la progettazione degli interventi

Tempistica: Mese 4-7

Prodotti: documentazione tecnica di riferimento per la progettazione di interventi strutturali di mitigazione del rischio di frana.

Risorse e investimenti: 4 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 5: Attività formative e di diffusione dei risultati

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: organizzazione di corsi di formazione, 2 conferenze di presentazione del progetto, sviluppo di un sito web relativo.

Risorse e investimenti: 1 specialista in formazione e diffusione dei risultati

3.20 **Proposta di progetto 20:** Monitoraggio e allertamento per frane in situazioni di emergenza

Premessa

Il Progetto riguarda l'applicazione integrata di sistemi di monitoraggio innovativi e tradizionali in aree a grande rischio da frana: preliminarmente esse potrebbero essere localizzate tra quelle individuate nei Piani di Bacino come a rischio da frana “molto elevato” o “elevato” ai sensi del DL.180/98 e successiva L.267/98 e tra quelle già oggetto di indagine nell'ambito delle ricerche della Linea.

Alcune di queste sono state tra l'altro oggetto di interventi di protezione civile e in alcuni casi tali interventi sono stati accompagnati dall'installazione di reti di monitoraggio che sono risultate di utilità nella gestione delle emergenze ma che, ad oggi, non permettono un monitoraggio continuo e in remoto dei siti.

Il monitoraggio dei fenomeni franosi è indiscutibilmente un importante strumento per la valutazione della pericolosità da frana, che necessita di una stima della probabilità di accadimento dei fenomeni e della loro intensità e d'altronde l'argomento è da sempre uno dei temi portanti dell'attività della Linea.

Proposta progettuale

In questo Progetto, tuttavia, si propone l'utilizzo in aree campione di sistemi di monitoraggio che potranno essere in taluni casi operanti in continuo e gestibili in remoto, permettendo il controllo periodico della stabilità dei siti durante le fasi di quiescenza dei fenomeni ed evidenzieranno eventuali movimenti precursori di evento. Inoltre, durante eventuali fasi di attività dei fenomeni forniranno una quantificazione dei tempi e dei modi di riattivazione e sviluppo delle frane sia in superficie che in profondità.

In un'ottica più ampia, il progetto soddisfa alcune delle fondamentali attività di Protezione Civile previste dall'atto istitutivo (L.225/92), e cioè quelle di “prevenzione” (finalizzata alla riduzione al minimo dei danni conseguenti a calamità) e “previsione” (finalizzata all'identificazione delle varie ipotesi di rischio comprendendo, secondo le indicazioni della Prima conferenza Nazionale di Protezione Civile del 1997, il preannuncio e l'allarme).

Ai fini della caratterizzazione della pericolosità e del rischio incombente sulle aree indagate, i principali risultati operativi che potranno scaturire dalla realizzazione del progetto riguardano:

- il monitoraggio periodico e capillare, da immagini SAR satellitari, di spostamenti di edifici o infrastrutture (oppure riflettori appositamente posizionati) siti sui corpi di frana e distribuiti su vaste aree;
- il monitoraggio di precisione, da immagini radar terrestri, di ampie porzioni (alcuni kmq) della superficie delle frane, con la produzione di mappe di deformazione tridimensionali e multitemporali;
- il monitoraggio topografico di precisione, tramite GPS, di spostamenti superficiali riguardanti alcuni punti significativi dei fenomeni in studio;
- il monitoraggio con sistemi inclinometrici automatici, della profondità ed entità di spostamenti in fori di sondaggio, ad intervalli temporali regolari;
- il monitoraggio, tramite tecnica TDR su cavi coassiali di grande diametro, della profondità di spostamento in fori di sondaggio ad intervalli di tempo regolari, potenzialmente in continuo, anche per deformazioni superiori al limite di funzionalità dei tubi inclinometrici (potranno difatti essere riconvertiti a misure TDR tubi inclinometrici non più operativi);
- la registrazione e la trasmissione a centrali di controllo remote, dei dati acquisiti con Inclinometri Automatici e TDR.
- lo sviluppo e lo scambio di conoscenze tecniche per l'avviamento di una rete di enti preposti al monitoraggio regolare dei siti a rischio che faccia confluire i dati di monitoraggio ad un centro operativo di controllo e gestione dei dati per l'emissione di bollettini periodici degli spostamenti dei siti a rischio.

Attività previste e tempistica di attuazione

Attività 0: Gestione del progetto

- Gestione amministrativa del progetto
- Reportistica sullo stato di avanzamento
- Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate
- Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento
- Organizzazione del collaudo operativo via teleconferenza con centri di protezione civile interessati
- Gestione delle relazioni con il DPC e con le amministrazioni delle diverse regioni

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 2 persone competenti ed esperte sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi

Attività 1: Sperimentazione di tecniche SAR satellitari

Tempistica: Mese 1-6

Prodotti: rapporti tecnici di validazione della tecnologia sperimentata

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 2: Sperimentazione di tecniche SAR da terra

Tempistica: Mese 1-6

Prodotti: rapporti tecnici di validazione della tecnologia sperimentata

Risorse e investimenti: 1 esperto HW; 2 esperti SW; 3 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 3: Esecuzione di campagne di monitoraggio topografico

Tempistica: Mese 2-6

Prodotti: contributo alla realizzazione dei rapporti tecnici di Attività 1 e 2

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 4: Realizzazione di monitoraggio tramite SIA (sistemi inclinometrici automatici)

Tempistica: Mese 1-6

Prodotti: rapporti tecnici di validazione della tecnologia sperimentata

Risorse e investimenti: 1 esperto HW; 2 esperti sui contenuti dell'informazione

Attività 5: Valutazione comparativa delle tecniche sperimentate

Tempistica: Mese 6-7

Prodotti: rapporto tecnico di sintesi.

Risorse e investimenti: 4 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 6: Attività formative e di diffusione dei risultati

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: organizzazione di corsi di formazione, 2 conferenze di presentazione del progetto, sviluppo di un sito web relativo.

Risorse e investimenti: 1 specialista in formazione e diffusione dei risultati

3.21 **Proposta di progetto 21:** Modellazione geotecnica e scenari evolutivi di fenomeni franosi

Premessa

Il Progetto trova fondamento sulla constatazione che una corretta gestione dell'emergenza "frane" presuppone la conoscenza del fenomeno e quindi della geometria del corpo di frana, delle caratteristiche geotecniche dei terreni, della cinematica pregressa, delle relazioni fra fattori di innesco e spostamenti, in altri termini del "modello della frana". Questo quadro di conoscenza è indispensabile per la previsione dell'evoluzione cinematica del fenomeno, fino al collasso e ciò ha particolare rilevanza in situazioni di emergenza, quando le decisioni devono essere prese in breve tempo.

Il collasso viene qui inteso come un fenomeno "catastrofico", in cui il corpo di frana è soggetto a forze motrici maggiori di quelle resistenti (il coefficiente di sicurezza del corpo di frana, F_s , è minore dell'unità), con lo sviluppo di caratteristiche cinematiche (spostamenti, velocità, accelerazione) pericolose per l'incolumità della popolazione.

Nella fase precedente il collasso, il corpo di frana è soggetto a spostamenti di natura deformativa ed eventualmente a scorrimenti lungo una superficie di rottura non ancora emergente sul pendio ($F_s > 1$), con spostamenti che possono essere tollerabili per talune utilizzazioni del pendio.

La strategia con cui si affronta il problema è diversa in dipendenza della destinazione d'uso del pendio e delle caratteristiche dei manufatti che insistono su di esso; in presenza di manufatti fragili (edifici e strutture in cemento armato) si può presentare una situazione di rischio anche per spostamenti modesti, quindi ampiamente prima del "collasso" del pendio; nel caso di pendii non edificati (bacini artificiali, scavi minerari, ...) o interessati da infrastrutture flessibili (strade, acquedotti, elettrodotti, ...) la condizione di rischio è rappresentata dal "collasso".

In tali casi la previsione dell'evoluzione degli spostamenti del corpo di frana, ed in particolare del tempo in cui si verificherà il collasso, è indispensabile per mantenere in esercizio le opere direttamente o indirettamente minacciate dalla frana.

In altre circostanze l'importanza dei beni minacciati non consente di accettare livelli di rischio elevati per cui è necessario ricorrere ad interventi di stabilizzazione.

Il progetto di questi è uno dei settori di maggiore rilevanza applicativa nel campo dell'ingegneria geotecnica per un concorso di fattori quali: la rilevante dimensione dei volumi di terreno coinvolti, la loro natura (spesso prevalgono i terreni strutturalmente complessi), il livello di conoscenze rispetto alla

complessità del problema, i margini di sicurezza talora modesti, la necessità di impiegare risorse finanziarie notevoli spesso in assenza di benefici proporzionati, la mancanza di un quadro generale di informazione in cui collocare i casi per i quali non sono possibili studi ed indagini approfonditi. In ogni caso l'intervento va progettato in modo da conseguire l'incremento di F_s necessario per raggiungere la condizione cinematica del pendio congruente con la sua utilizzazione.

In conclusione sia per l'emergenza, sia per il progetto degli interventi è necessario conoscere il coefficiente di sicurezza F_s del pendio e la relazione fra questo e la cinematica, nel campo $F_s > 1$.

Anche lo studio di laboratorio ed il controllo delle frane presentano difficoltà.

Come è noto i parametri di resistenza dipendono dalla natura, delle caratteristiche fisiche e mineralogiche del materiale e della sua storia tensionale, e purtroppo non sono univoci in quanto possono variare (in diminuzione) per l'accumulo di deformazioni plastiche, per il rammollimento dovuto a rigonfiamento o per l'alterazione chimica dovuta all'esposizione agli agenti meteorici. Inoltre la naturale eterogeneità della formazione e la frequente presenza di "strutture" rendono il problema ancora più difficile in quanto le proprietà meccaniche della formazione non sono direttamente riconducibili a quelle dell'elemento di volume.

La pressione neutra sulla superficie di scorrimento dipende dalla circolazione delle acque nel sottosuolo, a sua volta legata alle condizioni al contorno del problema, alla permeabilità dei terreni, alla possibile variazione delle tensioni totali (per es. carichi applicati), alle piogge. È quindi un fattore di difficile determinazione.

Inoltre l'analisi di stabilità richiede la conoscenza della superficie di scorrimento: questa risulta parzialmente nota nelle frane in atto, è incognita nelle frane quiescenti e nelle frane potenziali ed in questo caso va ricercata per tentativi.

Proposta progettuale

Per questo insieme di motivi sia per l'emergenza che per il progetto degli interventi è necessaria finalizzare l'attenzione della ricerca a tre condizioni:

1. pendii con manufatti di vario tipo ed interessati da fenomeni franosi ($F_s \geq 1$), di cui si disponga di una completa caratterizzazione geologica e geotecnica;
2. pendii come i precedenti, ma nei quali siano stati realizzati interventi di stabilizzazione strutturale di cui siano note le caratteristiche;
3. campi prove per sperimentare su prototipi d'interventi.

In conclusione la definizione di un modello per la previsione del comportamento del pendio e della sua risposta agli interventi di pronto intervento o di stabilizzazione, in grado di riprodurre il comportamento previsto è da porre alla base di un nuovo approccio progettuale, basato non solo sul miglioramento del margine di sicurezza del pendio, ma soprattutto sulla sua risposta in termini cinematici, ovvero sulla riduzione della velocità di spostamento, che nelle condizioni di emergenza diviene l'elemento più critico.

Attività previste e tempistica di attuazione

Attività 0: Gestione del progetto

Gestione amministrativa del progetto

Reportistica sullo stato di avanzamento

Diffusione dell'informazione ad istituzioni interessate

Organizzazione di formazione ed eventi sull'argomento

Organizzazione del collaudo operativo via teleconferenza con centri di protezione civile interessati

Gestione delle relazioni con il DPC e con le amministrazioni delle diverse regioni

Tempistica: Mese 1-8

Prodotti: documentazione e servizi connessi al progetto

Risorse e investimenti: 2 persone competenti ed esperte sugli argomenti del progetto per segreteria ed organizzazione di eventi

Attività 1: Analisi comparativa dei modelli di stabilità dei pendii

Tempistica: Mese 1-5

Prodotti: rapporti tecnici

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 2 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 2: Valutazione dell'efficacia dei modelli in condizioni note

Tempistica: Mese 1-5

Prodotti: rapporti tecnici

Risorse e investimenti: 3 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 3: Sintesi operativa

Tempistica: Mese 3-7

Prodotti: rapporti tecnici e manuali operativi per l'utilizzo di modelli geotecnici efficaci in condizioni di emergenza.

Risorse e investimenti: 1 esperto SW; 4 esperti sui contenuti dell'informazione.

Attività 4: Attività formative e di diffusione dei risultati

Tempistica: Mese 6-8

Prodotti: organizzazione di corsi di formazione, 2 conferenze di presentazione del progetto, sviluppo di un sito web relativo.

Risorse e investimenti: 1 specialista in formazione e diffusione dei risultati

3.22 **Proposta di progetto 22:** Metodologie integrate di monitoraggio degli acquiferi¹⁵

Premessa

Il Progetto Speciale MIMA (**M**etodologie **I**ntegrate di **M**onitoraggio degli **A**cquiferi) è stato avviato nel 2000 con l'obiettivo generale di promuovere schemi e modalità avanzate e razionali di monitoraggio della qualità delle acque sotterranee con particolare riferimento a quelle utilizzate a scopo potabile.

La motivazione del Progetto era rappresentata dalla constatazione della mancanza di modelli scientifici di riferimento e di procedure operative ottimizzate in relazione ad obiettivi sia di routine che di emergenza.

Le attività del Progetto riguardavano in particolare:

- la messa a punto di metodologie idrochimiche avanzate e di indicatori sintetici per la valutazione della qualità delle acque sotterranee;
- il confronto di metodologie per il campionamento e condizionamento di campioni e per la semplificazione dei cicli analitici di controllo ambientale;
- lo sviluppo di procedure di raccolta, archiviazione ed elaborazione di dati;
- l'individuazione di scenari e situazioni a rischio per le fonti idropotabili.

Un aspetto caratteristico e qualificante del Progetto è costituito dalla finalizzazione concreta delle attività realizzate mediante un dialogo continuo e costruttivo con gli operatori istituzionali che sono anche i utilizzatori diretti dei risultati.

Per dare immediatezza di contenuti e di applicazione le attività di ricerca sono svolte in collaborazione proprio con gli Enti o le Istituzioni con responsabilità specifica nel settore del monitoraggio (che hanno partecipato con specifiche UU.OO con il coinvolgimento anche del sistema industriale).

I risultati finora conseguiti sono di seguito sinteticamente esposti:

- è stata completata una fase di sviluppo e taratura di procedure e protocolli per la determinazione di indicatori e/o parametri sintetici di inquinamento chimico-organico, microbiologico e tossicologico delle acque sotterranee; Le procedure e protocolli sviluppati,

¹⁵ Il progetto è stato redatto dal dott. Giuseppe Giuliano, IRSA-CNR, d'intesa col Responsabile della Linea 4

riguardanti TOC, TOX, PAH, tossicità totale e contaminazione microbiologica, sono in fase sperimentazione e validazione operative di terreno;

- è stata messa a punto e sperimentata una procedura operativa di monitoraggio di acquiferi strategici di natura alluvionale mediante misure in situ di parametri chimico-fisici, prelievo ottimizzato (filtraggio, preconcentrazione, condizionamento) di campioni d'acqua per inquinanti organici ed inorganici, con gestione automatizzata dei dati e controllo di qualità dei risultati;
- è stata completata un'indagine pilota sulla caratterizzazione a livello comprensoriale delle condizioni di rischio dell'approvvigionamento idropotabile conseguente alla presenza diffusa di microinquinanti tossici di origine naturale (As, F, B, V);
- è stato messo a punto un modello di monitoraggio integrato chimico-isotopico per la individuazione dell'origine e delle modalità di circolazione delle acque in sistemi acquiferi superficiali e sotterranei;
- Sono state sviluppate metodologie e tecnologie informatiche, integrate con banche dati georeferenziate, per la valutazione e la mappatura del rischio di contaminazione delle acque sotterranee ad uso potabile, in riferimento a inquinamento di origine diffusa (nitrati, pesticidi ecc.).

Proposta Progettuale

Il progetto MIMA ha consentito di sviluppare numerosi prodotti di carattere applicativo e ad elevata valenza di trasferimento, rappresentati da protocolli e procedure di monitoraggio, strumenti informatizzati di valutazione e mappatura del rischio di contaminazione, di raccolta e gestione di dati relativi alla contaminazione delle fonti idropotabili.

Nel triennio 2002-2004 il Progetto si propone di mettere a punto procedure operative standardizzate di monitoraggio e di sorveglianza per la prevenzione e/o controllo di situazioni di crisi nell'approvvigionamento idropotabile, causate dal degrado della qualità delle acque, a partire dall'integrazione, completamento e organizzazione sistematica dei prodotti già disponibili.

Questa realizzazione progettuale va pertanto considerata come attività finalizzata di supporto alla Protezione Civile in quanto si traduce nella messa a disposizione di strumenti utilizzabili nelle attività sia di prevenzione di eventi inquinanti sia di emergenza relazione ad interventi per incidenti e per la sorveglianza di sorgenti inquinanti incontrollate.

Tali procedure sono costituite da moduli di pianificazione operativa delle indagini, da moduli di acquisizione dati, (a carattere strumentale-analitico), da moduli di archiviazione e gestione dati da moduli di modellazione matematica e di rappresentazione georeferenziata del rischio di contaminazione specifico per differenti tipologie di inquinanti.

La predisposizione delle procedure di monitoraggio ed analisi dovrà essere adeguatamente supportata dalla definizione di scenari di contaminazione delle risorse idropotabili sotterranee a livello nazionale, individuati sulla base dell'ampia casistica già disponibile (Database sui casi d'inquinamento delle acque sotterranee ad uso potabile - BIAS) e delle recenti acquisizioni conoscitive in materia di contaminanti pericolosi e di nuova generazione.

Tali procedure dovranno essere oggetto di una validazione effettiva attraverso una sperimentazione su campo in differenti contesti geoambientali e territoriali e in alcune tipologie di situazioni critiche rappresentative a livello nazionale. Questa sperimentazione sarà effettuata d'intesa con il Dipartimento e con il coinvolgimento diretto degli Enti istituzionalmente preposti al controllo preventivo d'emergenza.

Un aspetto di particolare rilevanza è quello dell'addestramento del personale addetto al coordinamento e all'implementazione delle procedure d'intervento, per il quale si dovranno prevedere adeguate attività di *training* comprendente didattica frontale, pratica di campo e di laboratorio informatico.

Attività previste

Le attività saranno svolte dalle UU.OO. del progetto, previste in numero non inferiore a 5 (già attive nella prima fase), che afferiscono a Istituzioni di Ricerca ed a Enti operativi pubblici, secondo uno schema già efficacemente validato.

Le attività si svolgeranno sostanzialmente in parallelo trattandosi di un Progetto a forte coordinamento ed integrazione secondo le specializzazioni delle differenti UU.OO. e le esigenze di sperimentazione nelle diverse situazioni territoriali differenziate.

Attività 0 - Organizzazione del progetto.

- Organizzazione e Progettazione Esecutiva del progetto, sulla base della concertazione tra le UU.OO. partecipanti e la condivisione delle scelte operative e strumentali col DPC.
- Definizione degli scenari e delle situazioni tipo nelle quali si applicheranno le procedure operative di monitoraggio e sorveglianza.

Attività 1 - Progettazione delle procedure operative

- Definizione delle caratteristiche di sistema delle procedure di monitoraggio e di sorveglianza.
- Definizione delle caratteristiche d'applicazione.
- Ingegnerizzazione delle procedure e dei moduli componenti.

Attività 2 - Integrazione completamento dei prodotti e sistematizzazione

- Revisione delle caratteristiche dei prodotti disponibili, definizione delle necessità di perfezionamento ed integrazione dei prodotti in relazione agli obiettivi.
- Realizzazione prototipale dei moduli integrativi e loro sperimentazione.
- Sistematizzazione dei moduli nelle procedure.

Attività 3 - Sperimentazione applicativa

- Applicazione sperimentale delle procedure a casi di studio caratterizzati da differenti situazioni di degrado qualitativo e condizioni geoambientali. La sperimentazione sarà effettuata dalle UU.OO residenti presso gli Enti operativi e/o da Enti opportunamente convenzionati.

Attività 4 - Normalizzazione delle procedure e dei prodotti

- Realizzazione di interfacce *friendly* dei prodotti informatici e di versioni precompetitive dei moduli strumentali.
- Predisposizione di linee guida e manualistica per l'utilizzazione delle procedure.
- Predisposizione di rapporti di casi di studio di cui all'attività precedenti.

Attività 5 - Attività formativa e diffusione dei risultati

- Organizzazione di seminari per utenti della P.C. sull'utilizzo dei moduli e sull'applicazione delle procedure.
- Organizzazione di *workshop* di presentazione generalizzata dei risultati.

Oneri e costi

Allo stato attuale, non è possibile quantificare nel dettaglio le diverse voci di spesa. Da un calcolo preliminare e dunque soggetto a revisione si può esporre un costo annuale per le UU.OO. coinvolte dell'ordine di € 90.000.

3.23 **Proposta di progetto 23:** Potenziamento dell'ARM (Atmospheric Radiation Measurement) Site operante presso l'Istituto di Metodologie Avanzate di Analisi Ambientale dell'Area di Ricerca di Potenza

Premessa

Il settore di Osservazioni della Terra sta vivendo una fase di straordinarie trasformazioni a livello mondiale che spostano significativamente non solo la frontiera della conoscenza, ma anche quella delle applicazioni con impatti di grande rilievo su problemi come la prevenzione e protezione dalle calamità naturali, il controllo dell'ambiente, la climatologia, la meteorologia classica, l'oceanografia, la geodesia, la gestione delle risorse.

Infatti, negli anni a cavallo del 2000, è diventata o sta per diventare operativa una nuova generazione di sensori operanti alla scala globale (radiometri nel visibile, infrarosso e microonde, interferometri infrarossi, *rain e cloud radar*, *imager* multispettrali, *imagers* ad elevata risoluzione, radiometri a polarizzazione, SAR, radiometri multidirezionali, lidar) di concezione altamente innovativa.

La crescita della capacità osservativa consente di studiare processi ed osservare fenomeni su cui fino ad oggi l'impatto dell'osservazione satellitare era limitato, inoltre l'uso combinato dei vari sensori e delle varie piattaforme e l'integrazione dei dati che ne deriva fornisce sinergie fino ad oggi impensabili.

In tale contesto sono in corso o sono previste nei prossimi anni numerose missioni che avranno un fortissimo impatto anche in termini operativi: si pensi a MSG, METOP ed ENVISAT dell'ESA, alla serie delle missioni EOS di NASA ed ADEOS di NASDA, alla GPM di NASA e NASDA per fare solo alcuni esempi.

Di pari importanza è anche l'accresciuta capacità di osservazione dal suolo, che rimane strettamente complementare a quella da satellite sia per lo sviluppo di misure e conoscenze più accurate alla scala locale, sia per la calibrazione/validazione dei dati satellitari. Questo fatto si riflette nella realizzazione di reti internazionali per la misura dal suolo di alcuni processi la cui miglior comprensione è strategica per il miglioramento della modellistica e delle capacità diagnostiche e previsionali (ad esempio acqua, ozono, aerosols). In questo contesto si conferma l'esigenza di sviluppare campagne di misura dal suolo e da aereo.

Contestualmente lo sviluppo delle tecnologie informatiche rende oggi possibile l'integrazione dei dati da satellite con larghe moli di dati derivanti da altri strumenti osservativi e quindi di fornire quella

informazione ancillare che consente di migliorare significativamente la qualità delle informazioni estraibili dai dati satellitari.

In complesso diventa possibile osservare congiuntamente proprietà dell'atmosfera, della ionosfera e della magnetosfera, della criosfera, della litosfera e della biosfera caratterizzando i complessi fenomeni d'interfaccia. Ciò consente di comprendere meglio i complessi meccanismi di *feedback* tra i vari sistemi e di accrescere la nostra conoscenza di quei processi fisici di base senza la quale è sostanzialmente impensabile poter superare gli attuali limiti nella modellistica e nella previsione di processi

Il *Committee on Earth Observation Satellites* (CEOS) ha avviato in questo contesto la "*Integrated Global Observing Strategy*" (IGOS). L'asse portante dell'IGOS è l'integrazione tra dati dal suolo, da aereo e satellite e modelli al fine di sfruttare a pieno le nuove potenzialità offerte dalla capacità osservativa.

Il raggiungimento di queste nuove frontiere impone un notevole sforzo scientifico, tecnologico e gestionale, al fine di cogliere tale opportunità e di essere competitivi sul mercato internazionale. L'uso integrato dei sensori richiede la capacità scientifica di utilizzarli al meglio: ciò significa integrare le osservazioni da satellite dei vari sensori con i dati ancillari (verità al suolo, misura al suolo), sviluppare gli algoritmi per estrarre le informazioni utili, migliorare i modelli diagnostici e previsionali. Di conseguenza è richiesta anche una grande capacità tecnico gestionale per integrare ed interpretare congiuntamente la grande mole di dati che ne deriva.

Contestualmente cresce un sistema di utenti finali (servizi, enti territoriali, agenzie nazionali) che richiede la fornitura non di singoli dati ma del prodotto che deriva dal loro uso integrato. Infatti, gli utenti finali non saranno tipicamente in grado di gestire autonomamente tale problema. È sempre più necessario fornire ad essi non il modo attraverso cui trattare i dati del singolo sensore, ma l'intero pacchetto che dall'uso integrato di tutto il sistema di sensori consente di trarre i risultati di cui essi hanno bisogno. Sempre più spesso la possibilità di fornire prodotti di avanguardia comporta non solo la capacità scientifica e tecnologica di sviluppare strumenti di misura più avanzati e di saperne interpretare al meglio i dati, ma anche la capacità di integrare in tempo reale tali dati con l'informazione derivante da altri sensori

Tale approccio è stato seguito nel passato con notevole successo nel campo della meteorologia dove esiste una consolidata collaborazione tra le varie agenzie spaziali. In ambito europeo vi è una consolidata collaborazione tra ESA, EUMETSAT ed U.E. . E' questo un settore in cui nel prossimo futuro il

miglioramento della capacità osservativa avrà un enorme impatto grazie a missioni altamente innovative come MSG, METOP, EOS Aqua e su una prospettiva più lunga GPM e SMOS.

Le opportunità offerte dall'aumento della capacità osservativa ampliano enormemente i settori in cui è pensabile che le Osservazioni della Terra svolgono un ruolo operativo. A tal fine in Europa è in corso un forte sforzo per rendere più efficiente la catena che va dalla ricerca agli utenti finali; In tale quadro è necessario migliorare l'utilizzo dei dati esistenti e la loro integrazione, comprendere quali sono i punti in cui l'attuale fornitura di dati è insufficiente e sanare tali insufficienze. E' questa nella sostanza l'ottica che è alla base del programma GMES (Global Monitoring of Environment and Security) promosso congiuntamente da ESA ed U.E.

In questo contesto cresce l'importanza degli ARM-Site. Essi svolgono un ruolo che ha varie valenze:

La misura dal suolo dei parametri atmosferici svolge un ruolo decisivo ai fini di un corretto sviluppo dei prodotti ottenibili dai dati satellitari ed in particolare per la calibrazione e validazione dei sensori satellitari. Nei nuovi sensori l'elevata capacità osservativa si accompagna ad una notevole complessità nell'estrazione dei prodotti di livello 2 che sono quelli direttamente fruibili dagli utenti finali. È perciò in corso un grande sforzo a livello internazionale per la realizzazione di siti destinati ad intervenire nella fase di CAL/VAL (Calibrazione e Validazione) in modo da garantire la qualità dei prodotti che saranno sviluppati. L'impatto delle misure fornite dagli ARM-Site è estremamente rilevante anche per i sensori dedicati alla misura delle proprietà di superficie in quanto consentono di valutare l'importanza delle correzioni atmosferiche da apportare nella fase di sviluppo dei prodotti di livello 2p.

La capacità autonoma di sviluppare misure di elevata qualità dal suolo ha anche una valenza autonoma in quanto consente di studiare meglio processi la cui comprensione è ancora insufficiente. E' questa la ragione per cui aumenta lo sforzo per la creazione di networks mirati alla misura dal suolo di grandezze quali gli aerosols, il vapor d'acqua, l'ozono, i gas serra ed i gas inquinanti, etc.

Gli ARM-Site sono solo il luogo dove contestualmente si sviluppano le misure e gli strumenti modellistici per la loro interpretazione. Essi pertanto sono il luogo dove si mettono a punto tecniche di integrazione dati e si implementano modelli, si verifica la loro qualità e li si valida al fine di trasferirli, una volta qualificati, agli utenti finali.

Tali opportunità possono esser colte solo da chi è in grado di sviluppare prodotti di alta qualità. È dunque evidente che la ricerca si trova di fronte ad un doppio compito: da un lato è necessario migliorare il quadro conoscitivo, utilizzando al meglio le opportunità offerte dalla nuova generazione di dati satellitari e promuovendo i successivi sviluppi che si aprono con lo studio e la realizzazione dei

sensori che saranno operativi alla fine di questo decennio; dall'altro è necessario operare in modo che i risultati conseguiti siano trasformati in prodotti utilizzabili per gli utenti finali e siano trasferiti agli operatori commerciali in modo da consentire all'Italia di esser pienamente competitiva sul mercato mondiale.

In assenza di ciò il Paese è destinato ad esser marginalizzato nel quadro delle dinamiche internazionali ed europee ed il settore scientifico destinato a lavorare sempre più nell'ambito di progetti egemonizzati e diretti dagli altri paesi.

Proposta progettuale

Il principale obiettivo del presente progetto è di completare il laboratorio di misura della radiazione atmosferica, già esistente presso Il soggetto proponente, ed il relativo ground-segment, ivi inclusa la capacità di calcolo e modellizzazione di radiazione spettrale ed integrata, in modo da realizzare un centro di misura della radiazione atmosferica capace di assolvere i seguenti scopi:

consentire la validazione di nuovi prodotti satellitari che a breve saranno disponibili con la cosiddetta nuova generazione di sensori.

qualificare prodotti satellitari per soggetti operanti sul territorio per la sua tutela, per esempio previsione di rischi naturali ed antropici.

consentire studi approfonditi sulla radiazione atmosferica, soprattutto per lo sviluppo di modelli idonei ad essere successivamente utilizzati nell'ambito delle scienze meteorologiche e climatologiche: previsioni eventi estremi, studio del Global Change, problema del buco dell'ozono.

consentire la realizzazione di misure di concentrazioni di gas in traccia (O_3 , NO_2 , SO_2) di interesse sia per la qualità dell'aria ma anche per l'importanza climatologica

Il programma di ricerca sulla misura della radiazione atmosferica non è disgiunto dalla realizzazione del sito stesso, nel senso che la realizzazione del centro nasce da esigenze di ricerca scientifica ed applicazioni nell'ambito delle problematiche connesse con lo sviluppo sostenibile e salvaguardia dell'ambiente, e non meramente per aumentare la qualità tecnologica del proponente. Una volta realizzato il sito di misura, i ricercatori coinvolti nel progetto si potranno concentrare su misure di campo e nello sviluppo di modelli per una migliore comprensione dei processi che controllano il trasferimento radiativo nell'infrarosso termico in atmosfera (specialmente in presenza di nubi). Il programma, di ricerca, in linea con gli obiettivi fissati dalla International Radiation Commission (IRC), è rivolto a risolvere le incertezze scientifiche sui cambiamenti climatici globali con un'attenzione specifica su come parametrizzare i meccanismi di trasferimento radiativo nei modelli di circolazione globale

atmosfera. Tali modelli, opportunamente migliorati, consentiranno ai ricercatori di comprendere meglio l'influenza delle attività antropiche e dei processi naturali sul clima della Terra.

In tale contesto, l'importanza dello studio del ciclo idrologico e dei suoi possibili effetti sui cambiamenti climatici riceverà particolare attenzione. L'importanza del ciclo idrologico, è, infatti, riconosciuta da tutta la comunità scientifica internazionale e per il suo studio è indispensabile avere a disposizione strumentazione da satellite che fornisca dati di vapor d'acqua e temperatura con risoluzione ed accuratezza migliori delle attuali. Infatti, le Agenzie Nazionali ed Internazionali suggeriscono di ottenere misure di temperatura con errore di 1 K e misure di umidità relativa con errore del 10% almeno in bassa troposfera. Tuttavia, se la strumentazione per la validazione dal suolo dei dati satellitari è inadeguata, si corre il rischio di vanificare questo sforzo. Centri di ricerca che abbiano a disposizione tale strumentazione, sono operativi, ad esempio, negli Stati Uniti, mentre in Italia, e più in generale in Europa, la loro presenza è quasi nulla. Il presente progetto prevede l'impiego delle tecniche più potenti di remote sensing dal suolo attualmente disponibili: lidar e spettrometri di Fourier. L'integrazione unica di queste tecniche fornirà informazioni molto accurate sul vapor d'acqua e sulla temperatura nel boundary layer e nella troposfera medio-alta, consentendo di calcolare spettri di emissione terrestri da confrontare per esempio con gli spettri AIRS. Dal confronto tra misure di umidità relativa e temperatura ottenute da satellite e quelle acquisite dal suolo sarà possibile verificare la consistenza e la qualità dei modelli di trasferimento radiativo. Per una più accurata applicazione dei modelli di trasferimento radiativo particolare interesse rivestono le nubi alte ed i cirri, la cui caratterizzazione accurata è attualmente non facilmente realizzabile con i sistemi di telerivelamento tradizionali. La conoscenza delle caratteristiche ottiche e fisiche delle nubi ottenibile con misure LIDAR consentirà un'applicazione ottimale di tali modelli e degli algoritmi di inversione delle misure interferometriche in condizioni di cielo coperto. Infine, le misure effettuate saranno utilizzate per la validazione dei sensori di nuova generazione (IASI, AIRS) che voleranno su piattaforme satellitari.

Presso il soggetto proponente è già operante una ricca strumentazione. Obiettivo dell'unità di ricerca è il completamento della strumentazione esistente per la realizzazione di misure congiunte per la determinazione di profili di vapor d'acqua e di temperatura, integrando le diverse tecniche. Si intende in questo modo elevare la capacità di misura, di modellizzazione, calcolo e storage di dati del soggetto proponente ai livelli tipici di un ARM site Americano.

Articolazione progettuale e finanziamento

Il progetto riguarda il potenziamento dell'ARM-Site già operante presso l'IMAAA.

Il progetto si muove tenendo presente anche la tempistica delle prossime missioni spaziali ed in particolare di quelle che presentano (ENVISAT) e presenteranno forti elementi innovativi nel sounding da satellite (MSG, METOP, EOS). A tale proposito un aspetto altamente innovativo e di forte impatto è costituito dalla nuova generazione di sensori infrarossi ad elevata risoluzione quali MIPAS, IASI, AIRS ed in prospettiva GIFTS, e dai sensori operanti nel lontano infrarosso (GERB, REFIR).

Il finanziamento al progetto da parte del GNDCI costituisce un cofinanziamento al progetto stesso ed ammonta ad un finanziamento biennale di 75.000 euro per anno.

In particolare tale cofinanziamento verrà utilizzato per la costruzione di basi di dati congiunte tra dati al suolo, anche disponibili dal progetto dei centri funzionali, e dati di sounding atmosferici e da satellite.

Il GNDCI ha come obiettivo una migliore comprensione degli eventi anche attraverso la costituzione dell'ARM-Site che bene si inquadra nelle specifiche di super-site per la taratura di campagne satellitari quali la Global Precipitation Mission. In attesa della realizzazione di tale progetto nell'arco dei primi due anni parte del finanziamento potrebbe essere destinato alla costruzione di una base dati che si rifaccia alla campagne TRMM, che costituisce una fonte informativa notevole per quanto riguarda la conoscenza di strutture di precipitazione tropicali, e più in generale di alcuni importanti processi atmosferici la cui comprensione potrebbe risultare importante anche alle medie latitudini.