

GESTIONE DI DATI SISMICI, MEDIANTE UTILIZZO DI MAPPE GIS, PER CALABRIA OCCIDENTALE E SICILIA NORD-ORIENTALE

Vincenzo BARRILE⁽¹⁾, Francesco COTRONEO⁽¹⁾,
Sebastiano D'AMICO⁽²⁾, Francesco. PARRILLO⁽³⁾

⁽¹⁾Università degli studi "Mediterranea" di Reggio Calabria, Italia

⁽²⁾Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia

⁽³⁾Dip. Di Scienze della Terra, Univ. degli studi di Messina, Italia

Riassunto

La presente nota punta all'analisi di dati territoriali per la gestione di dati sismici nell'area che comprende la Calabria occidentale e Sicilia Nord-Orientale sfruttando l'alta potenzialità del GIS di archiviare ed elaborare dati e immagini. Viene presentata una mappatura della sismicità locale nel periodo che va dal 1973 a tutto il 2004 per la zona in esame (il bacino tirrenico e' una delle più interessanti regioni del Mar Mediterraneo data la sua intensa attività geodinamica e la presenza di un piano di Benioff), al fine di ottenere ulteriori informazioni per poter meglio spiegare la tettonica della regione. Lo studio, attraverso l'utilizzo di dati provenienti dal database del NEIC-USGS, implementati con altre banche dati, si avvale di un GIS implementato con layers raster, vettoriali, statici, a punti dinamici e annotation per poter produrre appropriate rappresentazioni di tipo tematico. Vengono visualizzate le aree di rischio sismico nella zona geografica di interesse evidenziando inoltre la frequenza di accadimento di eventi sismici di data magnitudo in una particolare zona dell'area in esame. Il GIS è strutturato in modo tale da poter essere integrato con ulteriori dati; è in grado di fornire un supporto per l'analisi dei processi geodinamici e per importanti valutazioni di zonazione sismica.

Abstract

This work aims to employ GIS maps in the management of seismic data covering a geographical area that includes western Calabria and northeastern Sicily. Our study is addressed to the analysis of territorial data referring to the area mentioned above and take benefits from the high capability of GIS systems in data/image storage and processing. We describe a map illustrating local seismicity for the area of interest in the period from 1973 to 2004, as the Tyrrhenian basin is one of the most important Mediterranean regions in our perspective owing to its intensive geodynamic activity and the presence of a Benioff plane, to get more informations and so improve an explanation of local tectonics. Making use of data coming from NEIC-USGS DBs, merged with more and more data banks, our study employs raster and vectorial, static and dynamic layers and annotations to produce appropriate thematic-style representations. In this case we display all the areas at seismic risk in the geographical area of interest, also marking the frequency of seismic events characterized by a given magnitude inside a particular subregion. Anyway, our GIS is structured to let more data to be integrated. It can provide an useful support in the analysis of geodynamic processes and in important valutations about seismic zoning.

Introduzione

La penisola italiana è caratterizzata da differenti e complesse strutture tettoniche, e risulta, peraltro, di notevole importanza l'impiego di mappe GIS a supporto di una più chiara e trasparente situazione sismica territoriale.

Il bacino del Tirreno è una delle più interessanti regioni del Mediterraneo per la sua attività geodinamica (Gasparini P. e Mantovani M. S. M., 1981). In particolare, il presente lavoro è mirato all'analisi della sismicità riguardante l'area della Stretto di Messina, comprendente quindi parte della Sicilia orientale e la Calabria Nord-occidentale.

Nella zona in esame è stata evidenziata la presenza di un piano di Benioff (Caccamo et al., 2005), conseguenza della complessa attività geodinamica relativa tra la placca Africana e quella Europea. In tale zona sono presenti rapide variazioni degli spessori crostali conseguenza dei meccanismi di tipo compressivo delle due zolle litosferiche, in prossimità dell'Arco Calabro-Peloritano e delle Isole Eolie. In prossimità del Mar Ionio, e' presente una fossa profonda circa 5 Km in corrispondenza della quale è probabile che la litosfera africana cominci a subdurre sotto quella europea, sprofondando così nell'astenosfera con una inclinazione di circa 50-60 gradi, raggiungendo una profondità di circa 450 Km in corrispondenza della Piana Abissale del Tirreno.

1) Acquisizione dei dati

Il GIS si propone come strumento idoneo per una migliore conoscenza ed interpretazione della dinamica dell'area oggetto di studio. È stata dunque acquisita la cartografia disponibile da utilizzare come base per lo sviluppo del lavoro; le informazioni sui terremoti sono state reperite su Internet dai diversi enti di ricerca mondiali. La banca dati utilizzata (soprattutto per la flessibilità del metodo di richiesta dati), è quella dell' USGS (United States Geological Survey). Questa banca dati, assemblata su periodi che includono diversi decenni, contiene un numero considerevole di terremoti significativi ed il DB viene aggiornato costantemente e sottoposto ad attente revisioni.

I terremoti vengono studiati attraverso una serie di sismometri dislocati sulla superficie della Terra (figura 1) che rilevano e registrano il movimento del suolo, trasmettendo i dati relativi ad una stazione centrale di raccolta (amplificazione e interpretazione).

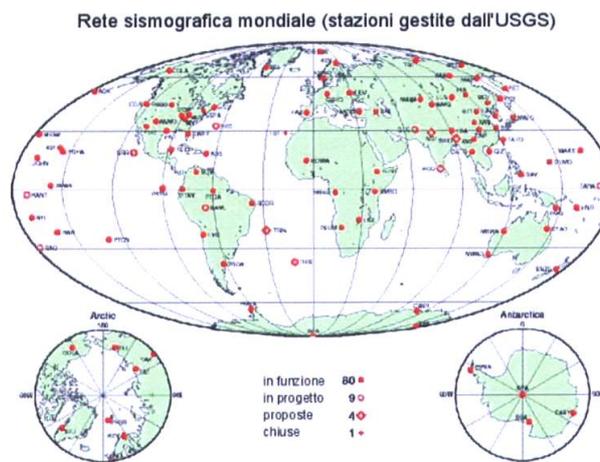


Figura 1 – Le stazioni sismiche della Rete Sismografica Mondiale gestite dal servizio geologico degli Stati Uniti tratta da <http://earthquake.usgs.gov/networks/global.html>.

Per ciascun terremoto è possibile ottenere informazioni dettagliate, relative alla sorgente, la data, il tempo origine, la latitudine, la longitudine, la profondità ipocentrale, la magnitudo e l'intensità. Dal catalogo sono stati esclusi i microterremoti con magnitudo inferiore a 1.0. Sono stati acquisiti i dati relativi ai terremoti avvenuti nell'area in esame nel periodo che va dal 1° Gennaio 1973 al 31 Dicembre 2004. Di seguito è riportata, a titolo di esempio, parte di una serie di dati relativi alla zona in esame (figura 2).

Anno	Mese	Giorno	Tempo origine (s)	Latitudine	Longitudine	Profondità (Km)	Magnitudo
1991	12	15	200050.76	37.65	15.11	5	4.50
1992	04	06	130834.02	37.83	14.61	21	4.70
1992	04	25	124616.94	38.58	14.94	246	5.40
1992	06	25	212734.45	38.64	15.07	262	4.10
1992	09	27	115515.51	37.81	14.80	33	4.10
1992	09	27	121944.99	37.84	14.73	31	4.00
1992	11	11	104315.88	37.91	16.60	33	4.10
1993	03	01	124311.98	38.57	14.54	10	4.20
1993	05	09	012807.54	39.03	15.92	123	4.40
1993	11	27	132645.01	38.90	14.86	295	4.80

Figura 2 – Esempio di file formato testo derivante dal NEIC-USGS database.

Nello schema di figura 2 le prime tre colonne rappresentano, rispettivamente, l'anno, il mese e il giorno di accadimento, la quarta colonna è relativa al tempo origine del terremoto, con una precisione al centesimo di secondo; seguono le coordinate spaziali che si traducono, nella quinta, sesta e settima riga, rispettivamente, in latitudine, longitudine (espresse in coordinate geografiche) e profondità (espressa in Km). Infine, l'ultima colonna è relativa alla magnitudo dell'evento.

Si osserva come ad una stessa data possono corrispondere più terremoti e, viceversa, ad ogni terremoto (latitudine, longitudine, profondità) potrebbero corrispondere più date anche se trovare più terremoti localizzati (anche con un certo margine di scarto di posizionamento) dalle medesime coordinate in date differenti è alquanto improbabile, ma non impossibile, (si osservino a tal proposito le righe annerite in figura 3)

1981	04	05	101246.90	38.35	14.87	10	4.0
1981	06	19	165127.85	38.38	16.47	10	4.6
1981	09	03	232924.11	38.87	15.60	232	4.2
1981	10	11	234858.30	38.85	14.70	317	4.2
1982	02	18	041402.37	37.81	16.27	34	4.2
1982	03	30	021654.83	38.50	15.50	220	4.9
1982	06	21	041837.05	38.58	14.66	297	4.3
1982	10	21	065856.21	38.03	14.83	22	4.4
1982	10	22	124842.24	38.04	14.81	10	4.1
1983	05	13	013500.76	37.86	14.59	17	4.3

Figura 3 – Esempio di due terremoti accaduti in date differenti con valori di localizzazione relativi a latitudine e longitudine molto prossimi.

2) Progetto e struttura del GIS

In questo lavoro viene sfruttata l'alta potenzialità del GIS di archiviare ed elaborare dati e immagini. Nella fattispecie l'implementazione dei dati è avvenuta tramite il software GIS ArcGIS 8.3 (ESRI), che offre delle alte potenzialità, soprattutto dal punto di vista di querying spaziale e alfanumerico avanzato con un alto livello di integrazione tra queste due tipologie rappresentative di un dato elemento del territorio.

Tale struttura permette di eseguire molte operazioni integrate da diversi tipi di dati come, ad esempio, la sovrapposizione di più carte tematiche (map overlay) che possono esse stesse contribuire allo studio dei processi sismogenetici e all'implementazione di sistemi di elaborazione Hazard col fine di riuscire a stimare (mediante lo studio dei processi di propagazione ed attenuazione delle onde sismiche (Malagnini et al., 2002)), in tempo quasi reale, delle mappe di pericolosità e danno a seguito di un forte terremoto nell'area dello Stretto di Messina.

Il GIS in esame è composto, in primis, dalla realizzazione di un layer, mostrato in figura 4, contenente la sismicità avvenuta in tutto il periodo in studio suddivisa in sei quinquenni, in modo che si possano evidenziare eventuali caratteristiche di "migrazione sismica" e, nello stesso tempo, si possano evidenziare zone con una frequenza di accadimento maggiore rispetto ad altre.

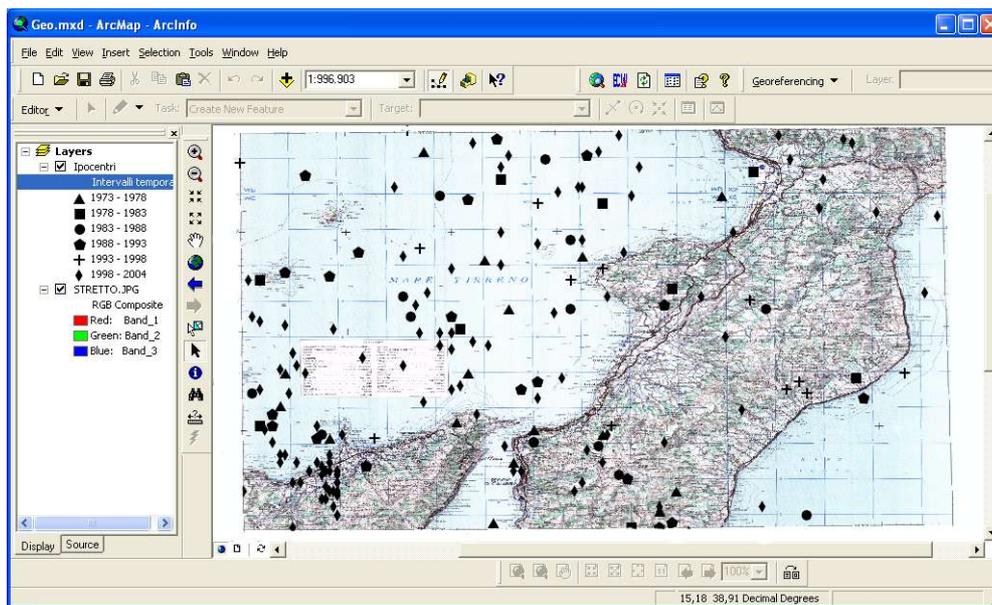


Figura Sequenza Figura

Figura 4 – Evoluzione della sismicità nel tempo

In tale layer si è suddivisa la sismicità in sei periodi ciascuno di cinque anni rappresentati, rispettivamente, da un triangolino per il periodo 1973-1978, un quadrato per il periodo 1978-1983, un cerchio per il periodo 1983-1988, un pentagono per il periodo 1988-1993, una croce per il periodo 1993-1998 ed, infine, un rombo per il periodo, più recente, che va dal 1998 fino al 2004.

Successivamente, è stato elaborato un layer riportante gli stessi dati questa volta, però, mettendo in evidenza le profondità ipocentrali, come mostrato in figura 5.

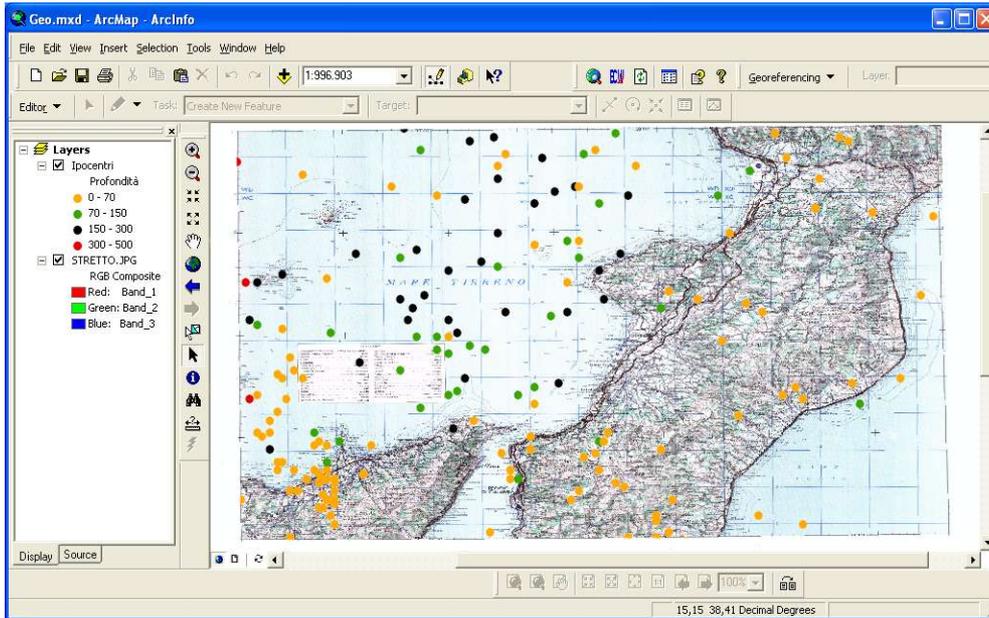


Figura 5 – Evoluzione della sismicità con la profondità

Il layer sopra riportato conferma quanto detto precedentemente sulla situazione geodinamica riguardante l'area della Stretto. Come si può notare, infatti, si ha una migrazione ipocentrale della sismicità procedendo da Sud-SudEst verso Nord-NordOvest fino ad avere notevole sismicità fino a profondità dell'ordine dei 300 Km e oltre.

Il layer riguardante i dati relativi alle localizzazioni dei terremoti, utilizzando dei range di magnitudo che vanno, rispettivamente, da 1.0 a 3.0 (individuati dai cerchi più piccoli), da 3.0 a 4.5 (individuati dai cerchi di dimensione intermedia) e da 4.5 in su (individuati dai cerchi più grandi), rappresentato in figura 6, serve invece ad individuare quelle zone che possono presentare una alta pericolosità (Protezione Civile), soprattutto dal punto di vista dei danni che un forte terremoto potrebbe arrecare a cose e/o persone vista la particolare conformazione idrogeografica che il territorio in esame presenta.

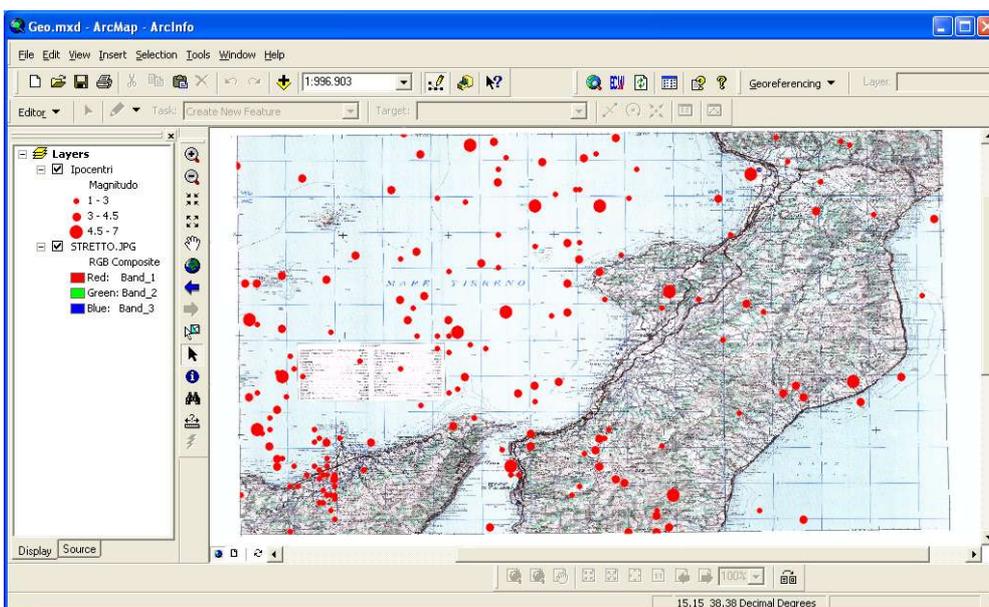


Figura 6 – Rappresentazione degli eventi sismici in studio secondo la classificazione in scale di magnitudo.

Conclusioni

Con il presente lavoro (nato da una esperienza di tirocinio dattico) si è ottenuta una chiara rappresentazione di quella che è stata negli ultimi decenni, e continua ad essere, la situazione sismica inerente la zona oggetto di studio che, come è noto, è stata sede, nel passato (si pensi al terremoto del 1753 e quello del 1908), di eventi catastrofici che hanno contribuito a cambiare la conformazione e l'attività tettonica dello Stretto di Messina. Tenendo anche presente l'intensa e complessa attività vulcanica che continuamente si manifesta, tale lavoro può essere considerato come il punto di partenza di una più dettagliata descrizione dei fenomeni che interessano l'area in esame. Si auspica che una modellizzazione dei fenomeni (tramite l'implementazione e il supporto degli studi di tipo geofisico e sismologico) attraverso le potenzialità offerte dal GIS (anche per la ricerca riguardante lo studio dei parametri di Hazard), possa fornire utili contributi nella prevenzione di eventi catastrofici di grosse dimensioni.

Bibliografia

- Caccamo D., D'Amico S., Laganà C., Parrillo F., Barbieri F. M. (2005), *“Elementi di Fisica della Terra Solida”*, Aracne Editrice. ISBN 88-7999-789-0.
- Gasparini P., Mantovani M. S. M. (1981), *“Fisica della Terra Solida”*, Liguori Editore. ISBN 88-207-1033-1.
- <http://neic.usgs.gov/neis/epic/>
- Malagnini L., Akinci A., Herrmann R. B., Pino N. A., Scognamiglio L. (2002), *“Characteristics of the ground motion in North-Eastern Italy”* BSSA vol. 92 N°6, pp 2186-2204.
- Parrillo F., D'Amico S., Caccamo D., Barrile V., Cotroneo F., Laganà C., Barbieri F. M. (2005), *“Geographic Information System applied to earthquakes happened into Messina Strait from 1973 to 2004”* Geitalia 2005, Spoleto 21-23 Settembre 2005, accettato.