

Poster

Poster



Il modello gerarchico per la valutazione delle principali forme dell'ambiente fisico, basato sul Sistema Informativo Territoriale della "Carta della Natura"

The "Carta della Natura" GIS based hierarchical model for evaluation of main features of physical environment

AMADEI M. (*), BAGNAIA R. (*), BISCI C. (**), LAURETI L. (*),
LUGERI F.R. (*), LUGERI N. (*)

Sessione T10.04

Topografia e Modello Digitale del Terreno

Nell'ambito del progetto "Carta della Natura" (progetto nazionale di cartografia ambientale a diverse scale di analisi, L.394/91), è stata sviluppata una metodologia innovativa finalizzata all'individuazione delle principali forme dell'assetto fisiografico dell'ambiente, attraverso l'utilizzo di una procedura automatica basata sul Sistema Informativo Territoriale.

La ricerca è nata dalla necessità di ottenere una zonazione del territorio nazionale, sulla base delle principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche, attraverso una valutazione automatica di informazioni facilmente disponibili, con risparmio sugli abituali costi di elaborazione e realizzazione.

A tal fine è stato deciso di adottare una metodologia strutturata su tre livelli gerarchici, utilizzando come unica risorsa il DEM 250x250 m e lo Schema Geologico d'Italia alla scala 1:500.000.

Al primo livello è stata utilizzata una versione ricampionata del DEM per individuare le unità

omogenee in base all'orografia (fig. 1), per esempio: Alta Montagna; Montagna; Altopiano; Colline Alte; Colline; Colline basse; Pianure; Costa Bassa.

Al secondo livello, la Carta Geologica è stata riclassificata in funzione delle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche del substrato, fino all'individuazione di un numero limitato di unità omogenee litologicamente (fig. 2).

Al terzo ed ultimo livello, il DEM è stato utilizzato ancora una volta, questa volta per ottenere unità che siano omogenee dal punto di vista morfometrico, per esempio: scarpate, creste, vallecicole, pendii irregolari, alti pendii irregolari; bassi pendii irregolari; alti pendii regolari; bassi pendii regolari; aree piatte.

Incrociando le suddette unità, è stato possibile definire porzioni areali più circoscritte, omogenee per tutti e tre i criteri indicati.

Il metodo, nonostante i limiti connessi con la scarsa risoluzione dei dati di partenza, si è dimostrato abbastanza affidabile, in grado di fornire risultati piuttosto coerenti, tali da poter essere applicati alla classificazione delle forme del territorio.

Inoltre, ulteriori test effettuati utilizzando carte geologiche e DEM a maggior dettaglio (per la classificazione al secondo e terzo livello) hanno rivelato l'idoneità del metodo anche per la valutazione della potenziale instabilità dei versanti.

(*) APAT - Dipartimento Difesa della Natura - Servizio carta della Natura - Roma, Italia

(**) Università di Camerino - Dipartimento di Scienze della Terra - Camerino, Italia

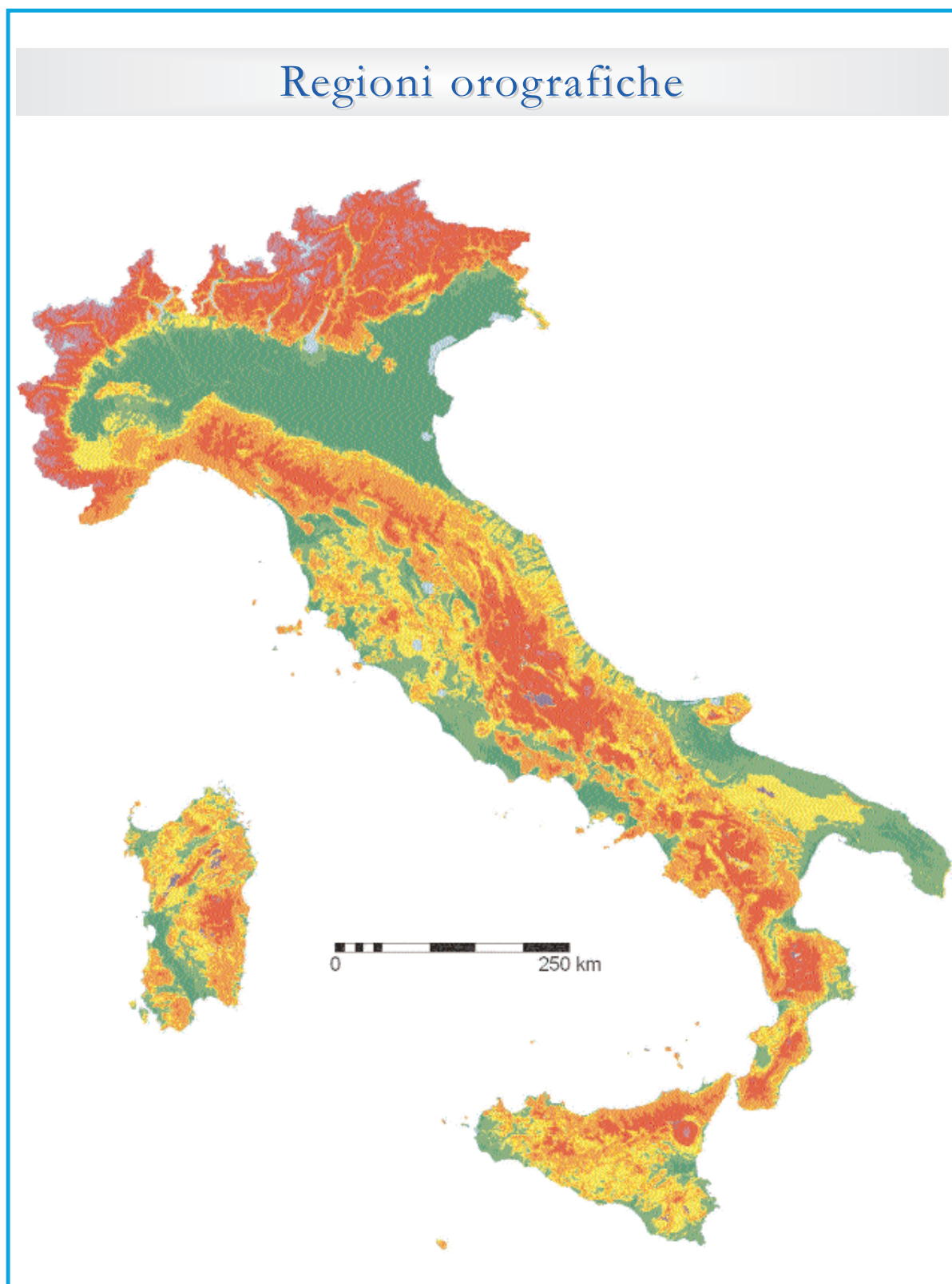


Fig. 1 - Unità orografiche omogenee.
- *Homogeneous orographic units.*

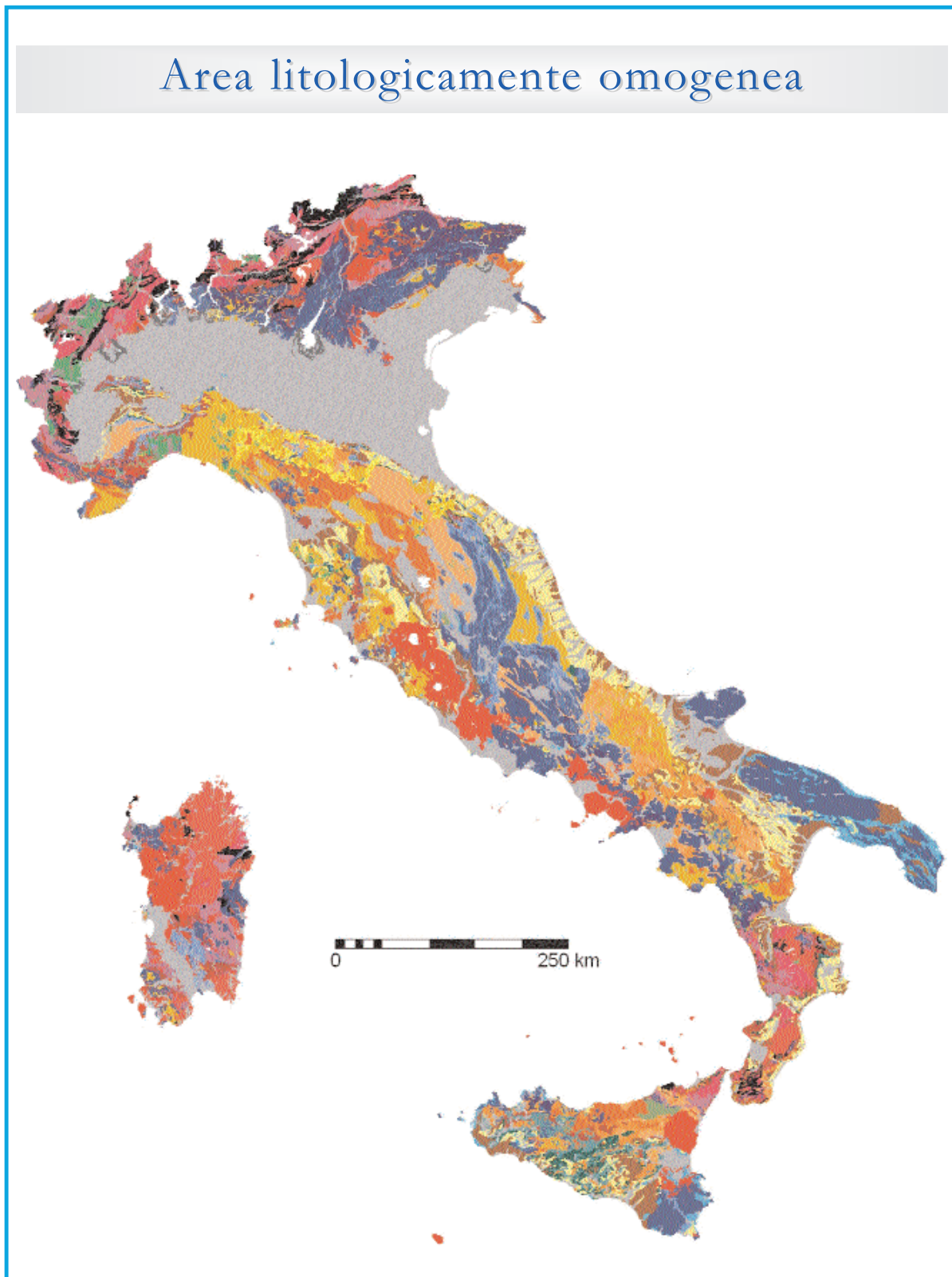


Fig. 2 - Unità litologiche omogenee.
- *Homogeneous lithological units.*

Modello geologico 3D dell'area della nuova stazione ferroviaria sotterranea di Firenze

3D geological model of the Florence new underground railway station area

ARANEO F. (*), COMERCI V. (*), D'AMBROGI C. (*), FANTOZZI L. (**),
PANTALONI M. (*), SERVA L. (*), TRAVERSA F. (*), VITTORI E. (*)

Sessione T37.02

Geosciences for underground development of cities

L'APAT, su incarico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, è coinvolta nell'ambito dell'Osservatorio Ambientale del Nodo di Firenze, nell'analisi del monitoraggio ambientale, da effettuarsi prima, durante e dopo i lavori di realizzazio

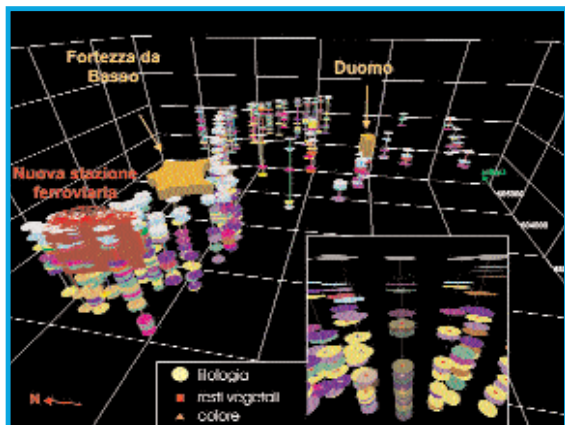


Fig. 1 - Ubicazione dei sondaggi e rappresentazione di alcuni elementi descrittivi ricavati dalle stratigrafie.

- Boreholes location and representation of their stratigraphic elements.

ne della nuova stazione ferroviaria di Firenze (linea ad Alta Velocità Milano - Napoli).

Gli studi geologico-tecnici realizzati da Italferr per la progettazione della stazione ferroviaria sotterranea, ubicata nelle immediate vicinanze del centro di Firenze, e per la costruzione della linea tramviaria "Piazza della Libertà - Peretola", hanno reso disponibili un grande numero di stratigrafie di sondaggi (fig. 1) potenzialmente utilizzabili per la costruzione di un modello litostratigrafico e paleoambientale tridimensionale di dettaglio per l'area di studio.

Già a partire dal 2000 il Servizio CARG, rilevamento geologico e analisi di laboratorio (Dip. Difesa del Suolo - APAT) ha sviluppato un progetto volto alla ricostruzione in tre dimensioni di strutture geologiche partendo da dati di superficie (carte geologiche) e di sottosuolo (stratigrafie di sondaggi, sismica) presenti nella banca dati CARG.

La disponibilità di un gran numero di dati, soprattutto di sottosuolo, ha reso l'area di Firenze una zona ideale per la definizione di una metodologia per la costruzione di modelli 3D in aree urbane.

Per poter procedere alla elaborazione tridimensionale dei dati disponibili è stato necessario codificare, secondo uno schema che mantenesse un elevato livello descrittivo, i principali caratteri (litologia, presenza di ghiaie, composizione dei clasti, matrice, colore, resti vegetali) dei corpi sedimentari così come descritti nelle stratigrafie dei sondaggi (fig. 1).

Il *software* di modellizzazione geologica 3D im-

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

(**) Collaboratore esterno APAT - Roma, Italia

piegato (*3DMove, Midland Valley Ltd.*) consente di utilizzare più tipologie di dati (puntuali e lineari) con diversa distribuzione areale e di scegliere, di volta in volta, l'algoritmo di interpolazione migliore.

Le superfici ricostruite impiegando differenti algoritmi vengono quindi confrontate al fine di valutare quale tra queste risulti più attendibile e congruente con la situazione geologica al contorno.

Come primo passo verso la costruzione del modello 3D sono state interpolate le principali superfici limite, caratterizzate da maggiore continuità spaziale, quindi le superfici limite di corpi lenticolari e discontinui (fig. 2). Partendo da questo insieme di superfici, e approfondendo il grado di dettaglio, è stato possibile creare geometrie 3D di

corpi geologici anche molto limitati nello spazio, come le piccole lenti ghiaiose entro i depositi alluvionali limoso-argillosi (fig. 2).

Tale metodologia, che permette la costruzione di modelli geologici il cui grado di dettaglio è funzione dei vincoli e del dettaglio forniti dai dati di superficie e sottosuolo disponibili, se applicata ad aree interessate dalla realizzazione di opere in sotterraneo, consente di fornire precisi dati di *input* per modelli di calcolo tridimensionali, impiegati nell'analisi della variazione dello stato tenso-deformativo al contorno dello scavo. È inoltre possibile, quantificando il volume dei diversi materiali coinvolti, valutare il possibile impiego di tali materiali nella realizzazione dell'opera.

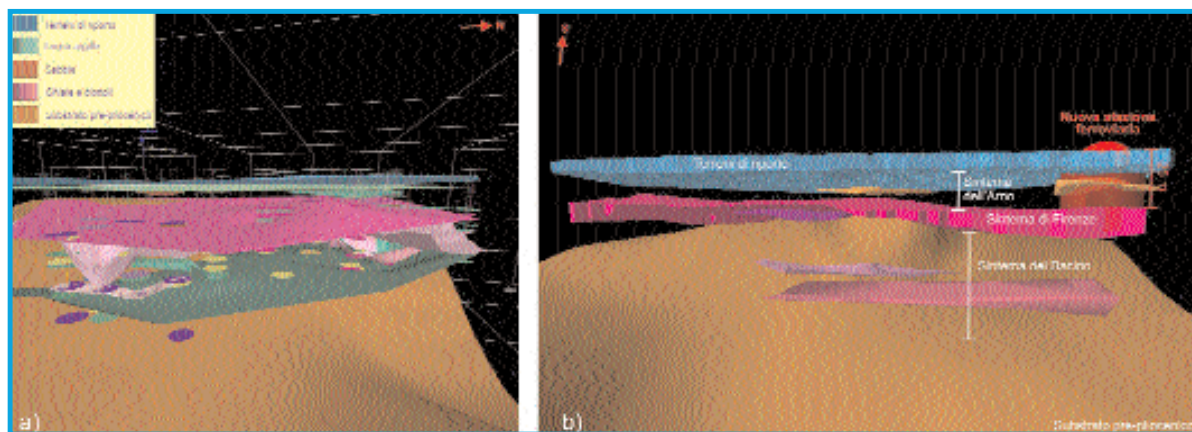


Fig. 2 - a) Superfici limite dei principali corpi sedimentari; b) geometrie 3D di corpi ghiaiosi e sabbiosi riferibili alle unità a limiti inconformi (UBSU) note in letteratura.

- a) Surfaces limiting main sedimentary bodies; b) 3D geometry of gravel and sand bodies referred to unconformity-bounded stratigraphic units (UBSU) known in literature.

Il culto degli “oscilla” e l’interpretazione strumentale da parte degli antichi della sismicità come manifestazione divina

The “oscilla” cult and the ancients’ interpretation of seismic activity as divine manifestation

AVERSA M. (*), CAPUTO A. (*), TORRE R. (*),
VITTORI E. (*)

Sessione T17.05

Myth and Geology

Gli “oscilla” erano oggetti sferoidali realizzati in terracotta, marmo, ceramica e bronzo. *Oscillum* deriverebbe etimologicamente dal nome degli *Osci*, popolazione dell’Italia meridionale ove il culto avrebbe avuto origine e da dove si sarebbe poi diffuso, o anche dal termine *os* e da un verbo arcaico *cillere*, muovere.

Essi assolvevano a più funzioni sacrali come quella di uso votivo, testimoniato dal loro ripetuto ritrovamento in santuari, o quello evocatorio basato sul tipo di raffigurazione e formula incisa. L’effigie era spesso riferita a personaggi mitologici ed in particolare ad *Heracle* ma anche a fauni, satiri, mostri marini.

L’*oscillatio* era praticata dai Latini in onore di Bacco. La cerimonia aveva valore sacrificale di propiziazione e di purificazione per l’aria, il fuoco, l’acqua. Lo stesso popolo li utilizzava originariamente in onore della divinità degli inferi *Dite* ed in seguito nel corso della festa della semina, o della celebrazione delle *Ferie Latine* sul Monte Albano (Monte Cavo), cima sacra più elevata del Vulcano Laziale (fig. 1).

La loro funzione apotropaica è rappresentata da Ercole: egli è *alexikakos*, colui che allontana ogni

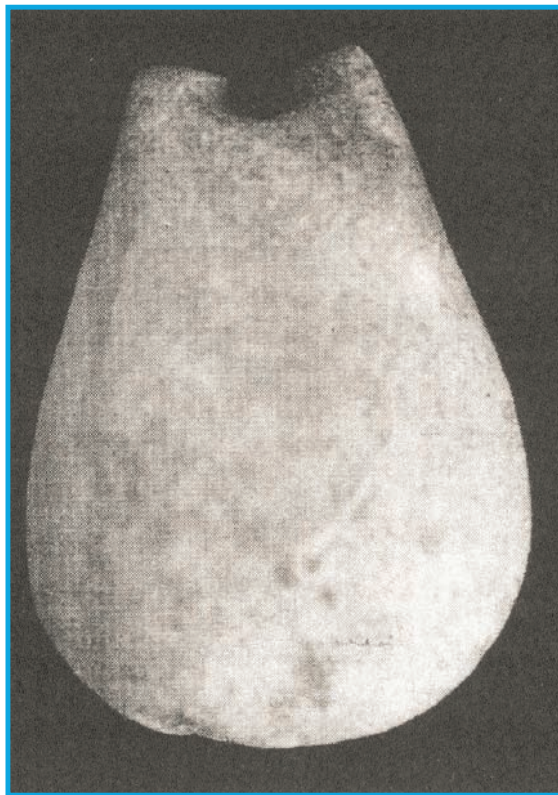


Fig. 1 - *Oscillum* di Monte Cavo.
Estratto da CECAMORE C., in PASQUALINI A., 1996.
- Monte Cavo *oscillum*.

(*) APAT - Servizio Geologico d’Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia



Fig. 2 - *Oscillum* con Ercole. Pompei, 50-79 d.C.
(DE CARO S. - a cura di, 2001).
- *Hercules portrayed on an oscillum found in Pompei.*

male, come afferma la formula sacra scritta sugli “oscilla”. Essi venivano appesi alle finestre, alle porte, negli intercolumni, nei peristili, sugli alberi o nei teatri, in modo tale da consentire il loro movimento oscillatorio (fig. 2).

Questi elementi fanno supporre l'esistenza di una stretta connessione tra il loro uso, proseguito fino al II secolo d.C., e gli eventi sismici intesi come espressione di una forza straordinaria e divina.

Essendo rinvenuto soprattutto in aree sismiche e vulcaniche italiane, l'*oscillum* potrebbe quindi rappresentare una specie di sismoscopio a pendolo di tipo primitivo utilizzato come strumento di avviso

della divinità alla popolazione (fig. 3).

Una delle prove della correlazione tra sismi ed uso degli “oscilla” è costituita dal terremoto del 62 d.C. che anticipò l'eruzione del Vesuvio del 79 d.C.

È infatti attestata una loro rilevante diffusione a Pompei nell'intervallo di tempo compreso tra le due catastrofi naturali che la distrussero.

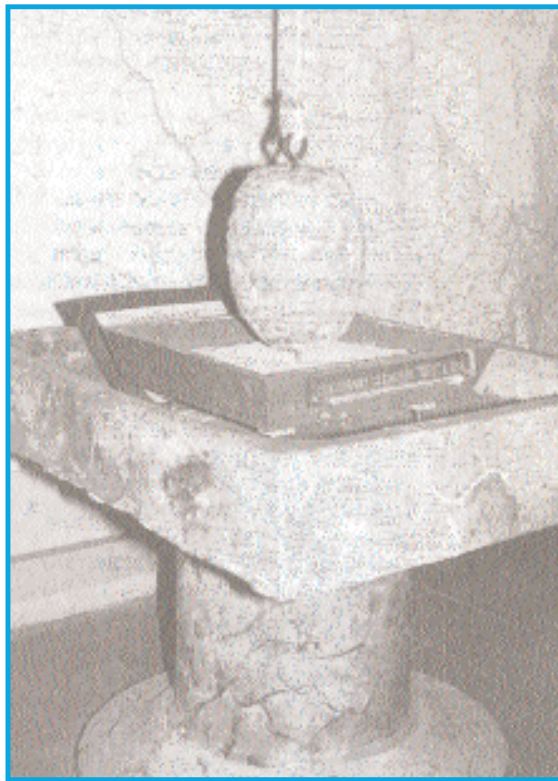


Fig. 3 - Sismoscopio a pendolo del monaco A. Bina, Osservatorio Sismologico - PG - 1751 (BOSCHI E. *et alii*, 1998).
- *Monk Bina's pendulum seismoscope.*

Ercole: prima indagine sui luoghi di culto lungo la Via Heracleia

Hercules: first investigations of the cult sites located on the Via Heracleia

AVERSA M. (*), CAPUTO A. (*), VITTORI E. (*)

Sessione T17.05

Myth and Geology

Il mito di *Heracles* è uno dei più complessi ed articolati che ci sia pervenuto dal mondo greco.

L'Eroe ha assunto in Italia caratteristiche proprie, ma non molto differenti da quelle originarie, le quali possono essere spiegate con l'assimilazione e la sovrapposizione ad antiche preesistenti divinità ed immagini religiose arcaiche propriamente italiane.

Egli fu dotato di particolarità ctonie cioè legate alle profondità terrestri, alle acque sorgive, alla fertilità ed al mondo della pastorizia. Il culto di Ercole si diffuse in tutta Italia partendo dalle città della Magna Grecia che si dichiaravano direttamente od indirettamente fondate dall'Eroe, come Eraclea in Sicilia, Crotone in Calabria, *Heraclea* in Basilicata (fig. 1).

Le più antiche testimonianze archeologiche della presenza del mito di Ercole in Italia sono costituite da statuine votive che lo rappresentano e dalla numerosa diffusione di templi e di città a lui dedicate come, ad esempio, Ercolano (NA).



Fig. 1 - Statua di bronzo di Ercole con clava (Museo Archeologico di Chieti; COARELLI F., ROSSI A., 1980) rinvenuta nel Santuario di Ercole Curino a Sulmona (AQ), localizzato sopra una faglia attiva, la Faglia di Morrone.

- Bronze statue of Hercules with a club, found in Hercules Curino Sanctuary built on an active fault. The so-called Morrone Fault in the Sulmona basin (AQ).

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

È stato proprio attraverso l'analisi delle informazioni contenute nelle fonti letterarie di epoca classica, l'individuazione di templi e santuari ed il ritrovamento dei numerosi oggetti di culto a lui attribuiti che si è potuto documentare la reale esistenza della *Via Heracleia* o *Erculeia*, la strada di Ercole.

Allo stato attuale delle conoscenze non è ritracciabile un percorso continuo e preciso.

Essa partiva sicuramente dalla città di *Heraclea*, l'attuale Policoro (MT), e percorreva l'intera penisola. La *Via Heracleia* evidenzia una grande viabilità esistente nell'Antichità, ancora oggi per lo più nascosta sotto i percorsi delle vie della transumanza.

Una campionatura parziale di questi luoghi di venerazione ha evidenziato correlazioni tra calamità associabili alla sismicità locale ed il culto del semidio.

Da quanto emerso durante l'indagine, la diffusione del culto di Ercole in Italia è verosimilmente legata, almeno in alcune aree, alle manifestazioni sismiche registratesi in età classica.

Tra l'altro, sono state evidenziate interessanti sovrapposizioni con la religiosità medioevale (San Michele Arcangelo, Sant'Emidio), fig. 2.

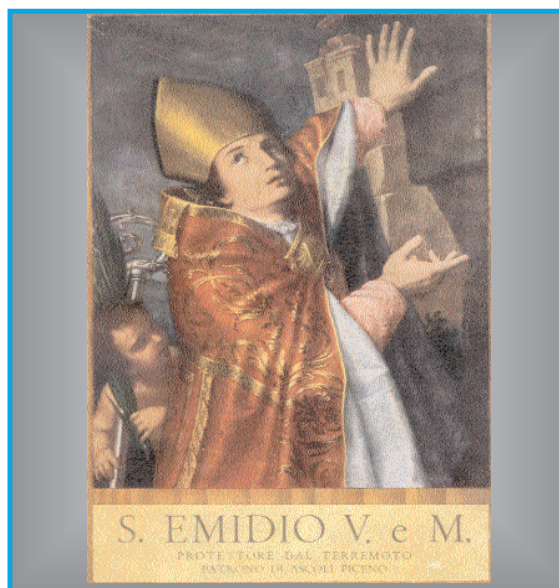


Fig. 2 - S. Emidio. Un Tempio di Ercole sorge sulla Cattedrale a lui dedicata (MOSCA, 1950).

- St. Emidio. His Cathedral in Ascoli Piceno was built on an ancient Temple dedicated to Hercules.

Lo Stretto di Messina e la leggenda di Colapesce

The Messina Straits and the Colapesce is legend

AVERSA M. (*), TORRE R. (*), VITTORI E. (*)

Sessione T17.05

Myth and Geology

Lo Stretto fa parte di una struttura geologica caratterizzata da una tettonica molto attiva, la zona di *rift* Siculo-Calabrese, estesa dall'Arco Calabro-Peloritano settentrionale fino a SE della Sicilia.

L'assetto attuale è il risultato sia di moti orizzontali che di movimenti verticali differenziali tra la Sicilia e la Calabria.

Tutta l'area è luogo di numerosi miti e leggende tra cui Crono, Orione, Poseidone, Demetra, Eracle, i Dioscuri, Iocasto ed il *drakon*, Scilla e Cariddi, Ulisse ed Enea.

L'Eneide (III, 414-419) riferisce di una separazione avvenuta tra le due terre causata da un immenso sisma. Durante tutta l'epoca classica e tutto il Medioevo si sono ripetutamente verificati terremoti e maremoti.

Nel Basso Medioevo (XII secolo) in quest'area si diffuse la singolare leggenda di Colapesce. Cola, diminutivo di Nicola, nacque da una numerosa famiglia di pescatori presso Capo Peloro. Colapesce è una creatura livida e squamata che risiede nel mare senza essere un pesce. Temuto dai mostri marini, muore nei gorgi dove era disceso per recuperare una coppa lanciata in mare dal Re Federico II di Svevia (1223). Tuffandosi presso il villaggio di Faro osserva nelle profondità dello Stretto caverne, mostri e fuoco, riferendo il fatto che la Sicilia stessa

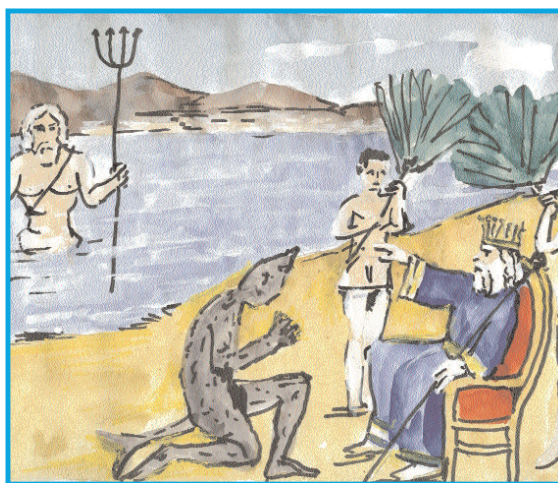


Fig. 1 - Colapesce in una rappresentazione dei cantastorie siciliani.

- Colapesce, as represented in Sicily's ballad-singers tables.

poggiava su tre colonne di cui una era già rotta ed una seconda stava per spezzarsi. Quando la seconda colonna avrebbe ceduto la città di Messina sarebbe stata distrutta. L'eroico Colapesce si sarebbe sostituito alla pericolante colonna pur di salvare la sua amata città dalla catastrofe certa (fig.1).

Altre versioni parlano della sua presunta morte avvenuta all'interno della Caverna del fuoco ubicata sotto il Forte del SS. Salvatore a Messina.

I racconti riferiscono della ripetuta osservazione

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

di fuoco in mare. Un re non ben identificato fa addirittura trasferire Colapesce da Messina a Napoli con lo scopo di fargli esplorare direttamente le profondità dove sarebbero stati presenti vulcani.

Altre versioni narrano di acqua bollente fuoriuscita da una buca in mare nuovamente presso il vil-

laggio di Faro e di uno spazio vuoto senza acqua (bolla di gas) dove lo stesso Colapesce sarebbe scomparso misteriosamente.

Sono tuttora registrate nello Stretto esalazioni di gas in mare e spiaggiamenti di fauna che vive a grandi profondità (fig. 2).



Fig. 2 - Lo Stretto di Messina in una raffigurazione del terremoto del 1783 (autore sconosciuto).
- *The Messina Straits during the 1783 earthquake (unknown author).*

Ercole e Caco: un mito in chiave geomorfologica?

Cacus and Hercules: the myth in a geomorphological key?

AVERSA M. (*), CAPUTO A. (*),
TORRE R. (*), VITTORI E. (*)

Sessione T17.05

Myth and Geology

Ercole, dopo una delle sue dodici fatiche, conduce il bestiame sottratto al mostro Gerione nei pressi del *Forum Boarium* in Roma denominato anche con il toponimo *Cacus*.

Caco ruba i buoi ad Ercole il quale, ardente d'ira (*Eneide*, VIII, 230-231), si accorge del furto grazie al loro muggito individuando la spelunca dove il gigante si nasconde, il *Collis Aventini*.

Dopo aver distrutto una rupe aguzza, l'Eroe si trova davanti ad una profonda, enorme cavità. Il mostro ruggisce vomitando fuoco ed emettendo esalazioni tanto da rendere la notte piena di fumi ed incendi. Alla fine Ercole uccide Caco facendogli seccare la gola. In memoria di questa lotta tra divinità furono costruite l'Ara Maxima ed il Tempio di Ercole Vincitore in Roma. Caco ed Ercole sono anche presenti presso l'antica Fondi (Erculea), vicino l'apparato vulcanico di Roccamonfina.

Cacus nell'Eneide ha tre teste e vomita fiamme dalla bocca. La sua residenza infernale è per alcune fonti l'Aventino. Il mostro è anche localizzato alle pendici del Palatino (*Scalae Caci*).

Il mito lo collega al fuoco e lo considera abitan-

te del territorio degli Aborigeni. Suo padre era il dio Vulcano e Caca era sua sorella il cui antichissimo culto verrà poi sostituito da quello di Vesta.

Egli viene anche assimilato a Turno, eroe leggendario dell'Eneide avente carattere ctonio ed ignifero.

Il BROCCHI (1820) individua l'antro di Caco sull'Aventino, nei pressi di un deposito di tufo stratificato.

Interessante appare anche l'ipotesi del BREISLAK (1801) che considerò sei dei colli sacri di Roma come il residuo di un'unica collina con la base circolare e la sommità occupata da una depressione (fig. 1).

L'Aventino avrebbe avuto due sommità tra le quali esisteva una voragine a forma d'imbutto.

BREISLAK lo considerò come il resto di un antico cratere. Egli fa riferimento alle litologie ed alle acque calde *Lautolae*, alla località *Pitculae* dove si avvertiva un acre odore di zolfo, al *Lucus Mephitis* e ad una abbinata mofeta, all'antico Tempio di Vulcano eretto da Romolo nel Foro, alla leggenda stessa di Caco sull'Aventino, sede anche di un Santuario dedicato a *Summanus (Dis Pater)*.

I fenomeni naturali venivano comunque interpretati dagli antichi Romani come eventi straordinari di origine divina (*prodigia*) e come tali essi erano oggetto di espiatione attraverso cerimonie religiose quali le *Feriae Latinae* ed il *Novendiales*.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

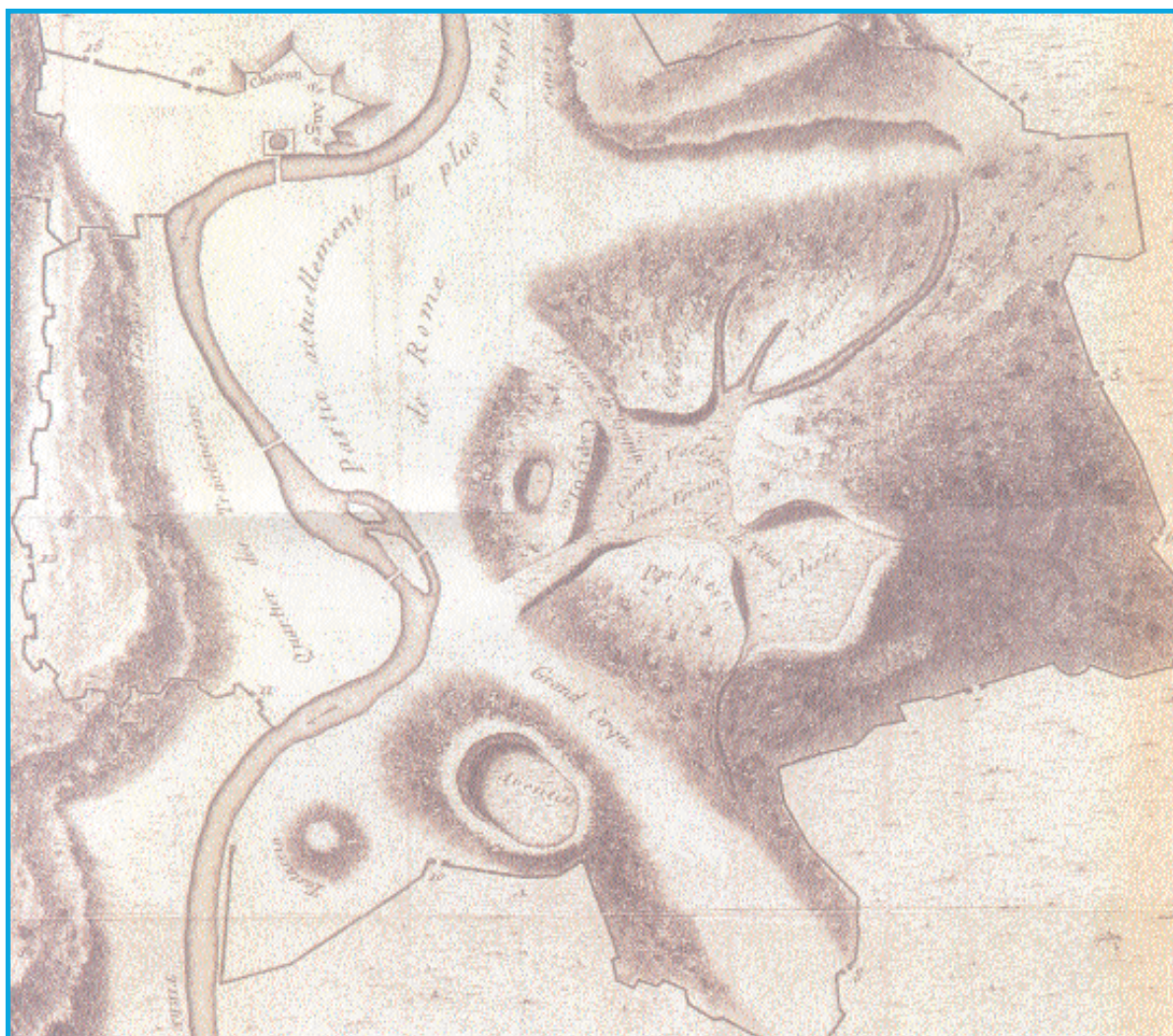


Fig. 1 - BREISLAK S. - Mappa fisica della Città di Roma, 1801.
- Physical map of Rome, 1801.

Carta geomorfologica dell'Isola di Stromboli (Arco Eoliano)

Geomorphological map of Stromboli Island (Aeolian Arc)

BALDI P. (*), BRANCA S. (**), COLTELLI M. (**), D'OREFICE M. (***),
GRACIOTTI R. (***), MARSELLA M. (****), MAUCERI R. (*****),
MONTICELLI R. (****), PAPASODARO F. (***), SIGNORETTO V. (****)

Sessione GO7.05

Geomorphometry and topographic analysis

Il complesso assetto morfologico dell'Isola di Stromboli (Arco Eoliano) è il risultato della sovrapposizione di diversi centri eruttivi che nel tempo sono stati interessati da numerosi fenomeni di collasso gravitativo di versante (TIBALDI, 2001).

Per meglio ricostruire l'evoluzione geomorfologica dell'isola è stato utilizzato un *Digital Elevation Model* (DEM) ad alta risoluzione prodotto tramite l'estrazione fotogrammetrica automatica di punti 3D da foto aeree a grande scala (1:5.000).

Dall'integrazione dei dati derivanti sia delle carte ottenute attraverso i parametri morfometrici sia da quelle topografiche, realizzate a scala 1:5.000, è stato possibile eseguire una dettagliata analisi morfometrica che ha permesso di estrarre dati quantitativi per la rappresentazione della superficie topografica dell'Isola di Stromboli e dei suoi principali lineamenti morfologici. Questa procedura è stata, in seguito, integrata e completata con un lavoro di fotointerpretazione ed un rilievo geomorfologico dell'isola alla scala 1:10.000. Questo approccio multidisciplinare risulta essere particolarmente utile per



Fig. 1 - Sciara del fuoco, Isola di Stromboli
- Sciara del Fuoco, *Stromboli Island*

analizzare e studiare le aree degli edifici vulcanici di difficile accesso come, nel caso di Stromboli, i pendii instabili soggetti a frequenti processi di tipo gravitativo.

Le carte dei principali parametri morfometrici dell'isola, quali ad esempio la pendenza, il piano di curvatura, l'aspetto, ecc., sono estratte automaticamente e vengono utilizzate per l'analisi geomorfologica insieme alla rappresentazione 3D della super-

(*) Dipartimento di Fisica, Settore Geofisica, Università di Bologna, Italia

(**) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Catania, Italia

(***) APAT - Servizio Geologico d'Italia- Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

(****) D.I.T.S. - Università di Roma "La Sapienza", Italia

(*****) Libero professionista

ficie topografica e alle ortofoto. Questa analisi permette di individuare i principali lineamenti vulcano-tettonici quali ad esempio faglie, orli di cratere e/o caldera, rotture di pendenza, ecc., e le caratteristiche morfologiche del territorio (creste spartiacque, canali di scorrimento lavico, depositi alluvionali e/o detritici, ecc.). Le carte dei parametri morfometrici sono state completate con i dati litologici, strutturali e geomorfologici ottenuti dal rilievo di terreno allo scopo di realizzare una prima bozza della carta geomorfologica dell'Isola di Stromboli in accordo con le linee guida definite dal Servizio Geologico d'Italia

(1994). La carta ottenuta con questo metodo d'indagine multidisciplinare, che qui presentiamo, rappresenta un prototipo di cartografia geomorfologica delle aree vulcaniche.

BIBLIOGRAFIA

- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1994) - *Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento*. Quaderni del Serv. Geol. Naz., ser.III, 4: pp. 42, Roma.
- TIBALDI A. (2001) - *Multiple sector collapse at Stromboli volcano, Italy: How they work*. Bull. Volcanol., **63**, 112-125.

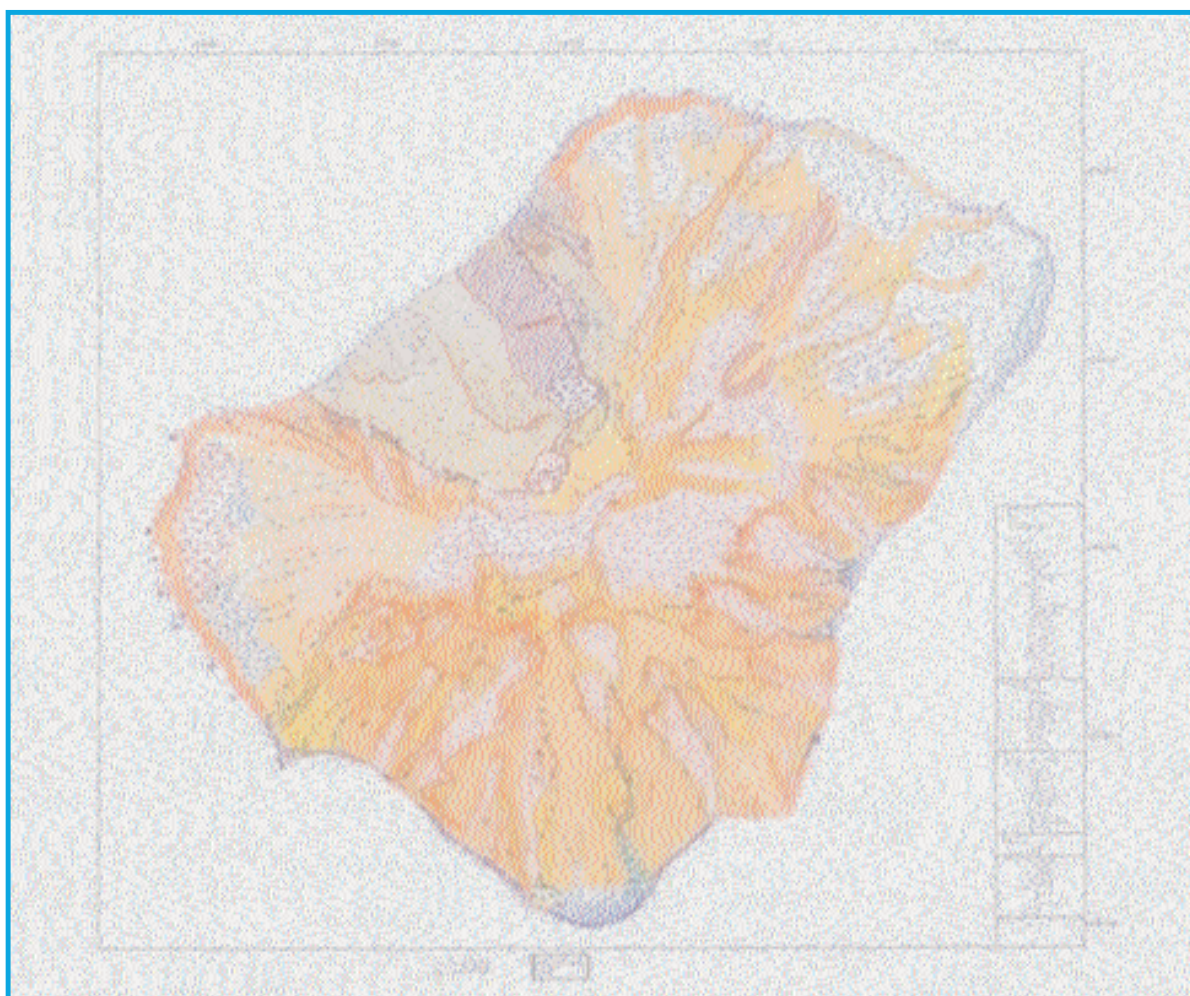


Fig. 2 - Carta geomorfologica dell'Isola di Stromboli.
- *Geomorphological map of Stromboli Island.*

Il corso di formazione ambientale a distanza sul tema della geostatistica applicata alle problematiche ambientali

Vocational environmental distance learning course on applied geostatistics

BATTISTELLA G. (*), MARELLA G. (*),
RASPA G. (**), ANTONIETTI D. (*)

Sessione G08

*Geoscience Education for Sustainable Development
of Natural Resources*

Il corso di formazione ambientale “Geostatistica applicata alle problematiche ambientali” è stato sviluppato da APAT, in collaborazione con l’Università di Roma “La Sapienza”, Facoltà di Ingegneria, attraverso una specifica metodologia didattica, denominata “*blended-learning*” che associa le attività di formazione in presenza con la formazione erogata in modalità *e-learning* (fig. 1).

Al corso frontale, di cui sono state realizzate due edizioni a giugno e a settembre 2004, hanno preso parte 124 partecipanti ed è stato rivolto principalmente ai tecnici delle Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell’ambiente o di altri Enti pubblici, per promuovere lo sviluppo delle conoscenze sulla teoria, la metodologia e le tecniche geostatistiche applicate alle problematiche ambientali. È importante sottolineare come più della metà dei partecipanti al corso siano ricercatori impegnati in ambito operativo e ciò indica un interesse sempre maggiore nell’uso delle metodologie statistiche in contesti applicativi (fig. 2).

I contenuti formativi sono stati organizzati in cinque moduli ed introducono ad una conoscenza base ed avanzata degli aspetti teorici ed applicativi della geostatistica, con esempi pratici volti ad illustrare i concetti base delle metodologie applicative e



Fig. 1 - Homepage del corso di formazione ambientale a distanza “Geostatistica applicata alle problematiche ambientali”.
- Homepage of the environmental e-learning course “Geostatistics applied on environmental issues”.

l’uso di *software* specialistici come quello denominato “ISATIS”, sviluppato dal Centro Studi di Geostatistica di Fontainebleau.

Le attività didattiche frontali sono state supportate attraverso un percorso di formazione ambientale a distanza (FAD) che ha permesso ai partecipanti di avere a disposizione i contenuti formativi ed ha assicurato una continuità didattica nello svolgimento dei diversi moduli del corso.

I contenuti tecnico-scientifici sono stati adattati alla metodologia didattica FAD, organizzandoli e strutturandoli in moduli ed unità autoconsistenti, corredati da diversi strumenti, quali i documenti di approfondimento, la bibliografia, la lista di siti web di interesse, gli aggiornamenti ed i contatti *e-mail* con i referenti del corso.

Sebbene, tale percorso di formazione a distanza

(*) APAT - Dipartimento per le attività bibliotecarie, documentali e per l’informazione - Roma, Italia

(**) Università degli Studi di Roma “La Sapienza” - Roma, Italia

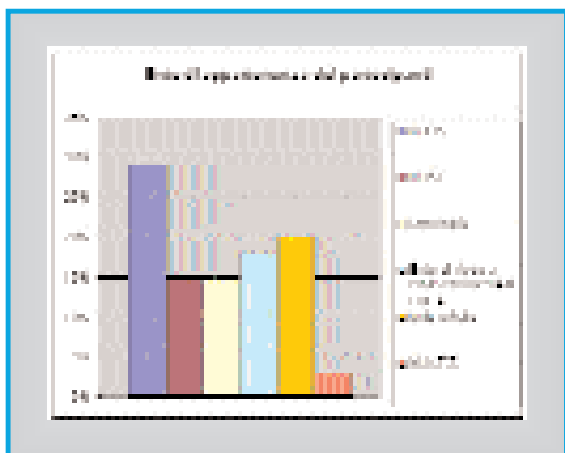


Fig. 2 - Ente di appartenenza dei partecipanti alle due edizioni del corso "Geostatistica applicata alle problematiche ambientali".
 - *Belonging Institution of the trainees of the course "Geostatistics applied on environmental issues".*

sia stato sviluppato a supporto del corso frontale, può essere considerato come una prima esperienza di corso completo e *self standing* sulla geostatistica, strutturato in modo semplice e diretto per permettere una facile ed ampio accesso ai contenuti tecnico-scientifici ed agli strumenti didattici.

Tale corso è infatti liberamente accessibile sul sito web dell'APAT all' URL:

[http://www.apat.it/html/Corso Geostatistica/](http://www.apat.it/html/Corso_Geostatistica/), per un ampio numero di utenti che non hanno la possibilità di partecipare ai corsi formativi in presenza, e permette lo sviluppo su larga scala di una rete relazionale tra gli utenti, i docenti ed i tecnici, e l'avvio di una strategia della conoscenza per diffondere la formazione e l'aggiornamento continui in questo specifico campo.

L'interesse suscitato da tale corso è dimostrato dal numero di contatti ricevuti che sono stati più di 12.000 nel periodo compreso tra giugno-dicembre 2004.

Bacini intermontani, versanti di faglia e pericolosità sismica in Appennino (Italia)

Intermountain basins, fault-generated mountain fronts and seismic hazard in the Apennines (Italy)

BLUMETTI A.M. (*), GUERRIERI L. (*),
MICETTI A.M. (**), SERVA L. (*)

Sessione T11.08

Geological data and seismic hazard maps

L'assetto tettonico attuale dell'Appennino Centrale è controllato da una serie di faglie normali che determinano una morfologia tipo “*basin-and-range*”, ovvero caratterizzata da bacini tettonici separati da catene montuose. La riattivazione di queste faglie fino in superficie è accompagnata da terremoti crostali poco profondi (5-10 km) di energia medio-alta ($5.5 < M < 7$).

Studi di tettonica attiva e paleosismologia hanno messo in evidenza che alcune caratteristiche geologiche e geomorfologiche dei bacini, quali la dimensione e lo spessore dei depositi di riempimento, sembrano direttamente connessi con i parametri di sorgente del terremoto “tipico” associato, ovvero dell'evento sismico che ha tipicamente caratterizzato la storia sismica recente dell'area.

In questo lavoro concentriamo l'attenzione sulla parte del paesaggio che si evolve in corrispondenza del *foot-wall* delle faglie, il *fault-generated mountain*

fronts (FGMF). Questo è inteso come fronte montuoso generato dall'attività di una faglia diretta di cui costituisce l'espressione geomorfologica di lungo termine, risultante da ripetuti episodi di fagliazione superficiale.

Siamo partiti dall'ipotesi che analisi dettagliate delle caratteristiche geometriche e geomorfologiche dei FGMF, associate al calcolo dei rigetti stratigrafici e dei rigetti post-Pleistocene inferiore lungo la faglia associata, consentissero di identificare le terminazioni dei segmenti di faglia, rivelassero la porzione del rilievo che ha iniziato a sollevarsi e potessero fornire indicazioni su come i segmenti stessi interagiscono nel corso della loro crescita progressiva.

Tali analisi sono state effettuate lungo il FGMF dei Monti della Laga, misurando l'andamento del rigetto stratigrafico e della Superficie sommitale (un paleopaesaggio a bassa energia di rilievo evoluto nel corso del Pliocene).

Questa si trova in lembi relitti in corrispondenza del *foot-wall* della faglia ed è invece molto ben sviluppata all'*hanging-wall* della stessa, dove ha continuato ad evolvere durante il Pleistocene inferiore (“*Glacis Villafranchiano*”, fig. 1).

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia- Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia.

(**) Università dell' Insubria - Como, Italia

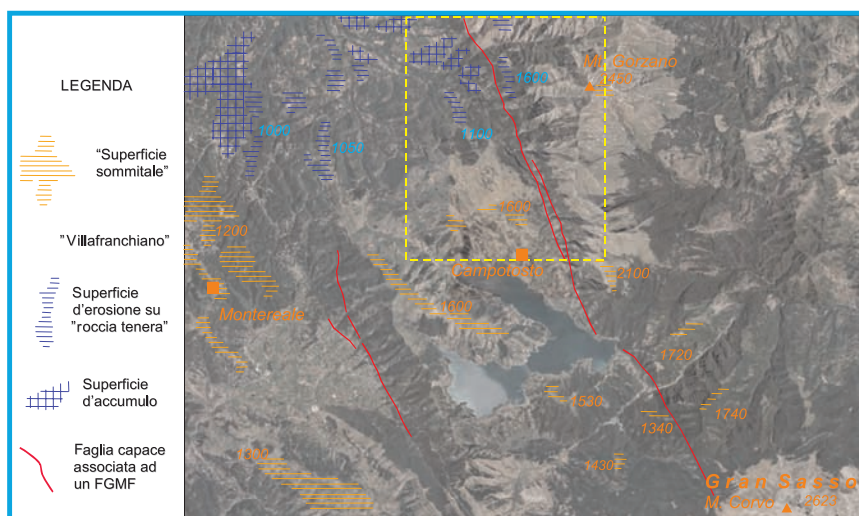


Fig. 1 - Lembi relitti riferibili alla "Superficie sommitale" e al "Glacis Villafranchiano" (ortofoto Terraitaly IT, 2000). Nel riquadro giallo l'area rappresentata in fig. 2.

- Remnants of the "Superficie sommitale" and "Glacis Villafranchiano". The yellow square indicates the area shown in fig. 2.

In fig. 2 una carta geologica dettagliata dell'area di Monte Gorzano-Lago di Campotosto (che rappresenta la porzione centrale e meridionale dell'intero FGMF) mostra come il rigetto stratigrafico sia massimo, pari a circa 1500 m, a Monte Gorzano e decresca fino quasi a zero verso l'area di Campotosto.

L'andamento del rigetto della Superficie sommitale è assai simile a quello stratigrafico, raggiungendo i valori massimi nell'area di Monte Gorzano (circa 1500 m) per arrivare a zero in corrispondenza della terminazione meridionale della catena.

Pertanto il FGMF dei Monti della Laga si è evoluto a partire dalla sua porzione centrale, ed è cresciuto, in altezza e longitudinalmente, in conseguenza della progressiva riattivazione della faglia ad esso associata. Il rigetto di questa faglia è in massima parte quaternario. La lunghezza totale del FGMF, circa 22 km, è compatibile con il massimo terremoto occorso nella zona, nel 1639, ad Amatrice con:

$$I = X \text{ MCS e Mm } 6.6.$$

I risultati ottenuti indicano che gli studi effettuati possono venire applicati ad altri FGMF negli Appennini come in altre aree caratterizzate da paesaggi sismici analoghi, per contribuire alla valutazione della pericolosità sismica.

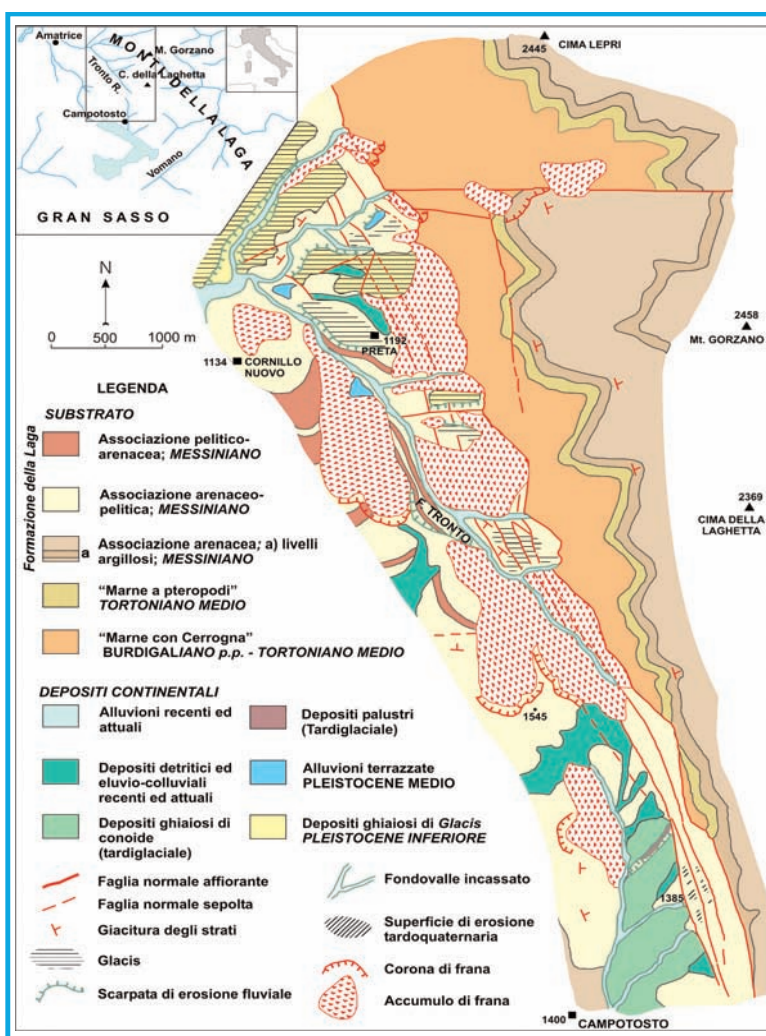


Fig. 2 - Carta geologica della porzione centro-meridionale dei Monti della Laga.
- Geological map of the central-southern part of Monti della Laga.

Indagini geofisiche applicate allo studio di frane in argille scagliose (Argille Varicolori)

Landslide investigation in scaly clays (Argille Varicolori) with geophysical techniques

BONCI L. (*), CALCATERRA S. (*), EULILLI V. (*), FERRI. F. (*),
GAMBINO P. (*), PULSINELLI C. (*), VULLO F. (*)

Sessione G02.06

*Engineering Geology
Site investigations, testing and monitoring
in engineering geology*

Nella presente nota sono discussi i risultati di indagini geofisiche, condotte integrando metodologie elettriche e sismiche a rifrazione, finalizzate allo studio delle geometrie di corpi di frana in formazioni litologicamente complesse (Argille Varicolori auct.); tali indagini hanno inoltre costituito un valido contributo alla ricostruzione dei locali assetti geologico strutturali. Vengono presentati gli studi condotti su due frane sismoindotte manifestatesi rispettivamente in Molise e in Sicilia: in ambedue i casi le indagini geofisiche sono state supportate da dettagliati studi geomorfologici e da dati diretti di profondità ad opera dell'Università di Roma "La Sapienza - Dipartimento Scienze della Terra".

La frana di Salcito (CB), avvenuta 3-4 ore dopo il terremoto molisano del 31 ottobre 2002 (MI=5.4), ha coinvolto un territorio prettamente agricolo determinando seri danni alle abitazioni ed alla SP Trignina. La frana di Cerda (PA) si è manifestata nel medesimo anno, a seguito del terremoto del 6 settembre (MI=5.6) con epicentro localizzato a largo della costa settentrionale della Sicilia. Le due frane possono essere classificate come scorrimenti planari in terra (VARNES, 1978) con profondità, identificate in sondaggio, tra 30 e 50 m nel primo caso e 10 m nel secondo.

Le indagini geoelettriche hanno previsto lo svolgimento di numerosi profili longitudinali e trasversali al corpo di frana, utilizzando un sistema multielettrodo (128 elettrodi) ed una configurazione Wenner con profondità di investigazione superiore a 80 m. Le tomografie elettriche hanno fornito per le Argille Varicolori valori di resistività compresi tra 1.5 e 20 ohm*m ma le differenti condizioni idrogeologiche presenti al contorno dei due fenomeni hanno determinato una diversa risposta elettrica del corpo di frana.

I profili sismici a rifrazione hanno permesso di dettagliare meglio gli strati più superficiali, in particolare nel caso di salcite è stato possibile individuare uno strato dello spessore di circa 15 m con caratteristiche elastiche degradate, sede di una falda freatica superficiale. Qui le indagini geoelettriche evidenziano bene l'esistenza di un mezzo conduttivo che si spinge fino ad una profondità di 30 m; profondità alla quale è stato riconosciuto in sondaggio un livello ossidato di argille a bassa consistenza con evidenze di circolazione di acque di falda (fig. 1).

Diversamente si osserva per la frana di Cerda, ove l'assenza di una falda e la notevole eterogeneità compositiva non permettono di riconoscere un contrasto di resistività identificabile con la superficie di rottura (fig. 2).

In quest'ultimo caso le indagini geofisiche hanno individuato, nell'area di corona della frana, un netto contrasto di resistività correlabile con la presenza di un contatto di natura tettonica, dimostrando un utile strumento di integrazione agli studi geologici di superficie.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

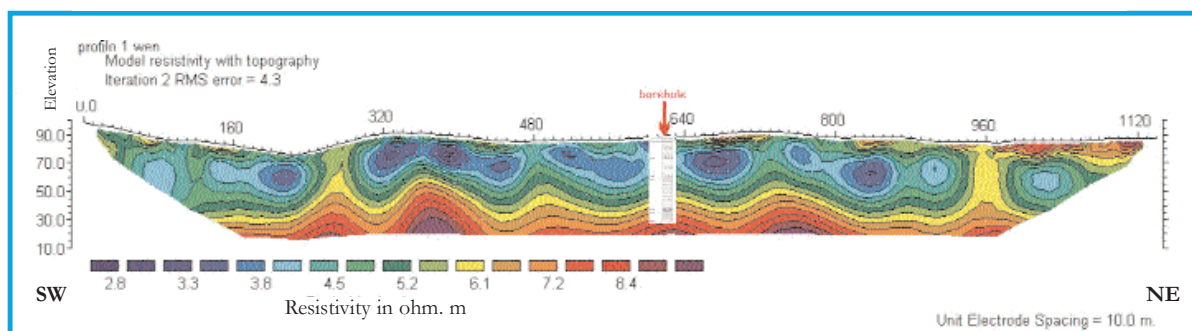


Fig. 1 - Profilo elettrico trasversale: frana di Salcito.
- *Transversal electrical profile: Salcito landslide.*

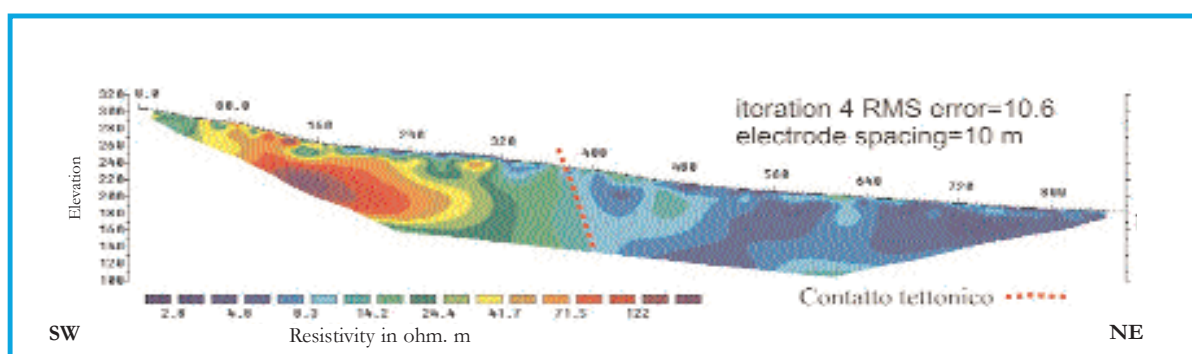


Fig. 2 - Profilo elettrico longitudinale: frana di Cerda.
- *Longitudinal electrical profile: Cerda landslide.*

La nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:500.000

The new Geological Map of Italy, 1:500,000 scale

BONOMO R. (*), CAPOTORTI F. (*), COMPAGNONI B. (*), D'AMBROGI C. (*),
DI STEFANO R. (*), GALLUZZO F. (*), GRAZIANO R. (**),
MARTARELLI L. (*), PAMPALONI M.L. (*),
PANTALONI M. (*), RICCI V. (*)

Sessione G20.08

Regional Geology-Geology of the Mediterranean area

Il Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento Difesa del Suolo ha realizzato, in occasione del 32° IGC, la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:1.250.000 basata sulla rielaborazione di una nuova carta geologica alla scala 1:500.000 elaborata dallo stesso gruppo di lavoro.

La principale innovazione di questa nuova edizione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:500.000 consiste nell'utilizzo, nella fase di elaborazione, dei prodotti cartografici acquisiti nell'ambito del progetto di Cartografia Geologica Nazionale (progetto CARG) alla scala 1:50.000, derivati dai più recenti rilevamenti geologici di campagna. In quei settori geografici non ancora oggetto dei rilevamenti per i nuovi fogli geologici, le informazioni geologiche sono state tratte dalla precedente edizione della cartografia geologica ufficiale alla scala 1:100.000 o dalle più recenti pubblicazioni scientifiche reperibili in letteratura.

Per la realizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:500.000 sono stati adottati criteri originali, basati su una suddivisione per cicli orogenetici e per eventi geologici.

In particolare, per le successioni sedimentarie, la legenda è stata predisposta basandosi su una suddivisione lito-cronostratigrafica correlata con eventi di natura geodinamica e tenendo conto, successivamente, dei diversi ambienti paleogeografici.

Le unità vulcaniche sono state suddivise tenendo conto dell'orogenesi o del contesto geodinamico a cui sono riferiti i processi vulcanici che le hanno generate. Nell'ambito di ciascun raggruppamento si è scelto, come criterio di ulteriore differenziazione, il carattere chimico o l'affinità petrogenetica delle rocce; l'età di messa in posto è stata infine uno strumento distintivo per le rocce appartenenti al medesimo tipo di vulcanismo e con simili caratteri petrografici.

Relativamente alle unità intrusive, queste rocce sono state distinte in due categorie principali basandosi sull'età della messa in posto, ed in seguito raggruppate in base ai caratteri petrografici legati all'evoluzione magmatica.

Per finire, in merito alle rocce metamorfiche, è stata fatta una prima distinzione sulla base dell'età dell'evento metamorfico e, successivamente, queste unità sono state raggruppate per il grado metamorfico e per l'eventuale sovrimpronta di alta pressione; per i casi nei quali era ancora riconoscibile il protolite, le stesse unità sono state assimilate alla roccia originaria.

Il risultato principale è quello di aver prodotto una nuova carta geologica di sintesi dalla quale ottenere una chiave di lettura dell'evoluzione geodinamica della penisola, parallelamente ad una tradizionale "lettura" di tipo litostratigrafico.

La procedura di sintesi sviluppata in questo lavoro ha inoltre messo in evidenza aree geografiche e tematiche geologiche per le quali è indispensabile sviluppare studi e ricerche mirati ad un approfondimento della evoluzione geologica della penisola italiana.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia
(**) Università di Napoli "Federico II" - Napoli, Italia

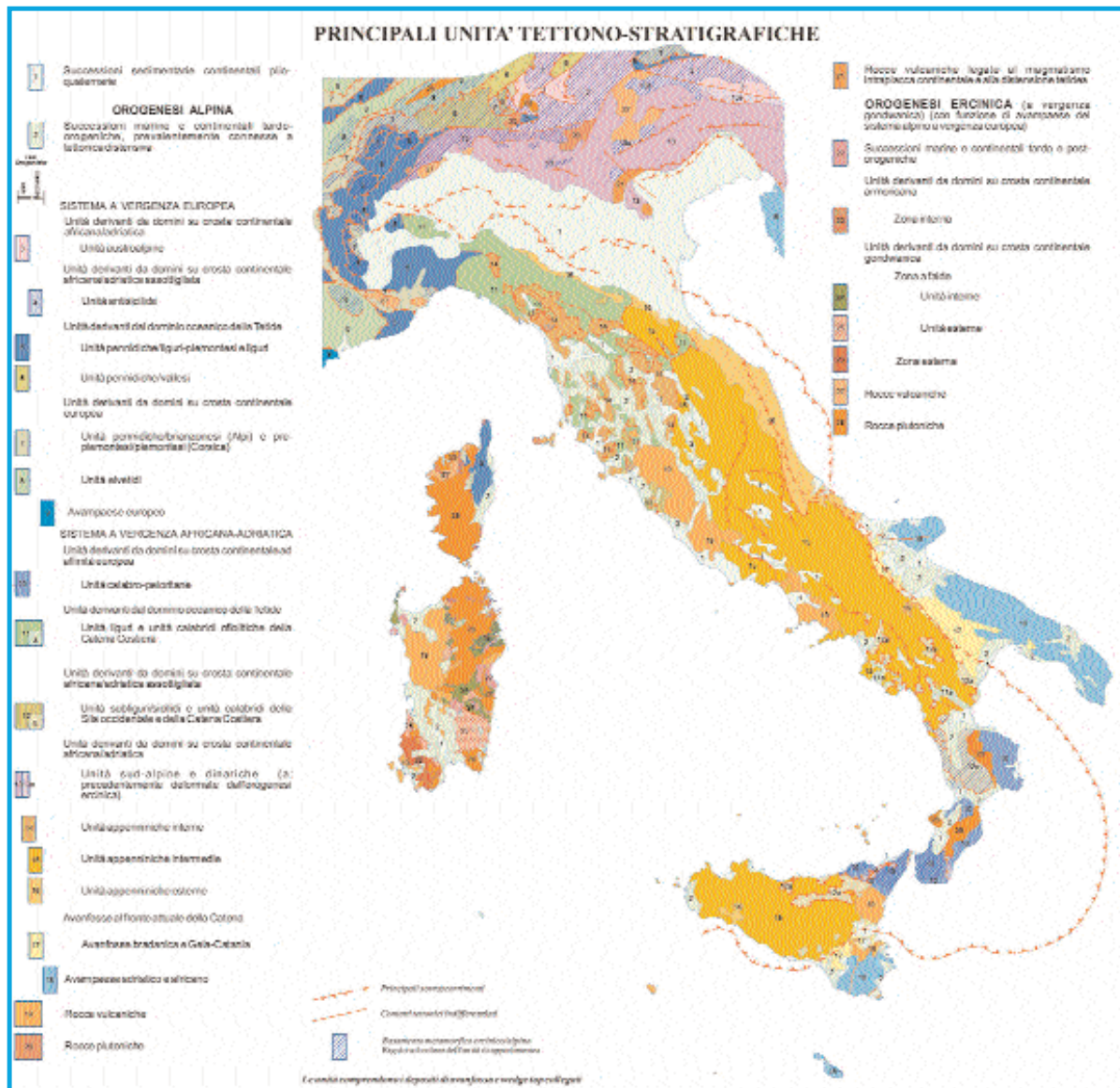


Fig. 1 - Schema Tettono-Stratigrafico della Carta Geologica alla scala 1:500.000.
- Tectono-Stratigraphic scheme of the 1:500,000 scale Geological Map of Italy.

Applicazione delle Unità a limiti inconformi (UBSU) al rilevamento geologico dell'isola vulcanica di Ustica

Application of Unconformity-bounded stratigraphic units (UBSU) to the geological survey of Ustica volcanic island

BONOMO R. (*), PASQUARÈ G. (**),
RICCI V. (*)

Sessione G22.01

Stratigraphy and Geology of volcanic areas

Il Progetto di cartografia geologica nazionale CARG ha avviato un metodo di rilevamento e cartografia basato sull'abbinamento di unità litostratigrafiche con unità a limiti inconformi (UBSU) e morfo-stratigrafiche (litosomi). L'adozione delle UBSU, che possono includere altre unità stratigrafiche, permette una sintesi dei rapporti spaziali e temporali intercorrenti tra le unità cartografate, mettendo in evidenza successioni unitarie di eventi vulcanici e le eventuali relazioni con fasi morfogenetiche e/o tettoniche. Il sintema, unità di base delle UBSU, è un corpo roccioso delimitato alla base e alla sommità da superfici di discontinuità significative e dimostrabili, preferibilmente di estensione regionale. Le discontinuità in ambito vulcanico sono legate a paleosuoli, superfici erosionali o di

collasso calderico, discordanze e livelli epiclastici.

Ustica è un'isola del Tirreno meridionale costituita interamente dai prodotti di un'attività vulcanica protrattasi per circa 600.000 anni nel Pleistocene medio-superiore. La sua storia geologica registra l'emersione e la successiva evoluzione in ambiente litorale e subaereo. La morfologia è profondamente scolpita dall'abrasione marina. Il rilevamento geologico e l'interpretazione vulcanologica dell'isola sono problematici per tali caratteristiche, che si manifestano in uno spazio estremamente ridotto: l'apice di un grande apparato eruttivo situato quasi interamente sotto il mare.

La fase di *sea-mount* è rappresentata dal Litosoma GTL. Segue la crescita di un grande *tuff cone* (sint. CFS); in ambiente di transizione (marino/subaereo) si rilevano prodotti di eruzioni fissurali alimentate da sistemi di dicchi controllati da tettonica tensionale. Durante un prolungato intervallo di attività (sint. SPL) la tendenza evolutiva rappresentata dalla differenziazione del magma verso un chimismo trachitico culmina con un'eruzione pliniana che gene-

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia
(**) Università di Milano - Dipartimento Scienze della Terra - Milano, Italia

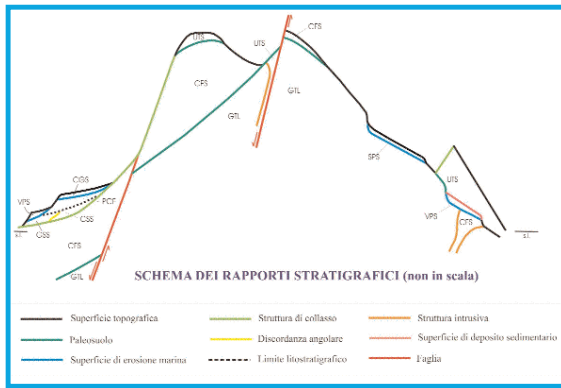


Fig. 1 - Schema dei rapporti stratigrafici.
- *Stratigraphic relationships sketch.*

ra un potente deposito pomiceo di caduta e un collasso calderico visibile lungo la porzione settentrionale dell'isola. L'attività vulcanica riprende con il riempimento lavico della depressione calderica (subsint. CSS e GSS) e lungo il fianco occidentale del vulcano (fm. PCF), mentre in posizione sublitorale un fitto sistema di dicchi alimenta un'attività esplosiva idromagmatica. Segue una pausa di attività rappresentata da sedimenti litorali terrazzati (sint. CGS e VPS). Il vulcanismo riprende infine con centri monogenici in ambiente subaereo: risaltate di corpi subvulcanici, coni di scorie e colate (sint. UTS).

Il maggiore centro vulcanico di questa fase finale è il *tuff cone* rappresentato dal Litosoma Falconiera.

Il ruolo delle leggi nazionali per la gestione di informazioni stratigrafiche e sulle risorse idriche sotterranee

The role of governmental laws for the management of stratigraphic and groundwater resource information

CAMPOBASSO C. (*), MARTARELLI L. (*),
SCALISE A.R. (*), SERVA L. (*)

Sessione G09.04

Hydrogeological modelling for the improvement of water budget and environmental problems

“Chiunque intenda eseguire nel territorio della Repubblica studi ed indagini, a mezzo di scavi, pozzi, perforazioni e rilievi geofisici, per ricerche idriche o per opere di ingegneria civile, al di sotto di trenta metri dal piano di campagna ... deve darne comunicazione al Servizio Geologico d'Italia (ora APAT - Dipartimento Difesa del Suolo) ... e deve far pervenire...una dettagliata relazione, corredata dalla relativa documentazione, sui risultati geologici e geofisici ottenuti”. Questi sono i principali dettami della Legge 464/84.

Il Servizio Geologico ha predisposto dei modelli per avere la massima omogeneità dei dati tecnici ricevuti, che includono l'ubicazione, la massima profondità dell'opera, la posizione dei filtri nei pozzi, la successione delle falde acquifere riscontrate, i livelli piezometrici, la stratigrafia, e le eventuali prove di pozzo effettuate.

Finora, le informazioni su circa 64.000 pozzi e perforazioni eseguite sul territorio italiano (fig. 1) sono giunte alla Istituzione citata. La distribuzione di queste informazioni sul territorio non è omogenea, poiché è essenzialmente relazionata allo sviluppo delle attività economiche, alla richiesta di risorsa



Fig. 1 - Distribuzione dei pozzi (numero di pozzi per ogni regione) dal l'archivio della legge 464/84 sul territorio italiano.
- Well distribution derived from the Law n.468/84 geodatabase information (number of wells in each administrative region) throughout the Italian territory.

idrica sotterranea e alle caratteristiche geomorfologiche ed orografiche locali. Tuttavia, è disponibile una significativa raccolta di dati per le più sfruttate regioni del territorio italiano, che evidenziano interessanti caratteristiche idrogeologiche.

Questi dati hanno permesso di aumentare sia le conoscenze stratigrafiche che quelle sulle risorse

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

idriche sotterranee in Italia, contribuendo alla definizione della struttura degli acquiferi e delle condizioni dei campi di flusso e della potenzialità e sfruttamento degli acquiferi, e alla realizzazione di reti di monitoraggio delle risorse idriche sotterranee. Sono state selezionate alcune aree campione rappresentative dei principali contesti idrogeologici del territorio italiano (es. depositi carbonatici, alluvionali, vulcanici) e caratterizzate da impatto antropico e rischio correlato elevati, per investigare gli aspetti connessi con la gestione di questi dati e per con-

durre studi idrogeologici ed ambientali.

Infine, a livello nazionale è in corso di realizzazione un *database* (fig. 2) che permetta la migrazione delle informazioni derivanti da questa legge verso ambienti GIS, per produrre cartografie, sezioni e modelli 3-D a carattere stratigrafico ed idrogeologico, e che potrà essere fruito da utenti esterni.

Questo Sistema Informativo Territoriale potrà essere un utile strumento per la modellizzazione, la pianificazione, la gestione e la protezione delle risorse idriche sotterranee.

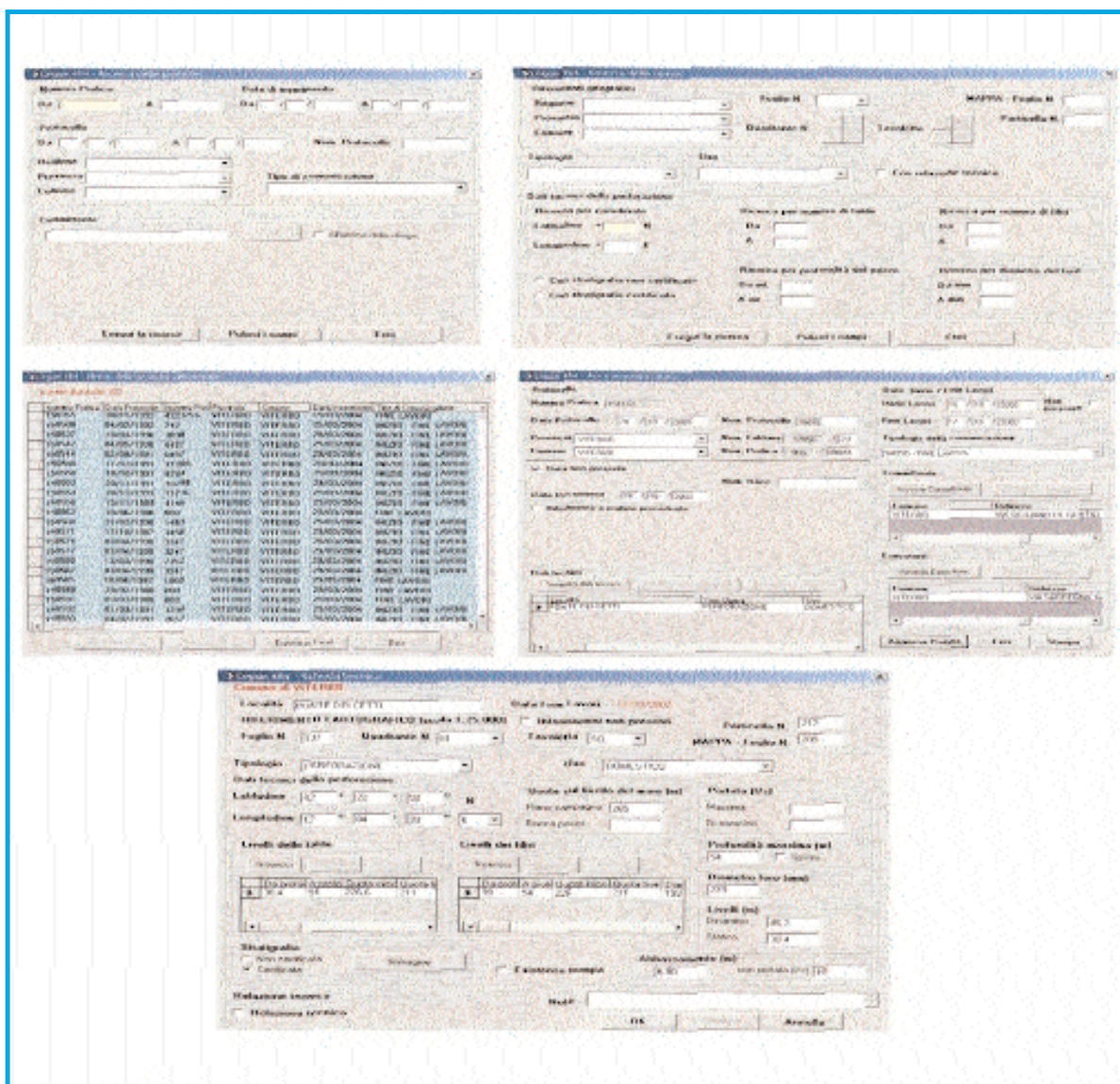


Fig. 2 - Finestre elettroniche interattive per l'archiviazione delle informazioni sui pozzi/perforazioni dell'archivio della L.464/84. I dati sono stati organizzati in un *database* informativo stratigrafico ed idrogeologico a cui si può accedere per effettuare ricerche e selezioni di dati ed operare la loro migrazione in un formato compatibile con *software* GIS.

- Electronic interactive windows for the storage of rough well/drilling information. They allow constituting the informative stratigraphical and hydrogeological database that may be fully accessed, giving the possibility to carry on searches and selections of the data and to migrate them in a GIS compatible.

Siti minerari dismessi: un caso di conservazione e valorizzazione

Disused mining sites: some cases of conservation and exploitation

CAPRIOLO A. (*), D'ANDREA M. (*),
DI LEGINIO M. (*)

Sessione T17.03

*Geosites, Geoparks,
Geotourism - Geological heritage and tourism*

Nel patrimonio geologico e naturale, le miniere rappresentano sicuramente un bene “privilegiato” rispetto ai comuni geositi o siti di interesse geologico. I siti minerari godono, fortunatamente, dell'attenzione di un pubblico più vasto e più numeroso rispetto al mondo dei geologi. La loro tutela e/o valorizzazione è legata a più tipi di interesse quali l'archeologia industriale, l'ingegneria mineraria, l'architettura, e, più in generale, alla memoria storica di interi comuni o province minerarie.

Un recente censimento ha rilevato la presenza in Italia di circa 1200 centri estrattivi; la crisi del settore minerario ha portato alla loro progressiva chiusura; circa un 10% risulta essere ancora in funzione ma sembra destinato alla dismissione nel giro di poco tempo (fig. 1).

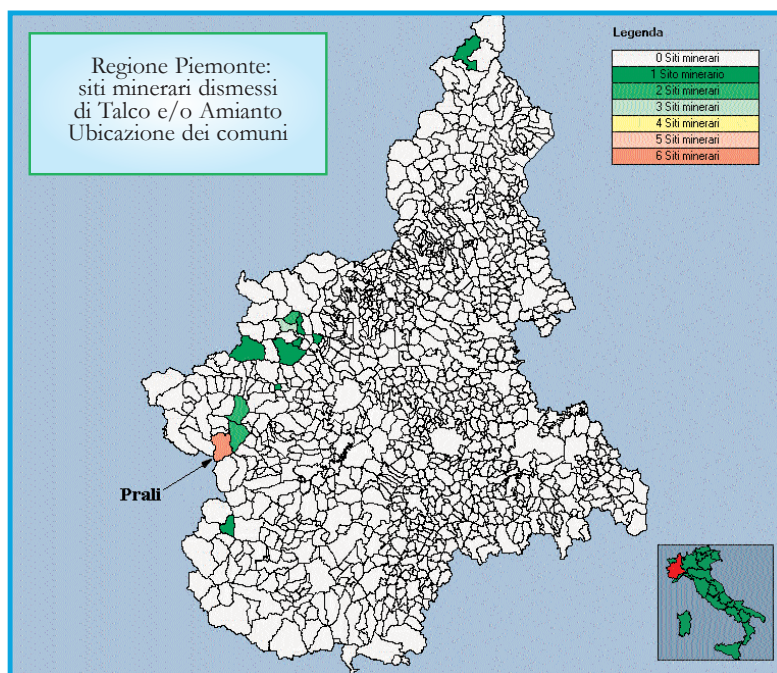
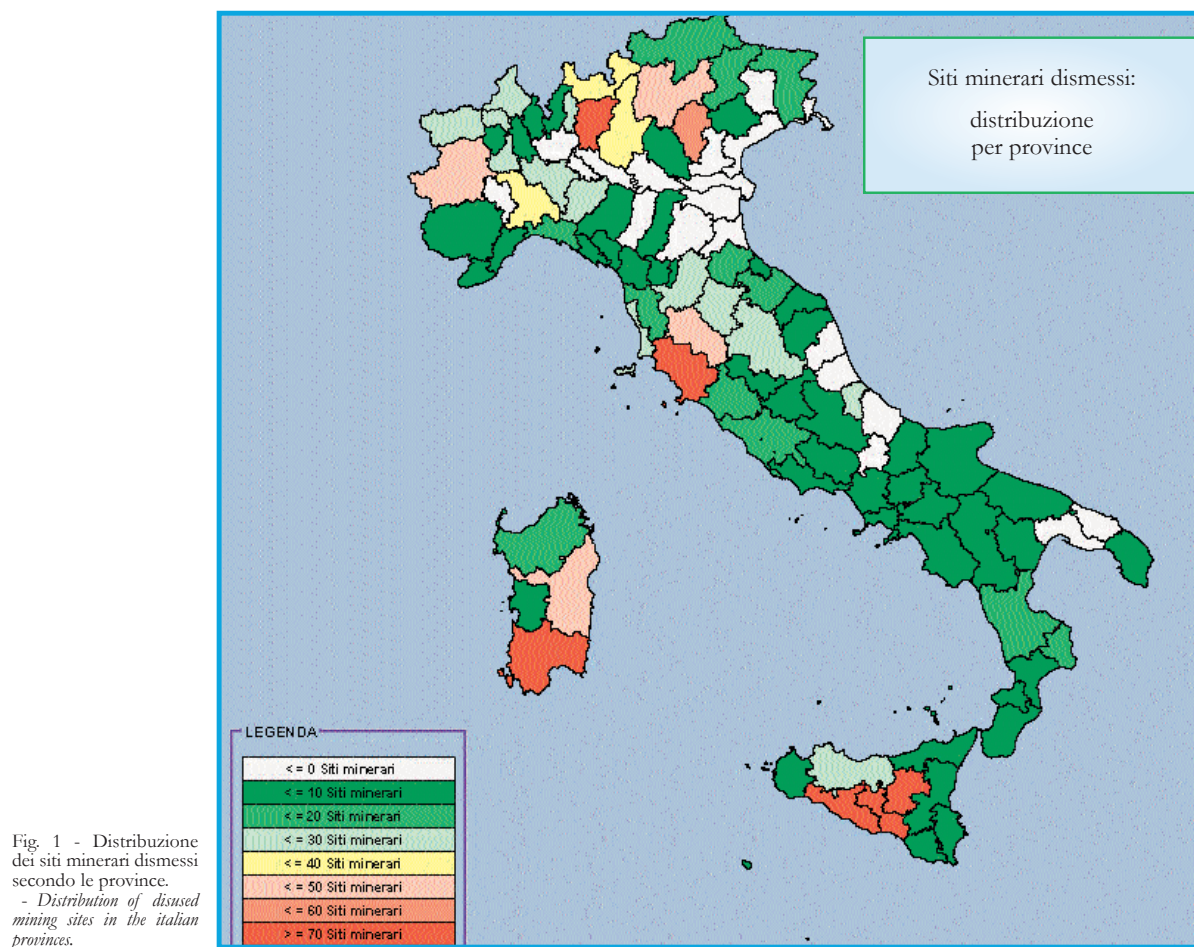
Negli ultimi anni, sulla scia delle molteplici iniziative europee, anche in Italia si è sviluppata una certa sensibilità nei riguardi della valorizzazione dei siti minerari dismessi: nella maggior parte dei casi, conservare siti minerari significa creare dei parchi o

“musei all'aperto”, capaci di attrarre un turismo specifico in aree solitamente poco conosciute e, allo stesso tempo, mantenere viva la cultura e la secolare tradizione mineraria.

Leggi specifiche, quali la L. 221 del 1990 e la L. 204 del 1993 hanno promosso e sostenuto in diverse regioni italiane l'avvio di 41 progetti. Tali leggi riguardano il recupero ambientale di compendi immobiliari, direttamente o indirettamente legati alle attività minerarie, attraverso programmi di utilizzazione e di valorizzazione del territorio e delle sue risorse.

Gli Autori prendendo in esame il primo progetto portato a termine dei 41 progetti finanziati: “scopriminiera” nelle Valli Chisone e Germanasca, in Piemonte (fig. 2), presentano i risultati di un'analisi di gestione che dimostra la redditività (sia in termini occupazionali che di indotto turistico) di interventi simili, nonché la varietà di possibili soluzioni alternative di ripristino ambientale in aree che, già modificate profondamente da attività estrattive, sono destinate, dopo l'abbandono dell'attività, ad ulteriore degrado. Lo scopo è quello di “misurare” il valore economico di un sito non solo ad alto contenuto geologico-minerario, ma anche storico e culturale per suggerire analoghe operazioni da applicare ad altri siti, che potranno diventare, attraverso la predisposizione di nuovi elementi di attenzione ed attrazione, volano per l'avvio e lo sviluppo di attività turistiche e quindi di economia locale.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia



Relazioni tra strutture sismogenetiche, eventi sismici e fenomeni di sinkhole: un approccio metodologico in Appennino Centrale

Relations among seismogenic structures, earthquakes and sinkhole phenomena: a methodological approach in the Apennines (Italy)

CARAMANNA G. (*), CIOTOLI G. (*), FERRELI L. (*),
GUERRIERI L. (*), NISIO S. (*),
VITA L. (*), VITTORI E. (*)

Sessione G02.04

Ground subsidence and collapses

Da alcuni anni l'APAT (già Servizio Geologico d'Italia) sta lavorando all'individuazione e alla caratterizzazione delle aree interessate da fenomeni di *sinkhole* all'interno del territorio italiano.

I fenomeni presi in considerazione sono stati quelli naturali, con particolare riguardo ai *sinkholes* formati nelle aree di pianura, su sedimenti alluvionali di rilevante potenza giacenti su substrato carbonatico posto a notevole profondità.

Tra i fattori predisponenti i fenomeni gioca un ruolo predominante il contesto geologico-strutturale, in cui è condizione necessaria la presenza di linee sismogenetiche attive e di un reticolo di fratture che possa mettere in comunicazione il substrato carbonatico con la copertura alluvionale. Tra i fattori innescanti, invece, la letteratura riporta spesso la possibilità di connessione tra un evento sismico, verificatosi alcuni giorni prima del fenomeno, e l'insorgere dello sprofondamento (ne sono esempi i *sinkholes* di Camaione (LU), Telesse (BN) e della Piana di S. Vittorino (RI)).

In tale ambito pertanto sono state effettuate ricerche finalizzate all'approfondimento delle correlazioni tra strutture sismogenetiche (geometria della

struttura, magnitudo associata, distanza dall'area investigata) e *sinkholes*.

Su circa 100 casi di fenomeni di *sinkhole* sono state effettuate comparazioni spaziali e temporali con gli eventi sismici tratti dal catalogo dei terremoti (INGV, serie storica dal 1348 al 2004) e sono state analizzate le relazioni tra la data di formazione dello sprofondamento e il giorno dell'evento sismico, l'intensità macrosismica e l'intensità al suolo nell'area interessata dallo sprofondamento.

Preliminarmente sono state svolte analisi statistiche (*bubble plot*) tra epicentri e intensità sismica in funzione della distanza dal *sinkhole*.

I risultati mostrano buone correlazioni tra 10 eventi sismici e 24 fenomeni di sprofondamento, che si sono verificati entro 3 settimane dal terremoto. Sei di questi fenomeni sono correlati con grandi eventi sismici avvenuti negli anni 1349 (Telesse), 1703 (Piana di S. Vittorino), 1805, 1915 (Piana di S. Vittorino). Altri 5 fenomeni potrebbero avere buona correlazione ma non è ancora certa la data di formazione del *sinkhole*. Altri casi mostrano coincidenza con eventi sismici a bassa magnitudo relativi agli anni 1903 e 1995. L'evento sismico del 1995 è relativo al sisma avvenuto in Lunigiana (Toscana); dopo soli cinque giorni dall'evento si è aperta una voragine presso l'abitato di Camaione che ha provocato, in pieno centro, lo sprofondamento di alcuni edifici di uso civile.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia.

I fenomeni di sinkhole in Italia: inventario dei fenomeni naturali e alcuni casi di studio

*Sinkholes in Italy:
inventory of natural phenomena and some cases of study*

CARAMANNA G. (*), CIOTOLI G. (*),
NISIO S. (*), VITA L. (*)

Sessione G02.04

Ground subsidence and collapses

In Italia sono frequenti fenomeni di sprofondamento naturale, non strettamente correlati a tipologie carsiche, caratterizzati dal verificarsi in aree di pianura dove è presente una potente copertura sedimentaria al tetto del *bedrock*.

È in corso di realizzazione un censimento di tali fenomeni su tutto il territorio nazionale. I risultati finora raggiunti, relativi ai primi trecento fenomeni analizzati, hanno permesso di individuare con estrema precisione il contesto geologico-strutturale ed idrogeologico delle aree a rischio *sinkhole*.

Per quanto concerne l'Italia i fenomeni interessano prevalentemente la fascia tirrenica, in particolare le regioni Lazio, Abruzzo, Toscana, Campania, ed alcune aree interne dell'Appennino. Altri casi sono presenti in Molise, Liguria e nelle Isole. La fascia periadriatica non sembra invece interessata da tali fenomeni, unici eventi sono segnalati in Puglia (Province di Foggia e Lecce).

La situazione geologico-strutturale, geomorfologica ed idrogeologica, nelle aree interessate dai *sinkholes*, presenta caratteristiche ricorrenti, in particolare i fenomeni più peculiari si manifestano in pianure non molto distanti da dorsali carbonatiche, con potenti spessori di depositi semi-permeabili (oltre 150 m di alternanze argille-limi, sabbie-ghiaie),

con abbondante circolazione idrica, relativa a imponenti acquiferi all'interno delle dorsali, e sovrapposizione di falde di diversa natura (imprigionate e/o libere), con presenza di lineamenti tettonici e con risalite di fluidi termo-mineralizzati.

Molti dei fenomeni analizzati si allineano su elementi tettonici di importanza regionale che attraversano l'intera penisola (linea Pescara-Volturno) o si seguono a distanza di chilometri lungo faglie attive (Valle dell'Aterno, Faglia Fiamignano-Micciani etc.)

Inoltre sono state individuate una serie di cause innescanti quali sismi, eventi alluvionali, attività antropiche.

Le misure effettuate in campagna ed i dati raccolti in letteratura hanno messo in evidenza un grande *range* di valori relativamente ai diametri delle cavità (da pochi metri a più di 200 m) e alle profondità (da qualche metro a 50 m). La maggior parte dei casi (più del 50%) risultano colmati da acque, trasformandosi così in laghetti, a volte presentano sorgenti al fondo, con acque ricche di gas (H_2S e CO_2). I *sinkholes* generalmente evolvono nel tempo passando attraverso uno stadio giovanile (con evidenti risalite di gas), maturo e senile fino al colamento naturale della cavità.

I primi risultati evidenziano che il meccanismo genetico di propagazione e di innesco dei fenomeni dovuto a fenomeni di erosione dal basso, facilitati dalla presenza di acque aggressive in pressione (*deep piping*).

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

Studio sedimentologico e palinologico di un sondaggio nella conca di Corvaro (Rieti, Italia centrale)(1)

Sedimentological and palynological analyses of a last glacial sediment core from Corvaro (Central Italy)

CHIARINI E. (*), GIARDINI M. (**), LA POSTA E. (*),
PAPASODARO F. (*), SADORI L. (**)

Sessione G19.02

Climate and paleoenvironmental changes during the Quaternary: palynologic evidence

Il Dipartimento Difesa del Suolo ha recentemente condotto studi per la realizzazione del Foglio geomorfologico n. 367 "Tagliacozzo" 1:50.000. Al fine di definire l'evoluzione geomorfologica dell'a-

rea è stata dedicata particolare cura allo studio dei depositi continentali che colmano i bacini intermontani compresi nel Foglio. Sono stati effettuati studi di carattere multidisciplinare finalizzati alla ricostruzione del contesto paleoclimatico, paleoambientale e cronologico. In questa nota vengono sintetizzati i risultati relativi alla Piana di Corvaro.

Nel bacino di *halfgraben* di Corvaro si sono sviluppati i due sistemi di conoidi alluvionali del Vallone di Teve e della Valle Amara (fig. 1).

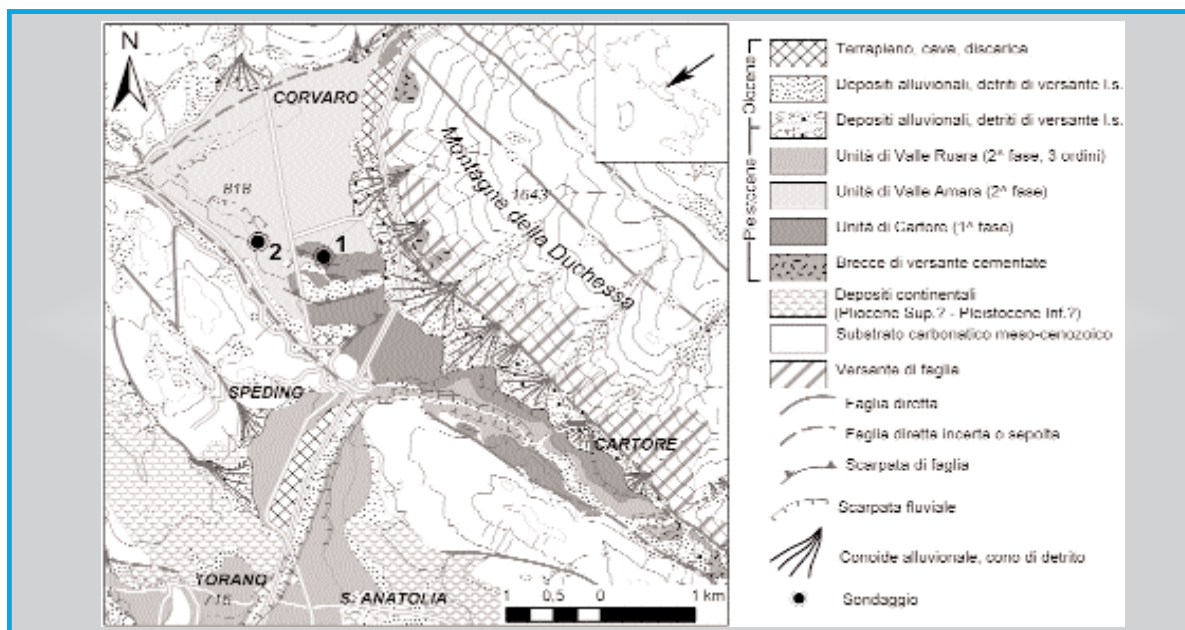


Fig. 1 - Carta geologica schematica della Piana di Corvaro - *Geological map of Corvaro Plain*

(1) Il lavoro è in corso di pubblicazione in forma estesa sulla *Revue de micropaléontologie* (Ed. Elsevier)

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

(**) Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, Italia

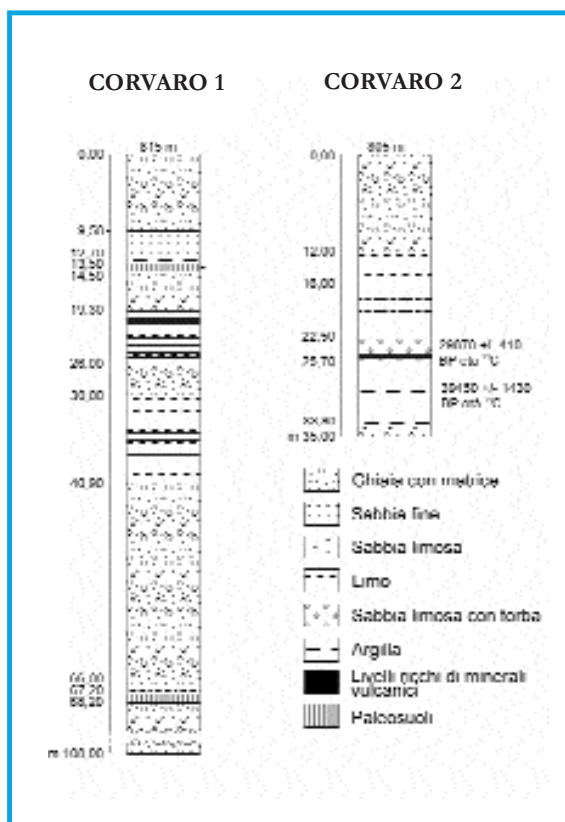


Fig. 2 - Stratigrafia dei sondaggi Corvaro 1 e Corvaro 2.
- Sediment records of Corvaro 1 and Corvaro 2 drillings.

Nell'architettura deposizionale sono state distinte due fasi principali, la prima di aggradazione, la seconda di progressivo incassamento, meglio sviluppata al di fuori della conca, nell'area di Torano.

Per caratterizzare i depositi alluvionali riferibili alle diverse fasi sono stati effettuati due sondaggi, profondi 108 e 35 m (fig. 2).

Il substrato non è stato raggiunto; sulla base di dati geofisici si può ipotizzare che la profondità massima del bacino sia di almeno 300 m. Nel primo sondaggio prevalgono le granulometrie grossolane a cui si intercalano livelli limosi e paleosuoli. Il secondo sondaggio (Corvaro 2) ha attraversato significativi spessori di argille limose, in parte torbose, riconducibili ad ambienti lacustri o palustri.

Tali sedimenti sono stati ritenuti idonei per lo studio palinologico.

Solo 26 livelli, compresi tra 16 e 30 m di profondità sono risultati polliniferi, sebbene con basse concentrazioni polliniche. Le caratteristiche biostratigrafiche del diagramma (fig. 3) confermano l'inquadramento cronologico fornito da due date radiocarbonio che indicano per la base della sequenza un'età di 40000 anni. La vegetazione del periodo è infatti costituita per lo più da piante stepiche tipiche dei periodi glaciali e da conifere. La caratteristica che induce ad inquadrare la sequenza pollinica nell'ultimo Pleniglaciale è la presenza, intorno a 30000 anni fa, di piccole ma significative oscillazioni di alberi mesofili indotte da variazioni climatiche in senso più umido e temperato. Questa debole espansione arborea ha caratteristiche floristiche ed età simili all'ultima delle sette principali fluttuazioni arboree descritte per l'ultimo glaciale della regione vulcanica laziale (FOLLIERI *et alii*, 1998). La carota di Corvaro costituisce un elemento di novità in quanto per la prima volta questi deboli segnali climatici sono stati registrati da una sequenza pollinica in ambiente appenninico. Si può ipotizzare che le zone di rifugio per le piante mesofile durante il periodo glaciale potessero essere quindi non molto distanti da una valle intermontana quale la Piana di Corvaro.

BIBLIOGRAFIA

FOLLIERI M., GIARDINI M., MAGRI D., SADORI L. (1998) - *Pollenstratigraphy of the last glacial period in the volcanic region of Central Italy*. Quat Int 47-48: 3-20.

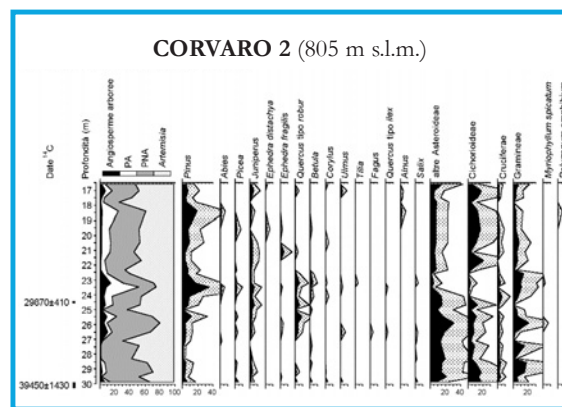


Fig. 3 - Diagramma pollinico percentuale di taxa selezionati (sequenza Corvaro 2). - Pollen percent diagram of selected taxa of core Corvaro 2.

Subsidenza Naturale e Antropica nella città di Como

Natural and man-induced subsidence in the Como urban area (Northern Italy)

COMERCI V. (*), BONCI L. (*), MICHETTI A.M. (**), VITTORI E. (*),
VULLO F. (*), CAMETTI A. (*), IANNARILLI S. (*),
MATARAZZO D. (*), BASILICO M. (***),
FERRETTI A. (***), PRATI C. (****)

Sessione G02.04

Ground subsidence and collapses

L'area della città di Como riveste una notevole importanza sia per la sua posizione geografica, di transizione tra la catena alpina e la Pianura Padana, che per la presenza di un forte insediamento antropico e industriale proprio a ridosso del Lario (Lago di Como).

L'area è interessata da un fenomeno di subsidenza dovuto sia a cause naturali che antropiche, con conseguenze notevoli dal punto di vista sia ambientale che economico e sociale.

L'Istituto Geografico Militare e il Politecnico di Milano hanno eseguito livellazioni di precisione dal 1928 fino al 1997. I massimi tassi di abbassamento del suolo (10-20 mm/a) sono stati misurati nell'area del lungolago tra il 1955 e il 1975. Dal 1975 al 1997 la subsidenza ha rallentato fino a velocità di 1-2 mm/a, con qualche caposaldo che ha anche invertito il suo *trend*.

Poiché le componenti geologica e antropogenica dell'abbassamento del suolo agiscono secondo

differenti scale temporali e cioè rispettivamente da milioni a migliaia di anni e da centinaia a decine di anni, è possibile distinguere l'entità dell'abbassamento dovuto a cause antropiche da quello dovuto a cause naturali.

La componente dovuta ai processi geologici è stata calcolata utilizzando gli oltre 70 sondaggi stratigrafici eseguiti nell'area urbana di Como. I depositi ricchi in torba presenti nel sottosuolo sono stati utilizzati come livello guida per calcolare i tassi di subsidenza naturale. Tali sedimenti si sono depositi dopo il ritiro del ghiacciaio abduano durante una fase di miglioramento climatico e di sviluppo della vegetazione. Alcuni macroresti organici rinvenuti in sondaggio presso il margine ovest della conca di Como (zona di San Abbondio), in sabbie lacustri correlate stratigraficamente al livello guida, sono stati datati con il metodo del ^{14}C . La loro età radiogenica risulta compresa tra 13230 ± 120 BP e 11730 ± 180 BP.

Pertanto, attribuendo alla base dei sedimenti con torba una età di 13.000 anni e considerando le profondità alle quali essi sono stati rinvenuti (fino a 50 m), è stato stimato il tasso di subsidenza naturale (che presenta un massimo di 4 mm/a)

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

(**) Università dell'Insubria, Dipartimento di Scienze Chimiche e Ambientali, Via Valleggio 11, 22100 Como, Italia

(***) Tele-Rilevamento Europa, TRE s.r.l., Via V. Colonna 7, 20149 Milano, Italia

(****) Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Italia

in tale arco di tempo.

Dalla profondità (2,5-3 m) alla quale sono stati trovati alcuni lastricati di età romana (I-II sec. d.C.), è stato possibile stimare il tasso di subsidenza a partire da tale periodo fino agli inizi del '900.

Una nuova livellazione di alta precisione eseguita da APAT ha permesso inoltre di valutare i movimenti attuali della superficie del suolo cittadino di Como.

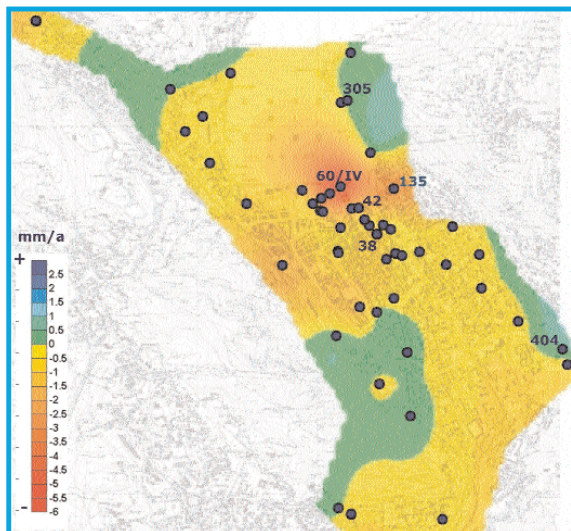


Fig. 1 - Velocità dei movimenti verticali del suolo ottenute dal confronto tra le quote dei capisaldi (indicati dai cerchietti blu) misurati nelle livellazioni geometriche del 1990 (IGM) e del 2004 (APAT).
- Vertical ground movements (in mm/year) from levelling surveys carried out in 1990 (IGM) and 2004 (APAT).

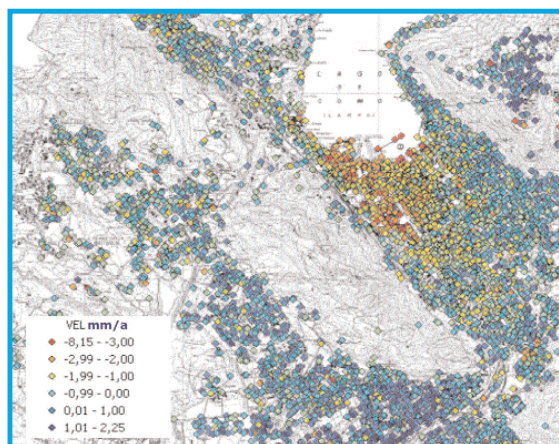


Fig. 2 - Velocità medie verticali dei *Permanent Scatterers* (rappresentati con i quadratini in figura) nell'intervallo di tempo 1992-2003. Dati gentilmente forniti dalla T.R.E. (Tele-Rilevamento Europa) del Politecnico di Milano.
- Average vertical movements measured by means of the *Permanent Scatterers* technique. Data refer to the time interval 1992-2003.

La figura 1 mostra la velocità media in mm/a dei movimenti del suolo tra il 1990 e il 2004.

Inoltre la T.R.E. (Tele-Rilevamento Europa) ha misurato con la tecnica PSInSar i movimenti medi dei capisaldi *radar* identificati nell'area di Como durante gli anni 1992-2003 (fig. 2).

I valori di velocità ottenuti con le due diverse tecniche risultano essere in ottimo accordo.

L'insieme dei dati raccolti permette di ricostruire con buon dettaglio il quadro dei movimenti del suolo nell'area di Como a partire da tempi geologici fino ad oggi.

Evoluzione ambientale Tardiglaciale nell'area della città di Como, e nascita del lago di Como attuale

Late glacial environmental evolution in the Como urban area (Northern Italy), and the birth of lake Lario

COMERCI V. (*), MICHETTI A.M. (**), PORFIDIA B. (*),
CAPELLETTI S. (**), ROSSI S. (**)

Sessione 30.02

*Geological and environmental evolution
of Alpine - type lakes*

Studi di geomorfologia e stratigrafia relativi ai sedimenti tardo-pleistocenici e olocenici presenti nell'area della città di Como hanno permesso di ottenere nuovi dati per meglio caratterizzare la nascita dell'attuale Lago di Como.

Il Lago di Como (Lario) è il terzo per estensione e il più profondo lago d'Italia, ha una lunghezza di circa 60 chilometri ed occupa una depressione valliva, biforcata verso Sud, che fu intensamente modellata, durante l'Ultimo Glaciale, da una lingua di ghiaccio spessa fino a circa due chilometri (BINI *et alii*, 1996).

Il nostro lavoro si basa su:

- A) dati topografici, stratigrafici, archeologici e geofisici da letteratura
- B) rilevamento geologico di superficie
- C) interpretazione di foto aeree
- D) nuovi sondaggi stratigrafici.

I dati da letteratura (CASTELLETTI & OROMBELLI, 1986; BINI, 1993) e le nostre nuove analisi mostrano che durante l'inizio del Tardiglaciale la conca di Como ospitava un lago proglaciale che si attestava alla quota di circa 270 m s.l.m. (corrispondente al rilievo di Camerlata) e che presentava un drenaggio verso S. Con il progressivo scioglimento del ghiacciaio il livello del lago scese fino alla quota di circa 210 m s.l.m., poco più elevata di quella del

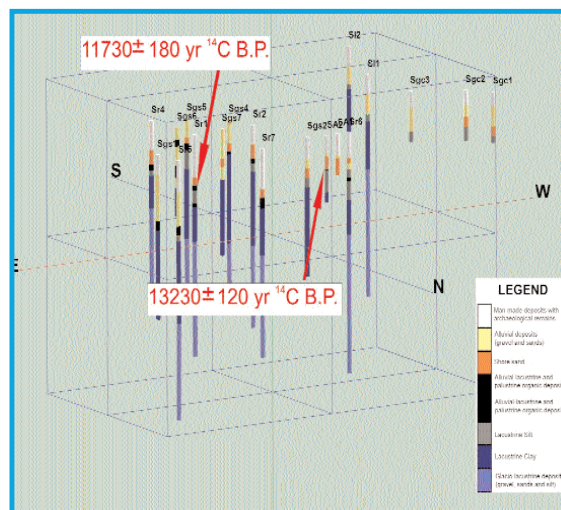


Fig. 1 - Ubicazione nello spazio dei 21 sondaggi utilizzati per la costruzione del modello geologico tridimensionale di fig. 2; vista da Nord Est.
- Spatial distribution of 21 drillings used to build the 3D model shown in fig. 2; view from NE.

l'attuale livello (198 m s.l.m.), testimoniata dal terrazzo sedimentario di San Abbondio. La formazione di tale terrazzo avviene in corrispondenza di una drastica variazione del paesaggio con la conseguente nascita dell'attuale Lago di Como.

Il sito di San Abbondio è stato esaminato in dettaglio tramite l'analisi di 18 stratigrafie da sondaggio, i cui litotipi sono stati confrontati con quelli carotati in tre sondaggi eseguiti *ex novo* (fig. 1).

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

(**) Dipartimento di Scienze Chimiche e Ambientali, Università dell'Insubria, via Valleggio 11, 22100 Como

La stratigrafia dei depositi recenti di San Abbondio (così come quella relativa alla piana di Como) mostra la presenza di sedimenti di ambiente proglaciale, privi di sostanza organica, nella porzione inferiore e di sedimenti di spiaggia lacustre o di palude contenenti resti organici nella parte alta (fig. 2). CASTELLETTI & OROMBELLI (1986) datarono con il metodo del ^{14}C un campione di legno, reperito in un sondaggio eseguito nel sito di San Abbondio, che diede un'età di 11730 ± 180 anni BP.

Un nuovo macroresto ligneo estratto durante i nuovi sondaggi è stato fatto datare presso il *Centre for Isotope Research* dell'Università di Groningen ed ha fornito un'età ^{14}C pari a 13230 ± 120 anni BP.

Pertanto circa 13-11 ka BP avvenne un forte cambiamento del paesaggio del Lario che ha lasciato un chiaro segnale stratigrafico, con la comparsa di resti di legno nei depositi lacustri. Tale evidenza è in accordo sia con i dati climatici di carattere globale che indicano un rapido aumento della temperatura media all'inizio del *late glacial interstadial* definito da RAVAZZI (2003), che con gli studi palinologici a scala regionale (WICK, 1996), dai quali risulta che quel periodo è stato caratterizzato da una rapida diffusione delle foreste nella zona pedemontana alpina.

La nascita dell'attuale Lago di Como sembra perciò essere strettamente correlata con un evento climatico a scala globale.

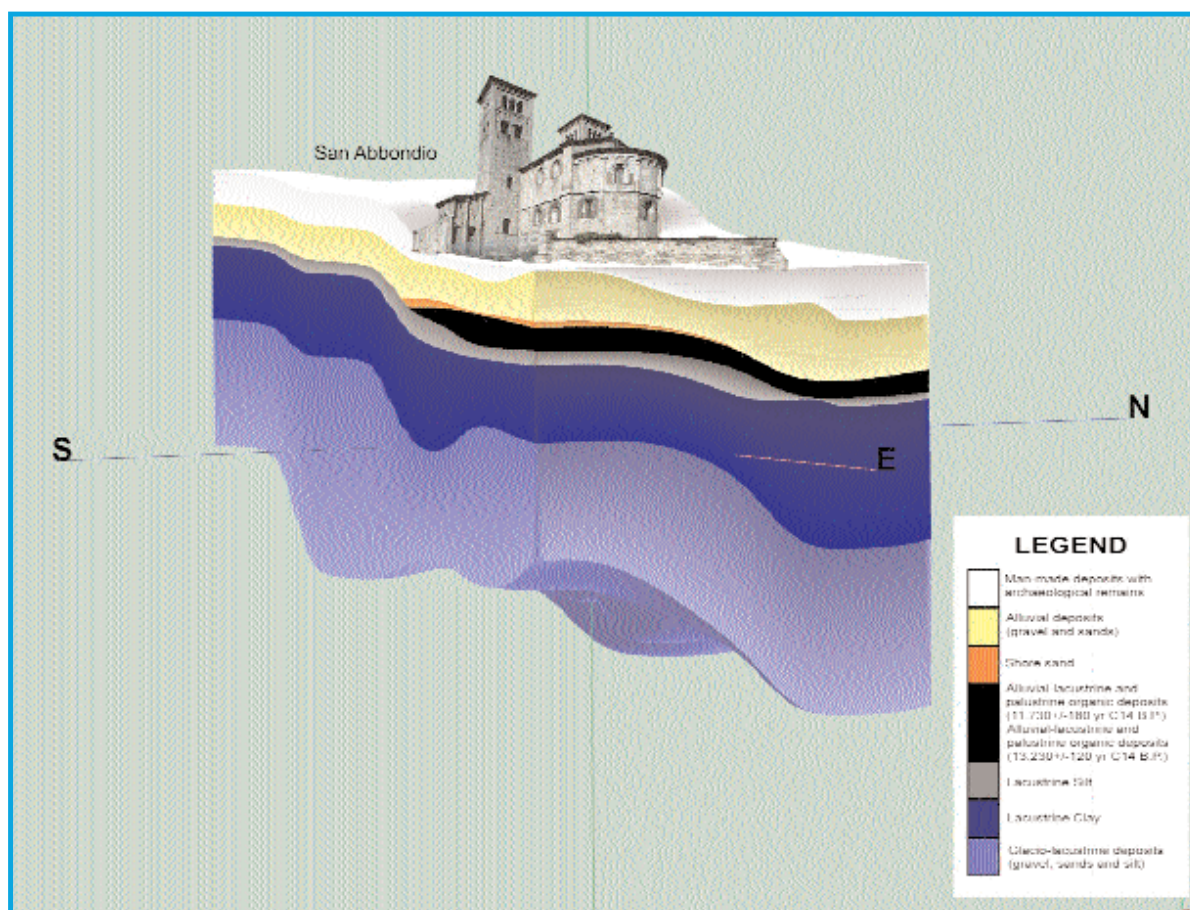


Fig. 2 - Modello geologico 3D del sottosuolo dell'area della chiesa di San Abbondio. Esagerazione verticale pari a 2,5. Vista da Sud Est.
- Geological 3D model of the San Abbondio area. Vertical exaggeration 2,5. View from SE.

Una nuova Carta Gravimetrica d'Italia e delle aree circostanti

*A new Gravity Map of Italy
and surrounding areas*

FERRI F. (*), ZANOLLA C. (**),
VENTURA R. (*), COREN F. (**),
BONCI L. (*)

Sessione G20.08

È stata realizzata una nuova Carta Gravimetrica del territorio nazionale alla scala 1:1.250.000 utilizzando dati gravimetrici terrestri e marini di superficie estratti rispettivamente dai database dell'APAT - Dipartimento Difesa del Suolo e dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS (fig. 1). L'insieme di questi dati è stato riferito alla IGSN-71 (*International Gravity Standardization Net*) e la formula della Gravità Normale adottata è quella del *Geodetic Reference System* 1980. Per i dati a terra la correzione topogra-

fica è stata calcolata fino a 166.736 km dal punto stazione e la densità utilizzata per il calcolo delle Anomalie di *Bouguer* è 2.67 g/cm^3 . Per i dati a mare l'elaborazione è consistita nel calcolo delle Anomalie in Aria Libera. L'insieme dei dati gravimetrici è stato interpolato su una griglia regolare avente lato della cella elementare di 1 km e si è quindi proceduto al *contouring* di tale griglia. La mappa risultante è rappresentata in pseudo rilievo (*shaded relief*) con campitura delle isoanomale a colori.

Questa nuova carta offre una informazione dell'andamento gravimetrico utile per gli studi geofisici a carattere regionale. Può essere un valido strumento per l'individuazione dei principali lineamenti strutturali e per delineare i corpi geologici profondi.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

(**) OGS - Dipartimento di Geofisica della Litosfera - CARS (Cartography and Remote Sensing)

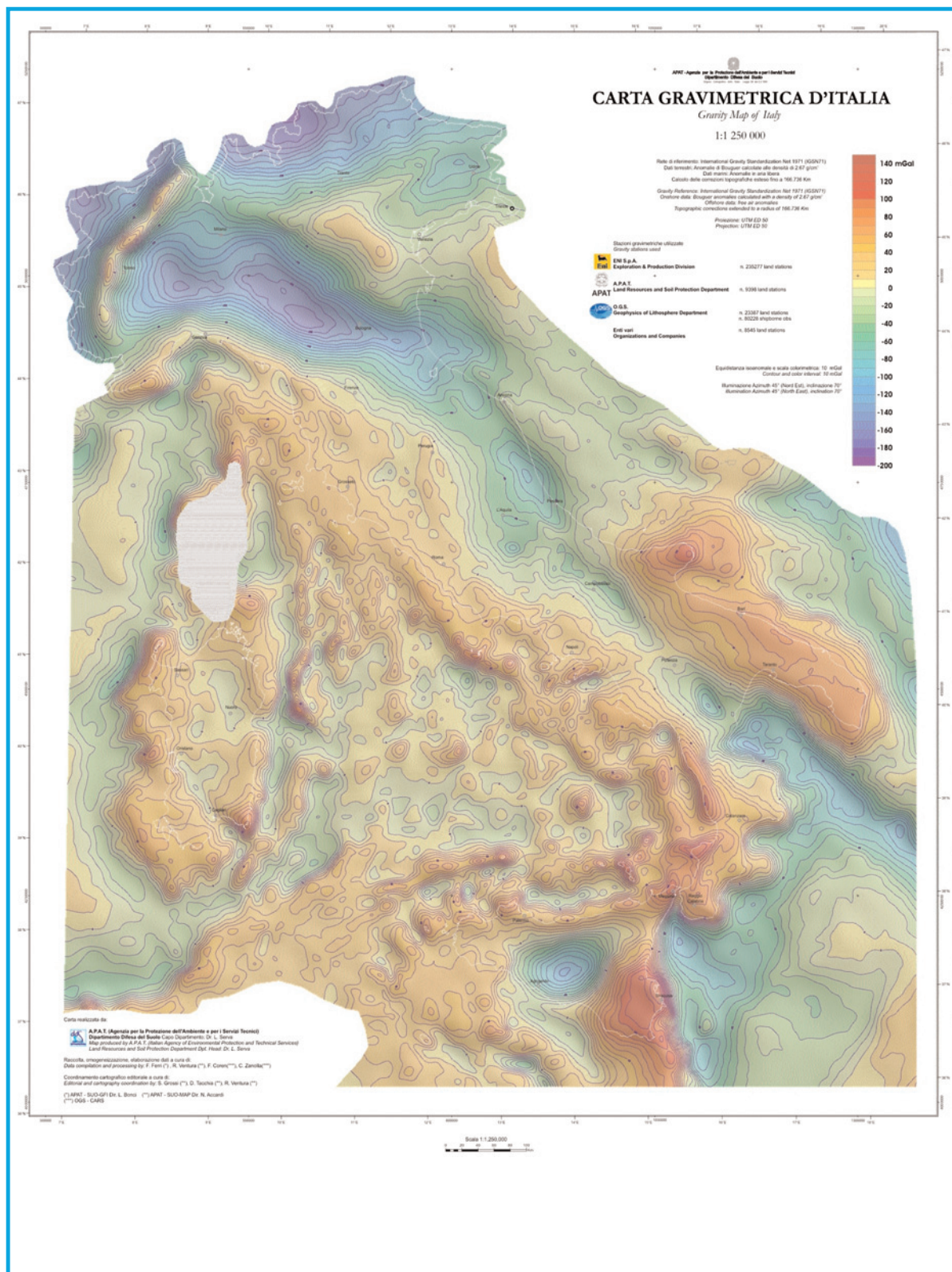


Fig. 1 - Carta Gravimetrica del territorio nazionale alla scala 1:1.250.000.
 - Gravity Map of Italy, original scale 1:1,250,000.

Primi risultati di un progetto di ricerca sulle acque sotterranee in Italia

*First results of a research project
on groundwater resources in Italy*

MARI G.M. (*)

Sessione T38.03

*Groundwater resource problems in the
Mediterranean area: quantity and quality*

Il *poster* illustra i risultati preliminari di un progetto di ricerca promosso nel 2003 dalla Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici con l'obiettivo di effettuare il censimento di studi, indagini e cartografie idrogeologiche realizzate da strutture pubbliche e di ricerca, e di definire le attività necessarie a completare le conoscenze idrogeologiche del territorio nazionale.

Con la finalità di ottenere un quadro generale di riferimento delle conoscenze sulle risorse idriche sotterranee, le attività di progetto sono state estese ai principali tematismi correlati (vulnerabilità, monitoraggio, archiviazione ed elaborazione di dati idrogeologici e idrochimici, etc).

Le fonti principali sono rappresentate da periodici e riviste (Acque Sotterranee, Quaderni di Geologia Applicata, Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, etc.), dai lavori pubblicati in atti di congressi e convegni, dalle pubblicazioni di istituti di ricerca e Università.

Le carte idrogeologiche e le rappresentazioni di specifiche caratteristiche delle acque sotterranee sono state acquisite mediante scansione in formato *tiff*, e archiviate in *CD Rom*. Le cartografie sono state catalogate utilizzando le caratteristiche tipologiche (idrogeologiche, piezometriche, vulnerabilità, etc.), la copertura territoriale (territorio nazionale, aree vaste, bacini idrografici, regioni, specifiche idrostrutture) e la scala di realizzazione (da regionale a operativa).

Nelle varie fasi della ricerca sono stati utilizzati strumenti e metodologie informatiche. Gli studi e le cartografie censite sono stati organizzati in specifici archivi ed è stato realizzato un Sistema Informativo Territoriale, in fase sperimentale, per verificare il potenziale informativo della documentazione, implementare le informazioni e consentirne una più efficace utilizzazione (fig. 1).

La quantità e le caratteristiche dei dati e delle cartografie censite consentono di verificare la evoluzione degli studi di settore e di definire un quadro preliminare delle conoscenze sulle risorse idriche sotterranee del territorio nazionale.

La realizzazione del progetto ha evidenziato un elevato valore aggiunto della documentazione raccolta, riferito in particolare alla possibilità di utilizzazione dei dati da parte di tecnici che operano nel settore delle scienze della terra e delle discipline ambientali.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

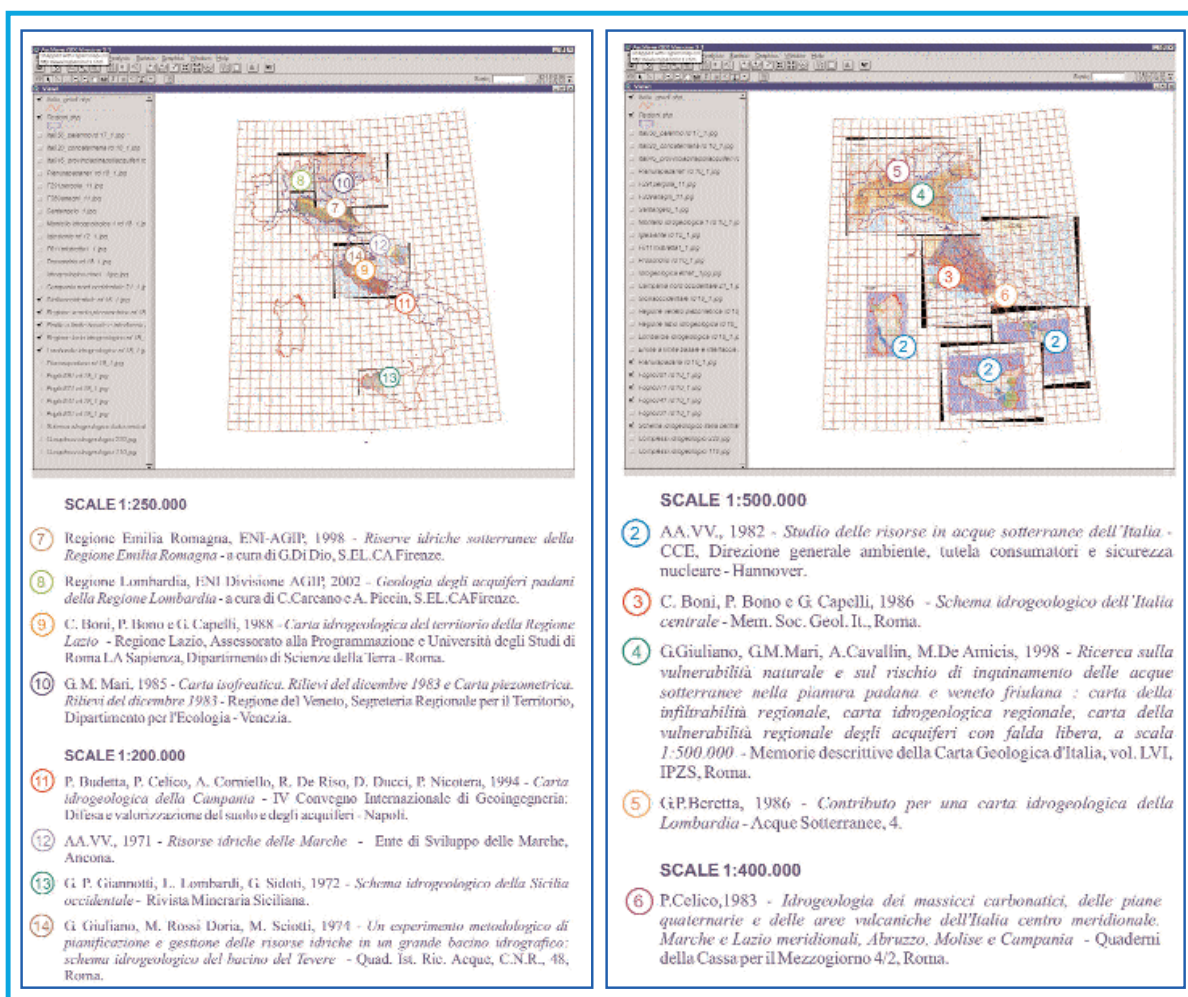


Fig. 1 - Esempi tratti dal database collegato al sistema informatico territoriale.
- Examples showing the connections between the database and the geographic information system.

Monitoraggio degli acquiferi della pianura veneta e della bassa pianura friulana (distretto di Udine). Confronto tra le osservazioni e considerazioni sui risultati del rilevamento

Monitoring of aquifers in the veneto plain and in the low friuli plain (Udine district). Comparison between observations and considerations on survey's results

MARI G.M. (*), ANTONELLI R. (**), MARTELLI G. (***),
FABBRI P. (**), GRANATI C. (***),
ROSSI S. (***), VENTURA R. (*)

Sessione T38.01

Groundwater management in vulnerable areas

Il poster illustra la metodologia utilizzata e i principali risultati delle ricerche promosse dal Servizio Geologico d'Italia (ora APAT) con l'obiettivo di realizzare reti di controllo delle acque sotterranee in aree a elevata complessità idrogeologica e in presenza di un rilevante impatto antropico.

Le attività, svolte in collaborazione con il Dipartimento Geologia, Paleontologia e Geofisica della Università degli Studi di Padova nella pianura veneta (3000 kmq) e con il Dipartimento Georisorse e Territorio della Università degli Studi di Udine nella bassa pianura friulana in provincia di Udine (800 kmq), sono state sviluppate secondo un modello logico articolato in:

- analisi e revisione critica dei dati litostratigrafici e idrogeologici disponibili, verifiche di campagna, identificazione delle principali unità idrogeologiche;
- definizione di criteri e metodologie relative alla organizzazione di reti di controllo delle acque sotterranee, campagne di misura di livello di falda e ricostruzione del deflusso sotterraneo di ciascuna delle unità acquifere;

- integrazione e stabilizzazione dei punti di controllo, campagne di misura di livello di falda, proposte di reti di controllo ottimizzate su base idrogeologica e geostatistica.

Le reti di controllo interessano l'acquifero indifferenziato dell'alta pianura veneta, il complesso superficiale di falde (A) e le 6 falde acquifere in pressione della media e bassa pianura fino a oltre 300 m di profondità dal p.c.. La utilizzazione di tecniche geostatistiche permette di ridurre i punti di controllo da 91 a 50 (acquifero indifferenziato) e da 37 a 27 (I° acquifero in pressione) mantenendo una corretta rappresentazione del deflusso sotterraneo.

Nella bassa pianura friulana in provincia di Udine sono state effettuate verifiche di campagna in oltre 500 pozzi. La rete di controllo proposta è costituita da complessivi 134 punti che interessano un acquifero libero e 8 acquiferi in pressione fino a oltre 300 m di profondità dal p.c.

Le ricostruzioni del deflusso sotterraneo di unità acquifere delle aree campione sono evidenziate nelle figure 1 e 2.

Le metodologie sperimentate hanno una elevata trasferibilità in contesti con caratteristiche idrogeologiche e ambientali confrontabili, e assumono rilievo in relazione alle attività previste dal D.Lgs. n°152/1999 finalizzate alla classificazione dello stato ambientale dei corpi idrici sotterranei.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

(**) Dipartimento Geologia, Paleontologia e Geofisica - Università degli Studi - Via Giotto 1 - 35137 Padova, Italia

(***) Dipartimento Georisorse e Territorio - Università degli Studi - Via Cotonificio 114 - 33100 Udine, Italia

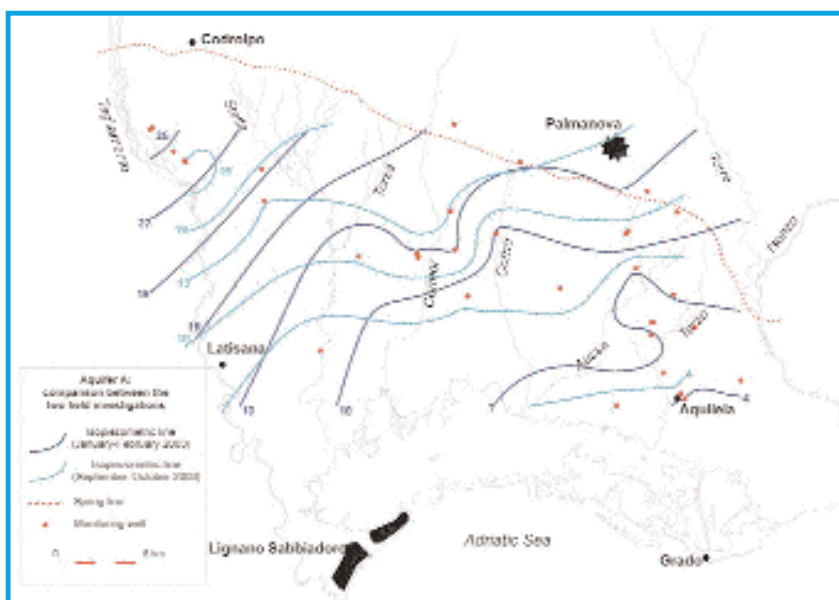


Fig. 1 - Ricostruzione del deflusso sotterraneo dell'acquifero nella prima area campione.
- *Underground aquifer reconstruction in the first test area.*

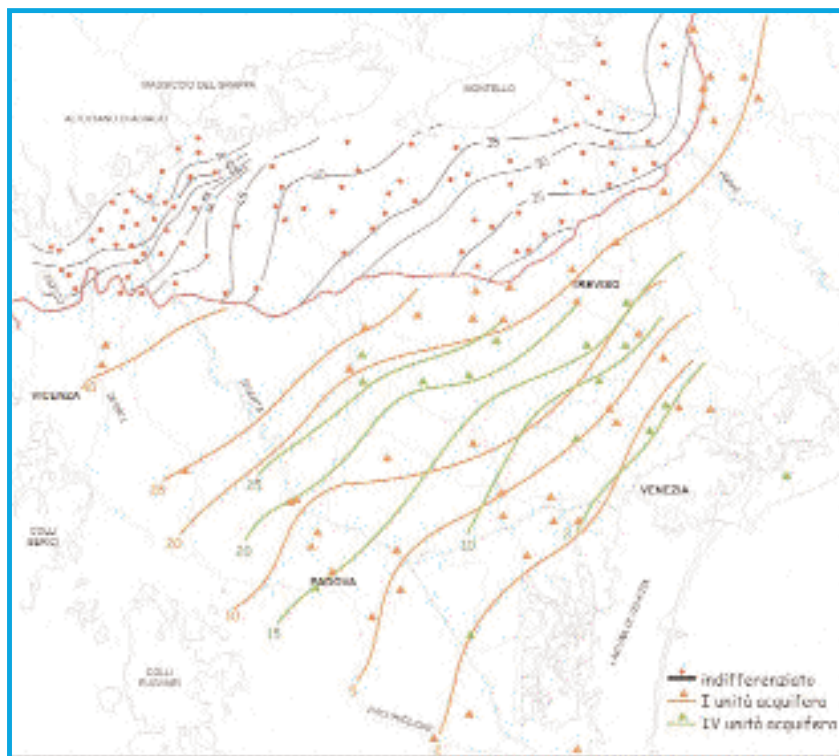


Fig. 2 - Ricostruzione del deflusso sotterraneo dell'acquifero nella seconda area campione.
- *Underground aquifer reconstruction in the second test area.*

Proposta di un GIS per la gestione di una informazione idrogeologica strutturata

GIS proposal for a structured hydrogeological information

MARI G.M. (*), CECILI A. (**), LISI A. (***),
SCALISE A.R. (*), TACCHIA D. (*),
VENTURA R. (*)

Sessione T10.05

GIS application to map production

Nell'ambito delle verifiche di applicabilità della Guida al rilevamento e alla rappresentazione della Carta Idrogeologica d'Italia alla scala 1:50.000 (SGN Quaderno 5, 1995) realizzate in aree campione dal Servizio Geologico Nazionale (ora APAT) in collaborazione con istituti universitari (M. Cimini, Dipartimento Scienze Geologiche - Roma Tre; M. Sibillini, Dipartimento Scienze della Terra - Roma La Sapienza; M. Matese e M. Totila, Dipartimento Geofisica e Vulcanologia "Federico II" Napoli) sono state approfondite le problematiche relative alla utilizzazione di strumenti e metodologie informatiche.

Le attività successive svolte in collaborazione con il Laboratorio GIS e Cartografia Automatica - Dipartimento Scienze Geologiche - Roma Tre, sono state orientate a realizzare una versione informatizzata della "Guida" e a sviluppare un modello di geodatabase relazionale in grado di rendere il dato utilizzabile in ambiente GIS.

Il *poster* descrive il processo che ha consentito, a partire dalle indicazioni presenti nella "Guida", di realizzare un modello concettuale dei dati idrogeologici, evidenziato in parte in figura 1.

Gli elementi costitutivi del modello concettuale sono rappresentati da entità (tabelle o oggetti geografici), relazioni (associazioni tra entità attraverso campi chiave) e domini (classi e intervalli di valori ammissibili).

Sono state individuate: le macrosuddivisioni, idrologia superficiale, idrologia sotterranea, complessi idrogeologici, pozzi e schede associate, opere idrauliche, aree carsiche; le entità che caratterizzano ciascuna macrosuddivisione; le relazioni esistenti tra entità di una medesima macrosuddivisione e le relazioni tra entità di macrosuddivisioni diverse.

Nella macrosuddivisione relativa ai complessi idrogeologici sono state, ad esempio, identificate: entità spaziali (complesso idrogeologico, infiltrazione efficace, trasmissività, limite idrogeologico), entità non spaziali (acquiferi principali, tabella complessi), relazioni (complesso idrogeologico e acquiferi principali, complesso idrogeologico e trasmissività, complesso idrogeologico e infiltrazione efficace), relazioni tra entità, attributi delle singole entità, chiavi interne ed esterne di ciascuna entità e domini associati agli attributi.

Le informazioni contenute in forma analogica nella "Guida" trovano corrispondenza negli attributi dei livelli informativi del geodatabase.

Il grado di informatizzazione proposto consente un livello minimo di archiviazione e di rappresentazione cartografica.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

(**) Università degli Studi Roma Tre - Dipartimento Scienze Geologiche - Laboratorio GIS e Cartografia Automatica - 00146 Roma, Italia

(***) APAT - Dipartimento Difesa della Natura - Roma, Italia

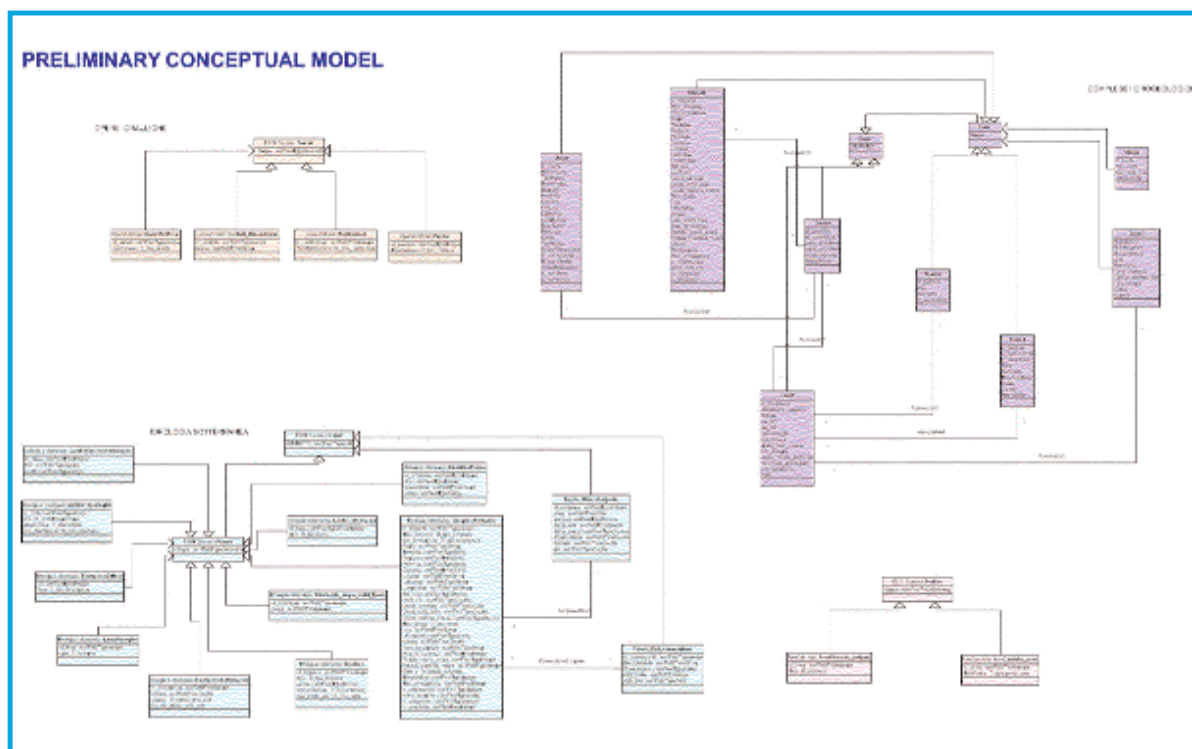


Fig. 1 - Modello concettuale preliminare.
- Preliminary conceptual model.

Evoluzione sedimentaria degli alti intrabacinali dell'Appennino Centrale (Italia) nel Giurassico inferiore

Sediment type and growth of incipiently drowned carbonate platforms in the Lower Jurassic of Central Apennines (Central Italy)

MARINO M. (*)

Sessione 268-13 (poster) T03.03

Tectonic controls on the siting, evolution and demise of carbonate platforms

Sugli alti intrabacinali dell'Appennino Umbro-Marchigiano-Sabino generati dal *rifting* del Giurassico inferiore, l'annegamento della piattaforma carbonatica (Calcare Massiccio A) è registrato dal passaggio da calcari peritidali a carbonati pelagici. Esso è caratterizzato dalla presenza di un deposito micritico intermedio (Calcare Massiccio B), in cui i tipici elementi di piattaforma carbonatica (noduli algali e resti di alghe calcaree) sono misti a resti di spugne, brachiopodi, echinodermi, ammoniti, crinoidi e radiolari che sono invece caratteristici dei depositi pelagici.

Questa *facies* testimonia un sistema sedimentario con produzione mista neritico/pelagica, che sugli alti intrabacinali precedette l'annegamento definitivo della piattaforma, documentato dalla scomparsa di attività algale bentonica, avvenuto nel Pliensbachiano inferiore.

La micrite è composta principalmente da resti di nannofossili, testimoniando la natura pelagica del sedimento.

Il sistema sedimentario cresceva verticalmente e

lateralmente: l'aggradazione è documentata da spessori fino a 70 m, ed era legata a produzione e crescita *in situ* sul *top* degli alti strutturali; in questo caso gli strati relativi sono concordanti con quelli della sottostante piattaforma peritidale. La crescita laterale è rappresentata dalla presenza di questi depositi sui fianchi degli alti strutturali, dove costituiscono corpi clinoformi e apron. Questi corpi sono generalmente composti da granuli, intraclasti e litoclasti che provenivano dal *top* e dai fianchi degli alti strutturali. Localmente si osservano intercalazioni di pelagiti condensate. La crescita laterale era dovuta alla rimozione di sedimento dal *top* degli alti e, in parte, anche a produzione in situ di comunità bentoniche lungo le scarpate (soprattutto echinodermi e brachiopodi).

La crescita era funzione della topografia delle singole strutture: il potenziale di aggradazione cambiava in funzione dello spazio di accomodamento (e.g. rampe con *top* tiltato) e del rapporto sedimentazione/erosione; sugli alti arealmente poco estesi, le condizioni potevano essere sfavorevoli all'aggradazione e la crescita era solo laterale.

L'instaurarsi di questo sistema sedimentario fu conseguenza del *rifting* che, smembrando la piattaforma creò una nuova circolazione marina, con arrivo di acque ossigenate e di *plankton* che permisero il proliferare di organismi eterotrofi sospensivori e filtratori, creando condizioni critiche per la produzione algale bentonica.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

Un progetto preliminare per il riconoscimento delle pietre ornamentali e da costruzione delle province derivate dai territori dell'Italia pre-unitaria

A project on the ornamental and building stones collected in Italy by the Geological Survey in the 19th century

MARIOTTINI M. (1), DE VECCHI G. (2), AGOSTINI S. (3),
ANTONELLI F. (4), BASTOGI M. (5), FRATINI F. (6),
FUSCO R. (7), TORRONI P. (8), ZONETTI C. (8)

Sessione T16.03

Building and decorative stones

Fondamentali sono la localizzazione e la configurazione della provincia secondo i confini amministrativi scaturiti dall'Unità d'Italia, a partire dalla quale il "Regio Ufficio Geologico" conserva i materiali delle diverse cave talora sfruttate in antico. Il progetto, diviso in sezioni, recupera le informazioni a tutto campo sulle pietre ornamentali e da costruzione.

Le caratteristiche litologiche di una regione si riflettono costantemente nei caratteri del tessuto urbano e nei luoghi dell'arte, non solo attraverso l'immediatezza dei colori e le forme degli spazi edificati, ma nell'identità storica e culturale. Le vicende relative allo sfruttamento, diffusione e impiego, anche al di fuori dei centri di estrazione, consentono di progredire nella cultura dei materiali.

Materiali lapidei estratti nella provincia: raccolte e documenti storici. È prioritario l'esame dei documenti manoscritti sui materiali delle province derivanti dall'Italia pre-unitaria. Informazioni si rinven- gono da campioni e saggi ancora conservati nelle Collezioni dell'ex Servizio Geologico d'Italia e in altre istituzioni (Musei universitari, Associazioni, Enti e privati).

Cenni sulla geologia della provincia: in questo ambito, oltre ad un inquadramento geodinamico d'insieme relativo alle aree delle singole province, vengono descritti i caratteri geo-petrografici relativi alla definizione dei litotipi considerati nella schedatura e nel censimento delle cave.

Litologia: il patrimonio litologico dell'edilizia storica e monumentale è espressione, nel tempo, delle diverse realtà artistiche del territorio. La catalogazione sfrutta un repertorio macrofotografico delle raccolte storiche del "Geologico" o, in assenza, di collezioni universitarie etc. e solo raramente attraverso una campionatura *in situ*. La schedatura è funzionale al lessico derivato dall'uso e dal percorso storico-artistico, poiché problemi di sinonimia e

(1) I.C.R. Roma, Italia

(2) Ist. Mineralogia, Univ. Padova, Italia

(3) Servizio Geologico, Sopr. Archeologica Abruzzo - Chieti, Italia

(4) L.A.M.A. Dipart. di Storia dell'Architettura IUAV - Venezia, Italia

(5) CAI sede di Firenze, Italia

(6) ICVBC-CNR sede di Firenze, Italia

(7) DI.S.M.A. (Dip. Scienze del Mondo Antico), Univ. degli Studi della Toscana - Viterbo, Italia

(8) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

omonimia sono comuni nella nomenclatura dei materiali usati in antico.

Conservazione e restauro: in base alle esperienze dei più qualificati centri di ricerca, vengono sintetizzate le conoscenze su alterazione e meccanismo di degrado dei lapidei più comuni. Nell'ambito dei singoli materiali, vengono analizzati documenti d'archivio e pubblicazioni tecnico-scientifiche utili a fornire informazioni sul restauro e la conservazione dei litotipi estratti nelle diverse realtà provinciali.

Cave ed estrazione dei materiali: diffusione e commercio; sistemi di lavorazione in cave o labora-

tori nella provincia di estrazione; materiali di sostituzione e potenzialità dell'attività estrattiva.

Geositi ed itinerari di rilevante interesse geologico e naturalistico. Cenni sui caratteri morfologici del paesaggio e formazioni geologiche legate al panorama litologico delle singole realtà provinciali.

Indicazione di percorsi e "Field trip" sulle più interessanti formazioni litoidi e ambienti di particolare interesse storico-naturalistico. Oltre al censimento delle cave, sopra previsto, sono da considerare: report dei geositi di maggiore impatto culturale e ambientale; problemi di tutela e valorizzazione.



Fig. 1 - Riproduzione del poster presentato a Firenze.
- Reproduction of the poster shown at Firenze.

Cause geologiche degli tsunami che hanno colpito le coste italiane nell'ultimo millennio

Geological causes of last millennium tsunamis affecting the italian coast

ORTOLANI F. (*), PAGLIUCA S. (**), SERVA L. (***)

Sessione T11.15

Tsunami hazard from slope instabili

Poco dopo le ore 13 del giorno 30 dicembre 2002 nell'area di Stromboli si è innescato un improvviso movimento anomalo del mare rappresentato da un abbassamento del livello marino di alcuni metri lungo tutta l'isola e da un immediato sollevamento rapido con conseguente inondazione della fascia costiera fino ad altezza di alcuni metri sul livello medio del mare. L'evento anomalo ha determinato seri danni ai manufatti e ha provocato il ferimento di alcune persone; esso si è avvertito lungo la costa siciliana nella zona di Milazzo e in quella campana nel porto di Marina di Camerota.

Gli scriventi, fin dal primo momento, sono stati dell'opinione che la causa era da individuare in una frana sottomarina di consistente entità, come nei giorni successivi all'evento ha dimostrato il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile.

“Onde anomale” molto distruttive, sono, peraltro, note lungo le coste del Tirreno meridionale, dello Stretto di Messina, della Sicilia Orientale e della zona garganica. Il massimo *runup* dell'acqua marina è variato da circa 6 a circa 15 metri.

Da una nostra analisi storica ne è risultato che la loro origine può essere stata causata da:

- terremoti in terraferma dove le strutture

sismogenetiche sono vicine al mare e in mare (es. Calabria, Sicilia orientale, Gargano, Monte Conero, Liguria)

- da esplosioni vulcaniche in terraferma e in mare dove vi sono vulcani attivi (es. Golfo di Napoli, Isole Eolie, area dell'Isola Ferdinandea, area dell'Etna)

- da grandi frane sottomarine lungo il ciglio delle scarpate, al passaggio morfologico tra piattaforma continentale e scarpata continentale (es. depressione centroadriatica), specialmente nelle aree dove la piattaforma continentale è molto stretta (es. area salentina adriatica, Golfo di Napoli), interessata da tettonica attiva e in corrispondenza di aree sismiche (es. coste ioniche e tirreniche della Calabria, coste della Sicilia orientale e settentrionale, Liguria)

- da grandi frane sottomarine lungo i versanti sommersi di vulcani attivi e interessati da tettonica attiva (es. Stromboli)

- da grandi frane subaeree lungo le coste alte rocciose con disastrosa e istantanea caduta in mare di ingenti volumi di roccia, in corrispondenza di aree sismiche, e lungo le coste degli apparati vulcanici attivi (es. lungo le falesie delle coste calabre)

- cause antropiche costituite dall'incauto accumulo di ingenti volumi di detriti lungo il ciglio della scarpata continentale.

I movimenti anomali del mare sono stati 71 con una media di un evento ogni 12,5 anni; di questi, ben 18 eventi si sono verificati nei mesi estivi (periodo balneare).

(*) Università di Napoli Federico II - Napoli, Italia

(**) CNR - ISAFOM

(***) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

È evidente che se l'onda anomala del 30 dicembre 2002 si fosse verificata 4-5 mesi prima (o dopo), durante la stagione estiva, i danni lungo le coste frequentate da migliaia di bagnanti, specialmente alle persone, sarebbero stati molto gravi.

Si ha notizia di:

15 eventi nel 1900;
23 eventi nel 1800;
16 eventi nel 1700;
11 eventi nel 1600;
3 eventi nel 1500;
1 evento nel 1300;
2 eventi nel 1100.

Essi si sono manifestati nelle seguenti aree:

14 tra la Liguria e Francia sudorientale;
23 tra lo Stretto di Messina, la Sicilia orientale, la Calabria meridionale tirrenica e le Isole Eolie;
10 lungo le coste adriatiche;
9 nel Golfo di Napoli;
3 in Toscana;
2 nella Sicilia settentrionale (Palermo-Cefalù);
2 nella Sicilia meridionale (Sciacca);
1 nella Calabria settentrionale ionica;
1 nel Lazio.

Questa prima ricerca ha consentito di individuare i tratti di costa che finora sono stati interessati da movimenti anomali e repentini del mare, ha permesso di evidenziare che il maggior numero di

eventi è stato provocato da frane sottomarine innescatesi lungo i bordi instabili della piattaforma continentale. Un nutrito numero di eventi è da attribuire alle sollecitazioni trasmesse direttamente dai violenti movimenti della terra (in occasione di forti eventi sismici) all'acqua marina nelle aree caratterizzate dalla presenza di strutture sismogenetiche vicine al mare (Trieste, Ancona, Gargano, Calabria Meridionale, Sicilia Orientale, stretto di Messina, Liguria, Toscana). Altri eventi sono stati innescati da frane sottomarine provocate da forti eventi sismici in terraferma con epicentri anche molto distanti (es. Toscana, Lazio, Liguria, Golfo di Napoli, Brindisi).

L'evento di Stromboli deve rappresentare un severo monito e uno stimolo per le Istituzioni e i ricercatori affinché si adeguino studi e misure tese a tutelare la sicurezza ambientale. Per quanto riguarda le coste italiane va subito verificato se le Autorità di Bacino che hanno redatto il Piano Stralcio del rischio idrogeologico hanno tenuto conto del fenomeno. Alla luce dei risultati dello studio si evince l'importanza di elaborare linee guida per la valutazione del rischio da onda anomala delle aree costiere e dell'impatto ambientale delle infrastrutture di notevole rilevanza (aeroporti, porti, centrali elettriche, impianti industriali, strade e ferrovie ecc.).

Vanno altresì messi a punto e attivati adeguati sistemi di educazione ambientale (per esempio come comportarsi qualora ci si trovi su una spiaggia d'estate e si avverta un terremoto, oppure si noti un improvviso e sensibile abbassamento del livello dell'acqua) monitoraggio marino e costiero ed elaborati i Piani di Protezione Civile Comunali tesi soprattutto a proteggere la popolazione durante il periodo balneare.

Analisi e modellazione di eventi di debris flow nel bacino di Cetara (Campania, Italia)

Analysis and modeling of debris flow events within the Cetara basin (Campania, Italy)

RISCHIA I. (*), TRIGILA A. (*),
FUMANTI F. (*)

Sessione T11.13

*Rapid moving landslide:
monitoring, hazard and risk evaluations*

Lo studio è incentrato sull'analisi statistica e sulla modellazione numerica dei fenomeni di *debris flow* e *mud flow* indotti da precipitazioni meteoriche particolarmente intense e/o prolungate. In tale ambito, vengono presentati i risultati di uno studio eseguito su un'area campione rappresentata da un bacino idrografico di 3.8 km², caratterizzato dall'affioramento dei carbonati Mesozoici della piattaforma Campano-Lucana, sulla quale poggiano con spessori variabili i depositi vulcanoclastici dell'eruzione vesuviana del 79 d. C.

Lo studio in oggetto è stato realizzato attraverso diverse fasi tra loro correlate: a) analisi storica degli eventi di instabilità gravitativa del tipo in studio verificatisi in epoche passate; b) caratterizzazione geologico-geomorfologica, strutturale, geologico-tecnica, idrogeologica, pedologica e di uso del suolo dell'area in esame; c) analisi probabilistica dei dati pluviometrici per l'area di riferimento; d) modellazione numerica relativa ai processi di instabilità che si verificano nell'ambito della coltre piroclastica superficiale.

Innanzitutto, è stata fatta una ricostruzione attendibile dell'evento di *debris flow* storico del 23-24

Ottobre 1910 (fig. 1) in riferimento alle condizioni idrometeorologiche e ai principali eventi di colata rapida di fango e detriti verificatisi. Relativamente a quest'ultimi, sono state fatte valutazioni riguardo

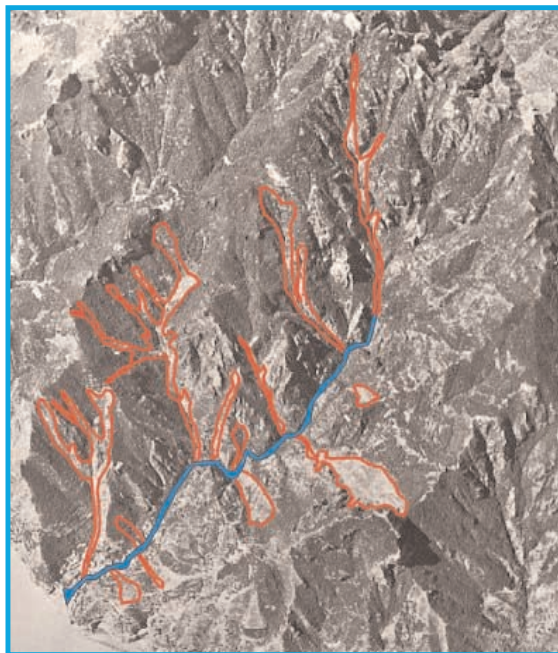


Fig. 1 - Fotografia aerea con individuazione delle frane storiche del 1910.
- Aerial Photograph showing the landslide map of the area in 1910.

(*) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia



Fig. 2 - Foto del 25 Ottobre 1910 che mostra il paese di Cetara colpito dalle colate rapide di fango e detriti (da "il Corriere della Sera" del 25/10/1910).

- Photo showing Cetara town damaged by quick mud flows, on October 25th, 1910 (from Corriere della Sera newspaper).

alle aree di innesco, al volume delle frane principali, ai loro percorsi nell'ambito del bacino e agli effetti indotti sul paese ubicato a fondovalle. Tale ricostruzione degli eventi è stata compiuta attraverso mirate ricerche di archivio in biblioteche pubbliche e private, analisi di giornali dell'epoca (fig. 2) e analisi ed interpretazione di foto aeree dell'area in studio.

Gli studi effettuati hanno consentito di ipotizzare che tra i fattori responsabili dell'instabilità dei versanti, quelli di maggior rilievo sono rappresentati dalle caratteristiche mineralogiche e strutturali del suolo che costituisce la copertura vulcanica.

Quest'ultima, infatti, è formata da diversi orizzonti pedologici fortemente differenziati lungo il

profilo verticale sia per caratteristiche di permeabilità, che per contenuti mineralogici, il che comporta una peculiare circolazione idrologica al loro interno che può favorire l'innesco di fenomeni di instabilità gravitativa. Infine, per quanto riguarda gli aspetti geologico-strutturali e geomorfologici ritenuti significativi ai fini dell'innesco dei fenomeni di instabilità in studio, sono da considerare il lineamento tettonico regionale individuato all'interno del bacino, che controlla la circolazione all'interno della coltre vulcanoclastica superficiale, le cornici strutturali del substrato carbonatico e le elevate pendenze dei versanti (35° - 60°).

La pericolosità di frana per il bacino di Cetara relativamente ai fenomeni di colata rapida di fango e detriti è stata poi valutata su base statistica. A tal fine è stata determinata la pericolosità meteorologica ed idrologica per il bacino. Nel primo caso, la pericolosità meteorologica è stata derivata attraverso il metodo delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP), che consente di calcolare l'altezza di precipitazione meteorica h attesa in funzione del tempo di ritorno T della precipitazione meteorica di riferimento. Tale parametro h è stato poi utilizzato in una fase successiva per il calcolo del coefficiente di assorbimento dell'acqua meteorica da parte dei suoli attraverso l'applicazione del metodo del *Soil Conservation System* che utilizza il *Curve Number* (CN). La fase successiva ha consentito di ricavare, attraverso le LSPP ed il CN, il valore della portata di massima di un evento di piena con un determinato tempo di ritorno T e, quindi, di valutare il rischio idrologico del T. Cetus. Infine, è stata condotta una modellazione numerica dei fenomeni di instabilità nell'ambito della copertura piroclastica del bacino in esame sulla base della quale sono stati ricavati utili elementi per la valutazione della suscettibilità all'innesco di dissesti gravitativi dei suoli vulcanici in studio sotto l'impulso di una sollecitazione meteorica intensa.

Effetti secondari indotti da forti terremoti lungo la faglia di Garni (Armenia)

Secondary effects induced by strong earthquakes along the Garni Fault (Armenia)

SADOYAN T. (*), SCARASCIA MUGNOZZA G. (**), VITTORI E. (***)

Sessione T11.08

Geological data and seismic hazard maps

La faglia di Garni (lunga circa 270 chilometri) attraversa i territori di Iran, Azerbaijan e Armenia (fig. 1), rappresentando una delle principali strutture tettoniche attive della regione sud-caucasica.

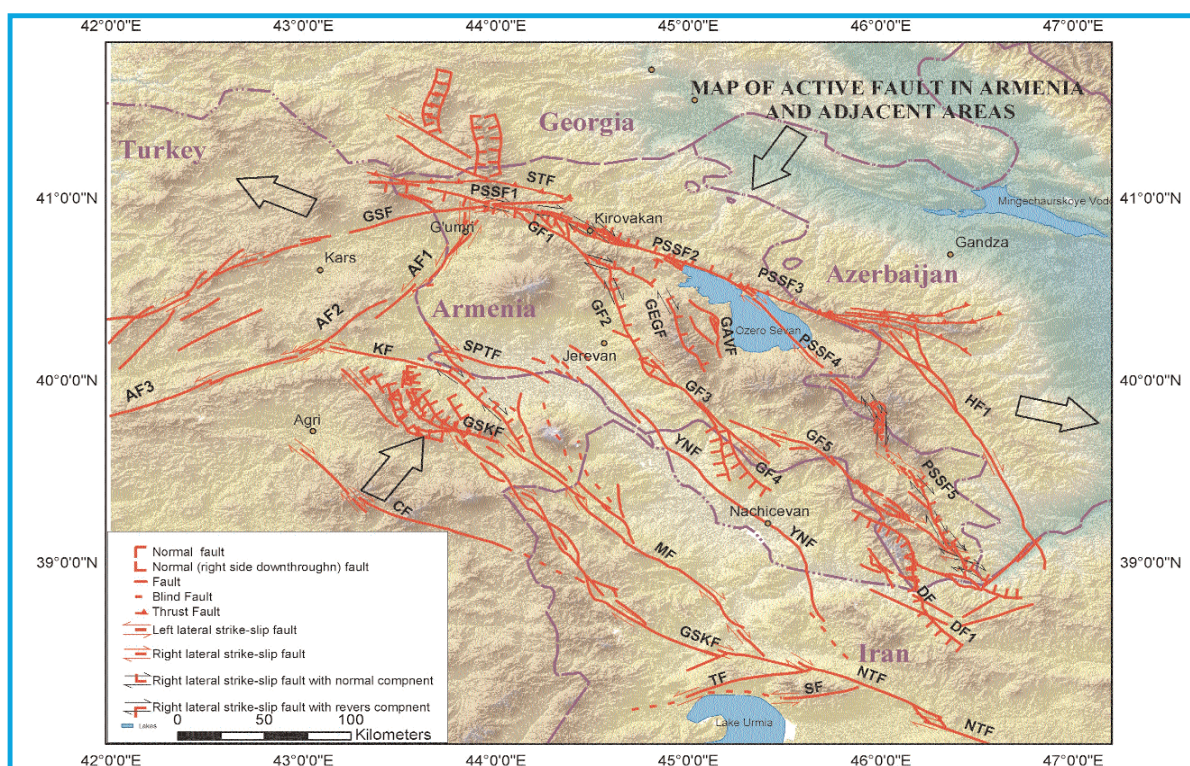


Fig. 1 - Carta delle faglie attive in Armenia e nelle aree adiacenti.- *Map of active faults in Armenia and adjacent areas.*

(*) National Academy of Sciences, Institute of Geological Sciences, 375019 Yerevan, Armenia

(**) Dipartimento Scienze della Terra - Università di Roma La Sapienza, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia

(***) APAT - Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento difesa del suolo - Roma, Italia

I terremoti hanno migrato nel tempo e nello spazio da sud-est a nord-ovest lungo la faglia: i principali di essi sono stati registrati nel 735 ($M = 7$), 906 ($M = 6,8$), 1679 ($M = 6,9$), 1827 ($M = 6,8$) e 1988 (terremoto di Spitak, $M_s = 7,1$).

Molti di questi terremoti, per alcuni dei quali è stata direttamente osservata fagliazione superficiale (es. SPITAK nel 1988) hanno indotto diffusi effetti secondari sul terreno, in particolare grandi frane, che hanno contribuito in maniera significativa al numero di vittime.

Analisi di dati telerilevati, informazioni storiche, indagini di terreno di tipo morfostrutturale e paleosismologico, tutte riportate in un database collegato ad un GIS, hanno permesso l'identificazione ed una prima caratterizzazione di importanti frane lungo la faglia di Garni, che rappresentano fonti potenziali di rischio elevato in occasione di un forte terremoto.

Al momento, la fascia di maggiore pericolosità include cinque grandi dighe per irrigazione, insediamenti turistici e numerosi villaggi, molti dei quali

collocati nelle vicinanze di siti dove movimenti franosi sono già avvenuti in passato. Studi paleosismici su una grande frana nei pressi di Garni (fig. 2) hanno permesso una prima datazione di una importante riattivazione del movimento di massa, che sulla base delle indagini condotte e delle analisi di stabilità, appare spiegabile solo con un forte evento sismico.

In tal modo è stato quindi possibile evidenziare un probabile evento sismico sinora sconosciuto avvenuto intorno al III secolo. Gli studi in corso puntano ora a meglio definire questo evento, anche sulla base delle evidenze archeologiche nell'area, e ad individuare le modalità ed i tempi di attivazione di questa e delle altre grandi frane individuate. I prevedibili movimenti di massa sismoindotti nell'intorno della faglia di Garni ne accrescono sensibilmente il livello di rischio.

Risulta quindi chiaro che lo studio degli effetti secondari del terremoto è, anche lungo la faglia di Garni, una componente chiave per un'affidabile stima della pericolosità e del rischio ad essa associato.



Fig. 2 - La grande frana di Garni. - *The large Garni landslide.*