

La posizione della rete microsismica è stata scelta in base alle osservazioni della sismicità e microsismicità occorse in passato e dell'assetto strutturale della tettonica attuale, ad integrazione della Rete Nazionale I.N.G., all'interno di un'area precedentemente poco coperta da stazioni sismiche delimitata a Sud-Est dalle regioni sismiche dell'Irpinia e a Nord-Ovest da quelle della Val Comino - Parco Nazionale D'Abruzzo e della Piana del Fucino.

L'area compresa entro il perimetro della rete ha una superficie di circa 5000 km², include le regioni del Sannio e del Matese ed interessa il territorio delle Province di Benevento ed Isernia e parte delle

INTRODUZIONE

The distribution of seismicity recorded by the microseismic network is compared with isoseismal distribution of main historical earthquakes of the area (1688, 1702, 1732, 1805). That distribution together with focal mechanism of 50 earthquakes, provides elements to evaluate the stress field of the region and to define active structures.

A microseismic network installed in the area of Sannio - Matese allows a detailed analysis of seismicity. Results obtained during 1991 and 1992 are presented in this work. The network consists of 14 seismometric stations (Mark, 1 Hz of natural frequency), two of which are tridirectional. Signals are transmitted in analogic telemetry to two acquisition centres in Benevento and Isernia, where data are recorded, digitalized and processed. During 1991 and 1992 about 400 local events, 200 of which located with enough accuracy, were recorded. In particular, during March 1992, a seismic swarm was located at Pesco Sannita (North-East of Benevento). Maximum magnitude of local earthquakes recorded was 3.7.

ABSTRACT

ANALYSIS OF SEISMICITY OF SANNIO - MATESE AREA DURING 1991 AND 1992

La distribuzione spazio-temporale della sismicità attuale è stata confrontata con le isosisme degli eventi Sannita. Le magnitudo massime di tutti i terremoti registrati sono inferiori a 3.7. L'accuratezza. In particolare, nel Marzo 1992, è stato registrato uno sciami sismico localizzato a Pesco Sannita. Le magnitudo massime di tutti i terremoti registrati sono inferiori a 3.7.

In questo lavoro vengono analizzate le caratteristiche della sismicità registrata nel periodo 1991÷1992 da una rete sismica locale installata nell'area del Sannio-Matese. La rete consiste di 14 stazioni sismometriche (Mark 1 Hz) di cui due tridirezionali, trasmesse in telemetria analogica a due sottocentri di acquisizione dove i dati vengono registrati, digitalizzati ed elaborati. Durante il periodo di osservazione, sono stati registrati circa 400 eventi locali, di cui circa 200 localizzabili con sufficiente accuratezza. In particolare, nel Marzo 1992, è stato registrato uno sciami sismico localizzato a Pesco Sannita. Le magnitudo massime di tutti i terremoti registrati sono inferiori a 3.7.

RIASSUNTO

ANALISI DELLA SISMICITÀ DELL'AREA DEL SANNIO-MATESE NEGLI ANNI 1991 ÷ 1992.

Istituto Nazionale di Geofisica, Roma

Ismes, Bergamo

Paolo Federici¹, Rosalba Di Marò², Alessandro Marchetti², Massimo Cocco²

province di Campobasso e Caserta.

Nell'ambito delle caratteristiche sismo-tettoniche della zona di interesse, il rilevamento di eventi sismici, anche di debole energia, assume una particolare importanza per il controllo della sicurezza del territorio e per lo studio dei meccanismi evolutivi in atto nelle aree sismogenetiche e costituisce un valido strumento per investigare l'attività sismica in grande dettaglio ed in tempi relativamente brevi.

La rete opera con 14 stazioni sismometriche, di cui due tridirezionali, e 10 stazioni accelerometriche. Le stazioni sono collegate in telemetria analogica con due sottocentri di acquisizione posti rispettivamente a Benevento e Isernia (fig. 1). La piena operatività della rete inizia a partire dal Gennaio 1991, al termine delle operazioni di progettazione, di scelta dei siti e di installazione avvenute negli ultimi mesi del 1990.

DESCRIZIONE DELLA RETE

Le posizioni delle stazioni sismometriche sono state scelte in modo da coprire in modo uniforme il territorio in esame, tenendo conto delle limitazioni dovute alla necessità di telemetrare i segnali ai due sottocentri di acquisizione di Benevento ed Isernia, imposte dalla complessa orografia della zona. Per attuare i collegamenti radio con i due sottocentri si è resa necessaria l'installazione di 5 stazioni ripetitrici. Tre stazioni centrali della rete sono collegate contemporaneamente al sottocentro di Benevento e a quello di Isernia.

Poiché la sismicità dell'area risulta superficiale (profondità ipocentrali intorno ai 10 km), le posizioni tra le stazioni sono state scelte con distanze mediamente inferiori ai 20 km, in modo da consentire una determinazione accurata della profondità focale (Lee & Stewart, 1981). La rete consente di rilevare l'attività sismica locale con un elevato grado di risoluzione (magnitudo locali minime dell'ordine di 1.0 -

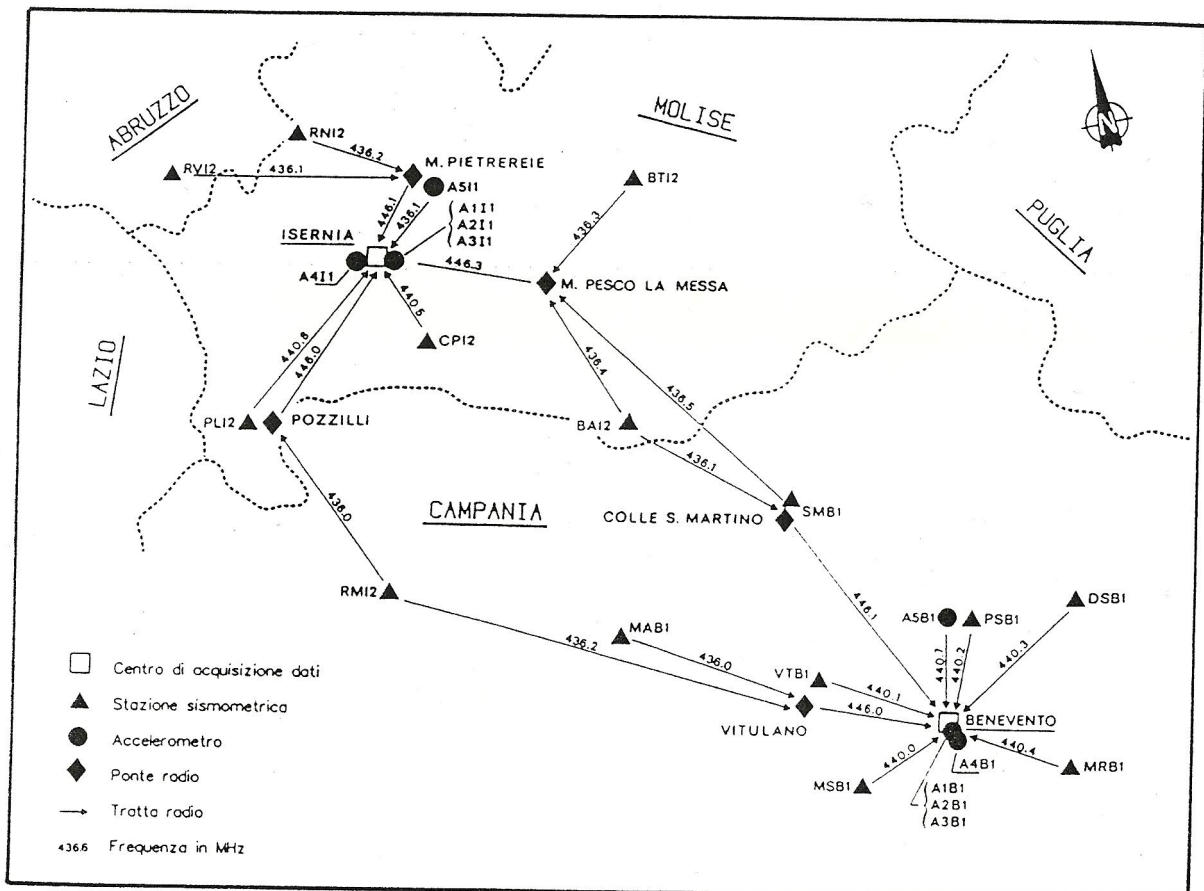


Figura 1 - Stazioni della rete sismica del Sannio - Matese.

eventi sismici, sicurezza del costituisce un ente brevi. elerometriche. sizione posti e dal Gennaio venute negli

uniforme il gnali ai due la zona. Per i 5 stazioni tocentro di

osizioni tra sentire una di rilevare ne di 1.0 -

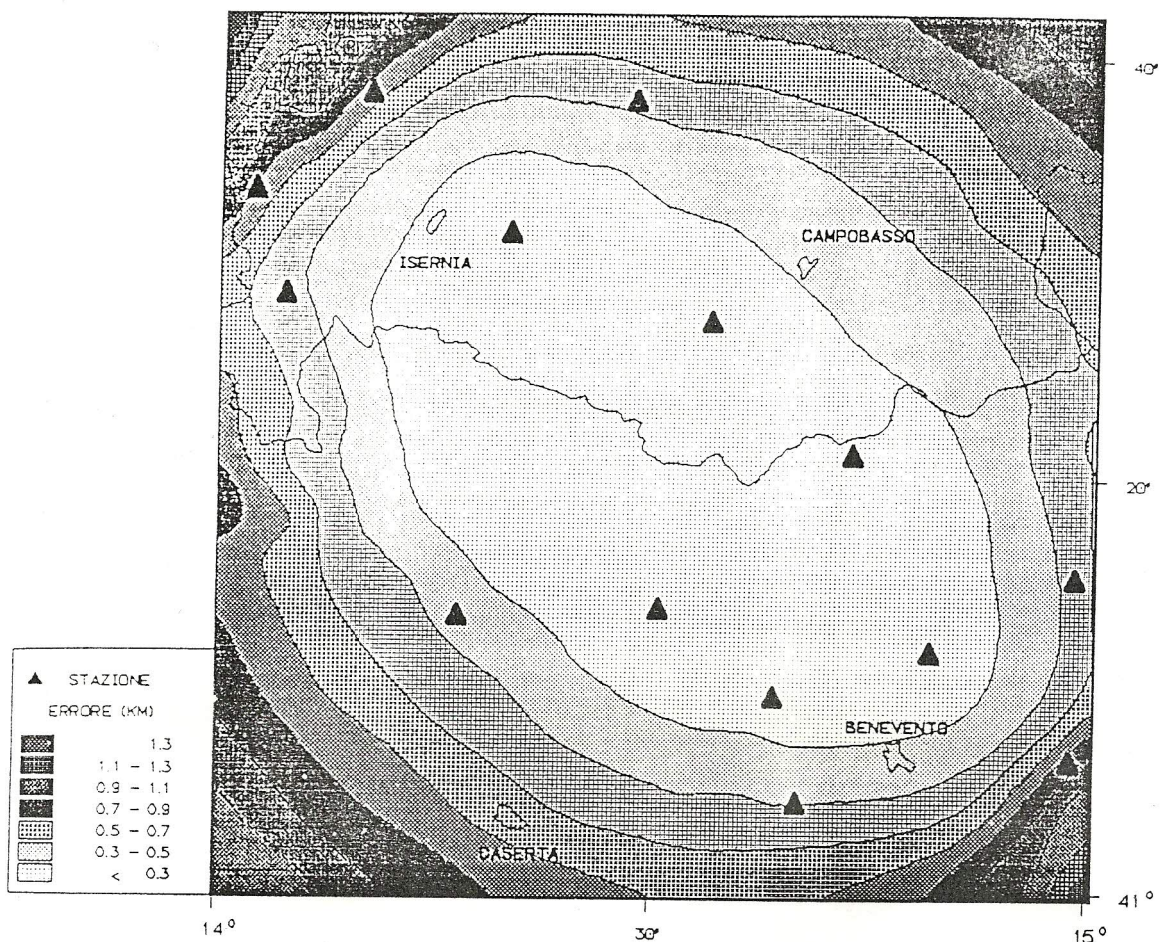
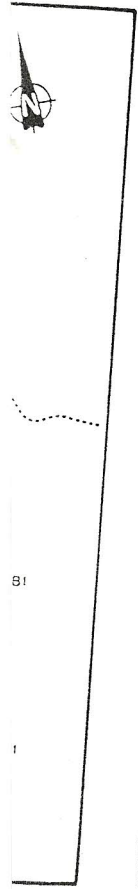


Figura 2 - Errore di localizzazione sul piano; simulazione eseguita applicando una deviazione standard sulle letture delle fasi P di 0.05 s e per una profondità focale di 10 km

1.4, ed errore di localizzazione epicentrale e sulla profondità focale inferiori al chilometro): in figura 2 e' riportato l'andamento dell'errore di localizzazione sul piano che, all'interno del perimetro della rete e per profondità ipocentrali di 10 km, e' inferiore ai 500 metri (simulazione eseguita con il programma HYPOERR (Lienert *et al.*, 1986) considerando tutte le stazioni della rete, le sole fasi P e una deviazione standard sulle letture di 0.05 s).

Una indicazione della litologia dei siti dove sono ubicate le stazioni sismometriche e' riportata in tabella 1: le stazioni sono poste prevalentemente su rocce lapidee o assimilabili, cioè su flysch torbiditici - arenacei e sulle successioni mesozoico - terziarie calcareo - dolomitiche (9 stazioni); altre stazioni sono poste su terreni argilloso-sabbioso-conglomeratici mio-pliocenici (3 stazioni) tutti sufficientemente omogenei ed in genere ben caratterizzati dal punto di vista geotecnico (Budetta & De Riso, 1987); due stazioni sono infine posizionate su terreni più sfavorevoli a frazione argillosa prevalente. Le posizioni delle stazioni sono state inoltre scelte il più lontano possibile da sorgenti di rumore sia naturale sia culturale; nel corso dell'attività della rete sono state eseguite a più riprese numerose misure di rumore, che e' risultato per le diverse stazioni mediamente intorno a 0.10 $\mu\text{m/s}$ nelle ore notturne e a 0.15 $\mu\text{m/s}$ nelle ore diurne.

Le stazioni sismiche periferiche sono costituite da sismometro a corto periodo (Mark, frequenza propria 1 Hz), amplificatore-modulatore e trasmettitore; l'alimentazione e' fornita o da pannelli fotovoltaici con batterie in tampone o da *sets* di pile alcaline. I segnali ricevuti e demodulati presso i

Tabella 1 - Litologia dei siti delle stazioni della rete con riferimenti alle formazioni e alle facies indicate sui Fogli della Carta Geologica D'Italia

STAZIONE/ LOCALITA'	SIGLA FORMAZIONE CARTA GEOL. N°	FACIES	DESCRIZIONE LITOTIPO
PSB1 Pesco Sannita	Mb F. 173	Flysch	Brecce, calcareniti, arenarie quarzose e calcari cristallini; marne policrome con intercalazioni di calcari e calcareniti (MIOCENE)
DSB1 Difesa S. Luca	Cm F. 174		Argille e marne con calcari, brecciole calcaree, sabbie ed arenarie (MIOCENE)
MRB1 Monte Rocchetta	Ps F. 174		Sabbie ed arenarie con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbiose (PLIOCENE)
MSB1 Montesarchio	Mb F. 173	Flysch	Brecce, calcareniti, arenarie quarzose e calcari cristallini; marne policrome con intercalazioni di calcari e calcareniti (MIOCENE)
VTB1 Vitulano	C ¹⁰⁻⁶ F. 173	F. Abruzzese (M.Camposauro)	Calcari omogenei e calcareniti con venature calcitiche (CRETACEO SUP.)
MAB1 Monte Acero	C ⁶⁻¹ F. 173	F. Abruzzese (M.Monaco G.)	Calcari compatti, detritici e pseudoolitici, grigio nocciola (CENOMANIANO p.p.- NEOCOMIANO p.p.)
SMB1 Colle S. Martino	M ¹ br F. 162	F. di transiz.	Brecce poligeniche, calcareniti e brecciole con intercalazioni di selce e marne (MIOCENE INF.)
BTI2 Bagnoli del Trigno	Oav F. 154	F. Molisana	Argille, argilloscisti e marnoscisti calcari rosati manganeseferi e breccie calcaree, olistoliti di calcari sub-cristallini (OLIGOCENE)
BAI2 Baranello	Msa ⁵⁻⁴ F. 162	F. Molisana	Arenarie tenere o cementate giallastre, in grossi banchi, con livelli conglomeratico - marnosi (MESSINIANO - TORTONIANO)
CPI2 Carpinone	M ¹ - E ³ F. 161	F. Molisana	Calcari grigio chiari leggermente marnosi con sottili liste e noduli di selce; intercalazioni di lenti torbiditiche calcaree (AQUITANIANO - EOCENE SUP.)
RMI2 Roccaromana	C ⁴⁻¹ F. 172	F. Molisana	Calcari e calcari oolitici grigi e bianchi con fitta laminazione interna e con liste di selce grigia (APTIANO - NEOCOMIANO INF.)
PLI2 Pozzilli	PC-C ¹⁰ F. 161	F. Molisana	Calcareniti bianche a cemento spatico, ben stratificate e "calcari saccaroidi" con frammenti di rudiste, frequentemente alternate a brecciole e conglomerati (PALEOCENE - CAMPANIANO)
RNI2 Rionero Sannit.	M ¹ - E ³ F. 153	F. Molisana	Calcari grigio chiari leggermente marnosi con sottili liste e noduli di selce; intercalazioni di lenti torbiditiche calcaree (AQUITANIANO - EOCENE SUP.)
RVI2 Rocch. Volturmo	G ² - T ⁶ F. 161	F. Abruzzese	Dolomie e calcari dolomitici in strati e banchi, con frequenti lamine stromatolitiche (LIAS INF. p.p. - TRIAS SUP.)

due sottocentri di acquisizione di Benevento e Isernia con una dinamica non inferiore a 60 dB, vengono digitalizzati e preelaborati su sistemi di acquisizione Ismes LYNX. Il sistema di riconoscimento dei segnali sismici e' basato sulla logica di trigger di tipo STA/LTA e su sistemi a coincidenza temporale entro un intervallo di tempo prefissato. Per garantire lo scatto contemporaneo dei sistemi di acquisizione posti presso i due sottocentri di Benevento e Isernia i segnali di tre stazioni poste al centro della rete sono trasmessi contemporaneamente ai due sottocentri, le rimanenti 11 stazioni fanno capo ovviamente all'uno o all'altro centro.

Riconosciuto il segnale utile i due sistemi trasferiscono in modo continuo gli eventi acquisiti su un terzo PC dedicato alla funzione di controllo e aggregazione dei dati e collegato rispettivamente tramite linea seriale e linea telefonica dedicata alle unità di acquisizione di Benevento e Isernia. All'attività di preelaborazione automatica (lettura, localizzazione e determinazione della magnitudo), eseguita nei singoli sottocentri, segue una attività di aggregazione dei dati, controllo e rideterminazione dei parametri ipocentrali svolta da operatore. Una volta eseguito l'elaborazione, i parametri risultanti possono essere immediatamente trasferiti via modem al Centro Operativo dell'I.N.G. a Roma. Dal centro di Benevento, i segnali acquisiti, dopo una preventiva classificazione, sono invece trasferiti alla sede dell'I.N.G. di Roma in tempo differito, tramite l'uso di opportuni supporti magnetici.

I segnali e i relativi parametri calcolati (localizzazione, magnitudo, meccanismi focali, parametri alla sorgente) sono quindi gestiti ed archiviati presso l'I.N.G. (software SAC - Seismic Analysis Code del Lawrence Livermore National Laboratory) e presso l'Ismes (software ISA-GEO - Signal Analysis for Geophysics, sviluppato dall'Ismes - Brignoli *et al.* - 1988) per supportare ed integrare l'effettuazione di ulteriori studi.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELL'AREA

L'area in esame è situata nella zona di limite tra gli affioramenti di formazioni calcareo-dolomitiche mesozoiche dell'Appennino Campano (con sedimentazione prevalentemente carbonatico-neritica) e di sedimenti di tipo pelagico (calcareo-silicei e/o marnosi) corrispondenti al Bacino Lagonegrese-Molisano di età mesozoico-terziaria.

Più in generale le sintesi strutturali riguardanti l'intera area dell'Appennino meridionale, di cui D'Argenio (1988) riporta la storia tra gli anni settanta e l'inizio degli anni ottanta, sono stati recentemente riesaminate sulla base di nuove ed importanti evidenze derivate da analisi stratigrafiche (analisi di facies, studi biostratigrafici), geologico - strutturali (analisi strutturali, studi di paleomagnetismo) e della geologia del Quaternario (evoluzione geomorfologica, vulcanismo e neotettonica) oltre che sulla base di nuovi dati resi noti negli ultimi anni, per buona parte grazie ai contributi dell'industria petrolifera.

Gli schemi paleogeografici riportati nella letteratura più recente (Mostardini & Merlini, 1986; Casero *et al.*, 1988), prevedono a partire dalle zone interne i seguenti domini principali: Bacino Tirrenico, Piattaforma Appenninica, Bacino Lagonegrese-Molisano, Piattaforma Apula interna, Bacino Apulo e Piattaforma Apula esterna. In altre ricostruzioni (Scandone, 1972) al posto dell'unico Bacino Lagonegrese-Molisano vengono invece distinti un Bacino di Lagonegro e un Bacino Molisano separati da una Piattaforma Abruzzese-Campana ed è indicata una unica Piattaforma Apula senza la presenza di un Bacino Apulo che la separi in interna ed esterna. In figura 3, ridisegnata da Mostardini e Merlini (1986), sono mostrati gli schemi paleogeografici pre-orogenici e post-orogenici; nello schema riferito allo stadio post-orogenico non sono indicati i depositi successivi al Miocene inferiore.

Per quanto riguarda l'aspetto della tettonica recente (C.N.R., 1988) i terreni sono inquadrabili in tre zone, a partire dal versante tirrenico: a) la zona delle catene pre-plioceniche, interessata da movimenti verticali di abbassamento e sollevamento distribuiti in modo vario durante il Plio-Pleistocene; la deformazione prevalente è per faglia diretta ed è presente attività vulcanica (es. Roccamonfina); b) la zona di catena appenninica fortemente deformata nel Plio-Pleistocene, caratterizzata da intenso sollevamento e sviluppo di fosse tettoniche nel tardo Pliocene; le deformazioni prevalenti sono secondo faglie inverse pieghie e scorrimenti (localmente faglie trascorrenti) nel basso-medio Pliocene e faglie dirette nell'alto Pliocene-Pleistocene; c) la zona di avanfossa pliocenica (localmente basso-pleistocenica) evolutasi in catena, interessata da prevalente abbassamento nel Pliocene e da sollevamento generale nel Pleistocene; a partire dal medio-alto Pliocene la deformazione è prevalentemente per faglia diretta. L'area in esame ricade per la maggior parte nella zona b); la zona di catena appenninica, che comprende anche il massiccio del Matese, con terreni della facies abruzzese (serie carbonatica mesozoica), caratterizzata da uno stile deformativo molto fragile. A Nord-Est affiorano terreni della facies molisana con stile duttile, caratterizzata da successioni detritico-selciose e di argille varicolori. L'orientazione principale delle faglie è appenninica e subordinatamente E-W (in particolare nell'area del massiccio del Matese) ed in misura minore SW-NE.

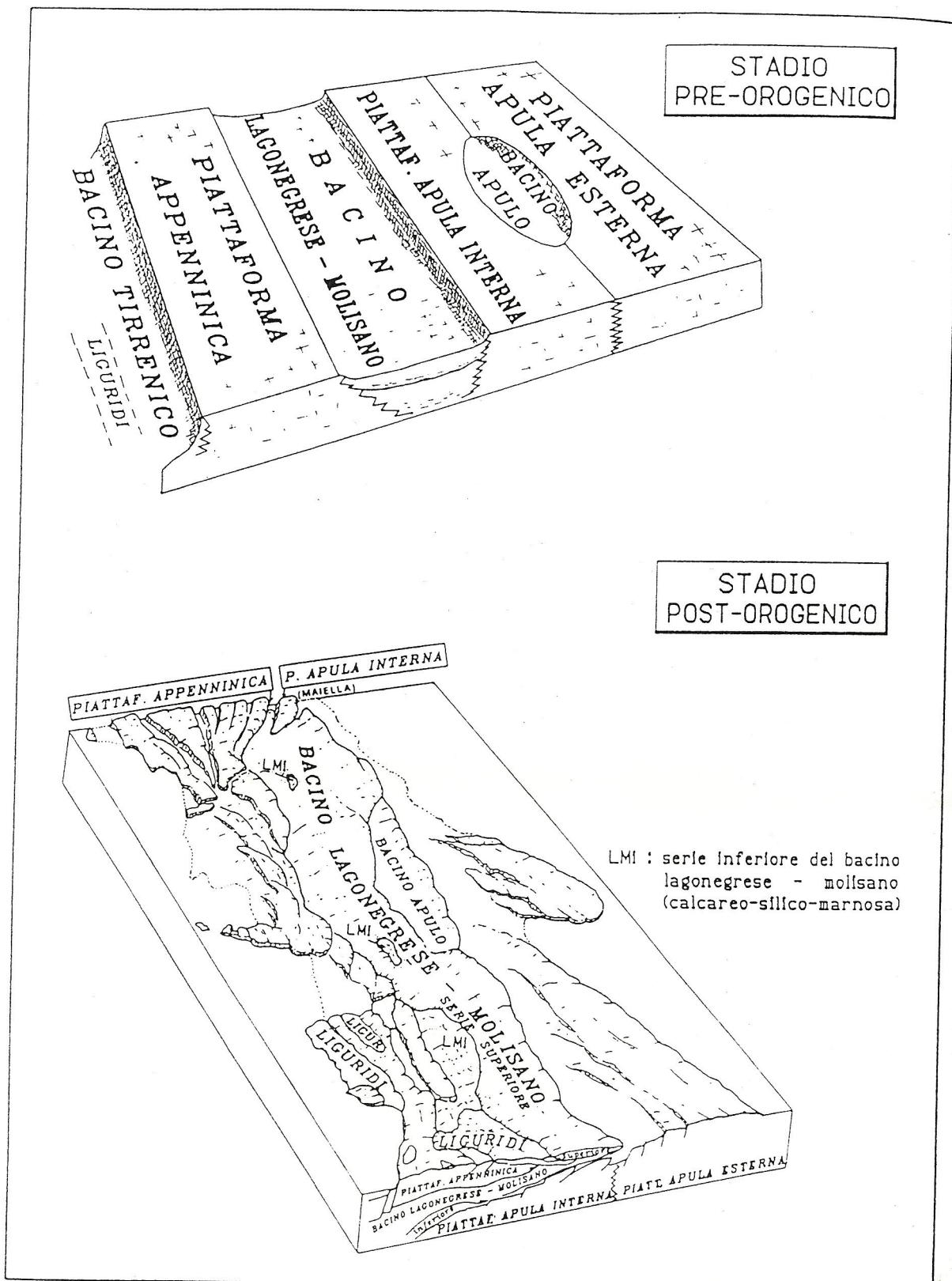


Figura 3 - Schemi paleogeografici pre-orogenici e post-orogenici da Mostardini & Merlini (1986), ridisegnati. Nello schema riferito allo stadio post-orogenico non sono indicati i depositi successivi al Miocene inferiore.

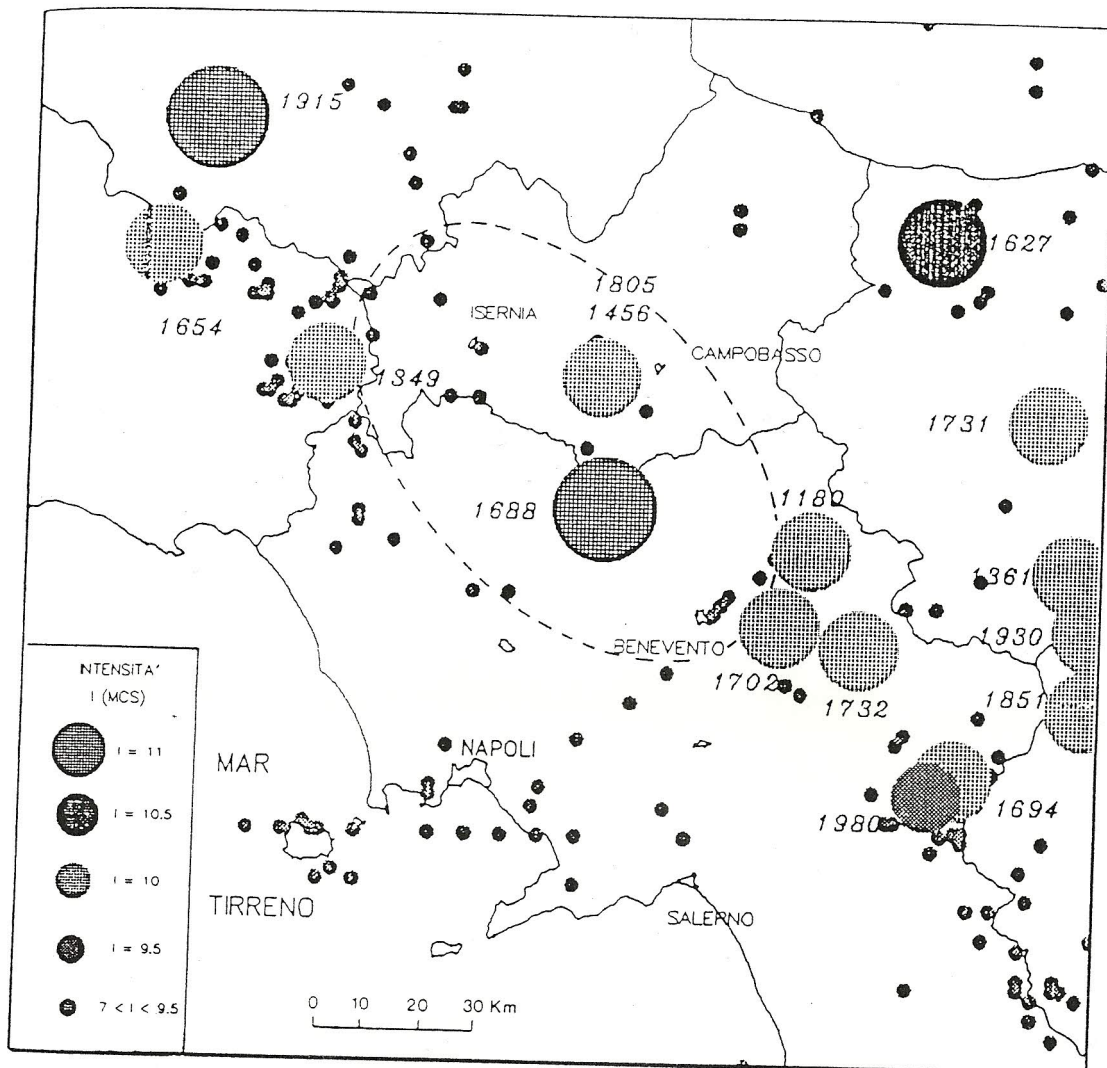


Figura 4 - Distribuzione degli epicentri macrosismici da Catalogo CNR-PFG con $I_{MCS} \geq VII$.

Nell'Appennino Meridionale, dal punto di vista geodinamico, il motivo tettonico e sismogenetico principale (Ogniben, 1986) e' costituito dal semiarco individuato dalla distribuzione del campo di *stress* che separa una zona esterna di sollevamento e compressione tangenziale verso l'esterno e pertanto di flessione tangenziale attiva e la zona appenninica interna di subsidenza e neotettonica distensiva e pertanto di trascinamento passivo da parte della zona esterna. E' lungo questo arco, che si estende dalla linea Ortona-Roccamonfina fino all'estremità occidentale della Sicilia, del quale la rete microsismica in oggetto controlla il settore posto più a Nord, dai Monti della Meta alla zona settentrionale dell'Irpinia, che si manifesta la più forte sismicità della penisola italiana.

INQUADRAMENTO SISMOLOGICO DELL'AREA

Sismicità storica

L'area interessata e' stata sede di oltre una decina di forti terremoti di intensità $I_{MCS} \geq X$ (fig. 4). Essa e' delimitata a NW dalla zona sismica Val Comino-Parco Nazionale D'Abruzzo-Piana del Fucino e a SE dalla zona Irpina. Il terremoto di maggiore intensità e' quello che il 5 Giugno 1688 colpì il Sannio causando, secondo alcune fonti, circa diecimila vittime e raggiungendo nell'area epicentrale, situata nei

pressi di Cerreto Sannita, una intensità $I_{MCS} = XI$ (Serva, 1981). In figura 5 sono riportate le isosisme dei massimi gradi di intensità per i maggiori terremoti dell'area. La loro forma, approssimativamente ellittica, risulta allungata in direzione appenninica.

Nel Marzo del 1702 le fonti bibliografiche riportano un evento di intensità pari al X della scala MCS. Dalla isosisma di massima intensità, si nota che l'area maggiormente interessata è quella a Sud-Est di Benevento e corrisponde in massima parte a quella dell'evento del 1688.

Maggiormente spostata verso Sud-Est, ma sempre con forma approssimativamente ellittica allungata in direzione appenninica, risulta l'isosisma del terremoto del Marzo del 1732; anche per questo evento è risultata una intensità epicentrale del X della scala MCS. Sul versante orientale dei Monti del Matese, nella provincia di Campobasso, si ricorda il forte terremoto del Luglio 1805, conosciuto come il terremoto di S. Anna, che colpì principalmente i paesi di Baranello, Vinchiaturo e Frosolone, causando circa cinquemila vittime (Esposito *et al.*, 1987). Anche in questo caso l'isosisma di massima intensità ($I_{MCS} = X$) risulta leggermente allungata in direzione appenninica.

Si cita infine il terremoto del 1962 con area epicentrale a Nord-Est di Benevento al quale viene attribuita una I_{MCS} del IX grado. L'isosisma di massima intensità, di forma ellittica risulta allungata in direzione N-S. La direzione dell'asse maggiore dell'ellisse si discosta in questo caso da quella appenninica. Il meccanismo focale di questo evento, riportato in figura 5 e tratto da Westaway (1987), è di tipo normale con una leggera componente di trascorrenza, ma indica comunque una direzione appenninica dei piani nodali.

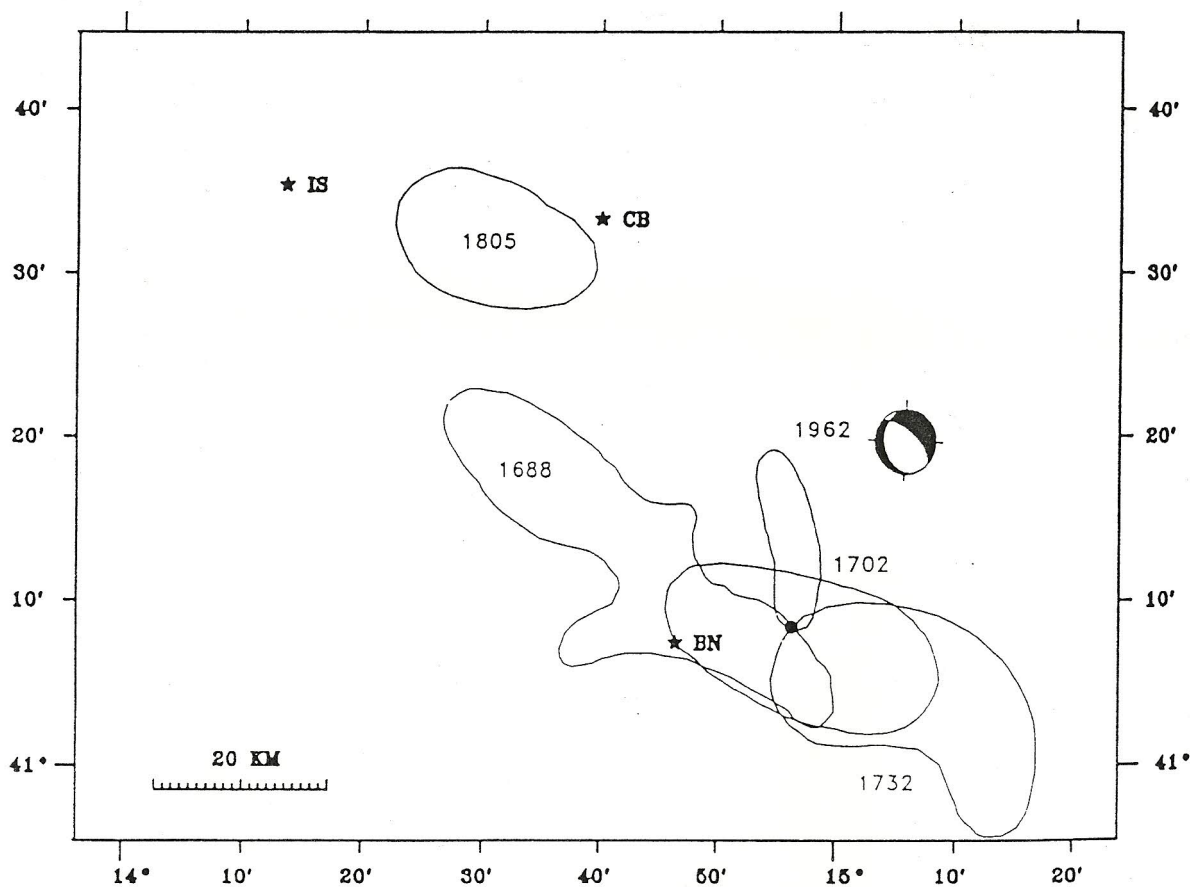


Figura 5 - Isosisme del massimo grado di Intensità (MCS) per i maggiori terremoti dell'area. Per il terremoto del 1962 è riportato il meccanismo focale tratto da Westaway (1987).

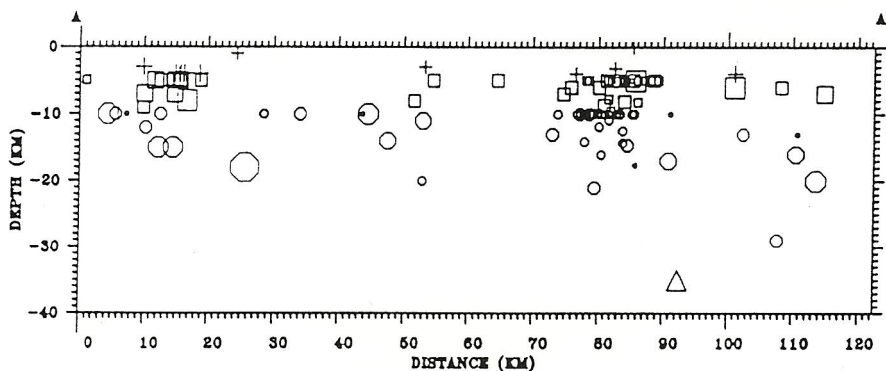
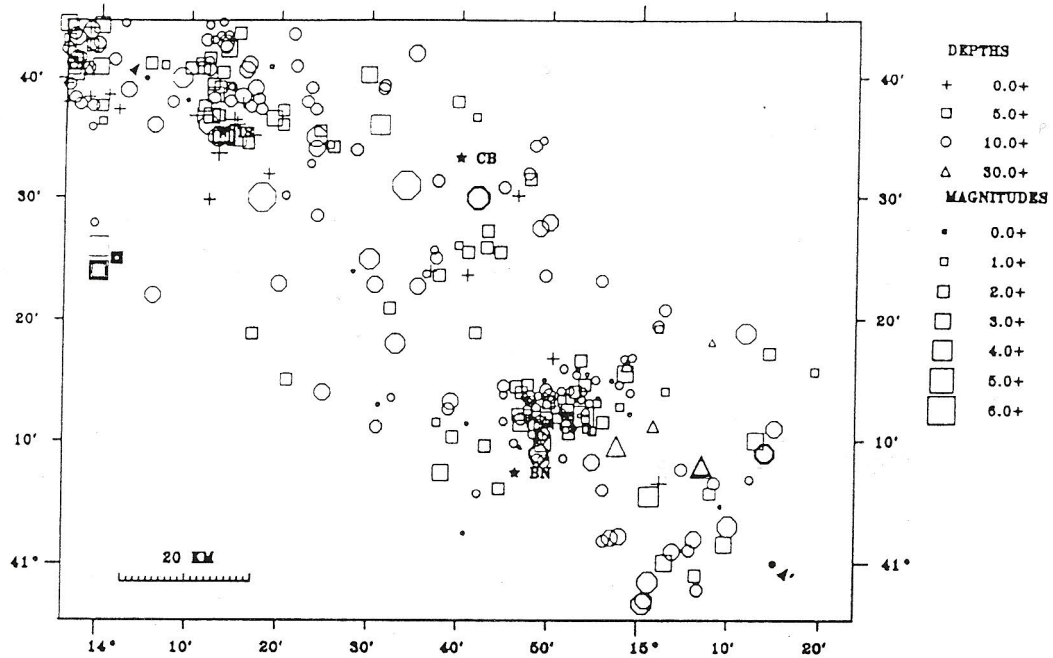


Figura 6 - Distribuzione epicentrale degli eventi riportati nel catalogo ING dal 1980 al 1990 e distribuzione degli ipocentri lungo la sezione trasversale di direzione appenninica A - A'.

Sismicità recente

Dall'analisi della sismicità recente, l'area del Sannio-Matese risulta caratterizzata, nella maggior parte dei casi, da eventi che si presentano concentrati in alcune zone particolari ed hanno le caratteristiche dello sciame sismico o della sequenza sismica. Considerando la distribuzione epicentrale degli eventi riportati dal catalogo ING fino al 1990 (fig. 6), si notano nell'area interessata tre zone in cui si è maggiormente concentrata l'attività: la zona del Parco Nazionale d'Abruzzo e la Val di Comino, la zona di Isernia e l'area a Nord-Est di Benevento. Una sezione trasversale (A - A') lunga oltre 120 km e di 20 km di spessore, è stata eseguita in direzione appenninica. L'imprecisione relativa alla profondità ipocentrale, spesso imposta, non consente di evidenziare allineamenti significativi. Si ricordano, tra le sequenze sismiche, quella del Maggio 1984 a S. Donato Val di Comino (Console *et al.*, 1989), caratterizzata da due eventi principali rispettivamente di magnitudo $M_1 = 5.4$ e $M_1 = 5.2$ seguite da numerose repliche; in seguito, precisamente nel Dicembre 1985, uno sciame di eventi con magnitudo

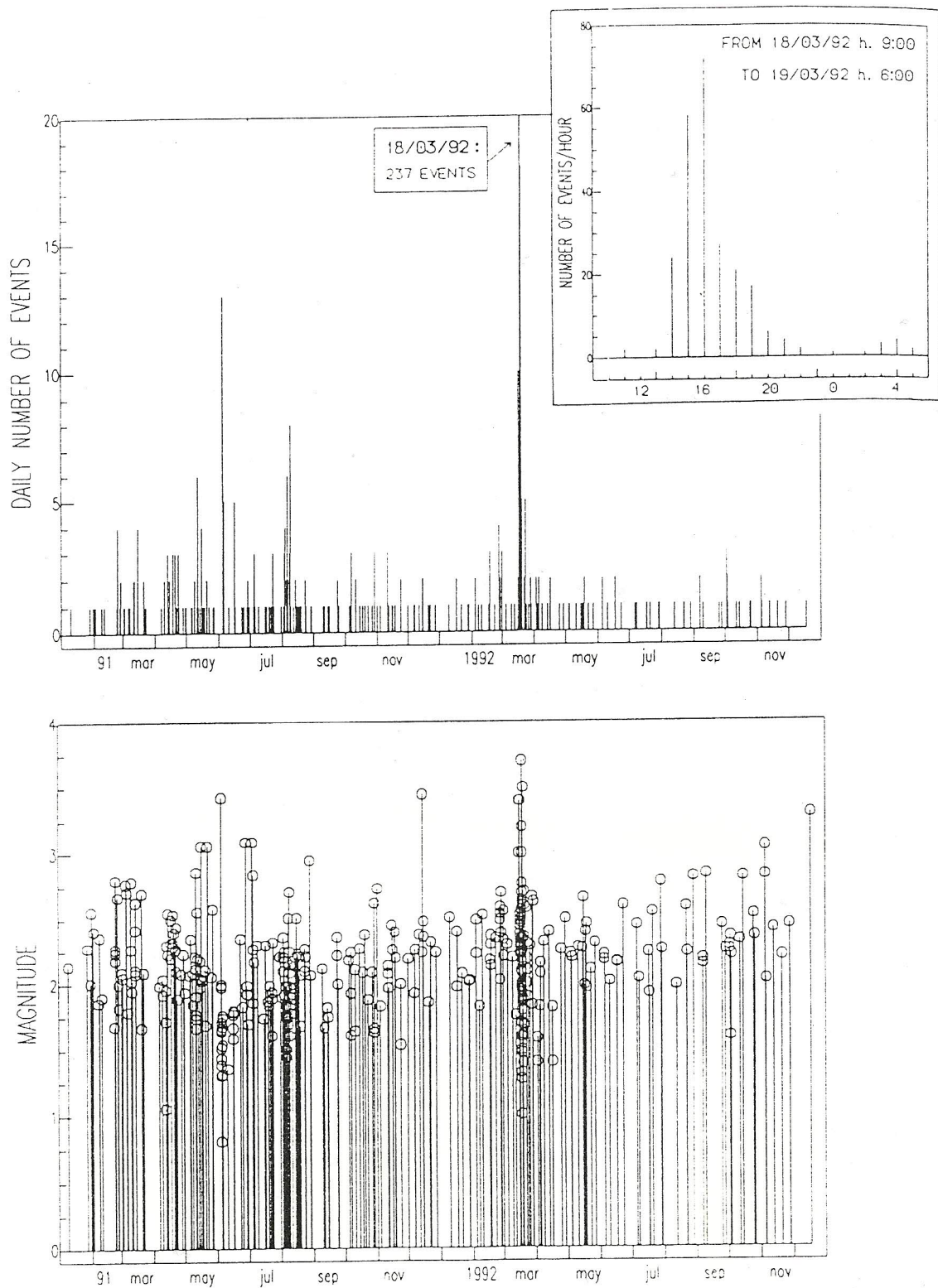


Figura 7 - Parte superiore: numero di eventi avvenuti nell'area del Sannio - Matese; nel riquadro e' riportata la frequenza oraria della sequenza di Pesco Sannita (BN). Parte inferiore: diagramma delle magnitudo (per ogni evento e' indicata la maggiore tra M_1 e M_d).

massime $M_1 = 3.2$ attivò la zona del Matese. Nel Gennaio del 1986 un altro sciame, di circa un centinaio di eventi con magnitudo M_1 comprese tra 2.0 e 4.0, interessò la zona a Nord-Est di Isernia (Alessio *et al.*, 1987). Nell'Aprile-Maggio 1990, un'altra sequenza sismica e' stata localizzata nell'area Beneventana, con una magnitudo massima osservata di $M_1 = 3.5$. La distribuzione degli epicentri indicava un allineamento Est-Ovest e i meccanismi focali soluzioni di tipo *dip-slip* con piani nodali orientati Nord-Sud o Est-Ovest, facendo supporre l'attivazione di faglie trasversali alla catena appenninica (Iannaccone *et al.*, 1991).

SISMICITÀ RILEVATA NEL 1991 - 1992 CON LA RETE LOCALE

Descrizione dell'attività sismica

L'attività registrata dalla rete locale nel 1991 e 1992 e' consistita in una microsismicità di fondo piuttosto scarsa, se confrontata con quanto rilevato negli anni immediatamente precedenti, con poche scosse isolate e concentrata in massima parte in sciami. La magnitudo massima degli oltre 400 eventi locali che hanno avuto origine nell'area in esame, e' stata $M_d = 3.7$. Le determinazioni ipocentrali sono state eseguite con il programma HYPOELLIPSE (Lahr, 1989). Le profondità ipocentrali degli eventi sono comprese nei primi 15 km della crosta terrestre. Gli errori associati alle determinazioni ipocentrali sono inferiori a 2.5 km per quanto riguarda le coordinate sul piano orizzontale e inferiori a 3.5 km per la profondità, in tutta l'area compresa entro il perimetro delle stazioni sismiche ed una fascia di qualche chilometro all'esterno di esso.

La distribuzione temporale del numero giornaliero di eventi e delle magnitudo e' riportata in figura 7. In essa risultano evidenti tre sciami. Il primo, del Giugno 1991, e' stato localizzato a Nord di Benevento ed e' stato caratterizzato da una ventina di microscosse di bassa magnitudo, di M_d compresa tra 1.0 e 2.0. Gli ipocentri sono risultati molto superficiali, con profondità compresa tra 3 e 5 km. La sequenza registrata nell'Agosto 1991 nella zona di S. Donato Val di Comino si e' protratta per tutta la prima decade del mese. Le circa trenta scosse verificatesi hanno avuto magnitudo M_d comprese tra 1.5 e 2.7 ed una profondità ipocentrale tra 5 e 15 km. Una sequenza di entità maggiore come numero di terremoti ed energia rilasciata e' avvenuta nel Marzo 1992 a Pesco Sannita, a Nord-Est di Benevento. La sequenza e' durata pochi giorni, ma e' stata caratterizzata da frequentissimi microsismi; sono state infatti rilevate circa 260 scosse di $M_d \geq 1.5$ avvenute in circa 30 ore tra il 17 e il 19 Marzo. Circa 40 eventi hanno avuto $M_d \geq 2.0$, mentre l'evento più forte ha avuto una magnitudo $M_d = 3.7$.

In figura 8 e' riportata la distribuzione epicentrale degli eventi rilevati nel 1991 e 1992: oltre alle sequenze descritte sono visibili altre concentrazioni di eventi in particolare a Sud-Ovest di Campobasso e a Sud di Isernia. Nella stessa figura due sezioni trasversali, eseguite una in direzione antiappenninica (A - A') e l'altra in direzione appenninica (B - B'), descrivono la distribuzione ipocentrale nell'area intorno a Benevento; lo spessore di entrambe le sezioni e' di 30 km. Dalla loro analisi risulta che gli ipocentri sono contenuti in un volume abbastanza limitato, inferiore ai 10 km di lato per gli eventi corrispondenti principalmente ai dati del 1992, e in un volume ancora più piccolo, allungato nella direzione della profondità, per i dati corrispondenti al 1991.

Meccanismi focali e campo di sforzo

Utilizzando i dati di polarità delle fasi P delle stazioni della rete locale, integrati con i dati della Rete Nazionale I.N.G., sono stati calcolati i meccanismi focali con il programma FPFIT (Reasenber & Oppenheimer, 1985): in figura 9 sono rappresentati i risultati ottenuti per circa 50 eventi con numero di polarità maggiore o uguale ad 8. In figura sono rappresentate anche le principali strutture Plioceniche e Quaternarie presenti nell'area dedotte dalla Carta Neotettonica D'Italia (C.N.R., 1988).

In particolare la sequenza di Pesco Sannita non sembra corrispondere ad alcuna delle strutture indicate, mentre la sequenza localizzata a Nord di Benevento nel Giugno 1991 sembra raccordabile con quella

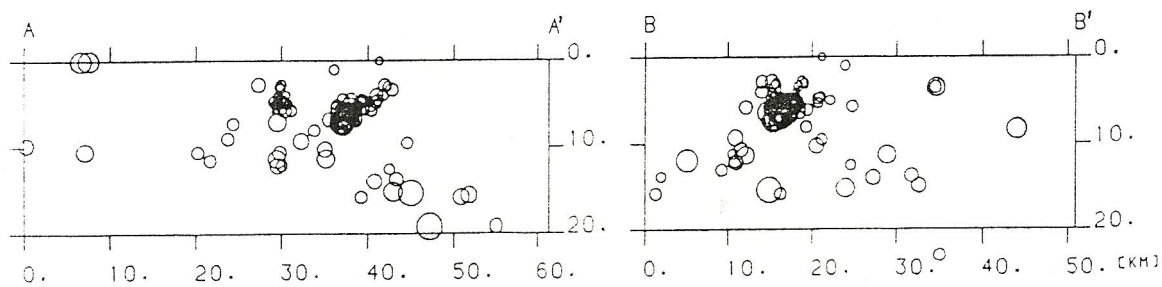
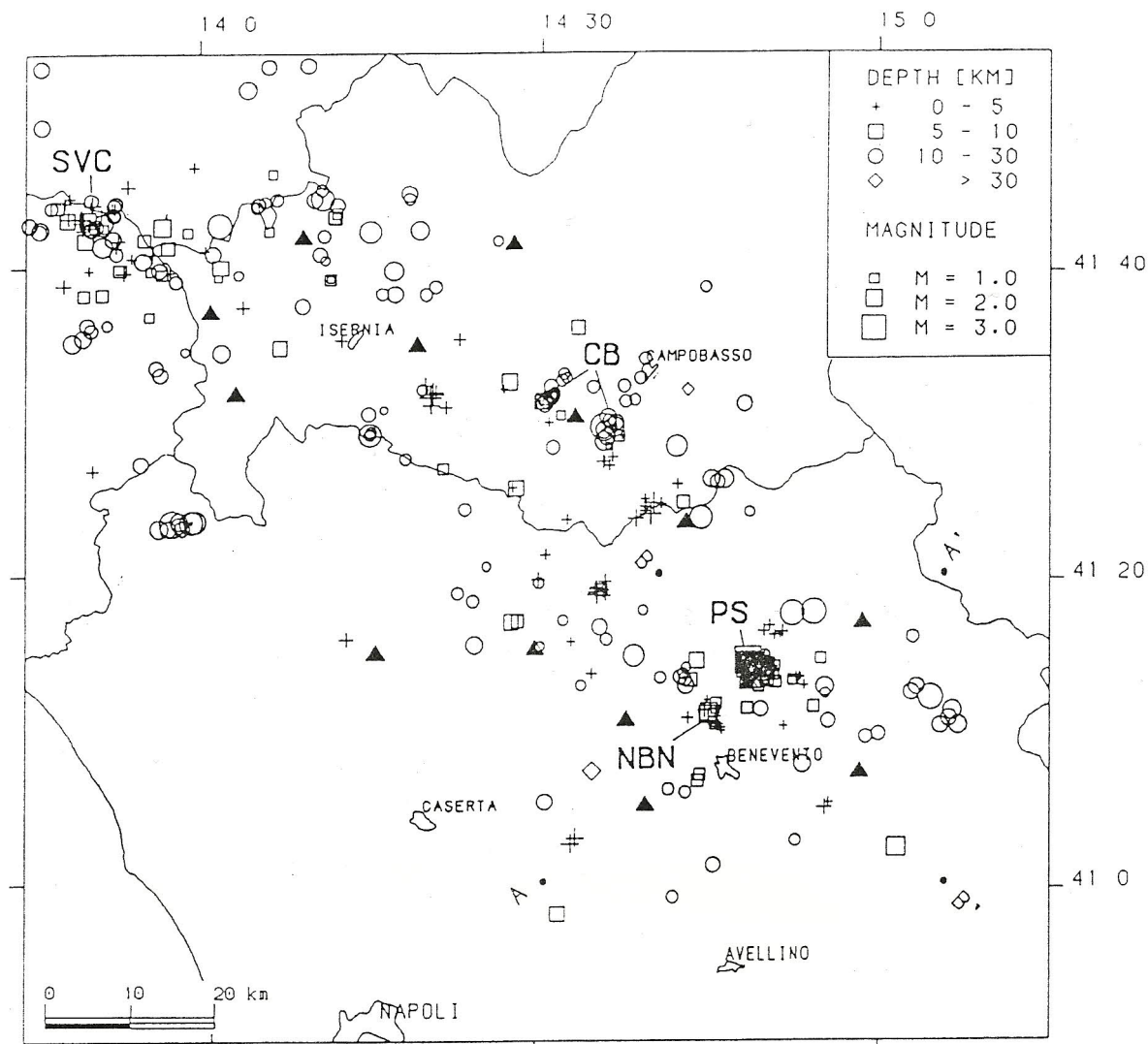


Figura 8 - Distribuzione epicentrale e sezioni ipocentrali degli eventi rilevati nel 1991 e 1992. I triangoli indicano le stazioni della rete sismica locale. Le sigle indicano le principali sequenze: **NBN** - sequenza a Nord di Benevento del Giugno 1991; **CB** - Campobasso, Agosto 1991 e Marzo 1992; **SDC** - S. Donato Val di Comino, Agosto 1991; **PS** - Pesco Sannita, Marzo 1992.

rilevata nell'Aprile - Maggio 1990 descritta da Iannaccone *et al.*, (1991), che identificavano un allineamento Est-Ovest degli epicentri concorde con la direzione delle faglie rilevate in superficie nella stessa area. Le soluzioni presentano generalmente tipi di meccanismo di faglia diretta, con la sola eccezione di un gruppo di eventi localizzati ad Ovest di Campobasso con meccanismi di faglia inversa. Le orientazioni dei piani nodali non sempre risultano vincolate in modo ottimale dalla distribuzione delle polarità sulla sfera focale. Tuttavia per evidenziare le orientazioni medie del campo di *stress* sono state

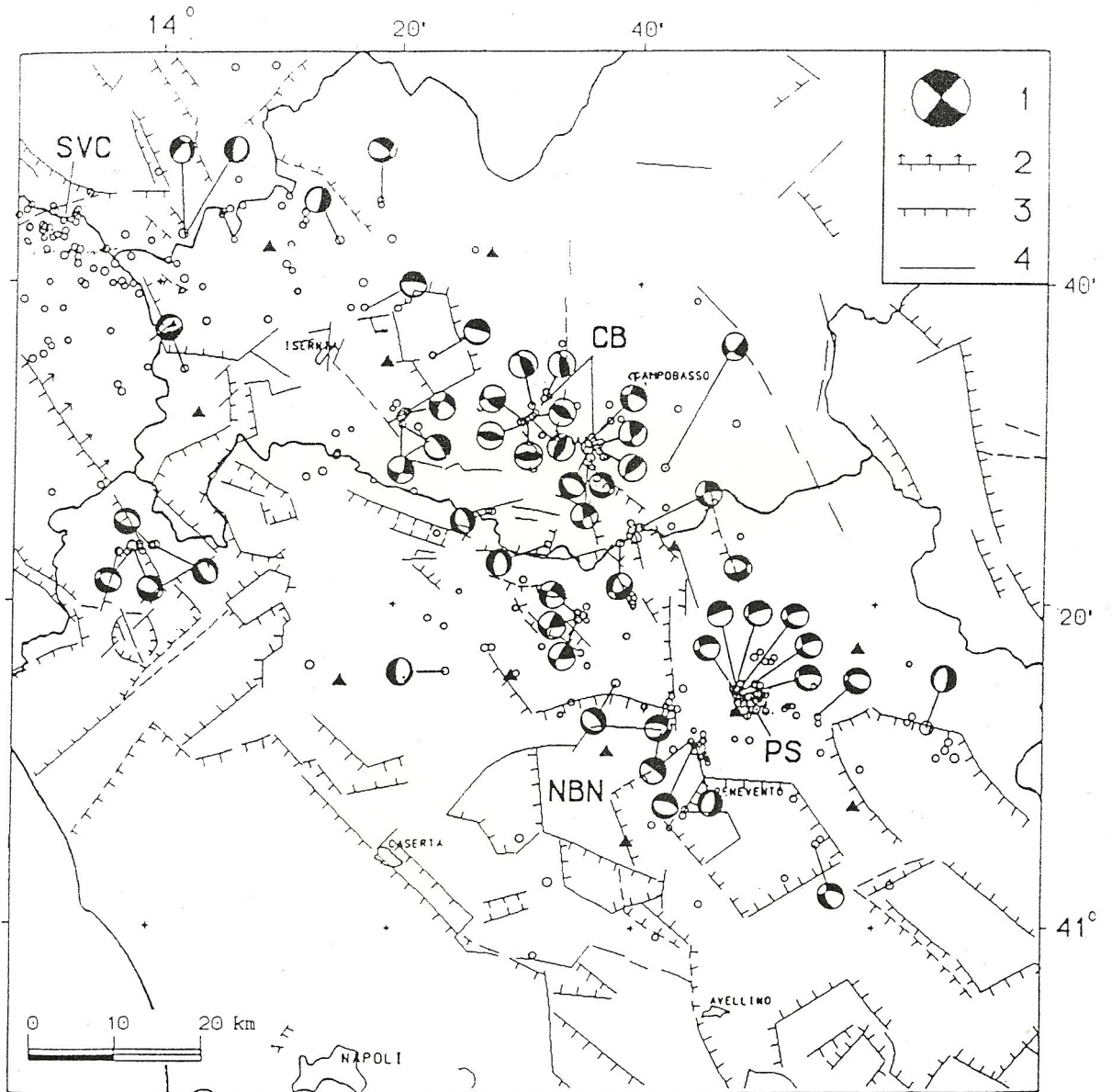


Figura 9 - Soluzioni dei meccanismi focali per eventi con numero di polarità ≥ 8 e strutture Plioceniche e Quaternarie ridisegnate dalla Carta Neotettonica d'Italia (C.N.R., 1988). Legenda: 1 - Meccanismo focale, proiezione dell'emisfero inferiore (le zone scure indicano i quadranti in compressione, le chiare quadranti in dilatazione). 2 - Faglia normale. 3 - Faglia inversa 4 - Faglia di tipo indefinito. Le linee tratteggiate indicano faglie presunte. Le sigle indicano le principali sequenze (si veda didascalia di figura 8).

ZONA NORD - OVEST

ZONA CAMPOBASSO

ZONA SANNIO-MATESE

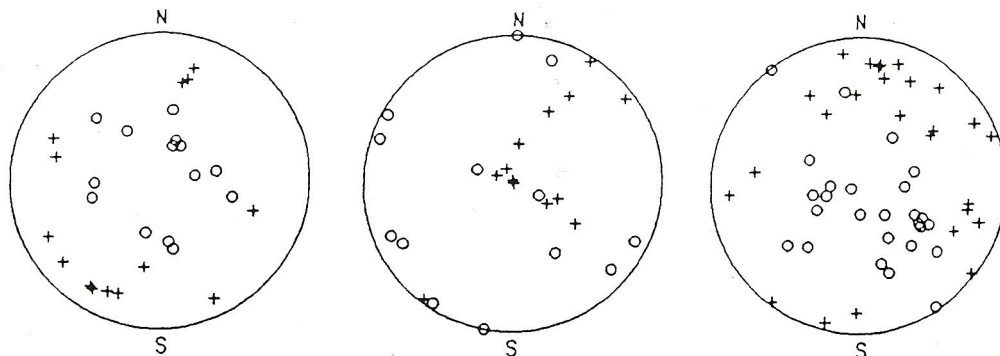


Figura 10 - Diagrammi equal-area delle posizioni degli assi P (simbolo \circ) e T (simbolo +). I limiti delle zone considerate sono riportati nella figura successiva

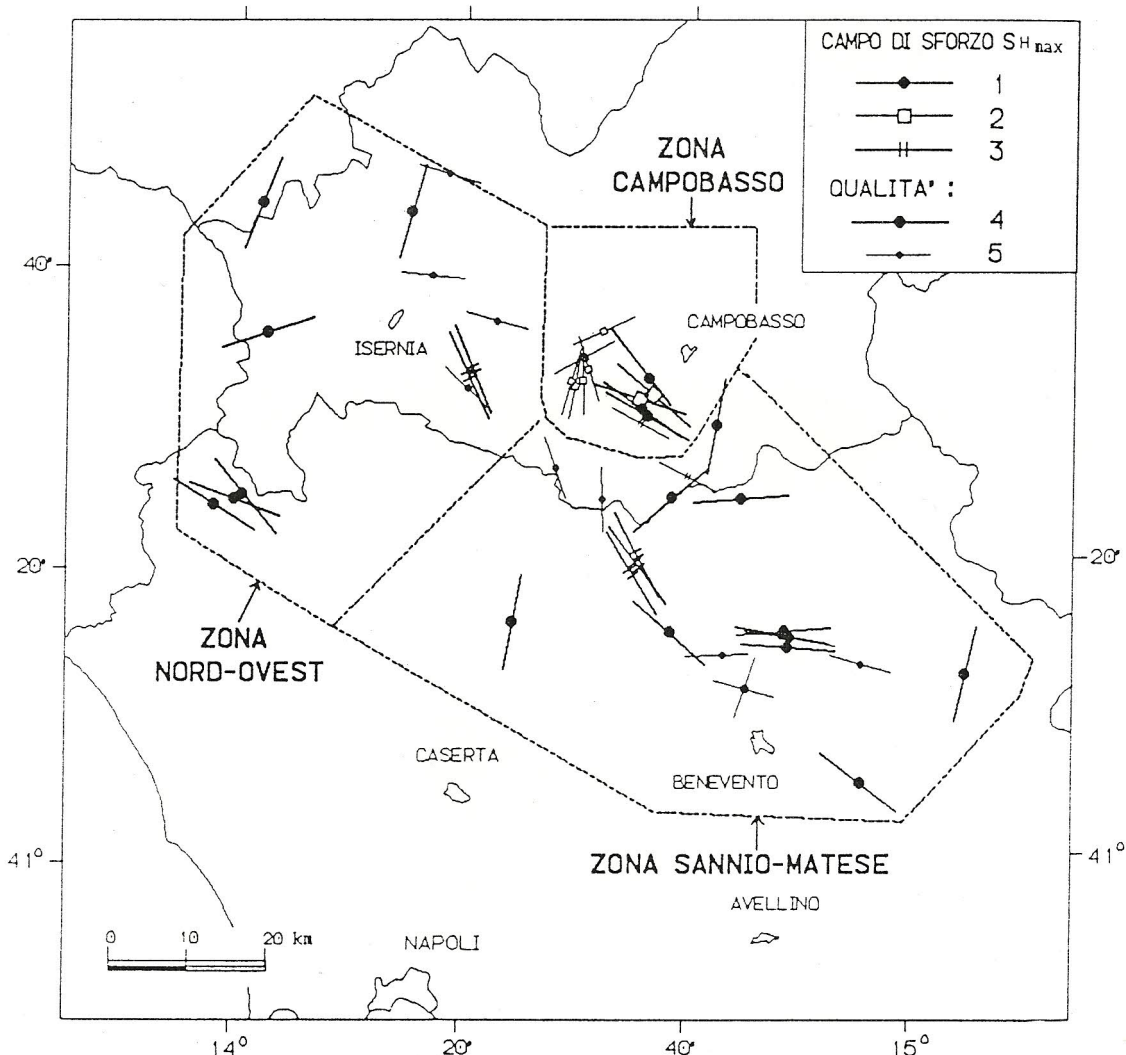


Figura 11 - Mappa delle orientazioni del massimo stress orizzontale S_{Hmax} ricavato dai meccanismi focali. Legenda: 1 - campo di sforzo per faglia normale; 2 - campo di sforzo per faglia inversa; 3 - campo di sforzo per faglia trascorrente. La qualità e' riferita alla classificazione definita in Zoback (1992) in: 4 - classe C (orientazione di S_{Hmax} entro $\pm 20 \div 25^\circ$); 5 - classe D (orientazione di $S_{Hmax} > \pm 20 \div 25^\circ$).

eseguite le rappresentazioni stereografiche delle direzioni degli assi P e T (fig. 10), suddividendo l'area in 3 zone: zona Nord - Ovest, area del Sannio-Matese e zona di Campobasso. Nelle prime due zone è evidente la prevalenza di faglie dirette e una direzione NE-SW degli assi T, nella terza la prevalenza di faglie inverse. Le orientazioni degli assi P, B e T ricavati dai meccanismi focali possono essere considerati come approssimazioni delle direzioni principali rispettivamente dello sforzo massimo σ_1 , intermedio σ_2 e minimo σ_3 . Le evidenze sperimentali relative alle orientazioni dei piani di faglia (e altre caratteristiche geologico-strutturali ad esse connesse) e le misure dirette degli sforzi in situ indicano che il campo di *stress* principale nella litosfera giace in piani approssimativamente orizzontali e verticali. Si assume allora che l'orientazione del tensore degli sforzi in situ possa essere approssimato dall'azimut del massimo sforzo orizzontale (S_{Hmax}) (Zoback, 1992). Una mappa della distribuzione di S_{Hmax} è riportata in figura 11. Il metodo di determinazione dell'orientamento di S_{Hmax} è quello indicato dall'autore sopra citato utilizzato nell'ambito della stesura della *World Stress Map* (WSM) di recente pubblicazione. Per alcuni eventi, che presentavano soluzioni multiple dei meccanismi focali, sono state considerate le sole soluzioni di migliore qualità.

Le direzioni di S_{Hmax} risultano essere prevalentemente appenniniche e subordinatamente Est - Ovest. Considerando infatti solo gli eventi di buona qualità (classe C) oltre il 50% delle direzioni risultano comprese nella fascia da 115 a 160°, mentre il 35% ricadono nella fascia 70-115°.

In particolare risulta evidente l'allineamento Est-Ovest in corrispondenza della zona della sequenza di Pesco Sannita. In questa zona le direzioni di S_{Hmax} e le soluzioni stesse dei meccanismi focali farebbero presupporre la presenza di strutture di attivazione trasversali alla catena appenninica, come già evidenziato in occasione di sequenze sismiche avvenute in questi ultimi anni (Iannaccone *et al.*, 1991).

Testo controllato da Rodolfo Console.

BIBLIOGRAFIA

- Alessio G., Cataldo G., Gorini A., Ricciardi G. P., 1987; Studio della sequenza sismica del Gennaio 1986 presso Isernia; Mem. Soc. Geol. It. 37, 253-266.
- Brignoli T., Ferri C., Gambirasi P., Graziano F., Lenzi G., Salvaneschi P., 1989; ISA-GEO: a Seismic Processing System; Quaderni Ismes n. 253.
- Budetta P., De Riso R., 1987; Sulle condizioni di imposta delle dighe dell'appennino Centro-Meridionale in relazione al rischio sismico; Mem. Soc. Geol. It., 37, 135 - 143.
- Casero P., Roure F., Endignoux L., Moretti I., Muller C., Sage L., Vially R., 1988; Neogene geodynamic evolution of the southern Apennines; Mem. Soc. Geol. It. 41, 109-120.
- C.N.R., 1988; Neotectonic map of Italy; Quaderni della Ricerca Scientifica, 4, 114.
- Console R., Di Giovambattista R., Favali P., Mattiotti G., Smriglio G., 1989; Sismicità recente e tettonica dell'area Val Comino - Matese; Atti dell' 8° Convegno C.N.R. Gruppo Naz. di Geofisica della Terra Solida (G.N.G.T.S.), Roma, 3 - 7
- D'Argenio B., 1988; L' Appennino Campano Lucano. Vecchi e nuovi modelli geologici tra gli anni sessanta e gli inizi degli anni ottanta; Mem. Soc. Geol. It. 41, 3 - 15.
- Esposito E., Luongo G., Marturano A., Porfido S., 1987; Il terremoto di S. Anna del 26 Luglio 1805. Mem. Soc. Geol. It. 37, 171-191.
- Iannaccone G., Romeo R., Tranfaglia G., Errico L., Lentini E., Bernard P., Deschamps A., Patau G., 1991. Analisi della sequenza sismica di Benevento (Aprile-Maggio 1990). Atti del 9° Convegno C.N.R. Gruppo Naz. di Geofisica della Terra Solida (G.N.G.T.S.), Roma, 189 - 197.
- Lahr, 1989; HYPOELLIPSE/VAX: a computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude and first motion pattern, U.S. Geol. Surv. Open File Rep., 89-116.
- Lee W.H.K., Stewart S. W., 1981; Principles and application of microearthquake networks; Academic Press.

- Lienert B.R., Frazer L.N., Rudman A.J., 1986; Evaluation of Seismometer Arrays for Earthquake Location; Dep. Nat. Res. Geol. Survey; Occasional paper 52.
- Mostardini F., Merlini S., 1986; Appennino Centro-Meridionale: sezioni geologiche e proposta di Modello Strutturale; Mem. Soc. Geol. It. 35, 177-202.
- Ogniben L., 1986; Relazione sul modello geodinamico conservativo della regione italiana. Commissione ENEA-ENEL per lo studio dei problemi sismici connessi con la realizzazione di impianti nucleari.
- Postpischl D. (ed.), 1985; Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980; C.N.R., Quaderni della ricerca scientifica, 114, 2B.
- Reasenber P., Oppenheimer D., 1985; FPFIT, FPLOT and FPPAGE: Fortran computer programs for calculating and displaying earthquake fault plane solutions. U.S. Geol. Surv. Open File Rep., 85-739.
- Scandone P., 1972; Studi di geologia lucana: carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative; Boll. Soc. Natur. Napoli, 81, 225-300.
- Serva L., 1981; Il terremoto del 1688 nel Sannio. Contributo alla caratterizzazione della sismicità del territorio italiano, pp. 209-249. Commissione ENEA-ENEL per lo studio dei problemi sismici connessi con la realizzazione di impianti nucleari. Conv. P.F.G. C.N.R., Udine, 12-14 Maggio.
- Westaway R., 1987; The Campania, southern Italy, earthquakes of 1962 August 21. Geophys. Journ. Royal astr. Soc., 88, 1-24.
- Zoback M. L., 1992; First- and second-order patterns of stress in the lithosphere: the world stress map project. Journ. of Geophys. Res., 97 B8, 11703-11728