Rischio Idrogeologico

Attività del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI)

Lucio Ubertini*

1. Introduzione

Il Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica, con il concerto del Ministero della Protezione Civile e dei Lavori Pubblici, con Decreto del 12/12/84 ha istituito presso il CNR il Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) assimilato organizzativamente ad un progetto finalizzato. I finanziamenti per l'attività del GNDCI vengono erogati dal Ministero della Protezione Civile che ha voluto creare una rete scientifica nazionale atta sia a promuovere e realizzare iniziative scientifiche sia a fornire consulenze in situazioni di emergenza dovute a fenomeni idrogeologici quali inondazioni, frane e inquinamenti gravi di acquiferi.

Lo Statuto del GNDCI ha infatti previsto di assegnare ad esso i seguenti compiti:

- promuovere e sviluppare ricerche interdisciplinari coordinate, indirizzate all'acquisizione ed al miglioramento delle conoscenze scientifiche necessarie nel settore della difesa dalle inondazioni e dalle frane;

- fornire consulenza scientifica e tecnica nel settore del rischio idraulico-geologico ai Ministri interessati, alle autorità regionali ed altri enti locali, con particolare riferimento ai problemi di protezione civile e di educazione delle popolazioni esposte al pericolo di inondazioni e di frane;

- assicurare il coordinamento delle azioni di intervento scientifico in occasione di eventuali inondazioni e frane;

* Direttore del Gruppo Nazionale Difese Catastrofi Idrogeologiche GNDCI-CNR

- formulare proposte in merito a specifici programmi di ricerca;
- formulare proposte in merito a normative e provvedimenti atti alla previsione e prevenzione;
- mantenere i collegamenti con gli organismi pubblici preposti alla gestione del territorio e, in particolare, assicurare il coordinamento con le attività di carattere scientifico relative alla pianificazione dei bacini idrografici;
- mantenere i collegamenti con le analoghe iniziative di ricerca degli altri Paesi promuovendo un interscambio di esperienze internazionali in questo settore.

L'impegno del GNDCI nel fornire consulenza scientifica è stato di notevole entità: nelle situazioni di crisi acuta numerosi ricercatori hanno prestato la loro opera in modo tempestivo, affidabile e continuativo collaborando con il Ministero della Protezione Civile ed altri Enti centrali e periferici. Nei recenti avvenimenti in Valtellina decine di unità si sono alternate senza soluzione di continuità nel controllare e gestire le situazioni di emergenza fornendo un supporto determinante anche per le scelte operative.

L'attività scientifica è stata ed è tuttora espletata per perseguire due obiettivi complementari: 1) realizzare un quadro di conoscenze omogenee nel territorio nazionale in base al quale effettuare una pianificazione degli interventi strutturali, compatibili con le risorse disponibili, in modo da ottimizzare i benefici conseguibili in termine di riduzione dei danni; 2) organizzare un insieme di misure in base alle quali pervenire ad un inventario delle aree vulnerabili, ad un sistema di previsione che consente di quantificare la probabilità di evenienza a partire dall'osservazione di opportuni precursori di evento e che permetta l'adozione di misure nel corso di un evento, ad un sistema di relazioni con i residenti che consenta di prevenire e ridurre i danni con interventi pre-evento.

2. Analisi generale delle attività

Le attività del GNDCI sono suddivise secondo quattro linee di ricerca:

- a) Previsione e prevenzione di eventi idrologici estremi e loro controllo;
- b) Previsione prevenzione di eventi franosi a grande rischio;
- c) Valutazione del rischio idraulico-geologico e zonazione, strategie di intervento per la mitigazione degli effetti degli eventi estremi;
- d) Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi.

2.1. Previsione e prevenzione di eventi idrologici estremi e loro controllo

La valutazione accurata del rischio di esondazione è un punto chiave per un programma nazionale di abbattimento del danno di piena. Tenendo però presente che una difesa assoluta dalle piene non è possibile, occorre una scala di priorità degli interventi basata su criteri razionali ed omogenei di scelta del rischio di esondazione e su metodi accurati ed omogenei di valutazione del rischio medesimo. I problemi idrologici possono essere così suddivisi in relazione agli obiettivi generali:

- i) Valutazione delle massime portate di piena istantanee o di durata assegnata che possono essere superate con un dato rischio di superamento;
- ii) Valutazione degli effetti sulle piene provocati da interventi strutturali;
- iii) Valutazione della possibilità di preannuncio delle piene.

I metodi di valutazione delle piene tuttora impiegati nella tecnica sono quelli di tipo deterministico basati sull'idrologia classica o "razionale", sviluppatasi tra le due guerre.

Tali metodi non consentono la valutazione del rischio ed inoltre possono portare, in numerosi casi, a forti errori di sovradimensionamento con spreco di risorse, o anche di sottodimensionamento, con rischi inaccettabili. D'altra parte il Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici ha raccolto in maniera sistematica i dati pluviometrici ed idrometrici ormai da più di 60 anni in tutto il territorio nazionale. Attualmente l'organizzazione è in crisi e, sotto alcuni aspetti, sorpassata dallo sviluppo tecnologico, anche per il mutare delle esigenze rispetto agli anni della sua costituzione.

Inoltre negli ultimi decenni la ricerca idrologica ha fatto molti progressi in Italia e all'estero. Ma pur essendosi sviluppati numerosi modelli matematici con relativi programmi di calcolo per risolvere i problemi di valutazione delle piene, criteri razionali di scelta fra i diversi modelli spesso sono risultati scarsamente acquisiti nella pratica professionale.

Nel 1980, in una tavola rotonda tenutasi a chiusura del Corso "Eventi idrologici estremi, Erice (TP)", la comunità idrologica italiana ha discusso sull'opportunità di pervenire a "raccomandazioni" sui criteri e i procedimenti più idonei per la valutazione delle piene. In questa sede fu largamente condivisa l'opportunità di seguire l'esempio della Gran Bretagna, dove il "Natural environmental research council" ha pubblicato nel 1975 il "Flood studies report" uno stu-

dio in 5 volumi preparato dall'"Institute of Hydrology" di Wallingford in collaborazione con altre organizzazioni. Tale studio, commissionato dall'Institution of Civil Engineers, è utilizzato come guida semi-ufficiale per la redazione dei progetti e per il loro esame da parte delle amministrazioni pubbliche.

Nel 1982 nell'ambito del progetto Finalizzato del CNR "Conservazione del Suolo", il sottoprogetto "Dinamica Fluviale" ha presentato una ricapitolazione critica dei differenti metodi esistenti per valutare le piene nel quaderno "Valutazione delle piene", coordinato dal Prof. E. Macchi.

In base a quanto sopra esposto il Gruppo si sta impegnando nel preparare un "Rapporto sui Metodi di Valutazione delle Piene", proseguendo sulla strada indicata dal sottoprogetto "Dinamica fluviale" ed avendo come obiettivo finale un prodotto del tipo di quello realizzato in Gran Bretagna, con i seguenti temi:

1. Criteri del rischio di superamento negli interventi di difesa dalle piene.
2. Aspetti meteorologici delle piene, con particolare riguardo ai problemi di zonazione pluviometrica e di distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni.
3. Modelli della risposta idrologica (infiltrazione, risposta della rete idrografica alle piene), con particolare riguardo alle relazioni tra i parametri del modello e i parametri geomorfometrici che caratterizzano il bacino.
4. Tecniche di regionalizzazione nell'analisi statistica delle piene; variabilità spaziale e rappresentatività dei parametri; relazioni tra i parametri del modello probabilistico e i parametri climatici, e della risposta idrologica; uso combinato dell'informazione regionale o indiretta e di quella diretta nelle stazioni di misura.
5. Valutazione degli effetti sulle piene provocati da interventi strutturali.
6. Preannuncio delle piene, con particolare riguardo alle nuove tecnologie di rilevamento, trasmissione e controllo, e all'incertezza dei previsori per assegnato tempo di anticipo.

2.2. Previsione e prevenzione di eventi franosi a grande rischio

L'importanza e la complessità dei problemi connessi alla rilevante diffusione delle frane nel territorio italiano è ben nota a quanti, sia pure in campi diversi, si occupano della materia. I dati ufficiali che per l'intero paese vengono saltuariamente resi noti, nell'ambito delle

rispettive competenze, dal Ministero dei lavori Pubblici, dall'ANAS, dalle Ferrovie dello Stato e dal Ministero dell'Agricoltura e Foreste, forniscono già essi stessi un quadro allarmante della situazione. In realtà si può ragionevolmente ritenere che la diffusione e la frequenza dei dissesti in atto o potenzialmente riattivabili siano ancora più rilevanti, tenuto conto che ogni qualvolta un gruppo di ricerca od un servizio tecnico specializzato svolge un rilevamento sistematico delle frane entro aree parziali del territorio nazionale, viene progressivamente posto in luce un sempre maggior numero di fenomeni, in gran parte preesistenti, ma non riconosciuti, o comunque non segnalati.

In questo quadro generale d'instabilità diffusa, si pongono prioritariamente in evidenza i problemi collegati ai processi gravitativi riguardanti centri abitati, in quanto direttamente attinenti alla sicurezza degli insediamenti ed in stretta relazione quindi alle esigenze operative della Protezione Civile. Secondo quanto previsto dalla Legge 9 luglio 1908 n° 445 e successive modifiche, il Ministero dei Lavori Pubblici ha compilato degli appositi elenchi degli abitati che, essendo interessati a gravi fenomeni di instabilità, necessitano di consolidamento o richiedono operazioni di trasferimento e ricostruzione in altra sede. Alla data del 1970 nel primo elenco risultavano inseriti globalmente 1500 abitati mentre il secondo ne comprendeva 304.

L'iscrizione negli elenchi, per richiesta dei comuni interessati, veniva effettuata a seguito di apposita istruttoria da parte degli organi del Ministero dei Lavori Pubblici; attualmente le competenze su tale materia sono trasferite alle regioni.

Un primo interrogativo, in merito a quanto sopra esposto, si fonda sulla possibilità che gli elenchi citati non corrispondano numericamente alla reale consistenza dei centri abitati che nel territorio italiano sono esposti a pericolo di frana, o di trasporto di massa torrentizia. Una recente indagine condotta dal CNR-IRPI di Torino nell'ambito della stessa Regione Piemonte, ha posto in luce che negli ultimi cento anni 419 capoluoghi di comune o frazioni hanno subito danni anche molto gravi a causa di movimenti di massa; nel 31% dei casi i fenomeni si sono ripetuti nel medesimo abitato più di due volte.

Si può ritenere quindi che esistano diffuse lacune conoscitive in merito alle condizioni di sicurezza degli insediamenti, tenuto conto anche delle espansioni urbanistiche, spesso incontrollate, realizzate negli ultimi due decenni.

Pertanto si è programmata una attività di ricerca sulla problematica proposta articolata nelle seguenti fasi di sviluppo:

- indagine conoscitiva, per una raccolta sistematica dei dati riguar-

danti fenomeni franosi ed altri movimenti di massa che hanno coinvolto centri abitati, con particolare riferimento a ricavarne un primo quadro sulla localizzazione e ricorrenza degli eventi, sulla approssimata dimensione dei fenomeni e sull'entità dei danni prodotti;

- studio dei fenomeni, per una integrazione ed interpretazione dei dati precedenti, con riconoscimento e delimitazione delle zone instabili, definizione topografica dei movimenti, inquadramento nel locale contesto geologico-strutturale e caratterizzazione geotecnica dei terreni, anche se solo qualitativa;

- valutazione del rischio, obiettivo principale della ricerca, da ricavare in base alle caratteristiche intrinseche delle zone instabili, in correlazione al ruolo attribuibile a cause innescanti esterne (situazioni climatiche stagionali, precipitazioni straordinarie, fenomeni sismici, attività antropica); analisi complessiva della probabilità di un evento e stima degli effetti producibili.

Il programma implica una diretta applicazione nel contesto delle iniziative per la prevenzione dei fenomeni d'instabilità. Prevenire significa attivare misure che, secondo le diverse situazioni, possono essere finalizzate a:

- rimuovere le cause dell'instabilità ed impedire che un determinato fenomeno si verifichi;

- realizzare sistemi difensivi capaci quantomeno di controllare lo sviluppo dei fenomeni, attuandone le potenzialità distruttive;

- imporre vincoli o limitazioni d'uso onde evitare la proliferazione di situazioni di pericolo.

Per procedere, secondo queste linee operative è prima di tutto necessario conoscere e consequenzialmente prevedere la tipologia dei fenomeni, la loro distribuzione nello spazio e la loro più probabile frequenza nel tempo.

La ricerca ha il preciso obiettivo di rispondere a tali esigenze conoscitive attraverso un sistematico censimento e catalogazione dei centri abitati esposti a rischio, da realizzare in questa prima fase in tutte le aree riconosciute come rappresentative delle realtà fisico-naturali e socio-economiche italiane.

In sintesi il lavoro si pone i seguenti obiettivi:

- segnalare centri abitati esposti a rischio per i movimenti di massa in atto o potenziali, precedentemente non riconosciuti;

- integrare i dati conoscitivi in merito ai centri già classificati dal Ministero dei Lavori pubblici e dalle Amministrazioni regionali;

- fornire un quadro conoscitivo omogeneo per tutti i centri abitati esposti a rischio, delineando una graduatoria di priorità per studi più dettagliati ed interventi sistematori.

2.3. Valutazione del rischio idraulico-geologico e zonazione; strategie di intervento per la mitigazione degli effetti degli eventi estremi

Come già indicato nelle conclusioni del seminario tenutosi presso la Scuola del Genio Militare in Roma, dal 27 al 31 maggio 1985, tra ricercatori italiani e membri del U.S. Army Corps of Engineers sul tema "Mappatura del rischio di inondazione", sono da considerare provvedimenti

- non strutturali

i) la determinazione delle strategie di intervento della protezione civile e delle relative priorità regionali;

ii) l'ausilio alle scelte da compiere nei piani urbanistici per la localizzazione di installazioni residenziali, commerciali ed industriali;

- strutturali

iii) la determinazione sulla base di una valutazione benefici-costi, della dimensione degli interventi strutturali (argini, serbatoi, scolmatori, detersivi, ecc.) e delle relative priorità regionali e di bacino.

Sulla base di procedure omogenee a livello nazionale, sono strumento della zonizzazione del rischio di inondazione:

- un rapporto sulle aree inondabili contenente in dettaglio:

a) la descrizione dei dati cartografici e topografici, idrografici, idrologici e meteorologici, idraulico-geologici, geotecnici, in relazione alle strutture di contenimento e attraversamento dei corsi d'acqua, oltre alla descrizione dei dati di base urbanistici e socio-economici utilizzati nella valutazione del rischio;

b) la descrizione delle procedure adottate nelle valutazioni idrologiche e idrauliche utilizzate per giungere alla mappatura del rischio;

c) la presentazione in forma omogenea dei risultati, le valutazioni idrologiche ed idrauliche, il periodo di ritorno e l'intervallo di confidenza delle determinazioni ad esse associate;

- una serie di cartografie, redatte a scala opportuna, delle zone interessate in cui le aree soggette ad inondazione siano delimitate in modo omogeneo con l'associato periodo di ritorno.

Per la realizzazione di un prototipo presentante caratteristiche metodologiche successivamente utilizzabili nella forma di procedure standard per la cartografia di rischio alluvionale vengono analizzate aree dell'Italia settentrionale, centrale e meridionale.

A tal fine sono necessari tre livelli di rappresentazione cartografica:

- primo livello di riconoscimento;

- secondo livello di lavoro;

- terzo livello di dettaglio in aree di particolare rilevanza del ri-

schio in cui la rappresentazione, utilizzando le basi cartografiche ed aereofotogrammetriche esistenti, integrate ove necessario da rilievi a terra, presenti via via una maggiore soluzione altimetrica e planimetrica.

Le determinazioni idrologiche ed idrauliche sono eseguite utilizzando le più recenti acquisizioni scientifiche, che tuttavia possano essere immediatamente tradotte in procedure standard. Per questa fase è in atto una collaborazione con Istituzioni di altri paesi delle quali sia riconosciuta la competenza scientifica e la preparazione tecnica nel settore di studio.

La stima dei costi comprende:

- la preparazione delle specifiche per l'integrazione tra i diversi rilievi cartografici ed aereofotogrammetrici esistenti e per l'esecuzione di eventuali rilievi integrativi;
- la preparazione di opportuni piani quotati e la loro implementazione in modelli digitali del terreno;
- le determinazioni idrologiche ed idrauliche, che a loro volta comprendono:
 - la raccolta dei dati storici di pluviometria ed idrometria e la preparazione delle procedure standard per il trattamento dei dati;
 - la raccolta dei rilievi d'alveo e la determinazione di procedure standard per il trattamento dei dati;
 - lo studio dei modelli opportuni per la propagazione in alveo delle piene e dei modelli di propagazione dell'inondazione nei piani di piena. Sarà disposta la revisione critica dei modelli esistenti e studiata l'applicabilità nei diversi ambienti italiani. Una parte attiva confluirà nell'attività del programma speciale VAPI. Anche in questo settore è possibile introdurre elementi innovativi a livello di strumentazione di misura, sviluppando la cooperazione tra ambienti di ricerca e ambienti tecnologici;
 - le raccomandazioni operative per la determinazione delle sezioni critiche di esondazione;
 - le procedure standard per la determinazione delle aree esondate e per la loro rappresentazione automatica in modello digitale del terreno;
 - le procedure standard per la correlazione dello specifico valore di probabilità alle superfici allagate ed alle corrispondenti quote d'acqua, queste ultime con associato intervallo di confidenza.

Altro tema di estremo interesse nella valutazione del rischio idraulico-geologico è la distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni, specialmente in condizioni estreme.

Il tema di ricerca della distribuzione spazio-temporale delle pre-

cipitazioni, è affrontato sia dal punto di vista della modellistica matematica sia dal punto di vista delle tecniche di misura.

Con riferimento alle aree climatiche di interesse del nostro paese, i modelli originali debbono essere adattati all'ambiente meteorografico italiano.

Inoltre è analizzata l'efficienza previsionale combinata dei modelli stocastici sopra ricordati con modelli meteorologici quantitativi fondati su osservazioni fisiche al suolo o in quota.

Il tema richiede, per l'interpretazione delle piogge di elevata intensità e di breve durata, l'approfondimento della teoria dei processi stocastici puntuali, utilizzando sia i risultati, principalmente anglosassoni, della matematica ad essi rivolta, sia collaborando con l'ambiente matematico nella predisposizione degli strumenti opportuni.

Per quanto riguarda la meteorologia quantitativa, sono in corso le opportune collaborazioni, già iniziate, tra specialisti dell'idrologia classica e specialisti della fisica dell'atmosfera.

La misura areale delle precipitazioni a mezzo di sistemi a microonde, trova in questi anni applicazioni diffuse in alcuni paesi. L'interesse principale è volto alla ottimizzazione dei sistemi di sensori - radar e pluviometri - necessari alla taratura del sistema per la previsione areale quantitativa della precipitazione.

L'influenza dell'orografia sulla formazione della precipitazione e sul rilevamento a microonde definisce la densità necessaria della rete di misura e determina le opzioni in favore dei sistemi tradizionali o dei sistemi innovativi.

Sistemi a microonde non radar - linee di misura fisse a potenza ridotta - possono essere di utile applicazione e di costi assai più contenuti delle installazioni radar. La struttura spazio-temporale probabilistica delle perturbazioni critiche ai fini della formazione delle piene temibili determina le scale temporali e spaziali necessarie per un rilevamento utile alla mitigazione degli effetti delle inondazioni.

2.4. Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi

Le ricerche hanno come obiettivo lo studio dei fenomeni di inquinamento, effettivi e potenziali, dei corpi idrici sotterranei in un'ottica di previsione per quanto possibile affidabile, nel corso spazio-temporale di essi, in modo da:

- fornire una base conoscitiva di ciascuna situazione territoriale;
- fornire uno strumento di valutazione rapida del potenziale di inqui-

namento di un qualunque agente effettivo o potenziale;
- valutare l'opportunità dell'istallazione di sistemi di monitoraggio adatti ad una detenzione rapida ed efficiente, per la programmazione di interventi a previsione e salvaguardia della popolazione soggetta a rischio da impatti a breve e medio termine.

Gli studi, condotti su aree-campione opportunamente selezionate, servono per mettere a punto le metodologie di formazione dei documenti di base (carte della vulnerabilità degli acquiferi) e di quelli accessori, metodologie da fornire alle strutture centrali e periferiche dello Stato preposte alla tutela ed alla protezione del territorio nazionale, purché siano applicate in forma estensiva.

Le fasi ed articolazioni del programma di ricerca sono le seguenti:

- a) Selezione di alcune aree campione ad elevato utilizzo delle aree sotterranee ove sussistano condizioni di vulnerabilità effettiva e/o potenziale degli acquiferi. Sarà necessario selezionare un ventaglio sufficientemente ampio di situazioni idrogeologiche diverse al fine di costituire una casistica per quanto possibile rappresentativa del territorio e delle condizioni climatiche delle diverse zone del paese.
- b) Studio idrogeologico completo al fine di identificare le caratteristiche geometriche, idrodinamiche e geochimiche dei sistemi idrogeologici presenti, le modalità di formazione delle risorse idriche sotterranee, i punti di recapito delle falde e/o reti acquifere, la qualità finalizzata delle risorse.
- c) Identificazione delle fonti e delle cause (effettive e/o potenziali) di inquinamento concentrato e diffuso ed i relativi tipi e quantità di inquinanti onde definirne il peso di impatto.
- d) Valutazione rapida del potenziale di inquinamento, tenuto conto dei fenomeni di interazione acquifero-acqua-inquinante che avvengono nel sottosuolo (diluizione, assorbimento, ossidazione, ecc.), delle caratteristiche dell'acquifero (permeabilità, diffusività, gradiente, ecc.) e delle caratteristiche evoluzionali del processo (profondità della zona di saturazione, distanza tra soggetti attivi e passivi di rischio, ecc.).
- e) Redazione di carte di vulnerabilità degli acquiferi contenenti in forma chiara e non equivoca tutte le informazioni di cui ai punti precedenti, opportunamente selezionate, elaborate e tradotte in termini di moderna cartografica tematica.
- f) Individuazione delle zone di salvaguardia.
- g) Individuazione dei punti soggetti passivi di rischio da sottoporre a monitoraggio e relativi sistemi di allarme.
- h) Studio di metodi di abbattimento o di mitigazione degli effetti di un inquinamento in atto.

3. Principali risultati

Il programma speciale VAPI (valutazione delle massime portate istantanee dei corsi d'acqua italiani) ha utilizzato la procedura regionalizzata TCEV per l'Italia centro meridionale e insulare. Il territorio è stato suddiviso in regioni idrologicamente omogenee caratterizzate da una distribuzione unica di probabilità delle piene annuali rapportate al valor medio (curve regionali), da stimare mediante un primo e secondo livello di regionalizzazione. In questo settore l'IRPI di Cosenza ha prodotto una prima stesura del rapporto "Valutazione delle piene in Calabria" che può considerarsi il più importante prodotto di questa linea di ricerca. Si è organizzato poi un programma di realizzazione di una Banca Dati VAPI nella quale sono stati archiviati i dati di portata e, per qualche regione, di pioggia contenuti nelle varie edizioni della Pubbl. n° 17 del S.I.I..

Si è inoltre continuato il programma speciale S.C.A.I. (Studio sui Centri Abitati Instabili) e altri temi di ricerca ad esso connessi, ottenendo risultati di estremo interesse.

Il lavoro è stato impostato secondo due linee principali di indagine: la prima riguarda il censimento, il rilevamento e lo studio delle situazioni a rischio nei centri abitati interessati da fenomeni franosi analizzando tutto il territorio nazionale "a tappeto", come richiesto dalla Protezione Civile; la seconda sviluppa diversi temi di ricerca specifici esaminati entro aree campione rappresentative, finalizzati all'elaborazione di metodologie di studio, alla sperimentazione di tecniche di intervento e di sistemi di controllo ed anche allo studio di alcuni problemi connessi a fenomeni locali particolari (es. subsidenza, cavità sotterranee, ecc.).

Per quanto riguarda la zonazione del rischio di inondazione, risultati significativi sono stati ottenuti nei seguenti settori: tecnologia a microonde per la misura ed il preannuncio dei precursori di piena, modelli di preannuncio e decisionali, mappatura del rischio di inondazione e relativa normativa, valutazione degli interventi sistematori. Per i problemi di inquinamento di acque sotterranee, va sottolineata la redazione di una normativa sulle fasce di rispetto delle opere di captazione.

In sintesi tra i molteplici risultati ottenuti i più salienti possono essere considerati:

- a) il rapporto "Valutazione delle piene in Calabria", redatto dall'IRPI/CNR di Cosenza;
- b) il piano di allarme di inondazione per la città di Firenze redatto in collaborazione dal GNDCI - Dipartimento Ingegneria Civile

dell'Università di Firenze e Istituto di Idraulica dell'Università di Genova - con la Prefettura di Firenze, su incarico del Ministero della Protezione Civile ed attuato in occasione dell'evento del 24/11/87;

c) la proposta di riorganizzazione e ristrutturazione del Servizio Idrografico inoltrata al Ministero dei Lavori Pubblici;

d) la proposta metodologica per la individuazione delle fasce di rispetto delle opere di captazione, elaborata da un Gruppo di lavoro coordinato dal responsabile della linea di ricerca "Vulnerabilità degli acquiferi".

Da sottolineare infine l'intenso scambio di informazioni con ricercatori ed Istituzioni estere di particolare rilievo tra cui l'accordo di cooperazione con U.S. Geological Survey, i contatti con la Delegazione dei Rischi Maggiori francese, con il Massachusetts Institute of Technology e con la Pennsylvania State University.

4. Conclusioni

L'esperienza acquisita nel settore del rischio idrogeologico suggerisce la necessità di lunghe e approfondite indagini sperimentali prima di poter affidare ad un Ente decisionale uno strumento operativo. Inoltre organismi accademici, di ricerca ed operativi insieme, debbono collaborare intensamente per preparare e perfezionare personale specializzato in questo settore. E' senza dubbio indispensabile dare inizio immediato ad un piano di formazione di personale con l'inserimento di opportune discipline nei piani di studio di alcune facoltà scientifiche, con l'istituzione di idonee scuole di perfezionamento post laurea e con l'invio di tecnici e laureati presso istituzioni di altri Paesi dove già è operativa una struttura decisionale di prevenzione e previsione di eventi idrologici estremi. Un notevole passo nella direzione della difesa del territorio potrebbe essere quello di dotare il nostro Paese di una rete di monitoraggio idrometeorologico in tempo reale, utilizzando eventualmente anche satelliti, in modo da potenziare l'attuale struttura del servizio idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici. Ormai molti Paesi più avanzati si sono dotati di una struttura del genere e le competenze tecno-scientifiche acquisite nel nostro Paese potrebbero assicurare la realizzazione di un'opera altamente qualificata.

In conclusione i problemi della difesa del rischio idrologico necessitano di enormi risorse umane e finanziarie. La Comunità Scientifica, pur consapevole della sua limitata possibilità, è stata e sarà sempre disponibile a portare il proprio contributo, certa che

l'impegno in questo settore è altamente gratificante sia per i risultati conseguibili sia per il bene che da questi può derivare alla collettività.

Summary

After a short introduction, the Author exposes, syntetically, the activity of "National Group of Defence from Hydrologic". (Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrologiche - GNDCI).

Then he considers, adequately, the principal results obtained up to now. The evaluation of risks and vulnerabilities is particularly interesting for the object of the "Meeting" where are clearly indicated and commented structural and non structural measures that, as the A. judges, must be adopted and pursued with method. For these measures is appropriately indicated a valuation of costs, distinguished in nine groups.

At last, in the articulate conclusion is underlined that the problems joined with the defence of hydrological risks need of enormous human and financial resources.

Résumé

L'Auteur, après une brève introduction, expose en sagace synthèse, l'activité du Groupe National de Défense de Catastrophes hydrologiques (Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrologiche - GNDCI).

Il s'arrête en peu, ensuite, sûr les principaux résultats obtenus jusqu'ici. La partie la plus intéressante pour le Thème du "Rencontre" est celle relative à l'évaluation du risque et de la vulnérabilité dans laquelle on trouve, entre autres, une indication claire et commentée des dispositions structurelles et non structurelles qui devraient être, selon l'A., adoptés et persécutés avec méthode systématique.

Pour cetttes dispositions on indique bien à raison une évaluations des frais de gestion répartis en neuf group.

En conclusion, on souligne que les problemès de la défence contre le risque idrologique nécessite des grandes ressources humaines et financières.