

anche alle geometrie e alle proprietà elastiche degli strati più superficiali del sottosuolo, che in alcune situazioni provocano localmente una forte amplificazione del moto del suolo durante i terremoti. Per questo motivo l'Istituto Nazionale di Geofisica sta dedicando una particolare attenzione al problema del rischio sismico in alcune città italiane, quali Roma, Firenze, Bologna, Palermo, Catania, con l'obiettivo di costruire scenari di danno attraverso un approccio multidisciplinare che, partendo dallo studio degli effetti dei terremoti nelle città fin dalle epoche storiche più remote e dalla ricostruzione dei caratteri geologici di superficie, calcola mediante complessi modelli di simulazione numerica l'entità dello scuotimento sismico per i forti terremoti attesi.

Bibliografia essenziale e recente:

Boschi, E., D. Pantosti e G. Valensise (1994). L'identificazione geologica delle faglie sismogenetiche. *Le Scienze*, 310, 36-46.

Console, R., F. Di Luccio, M. Murru, M. Imoto e G. Stavrakakis (1999). Short term and short range seismicity patterns in different areas of the world. *Natural Hazards*, 19, 2-3, 107-121.

Malagnini, L., P. Tricarico, A. Rovelli, R. B. Herrmann, S. Opice, G. Biella e R. de Franco (1996). Explosion, earthquake and ambient noise recordings in a Pliocene sediment-filled valley: inferences on seismic response properties by reference and non-reference techniques. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 86, 670-682.

Pantosti, D., D. P. Schwartz e G. Valensise (1993). Paleoseismology along the 1980 Irpinia earthquake fault and implications for earthquake recurrence in the southern Apennines. *J. Geophys. Res.*, 98, 6561-6577.

Rovelli, A., O. Bonamassa, M. Cocco, M. Di Bona e S. Mazza (1988). Scaling laws and spectral parameters of the ground motion in active extensional areas in Italy. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 78, 530-560.

Rovelli, A., A. Caserta, L. Malagnini e F. Marra (1994). Assessment of potential strong ground motions in the city of Rome. *Annali di Geofisica*, 37, 1745-1769.

Wyss, M., R. Console e M. Murru (1997). Seismicity rate change before the Irpinia (M=6.9) 1980 Earthquake. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 87, 318-326.

G - Osservazione e analisi di fenomeni geofisici e ambientali in Antartide e in aree estreme.

Sono due i principali motivi di interesse geofisico dell'Antartide. A motivo della sua posizione geografica assolutamente peculiare, l'Antartide rappresenta un sito di enorme valore per le ricerche geofisiche a scala globale. Così è, per esempio, per il campo magnetico interno e per gli strati ionizzati dell'atmosfera in prossimità del polo magnetico; per gli studi sismologici della struttura profonda e del nucleo terrestre; per la dinamica delle masse glaciali e il riaggiustamento isostatico. L'Antartide rappresenta inoltre un continente ancora in gran parte ignoto, per il cui studio specifico, anche con finalità geologiche, i metodi di indagine geofisica sono una necessità imposta dall'inaccessibilità e dalla copertura di ghiacci. L'impegno dell'ING nel Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA), continuo sin dall'esordio del programma, oltre 10 anni fa, ha investito entrambi questi settori, assumendo rapidamente dimensioni e valenze scientifiche di rilievo internazionale.

Le attività di osservatorio geofisico nel quadro del PNRA vengono effettuate presso la Base italiana di Baia Terra Nova e altre basi (tra cui la costituenda base italo-francese Concordia a Dome C, nel plateau continentale) e sono coordinate dall'ING. Riguardano principalmente la sismologia, il geomagnetismo, lo studio della ionosfera e della meteorologia spaziale. L'interesse primario di questi dati risiede nella loro integrazione con le altre misure analoghe effettuate su scala continentale e globale per il calcolo di modelli delle variazioni spazio-temporali delle grandezze coinvolte.

Nell'ambito del PNRA sono stati effettuati, negli ultimi anni, numerosi rilievi aeromagnetici e glaciologici ad alta risoluzione, per lo studio di strutture litosferiche. Gli aeromobili, infatti, consentono di studiare anche regioni inaccessibili e coperte da ghiacci. Le mappe di anomalie integrate mettono in relazione gli studi geologici e geofisici dei vari programmi, nazionali ed internazionali. Sono anche condotte campagne di misura sismologiche con strumentazione trasportabile, spesso in congiunzione con altre tecniche geofisiche, volte allo studio delle caratteristiche della crosta e della litosfera. L'ING partecipa inoltre a un progetto di perforazione profonda volta a ricostruire la storia geologica e climatica dell'Antartide. Negli ultimi anni le campagne di misura, le cooperazioni internazionali, la definizione di modelli hanno permesso

l'acquisizione di *know-how* scientifico-tecnologico nella pianificazione ed esecuzione di rilievi e lo sviluppo di tecniche innovative di analisi ed interpretazione dati.

Altre aree estreme del pianeta presentano motivi di interesse simili all'Antartide, costituendo delle lacune nelle reti osservative. I fondali oceanici sono tra questi. L'ING ha sviluppato, nell'ambito del progetto europeo GEOSTAR, un osservatorio multiparametrico che, già sperimentato in Adriatico, sarà successivamente installato nel Mediterraneo e in Antartide. Tale osservatorio, completamente automatico, è dotato di strumentazione sismologica, geomagnetica, geochimica e oceanografica. L'ING contribuisce inoltre alle attività di ricerca presso il laboratorio di alta quota del CNR sull'Everest. Dopo una campagna di *test*, nel 1991, è stato formulato il progetto di installazione di una stazione sismica permanente di alta qualità che verrà inclusa tra quelle che costituiranno il sistema di monitoraggio internazionale per il controllo dell'osservanza del Trattato per la messa al bando degli esperimenti nucleari (come si può vedere nella specifica scheda sulla discriminazione fra eventi naturali e antropici).

Bibliografia essenziale e recente:

Beranzoli, L., A. De Santis, G. Etiope, P. Favali, F. Frugoni, G. Smriglio, F. Gasparoni e A. Marigo (1998). GEOSTAR: a Geophysical and Oceanographic Station for Abyssal Research, *Phys. Earth Plan. Inter.* 108, 2, 175-183.

Bozzo, E., G. Caneva, M. Chiappini, D. Damaske, F. Ferraccioli, M. Gambetta e A. Meloni (1997). A High resolution Aeromagnetic Survey off Cape Roberts. The Antarctic Region: Geological Evolution and Processes, ed. C.A. Ricci, 1129-1133.

De Franceschi G., De Santis A., Cerrone M., Chiappini M., Palangio P., Romeo G., e Ricci G. (1997). Riometry at the Italian Antarctic Station of Terra Nova Bay. *Il Nuovo Cimento*, Vol. 20C, 973-976.

Olivieri M., N. A. Pino, e A. Morelli (1997). Evidence for an S-velocity discontinuity in the lowermost mantle beneath the South Eastern Pacific Basin. *Geophy. Res. Lett.*, 24, 2617-2620.

Meloni, A., e A. Morelli, eds. (1996). Italian Geophysical Observatories in Antarctica, Programma Nazionale di Ricerche in Antartide. *Editrice Compositori*, Bologna, 210 pp.

Villante, U., S. Lepidi, P. Francia, A. Meloni e P. Palangio (1997). Long period geomagnetic fluctuations at Terra Nova Bay (Antarctica). *Geophysical Research Letters*, 24, 1443-1446.

H - Climatologia dinamica e meteorologia spaziale

Gli scenari climatici planetari non sono più una componente immutabile nelle attività umane. Lo studio del clima è entrato a far parte di quella ristretta cerchia di problemi ad alto contenuto scientifico e tecnologico che hanno un enorme impatto sulla pubblica opinione, come è stato riconosciuto dalle conferenze delle Nazioni Unite sulle modificazioni del clima globale e dalla stesura della Convenzione Internazionale sul Clima, del Protocollo di Montreal e dei suoi emendamenti.

Questa linea di ricerca si pone come obbiettivo lo studio della variabilità del clima a scale di tempo interannuali e decennali, sia dal punto di vista della variabilità naturale del clima sia dal punto di vista delle variazioni climatiche provocate dall'uomo. I temi di ricerca principali sono le previsioni stagionali globali (3-9 mesi in anticipo), le interazioni tropici-extratropici attraverso le teleconnessioni dinamiche, scenari climatici di lungo periodo con e senza forzature antropiche.

Tali attività rivestono particolare significato nell'ambito dell'aggiornamento e l'ulteriore sviluppo delle attività di valutazione dei cambiamenti climatici a livello globale, con una speciale enfasi sulle aree dove gli interessi italiani sono più forti (Piccoli Stati Insulari, il Mediterraneo, la Penisola Italiana). Questo tema riveste ormai una grande importanza anche per la capacità che la società umana possiede di modificare ed influenzare la variabilità e lo stato del clima, una realtà che oramai fa parte della coscienza collettiva.

E' altresì noto che le tematiche ambientali non riguardano soltanto la superficie del pianeta o la parte di atmosfera ad essa vicina ma comprendono anche tutto lo spazio circumterrestre. Fenomeni fisici che avvengono nell'alta atmosfera, indotti principalmente dalla interazione Sole-Terra possono influenzare drasticamente le comunicazioni radio a Terra o su satellite, i sistemi di navigazione satellitare e le reti di distribuzione energia elettrica provocando gravi danni economici o situazioni di pericolo per la vita umana.

Piani nazionali per la comprensione e soprattutto per la previsione di questi fenomeni, definiti recentemente sotto il termine di meteorologia spaziale, sono stati avviati recentemente in America e in Europa e sono in fase avanzata di programmazione anche in Italia.

In questo quadro si inseriscono l'osservazione in tempo reale delle variazioni temporali del campo magnetico terrestre e delle condizioni

ionosferiche svolto dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli osservatori geomagnetici e ionosferici. Gli studi sugli effetti della ionosfera sulle radiocomunicazioni sono intesi, non semplicemente alla pianificazione dei collegamenti HF, ma anche a un *range* di applicazioni che va dai sistemi satellitari GPS, ai radar transorizzonte, ai radar altimetri e ad altri strumenti geodetici.

Di particolare rilevanza per la meteorologia spaziale è la stazione ionosferica di Roma, equipaggiata con una ionosonda digitale in grado di interpretare automaticamente le registrazioni ionosferiche e di consentire un utilizzo immediato delle misure quali, ad esempio, il disegno di mappe in tre dimensioni delle condizioni di densità elettronica nell'alta atmosfera e la produzione di previsioni a cortissimo termine (*nowcasting*) della radio propagazione in onda corta.

Bibliografia essenziale e recente:

Kouris, S., D.N. Fotiadis, B. Zolesi (1999). Specifications of the F region variations for quiet and disturbed conditions. *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol.24, No.4, 321-327.

Miyakoda, M., A. Navarra e N. Ward (1999). Tropical wide Oscillation and Teleconnection. II: the ENSO-Monsoon system. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 125, 2937-2963.

Navarra, A., N. Ward e K. Miyakoda (1999). Tropical wide Oscillation and Teleconnection. I: teleconnections indices and type I/type II states. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 125, 2909-2935.

Navarra, A., ed. (1999) Beyond El Niño: Decadal and Interdecadal Climate Variability, Berlin, Springer-Verlag, 374 pp.

Perrone, L. e G. De Franceschi (1997). A correlation study between time weighted magnetic indices and the high latitude ionosphere. *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol.24:4, 389-392.

Vannaroni, G., M. Dobrowolny, F. De Venuto, L. Iess, B. Zolesi (1999). Large plasma density gradients in the low-altitude low-latitude ionosphere observed during the TSS-1R mission. *Geophysical Research Letters*, Vol. 26, No. 19, 2937-2940.

I - Discriminazione tra fenomeni sismici naturali e quelli dovuti a cause antropiche (come, per esempio, le esplosioni nucleari).

Il progresso tecnologico ha consentito all'Uomo di svolgere attività che mettono in gioco energie di entità paragonabile a quelle di fenomeni naturali di rilievo. Una di queste attività sono le esplosioni nucleari. La pericolosità degli esperimenti nucleari, di potenza sempre crescente, nei confronti dell'Uomo stesso e del suo ambiente hanno spinto la Diplomazia di tutto il mondo a trattare per la loro proibizione sempre più generalizzata. In tale processo, oltre alle considerazioni di carattere politico, hanno svolto un ruolo primario anche elementi di carattere scientifico.

I negoziati che si sono svolti presso la Conferenza del Disarmo di Ginevra, sono giunti alla firma del Trattato per la Proibizione Totale delle Esplosioni Nucleari (CTBT), avvenuta a New York nel settembre 1996. Il Trattato prevede la creazione di un'apposita Organizzazione degli Stati Firmatari che si occupa di sovrintendere all'esecuzione degli obblighi previsti dal Trattato stesso: il CTBTO (Comprehensive Test Ban Treaty Organization) la cui Commissione Preparatoria ha la sua sede centrale presso il Centro Internazionale di Vienna. L'Italia è stata tra i primi Paesi che hanno ratificato il Trattato, con un'apposita Legge pubblicata il 15 dicembre '98. In seno alla Commissione Preparatoria sono stati costituiti due gruppi di lavoro incaricati, rispettivamente, di curare le questioni legali ed amministrative (Gruppo A) e gli aspetti tecnici dell'Organizzazione (Gruppo B). In particolare, il Gruppo di Lavoro B dovrà mettere a punto il complesso sistema di verifiche previste dal Trattato, incentrato su un regime ispettivo e su un Sistema Internazionale di Monitoraggio (IMS), costituito da una rete di stazioni di rilevamento, su scala globale, i cui dati afferiscono ad un unico Centro Dati Internazionale (IDC). Le quattro metodologie previste nel sistema di monitoraggio internazionale sono quella sismologica (per le esplosioni sotterranee), quella idroacustica (per le esplosioni negli oceani), e quelle degli infrasuoni e della radioattività atmosferica (per le esplosioni nell'atmosfera).

Il problema principale del controllo delle esplosioni nucleari sotterranee, che per tanti anni è stato l'elemento principale sostenuto da chi intendeva procrastinare la stipulazione del trattato di proibizione totale, non consiste tanto nel rilevamento a distanza delle

esplosioni, ma nella discriminazione tra queste e eventi sismici naturali. Infatti le moderne tecniche sismografiche, grazie soprattutto all'impiego degli *arrays* (insiemi di sensori sismici che operano come un'antenna ricevente) consentono il rilevamento a distanza telesismica di esplosioni anche piuttosto piccole (di potenza inferiore a 1 kt). Però nel mondo avvengono ogni giorno decine e decine di terremoti che emettono onde elastiche di intensità paragonabile o superiore a quella di tali piccole esplosioni. La distinzione fra esplosioni e terremoti è basata innanzitutto sulla precisa localizzazione ipocentrale: le esplosioni in aree oceaniche verrebbero prontamente rivelate dalla rete idroacustica e quelle a profondità superiore a pochi chilometri non sono praticamente fattibili. Esistono inoltre svariati metodi, tutti basati sul contenuto spettrale delle onde sismiche, che permettono di distinguere tra sorgenti artificiali e sorgenti naturali: essendo l'esplosione una sorgente tipicamente impulsiva e concentrata nello spazio essa emette energia elastica caratterizzata da treni d'onde di più breve durata e con frequenze superiori a quelle dei terremoti. Per di più queste onde hanno sempre una prima fase caratterizzata da movimento compressivo (diretto dalla sorgente verso il ricevitore) se vengono emesse da un'esplosione. La discriminazione delle esplosioni dai terremoti con metodi sismologici dipende molto dall'energia elastica trasmessa dall'evento: essa è tanto più incerta quanto più modesta è l'energia in gioco.

L'Istituto Nazionale di Geofisica ha partecipato con ruolo consultivo a sostegno dell'azione diplomatica dell'Italia, tramite propri esperti, alle varie fasi dei negoziati di Ginevra. Attualmente l'Istituto svolge ancora un ruolo determinante nell'ambito del contributo Italiano alle attività della Commissione Preparatoria a Vienna fornendo all'Autorità Nazionale per il CTBTO, creata dalla Legge di ratifica, supporto per: seguire con proprio personale gli aspetti tecnici delle riunioni della Commissione Preparatoria e del Gruppo di lavoro B in particolare;

- mettere a disposizione dell'Autorità Nazionale le proprie strutture per l'organizzazione e la gestione del Centro Dati Nazionale, interfacciato via satellite con l'IDC di Vienna;
- mettere a disposizione la stazione sismica a larga banda di Enna, in Sicilia, per il suo inserimento nell'IMS;
- partecipare in vario modo ad attività internazionali promosse dalla Commissione Preparatoria, come, per esempio, la realizzazione della stazione sismica sull'Everest, anch'essa facente parte dell'IMS.

Bibliografia essenziale e recente:

Boschi, E., e R. Console (1995). Underground Nuclear Explosions and Seismology. International Seminars on Nuclear War and Planetary Emergency, 19th Session, Erice, 19-24 August 1994, 111-124.

Console, R. (1995). Underground Nuclear Explosions and Environmental Problems. In: Console R. e Nikolaev A., eds. Earthquakes Induced by Underground Nuclear Explosions, NATO ASI Series 2-4, Springer, 1-9.

L - Ricerche storiche e creazione di banche dati storici del tipo ionosferico, geomagnetico e sismologico.

La capacità di comprendere meccanismi fondamentali dell'evoluzione del pianeta e di prevedere *trend* di possibile interesse pratico è strettamente legata alla disponibilità di serie storiche accuratamente ricostruite e scrupolosamente catalogate. Per questa ragione l'osservazione sistematica dei fenomeni attuali, l'indagine storica dei fenomeni del passato e la creazione di banche-dati rappresentano uno dei pilastri dell'attività dell'Istituto Nazionale di Geofisica sin dalla sua creazione nel 1936.

Tale è certamente l'osservazione e registrazione dei fenomeni ionosferici, condotta attraverso gli Osservatori ionosferici di Roma e Gibilmanna (Palermo). Le misure, ottenute attraverso un complesso lavoro di interpretazione delle registrazioni, vengono pubblicate su bollettini periodici e inviate regolarmente ai *World Data Centers* e a diverse istituzioni nazionali ed internazionali. La stazione ionosferica di Roma, frequentemente citata nella letteratura scientifica internazionale, possiede oltre cinque cicli solari di osservazioni continue che consentono studi di variazioni a lungo termine del plasma ionosferico. La stazione ionosferica di Gibilmanna trae la sua importanza dalla sua posizione geografica, rappresentando l'osservatorio ionosferico a più basse latitudini dell'area europea. La banca-dati ionosferici dei due osservatori è oggi consultabile anche via Internet sul sito della banca dati ionosferici europea costituita presso *l'International Center of Theoretical Physics* di Trieste.

Anche l'approfondimento di diversi studi in geomagnetismo, in particolare per l'indagine della variazione secolare, porta alla necessità di un arricchimento delle serie storiche di misure magnetiche, con particolare riferimento a quelle raccolte prima dell'apertura sistematica di osservatori geomagnetici (fine dell'Ottocento). Come per altre discipline, anche per le misure geomagnetiche è stato già realizzato un catalogo che potrebbe oggi essere aggiornato con l'inclusione di misure storiche rinvenute nel corso di ricerche recenti e relative all'Italia e all'area mediterranea. Ad esempio, durante la catalogazione di strumenti dell'Ottocento, iniziata alcuni anni orsono in collaborazione con l'Università di Milano ed il CNR e della quale esiste oggi un catalogo a stampa, è stato scoperto un *set* di misure effettuate da Padre Denza e mai pubblicate né utilizzate.

Per quanto riguarda i fenomeni sismici, l'Istituto è protagonista da almeno mezzo secolo nella raccolta e catalogazione di documenti relativi ai terremoti del passato. Questa ricerca, passaggio fondamentale per la comprensione dei meccanismi del rilascio sismico e per l'elaborazione di affidabili modelli di pericolosità sismica, ha subito un ulteriore forte impulso a partire dal 1987, anno in cui l'I.N.G. ha raccolto l'eredità delle ricerche precedentemente svolte dall'E.N.E.L. nell'ambito del Piano Energetico Nazionale. Da questa recente fase sono scaturite opere quali il *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia tra il 461 a.C. e il 1990*, oggi giunto alla sua terza versione e disponibile al pubblico sia su CD-ROM che sul sito Internet dell'ente; il *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, un'ampia compilazione realizzata in collaborazione con tutte le istituzioni italiane del settore; il *Catalogo dei Terremoti prima dell'Anno 1000*, una difficile opera di sistematizzazione delle conoscenze sui terremoti più antichi basata su fonti non solo storiche ma anche archeologiche ed epigrafiche; ed infine diverse opere monografiche su singoli grandi terremoti del passato, sulla storia della sismografia, sulla sismicità delle zone interessate dalla crisi sismica umbro-marchigiana del 1997. È stato anche redatto il primo *catalogo digitale analitico unificato dei maremoti dell'area mediterranea*. Per la realizzazione del catalogo sono state condotte ricerche storiche dettagliate per una lettura critica delle fonti originali. Il database contenente 218 eventi per il periodo dal 6000 a.C. ad oggi, riporta la descrizione essenziale delle caratteristiche di ogni maremoto e delle rispettive fonti.

Il naturale aggiornamento delle informazioni sugli effetti degli eventi sismici avvertiti sul territorio nazionale viene portato avanti dall'I.N.G. mediante una rete di "corrispondenti" per il rilevamento degli effetti transitori e permanenti dei terremoti, sulle persone, le cose e l'ambiente. Tale rilevamento è effettuato per tutti i terremoti di magnitudo maggiore di 2.5. I corrispondenti, mediante appositi questionari forniscono una serie di informazioni relative alla propria zona di indagine. La rete dei corrispondenti è costituita da 13.210 unità omogeneamente distribuite sul territorio nazionale. In caso di eventi particolarmente significativi, sono previsti indagini dirette di personale qualificato dell'Ente stesso. Successivamente i questionari vengono elaborazioni ed i dati sono sistematicamente pubblicati nel "Bollettino Macrosismico". Inoltre sono stati effettuati studi molto avanzati sull'analisi statistica e lo studio delle caratteristiche frattali della sismicità e sono stati sviluppati metodi appropriati di filtraggio e di analisi dei dati.

Nell'ambito delle iniziative miranti alla preservazione e alla valorizzazione del patrimonio di informazioni che ci proviene dal passato, è in fase di realizzazione, presso l'ING, un progetto denominato "Centro informatico per lo studio degli eventi sismici attraverso l'archiviazione digitale e la elaborazione dei sismogrammi storici dell'Istituto Nazionale di Geofisica", o più concisamente "Progetto SISMOS". Il progetto è rivolto alla salvaguardia del patrimonio storico, bloccando l'attuale progressivo degrado dei sismogrammi, dovuto a muffe della carta, tarli, topi, inondazioni, incendi, ecc., rendendo digitali i sismogrammi cartacei. Tra le finalità scientifiche del progetto SISMOS c'è, inoltre, lo studio, con metodologie e conoscenze moderne, di eventi sismici registrati negli ultimi 100 anni, omogeneizzandone i parametri di sorgente, come la magnitudo, con i corrispondenti parametri degli eventi più recenti. In connessione al progetto esiste, infine, anche un interesse di tipo industriale, in quanto nel suo ambito saranno sperimentate tecnologie innovative per la gestione di un sistema con una banca dati stimata a circa 10 Tbyte.

Bibliografia essenziale e recente:

Basso Ricci, M., L. Cafarella, A. Meloni e P. Tucci (1997). Due secoli di strumenti geomagnetici in Italia (1740-1971) with a summary in English. *Editrice Compositori*, 234 pp.

Boschi, E., E. Guidoboni, G. Ferrari, G. Valensise e P. Gasperini (1997). Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990. Istituto Nazionale di Geofisica e SGA editori, Bologna, 644 pp. e un CD-ROM, anche su <http://storing.ingrm.it/>.

Boschi, E., E. Guidoboni, G. Ferrari e G. Valensise (1998). I terremoti dell'Appennino umbro-marchigiano, area sud-orientale dal 99 a.C. al 1984. Istituto Nazionale di Geofisica e SGA editori, Bologna, 267 pp.

Boschi, E., P. Gasperini, G. Valensise, R. Camassi, V. Castelli, M. Stucchi, A. Rebez, G. Monachesi, M. S. Barbano, P. Albini, E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri e D. Molin (1999). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, pubblicato da ING, GNDT, SGA e SSN, Bologna, luglio 1999, 88 pp.

Di Giovambattista, R., A. Tertulliani, Z. Mari (1997): Doubtful events reported in current Italian earthquake catalogue: the medieval earthquakes of Subiaco (Central Italy). *Natural Hazards*, 16, 39-55.

M - Studio geofisico delle problematiche ambientali

Da sempre l'ING si è occupato di geofisica delle problematiche ambientali. Basti pensare, infatti, al notevole impegno nell'attività di monitoraggio sismico e nello studio spazio-temporale della sismicità e della geodinamica in Italia. Recentemente l'ING si è anche occupato sistematicamente di effettuare studi con tecniche geofisiche in altri settori prettamente ambientali. Vogliamo ricordare ad esempio (in collaborazione con l'Università di L'Aquila) la stazione LIDAR (*LIgh**t**D**e**t**e**c**t**i**o**n**A**n**d**R**a**n**g**i**n**g*) di L'Aquila che dispone di sistemi per la misura di ozono in stratosfera e che permette di ottenere profili della concentrazione di ozono nell'intervallo di quota compreso tra 15 e 45 km, e il monitoraggio degli aerosol stratosferici e della concentrazione di sodio atomico in mesosfera. La stazione ha partecipato a campagne internazionali in concomitanza con osservazioni effettuate da strumenti trasportati in orbita da satelliti e dalla navetta spaziale Shuttle; ha inoltre partecipato a campagne di misura artiche nelle quali sono stati sviluppati sistemi LIDAR per effettuare misure alle alte latitudini dell'emisfero Nord di ozono e di nubi stratosferiche polari. L'importanza di tale ricerca è legata al noto ruolo che tali nubi hanno nella chimica dell'ozono polare.

Altro ambito è invece quello dell'utilizzo di metodi geofisici per lo studio e l'esplorazione del sottosuolo in campo ambientale, quali i metodi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, spesso utilizzati insieme per una maggiore definizione di alcune caratteristiche fisiche. Sono stati effettuati studi di dettaglio in questi ultimi anni per l'individuazione e localizzazione nel sottosuolo di fusti sepolti abusivamente contenenti rifiuti tossici o nocivi, a volte radioattivi. Volendo intervenire al meglio nei casi di ricerche di materiali metallici sepolti e per meglio sviluppare una modellistica è stato anche realizzato un *test site* simulando un caso reale e ottenendo così utili elementi per una casistica generale. La scoperta dell'elevato contenuto in anomalie magnetiche di aree dedicate a discarica, ha anche permesso di poter utilizzare il metodo sul territorio per l'individuazione e delimitazione spaziale di discariche abusive mascherate da ricoprimenti.

Ricerche nel campo geofisico-ambientale, mediante l'analisi di dati telerilevati da aereo e satellite, vengono effettuate sia con sensori ottici che a microonde. Le attività principali in questo settore sono il monitoraggio dei vulcani attivi mediante immagini nell'Infrarosso (1.5-

14 μm) acquisite da spettrometri ad immagine aerotrasportati o operanti da satellite e dati atmosferici, lo sviluppo di nuovi strumenti per la misura di gas tossici ed inquinanti atmosferici emessi sia da sorgenti antropiche che naturali, le analisi spettroscopiche di suoli e vegetazione per il riconoscimento della presenza di particolari specie mineralogiche ed elementi chimici mediante dati telerilevati nel visibile-infrarosso acquisiti da spettrometri ad immagine.

Con la Geochimica dei fluidi, che si occupa di monitoraggio di acquiferi, emissioni gassose naturali, sorgenti termominerali, ecc. vengono espletate campagne in sorgenti e pozzi, nonché stazioni di monitoraggio in continuo. I parametri studiati nelle varie fasi fluide (parametri chimico fisici, CO_2 , H_2S , CH_4 , Rn, metalli e rapporti isotopici di interesse anche ambientale) possono condurre a risultati interpretativi sia in sismotettonica sia in campo ambientale (ad es.: vulnerabilità degli acquiferi, tipo di circolazione idrica/ricarica, variazioni nel tempo di origine naturale e/o antropica, inquinamento da fluidi naturali, ecc.). Inoltre il laboratorio di Geochimica si sta occupando dell'impatto ambientale dovuto alla presenza in profondità di fluidi geotermici a media entalpia in aree vulcaniche quiescenti ma sismo-tettonicamente attive. Recentemente il laboratorio ha effettuato studi di definizione delle *prone-areas* per in rischio da *Rn-indoor* e da gas naturali nocivi, in vista della imminente applicazione anche in Italia della Direttiva EC EUROATOM (radiazioni ionizzanti in edifici e luoghi di lavoro).

Bibliografia essenziale e recente:

Yue, G. K., L. R. Poole, M. P. McCormick, R. E. Veiga, P. H. Wang, V. Rizi, F. Masci, A. D'Altorio e G. Visconti (1995). Comparing Simultaneous Stratospheric Aerosol and Ozone Lidar Measurements with SAGE II Data After the Mount Pinatubo Eruption. *Geophys. Res. Lett.*, 22, 14, 1881-1884.

Marchetti M., Chiappini, M. e A. Meloni (1998). A test site for the magnetic detection of buried steel drums. *Annali di Geofisica*, vol.41 n.3, 491-498.

S.Teggi, M.P.Bogliolo, M.F.Buongiorno, S.Pugnaghi e Sterni A. (1999). Evaluation of SO_2 emission from Mt. Etna using diurnal and nocturnal