

BACINO IDROGEOLOGICO MONTI DI PALERMO

Inquadramento geografico

Il bacino idrogeologico dei Monti di Palermo comprende un settore della Provincia omonima e gran parte della porzione occidentale ed orientale dell'Area Metropolitana Palermitana.

Il Fiume Oreto, insinuandosi con la sua valle nel gruppo montuoso lo divide in due grandi settori: il settore sud-orientale, che comprende totalmente lo spartiacque con i monti di Piana degli Albanesi e le diramazioni verso lo Jato, l'Eleuterio e la costa ad E di Palermo; il settore nord-occidentale, che comprende il semiarco occidentale dei monti prospicienti la Conca d'Oro, con i prolungamenti ad O che si affacciano sul Golfo di Castellammare.

Per la suddivisione in settori, useremo il criterio di seguire gli spartiacque da E ad O, indicando i vari rilievi montuosi che si incontrano man mano e i loro prolungamenti sulle creste secondarie nonché le estensioni del territorio in zone collinari o pianeggianti. Iniziando dal Passo di Ficuzza, 595 m s.l.m., il primo rilievo importante è offerto dai Monti di Altofonte (già del Parco Vecchio), una dorsale orientata E-O che si allunga per circa 10 km dalla gola dell'Eleuterio presso Marineo alle gole del Belice Destro, presso Piana degli Albanesi. Tali rilievi culminano nel Monte Rossella, 1.029 m s.l.m.. Collegato a SO è il vasto territorio di alta collina compreso fra i due rami principali del Belice, Belice destro e sinistro; territorio che gravita attorno l'abitato di Roccamena.. Quest'area collinare di Roccamena culmina con il Pizzo di Gallo, 645 m s.l.m. oltre il quale, nei pressi del lago artificiale Garcia, è la confluenza dei due rami del Belice. Dai Monti di Altofonte si passa, attraverso il Passo di Santa Cristina Gela, ubicato a 640 m s.l.m., ai Monti di Piana degli Albanesi. Essi descrivono un arco, puntando prima a N fino a La Moarda e girando poi a SO, passando per i monti Carpineto e Pizzuta e terminando alla Portella della Ginestra. E' il crinale più importante dei Monti di Palermo, comprendendo le 3 vette più elevate dell'intero massiccio palermitano: La Pizzuta, 1.333 m s.l.m., Serra del Frassino, 1.310 m s.l.m. e Pizzo Pelavet, 1.279 m s.l.m.. Ai Monti di Piana degli Albanesi si collegano due importanti crinali montuosi: la prima ad E, attraverso la Portella del Pianetto, 614 m s.l.m. forma i

Monti del Pianetto, con massima elevazione Monte Cervo, m 946 s.l.m.; la seconda a NE, attraverso la Portella di Valle del Fico, 580 m s.l.m., forma a NE i Monti del Mezzagno, disposti ad arco attorno l'abitato di Belmonte Mezzagno e culminanti nel Pizzo Neviera, 853 m s.l.m.. Dalla Portella della Ginestra, 853 m s.l.m., si passa ai Monti di San Cipirello e San Giuseppe Jato, stretta dorsale, lunga km 9, disposta E-O, che però, iniziando dalla gola del Belice Destro, costituisce la naturale continuazione dei Monti di Altofonte, con i quali forma una dorsale lunga quasi 20 km. Questi monti culminano con il Monte Kumeta, 1.233 m s.l.m., quarta vetta per elevazione dei monti di Palermo, e terminano ad O nell'alta valle del Fiume Jato. Da questi monti lo spartiacque si abbassa notevolmente di quota ed attraversa un territorio collinare fino al Passo della Perciata, 330 m s.l.m., oltre il quale si passa nella regione orografica Trapanese.

La fascia costiera è caratterizzata dalla presenza di spianate terrazzate pleistoceniche, che dal livello del mare si estendono sino alla quota di circa 250 m s.l.m., alcune delle quali ritagliate nei depositi più antichi pleistocenici.

L'area più interna è caratterizzata dalla presenza della dorsale di Monte Kumeta, ad andamento grosso modo E-W, limitata da alte balze sub-verticali, specie sul fianco settentrionale.

Il bacino idrogeologico dei Monti di Palermo ricade all'interno dei bacini idrografici dei fiumi Iato, Nocella, Oreto, Eleuterio e di altri bacini minori compresi tra quelli di maggiore estensione. Negli alvei dei corsi d'acqua maggiori, quali l'Oreto, l'Eleuterio ed il Nocella, ed in particolare nei tratti terminali, si rinvencono acquiferi multifalda, di una certa rilevanza, ospitati nei depositi alluvionali.

Inquadramento morfostrutturale

Le strutture neotettoniche controllano la genesi di alcune morfostrutture (Fig. 1), rappresentate da alti morfologici (capi e promontori) interposti tra depressioni (pianure costiere). Le scarpate di faglia che bordano le strutture neotettoniche mostrano caratteri morfologici giovanili che definiscono in maniera netta i bordi dei rilievi montuosi (Figg. 2 e 3).

Alcune faglie neotettoniche nel settore nord-occidentale delle Maghrebidi Siciliane sono sismicamente attive; ad esse infatti è associata una sismicità di moderata intensità che si dispone lungo alcune strutture che nel settore emerso bordano le morfostrutture.

L'attività tettonica recente è suggerita da faglie che dislocano a tratti terre rosse, detrito cementato, e depositi marini e continentali di età tirreniana; le strutture che coinvolgono i depositi più recenti sono stati riscontrati e mappati a differenti quote rispetto al livello del mare, la presenza di indicatori cinematici sulle superfici di faglia suggeriscono che l'intera area è attualmente soggetta ad un campo di sforzi di tipo *strike-slip* (Fig. 4).

In Fig. 5 sono riportate le direzioni di massima compressione ricavate per i Monti di Palermo.

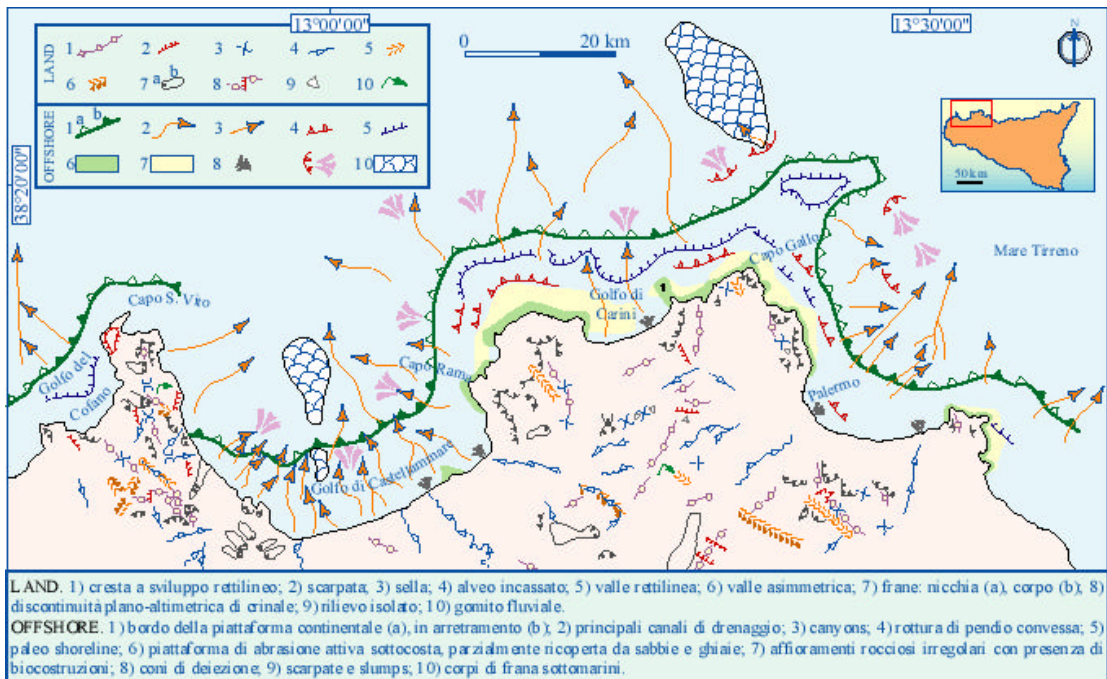


Fig. 1-Principali elementi morfotettonici della Sicilia nord-occidentale (GIUNTA et al., 2001)

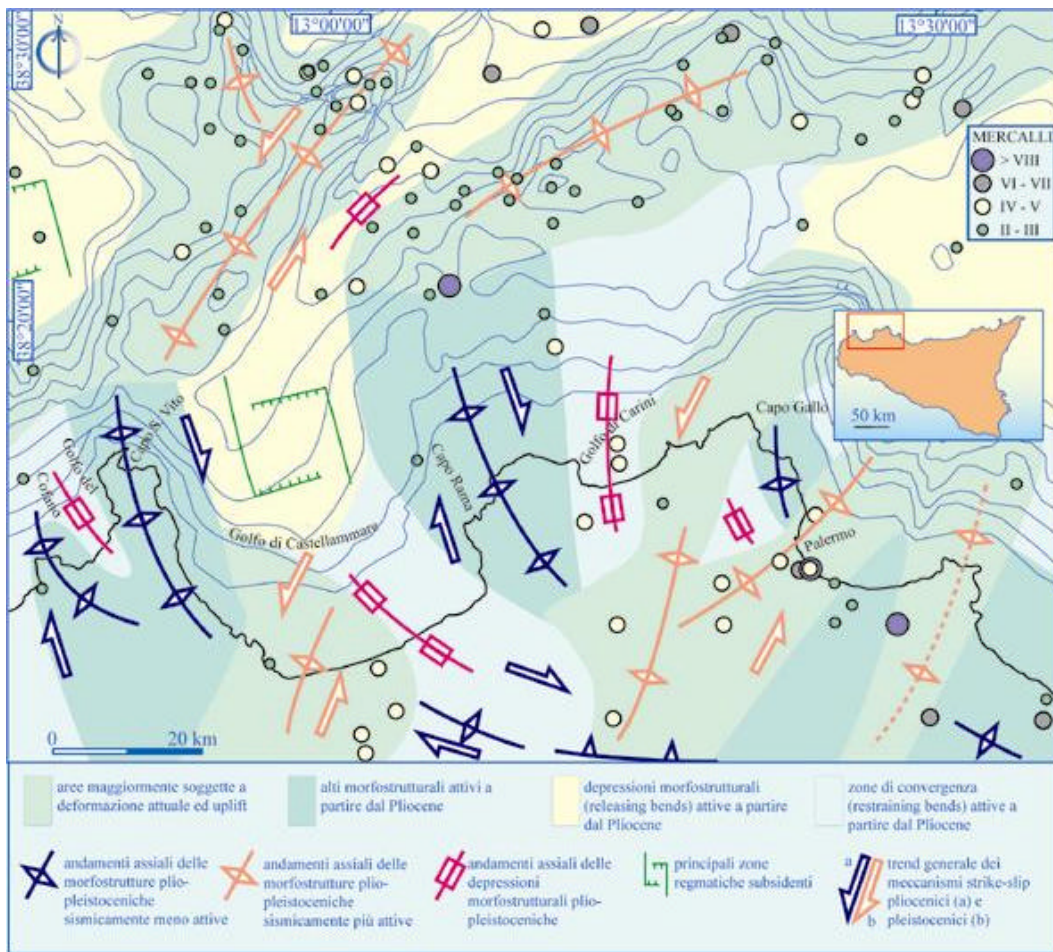


Fig. 2 - Quadro sismotettonico schematico della Sicilia occidentale

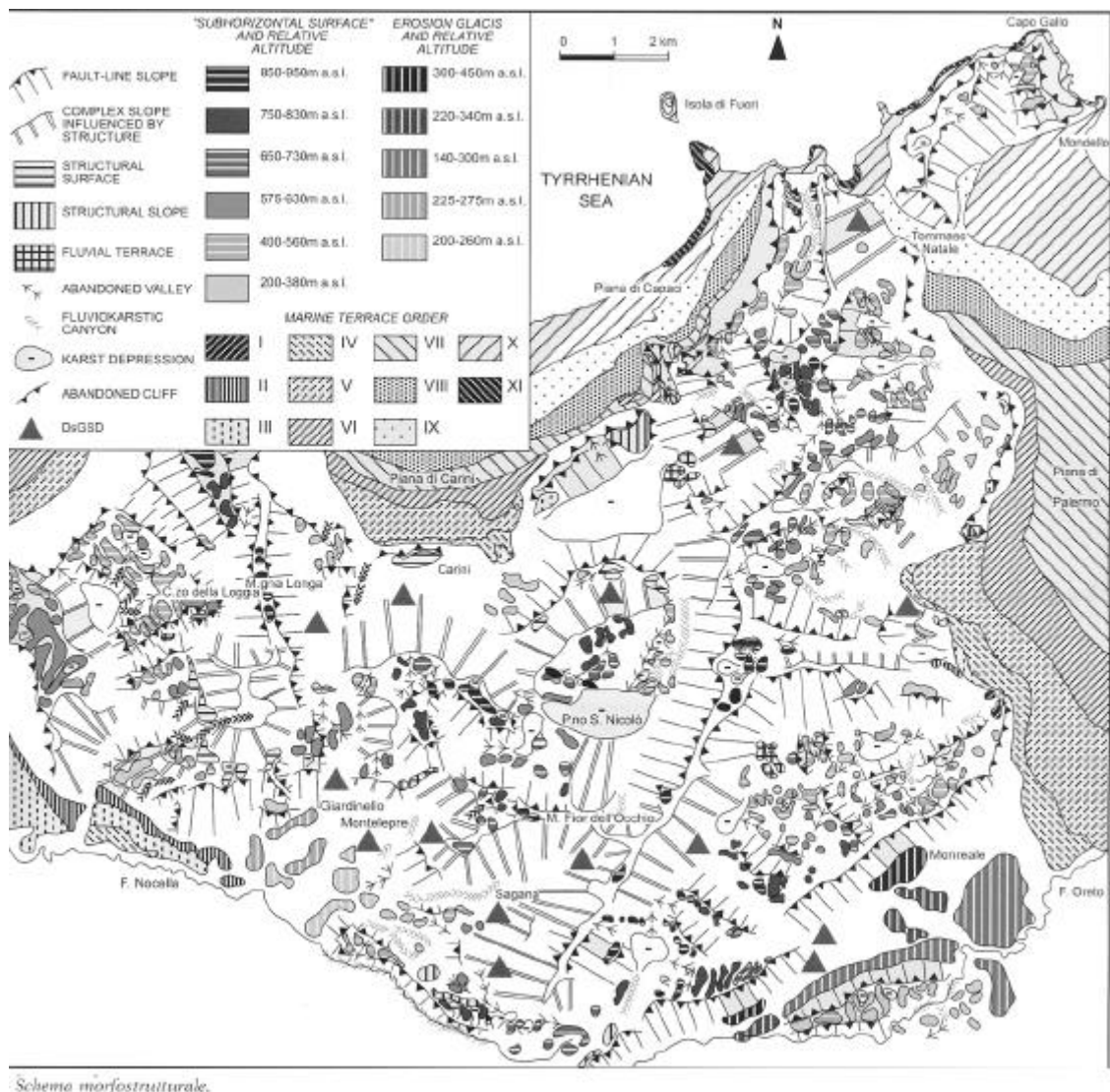


Fig. 3 - Schema morfostrutturale dei Monti di Palermo occidentali (Di Maggio, 2000)

Inquadramento geologico

I Monti di Palermo costituiscono un segmento della catena nord siciliana e sono il risultato della sovrapposizione tettonica di vari corpi geologici carbonatici, carbonatico-silicoclastici e terrigeni, d'età Trias sup. - Miocene inf. (Fig. 6), con vergenza generalmente meridionale. Tali corpi derivano dalla deformazione miocenica, sia di una successione bacinale pelagica e di scarpata (Dominio Imerese *Auct.*, Fig. 7), sia di successioni di piattaforma carbonatica (Dominio Panormide e Dominio Trapanese *Auct.*) individuate durante le fasi distensive mesozoiche e coronate da depositi terrigeni silicoclastici (Flysch Numidico *Auct.*).

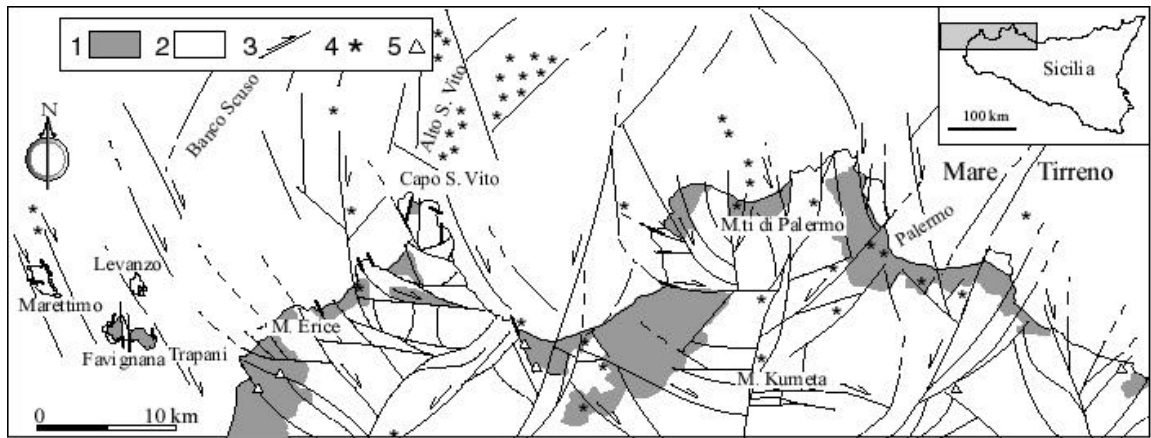


Fig. 4 - Principali faglie neotettoniche in Sicilia occidentale (da NIGRO et al., 2000)

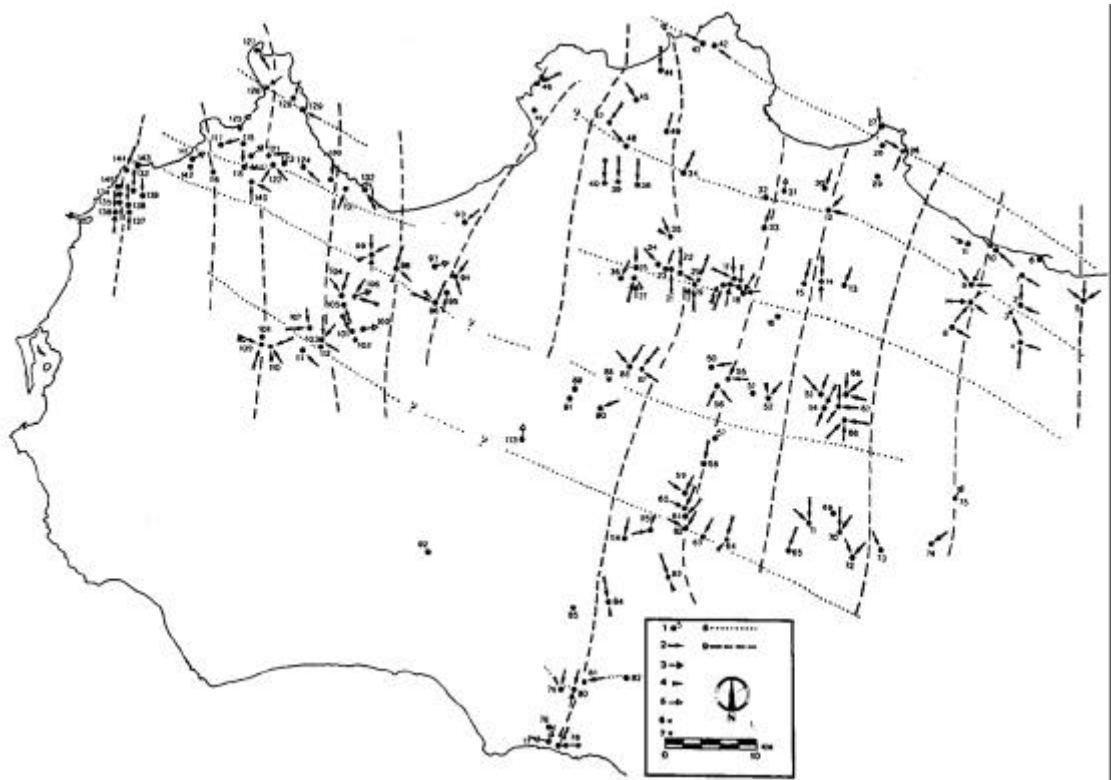


Fig. 5 - Direzione dell'asse di massima compressione e di massima estensione (componenti orizzontali) in Sicilia occidentale (da GHISETTI & VEZZANI, 1984)

Subordinati sono invece gli affioramenti, ridotti a placche isolate, dei depositi pelitici e calcareo-marnosi del Dominio Sicilide *Auct.* (Fig. 8).

L'analisi strutturale dell'intero edificio tettonico dei Monti di Palermo ha permesso di riconoscere un cuneo di unità di piattaforma carbonatica (unità Panormidi ed unità Trapanesi) ricoperte da unità bacinali (unità Imeresi) che costituiscono la parte più alta dell'edificio tettonico (Figg. 9 e 10).

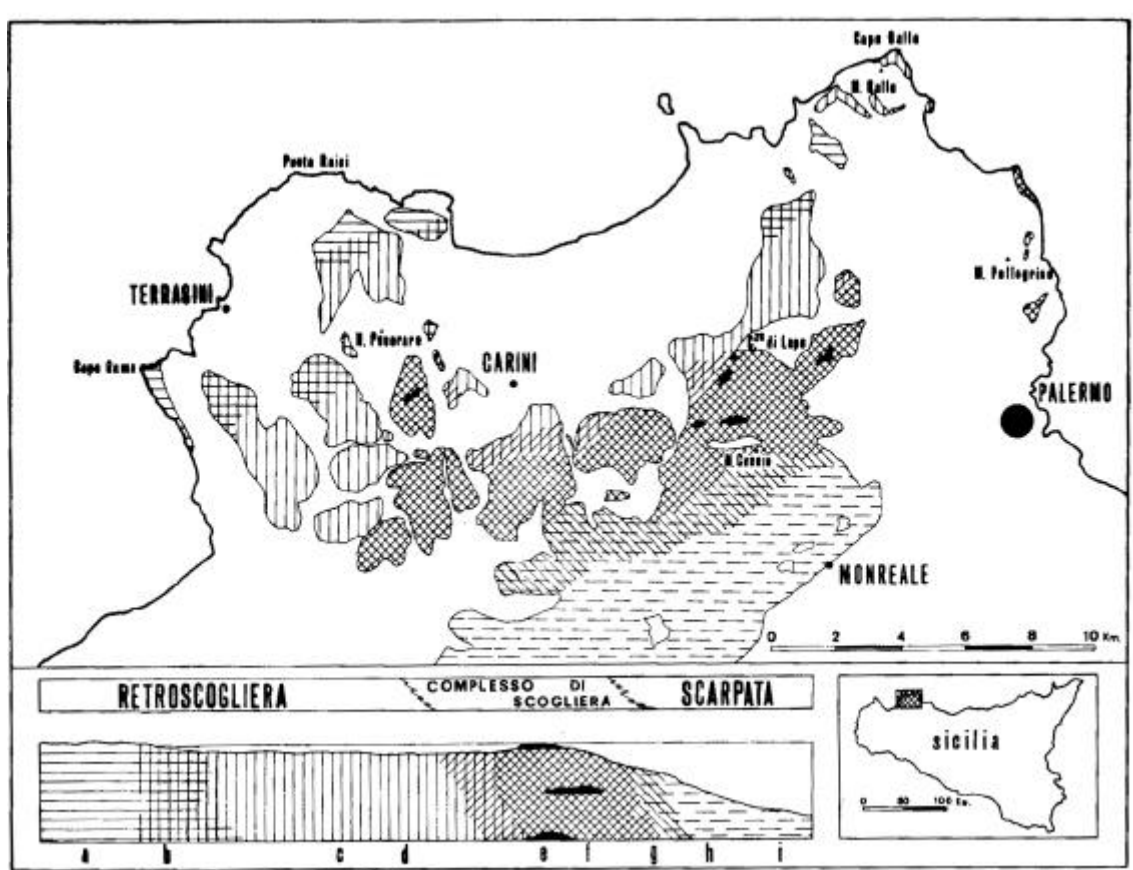
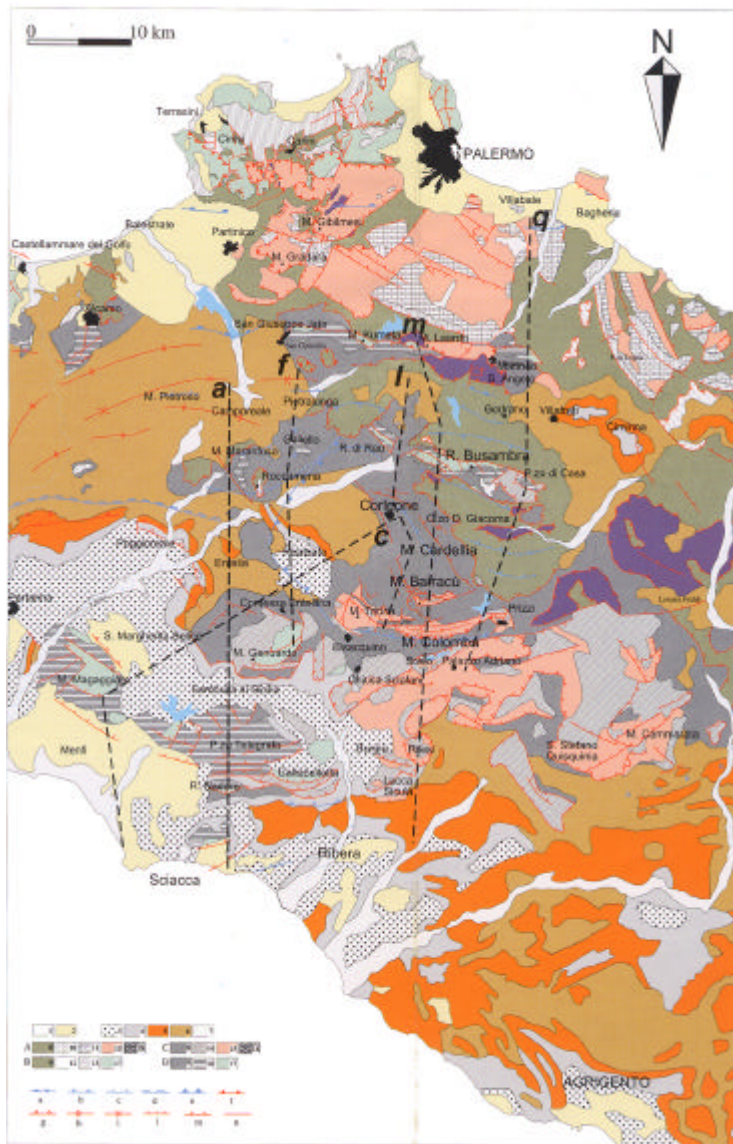


Fig. 7 - Carta delle facies del Trias sup. della Piattaforma carbonatica Panormide nei Monti di Palermo (ABATE E CATALANO, 1974)

- 1) Unità Trapanesi
 - a) Unità Monte Kumeta

Rappresenta l'unità più bassa nell'edificio strutturale ed è dissezionata da faglie trascorrenti E-W, ruotanti verso oriente a NW-SE che hanno determinato l'estrusione del rilievo. Affiora ininterrottamente da S. Giuseppe Iato-S. Cipirello sino ai dintorni di Marineo e Bolognetta dove è ricoperta dalle unità Imeresi dei Monti di Termini-Trabia. Verso N è invece limitata sia dalle predette faglie trascorrenti, sia dalla struttura di

Monte Leardo (quest'ultima può essere considerata la prosecuzione più meridionale dell'unità di Belmonte Mezzagno-Pizzo Mirabella).



b) Geological map of the study area (from Catalano *et alii*, 1998). Legend: 1. Recent deposits; 2. Upper Pliocene- Pleistocene clastic carbonates; 3. Pliocene marls and calcarenites; 4. Lower Pliocene marly limestones (Trubi); 5. Messinian evaporites; 6. Upper Tortonian-lower Messinian reef carbonates and terrigenous deposits (Terravecchia Fm.); 7. Sicilide units. A. Imerese Units; 8. Numidian Flysch; 10. Upper Cretaceous-Oligocene pelagic carbonates (Scaglia); 11. Jurassic-lower Cretaceous radiolarites with resedimented carbonates; 15. Upper Carnian-lower Liassic cherty limestones; 18. Carnian limestones and marls. B. Panormide units; 8. Numidian Flysch; 12. Lower Cretaceous-lower Oligocene marls and limestones; 13. Jurassic-lower Cretaceous calcilutites and calcarenites; 17. Triassic-Liassic platform carbonates. C. Sicanian Units; 9. Upper Oligocene-Langhian glauconitic sandstones and marls, Serravallian-lower Tortonian sandy marls; 14. Dogger-lower Oligocene pelagic carbonates, radiolarites and resedimented carbonates; 15. Upper Carnian-lower Liassic cherty limestones and calcareous breccias; 18. Carnian limestones and marls. D. Trapanese units; 9. Upper Oligocene-Langhian glauconitic sandstones and marls, Serravallian-lower Tortonian sandy marls; 16. Jurassic-Oligocene pelagic platform deposits; 17. Triassic-Liassic platform carbonates. a) Panormide and Imerese buried thrust fronts; b) Tortonian buried thrust fronts; c) post-Tortonian buried thrust fronts; d) southern front of the pre-Panormide nappe; e) leading edge of the Sicanian units; f) pre-middle Tortonian thrust fronts; g) post-Tortonian thrust fronts; h) anticline axes; i) syncline axes; l) reverse faults; m) extensional faults; n) tectonic lineament.

Fig. 8- Inquadramento geologico-strutturale dei Monti di Palermo secondo CATALANO *et al.* (2000)

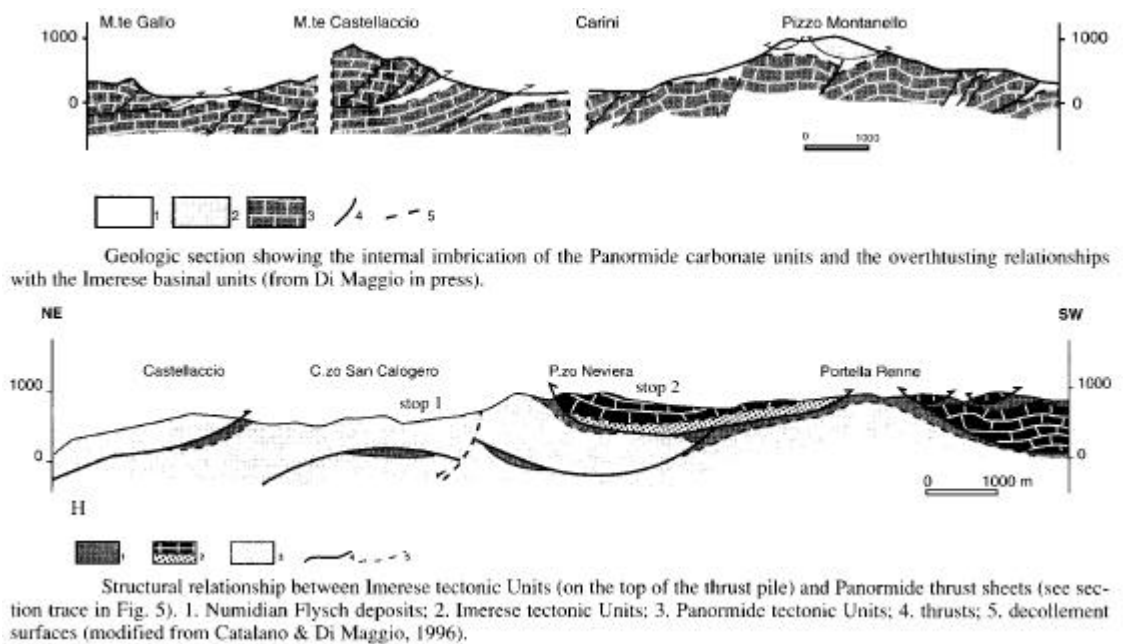


Fig. 9 - Sezioni geologiche attraverso i Monti di Palermo. da CATALANO (1997)

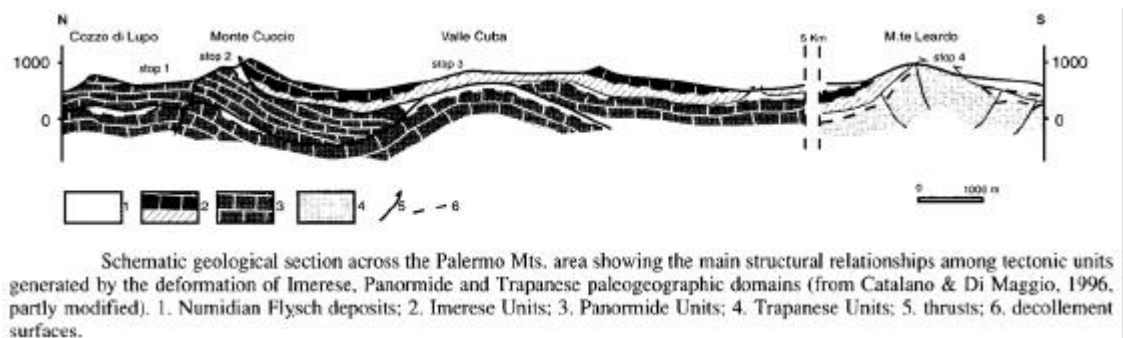


Fig. 10 - Sezioni geologiche attraverso i Monti di Palermo. da CATALANO (1997)

2) Unità Panormidi

a) Unità Monte Pecoraro-Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino

Costituisce l'unità panormide più bassa e si estende con andamento da NW-SE sino ad E-W dall'abitato di Terrasini (Monte Pecoraro) ad W sino alla città di Palermo (Monte Pellegrino). Nella Piana di Palermo, l'unità, ribassata dalla tettonica distensiva, è ricoperta dalle calcareniti pleistoceniche.

b) Unità Monte Palmeto - Monte Castellaccio

Ricopre tettonicamente le coperture terrigene numidiche dell'unità a) e si stende a NW della città di Palermo sino a comprendere, oltre al rilievo principale di Monte Castellaccio anche l'Isola delle Femmine. Il fronte di accavallamento sull'unità precedente, ben visibile a S e SE è invece mascherato ad oriente, in corrispondenza della Piana di Palermo, dai depositi delle calcareniti pleistoceniche, emergendo solo nella montagnola abrasa di Villa Raffo.

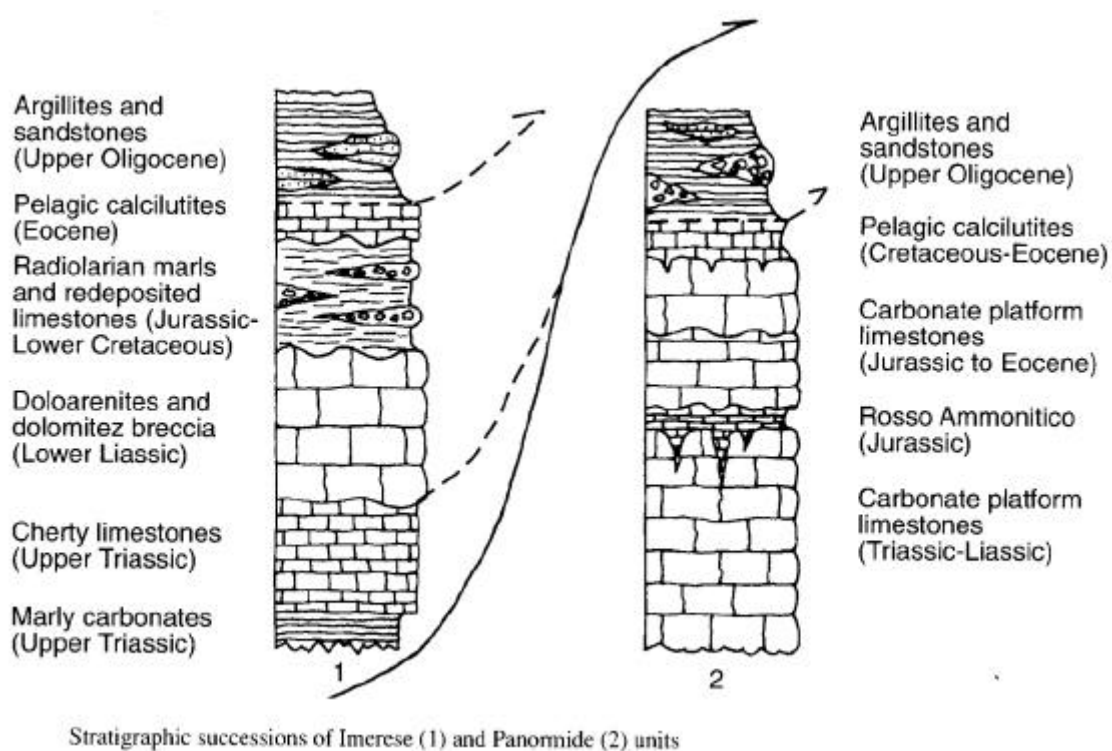


Fig. 11 - Stratigrafie e rapporti geometrici tra le successioni imeresi e panormidi secondo CATALANO (1997)

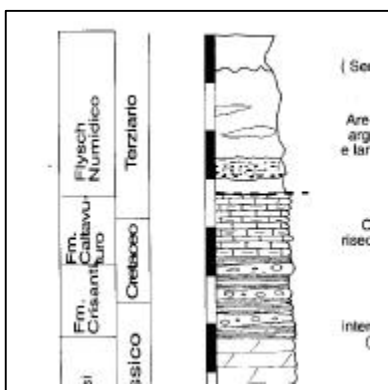
c) **Unità Monte Gallo**

Rappresenta l'unità più alta tra quelle panormidi che costituiscono l'edificio tettonico dei Monti di Palermo ed è dissezionata sia da faglie inverse che da faglie da dirette a trastensive. Il fronte di accavallamento sull'unità precedente, in corrispondenza della Piana, è mascherato da depositi marini e continentali pleistocenici.

Le Unità Panormidi si sovrappongono a quelle Imeresi (Fig. 11), il cui spessore arriva sino a 1500m (Fig. 12)

3) *Unità Imeresi*

a) Unità Belmonte Mezzagno Pizzo Mirabella (Fig. 13)



Si tratta di una dorsale anticlinalica (Fig. 14), ripetutamente dissezionata dalla tettonica distensiva e/o trascorrente.

Nel suo complesso, l'unità è costituita da un'anticlinale di rampa vergente verso S, da una sinclinale sepolta colmata dai depositi terrigeni numidici, parzialmente dissezionata dalla tettonica distensiva, nonché dalla

struttura di Monte Leardo che sovrascorre direttamente sulle unità Trapanesi.

Presso il fronte dell'anticlinale di rampa sono presenti placche calcaree o calcareo-silicoclastiche, interpretabili come il prodotto di crolli e/o scivolamenti di blocchi o megablocchi (ad es. Cozzo Lavanche) ed alle quali sono legate delle modeste manifestazioni sorgentizie. In corrispondenza della porzione settentrionale prospiciente sulla Piana di Palermo (Ciaculli, Falsomiele, Villabate etc.) la struttura anticlinalica è dissecata da faglie dirette immergenti verso mare con rigetti sovente superiori ai mille

Fig. 12-

metri e responsabili delle venute sorgentizie.

da Catalano & Lo Cicero (1998)

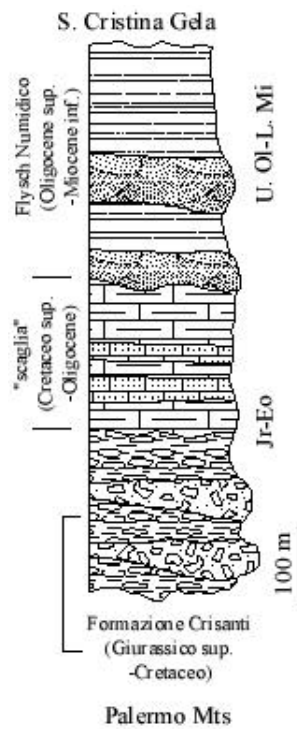


Fig. 13 - Stratigrafia delle unità imeresi nei Monti di Palermo occidentali (da NIGRO & RENDA, 2004)

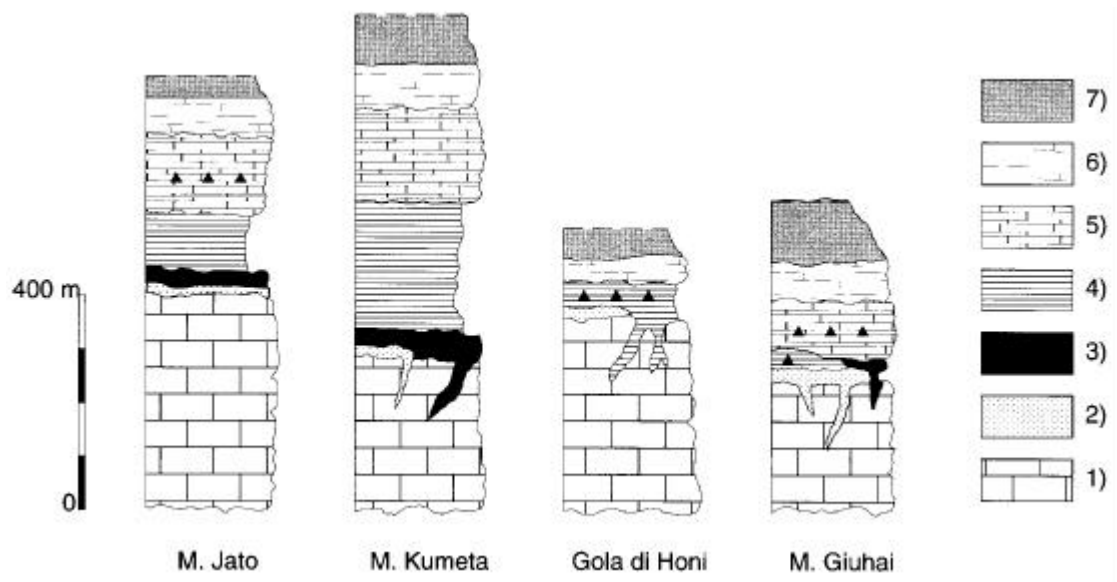


Fig. 14 - Colonne stratigrafiche della dorsale di Monte Kumeta (Catalano et al., 1990)

b) Unità Monte Gradara

Tale unità è anch'essa costituita da una struttura monoclinale che si accavalla sulla precedente ed è, come quest'ultima, dissezionata dalla tettonica distensiva con faglie dirette NNE-SSW ritagliate da faglie dirette ENE-WSW e da trascorrenti sinistre con andamento da NE-SW (faglia di Monreale-Pioppo) a N-S ruotanti ad NNE-SSW (faglia di Torretta).

c) Unità Monte Saraceno-Monte Cuccio

E' l'unità più alta tra quelle imeresi che costituiscono l'edificio tettonico dei monti di Palermo ed è data sia da grosse placche calcareo-dolomitiche totalmente isolate (megaklippen di Monte Saraceno, Pizzo Montanello e Pizzo Peluso), sia da scaglie embriciate con il Flysch Numidico (Monte Fior dell'Occhio, Monte S. Isidoro) sia da grossi corpi scagliati (Monte Cuccio), che coinvolgono solo localmente le coperture terrigene. In corrispondenza della Piana di Palermo, con tutta probabilità, l'unità è ricoperta, in discordanza, dai depositi calcarenitici pleistocenici.

4) Unità Sicilidi

Costituiscono placche più o meno estese, per lo più brachisinclinali, di Argille Varicolori *Auct.* e dei sovrastanti calcari marnosi e marne calcaree con intercalazione biocalcarenitiche o biocalciruditiche (Fm. di Polizzi Generosa *Auct.*) riposanti tettonicamente sul Flysch Numidico.

5) Depositi tardorogeni e postorogeni

A sud-ovest dell'edificio tettonico dei Monti di Palermo sono visibili alcune brachisinclinali nella quali affiorano i terreni tardorogeni, costituiti prevalentemente da depositi terrigeni pelitico-arenaceo-conglomeratici del Serravalliano-Tortoniano.

Nella Piana di Palermo sono presenti depositi pleistocenici costituiti da argille azzurre sabbie e da calcareniti e/o da conglomerati ciottolosi ben cementati.

Inquadramento idrogeologico

L'area dei Monti di Palermo riveste un certo interesse dal punto di vista idrogeologico; infatti gli elevati valori delle precipitazioni annue e le particolari strutture idrogeologiche esistenti rendono quest'area un importante settore della Sicilia centro settentrionale.

I vari tipi litologici simili affioranti nell'area dei Monti di Palermo sono raggruppabili in complessi aventi nel loro insieme una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente ed un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto. Nei confronti dell'infiltrazione e della circolazione idrica tali complessi presentano un comportamento sostanzialmente identico.

I principali complessi idrogeologici individuati sono:

Complesso calcareo-marnoso e argilloso-arenaceo-calcareo (Fm. Mufara)

E' rappresentato essenzialmente da argilliti e marne variegate con intercalati livelli calcilutitici, calcisiltitici, calcarenitici e potenti lenti di breccie dolomitiche (Fm. Mufara *Auct.*, Carnico). Tale complesso, nella sua globalità, presenta un grado di permeabilità molto basso, che si riduce ulteriormente quando si presenta intensamente tettonizzato. Inoltre nella porzione superficiale di alterazione, per la presenza di materiale lapideo inglobato nella massa argillosa marnosa di fondo, si può osservare una bassa permeabilità per porosità e talora in tale porzione è ospitata una falda idrica a superficie piezometrica libera, alquanto effimera in quanto legata alle condizioni stagionali. La Fm. Mufara, costituita da una fitta alternanza di livelli calcilutitici e/o calcisiltitici e di marne giallognole, rappresenta il limite di permeabilità definito del sovrastante complesso calcareo-dolomitico, con comportamento di impermeabile relativo. La permeabilità, medio, è compresa tra i 10^{-3} e i 10^{-5} m/s. La vulnerabilità è bassa e praticamente trascurabile.

Complesso calcareo-dolomitico

In tale complesso sono stati raggruppati vari termini litologici con grado di permeabilità simile che ne giustifica l'associazione. Trattasi di calcilutiti e calcareniti

della Fm. Scillato *Auct.* del Trias sup., delle breccie dolomitiche, doloruditi e doloareniti della Fm. Fanusi *Auct.*, del Lias inf. e dei grossi corpi carbonatici risedimentati (essenzialmente calcareniti e calciruditi) della Fm. Crisanti *Auct.* Esso, per le caratteristiche idrogeologiche rappresenta uno dei principali acquiferi dei Monti di Palermo, come attesta la presenza di alcune sorgenti di una certa rilevanza (ad es. del Gabriele). Stratificazione indistinta o malvisibile presentano le dolomie e le breccie dolomitiche vacuolari della Fanusi.

La fratturazione si sviluppa in più sistemi, generalmente il principale presenta un andamento quasi perpendicolare al secondario ed anche se non è accompagnata da fenomeni carsici particolarmente sviluppati, fa di questi termini degli eccellenti acquiferi dotati di elevata permeabilità da 10^{-2} a 10^{-3} m/s.

La notevole esposizione, in affioramento, consente un'alimentazione di grande entità che genera sorgenti d'elevata portata.

La vulnerabilità è da considerare da elevata ad alta, legata alla maggiore o minore carsificazione dei calcari.

La permeabilità prevalente è alta per fratturazione e localmente per porosità, allorquando il complesso si presenta intensamente cataclasato (dolomie farinose di Baida e di Cozzo S. Isidoro) e le forme carsiche sono poco sviluppate se raffrontate ad altri complesso idrogeologici.

Complesso prevalentemente calcareo

In tale complesso sono stati unificati i termini calcarei e calcareo-dolomitici, pertinenti alle successioni derivanti dalla deformazione del dominio Piattaforma Panormide. Esso, per le sue caratteristiche idrogeologiche, rappresenta il principale acquifero del territorio dei Monti di Palermo e riveste un'importanza strategica ai fini di nuovi interventi per la ricerca e quindi per l'incremento delle disponibilità idriche attuali.

Tale complesso appare ovunque discretamente stratificato ed intensamente fratturato e carsificato.

La serie calcarea presenta una notevole ricchezza di forme carsiche, fondamentalmente doline ed inghiottitoi.

Tale complesso si caratterizza per l'alto grado di permeabilità relativa per fessurazione e carsismo epigeo ed ipogeo che permette forti aliquote di infiltrazione efficace. L'indice di carsificazione aumenta verso l'alto stratigrafico e di conseguenza il grado di permeabilità è notevolmente crescente verso l'alto. Mediamente la permeabilità varia da 10^{-2} a 10^{-1} m/s.

Anche in questo complesso, la fratturazione si sviluppa in più sistemi, generalmente il principale presenta un andamento quasi perpendicolare al secondario.

La vulnerabilità è da considerare molto elevata, ma la modesta antropizzazione delle aree di alta quota e la mancanza di centri di pericolo diffusi o puntuali la limitano notevolmente.

Questo complesso assieme a quello calcareo dolomitico costituisce l'acquifero principale dell'area ed ospita una falda, generalmente libera, in rete di frattura. Quando al complesso calcareo fa seguito la copertura terrigena impermeabile numidica, la falda idrica risulta confinata ed è in comunicazione con la falda libera presente in corrispondenza delle aree di ricarica.

Complesso calcareo marnoso e silico-marnoso

Sono raggruppati in tale complesso le sequenze di argilliti silicee, radiolariti e marne a radiolari della Fm. Crisanti *Auct.*, le calcilutiti e calcisiltiti con intercalati banchi di biocalcareni gradate (Fm. Caltavuturo *Auct.*), le calcilutiti, calcisiltiti e marne con liste di selce ("Scaglia" *Auct.*) e le calcilutiti, calcareniti e marne della Fm. Polizzi *Auct.*

La permeabilità per fessurazione è bassa e questa aumenta localmente nelle successioni calcarenitiche. Trattasi di terreni nei quali la porosità è quasi nulla, mentre la fessurazione, in special modo per la Fm. Polizzi, è legata al grado di tettonizzazione, rilevante, anche se spesso le diaclasi sono occluse da materiale siltoso-lutitico. La permeabilità è comunque mediamente contenuta entro 10^{-7} a 10^{-5} m/s.

Le radiolariti e le argilliti silicee quando sono particolarmente potenti, possono rivestire un ruolo di impermeabile relativo per i sovrastanti complessi idrogeologici, dando luogo ad alcune manifestazioni sorgentizie localizzate, lungo il limite di permeabilità definito, costituito dalle stesse argilliti.

Nelle altre successioni descritte sopra la presenza di livelli più marnosi favorisce localmente l'instaurarsi di manifestazioni sorgentizie a carattere altamente stagionale.

Le sorgenti legate agli affioramenti di modesta estensione sono di scarsa portata.

I termini litologici presenti in questo complesso ricoprono, a volte, terreni a maggiore permeabilità contribuendo alla loro alimentazione ed anche, parzialmente, alla loro protezione. La vulnerabilità va considerata da media a bassa.

Complesso delle megabrecce carbonatiche meso-cenozoiche

Trattasi per lo più di megabrecce ed olistoliti calcarei in corpi lenticolari o stratiformi con potenza estremamente variabile da pochi centimetri a diverse decine di metri ed intercalati a vari livelli nelle successioni argillose del Flysch Numidico dell'alta valle dell'Oreto. La permeabilità è estremamente variabile per porosità e per gli elementi di più grosse dimensioni talora si ha una circolazione idrica resa manifesta da una serie di emergenze di portata irrisoria. Il maggiore sviluppo di tale complesso si ha nel settore a S. di Pizzo Mirabella, nel Monrealese (Balzo del Gatto) e tra Monte Cuccio e Pizzo Vuturo.

La porosità è quasi nulla, mentre la fessurazione è legata al loro grado di tettonizzazione; la permeabilità varia da 10^{-3} a 10^{-1} m/s.

I modesti affioramenti generano piccole sorgenti di portata effimera. La vulnerabilità è media, ma estremamente localizzata.

Complesso argilloso arenaceo del Flysch Numidico

Nel complesso rientrano le sequenze pelitico-arenacee del Flysch Numidico. Trattasi infatti di arenarie con intercalazioni di argille e di arenarie conglomeratiche. La permeabilità è essenzialmente per fessurazione soprattutto in corrispondenza dei livelli arenacei. I valori di permeabilità sono variabili in funzione dello stato di fratturazione dei banchi arenacei. La prevalenza dei termini arenacei rispetto quelli pelitici comporta una circolazione idrica sotterranea che, seppure discontinua, è nell'insieme di un certo interesse data la frequenza dei piani di fratturazione. Ciò è reso evidente da tutta una serie di piccole manifestazioni sorgentizie che bordano, a diversa quota, i banconi

arenacei sovrastanti termini poco permeabili o in seno alla stessa successione dove si hanno intercalazioni argillose di maggiore potenza.

La permeabilità è compresa tra i 10^{-7} e i 10^{-9} m/s. La vulnerabilità è bassa e praticamente trascurabile.

Complesso prevalentemente arenaceo

In tale complesso sono raggruppate le sequenze arenaceo conglomeratiche del Flysch Numidico. Questo complesso presenta un certo interesse idrogeologico locale nei settori dove maggiormente si sviluppa, in quanto il numero delle manifestazioni sorgentizie è sempre legato all'estensione degli affioramenti ed alla frequente presenza di banconi arenacei, generalmente molto fratturati. In corrispondenza di quest'ultimi la permeabilità è generalmente discreta e può assumere, in qualche caso, anche valori elevati.

La permeabilità è modesta per porosità, localmente più elevata per la presenza di fessurazione diffusa; i valori medi sono prossimi a 10^{-3} m/s.

Complesso prevalentemente argilloso-marnoso

In questo complesso sono riunite, per evidenti affinità litologiche, oltre che idrogeologiche, le numerose formazioni pertinenti alle Unità Sicilidi e quelle oligomioceniche. Infatti in tale complesso sono rappresentate: le argille serravalliane tortoniane (Pre-Terravecchia *Auct.*), le marne e le argille sabbiose del Tortoniano (Fm. Terravecchia *Auct.*), le argille sottilmente stratificate, siltiti e arenarie del Flysch Numidico (facies pelitica), le Argille Varicolori *Auct.*, frequentemente tettonizzate, talora caotiche, ed inglobanti una frazione lapidea più o meno abbondante. Questi vari termini compositi svolgono la funzione di impermeabile relativo rispetto tutti gli altri complessi idrogeologici del settore in oggetto.

Infatti il ruolo idrogeologico di questi termini è da ritenere inesistente non essendoci nelle aree del loro affioramento delle vere falde idriche a cui essi potrebbero fare da limite di permeabilità definito o da strato confinante.

Caratteristiche leggermente diverse presenta il Flysch Numidico nella sua facies pelitica a causa della giacitura dei livelli arenacei inglobati nelle argilliti, talora

intensamente tettonizzate. Le caratteristiche di permeabilità relativa del complesso in oggetto sono molto variabili da livello a livello e da zona a zona ma in ogni caso essa rimane notevolmente bassa. La permeabilità è, quindi, da bassa a bassissima con valori compresi tra 10^{-7} a 10^{-9} m/s.

Tali successioni, in special modo per il Flysch Numidico pelitico, per il loro assetto geometrico e per i ripetuti accavallamenti tettonici, possono raggiungere spessori anche di migliaia di metri.

Modeste falde idriche, localizzate nelle ridotte coltri d'alterazione di tali successioni terrigene, sono captate da pozzi di grande diametro e di modesta profondità (3 - 6 m) o talora alimentano sorgenti quasi sempre temporanee.

La vulnerabilità è praticamente nulla, salvo in situazioni localizzate, per la presenza di piccole sorgenti o pozzi.

Complesso conglomeratico

Conglomerati poligenici per lo più ciottolosi, più o meno cementati, con clasti prevalentemente carbonatici e/o arenacei e matrice sabbiosa, si rilevano localmente nel settore meridionale dei Monti di Palermo, nella zona compresa tra la Pizzuta e Monte Mirto. Tali conglomerati presentano, di solito, stratificazione da massiva a cattiva con livelli e lenti sabbiosi, talora sabbioso-argillosi specialmente alla base. Lo spessore è estremamente variabile ed il complesso mostra una permeabilità da discreta a buona per porosità, regolata dalla presenza o meno di una matrice argillosa e talora, per i livelli più cementati, da una permeabilità per fessurazione in funzione della presenza o meno di materiali siltitici o lutitici che ne condizionino l'occlusione. Tutto ciò permette l'alimentazione di un certo numero di sorgenti la cui portata è generalmente modesta, eccezionalmente di circa 10 l/s, ma con poca variabilità, ed è funzione prevalentemente della limitata estensione degli affioramenti del suddetto complesso, il quale quasi sempre è sostenuto da terreni a permeabilità più bassa, argillosi che delimitano nettamente l'acquifero costituendo un limite di permeabilità definito.

La permeabilità generalmente è da media a bassa e compresa tra 10^{-1} a 10^{-2} m/s. Le lenti argilloso-siltose, riscontrabili a diverse altezze stratigrafiche, negli orizzonti

conglomeratici, costituiscono dei limiti di permeabilità indefiniti responsabili della formazione di falde idriche sospese o localmente confinate.

La vulnerabilità va considerata da media a bassa con condizioni locali di maggiore sensibilità a situazioni d'inquinamento puntuale.

Complesso calcarenitico

Si sviluppa nelle principali piane (Piana di Palermo, Carini, Cinisi-Terrasini, etc.) ed è costituito da successioni biocalcarenitiche e/o biocalciruditiche di età pleistocenica, con intercalazioni sabbioso-siltose ed argilloso-siltose. Il complesso in alcune aree della Piana di Palermo è limitato alla base da un cuneo di argille sabbioso-siltose con abbondante tritume fossile (argille grigio azzurre di Ficarazzi). La permeabilità è generalmente compresa tra 10^{-2} a 10^{-5} m/s. La falda idrica ospitata è di tipo libero o semiconfinato. Trova alimentazione per lo più dai rilievi circostanti, calcareo-dolomitici e talora risulta in comunicazione idraulica con gli acquiferi carbonatici sepolti (es. Piana di Palermo, Carini etc.). L'intenso sfruttamento delle falde ospitate ha innescato estesi fenomeni di ingressione marina. Su tale complesso sorgono i principali centri abitati dell'Area Metropolitana Palermitana, con una tipologia varia e diffusa di centri di pericolo.

Complesso dei travertini

Si localizza in corrispondenza delle principali manifestazioni sorgentizie e costituisce delle placche di spessore ed estensione variabile con vari ambienti deposizionali, lacustri e/o palustri. Non gioca alcun ruolo idrogeologico importante. Su tale complesso sorgono anche alcuni centri abitati (ed es. Monreale e Baida), con una tipologia varia di centri di pericolo.

Complesso alluvionale e depositi litorali

Il complesso alluvionale, affiorante nei fondovalle e lungo le foci, si presenta in corpi lenticolari costituiti da materiali poligenici, da grossolani a fini. La presenza ripetuta di corpi lenticolari siltoso argillosi, più frequenti nei tratti fluviali a bassa inclinazione e verso la costa, determina nel complesso la separazione di livelli a diversa permeabilità e potenza. La presenza di livelli a diverso grado di permeabilità permette, quindi, di

definire tale complesso multifalda, in quanto la falda ospitata in tali materiali è irregolarmente suddivisa in una serie di corpi idrici sovrapposti la cui quota piezometrica è alquanto variabile.

La permeabilità può variare da 10^{-2} a 10^{-7} m/s.

Nei depositi alluvionali dei fiumi Iato, Nocella, Oreto ed Eleuterio, è possibile riconoscere materiali derivanti dall'azione erosiva dei corsi d'acqua, rappresentativi di tutte le litofacies affioranti nei bacini, trasportati e depositati nelle zone depresse delle aree più prossime alla costa. Non si hanno vere e proprie pianure alluvionali.

Lo spessore del materiale alluvionale in tali tratti finali è più potente (in genere intorno ai 40 - 50 m, al massimo 50-60 m, in prossimità delle confluenze laterali), dato che si desume dalla presenza di numerosi pozzi idrici scavati per lo più nei paleoalvei dei fiumi in questione e che si spingono sino a tali profondità.

I depositi litorali si estendono largamente lungo i tratti di costa, con maggiore frequenza in prossimità delle foci dei fiumi maggiori. In questi tratti si sviluppano ampie fasce di terreni sabbioso-ciottolosi di origine fluviale rielaborati e ridistribuiti lungo il litorale dall'azione del mare, talora con disposizione in cordoni successivi e paralleli alla costa. L'alimentazione del complesso alluvionale è dipendente dalle dimensioni del bacino di dominio o dalla presenza di acquiferi con cui risulta in contatto idraulico.

Le conoidi alluvionali sono presenti allo sbocco nella Piana di Palermo in corrispondenza di alcuni torrenti montani di una certa entità.

La vulnerabilità degli acquiferi costituiti dalle alluvioni è alta oltre che per la notevole permeabilità media che per le condizioni di sfruttamento antropico cui sono sottoposte, specie nei fondovalle e lungo la costa. La viabilità frequente, i numerosi insediamenti, da piccole a medie dimensioni, le coltivazioni agricole specializzate, irrigue, con uso di prodotti chimici di vario tipo, l'esistenza di cave di materiali inerti e di discariche incontrollate, anche di piccole o minime dimensioni, come gli accumuli di carcasse d'auto, lo scorrere di acque inquinate provenienti dai centri urbani, presenti nel tratto montano dei bacini di dominio e, comunque, la bassa profondità dei livelli piezometrici, a volte quasi affioranti, rendono notevole il rischio d'inquinamento, sia puntuale che diffuso.

Detrito di falda e coperture eluvio-colluviali

Lungo i fianchi dei principali rilievi carbonatici sono presenti materiali detritici e talvolta prodotti eluviali e depositi colluviali. I materiali detritici sono costituiti essenzialmente da clasti eterometrici, anche di grandi dimensioni. Talora sono presenti sottili lenti di materiale derivato dal dilavamento di suoli. La base d'appoggio è in genere fortemente inclinata verso valle. La permeabilità risulta generalmente alta, da 10^{-2} a 10^{-7} m/s ed il drenaggio è molto rapido. L'alimentazione superficiale è solo quella diretta, salvo il travaso dagli acquiferi con cui è in contatto; l'esaurimento avviene in tempi brevi; lo spessore in genere non supera i 30 - 40 m. Qualora i depositi detritici poggiano su terreni permeabili, determinano un più lento deflusso sotterraneo verso gli acquiferi sottostanti.

In genere il loro grado di cementazione è basso, talora nel loro spessore si rinvencono lembi di terre rosse residuali o prodotti di dilavamento dei rilievi antistanti che complessivamente determinano una marcata diminuzione della permeabilità per porosità. Ancora possono riscontrarsi valori più bassi se i detriti di falda provengono dalle fitte alternanze di arenarie e argille dei depositi di flysch o similari.

Il ruolo idrogeologico è quello di drenare e di distribuire in profondità le acque di infiltrazione e quelle drenate dai rilievi a cui sono addossati.

Schema idrogeologico

All'interno del bacino idrogeologico dei Monti di Palermo si distinguono sette unità idrogeologiche, alcune delle quali costituite da più idrostrutture (cfr. fig. 16).

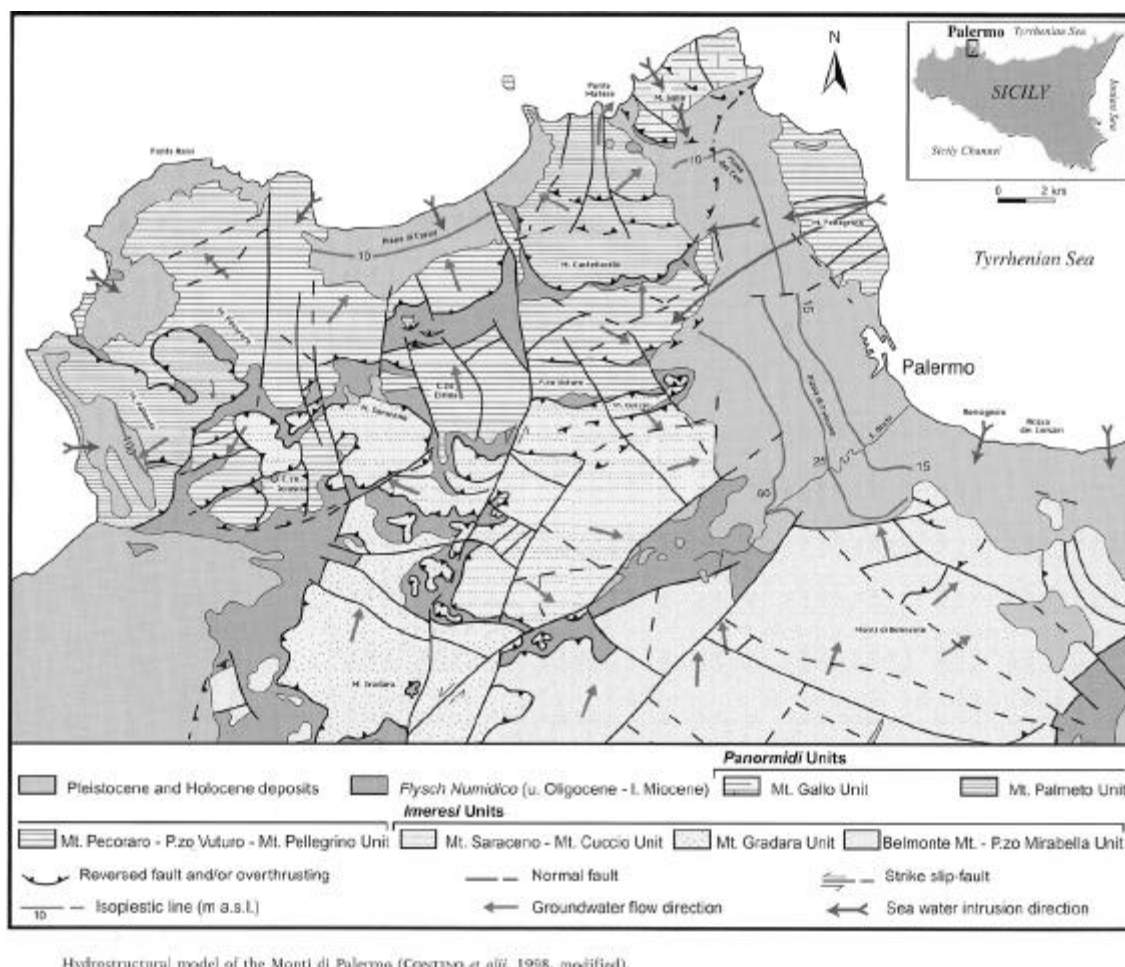


Fig. 16 - Modello idrostrutturale dei Monti di Palermo (modificato da CONTINO et al., 1998)

Complessivamente le idrostrutture individuate sono undici.

Di seguito vengono elencate le principali unità idrogeologiche con le relative idrostrutture:

- Unità idrogeologica Monte Kumeta
Idrostruttura Monte Kumeta
- Unità idrogeologica Monte Pecoraino-Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino
Idrostruttura Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino
Idrostruttura Monte Pecoraro

- Unità idrogeologica Monte Palmeto-Monte Castellaccio
Idrostruttura di Monte Castellaccio
Idrostruttura di Monte Palmeto
- Unità idrogeologica Monte Gallo
Idrostruttura Monte Gallo
- Unità idrogeologica Belmonte Mezzagno-Pizzo Mirabella
Idrostruttura Monte Mirto
Idrostruttura Belmonte- Pizzo Mirabella
- Unità idrogeologica Monte Gradara
Idrostruttura Monte Gradara
- Unità idrogeologica Monte Saraceno-Monte Cuccio
Idrostruttura di Monte Saraceno
Idrostruttura di Monte Cuccio

Unità Idrogeologica Monte Kumeta

- **Idrostruttura Monte Kumeta (codice corpo idrico: R19MPCS07)**

Costituisce la dorsale con andamento principalmente circa E-W che rappresenta l'estremo limite meridionale dei Monti di Palermo. I terreni appartengono alla piattaforma carbonatica Trapanese ed alla base sono principalmente calcareo-dolomitici permeabili per fessurazione e carsismo, mentre verso l'alto seguono litologie prevalentemente calcareo-marnose con valori di permeabilità più bassi. L'acquifero è sfruttato principalmente per pozzi profondi, ma poco produttivi, mentre le manifestazioni sorgentizie risultano di ridotta portata (Maganocce). Nei dintorni di Bolognetta, nell'estremo orientale dell'unità idrogeologica sono presenti dei pozzi che attingono ad una falda idrotermale, con acque poco mineralizzate.

Gli unici centri di pericolo sono dati dalle cave per estrazione di materiale lapideo.

b) Unità Idrogeologica Monte Pecoraro-Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino

Questa unità è suddivisibile nelle seguenti idrostrutture:

- **Idrostruttura Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino (codice corpo idrico: R19MPCS06)**

In essa si possono ipotizzare due componenti principali del flusso idrico sotterraneo, una verso N e l'altra verso NE, che in direzione di Monte Pellegrino ruota verso E. Questa idrostruttura è da considerare in collegamento diretto con il mare ed è interessata quindi da un cuneo di intrusione marina che si protende dalla fascia costiera del Monte Pellegrino, attraverso il sistema carsico di Santa Rosalia-Valle del Porco, in direzione del Pizzo Vuturo, elevando il tasso in cloruri delle acque della falda, oltre i 7 km di distanza dalla linea di costa ed interessando anche l'acquifero calcarenitico della Piana di Palermo; l'acquifero carbonatico di Pizzo Vuturo prosegue al di sotto di quello di Monte Castellaccio con il quale, comunque, non sembra in collegamento idraulico, giacché i due acquiferi sono separati da lembi scollati di argilliti del Flysch Numidico, e la componente del flusso idrico sotterraneo con direzione N si sposta sotto l'acquifero di Monte Castellaccio e scarica in mare oltre Punta Matese.

• **Idrostruttura Monte Pecoraro (codice corpo idrico: R19MPCS03)**

E' interessata da un fascio di faglie dirette, ad andamento N-S, la cui principale assolve al ruolo di spartiacque sotterraneo. Il flusso idrico si dirige sia verso la Piana di Carini, sia verso il settore di Punta Raisi;

c) Unità Idrostrutturale Monte Palmeto - Monte Castellaccio

In questa unità idrostrutturale sono distinguibili le seguenti idrostrutture:

• **Idrostruttura di Monte Castellaccio (codice corpo idrico: R19MPCS02)**

Ha flusso idrico sotterraneo divergente, di cui la componente principale si dirige verso la Piana dei Colli, le altre rispettivamente verso mare (Punta Matese) e verso il settore orientale della Piana di Carini. Il settore più sud-orientale dell'idrostruttura è interessato da fenomeni di salinizzazione delle acque sotterranee, probabilmente da mettere in relazione all'ingressione marina attraverso l'idrostruttura di Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino.

• **Idrostruttura di Monte Palmeto (codice corpo idrico: R19MPCS10)**

Quest'ultima costituisce un megaklippe con flusso idrico diretto verso SW, in direzione del mare.

d) Unità Idrogeologica Monte Gallo.

• **Idrostruttura Monte Gallo (codice corpo idrico: R19MPCS11)**

Questa unità presenta un andamento del flusso idrico sia verso la Piana dei Colli, sia verso il mare e non presenta manifestazioni sorgentizie di alcun genere.

e) Unità Idrogeologica Belmonte Mezzagno -Pizzo Mirabella

Presenta flusso idrico predominante S-N. Questo flusso idrico sotterraneo si manifesta specialmente nelle sorgenti di Altofonte. Nel settore a S del fiume Oreto fino ad Acqua dei Corsari, l'acquifero calcareo dolomitico è mascherato dalle calcareniti pleistoceniche della Piana di Palermo, ed è in parte responsabile della loro ricarica; nella zona di Romagnolo - Acqua dei Corsari le argille grigio-azzurre del Pleistocene inf. Sormontano, in discordanza, l'acquifero calcareo-dolomitico proteggendolo dall'intrusione marina diretta.

Questa unità idrogeologica è suddividibile nelle seguenti idrostrutture:

• **Idrostruttura Monte Mirto: (codice corpo idrico: R19MPCS08)**

Comprende i rilievi di Monte Signora e la dorsale di Monte Billiemi – Monte della Fiera. Tale idrostruttura presenta un flusso idrico diretto prevalentemente verso SE e verso W-NW.

• **Idrostruttura Belmonte-Pizzo Mirabella: (codice corpo idrico: R19MPCS01)**

Il flusso idrico è in prevalenza orientato sia verso NE e NW (rispettivamente in direzione delle sorgenti “Piazza del Comitato” nel comune di Misilmeri e S. Maria di Altofonte), sia verso SE (gruppo sorgentizio di Risalaimi).

f) Unità Idrogeologica Monte Gradara

• **Idrostruttura Monte Gradara: (codice corpo idrico: R19MPCS09)**

Questa unità prosegue al di sotto dell'Unità di Monte Saraceno-Monte Cuccio e presenta flusso idrico sotterraneo prevalentemente da S a N, con una componente diretta verso N-NE avvicinandosi al rilievo di Monte Saraceno.

g) Unità Idrogeologica Monte Saraceno-Monte Cuccio

L'unità è data sia dal megaklippe di Monte Saraceno sia dal Monte Cuccio propriamente detto.

• Idrostruttura di Monte Saraceno: (codice corpo idrico: R19MPCS04)

Costituisce una struttura totalmente isolata ed attorniata dal Flysch Numidico e tale risulta anche dal punto di vista idraulico. Presenta flusso idrico sotterraneo divergente verso N ed è responsabile dell'alimentazione delle sorgenti ubicate sul fianco settentrionale del rilievo.

• Idrostruttura di Monte Cuccio-Monte Gibilmesì: (codice corpo idrico: R19MPCS05)

Nel suo complesso rappresenta un sinclinorio tamponato dalle argille impermeabili del Flysch Numidico sia ad E (Piana di Palermo) e SE (Bacino dell'Oreto), zone di scarico delle acque sotterranee che si manifestano nelle sorgenti di S. Martino delle Scale, di Monreale, Baida-Boccadifalco e del Gabriele (Piana di Palermo).

Si segnala, inoltre, la presenza di tre idrostrutture non significative sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo, che di seguito vengono elencate:

- Piana di Palermo,
- Piana di Bagheria
- Monti di Bagheria

Caratterizzazione idrogeochimica

In questo bacino sono stati prelevati in totale 45 campioni rappresentativi di 11 corpi idrici significativi. In ogni sito sono stati determinati in campo temperatura, conducibilità e pH. Le altre determinazioni sono state eseguite in laboratorio. La temperatura varia tra 14 e 22°C, la conducibilità tra 450 e 15000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (a 20°C) ed il pH tra 6.9 e 7.9. Nel diagramma classificativo di Langelier-Ludwig, gran parte delle acque campionate ricade nel quadrante delle acque bicarbonato-alcantino terrose. Si osserva un leggero trend verso il campo delle acque clorurato-solfato-alcantino terrose e delle acque clorurato-solfato-alcantine (campione P1 Italcementi, corpo idrico di M.te Castellaccio). Solo il campione Ciaramella ricade in prossimità del limite tra le acque bicarbonato-alcantino terrose e bicarbonato-alcantine.

La presenza di acque bicarbonato-alcantino terrose è perfettamente compatibile con le rocce carbonatiche presenti nell'area.

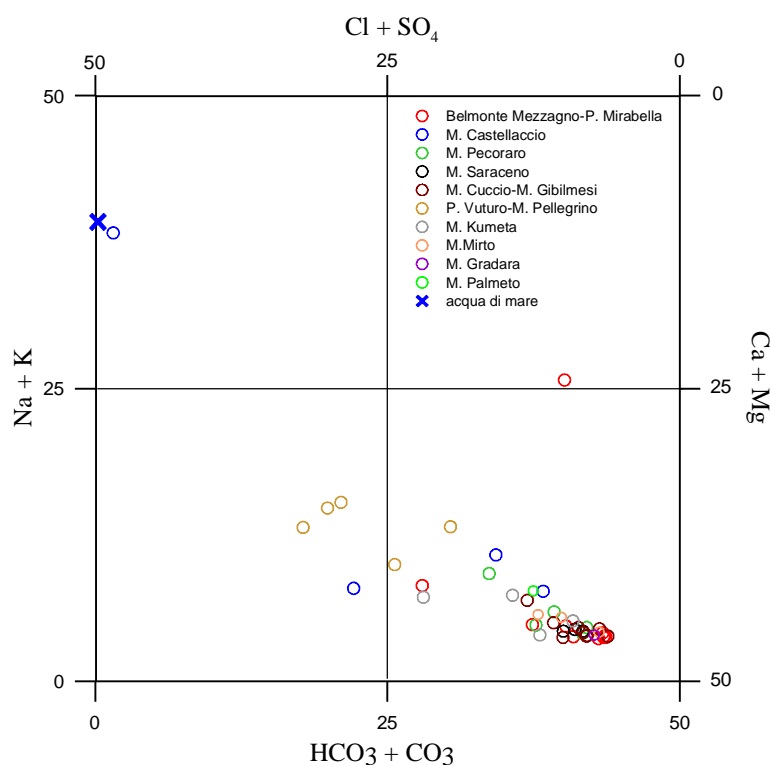


Diagramma classificativo Langelier-Ludwig per il bacino idrogeologico dei Monti di Palermo

Dall'osservazione dei diagrammi ternari cationici ed anionici si evidenzia un contenuto più elevato di Ca^{2+} nelle acque di falda circolanti nell'idrostruttura a nord del sovrascorrimento di Monte Cuccio, caratterizzata da rocce calcaree più calciche; e concentrazioni più elevate di Mg^{2+} nelle acque del settore meridionale in cui si rinvennero rocce dolomitiche (Monte Cuccio e Belmonte Mezzagno).

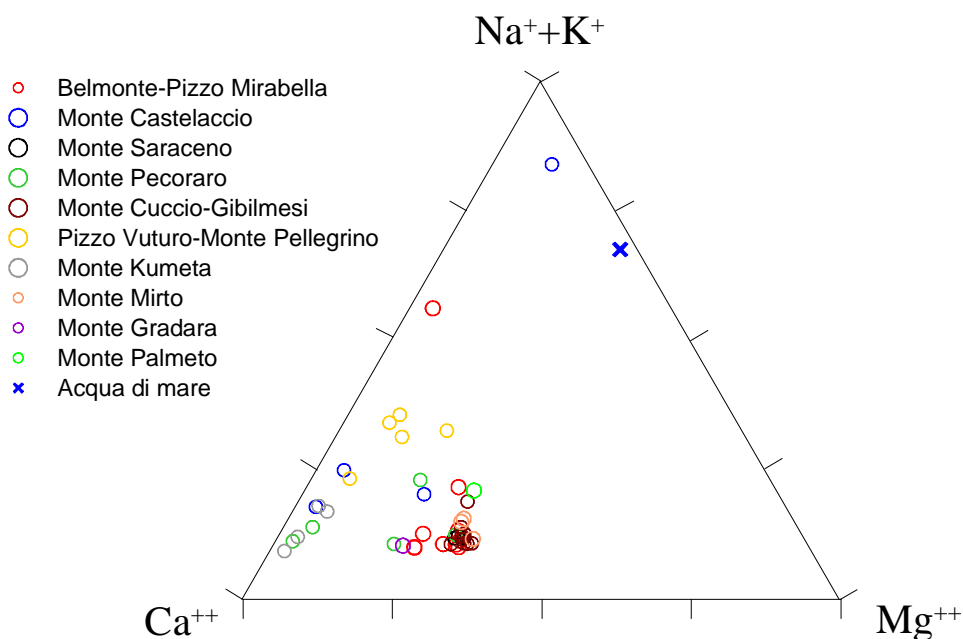


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il bacino idrogeologico dei Monti di Palermo

Il trend verso il vertice del sodio, nel diagramma ternario dei cationi, può essere imputabile a due processi: a) ingressione di acqua marina; b) fenomeni di scambio ionico legati ad interazione con terreni argillosi.

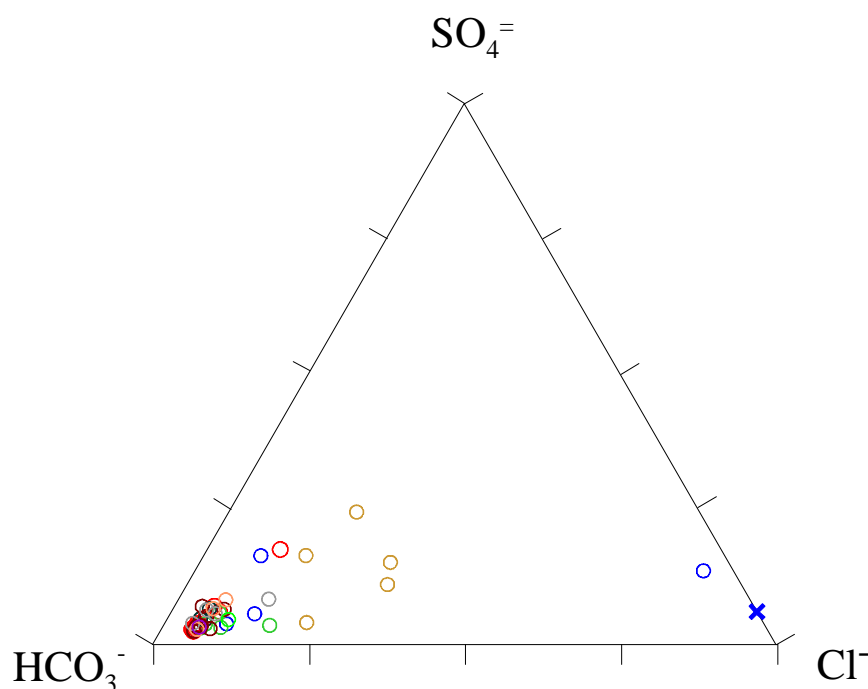
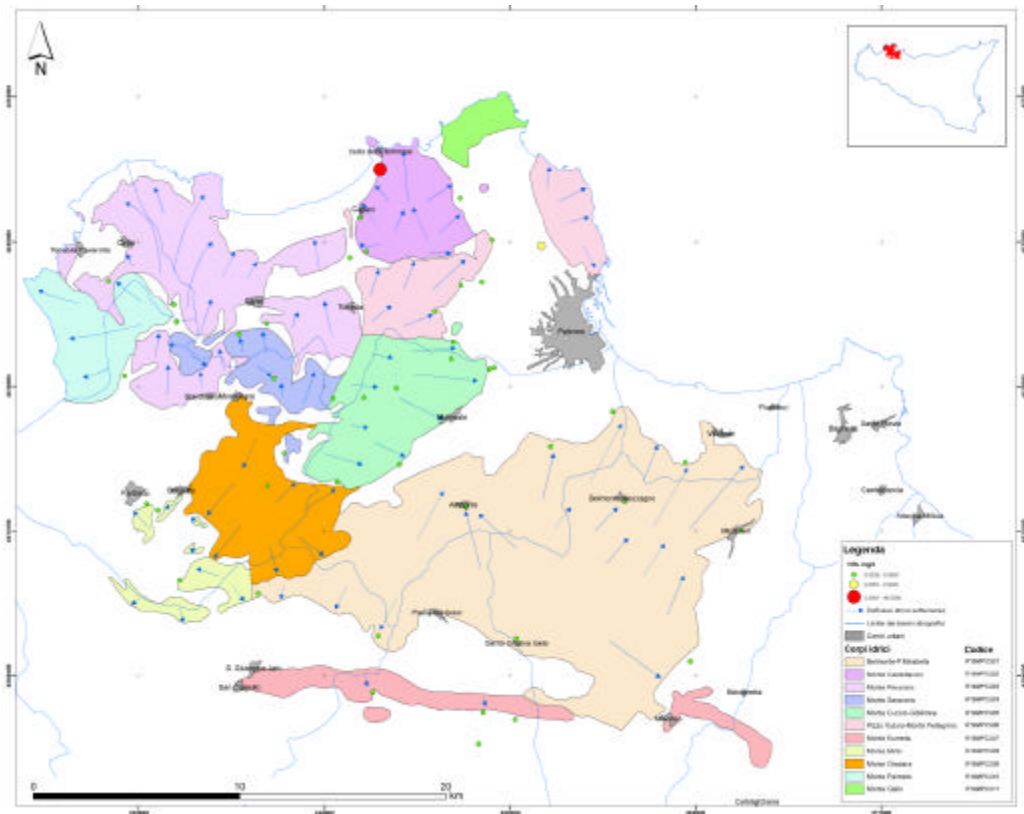


Diagramma ternario Cl-SO₄-HCO₃ per il bacino idrogeologico dei Monti di Palermo. Simboli come in figura precedente

Studi precedenti riguardanti la Piana di Palermo (Alaimo *et al.*, 1984; Cusimano *et al.*, 1996; Calvi *et al.*, 1998) confermano l'esistenza di entrambi i processi. Questi autori, inoltre, riferiscono la presenza nell'area in studio di un acquifero multifalda costituito da una falda superficiale, impostata nelle calcareniti con intercalazioni sabbiose e/o sabbioso-siltose, ed una falda profonda impostata nei calcari e dolomie mesozoiche. La falda profonda in alcuni settori è confinata da livelli argillosi di spessori variabili, afferibili al Flysch Numidico o alle successioni argilloso sabbiose siltose pleistoceniche. In questo studio è stata considerata la falda più profonda perché più significativa.

L'esame della carta dei nitrati evidenzia che nel bacino soltanto i corpi idrici Monte Castellaccio e Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino mostrano concentrazioni



Carta dello ione ammonio per il bacino idrogeologico dei Monti di Palermo

Lo ione ammonio, invece, è presente in concentrazioni significative nel campione P1 Italcementi nel corpo idrico M. Castellaccio. L'origine dello ione ammonio è sicuramente antropica, probabilmente non legata all'uso di fertilizzanti.

Caratteristiche isotopiche del bacino idrogeologico

Le acque prelevate nel bacino si allineano su una retta con coefficiente angolare più basso delle rette delle acque meteoriche mondiali ($\delta D = 8\delta^{18}O + 10$, Craig, 1961) e delle acque meteoriche del Mar Mediterraneo ($\delta D = 8\delta^{18}O + 20$, Gat & Carmi, 1970).

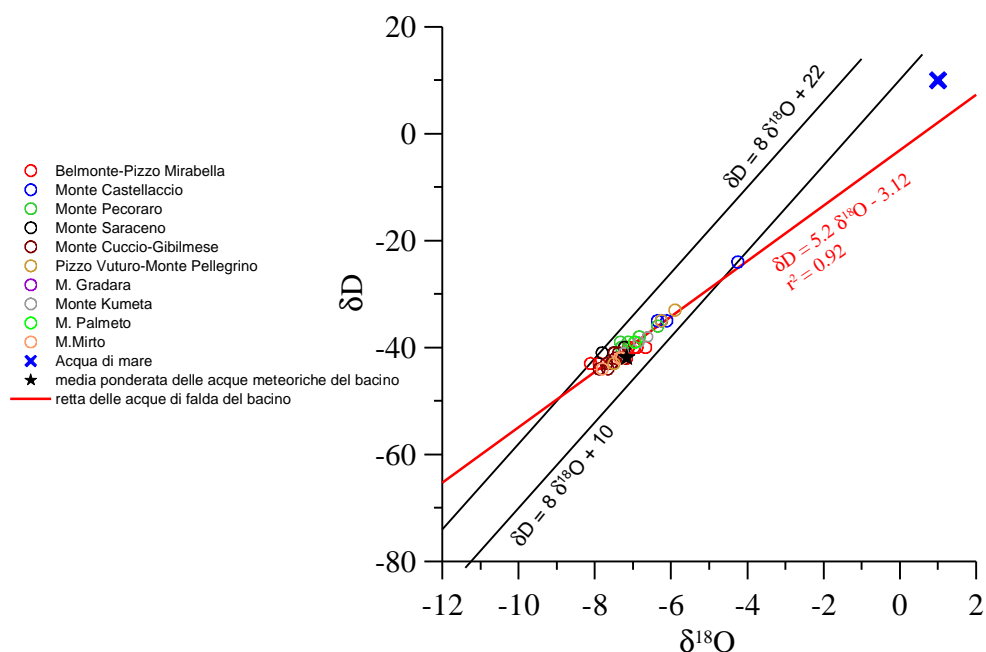


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del bacino idrogeologico

Il punto rappresentativo della composizione isotopica media ponderata (cioè che tiene in considerazione anche il volume di acqua piovuto) delle acque meteoriche del bacino idrogeologico ricade, invece, molto vicina alla retta delle acque meteoriche del Mediterraneo di Gat e Carmi (1970). Quasi tutti i punti rappresentativi le acque di falda si dispongono su valori più negativi rispetto questo ad eccezione del campione P1-Italcementi per cui è evidente un apporto di tipo marino.

Bibliografia

- ABATE B. & CATALANO R. (1974) - *Il margine della Piattaforma Carbonatica Panormide triassica nei Monti di Palermo*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, **83**, 1-16.
- ABATE B., CATALANO R. & RENDA P. (1978) - *Schema geologico dei Monti di Palermo*. Boll. Soc. Geol. It., **97**, 807-819.
- ABATE B., CATALANO R., D'ARGENIO B., DI STEFANO E., DI STEFANO P., LO CICERO G., MONTANARI L., PECORARO C. & RENDA P. (1982b) - *Evoluzione delle zone di cerniera tra piattaforme carbonatiche e bacini nella Sicilia Occidentale*. In: Catalano R. & D'Argenio B. (eds), "Guida alla geologia della Sicilia occidentale", Guide Geologiche Regionali. Mem. Soc. Geol. It., Suppl. A., **24**, 53-76, Palermo.
- ABATE B., INCANDELA A., NIGRO F. & RENDA P. (1998) - *Plio-Pleistocene strike-slip tectonics in the Trapani Mts. (NW Sicily)*. Boll. Soc. Geol. It., **117**.
- AGATE M., CATALANO R., INFUSO S., LUCIDO M., MIRABILE L. & SULLI A. (1993) - *Structural evolution of the Northern Sicily Continental Margin during Plio-Pleistocene*. In: Max M.D. and Colantoni P. (Eds.), "Geological development of the Sicilian-Tunisian Platform". Proceedings of the International Scientific Meeting held at the University of Urbino, UNESCO Reports in Marine Science, 58: 25-30.
- ALAIMO R., FERLA P. & HAUSER S. (1984) - *Idrogeochimica delle acque della Piana di Palermo*. Ila Palma Edizioni, 79 pp., Pa.
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1983) - *Carta neotettonica d'Italia (F. 5-6)*. C.N.R. P.F.G., neotettonica, L.A.C., Firenze.
- ARUTA L. & BUCCHERI G. (1971) - *Il Miocene preevaporitico in facies carbonatico-detrítica dei dintorni di Baucina, Ventimiglia di Sicilia, Calatafimi (Sicilia)*. Riv. Min. Sic., **130-132**, 188-194.
- BIGI G., COSENTINO D., PAROTTO M., SARTORI R. & SCANDONE P. (1991) - *Structural Model of Italy. (1/500.000)*. C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica, Modello Strutturale tridimensionale, Firenze.
- BROQUET P., DUEE G., MASCLE G. & TRUILLET R. (1984) - *Evolution structurale alpine récente de la Sicile et sa signification géodynamique*. Rev. Géol. Dyn. et Géogr. Phys., **25** (2), 75-85.

- CAFLISCH L. (1966) - *La Geologia dei Monti di Palermo*. Riv. Ital. Paleont. Strat., **12**, 108 pp.
- CALVI F., CONTINO A., CUSIMANO G., DI CARA A., FRIAS FORCADA A., HAUSER S. & PELLERITO S. (1998), *Nuovi contributi alla conoscenza dell'Idrogeologia della Piana di Palermo*. Atti del 79° Congresso Nazionale della Società Geologica Italiana, Palermo 21-23 Settembre 1998, vol. A, 212-215.
- CALVI F., CONTINO A., CUSIMANO G., DI CARA A., FRIAS FORCADA A., HAUSER S. & PELLERITO S. (2000), *Hydrostructures related to the Piana di Palermo aquifers and their hydrogeochemical characteristics*. In: R. Catalano & G. Lo Cicero (Eds.), *Sicily, a Natural Laboratory in the Mediterranean Area: Structures, Seas, Resources and Hazards*. Mem. Soc. Geol. It., **55**, (2000), 473-481, 1f., 2 tabb., 2 tavv. f. t.
- CALVI F., CONTINO A., CUSIMANO G., DI CARA A., DI MAGGIO C., FRIAS FORCADA A., HAUSER S. & PELLERITO S. (2001), *Impact of the Palermo Municipality solid waste disposal site on the surrounding Aquifers an Hydrogeological and Hydrogeochemical Approach*. Italo-Russian Institute of Education and Geological Research. Proceeding of the "2nd Symposium Protection of Groundwater from Pollution and Seawater Intrusion", Bari September 27- October 1 1999, 225-239, 6 ff., 2 tabb.
- CATALANO R. & D'ARGENIO B. (1978) - *An essay of palinspastic restoration across the Western Sicily*. Geol. Romana, **17**, 145-159.
- CATALANO R. & D'ARGENIO B. (1982) - *Guida alla Geologia della Sicilia Occidentale*. Soc. Geol. It., Guide Geol. Reg., 155 pp.
- CATALANO R. & DI MAGGIO C. (1996) - *Sovrapposizione tettonica delle Unità Imeresi sulle Panormidi nei Monti di Palermo (Sicilia)*. Natur. Sic., IV, **XX**, (3-4), 147-166.
- CATALANO R. & LO CICERO G. (Eds.) (1998) - *La Sicilia, un laboratorio naturale nel Mediterraneo. Strutture, mari, risorse e rischi*. 79° Congr. Soc. Geol. It., Palermo 18-20 settembre 1998, Guida alle escursioni, vol. 1, La Sicilia Occidentale, 185 pp.
- CATALANO R. D'ARGENIO B. & LO CICERO G. (1974) - *I ciclotemi triassici di Capo Rama (Monti di Palermo)*. Geol. Rom., **13**, 125-145.
- CATALANO R., ABATE B. & RENDA P. (1978) - *Carta geologica dei Monti di Palermo*. Scala 1:50.000, Palermo.

- CATALANO R., MANIACI G., RENDA P. & URSO G. (1973) - *Un esempio di evoluzione sedimentaria nelle facies di bacino nei Monti di Palermo. La successione mesozoico-terziaria di Calarossa (Terrasini)*. Geologica Romana, **12**, 151-175.
- CATALANO R., D'ARGENIO B., MONTANARI L., RENDA P., ABATE B., MONTELEONE S., MACALUSO T., PIPITONE G., DI STEFANO E. , LO CICERO G., DI STEFANO P. & AGNESI V. (1979) - *Contributo alla conoscenza della struttura della Sicilia Occidentale: Il profilo Palermo-Sciaccia*. Boll. Soc. Geol. It., **19**, 485-493.
- CATALANO R., FRANCHINO A., MERLINI S., SULLI A., AGATE M. & BASILONE L. (1998) - *Materiali per la Comprensione dell'Assetto Profondo della Sicilia Centro-Occidentale*. In: (Catalano R. & Lo Cicero G. Eds.), "La Sicilia Occidentale", Field Trip Guide of the 79° Congr. Naz. S. G. I., Mondello (Palermo), 175-185.
- CATALANO R., FRANCHINO A., MERLINI S. & SULLI A. (2000) - *Central western Sicily structural setting interpreted from seismic reflection profiles*. Mem. Soc. Geol. It., **55**, 5-16.
- CONTINO A., CUSIMANO G. & FRIAS FORCADA A. (1998), *Modello Idrogeologico dei Monti di Palermo*. Atti del 79° Congresso Nazionale della Società Geologica Italiana, Palermo 21-23 Settembre 1998, vol. A, 334-336..
- CONTINO A., GIAMMARINARO M. S. & VARSALONA S. (2003) – *Settore Sud Orientale della città di Palermo: studio stratigrafico – geotecnico della porzione non interessata dai depositi alluvionali dell'Oreto*. "Geologi di Sicilia", anno XI, n. 3, Luglio-Settembre 2003, 9-24.
- CONTINO A., CUSIMANO G., DI CARA A., DI MAGGIO C., FRIAS FORCADA A. & HAUSER S. (2003) - *Il ruolo del carsismo nella valutazione della vulnerabilità potenziale all'inquinamento degli acquiferi carbonatici dei monti di Palermo*. Atti del Convegno "Il Carsismo nell'area mediterranea", Castro Marina (Lecce), 14-15-16 settembre 2001, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali (Di.S.Te.B.A.), Università degli Studi di Lecce, vol. n. 26 supplemento di "Thalassia Salentina", 319-327.
- CONTINO A., CUSIMANO G. & FRIAS FORCADA A. (1999), *Nuovi contributi alla conoscenza dell'assetto idrostrutturale dei Monti di Palermo*, "Geologi di Sicilia" n. 2 Aprile-Giugno 1999, una carta idrostrutturale.

- CRAIG H, (1961), *Isotopic vaiations in meteoric waters*. Science, 133, 1702-1703.
- CUSIMANO G., FRIAS FORCADA A. & HAUSER S. (1996) – *Processi di salinizzazione caratterizzanti gli acquiferi della Piana di Palermo*. Acque Sotterranee, a. XIII, Geograph, Segrate (MI).
- CONTINO A., CUSIMANO G., DI CARA A., DI MAGGIO C., FRIAS FORCADA A. & HAUSER S. (2001), *Pollution of aquifers in the Monti di Palermo area: the role of geologic structure, kastification and urban impact*. In: J. Mudry & F. Zwaler (Eds.), Proceeding of the 7th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media, Besançon, France, 20-22 Septembre 2001. Pubbl. n. 2308 G. N. D. C.I. – C. N. R.
- D'ANGELO U., RUGGIERI G., UNTI M. & VERNUCCIO S. (1980) – *Neotettonica dei Fogli 248 (Trapani), 249 (Palermo), 250 (Bagheria), 258 (Alcamo), 259 (Termini Imerese) e 266 (Sciacca)*. In: Contributi alla realizzazione della Carta neotettonica d'Italia, pubbl. n. 356, CNR-P. F. Geodinamica, 203-236, Roma.
- DI MAGGIO C. (1997) - *Assetto morfostrutturale ed evoluzione geomorfologica di un settore dei Monti di Palermo*. Tesi di dottorato, Università degli Sudi di Napoli "Federico II", 175 pp.
- DI MAGGIO C. (2000) – *Morphostructural aspects of the central northern sector of Palermo Mountains (Sicily)*. Mem. Soc. Geol. It., **55**, 353-361.
- DI STEFANO P. & SENOWBARI - DARYAN B. (1985) - *Upper Triassic Dasycladaces (Green Algae) from the Palermo Mountains (Sicily, italy)*. Geol. Rom. 24, 189-220.
- FABIANI R. & TREVISAN L. (1940) - *Prove dell'esistenza di uno stile tettonico a falde di ricoprimento nei M.ti di Palermo*. Atti R. Acc. d' Italia, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat., **11**, 435-448.
- FERLA P. & BOMMARITO S. (1988) - *Bauxiti lateritiche medio-giurassiche nei calcari della piattaforma carbonatica panormide di Monte Gallo (Palermo)*. Boll. Soc. Geol. It., **107**, 579-591.
- GAT J. R. & CARMI I., (1970). *Evolution of isotopic of atmospheric waters in the Mediterranean sea area*. J. Geophys. Res., 75, 1437-1440.
- GHISSETTI F. & VEZZANI L. (1984) – *Thin-skinned deformations of the Western Sicily Thrust Belt and relationships with crustal shortening: mesostructural data on the Mt. Kumeta-Alcantara fault zone and related structures*. Boll. Soc. Geol. It., **103**, 129-157.

- GHISETTI F. & VEZZANI L. (1982) – *Il ruolo della zona di taglio M. Kumeta-Alcantara nell'evoluzione strutturale dell'Arco Calabro: implicazioni e problemi*. In: Catalano R. & D'Argenio B. (Ed.), "Guida alla geologia della Sicilia Occidentale", Mem. Soc. Geol. It., suppl. A, **2**, 119-123.
- GIUNTA G. (1991) - *Elementi per un modello cinematico delle maghrebidi siciliane*. Mem. Soc. Geol. It., **47**, 297-311.
- GIUNTA G. & LIGUORI V. (1973) - *Evoluzione paleotettonica della Sicilia Nord-Occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., **92**, 903-924.
- GIUNTA G., NIGRO F. & RENDA P. (2000) - *Extensional tectonics during Maghrebides chain building since late Miocene: examples from Northern Sicily*. Ann. Soc. Geol. Pol., **70**, 81-98.
- GIUNTA G., NIGRO F., RENDA P. & GIORGIANNI A. (1998) – *Un modello neotettonico del margine tirrenico delle Maghrebidi Siciliane (exten. abs)*. 79° Congr. Soc. Geol. It., Palermo (Italy) 21-23 September 1998, 498-501.
- GIUNTA G., NIGRO F., RENDA P. & GIORGIANNI A. (1999b) – *Seismotectonic features in the NW Sicilian Maghrebides*. Studi Geologici Camerti.
- GIUNTA G., NIGRO F., RENDA P., ANDALORO F., GIORGIANNI A. E SPARACINO V. (2001) - *The structural and morphotectonic framework of the NW Sicilian Maghrebides, in a seismotectonic perspective*. Studi Geol. Camerti.
- GRASSO M. & REUTHER C. D. (1988) - *The western margin of the Hyblean Plateau: a neotettonic transform system on the SE Sicilian foreland*. Ann. Tectonicae, **2** (2), 107-120.
- KIRATZI A. A. (1994) – *Active seismic deformation in the Italian Peninsula and Sicily*. Ann. Geof., **37** (1), 2-4.
- MASCLE G. (1970) - *Geological sketch of Western Sicily*. In: Alvarez W. And K. H. A. Gohrbandt (eds.), Geology and History of Sicily, 231-243, Petr. Expl. Soc. of Libya, Tripoli.
- MONTANARI L. & RIZZOTTO M. (2000) – *Geologia dell'Aspra*. Il Naturalista Sicil., **24**, 315-328.
- MONTONE P., AMATO A., FREPOLI A., MARIUCCI M. T. & CESARO M. (1997) – *Crustal stress regime in Italy*. Ann. Geof., **40** (3), 741-757.

- NIGRO F. & RENDA P. (1999a) - *The North-Central Sicily Belt: Structural Setting and Geological Evolution*. Ann. Soc. Geol. Poloniae.
- NIGRO F. & RENDA P. (1999b) - *Evidenze di tettonica trascorrente recente nei Monti di Palermo (Sicilia NW)*. Il Quaternario, **11** (2), 1-4.
- NIGRO F. & RENDA P. (1999c) - *Evoluzione geologica ed assetto strutturale della Sicilia centro-settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **118**, 375-388.
- NIGRO F. & RENDA P. (1999d) - *Plio-Pleistocene Wrench Tectonics in the Western Sicily Chain*. Ann. Soc. Geol. Poloniae, **69**, 99-112.
- NIGRO F. & RENDA P. (2000) - *Un modello di evoluzione tettono-sedimentaria dell'avanfossa neogenica siciliana*. Boll. Soc. Geol. It., **119**, 667-686.
- NIGRO F., RENDA P. & ARISCO G. (2000) - *Tettonica recente nella Sicilia nord-occidentale e nelle Isole Egadi*. Boll. Soc. Geol. It., **119**, 307-319.
- NIGRO F. & RENDA P. (2004) - *The contribution of the pre-existing structures in the mountain belt evolution: the example of the negative inversion in Northern Sicily*. Boll. Soc. Geol. It., **123**, 175-187.
- OLDOW J. S., CHANNEL J. E. T., CATALANO R. & D'ARGENIO B. (1990) - *Contemporaneous thrusting and large-scale rotations in the Western Sicilian fold and thrust belt*. Tectonics, **9**, 661-681.
- PATACCA E., SARTORI R. & SCANDONE P. (1992) - *Tyrrhenian Basin and Apenninic Arcs: kinematic relations since late Tortonian times*. Mem. Soc. Geol. It., **45**, 425-451.
- REHAULT J. P., MOUSSAT E. & FABBRI A. (1987) - *Structural evolution of the Tyrrhenian back-arc basin*. Mar. Geol., **74**, 123-150.
- RUGGIERI G. & MILONE G. (1972) - *Segnalazione di Tirreniano a 50 metri di quota presso Palermo*. Boll. Soc. Geol. It., **91**, 647-654.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. (1970) - *Marne di S. Cipirello*. Studi Illustr. della Carta Geologica D'Italia. Formazioni geologiche, Fasc. **4**, 12.
- SCANDONE P., RADOICIC R., GIUNTA G. & LIGUORI V. (1972) - *Sul significato delle dolomie Fanusi e dei calcari ad ellipsatcinie nella Sicilia Settentrionale*. Riv. Min. Sic., **23**, 51-61.
- SCHUTTE, K. G. (1978) - *Crustal structure of southern Italy*. In: Closs H., Roeder D. &

- Schmidt K. (eds.), "Alps, Apennines, Hellenides", Stuttgart, 315-321.
- TORELLI L., ZITELLINI N., ARGNANI A., BRANCOLINI, G., DE CILLIA C., PEIS D. & TRICART P. (1991) - *Sezione geologica crostale dall'avampaese pelagiano al bacino di retroarco tirrenico (Mediterraneo centrale)*. Mem. Soc. Geol. It., **47**, 385-399.
- WEZEL F. C. (1985) - *Structural Features and Basin Tectonics of the Tyrrhenian Sea*. In: Stanley D. J. and Wezel F. C. (Eds.), "Geological Evolution of the Mediterranean Basin", Springer-Verlag, 153-194.
- WEZEL F. C., SAVELLI D., BELLAGAMBA M., TRAMONTANA M. & BARTOLE R. (1981) - *Plio-Quaternary depositional Style of sedimentary basins along insular Tyrrhenian margins*. In: Wezel F. C. (Ed.), "Sedimentary basins of Mediterranean margins", C.N.R. Italian Project of Oceanography, Tecnoprint, 239-269.