

## UNA SEZIONE SISMICA REGIONALE SUL MARGINE CONTINENTALE DELLA CAMPANIA (GOLFO DI NAPOLI-GOLFO DI SALERNO)

G. Aiello

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Sede di Napoli, Italia

**Introduzione.** E' presentata una sezione sismica regionale sul margine continentale della Campania. I nuovi dati sulla struttura geologica del Golfo di Napoli sono proposti utilizzando una sezione composta da più linee sismiche acquisite lungo l'allineamento Ischia-Capri-Volturno (Aiello *et al.*, 2011). Le principali morfo-strutture riconosciute su scala regionale in base ai dati sismo-stratigrafici profondi precedentemente analizzati sono: il *Banco di Fuori*, un alto morfo-strutturale composto da carbonati meso-cenozoici geneticamente correlabili alla "Piattaforma Campano-Lucana" Auct. (D'Argenio *et al.*, 1973); il *Canyon Dohrn*, che separa il settore orientale del Golfo di Napoli, dove affiorano sequenze sismiche sedimentarie, da quello occidentale, dove prevalgono unità sismiche vulcaniche (Fusi *et al.*, 1991; Mirabile *et al.*, 2000; Milia, 2000; Aiello *et al.*, 2005; Di Fiore *et al.*, 2011); l'*alto strutturale di Capri*, un alto sedimentario collegato al sollevamento tettonico regionale dei carbonati meso-cenozoici lungo l'allineamento strutturale Isola di Capri-Penisola Sorrentina (Barattolo e Pugliese, 1987); il *Canyon Magnaghi*, che erode una spessa unità sismica di natura vulcanica localizzata a sud dell'Isola di Procida (Chiocci *et al.*, 1998; Aiello *et al.*, 2010; ISPRA, 2011; Aiello and Marsella, 2015); il *Bacino di Capri*, un bacino profondo localizzato a sud del Golfo di Napoli, caratterizzato da una coltre sedimentaria di età pleistocenico-olocenica, che ricopre un basamento acustico meso-cenozoico di natura carbonatica; il *Bacino di Salerno*, un semi-graben riempito da tre unità sismiche rappresentate da depositi marini quaternari (Aiello *et al.*, 2009) che ricoprono un'unità sismica caotica geneticamente collegata al "Flysch del Cilento" Auct. (Bonardi *et al.*, 1992; Aiello and Marsella, 2013); il *Bacino del Volturno*, riempito da quattro sequenze sismiche deposte in ambiente marino, costiero e deltizio, caratterizzate da frequenti intercalazioni di livelli vulcanoclastici (Aiello *et al.*, 2011), che ricoprono unità sismiche più profonde, geneticamente correlabili con i flysch miocenici dell'Appennino centrale ("Flysch di Frosinone" Auct.; Aiello *et al.*, 2000) e con i carbonati meso-cenozoici delle unità tettoniche affioranti nell'area in studio (Bigi *et al.*, 1992).

Il profilo sismico presentato, denominato Sister 9\_1, attraversa l'offshore dell'Isola di Capri, l'alto morfo-strutturale del Banco di Fuori, il canyon Dohrn ed il Bacino di Salerno da nord-ovest verso sud-est. Mentre i tre primi lineamenti geologici appartengono al dominio morfologico e sedimentario del Golfo di Napoli, l'ultimo dominio morfologico e geologico appartiene al Golfo di Salerno, di cui rappresenta il collettore sedimentario principale.

Mentre una grande quantità di rilievi sismici strettamente spaziali sulla piattaforma continentale del Golfo di Napoli è stata acquisita ed illustrata in studi precedenti di carattere geofisico e geologico sui Golfi di Napoli e Salerno, questi nuovi dati sismici forniscono un quadro geologico sui principali bacini sedimentari e gli alti morfo-strutturali tra questi interposti ad una scala dell'intera piattaforma esterna, scarpata e piana batiale sud-tirrenica. Alcuni lineamenti morfo-strutturali identificati non erano stati descritti in dettaglio da studi precedenti. Tra questi si annoverano l'alto vulcanico dell'Isola di Ischia, l'alto sedimentario dell'Isola di Capri ed i Bacini di Capri e di Salerno, la cui stratigrafia sismica ed assetto morfo-strutturale sono relativamente poco noti. Lo studio in oggetto è stato facilitato dall'uso di criteri di correlazione terra-mare, che hanno consentito una migliore comprensione geologica delle strutture sismiche studiate.

Il Mar Tirreno rappresenta un'area estensionale localizzata in un contesto geodinamico di collisione tra le zolle continentali europea ed africana. La distensione è iniziata circa 10 milioni di anni fa, portando alla formazione di crosta oceanica durante il Pliocene (Patacca e Scandone, 1989). Tre margini continentali, cioè il margine sardo, il margine nord-siciliano ed il margine dell'Italia meridionale delimitano la piana batiale sud-tirrenica. L'area

è caratterizzata da sismicità e vulcanismo attivo ed ha subito forti movimenti orizzontali e verticali. Una zona di Benioff ristretta e profonda, che si estende dallo Ionio al Tirreno meridionale, corrisponde a un piano di subduzione della litosfera del Mediterraneo orientale (Sartori, 2003) che migra verso est. A partire dall'Oligocene e fino a tempi recenti, i processi di subduzione hanno generato i bacini di retro-arco tirrenici, come pure il cuneo di accrezione dell'**Appennino meridionale**.

La distensione nel Mar Tirreno è iniziata nel Miocene superiore e ha controllato i processi di formazione di crosta oceanica in corrispondenza dei Bacini del Vavilov e del Marsili durante il Plio-Quaternario (Kastens *et al.*, 1988). La comparsa tardiva del vulcanismo di arco rispetto alla durata dei processi estensionali nel sistema tirrenico-ionico è stata spiegata come una conseguenza degli stadi iniziali della litosfera continentale assottigliata (Ritsema, 1979; Malinverno and Ryan, 1986; Sartori, 2003). **L'età e l'andamento dei processi estensionali sono stati riassunti da studi precedenti (Sartori and Capozzi, 1998).** Un episodio di distensione retro-arco di età compresa tra il Tortoniano ed il Pliocene, in corrispondenza della formazione del margine sardo e del Bacino del Vavilov, ha indicato una migrazione dell'arco da ovest verso est. Un episodio pleistocenico, in corrispondenza della formazione del Bacino del Marsili, ha indicato una migrazione dell'arco da NW verso SE.

In questa ricostruzione geodinamica, il piano di Benioff non mantiene caratteri di omogeneità, dato che la sua porzione profonda consiste di litosfera continentale assottigliata, che ha formato la base della **"Piattaforma Campano-Lucana" dell'Appennino meridionale**. Tale ipotesi può spiegare la messa in posto tardiva del vulcanismo di arco, di età compresa tra 1.5 e 2 milioni di anni, rispetto all'inizio della distensione di retro-arco nel Tirreno, di età compresa tra 8 e 9 milioni di anni, assumendo che non ci sono archi relitti all'interno del sistema geodinamico in oggetto.

**Inquadramento geologico.** Il Golfo di Napoli giace nel settore meridionale di una depressione strutturale, la Piana Campana (D'Argenio *et al.*, 1973), localizzata tra il settore orientale del Mar Tirreno e la catena appenninica meridionale. Essa è stata prodotta dalla distensione di retro-arco, che ha accompagnato l'accrezione nord-est vergente dell'orogene appenninico durante il *roll-back* della zolla in subduzione (Malinverno e Ryan, 1986; Faccenna *et al.*, 1996).

Il settore occidentale del Golfo di Napoli è circondato dal distretto vulcanico dei Campi Flegrei, dove il vulcanismo è stato attivo almeno negli ultimi 50 milioni di anni (Rosi e Sbrana, 1987). La morfologia attuale del Golfo si riferisce ad eventi che si sono verificati dopo la messa in posto dell'Ignimbrite Campana (CI), un ampio flusso piroclastico eruttato 37.000 anni fa, quando l'area è stata soggetta ad un'intensa calderizzazione (Barberi *et al.*, 1978). Nel settore orientale del Golfo, i processi sedimentari collegati alla piana costiera del Sarno-Sebeto hanno controllato la deposizione di sedimenti marini e costieri durante il Pleistocene superiore e l'Olocene, spesso interstratificate con depositi vulcanici collegati al Somma-Vesuvio (Milia *et al.*, 1998; Aiello *et al.*, 2001).

Durante il Quaternario superiore i processi vulcanici e sedimentari hanno fortemente interagito nel controllare l'assetto stratigrafico del margine continentale della Campania. Nel Golfo di Napoli i vulcani sottomarini sono allineati lungo un lineamento morfo-strutturale che segue il canyon Dohrn, che divide il Golfo di Napoli in due domini: un dominio sedimentario ad est, caratterizzato da unità sismiche sedimentarie, ed un dominio vulcanico ad ovest, caratterizzato da unità vulcaniche e sub-vulcaniche (Fusi *et al.*, 1991). I complessi vulcanici sepolti, geneticamente collegati alle eruzioni del Somma-Vesuvio, dei Campi Flegrei e di Ischia e Procida sono stati identificati nel sottosuolo del Golfo di Napoli (Aiello *et al.*, 2005; Aiello and Marsella, 2015).

Una sezione crostale sul margine continentale della Campania (Milia *et al.*, 2003) ha mostrato un sistema di faglie asimmetrico caratterizzato da un livello di scollamento profondo da 10 a 12 chilometri e da quattro semi-graben riempiti con spessi depositi quaternari clastici e

vulcanici (Vulturno, Lago Patria, Campi Flegrei e Golfo di Napoli). Questa sezione è calibrata dai dati di pozzi esplorativi profondi.

Dati geologici di superficie e di affioramento hanno rivelato la presenza di faglie dirette con andamento NE-SW, E-W e NW-SE, che hanno controllato l'individuazione del margine continentale e la sua evoluzione tettonica (Milia *et al.*, 2003). Un evento estensionale più antico che si è verificato lungo faglie dirette con andamento NW-SE ed è stato seguito da un evento estensionale principale collegato all'attività di sistemi di faglie con andamento NE-SW. Quest'ultimo sistema, la cui attività ha un'età compresa tra 700 e 400 kyr, ha controllato la formazione di semigraben riempiti da spessi depositi quaternari. Sul margine continentale gli effetti della trascorrenza hanno incluso la rotazione di blocchi demarcati da faglie, che delimitano fosse tettoniche in subsidenza ed una leggera compressione tra blocchi e zone sollevate.

La natura e la struttura della crosta dal margine continentale fino alla piana batiale in corrispondenza del Bacino del Vavilov sono state investigate con prospezioni sismiche (Sartori *et al.*, 2004). Questo basamento, scarsamente riflettente in corrispondenza della Dorsale Gortani, dove sono stati perforati basalti MORB (sito ODP 655; Beccaluva *et al.*, 1990), diventa più riflettente verso il margine campano, dove è composto da due unità principali. Sulla base delle perforazioni sul sito ODP 651, queste unità sono interpretate come un mantello superiore serpentizzato, ricoperto in discordanza da lave a cuscino. Una natura continentale della crosta attraverso il margine continentale può essere comunque ipotizzata, come rivelato dalle anomalie magnetiche regionali, che sono localizzate in corrispondenza di corpi vulcanici.

**Metodologie e dati.** Un rilievo sismico marino di alta risoluzione è stato eseguito dal CNR-IAMC di Napoli nel mese di giugno 1999 con lo scopo di acquisire dati sismici profondi sul margine continentale del Tirreno meridionale e nella piana batiale tirrenica. I dati sono stati acquisiti usando Airgun come sorgenti sismiche, un cavo a 48 canali, un sistema di registrazione digitale.

Il profilo sismico Sister 9\_1 è stato registrato utilizzando specifici parametri di acquisizione rappresentati: dalla sorgente (N.2 Airgun, G/I Gun SI/Sodera), dalla lunghezza delle registrazioni (5 s), dall'intervallo di campionamento, dall'intervallo di scoppio (25 metri) e dall'intervallo fra gli idrofoni (12.5 metri).

I software utilizzati per il processing sismico sono il "Promax 2D" (Landmark LTD) e il "Seismic Unix" (Colorado School of Mines). Il flusso completo di elaborazione è di seguito brevemente riassunto. I dati sono stati elaborati per produrre sezioni *stack*, pronte ad essere interpretate. Alla rimozione e riduzione del rumore incoerente e delle multiple, ha contribuito ad un'accurata analisi di velocità e l'applicazione di una deconvoluzione predittiva. Queste tecniche hanno consentito di ottenere dati sismici di elevata qualità, in aree dove la presenza di livelli piroclastici e di corpi vulcanici ha prodotto un'elevata dispersione dell'energia acustica.

L'analisi di Fourier è stata eseguita per identificare il contenuto in frequenza del segnale dopo l'applicazione di un filtro passa-banda. Questo ha consentito di riconoscere l'intervallo di frequenza nel quale il segnale utile è presente. L'applicazione del recupero del guadagno (*gain*) è consistita nella compensazione del segnale per le perdite dovute all'assorbimento, allo *scattering* ed al decadimento delle ampiezze ed è stata eseguita con l'Automatic Gain Control (AGC). Sono state svolte analisi di velocità per le correzioni dinamiche. L'analisi è stata ripetuta dopo aver applicato altri processi di elaborazione tentando di produrre miglioramenti significativi.

Lo *stacking* ha consentito d'incrementare il rapporto segnale/disturbo, riducendo il rumore casuale mentre il segnale coerente è aumentato in ampiezza di un fattore equivalente alla copertura.

La procedura di attenuazione delle multiple ha incluso sia lo *stacking* sia la deconvoluzione. La differenza di *move-out* tra le riflessioni primarie e le multiple è stata discriminata definendo una funzione di velocità corretta per le riflessioni primarie (Yilmaz, 1988).

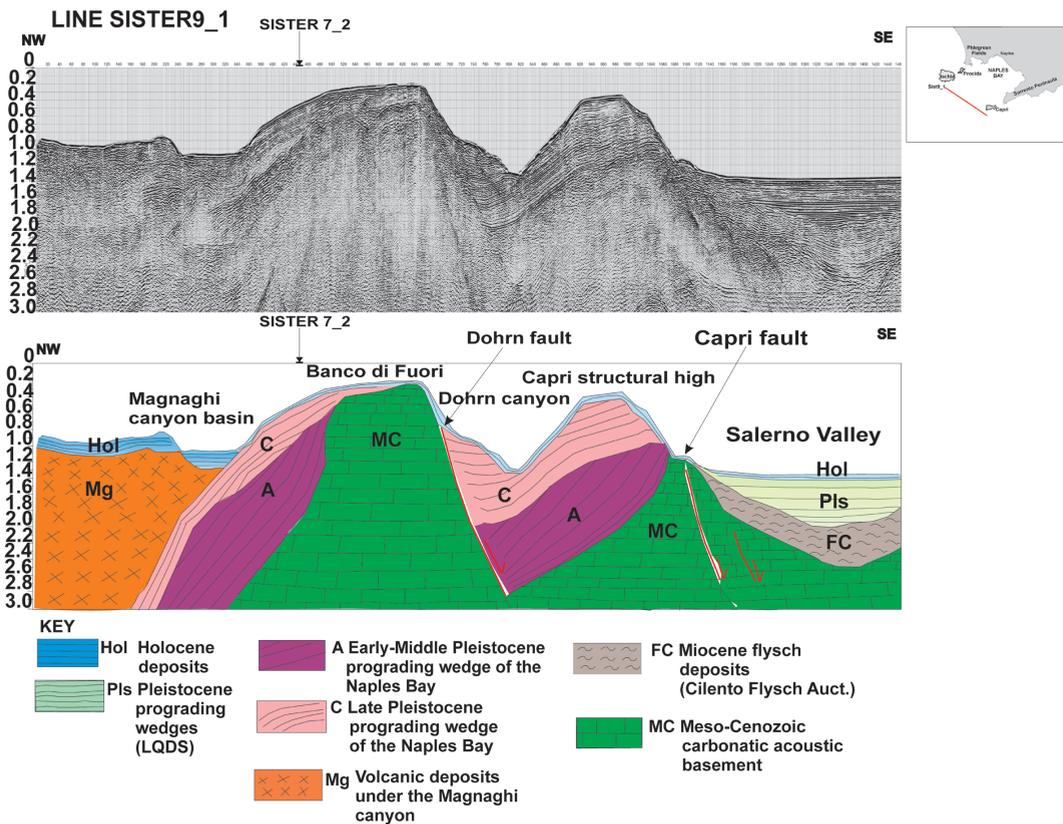


Fig. 1 – Profilo sismico regionale Sister 9\_1 e corrispondente interpretazione geologica. MC: basamento acustico. Carbonati meso-cenozoici affioranti nell’offshore della Penisola Sorrentina e dell’Isola di Capri. FC: basamento acustico. Depositi cenozoici silicoclastici collegati al “Flysch del Cilento” Auct., sottostanti il riempimento sedimentario della Valle di Salerno. A: cuneo progradante relitto del Pleistocene inferiore, che rappresenta l’unità sismica inferiore nell’architettura stratigrafica del Golfo di Napoli, caratterizzato da clinoforni progradanti obliqui. B: cuneo progradante del Pleistocene superiore, che rappresenta l’unità sismica superiore nell’architettura stratigrafica del Golfo di Napoli, caratterizzato da clinoforni a basso angolo da sigmoidali ad obliqui, alimentato dalla foce del paleo-Sarno. Mg: unità sismica vulcanica del Pleistocene superiore caratterizzata da una facies sismica trasparente e che costituisce l’ossatura dell’architettura stratigrafica dell’offshore di Ischia sotto il canyon Magnaghi. Pls: unità sismica pleistocenica che rappresenta l’unità superiore del riempimento sedimentario della Valle di Salerno, composto da sedimenti marini. Hol: cuneo olocenico di stazionamento alto del livello marino.

La deconvoluzione predittiva è stata eseguita per ridurre l’ampiezza dei segnali multipli, consentendo sia il recupero delle alte frequenze sia la ricostruzione della forma d’onda. Essa è consistita nella convoluzione del sismogramma con un filtro inverso (filtro di Wiener) ed ha migliorato la risoluzione e il carattere dei riflettori, favorendo le potenzialità interpretative.

**Interpretazione geologica del profilo sismico Sister 9\_1 e costruzione della sezione sismica regionale sul margine continentale della Campania.** Il profilo sismico Sister 9\_1 segue un andamento NE-SW e si estende per una lunghezza di circa 38 chilometri dall’offshore meridionale dell’Isola di Ischia all’offshore sud-occidentale dell’Isola di Capri, fino al Bacino di Salerno. La sezione sismica è stata interpretata riconoscendo diverse unità sismostratigrafiche che hanno consentito di costruire una sezione geologica regionale sul margine continentale della Campania, dal Golfo di Napoli al Golfo di Salerno (Fig. 1).

La sezione ha attraversato un piccolo bacino sedimentario adiacente al canyon Magnaghi (Golfo di Napoli), qui denominato Bacino del Canyon Magnaghi. Il profilo ha inoltre

attraversato la morfo-struttura regionale del Banco di Fuori e ha raggiunto il canyon Dohrn, per poi proseguire nel Bacino di Salerno. Le unità sismiche identificate sul profilo presentano caratteri sinsedimentari e si sono quindi deposte contemporaneamente ad intensi processi di deformazione tettonica che hanno interessato i Golfi di Napoli e Salerno durante il Pleistocene inferiore e medio. Questo è in accordo con l'assetto geologico regionale dei golfi oggetto di studio e delle retrostanti aree emerse, interessate da intense deformazioni tettoniche di carattere estensionale durante il Pleistocene inferiore e medio. Processi di crescita interessano le sequenze sismiche identificate. La linea interseca due lineamenti tettonici principali dei Golfi di Napoli e Salerno: la faglia del canyon Dohrn, faglia anti-appenninica principale del Golfo di Napoli, e la faglia Capri-Sorrento, che delimita il Bacino di Salerno ed appare interessata da forti rigetti verticali, dell'ordine di alcune migliaia di metri.

Nell'offshore di Ischia una facies sismica acusticamente trasparente, corrispondente a depositi vulcanici e vulcano clastici, è stata indicata come l'unità **Mg** (Fig. 1). Procedendo verso SE, una depressione adiacente al canyon Magnaghi è contraddistinta da riflettori paralleli e continui, interpretati come sedimenti marini olocenici (Hol in Fig. 1).

La scarpata meridionale del Banco di Fuori è ribassata da una faglia diretta con andamento NE-SW, che rappresenta la faglia del canyon Dohrn, l'importante lineamento anti-appenninico del Golfo di Napoli. La morfo-struttura del Banco di Fuori è caratterizzata da una scarsa penetrazione del segnale sismico. Si tratta dell'unità **carbonatica profonda (MC in Fig. 1)**. La faglia del canyon Dohrn presenta un rigetto verticale di circa 1.8 s. La faglia ribassa la sommità dell'unità **carbonatica profonda MC da 0.8 s (TWT) nel blocco rialzato (Banco di Fuori) a circa 2.8 s (TWT) nel blocco ribassato (Canyon Dohrn)**. Tali misure sono state effettuate a partire dalla sezione geologica regionale rappresentata in Fig. 1.

Due spesse unità sismiche che ricoprono il fianco nord-occidentale del Banco di Fuori sono state identificate sulla sezione geologica (Fig. 1) e sono interpretate come due cunei progradanti pleistocenici relitti. Un sottile strato di depositi olocenici ricopre tutta l'area.

L'alto strutturale dell'Isola di Capri mostra riflettori continui e paralleli inclinati verso nord-ovest (Fig. 1). Tale sequenza è stata interpretata come l'unità **B**. Essa ricopre l'unità **A**, cuneo progradante del Pleistocene inferiore-medio, che ricopre l'unità **carbonatica profonda** di età meso-cenozoica. I carbonati meso-cenozoici affiorano estesamente nell'alto strutturale composto da Penisola Sorrentina-Isola di Capri (Barattolo e Pugliese, 1987; Perrone, 1988).

Verso il Bacino di Salerno il corpo sismico è dislocato da una struttura con andamento NNW-SSE, localmente nota come la faglia Capri-Sorrento, faglia maestra che si è attivata durante il Pleistocene inferiore. Questa faglia assume importanza rilevante di carattere regionale, in quanto separa il Golfo di Napoli dal Golfo di Salerno. Apparentemente, questo lineamento non mostra alcuna relazione con la camera magmatica che alimenta i Campi Flegrei (Aiello *et al.*, 2009).

La faglia regionale Capri-Sorrento appare sulla sezione sismica Golfo di Napoli-Golfo di Salerno come una gradinata di faglie dirette. Ciò è suggerito dai *pattern* strutturali delle faglie che ribassano l'unità **carbonatica profonda meso-cenozoica (Fig. 1)**.

Il riempimento sedimentario del Bacino di Salerno consiste, procedendo dalla sommità verso la base della colonna stratigrafica, di tre unità sismiche principali, che ricoprono in discordanza il substrato carbonatico. L'unità superiore (unità **Hol**; Fig. 1) è caratterizzata da riflettori sismici continui e paralleli ed è ricollegabile ai depositi marini olocenici che ricoprono un'unità stratigraficamente più bassa, associata ai depositi del Pleistocene inferiore medio (unità **Pls**; Fig. 1). L'unità sottostante mostra riflettori discontinui di ampiezza elevata. La facies acustica caotica, tipica dei depositi flyschoidi, unitamente con le evidenze degli affioramenti a terra, suggeriscono l'interpretazione di depositi silicoclastici miocenici ("Flysch del Cilento" *Auct.*; Unità **FC**; Fig. 1).

L'unità sismica più profonda (Unità **MC**; Fig. 1), acusticamente trasparente per una scarsa penetrazione del segnale sismico è interpretata come carbonati meso-cenozoici, che

rappresentano il corpo principale dell'architettura stratigrafica del Golfo di Napoli. L'unità carbonatica appare fortemente dislocata e ribassata da importanti faglie dirette di carattere regionale (faglia del canyon Dohrn e faglia Capri-Sorrento; Fig. 1). Questa rappresenta una delle unità sismiche più importanti riconosciute nell'intero settore nord-orientale del Golfo di Napoli, dal Banco di Fuori all'alto sedimentario di Capri e fino al Bacino di Salerno (Fig. 1).

### Bibliografia

- Aiello G. and Marsella E.; 2013: *The contribution of marine geology to the knowledge of marine coastal environment off the Campania region (Southern Italy): the geological map n. 502 "Agropoli" (southern Campania)*. Marine Geophysical Researches, 34, 89-113.
- Aiello G. and Marsella E.; 2015: *Interactions between Late Quaternary volcanic and sedimentary processes in the Naples Bay, southern Tyrrhenian sea*. Italian Journal of Geosciences (Bollettino della Società Geologica Italiana), 134 (1), doi: 10.3301/IJG.2014.56.
- Aiello G., Marsella E. and Sacchi M.; 2000: *Quaternary structural evolution of Terracina and Gaeta basins (Eastern Tyrrhenian margin, Italy)*. Rendiconti Lincei, 11, 41-58.
- Aiello G., Budillon F., Cristofalo G., de Alteriis G., De Lauro M., Ferraro L., Marsella E., Pelosi N., Sacchi M. and Tonielli R.; 2001: *Marine geology and morpho-bathymetry in the Bay of Naples*. In: Faranda F.M., Guglielmo L., Spezie G. (Eds.) Structures and Processes of the Mediterranean Ecosystems, pp. 1-8, Springer-Verlag Italy.
- Aiello G., Angelino A., D'Argenio B., Marsella E., Pelosi N., Ruggieri S. and Siniscalchi A.; 2005: *Buried volcanic structures in the Gulf of Naples (Southern Tyrrhenian sea, Italy) resulting from high resolution magnetic survey and seismic profiling*. Annals of Geophysics, 48 (6), 1-15.
- Aiello G., Marsella E., Di Fiore V. and D'Isanto C.; 2009: *Stratigraphic and structural styles of half-graben offshore basins in Southern Italy: multichannel seismic and Multibeam morpho-bathymetry evidences on the Salerno Valley*. Quaderni di Geofisica, 77, 1-33.
- Aiello G., Putignano M.L., D'Argenio B. and Conforti A.; 2010: *Progetto di realizzazione di cartografia geologica secondo le modalità CARG. Foglio geologico n. 465 "Procida". Tavoleta I NW scala 1:25.000. Tavoleta II SW scala 1: 25.000. Tavoleta III SE scala 1:25.000. Tavoleta IV NE scala 1:25.000*. Stampato presso l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sede di Napoli, 119 pp.
- Aiello G., Marsella E., Cicchella A.G. and Di Fiore V.; 2011: *New insights on morpho-structures and seismic stratigraphy along the Campania continental margin (Southern Italy) based on deep multichannel seismic profiles*. Rendiconti Lincei, 22, 349-373.
- Barattolo F. and Pugliese A.; 1987: *Il Mesozoico dell'Isola di Capri*. Quaderni dell'Accademia Pontaniana, 8, 1-36.
- Barberi F., Innocenti F., Lirer L., Munno R., Pescatore T. and Santacroce R.; 1978: *The Campanian Ignimbrite: a major prehistoric eruption in the Neapolitan area (Italy)*. Bull. Volcanol., 41 (1), 1-22.
- Beccaluva L., Bonatti E., Dupuy C. et al.; 1990: *Geochemistry and mineralogy of volcanic rocks from the ODP sites 650, 651, 655 and 654 in the Tyrrhenian sea*. Proc. ODP Results, 107, 49-74.
- Bigi G. et al.; 1992: *Structural Model of Italy*. Maps and Explanatory Notes.
- Bonardi G., Amore F.O., Ciampo G., De Capoa P., Miconnet P. and Perrone V.; 1992: *Il Complesso Liguride Auct.: stato delle conoscenze e problemi aperti sull'evoluzione pre-appenninica ed i suoi rapporti con l'Arco Calabro*. Memorie della Società Geologica Italiana, 41, 17-35.
- Chiocci F.L., Tommasi P., Aiello G., Baraza J., Bosman A., Cristofalo G., Ercilla G., Estrada F., Farran M., Martorelli E., Ortolani U., Sarli R., Senatore M.R., Tonielli R., Jacobs C.L., Wallace R.F., Matthews D. and Rouse I.; 1998: *Submarine debris avalanches off the southern flank of Ischia volcanic island, Gulf of Naples*. Proc. 2nd Intern. Symp. "Hard Soils and Soft Rocks", 12-14 Ottobre 1998.
- D'Argenio B., Pescatore T. and Scandone P.; 1973: *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Atti del Convegno "Moderne Vedute sulla Geologia dell'Appennino", Accademia Nazionale dei Lincei, Quad. 183, 49-72. Ge
- Di Fiore V., Aiello G. and D'Argenio B.; 2011: *Gravity instabilities in the Dohrn canyon (Naples Bay, Southern Tyrrhenian sea). Potential wave and run-up (tsunami) reconstruction from a fossil submarine landslide*. Geologica Carpathica, 62 (1), 55-71.
- Faccenna C., Mattei M., Funicello R. and Jolivet L.; 1996: *Styles of back-arc extension in the Central Mediterranean*. Terra Nova, 9, 126-130.
- Fusi N., Mirabile L., Camerlenghi A. and Ranieri G.; 1991: *Marine geophysical survey of the Gulf of Naples (Italy): relationships between submarine volcanic activity and sedimentation*. Memorie della Società Geologica Italiana, 47, 95-114.
- Kastens K.A., Mascle J., and Others, O.D.P.; 1988: *Leg 107 in the Tyrrhenian Sea: insights into passive margin and back-arc basin evolution*. Geol. Soc. Amer. Bull. 100, 1140-1156.
- ISPRA; 2011: *Carta geologica scala 1:10.000 – Isola di Procida. Regione Campania, Settore Difesa Suolo, Systemcart, Roma, Italia*.

- Maliverno A. and Ryan W.B.F.; 1986: *Extension in the Tyrrhenian sea and shortening in the Apennines as a result of arc migration driven by sinking of the lithosphere*. *Tectonics*, 5, 227-245.
- Milia A.; 2000: *The Dohrn canyon: a response to the eustatic fall and tectonic uplift of the outer shelf along the Eastern Tyrrhenian sea margin, Italy*. *Geomarine Letters*, 20 (2), 101-108.
- Milia A., Mirabile L., Torrente M.M. and Dvorak J.J.; 1998: *Volcanism offshore of Vesuvius volcano (Italy): implications for hazard evaluation*. *Bull. Volcanol.*, 59, 404-413.
- Milia A., Torrente M.M., Russo M. and Zuppeta A.; 2003: *Tectonics and crustal structure of the Campania continental margin: relationships with volcanism*. *Mineralogy and Petrology*, 79, 33-47.
- Mirabile L., De Marinis E. and Frattini M.; 2000: *The Phlegrean fields beneath the sea: the underwater volcanic district of Naples, Italy*. *Boll. di Geof. Teor. e Appl.*, 41 (2), 159-186.
- Patacca E. and Scandone P.; 1989: *Post-Tortonian mountain building in the Apennines. The role of passive sinking of a relic lithospheric slab*. In: **Boriani A., Bonafede M., Piccardo G.P., Vai G.B. (Eds.) The lithosphere in Italy**. *Atti Accademia Nazionale dei Lincei, Advanced Earth Science Research*, 157-176.
- Perrone V.; 1988: *Carta geologica della Penisola Sorrentina*. *Atti 74 Cong Soc Geol Ital B*, 336-340
- Ritsema A.R.; 1979: *Active or passive subduction at the Calabrian Arc*. In: Van Der Linden W.J.M. (Ed.), *Fixism, mobilism or relativism: Van Bemmelen's search for harmony*. *Geol. Mijnbouw*, 58, 127-134.
- Rosi M. and Sbrana A.; 1987: *Phlegrean Fields*. *Quaderni De La Ricerca Scientifica, CNR, Roma*, vol. 9, 168 pp.
- Sartori R.; 2003: *The Tyrrhenian back-arc basin and subduction of the Ionian lithosphere*. *Episodes*, 26 (3), 217-221.
- Sartori R. and Capozzi R.; 1998: *Patterns of Neogene to Rift related subsidence in the Tyrrhenian domain*. In: Cloetigh S., Ranalli G., Ricci C.A. (Eds.), *Sedimentary Basins: Models and Constraints*. *Proceeding International School Earth and Planetary Sciences, CNR, Siena*, pp. 147-158.
- Sartori R., Torelli L., Zitellini N., Carrara G., Magaldi M. and Mussoni P.; 2004: *Crustal features along a W-E Tyrrhenian transect from Sardinia to Campania margins (Central Mediterranean)*. *Tectonophysics*, 383, 171-192.
- Yilmaz O.; 1988: *Seismic data processing*. *Soc. Expl. Geophys., Tulsa*.