

BACINO IDROGEOLOGICO DEI MONTI DI TRAPANI

Introduzione

I Monti di Trapani ricadono nel settore più occidentale della catena nord-siciliana e sono il risultato della sovrapposizione tettonica di vari corpi geologici carbonatici, carbonatico-silicoclastici e terrigeni di età Trias sup. - Miocene sup. con vergenza meridionale. Questi corpi derivano dalla deformazione di successioni di piattaforma carbonatica e carbonatico-pelagica individuate durante le fasi di distensione mesozoica. Le unità geometricamente più basse derivano, secondo i modelli strutturali più recenti, dalla deformazione dei terreni del Dominio Trapanese - Saccense a cui si sovrappongono le unità derivanti dalla deformazione del settore più occidentale del Dominio Panormide. Le unità geometricamente più alte derivano dalla deformazione di terreni cretaco-neogenici scollati dal loro substrato mesozoico e riferiti alle unità Pre - panormidi. Le unità tettoniche, impilate con geometrie di tipo *ramp-flat*, dal punto di vista idrogeologico presentano comportamento autonomo o in chiaro rapporto idraulico con unità tettoniche limitrofe o con il mare.

I terreni affioranti sono in gran parte di natura carbonatica. Questo genere di roccia è sensibile all'azione chimico-fisica delle acque dilavanti e circolanti. Il fenomeno che studia i meccanismi di dissoluzione di rocce carbonatiche da parte delle acque meteoriche prende il nome di carsismo.

Il carsismo è presente in ogni parte della riserva in quanto la superficie delle rocce è costellata da strutture di dissoluzione: le scannellature (canalicoli crestati che si formano in direzione della linea di massima pendenza della superficie rocciosa) che in genere si strutturano parallelamente in gruppi anche molto numerosi; i fori di dissoluzione che spesso attraversano da parte a parte interi pacchi di strati in corrispondenza di piccole discontinuità della roccia (fratture); le vaschette di corrosione (piccole conche che si formano su superfici orizzontali) che si formano anche per l'azione di alcuni tipi di alghe. Un altro aspetto del carsismo superficiale su scala macroscopica è costituito dalla presenza di strette ed alte gole (canyon), profondamente incise in alcuni rilievi prospicienti il mare.

Questo è l'aspetto esogeno (esterno) del carsismo in quanto è possibile osservarlo sulla superficie esterna delle rocce; esiste però un effetto che l'azione carsica esplica all'interno

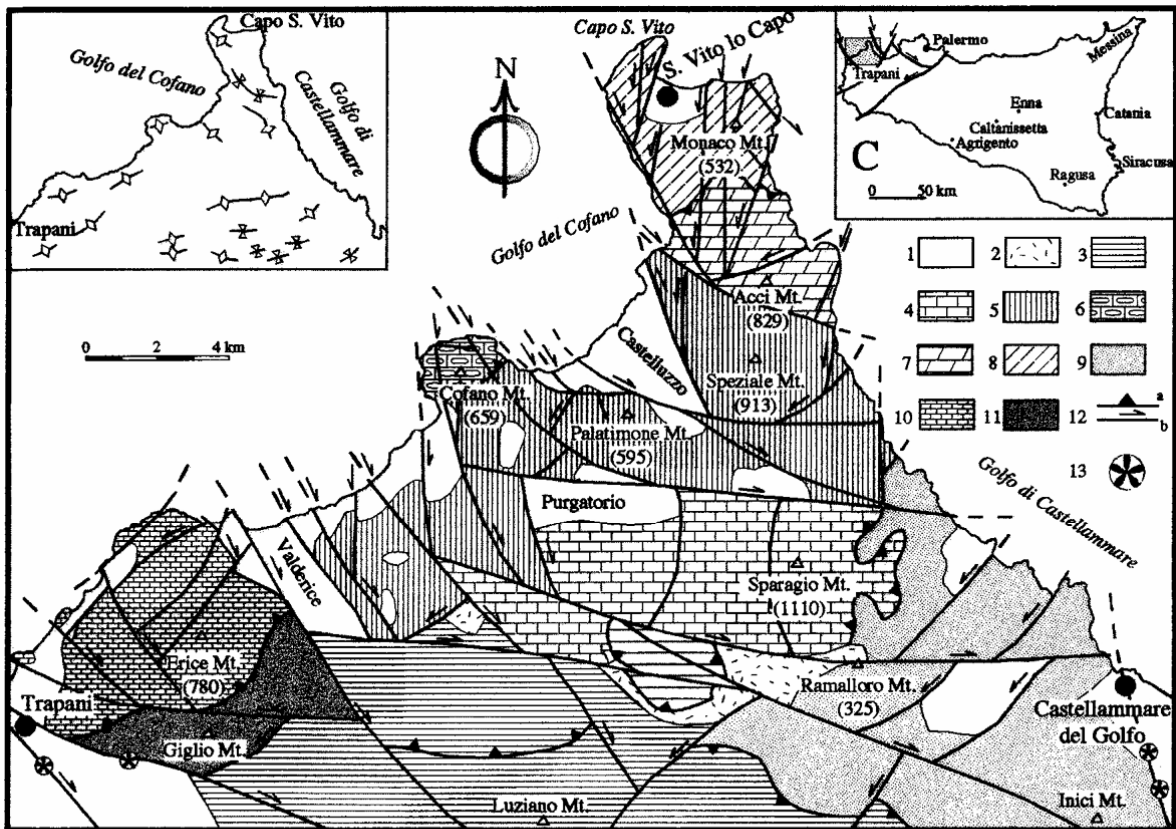
della massa rocciosa (endogeno) quando l'acqua si infiltra attraverso le fessure, modellandole ed allargandole fino a formare degli ambienti sotterranei percorribili dall'uomo, le grotte.

La circolazione idrica nelle principali idrostrutture individuate è condizionata, essenzialmente, dai principali lineamenti tettonici, dai piani di accavallamento che determinano l'incuneamento al di sotto di essi delle coperture terrigene impermeabili e dalla presenza di numerose forme carsiche. Lo sfruttamento degli acquiferi, presenti nei vari corpi idrici riconosciuti nei Monti di Trapani, si concentra, per lo più, nelle piane costiere che si sviluppano soprattutto nel settore occidentale od a ridosso di esse. Gli emungimenti lungo la fascia costiera hanno innescato fenomeni di ingressione marina.

Le strutture geologiche profonde sono caratterizzate da una circolazione idrotermale (Terme Segestane, Terme Gorga, Erice, contrada Crociferi, Balata - Inici ecc.).

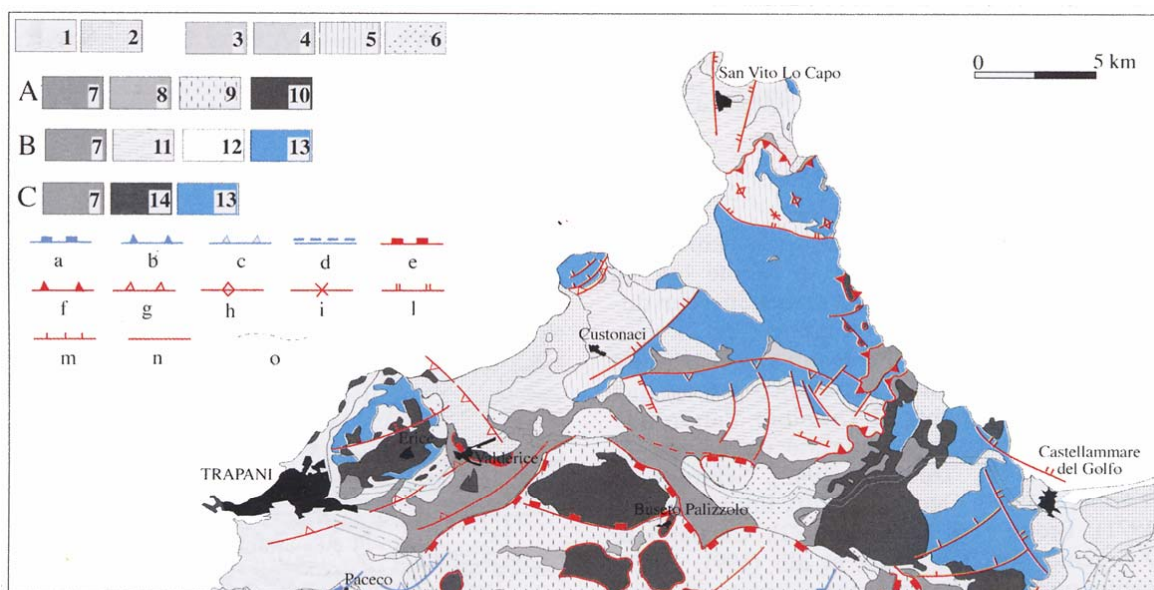
Aspetti geologici

I Monti di Trapani sono localizzati nell'estremità occidentale della Sicilia e sono delimitati a Nord dal Mar Tirreno, ad Est dai Monti di Palermo, a Sud dal cosiddetto Bacino di Castelvetro e ad Ovest dal Canale di Sicilia. Questi rilievi montuosi rappresentano il settore più occidentale della Catena Siciliana, costituendo un segmento della catena appenninico-magrebide originato dalla sovrapposizione tettonica miocenica di varie unità carbonatiche, carbonatico-silicoclastiche e terrigene, di età compresa fra il Trias sup. ed il Miocene sup., vergenti verso S e SE (Giunta & Liguori, 1970, 1972; Catalano & D'Argenio, 1982; Abate *et al.*, 1991, 1993; Figg. 1, 2, e 3). Tali unità, derivano dalla deformazione di piattaforme carbonatiche e carbonatico-pelagiche individuate durante le fasi distensive mesozoiche.



A. Tectonic sketch of the Trapani Mts. 1) Plio-Pleistocene deposits; 2) Tortonian-Messinian deposits; 3) Monte Luziano Unit (Upper Cretaceous-Upper Miocene); 4) Sparagio Mt. Unit (Upper Triassic-Middle Tortonian); 5) Speziale-Palatimone Mts. Unit (Upper Triassic-Middle Tortonian); 6) Cofano Mt. Unit (Upper Triassic-Middle Tortonian); 7) Acci Mt. Unit (Upper Triassic-Middle Tortonian); 8) Monaco Mt. Unit (Upper Triassic-Middle Tortonian); 9) Ramalloro Mt. Unit (Upper Triassic-Middle Tortonian); 10) Mt. Erice Unit (Upper Triassic-Middle Tortonian); 11) Giglio Mt. Unit (Upper Triassic-Middle Tortonian); 12a) main thrusts; 12b) main strike-slip faults; 13) thermal springs. B. Plio-Pleistocene axial fold trends.

Fig. 1 - Schema tettonico della penisola di Capo S. Vito (da ABATE et al., 1998)



Carta strutturale della Sicilia centro-occidentale (settore occidentale) a cura di R. Catalano, G. Grimaldi ed il contributo di C. Di Maggio, M. Agate, L. Basilone, A. Sulli, G. Avellone e G. Mallarino (modificata da Catalano et al., in Bigi et al., 1991, Modello strutturale d'Italia). Legenda: 1) Coperture recenti; 2) Depositi clastico-carbonatici, Pleistocene-Pliocene sup.; 3) Marne e calcareniti, Pliocene; 4) Calcilutiti marnose (Trubi), Pliocene inf.; 5) Evaporiti, Messiniano; 6) Calcari di scogliera, Messiniano inf.; depositi della Fm. Terravecchia, Messiniano inf.-Tortoniano sup. A) Unità PrePanormidi: 7) Membro marnoso-arenaceo, (Langhiano-Tortoniano inferiore); 8) Calcareniti bioclastiche ed arenarie (Mischio equiv.), Miocene inferiore; 9) Calcareniti, argilliti e arenarie quarzose-glaucolitiche, Oligocene; 10) Marne e calcilutiti pelagiche con livelli biocalcarenitici, Cretaceo inf.-Oligocene inferiore. B) Unità Panormidi: 7) Membro marnoso arenaceo, Langhiano-Tortoniano inferiore di Calcareniti glauconitiche, Miocene inferiore; 11) Calcareniti e calcilutiti di piattaforma-scarpata, Cretaceo inf.-Oligocene; 12) Calcilutiti e Calcareniti, Giurassico-Cretaceo inf.; 13) Calcari e dolomie di piattaforma carbonatica, Trias-Lias. C) Unità Trapanesi: 7) Membro marnoso-arenaceo, Langhiano-Tortoniano inferiore; Calcareniti glauconitiche, Miocene inferiore; 14) Depositi di piattaforma pelagica, Giurassico-Oligocene; 13) Calcari e Dolomie di piattaforma carbonatica, Trias-Lias.

Fig. 2 - Schema tettonico dei Monti di Trapani (da CATALANO & LO CICERO, 1998)

Nel Pliocene medio-sup., le ulteriori deformazioni dell'edificio tettonico, associate a sistemi traspressivi, hanno determinato localmente l'estrusione dei corpi tettonici, geometricamente più bassi nell'edificio strutturale, producendo, inoltre, sistemi fuori sequenza retrovergenti.

Le Figg. 4, 5 e 6 mostrano l'assetto strutturale dei corpi tettonici sepolti dei Monti di Trapani. Le Figg. 7 – 18 mostrano le stratigrafie e le geometrie di alcuni settori dei Monti di Trapani. Il campo pensionale attuale della Sicilia occidentale è raffigurato in Fig. 19.

In base alle caratteristiche lito e biostratigrafiche, sedimentologiche ed alla reciproca posizione geometrica sono state riconosciute le seguenti successioni:

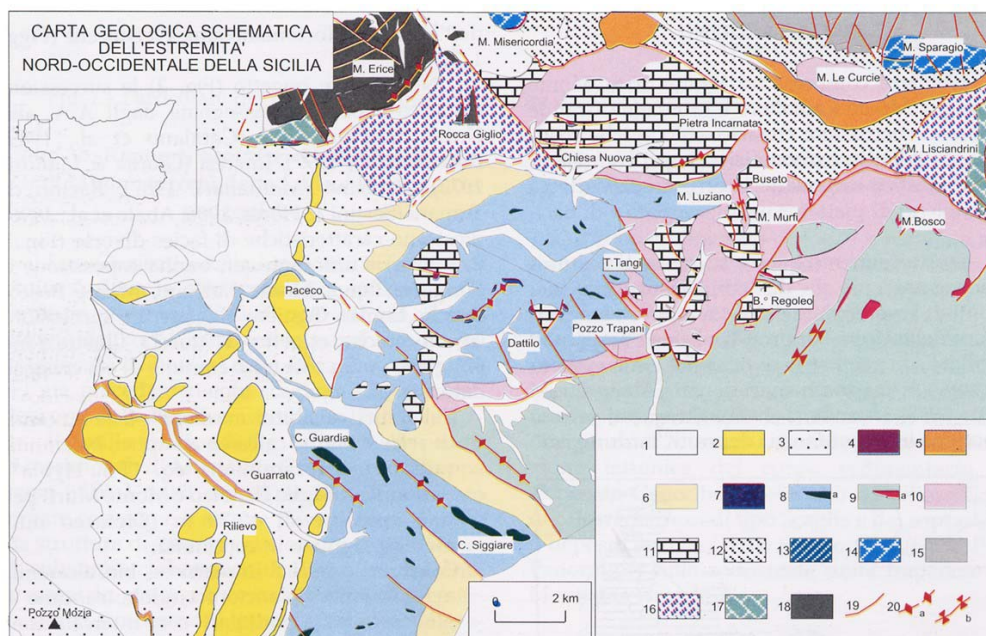
- Successioni carbonatiche e silicoclastiche, meso-cenozoiche, con caratteristiche di piattaforma carbonatica e carbonatico-pelagica riferibili al Dominio Trapanese-Saccense o Ibleo-Trapanese (Montanari, 1987, Incandela, 1995);
- Successioni carbonatiche meso-cenozoiche con caratteristiche di piattaforma carbonatica, di margine e terrigene di scarpata, riferibili al Dominio Panormide (Catalano & D'Argenio, 1978, 1982; Abate *et al.*, 1991, 1993);
- Successioni carbonatiche e silicoclastiche con caratteristiche di bacino e di margine di piattaforma riferibili al Dominio Pre-panormide del Cretaceo al Miocene (Catalano *et al.* 1996);
- Depositi “tardorogeni” distinti in successioni terrigene e carbonatiche del Miocene sup. – Pliocene inf. e successioni silicoclastiche-carbonatiche del Miocene sup. – Pliocene inf. (Fig. 20).

Successioni del Dominio Ibleo-Trapanese o Trapanesi-Saccense

I terreni appartenenti alla deformazione del Dominio Trapanese (Fig. 21) sono geometricamente sottostanti a quelle Panormidi e Prepanormidi ed affiorano a Monte Erice (a N di Trapani), a Monte Inici e Monte Ramalloro (ad W di Castellamare del Golfo), Montagna Grande (ad W di Calatafimi) e Monte Bonifato (a S di Alcamo). Trattasi di depositi di piattaforma triassico-liassica evolventi a depositi di altofondo (*seamount*) sino al Malm e successivamente pelagici. Dal basso verso l'alto si riconosce la seguente successione:

- *Calcari, calcari dolomitici e dolomie stromatolitiche e loferitiche (Trias sup. - Lias)*. Si tratta di ciclotemi loferitici caratterizzati da una monotona alternanza di livelli decimetrici di dolomie e calcari dolomitici con strutture da essiccamento e strutture geopetali; dolomie e calcari dolomitici stromatolitici e breccie loferitiche; ruditi ed areniti intraclastiche. Nella parte bassa della successione sono presenti livelli, a volte lenticolari, centimetrici fino a decimetrici di argille e/o marne grigie sterili e delle cavità paleocarsiche riempite da silt vadoso rosso. Affiorano a Monte Erice, Pizzo Petralia, Monte Ramalloro (versante meridionale), Monte Inici, Montagna Grande e Monte Bonifato, con una potenza in affioramento compresa tra 1-2 metri e 300 m circa. Le caratteristiche sedimentarie sono quelle tipiche di una

laguna di retroscogliera (calcilutiti e calcareniti a *Megalodon*), di piana litorale (stromatoliti e loferiti) e del margine esterno della piattaforma (calciruditi e calcareniti oolitiche).



Carta geologica schematica dell'estremità nord-occidentale della Sicilia. 1) Detrito; alluvioni antiche e recenti; 2) Sabbie eoliche, conglomerati, sabbie ed argille (depositi continentali); 3) Conglomerati, calcareniti bioclastiche, calcareniti e sabbie (Pleistocene inf.); 4) Gessi, gessareniti ed argille gessose (Messiniano sup.); 5) Argille sabbiose, sabbie ed intercalazioni lenticolari di conglomerati "Fm. Terravecchia" (Tortoniano sup.-Messiniano inf.); 6) Argille, calcilutiti, conglomerati e marne (Serravalliano-Tortoniano medio); 7) Biolititi ad alghe e coralli, calcareniti e calciruditi a macroforaminiferi, lamellibranchi e gasteropodi "Mischio" (Miocene inf.-medio); 8) Argille e marne a foraminiferi planctonici con intercalazioni di arenarie, calciruditi e calcareniti in grossi banchi (a) (Oligocene sup.-Miocene inf.); 9) Alternanza di peliti, peliti sabbiose ed arenarie con intercalazioni di arenarie e conglomerati in grossi banchi (a) (Oligocene medio-sup.); 10) Argille ed argille marnose, marne sabbiose con intercalazioni lenticolari di calcareniti, biocalcareni e biocalciruditi (Eocene sup.-Oligocene medio); 11) Calcilutiti e calcisiltiti marnose a foraminiferi planctonici e radiolari con intercalazioni di breccie carbonatiche "Scaglia"; calcilutiti marnose e marne ad aptici, belemniti e foraminiferi planctonici (Cretaceo inf.-Eocene); 12) Argille, argille sabbiose e marne "Fm. S.Cipirello" (Langhiano sup.-Tortoniano medio); 13) Calcareniti e calciruditi a macroforaminiferi, calcilutiti, conglomerati e breccie (Eocene sup.-Oligocene); 14) Calcilutiti e calcisiltiti marnose a foraminiferi e radiolari con intercalazioni di breccie carbonatiche "Scaglia" (Cretaceo sup.-Eocene); 15) Calcilutiti e calcareniti coralgali, calcari a rudiste e nerinee (Cretaceo medio-sup.); 16) Argille, argille sabbiose e marne "Fm. S. Cipirello" (Langhiano sup.-Tortoniano medio); 17) Calcilutiti e calcisiltiti marnose a foraminiferi e radiolari con intercalazioni di breccie carbonatiche "Scaglia" (Cretaceo sup.-Eocene); 18) Calcilutiti e calcisiltiti a cal-pionelle; calcari nodulari ad ammoniti, marne a brachiopodi e cefalopodi "Rosso Ammonitico"; calcilutiti e calcisiltiti marnose a liste e noduli di selce; dolomie cristalline e calcari stromatolitici e loferitici (Trias sup.-Neocomiano); 19) Faglie e contatti tettonici; 20) Assi di anticlinali (a) e sinclinali (b).

Fig. 3- Carta geologica dei Monti di Trapani (da CATALANO & LO CICERO, 1998)

- *Calcilutiti e calcisiltiti marnose a liste e noduli di selce (Lias med. – Dogger).* L'intervallo poggia in discordanza sulla piattaforma triassico-liassica e contiene una ricca macrofauna e microfauna. Affiora a Favignana, Marittimo e Rocca che Parla (Montagna Grande), con spessori variabili tra 30 e 70 m; a Monte Erice invece è visibile una successione di circa 170 m di calcilutiti e calcisiltiti con liste e noduli di selce a brachiopodi e cefalopodi (Lias sup.-Dogger). Le caratteristiche sedimentarie

indicano il passaggio da una piattaforma in approfondimento fino a condizioni di ambiente francamente pelagico.

- *Calcari, calcari marnosi, Rosso ammonitici, marne, calcari marnosi silicizzati e radiolariti (eq. Fm. Giardini, Dogger-Malm)*. L'intervallo è costituito da una alternanza di strati decimetrici a metrici con ricca fauna ad ammoniti, belemniti, brachiopodi e foraminiferi, che verso l'alto passano a radiolariti e marne varicolori con ammoniti e belemniti. Questi depositi giacciono in disconformità sulla piattaforma triassico-liassica ed hanno un marcato carattere di successione condensata, con frequenti croste limonitiche e ferro-manganesifere. L'intervallo affiora a Monte Erice, Rocca Giglio, Rocca che Parla (Montagna Grande), Monte Inici, Pizzo Petralia (versante W), Monte Ramalloro (versante S) e tra Costa Aquila e Piano del Rosso, con spessori variabili tra 20 e 40 m. Il contatto discordante sulla sottostante piattaforma carbonatica trapanese e la sottile superficie di *hardground* sono chiaramente indicative dell'inizio della fase di approfondimento della suddetta piattaforma, fino a condizioni di ambiente di altofondo (*seamount*) in via di approfondimento come testimonia la fauna pelagica ed i calcari silicizzati e/o radiolariti verso il tetto.
- *Calcilutiti, calcisiltiti a noduli e liste di selce, marne e calcari marnosi "Lattimusa" (Fm. Chiaramonte, eq. Fm. Alcamo, Mb. Busambra, Titonico – Neocomiano)*. In paraconcordanza, segue questo intervallo costituito da un pacco (potente da 70 a 120 m) di strati centi-decimetrici e che affiora nelle seguenti località: Erice, Monte Ramarollo (versante S), Pizzo delle Niviere (Monte Inici), Seno di Guidaloca, Cala Bianca (Scopello), Rocca che Parla, Pizzo Petralia (versante W), a S di Dagala Secca ed a Costa Aquila. Le caratteristiche sedimentologiche indicano un ambiente deposizionale francamente pelagico.
- *Marne e calcilutiti marnose (Eq. Fm. Alcamo, Membro Hybla, Cretaceo med.)*. Il passaggio è graduale e continuo sui terreni precedenti e l'intervallo si presenta costituito da un'alternanza di strati da centimetrici a decimetrici. Queste litologie affiorano a Monte Erice (versante N), a N di Monte della Misericordia, a Montagna Grande a W di Case Arena, a S di Dagala Secca e Costa Aquila, con spessori tra 20

e 200 m. Le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche testimoniano una deposizione in un ambiente francamente pelagico.

- *Calcilutiti e calcisiltiti marnose a noduli e liste di selce “Scaglia Auct.” (Cretaceo sup. - Eocene)*. L’intervallo poggia in paraconcordanza sul Cretaceo med. ed affiora a Pizzo Argenteria e Castellazzo (Monte Erice); in Contrada Crocefissello, alla Tonnara di San Cusumano, a Villa Nasi (nella Piana di Trapani lungo la costa N); a Rocca Giglio, a Monte della Misericordia, a Pizzo Petralia, Costa Aquila e Monte Ramalloro, a Monte Inici ed a Montagna Grande, con spessori di circa 200 m. Le caratteristiche sedimentologiche sono tipiche di un ambiente pelagico.
- *Calcareniti, biocalcareni e marne verdastre glauconifere (Fm. Calcareniti di Corleone Miocene inf.)*. Questo intervallo poggia in netta discordanza sui terreni precedenti. Si tratta di una alternanza di calciruditi in strati centimetrici e calcareniti in strati decimetrici fino a 1 m, a tratti glauconifere, passanti ad arenarie glauconitiche, calcareniti a grana fine, argille e marne ricche in foraminiferi platonici e arenacei e bioclasti. Affiora alla Grotta dei Porci (Monte della Misericordia), Rocca Giglio; Torre Ligny, Isola di Colombaia, Scoglio del Malconsiglio, Tonnara di San Cusumano (lungo il litorale di Trapani); a Monte Erice, Pizzo Barnaba (Valderice), Balata di Baida, Cava Carrubazzi (Monte Bonifato), Monte Ramalloro, con spessore da 1-2 m a 20 m. Le caratteristiche litologiche e la fauna neritica sono tipiche di spiaggia sommersa che si approfondisce.
- *Argille e marne grigie (Fm. San Cipirello, Serravalliano – Tortoniano med.)*. Queste litologie poggiano in discordanza sui terreni precedenti ed affiorano nei dintorni di Scopello, a W di Pizzo Petralia, a Castello di Baida, a Sarcuna, e a NE di Dagala Secca, con spessori tra 50 e 150 m. Le caratteristiche litologiche e faunistiche suggeriscono un ambiente di sedimentazione pelagico di scarpata - base di scarpata.

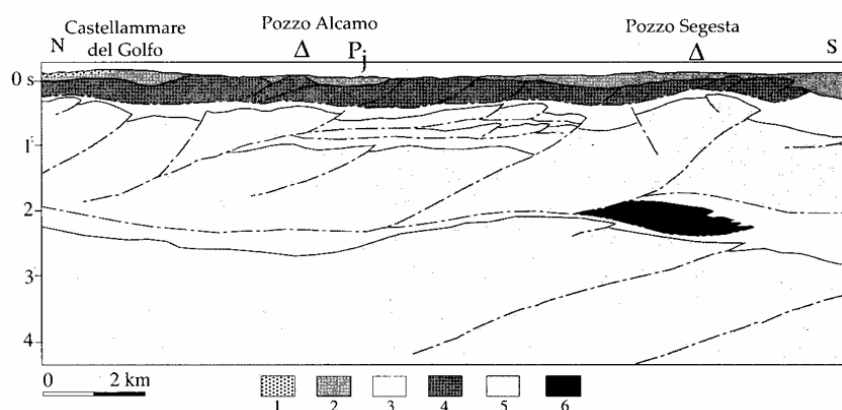
Appartengono al Dominio Trapanese le seguenti unità:

Unità Monte Ramalloro - Monte Inici. Affiora negli omonimi rilievi e rappresenta una struttura variamente piegata con assi orientati N-S e NE-SO, frazionata in blocchi da faglie con andamento NE-SO e NNO-SSE. L’unità si sovrappone nel suo fronte orientale a

depositi miocenici di sottostanti unità trapanesi (Mauz & Renda, 1996) ed è ricoperta tettonicamente dalle Unità Panormidi e Pre-panormidi.

Unità Montagna Grande – Monte Barbaro. E' sovrapposta tettonicamente, sul lato sud-occidentale, ai terreni miocenici che costituiscono le coperture terrigene di unità Trapanesi non affioranti. Costituisce una anticlinale asimmetrica orientata NO-SE e vergente verso SO. E' in contatto tettonico mediante una faglia trascorrente con i terreni del Miocene sup.- Pliocene, lungo il bordo sud-orientale. Su questa unità, in discordanza angolare, poggiano nel versante nord-orientale i depositi del Tortoniano sup.-Messiniano (Fm. Terravecchia).

Sull'Unità Montagna Grande poggiano tettonicamente le unità derivanti dalla deformazione del Dominio Pre-panormide.



Line-drawing di un profilo sismico che si spinge da Castellammare del Golfo al pozzo Segesta 1 (Vedi locazione in Fig. 6). Le Unità PrePanormidi o affini sono ricoperte da terreni del Miocene sup.-Pleistocene sup. e si sovrappongono su una pila di Unità Trapanesi.
 Legenda: 1) Pleistocene, 2) Fm Terravecchia, 3) Miocene inf.-medio, 4) falde PrePanormidi, 5) Unità Trapanesi, 6) Unità di incerta attribuzione.

Fig. 4 - Strutture tettoniche sepolte nei Monti di Trapani (da CATALANO & LO CICERO, 1998)

Unità Monte Erice. Deriva dalla deformazione delle aree più interne del Dominio Ibleo-Trapanese. E' tettonicamente sovrapposta ai terreni mesozoico-terziari dell'Unità Rocca Giglio. A grande scala dà luogo ad una anticlinale di rampa, orientata NE-SO, vergente verso SE e ritagliata da faglie trascorrenti destre con andamento NO-SE. Presenta al suo interno sistemi plicativi orientati NE-SO e ripiegati in senso E-O (Abate *et al.*, 1990; Incandela, 1995).

Unità Rocca Giglio. Affiora a SE di Monte Erice e deriva dalla deformazione dei terreni del Dominio Trapanese su cui poggiano tettonicamente le unità derivanti dalla deformazione del Dominio Pre-panormide. Costituisce una piccola anticlinale asimmetrica

tagliata da trascorrenza destra. con andamento NO-SE, che borda il versante occidentale di Monte Erice e nel suo insieme dà luogo ad una struttura positiva allungata in senso N-S che al suo interno presenta sistemi di pieghe orientate NE-SO ed E-O (Abate *et al.*, 1990; Incandela, 1995).

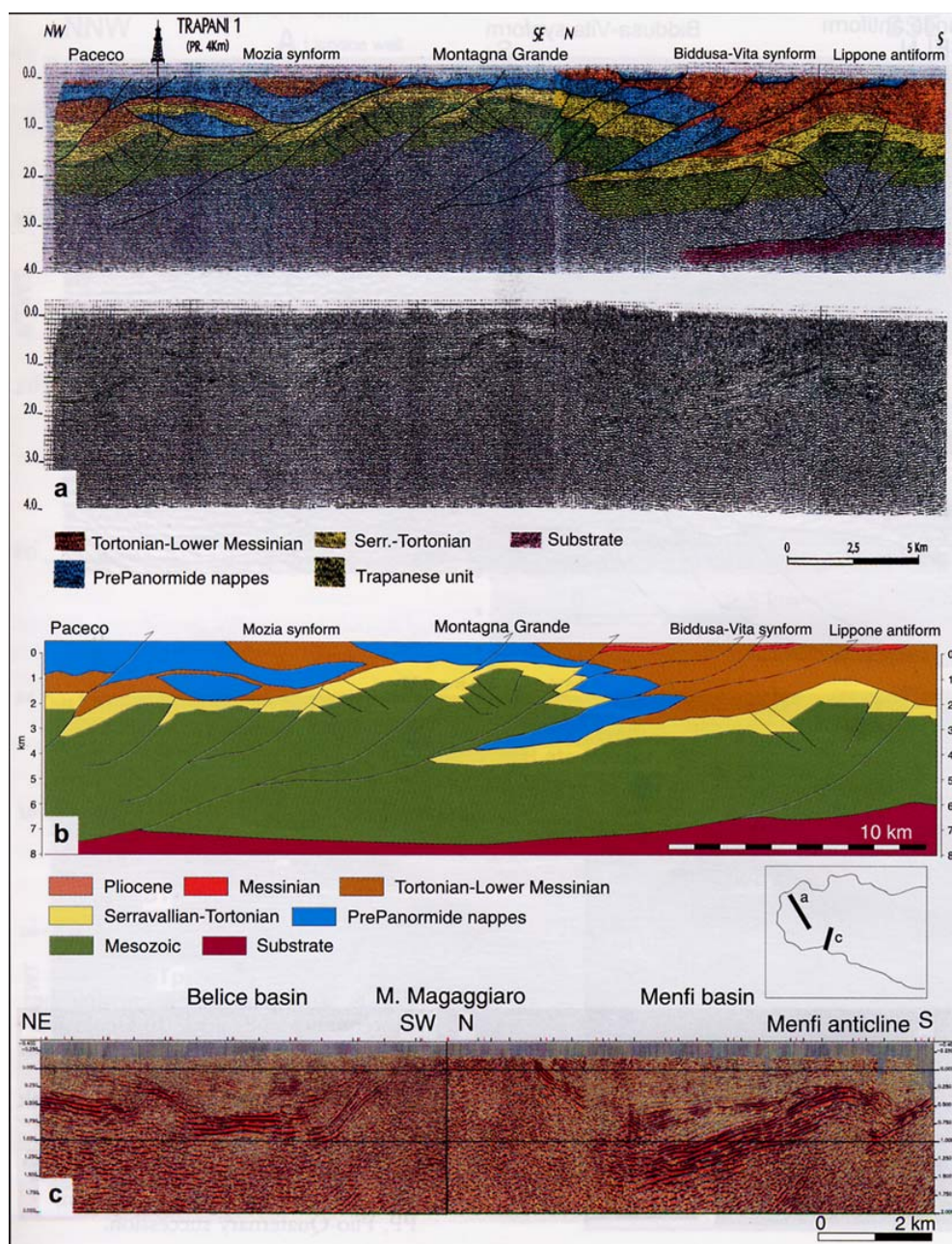


Fig. 5- Profili geologici profondi nella Sicilia occidentale realizzati con l'ausilio di dati di sismica a riflessione (da CATALANO *et al.*, 2002)

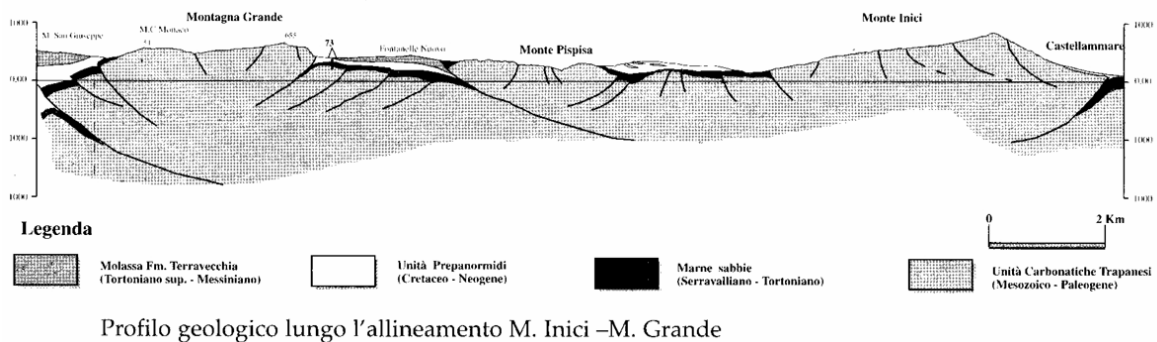


Fig. 6 - Sezione geologica dell'area di Montagna Grande (da CATALANO & LO CICERO, 1998)

Unità Monte Bonifato. La struttura di Monte Bonifato costituisce l'affioramento più orientale dei Monti di Trapani, è costituita da una monoclinale ripetutamente ritagliata da due sistemi di faglie quasi ortogonali. Il primo sistema, è orientato generalmente NW-SE ed è dato da faglie di collasso (prevalentemente dirette), mentre il secondo ha un andamento grosso modo NNE-SSW (ruotante localmente a NE-SW) e presenta componente da diretta a transpressiva.

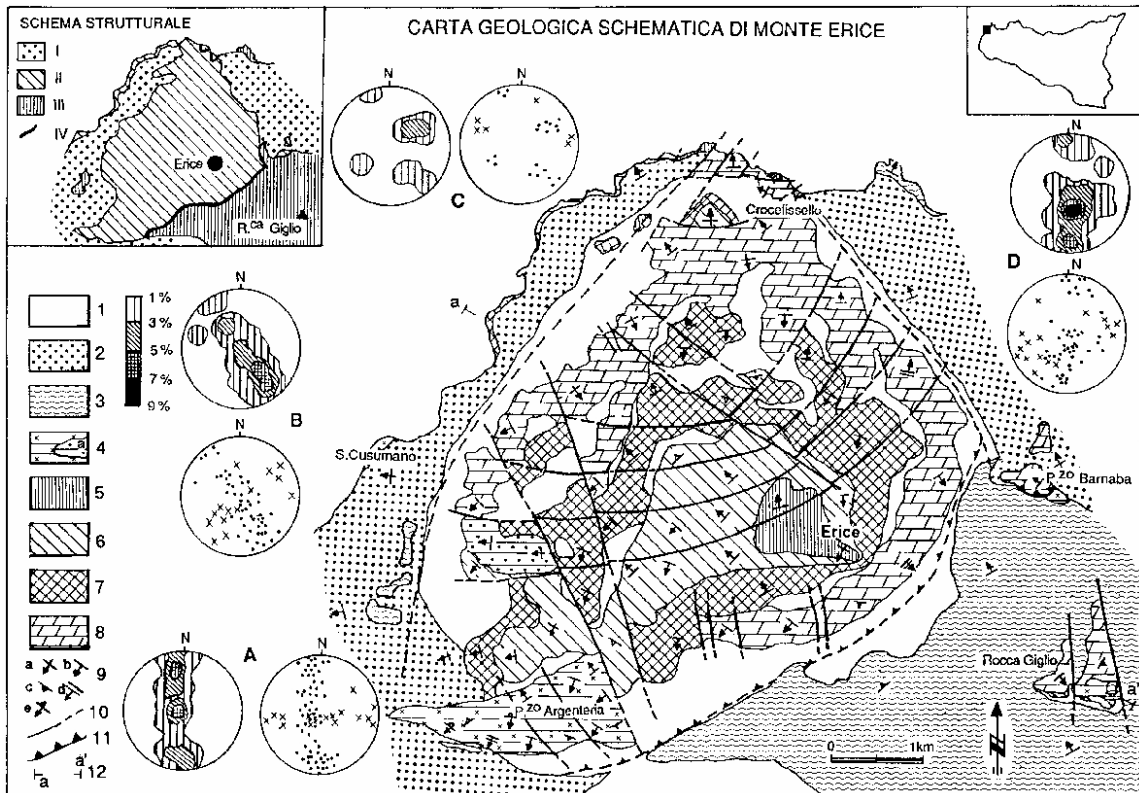
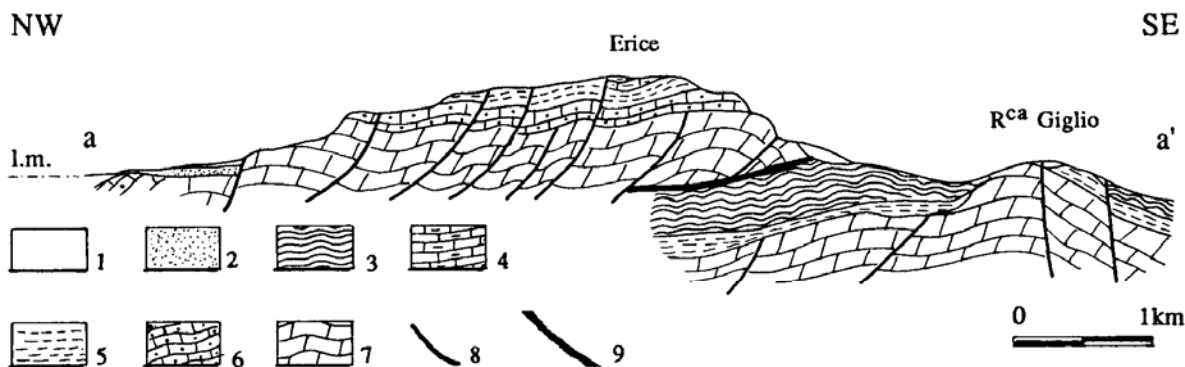


Fig. 7- Geologia dell'area di Monte Erice (da ABATE et al., 1990).



Legenda sezione geologica. 1) Detrito; 2) calcarenite, sabbia e conglomerati (Peistocene-Pliocene sup.); 3) calcareniti e biocalcareniti "Mischio"; argille, argille marnose, marne ed arenarie; calcilutiti e calcisiltiti marnose "Scaglia" (Tortoniano-Cretaceo sup.); 4) calcilutiti e calcisiltiti a calpionelle "Lattimusa"; calcareniti e calciruditi ad Orbitoline (Neocomiano-Titonico); 5) calcari nodulari ad ammoniti "Rosso Ammonitico" (Malm-Dogger sup.); 6) calcilutiti a liste e noduli di selce (Dogger-Lias sup.); 7) dolomie, calcari dolomitici e calcari stromatolitici e loferitici (Lias-Trias sup.); 8) faglie; 9) superficie di sovrascorrimento.

Fig. 8- Sezione geologica del rilievo del Monte Erice (da ABATE et al., 1990).

Successioni del Dominio Panormide

Le successioni panormidi affiorano nella Penisola di San Vito Lo Capo e presentano caratteri di piattaforma carbonatica e di margine sino al Cretaceo, successivamente evolventi ad ambiente di bacino pelagico. Queste sono costituite, dal basso verso l'alto, da:

- *Dolomie e breccie dolomitiche (Trias sup.)*. Si tratta di una alternanza irregolare di dololutiti e doloareniti in strati da decimetrici a metrici, dolomie spesso vacuolari ricristallizzate con rare intercalazioni di calciruditi o calcareniti ben stratificate o massive, breccie dolomitiche o doloruditi massive o mal stratificate. Affiorano nella riserva naturale dello Zingaro, a Monte Speciale ed a Monte Cofano, con uno spessore compreso tra 80 e 250 m. Le caratteristiche sedimentologiche sono proprie di un ambiente deposizionale di margine di piattaforma.
- *Calcari e calcari dolomitici stromatolitici e loferitici (Norico - Lias)*. Si presentano in strati decimetrici e nel dettaglio sono costituite da calcareniti oolitiche, calcilutiti e calcareniti a peloidi ed intraclasti, breccie loferitiche, micriti a *Megalodon*, ed a più altezze stratigrafiche cavità paleocarsiche riempite da silt vadoso rosso. Affiorano a Punta Solanto ed a S di Tonnara Lo Secco (San Vito Lo Capo) con uno spessore di 250-300 m.. a Monte Cofano, Monte Sparagio, Sauci Piccolo, Pizzo di Sella, Monte Acci, Pizzo Candela, Monte Passo del Lupo, nella Riserva Naturale Orientata dello

Zingaro, Monte San Giovanni, Monte Palatimone, Contrada Tuono, tra Sperone e Purgatorio, a S di Monte Bufara, queste litologie hanno uno spessore di circa 500 m. Le caratteristiche sedimentarie sono quelle proprie di una laguna di retroscogliera (calcilutiti e calcareniti a *Megalodon*), di piana litorale (stromatoliti e loferiti) e di margine esterno (calciruditi e calcareniti oolitiche). Le caratteristiche sedimentologiche sono francamente di piattaforma carbonatica.

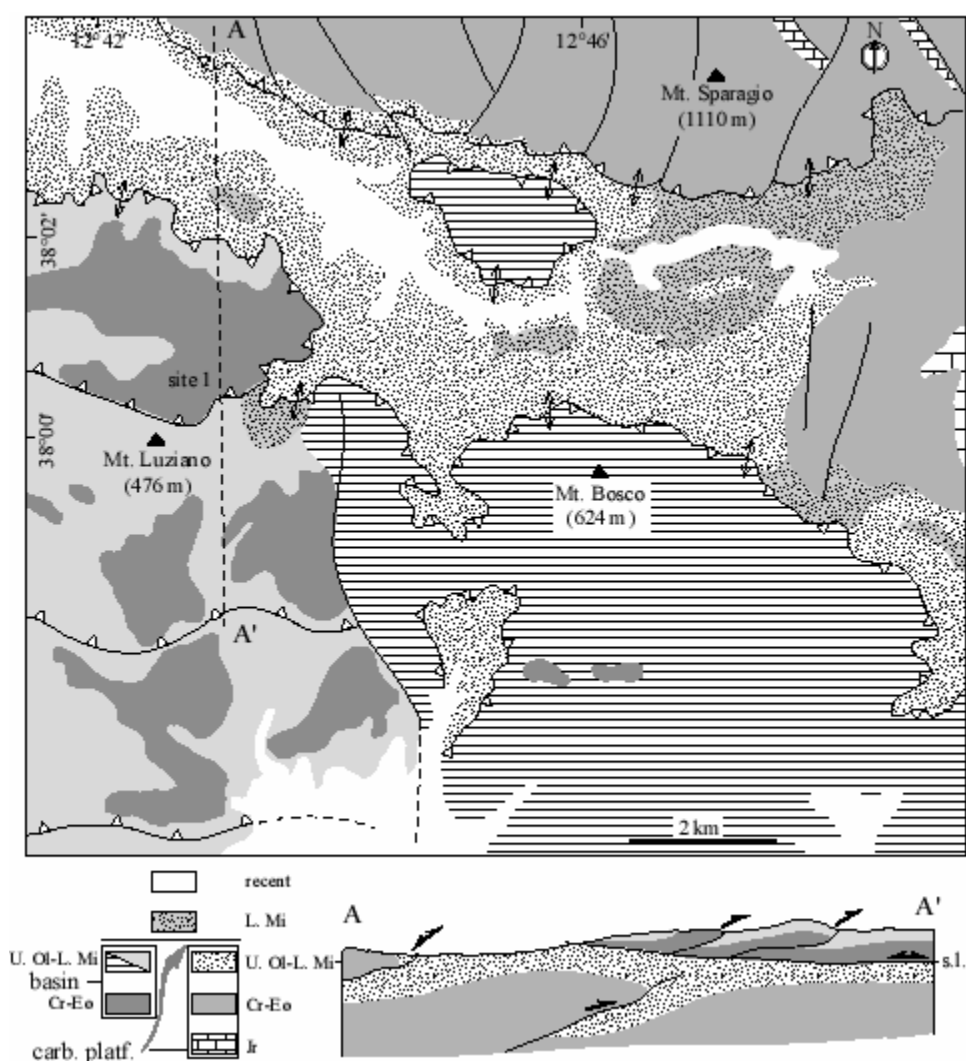
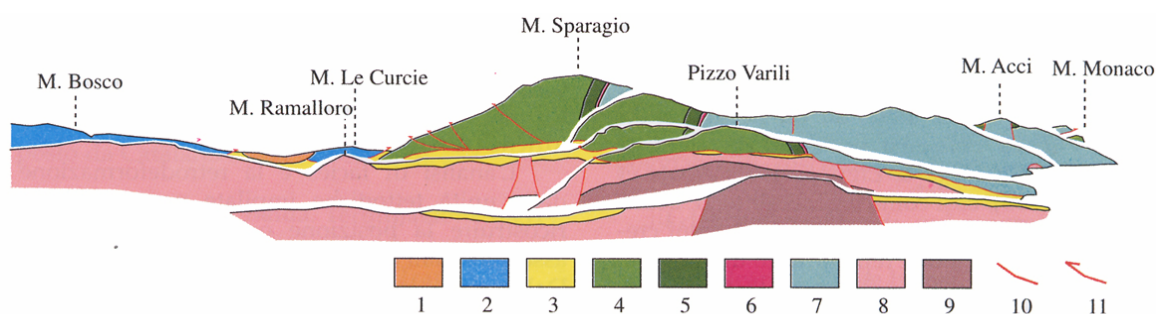


Fig. 9 - Carta geologico-strutturale schematica dell'area di M. Bosco (da NIGRO & RENDA, 2004).

- *Calcari nodulari ad ammoniti, calcari marnosi, marne varicolori e radiolariti (Dogger-Malm).* In discordanza sulla piattaforma carbonatica, sia in filoni sedimentari si riscontrano dei calcari rossi o bianchi ad ammoniti e belemniti,

calcilutiti, biocalcareniti a crinoidi, intercalati a livelli di *hardgrounds*, calcari marnosi nodulari, marne varicolori, radiolariti, calcisiltiti e calcareniti grigio scure sottilmente stratificate con liste e noduli di selce, a luoghi in successione condensata ed orizzonti di breccie calcaree. Affiorano con spessori da 1-2 m fino a 60 m, nelle seguenti località: Punta di Solanto, Capo S. Vito, Cala Mancina, Pizzo di Sella, Serre di Acci, Monte Sauci, Monte Acci, Pizzo Candela, Cala Marinella, Rocche del Tuono, a SE di Monte Bufara, nei pressi di Custonaci, a Monte Cofano ed a Monte Sparagio (versante N). Le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche indicano un ambiente pelagico a bassa velocità di sedimentazione per rapido sprofondamento della preesistente piattaforma carbonatica triassica.



Panoramica della sovrapposizione tettonica dell'Unità Monte Bosco-Monte le Curcie, su quella di Monte Sparagio. Entrambe queste unità risultano sovrascorse sui terreni in facies trapanese. 1. Depositi della Fm. Terravecchia (Messiniano inferiore-Tortoniano); 2. Unità Monte Bosco-Monte le Curcie (Miocene inferiore-Cretaceo); 3. Argille, marne e arenarie glauconitiche (Miocene superiore-inferiore); 4-7. Unità Panormidi: 4. Depositi pelagici (Scaglia Auct.) e calcari a rudiste (Oligocene-Cretaceo inferiore); 5. Calcari ad ellipsactinia (Cretaceo inferiore-Giurassico superiore); 6. Rosso Ammonitico (Giurassico); 7. Depositi di piattaforma carbonatica (Lias-Trias). 8-9. Unità Trapanesi: 8. Depositi di piattaforma pelagica (Oligocene-Giurassico); 9. Depositi di piattaforma carbonatica (Lias-Trias). 10. Faglie dirette; 11. Faglie inverse e sovrascorrimenti.

Fig. 10 - Sezione geologica di M. Sparagio da CATALANO & LO CICERO (1998)

- *Calcilutiti, calcareniti a noduli e liste di selce, breccie ad Ellipsactinie, alghe e coralli, marne (Titonico – Cretaceo inf.)*. Questo orizzonte si presenta discordante sul Dogger – Malm ed è costituito da biocalcareniti e biocalruditi in grossi banchi o massive, mentre a diverse altezze stratigrafiche si osservano dei passaggi laterali e verticali a calcilutiti e calcareniti a noduli e liste di selce od a calcari marnosi e marne. Tali litologie affiorano, con spessori tra 110 e 350 m, alla base di Pizzo Monaco, a Capo San Vito, in Contrada Saffaglione, alla Tonnara del Secco, alle Rocche del Tuono, alla Portella Cipollazzo, a S della Tonnara di Cofano ed a Monte

Bufara, a Monte Cofano (versante SE), e lungo la dorsale di Monte Sparagio. Le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche corrispondono ad un ambiente di alta energia, di scogliera e/o di avanscogliera, localmente di ambiente pelagico.

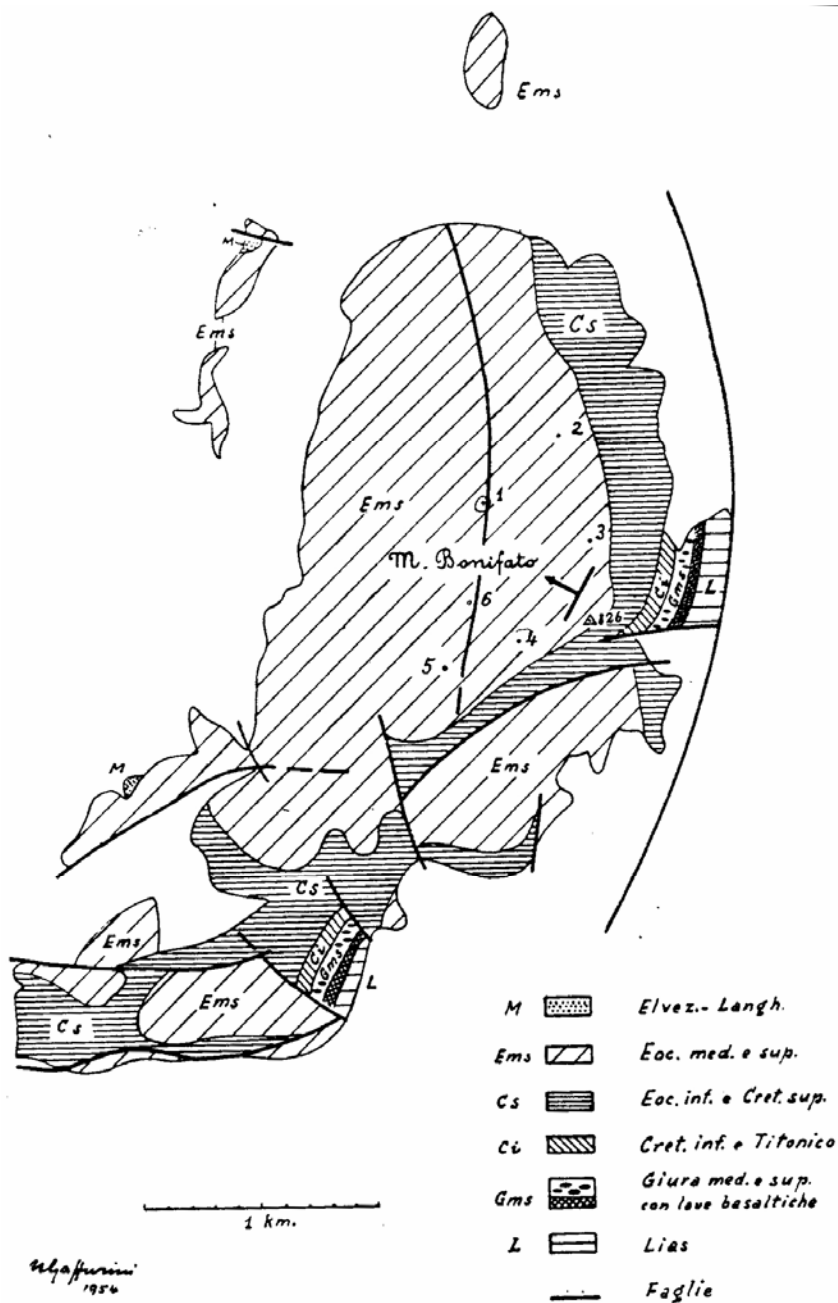


Fig. 11 - Geologia del M. Bonifato (da GAFFURINI, 1954)

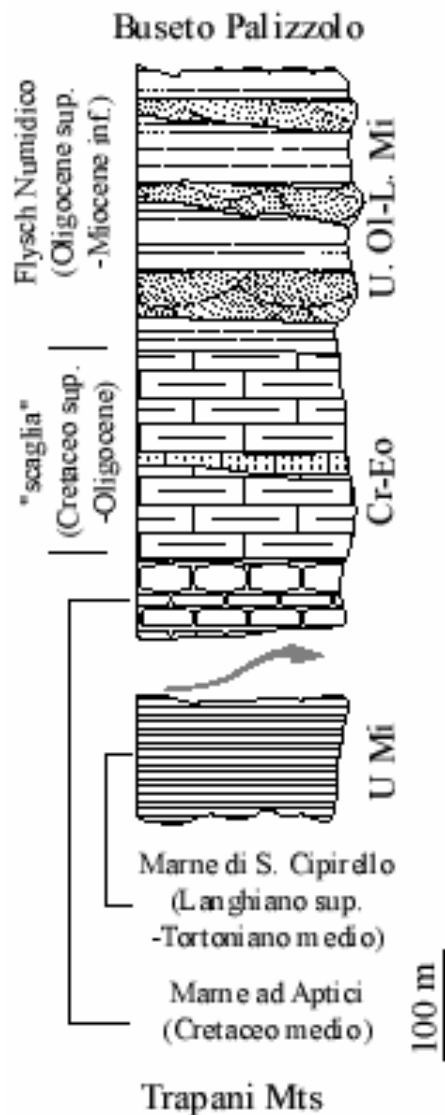
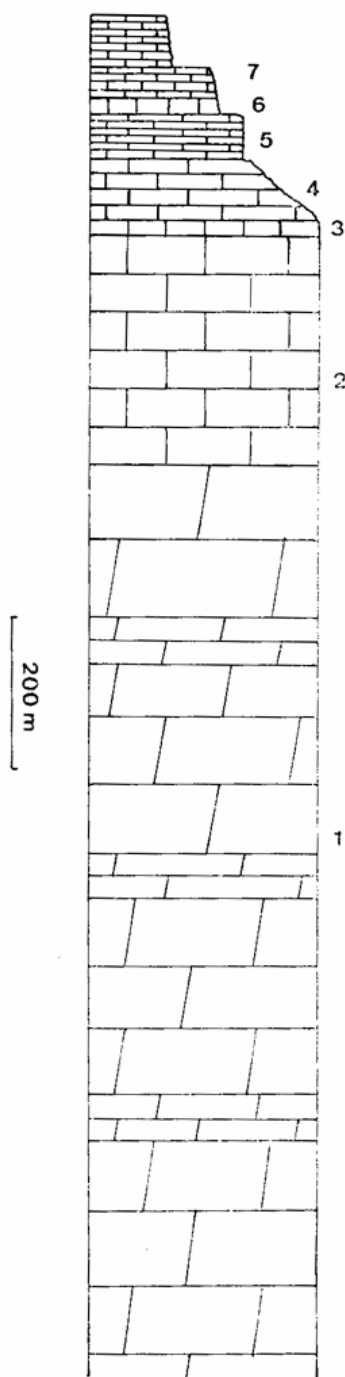


Fig. 12 - Stratigrafia dei Monti di Trapani meridionali (da NIGRO & RENDA, 2004).

- *Calcilutiti e calcilutiti marnose a noduli e liste di selce a Calpionelle e marne ad aptici e radiolari (Cretaceo med.).* Seguono in paraconcordanza marne, calcilutiti marnose a calpionelle, argille marnose ed argille biancastre, giallastre o nocciola, passanti a calcareniti a liste e noduli di selce in strati centimetrici a decimetrici. Queste litologie affiorano, con uno spessore massimo di 80 m, a Monte Bufara, Pizzo di Sella, Monte Sauci, Monte Acci, Sauci Grande, Cala Berretta (finestra tettonica) ed a Punta Capreria. Le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche indicano un ambiente deposizionale francamente pelagico.

- *Calciruditi e calcareniti coralgali, biolititi a lamellibranchi e gasteropodi, calcilutiti ad alghe e foraminiferi (Cretaceo med. – sup.).* In paraconcordanza sulle breccie del Titonico – Cretaceo inf. seguono dei calcari localmente dolomitizzati, calciruditi e calcareniti a rudiste in grossi banchi, alternati a calcilutiti a volte laminate. Questo intervallo affiora a Monte Monaco, Capo San Vito, Piana di San Vito, Piana di Sopra, a S di Seno del Secco, Pizzo Giacolamaro, Pizzo della Noce e a Case la Porta. Le caratteristiche sedimentologiche mostrano un ambiente di scogliera e avanscogliera. .Da notare che a S della località Sperone affiorano, all'interno di questo intervallo, delle intercalazioni di vulcaniti alcalibasaltiche a cuscino (età: Albiano – Cenomaniano, Bellia *et al.*, 1981).
- *Calcilutiti e calcisiltiti, calcari marnosi e marne “Scaglia Auct.” (Cretaceo sup. - Eocene).* In discordanza sulle marne ad aptici (Cretaceo med.) o sui calcari del Cretaceo med. – sup., seguono calcilutiti, marne e calcari marnosi spesso interessati da *boudinage*, sottilmente stratificati, con episodi lenticolari di breccie calcaree e calciruditi risedimentate. Da rimarcare la presenza di intercalazioni di ruditi e megaruditi. Queste litofacies, con spessore tra 100 e 250 m. affiorano a Monte Sparagio, Tonnarella dell'Uzzo, Monte Monaco, a SE di Monte Cofano, a Cala di Grottazza, ai Pizzi ed a Cala Berretta (in finestra tettonica. Le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche denotano un ambiente ambiente pelagico.
- *Biocalcareniti, biocalciruditi e calcareniti a luoghi glauconitiche “Mischio” (Miocene inf. – med.).* L'intervallo poggia in netta discordanza sui terreni precedenti, ed affiora a Monte Sparagio (versante S), Monte Monaco, ad W di Cozzo Mondello, a S di Conturrana, a SW di Monte San Giovanni, a N di Baglio Cofano, con spessori da pochi a 30 m. Le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche attestano trattarsi un ambiente di spiaggia sommersa.
- *Argille, argille sabbiose e marne a foraminiferi planctonici (Langhiano – Tortoniano med.).* in discordanza sui terreni precedenti segue un'alternanza di argille, argille sabbiose e marne a *Orbuline* e foraminiferi arenacei, a varie altezze si intercalano quarzareniti, quarzoruditi, sabbie e calcareniti (a volte in corpi lenticolari). Queste litofacies affiorano con una potenza compresa tra 15 e 200 m nelle seguenti località: a Monte Monaco, Cala di Gottazza, Case Ferriato, a Portella

Mandria Nuova, al Purgatorio, a N di Baglio Cofano ed a S di Monte Sparagio. Le caratteristiche sedimentologiche indicano ambiente pelagico.



Coupe schématique de la série de M. Inici. 1, Dolomies et calcaires dolomitiques du Trias supérieur; 2, calcaires blancs du Lias inférieur (Formation Inici); 3, calcaires gris (Jurassique moyen); 4-5-6, calcaires noduleux du Jurassique moyen-supérieur; 7, calcaires rouges à Calpionelles.

Fig. 13 - Stratigrafia di M. Inici (da MASCLE, 1970).

Appartengono al Dominio Panormide le seguenti unità:

Unità Monte Monaco. Rappresenta la più bassa tra le unità panormidi, costituendo una blanda struttura anticlinalica con asse orientato E-O, dissezionata da faglie trascorrenti ad andamento N-S ed E-W (Abate *et al.*, 1991, 1993; Incandela, 1995). L'unità affiora nella parte più settentrionale della penisola ed in finestra tettonica a Cala Grottazza.

Unità Monte Acci. Questa unità è sovrapposta tettonicamente a quella di Monte Monaco a Nord ed a quella di Monte Ramallo a Sud Est. Le successioni calcareo marnose che la costituiscono hanno risposto in modo plastico alle sollecitazioni tettoniche per cui in essa sono presenti diverse strutture plicative. L'unità è costituita da una struttura sinclinalica ed anticlinalica con asse disposto circa NO-SE e piano assiale poco inclinato, al cui interno sono presenti pieghe coricate o rovesciate. In prossimità dei fronti sono presenti pieghe con assi orientati in senso E-O (Abate *et al.*, 1991, 1993). Affiora nel settore compreso tra Pizzo Sella, Monte Acci, Torre dell'Impiso nel Golfo di Cofano ed in finestra tettonica a Cala Marinella ed a Cala Beretta.

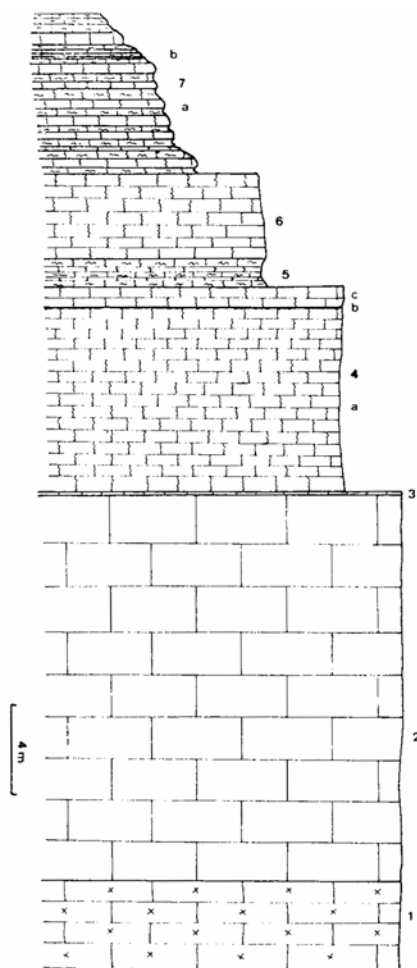
Unità Monte Speciale-Monte Palatimone. E' la più alta unità dell'edificio strutturale e dà luogo a piccole anticlinali di rampa orientate NE-SO, dissezionate da faglie ad andamento prevalente NO-SE e NE-SO. Le strutture plicative presentano assi orientati per la maggior parte con direzione N-S ed E-O (Abate *et al.*, 1991, 1993). L'unità sovrascorre sull'Unità Monte Acci e Monte Ramallo poggiando tettonicamente sull'Unità Monte Erice. L'unità affiora a Monte Speciale, Monte Passo del Lupo, a Monte Palatimone.

Unità Monte Sparagio-Monte Cofano. I due rilievi costituiscono delle strutture anticlinaliche rovesciate o fortemente inclinate vergenti a SE, raccorciate da faglie inverse di direzione NE-SO o E-O. A Monte Sparagio, inoltre, particolarmente evidente è il sistema di faglie N-S o NO-SE responsabile della notevole fratturazione della struttura (Abate *et al.*, 1991, 1993). L'unità affiora nei due rilievi predetti e poggia tettonicamente sulle argille mioceniche delle Unità Ibleo-Trapanesi ed è sottoposta alle Unità Pre-panormidi.

Successioni del Dominio Pre-panormide

Le successioni bacinali riferite al Dominio Pre-panormide affiorano estesamente a S della penisola di San Vito Lo Capo fino ai dintorni di Paceco a W e di Marsala e di Salemi a S.

Questi terreni hanno caratteristiche di piattaforma carbonatica evolvente a margine e bacino, e sono costituiti, dal basso verso l'alto, da:

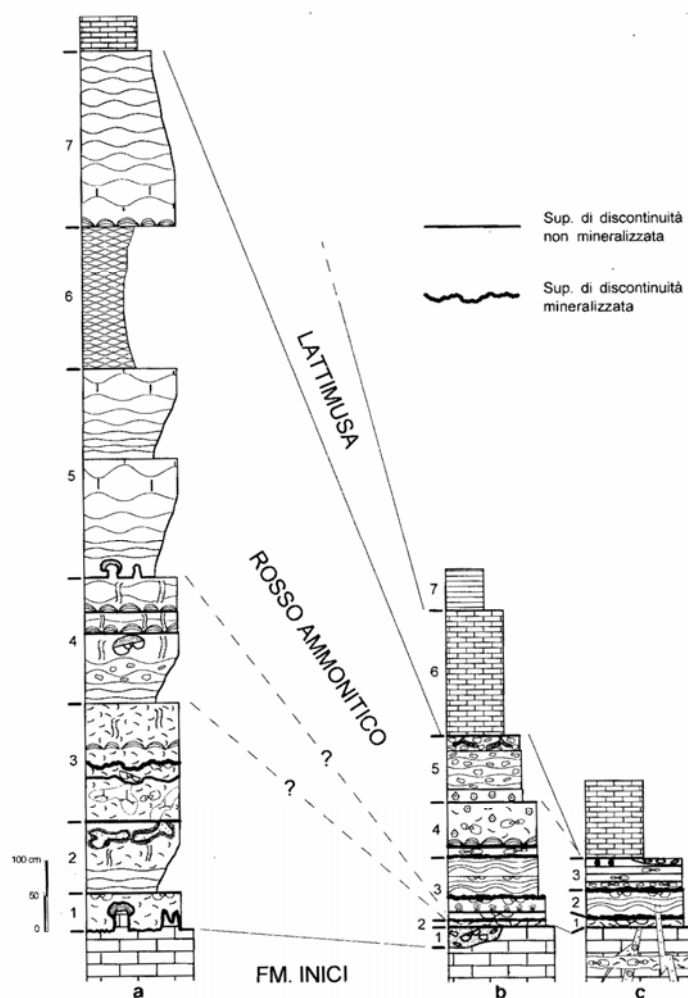


Montagna Grande de Catalafimi, Contrada Le Rocche. 1, Calcaires crinoïdiques; 2, calcaires massifs; 3, calcaires gris; 4 (a), Ammonitico rosso inférieur; (b), niveau manganeux; (c), Ammonitico rosso supérieur; 5, Ammonitico rosso marneux; 6, Ammonitico rosso calcaire; 7, alternance d'Ammonitico rosso calcaires et marneux (a), Tithonique (b), Berriasien.

Fig. 14 - Stratigrafia di Montagna Grande (da MASCLE, 1970).

- *Calcilutiti e calcilutiti marnose a noduli e liste di selce ad aptici, belemniti radiolari e foraminiferi (eq. F. Hybla, Cretaceo inf. – med.).* Sono i terreni più antichi affioranti, e si presentano come un'alternanza di argilliti, marne e marne calcaree con intercalazioni di calcilutiti e calcisiltiti a liste e noduli di selce, in strati decimetrici. Affiorano a Baglio Ragoleo e Monte Murfi, con spessore massimo tra 60 e 80 m. Le

caratteristiche sedimentologiche e faunistiche denotano un ambiente di deposizione francamente pelagico.



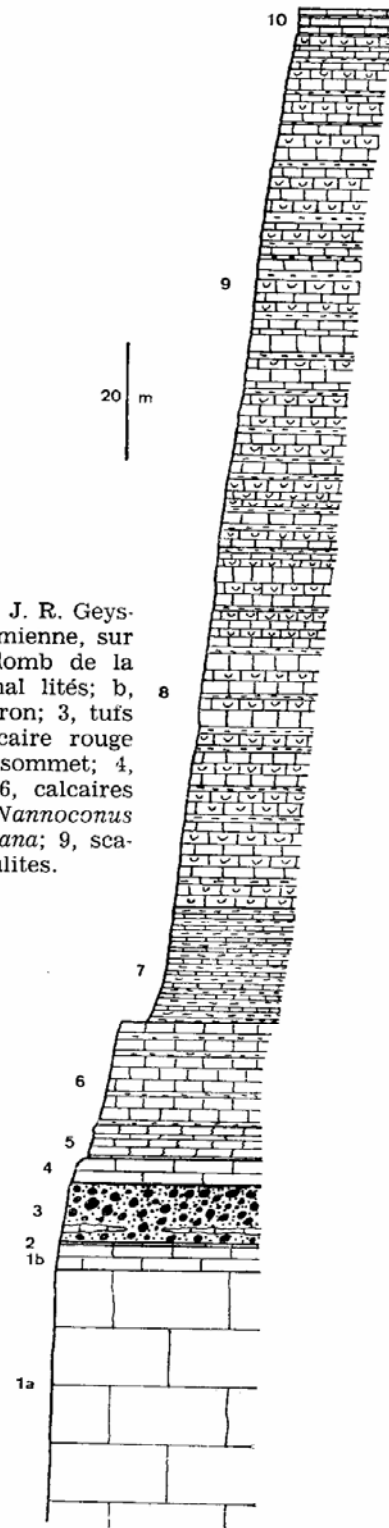
Colonne stratigrafiche delle successioni misurate a Le Rocche (a), Rocca chi Parra settore centrale (b) e Rocca chi Parra spigolo ovest (c).

Fig. 15 - Stratigrafie dell'area di Montagna Grande (da MARTIRE et al., 2000).

- *Calcilutiti e calcisiltiti, calcari marnosi e marne "Scaglia" (Cretaceo sup. - Eocene)*. In continuità sul Cretaceo medio si riscontra un'alternanza di sottili strati di calcilutiti e calcisiltiti con liste e noduli di selce, passanti lateralmente a calcisiltiti marnose alternate a marne rossastre in livelli decimetrici con intercalazioni torbiditiche calcaree. A varie altezze si localizzano *slumps* in livelli decimetrici. Queste litologie, con spessori attorno ai 100 m, affiorano a Monte Murfi (versante S), a Poggio Menta, a Baglio Fontana, nelle contrade Poma, Giamboi, Pietra

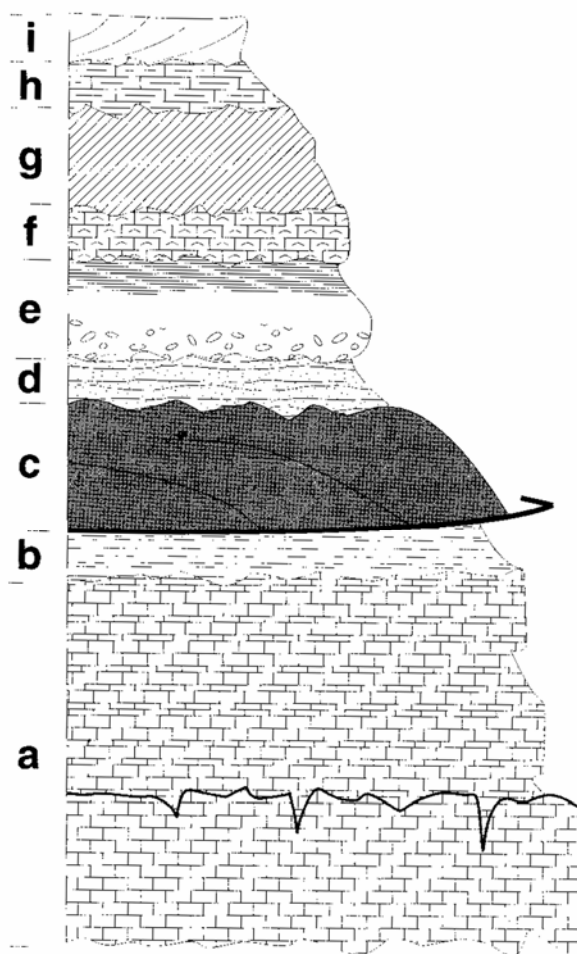
Incarnata, Acque Sorbe, Ballata, Timpone Finocchio, a N di Città Povera e Baglio Rizzo, Le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche indicano un ambiente pelagico con aree depresse ed alti strutturali.

- *Argille, marne sabbiose, marne, calcari marnosi, arenarie e conglomerati quarzosi (Eocene sup. Miocene inf.).* In paraconcordanza sulle litologie precedenti, segue un'alternanza di, argille marnose, marne e marne sabbiose e subordinatamente di calcari marnosi grigio verde; arenarie glauconitiche gradate e laminate, brecciole e brecce carbonatiche, alcuni con base erosiva. Da notare la presenza di intercalazioni lenticolari di biocalcareniti e biocalciruditi a Nummuliti, Lepidocicline e bioclasti vari ed a diverse altezze stratigrafiche di corpi di conglomerati in matrice prevalente, con base erosiva e ciottoli di argilla. Localmente, seguono argille siltose brune con intercalazioni di arenarie quarzose e noduli di siderite. Queste ultime litofacies risultano analoghe a quelle del Flysch Numidico. Le litologie predette nel loro complesso affiorano, con una potenza compresa tra 20 e 200 m, nelle seguenti località: a Monte Bosco, nel versante S di Timpone Tangi (a NO di Fulgatore), al Timpone Regalbesi (ad E di Dattilo), al Timpone Alto Iola, nel versante S di Monte Luziano (a S di Buseto Palizzolo), a Rocche Emilio (a S di Napola) ed a Monte Le Curcie. Le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche attestano la deposizione di tali litologie in un ambiente di scarpata e di base della scarpata; da notare che in alcune aree i sedimenti corrispondono alla zona assiale del bacino, in altre l'ambiente è neritico evolvente a scarpata.



Coupe au M. Bonifato. Coupe relevée avec J. R. Geysant pour les parties jurassique et neocomienne, sur le flanc oriental du M. Bonifato à l'aplomb de la cime. 1, Calcaires à Algues; a, blancs mal lités; b, beige, lités; 2, calcaires crinoïdiques marron; 3, tufs brun-rouge avec niveau intercalé de calcaire rouge sombre et croûte mangano-ferrifère au sommet; 4, calcaires rouges; 5, Ammonitico rosso; 6, calcaires à Calpionelles; 7, calcaires et marnes à *Nannoconus* puis *Hedbergella*; 8, scaglia à *Globotruncana*; 9, scaglia à *Globorotalia*; 10, calcaires à Nummulites.

Fig. 16 - Stratigrafia di M. Bonifato (da MASCLE, 1970).



Successione schematica dei terreni neogenici che si sovrappongono in discordanza sui carbonati mesocenozioidi di facies trapanese o sulle falde PrePanormidi a loro volta sovrascorse su questi ultimi. a) substrato mesocenozioidico trapanese; b) coperture clastico carbonatiche langhiano-tortoniane; c) unità delle falde PrePanormidi; d) Membro argillo-sabbioso di età Miocene medio discordante sui sottostanti terreni in falda e probabilmente coevo al loro trasporto; e) Formazione Terravecchia che inizia con conglomerati a volte continentali seguiti da sabbie ed argille di età al limite Tortoniano-Messiniano; f) Calcari di scogliera (Fm. Baucina) discordanti sui sottostanti depositi e ricoperti da marne messiniane; g) Evaporiti e marne gessose appartenenti al 2° ciclo; h) Trubi (marne e calcari), Pliocene inferiore; i) Depositi della Fm. marnosa-arenacea Pliocene superiore-Pleistocene inferiore.

Fig. 17 - Stratigrafia schematica delle unità carbonatiche dei Monti di Trapani (da CATALANO et al., 1998).

- *Biocalcareniti e calciruditi "Mischio" (Miocene med. – inf.)*. In discordanza angolare sui predetti depositi mesozoici e terziari, seguono delle peliti sabbiose e sabbie siltose con intercalazioni di calcareniti bioclastiche in strati centimetrici che passano a calcareniti glauconifere con ricchissima macrofauna. Queste litofacies affiorano, con potenza fino a 10, nelle seguenti località: a Timpone Mosca (SE di Paceco), alle Rocche Emilio (a S di Napola) ed al Timpone Regalbesi (a E di Dattilo). Le caratteristiche sedimentologiche indicano un ambiente di bassa energia prossimo ad una scogliera.

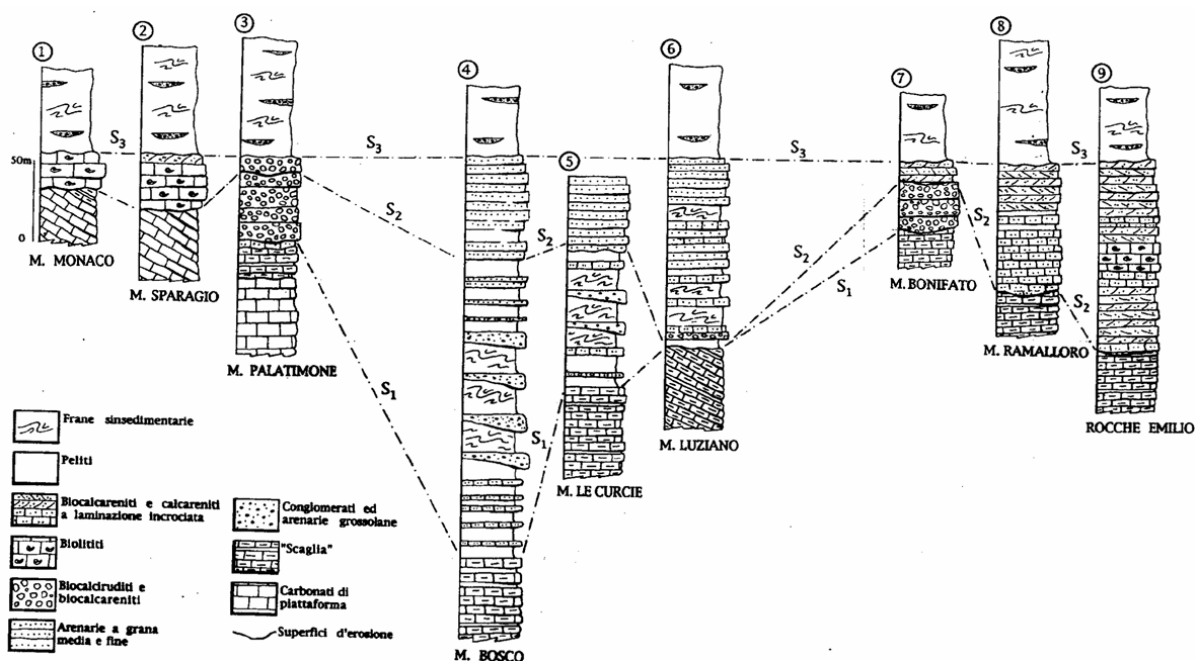


Fig. 18 - Stratigrafia delle successioni terziarie dei Monti di Trapani (da ABATE et al., 1996).

- *Argille, argille sabbiose e marne a foraminiferi planctonici (Fm. marne di San Cipirello, Langhiano – Tortoniano med.)*. In discordanza, segue un'alternanza di marne e argille marnose dal grigio al verde, a luoghi con lenti intercalate di quarzareniti, quarzoruditi, sabbie, calcareniti, marne quarzose glauconitiche con pirite e foraminiferi planctonici. L'intervallo affiora, con una potenza massima di 70 m, a S di Rocca Giglio, nei dintorni di Napola, nei pressi di Montagna Grande, a Balata Grande. Le caratteristiche sedimentologiche indicano un ambiente neritico di spiaggia emersa e sommersa evolvente ad ambiente di scarpata.

Le unità che derivano dalla deformazione delle successioni pre-panormidi poggiano in contatto tettonico di sovrascorrimento sulle unità trapanesi e panormidi. Si tratta generalmente di una successione di piccole scaglie tettoniche ed il motivo strutturale che caratterizza queste unità è dato dalle pieghe alla mesoscala e dalla presenza di numerosi piani di scollamento.

A causa della notevole plasticità dei terreni che costituiscono queste unità, le pieghe minori sono evidentissime; si tratta di strutture anticlinaliche che si presentano coricate o rovesciate con evidenti strutture contrazionali e faglie inverse, orientate NE-SO, E-O e NO-SE.

I livelli di scollamento sono localizzati in corrispondenza delle marne e delle calcilutiti marnose cretacee della Fm. Hybla e/o della Fm. Amerillo e nei livelli argillosi delle successioni terrigene eoceniche-mioceniche e sono orientati secondo due sistemi NE-SO e NO-SE. Il primo sistema è sub-orizzontale, il secondo è caratterizzato da superfici di scollamento, sub-orizzontali nei livelli argillosi, e che migrando verso SO tagliano progressivamente i livelli soprastanti più competenti con pendenze che gradualmente aumentano fino a raggiungere i 40°-50° (Incandela, 1995).

Depositi tardorogeni e postorogeni

In discordanza sulle successioni già descritte, deformate o in via di deformazione, poggiano successioni terrigene, evaporitiche, silico-clastiche dell'intervallo Tortoniano sup. – Pleistocene, dal basso verso l'alto:

- *Argille sabbiose, arenarie, sabbie e conglomerati "Fm Terravecchia" (Messiniano inf. - Tortoniano sup.)* con uno spessore variabile tra 50 e 300 m. Le caratteristiche sedimentologiche indicano ambiente fluvio-deltizio e di mare poco profondo.
- *Gessi, gessareniti ed argille gessose (Messiniano)* con una potenza non superiore a 15 m. Questi depositi sono legati alla fase evaporitica messiniana.
- *Marne e calcari marnosi a foraminiferi planctonici "Trubi" (Pliocene inf.)*. Si presentano in strati fino a 30 cm e verso l'alto passano a biocalcareni. Lo spessore dell'intervallo raggiunge i 50 m. Le caratteristiche sedimentologiche indicano ambiente pelagico.

- *Calcareniti, bioclastiti e conglomerati (Pliocene sup. – Pleistocene), verso l'alto passanti calcareniti eoliche di duna od a sabbie a laminazione incrociata.* Queste litologie affiorano sino ad una altezza di 300 m s.l.m. Lo spessore varia da pochi cm sino ad un massimo di 40 m. Le caratteristiche sedimentologiche indicano ambiente deposizionale francamente nefritico, controllate da deformazioni transtensive (Fig. 22).
- *Biocalcareniti e conglomerati a Strombus bubonius (Tirreniano),* si rinvengono lungo la costa, dal livello del mare sino a 5 m s.l.m.

Assetto tettonico-strutturale

L'assetto strutturale dell'area è il risultato dell'interazione delle fasi tettoniche che si sono avute a partire dal Miocene fino al Pliocene. Sono distinguibili tre gruppi di unità tettoniche sovrapposte con geometrie di ramp-flat e vergenti generalmente verso i quadranti meridionali. Le unità più basse, sono quelle che derivano dalla deformazione del Dominio Trapanese a loro volta ricoperte tettonicamente da quelle Panormidi. Tali unità, deformate a grande raggio di curvatura sono ritagliate da faglie inverse e/o sovrascorrimenti. I piani di sovrascorrimento che creano raddoppi delle successioni si localizzano in corrispondenza dei livelli di debolezza meccanica in corrispondenza di livelli marnosi cretaceo-eocenici, e presentano vergenze verso E o SE.

Nei corpi carbonatici si individuano tre sistemi di faglie:

- NE-SW ed E-W a componente compressiva (Monte Erice, Monte Speziale, Monte Palatimone, Monte Sparagio, Monte Cofano), responsabili del raddoppio delle successioni, poi ripresi da faglie distensive che hanno creato sistemi a gradinata o da faglie con componente orizzontale del movimento;
- NW-SE, che tagliano ed interrompono sovrascorrimenti e strutture plicative. Sono faglie subverticali con movimento destro;
- NE-SW ed E-W, impostate sui sistemi più antichi.

Tettonicamente sovrapposte sulle unità Trapanesi si hanno le unità che derivano dalla deformazione del dominio Pre-panormide. Le unità Pre-panormidi sono costituite da successioni sia di bacino, che di margine e di scarpata, ed affiorano nel settore tra Paceco e Buseto Palizzolo. Si tratta di unità scollate dal loro originario substrato mesozoico e

costituite da successioni con litologie a prevalente comportamento duttile che hanno dato origine a strutture a pieghe molto marcate e numerosissime piccole scaglie tettoniche impilate a formare strutture embricate.

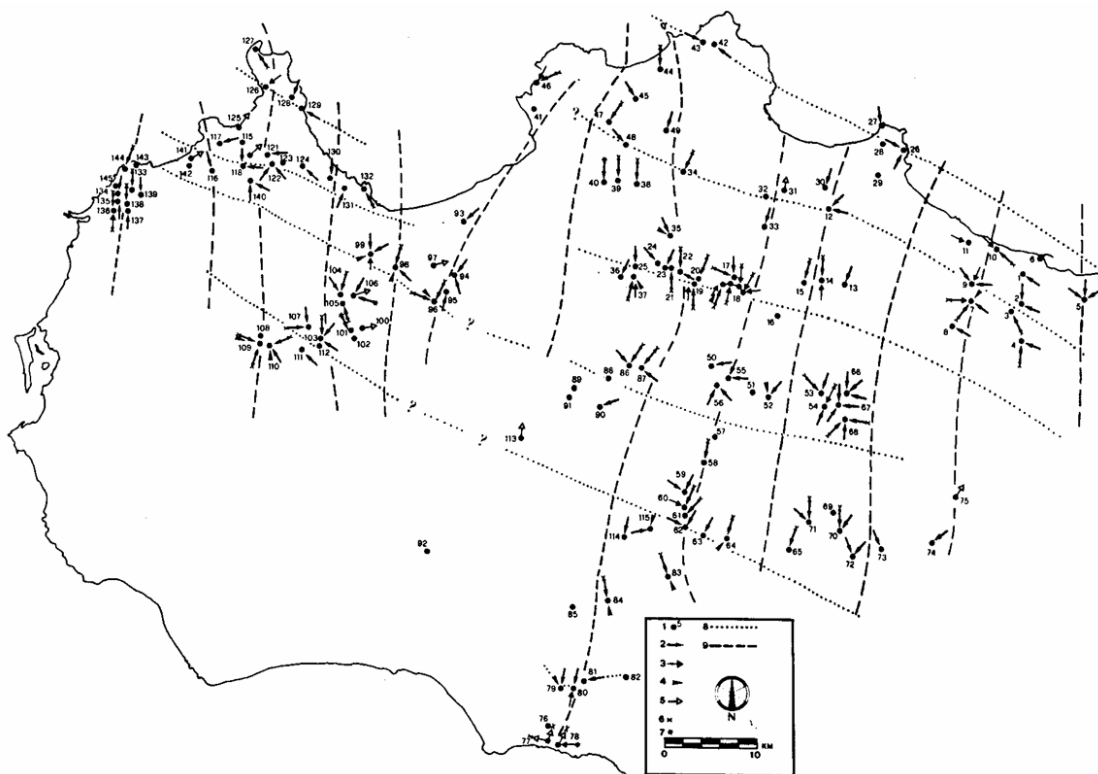


Fig. 19 - Direzioni dell'asse di massima compressione in Sicilia occidentale (da GHISSETTI E VEZZANI, 1984).

La strutturazione si è avuta prevalentemente durante tre fasi:

- Miocene sup. (post Tortoniano medio) - durante questa fase si è avuta la deformazione e la strutturazione delle unità tettoniche Panormidi su quelle Trapanesi e la sovrapposizione delle unità Pre-panormidi sulle precedenti; durante questa fase si generano fronti di sovrascorrimento e strutture plicative orientati N-S e NE-SW;
- Pliocene inf. - si completa la strutturazione della catena ed i thrust, orientati E-W e NW-SE coinvolgono anche i precedenti depositi messiniani;
- Plio-Pleistocene - si generano faglie trascorrenti orientate NW-SE, E-W e NE-SW che interrompono le precedenti strutture mio-plioceniche creando nuovi fronti di

sovrascorrimento e strutture plicative che coinvolgono sia i depositi già deformati che quelli plio-pleistocenici.

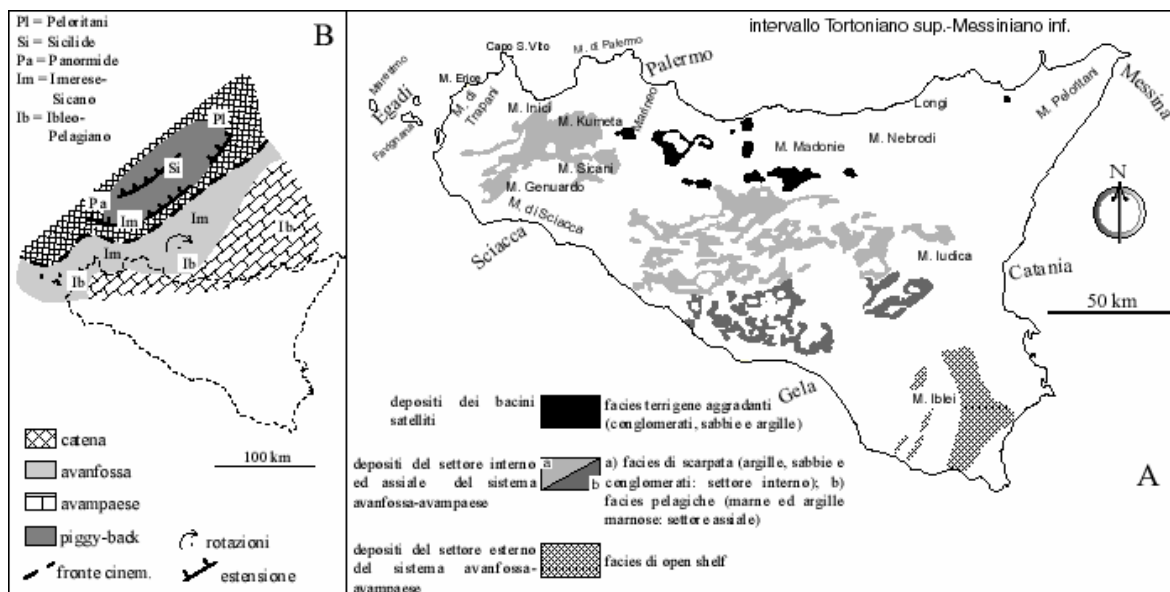


Fig.20 - Distribuzione dei depositi di avanfossa nell'intervallo Miocene sup. (da NIGRO & RENDA, 2000).

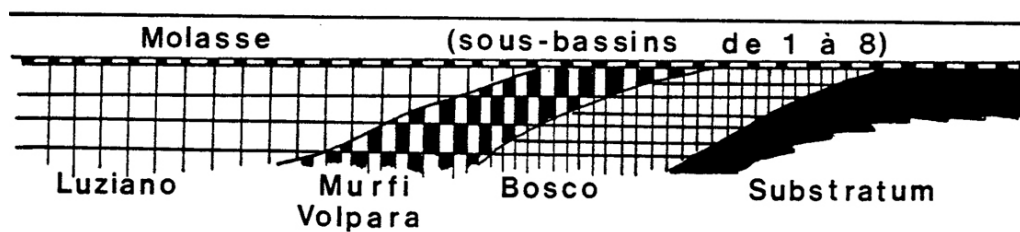
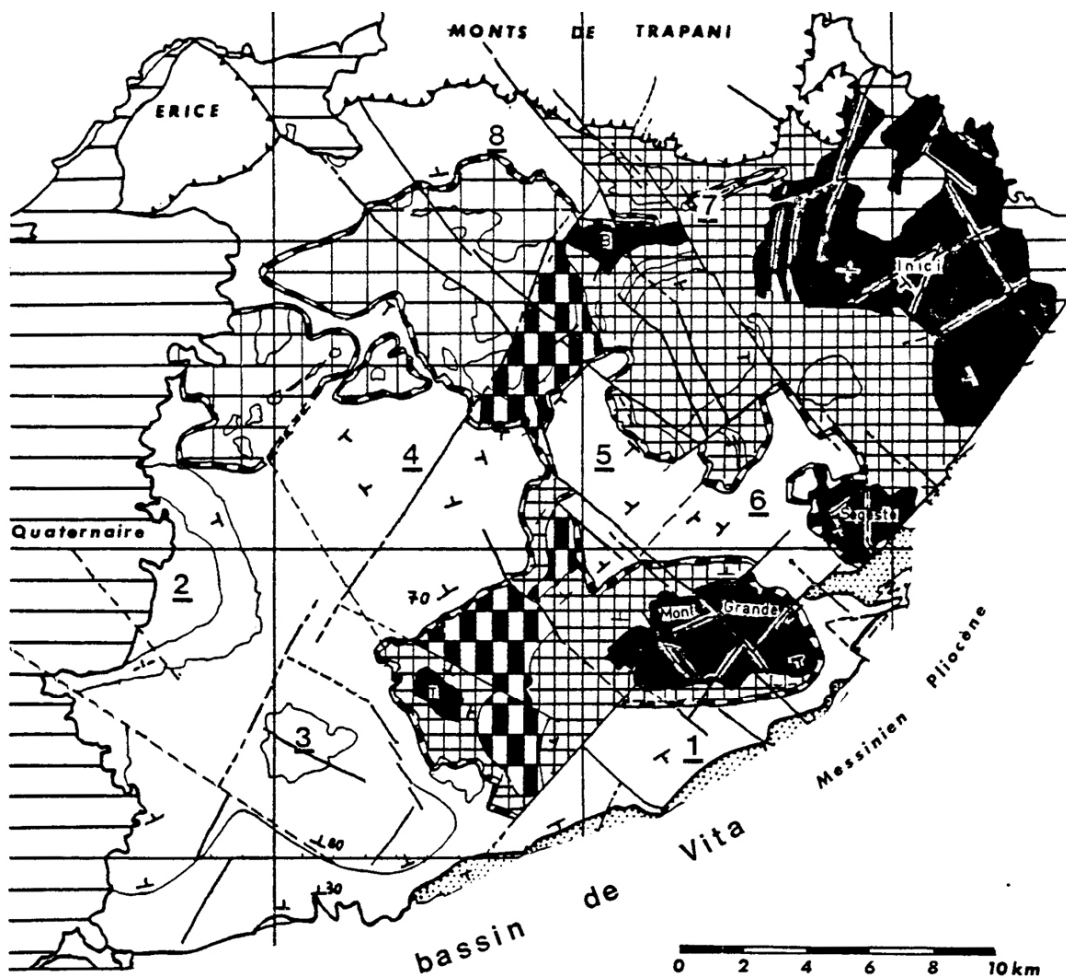
Considerazioni geomorfologiche

Le caratteristiche del paesaggio dei Monti di Trapani sono legate, in parte, alla disposizione, distribuzione areale e resistenza offerta agli agenti esogeni da parte delle formazioni rocciose affioranti, nonché al loro assetto strutturale.

All'azione degli agenti esogeni, geomorfologicamente attivi, fa in parte da contrasto la presenza di coltri di alterazione che, se permangono al di sopra del substrato integro, possono proteggerlo da tali agenti. Ciò inoltre favorisce l'attecchimento della vegetazione, che è un altro fattore protettivo contro l'erosione.

Altri fattori di peculiare importanza risultano il clima ed il parametro tempo (ovvero la durata dell'azione esplicata dagli agenti esogeni). I due parametri risultano intimamente legati, poiché in tempi geologicamente recenti, vi sono state delle oscillazioni climatiche di notevole importanza nonché degli eventi tettonici di una certa rilevanza. Le oscillazioni climatiche sono state fondamentali nell'evoluzione geomorfologia dei Monti di Trapani, indirettamente, inducendo variazioni nel livello di base dell'erosione, direttamente attivando o inibendo processi morfogenetici (fluviali, carsici, ecc.).

I corsi d'acqua principali presenti nei Monti di Trapani defluiscono verso NW e verso NE sboccando nel Mar Tirreno ed il loro andamento sembra fortemente condizionato dall'assetto strutturale.



Carte et coupe schématiques des rapports structuraux entre les unités du bassin de Trapani.

Fig. 21 - Rapporti strutturali tra le unità tettoniche dei Monti di Trapani (da TREMILLE, 1982)

Nel dettaglio, i tratti dei corsi d'acqua impostati nella zona collinare e montana denotano un netto influsso delle caratteristiche sia litologiche (ad es. aggiramento di affioramenti rocciosi resistenti all'erosione) sia strutturali.

I fattori morfostrutturali hanno consentito la conservazione di forme antiche nelle rocce conservative (Monte Monaco, Monte Sparagio, Monte Speziale) legate a fasi di stazionamento del livello di base dell'erosione intervallate da fasi di oscillazione (prevalentemente di abbassamento), oppure hanno favorito l'erosione selettiva (Pizzo Sella) ed i fenomeni di deformazione profonda dei versanti (Scopello). Invece le aree collinari del Dominio Pre-panormide (terreni argillo-marnosi) sono stati modellati dai movimenti franosi, dal ruscellamento e dai processi fluviali.

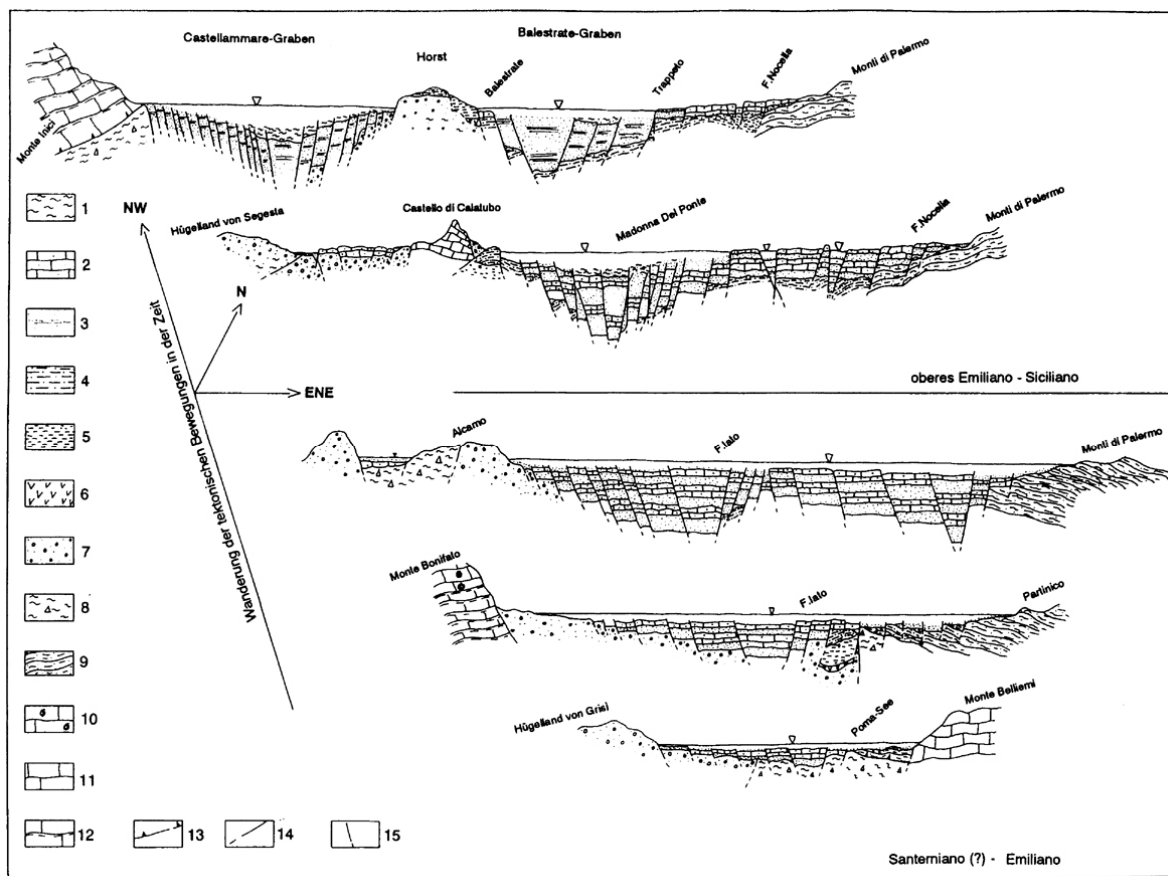


Fig. 22 - Evoluzione geologica Pleistocenica della Piana di Castellammare-Alcamo (da MAUZ, 1993).

Nei Monti di Trapani sono riconoscibili molteplici forme del rilievo, sia attive che inattive, riconducibili a differenti processi morfogenetici. Tenendo conto delle peculiari

caratteristiche geostrutturali e della particolare posizione geografica di determinati settori dell'area è possibile identificare delle associazioni di forme caratteristiche ed esclusive che conferiscono ad ognuno di essi una ben definita connotazione geomorfologica.

La Fig. 23 visualizza l'assetto geomorfologico in un settore dei Monti di Trapani.

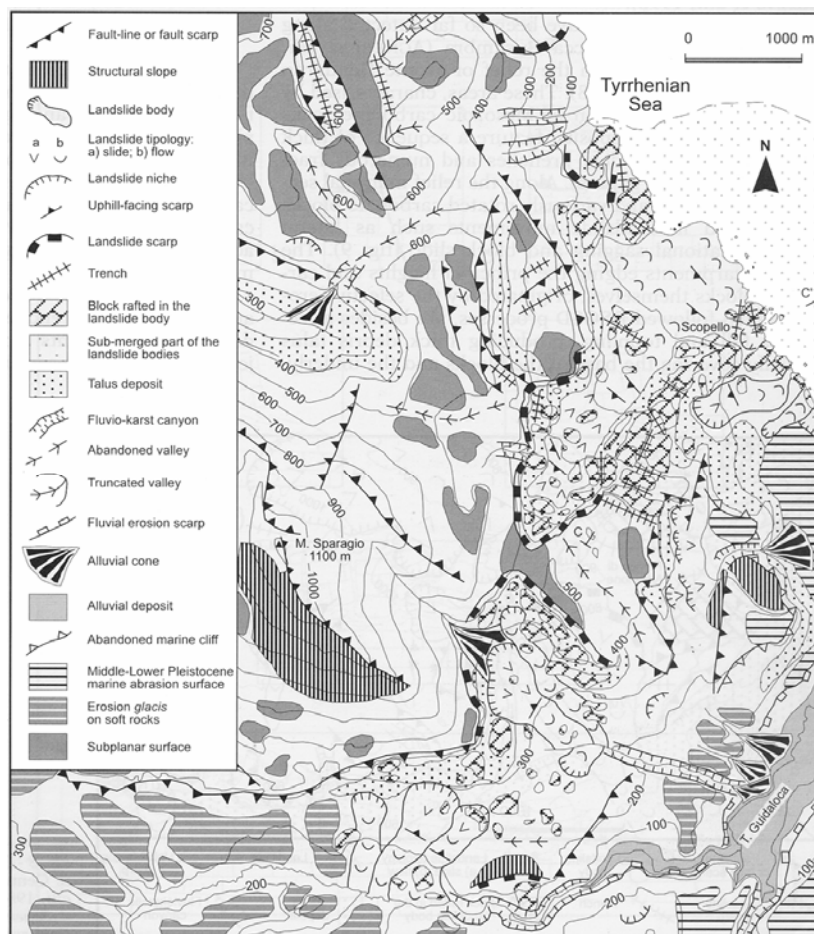


Fig. 23 - Schema geomorfologico dell'area sud-orientale della penisola di Capo S. Vito (da AGNESI et al., 1989)

Nel dettaglio, sono state distinte le seguenti aree:

- *Aree costiere*, costituite da successioni marine terrazzate pianeggianti, costituite da più piattaforme di abrasione disposte a differenti quote, talvolta con relativo deposito marino o continentale e separate da ripe o falesie inattive o da ripari e grotte marini. Tali spianate sono legate alle fasi di stazionamento alto del livello del mare durante il Pleistocene ed al progressivo lento sollevamento regionale dei Monti di Trapani.

- *Aree di Monte Monaco, Monte Palatimone, Monte Sparagio e Monte Inici*, in cui sono riconoscibili delle superfici di spianamento areale successivamente carsificate ubicate a diverse quote, nonché grandi depressioni carsiche, paleovalli, profondi canyon-fluviocarsici, grandi falesie e scarpate e/o versanti morfostrutturali. Nel complesso si tratta di rilievi delimitati da grandi scarpate ad inclinazione medio-alta, con lembi di spianate più o meno ampie e complesse, ubicate sia nelle sommità dei rilievi che lungo i loro versanti.
- *Aree di Monti Acci e Pizzo di Sella*, caratterizzate dalla presenza di rilievi con versanti con brusche variazioni di pendenza legate alla morfoselezione (l'alternanza di scarpate e ripiani, modellati dall'erosione selettiva).
- *Aree di Monte Speziale, Monte Cofano e Monte Erice*, caratterizzate dalla presenza di estesi lembi di superfici di spianamento sommitali, tagliate da depressioni tettonico-carsiche e delimitate da grandi versanti strutturali intensamente degradati. Sono rilievi caratterizzati dalla sommità pianeggiante o debolmente ondulata in contrapposizione a versanti molto aspri.
- *Aree di Scopello e Monte Ramallo*, che presentano un paesaggio molto articolato, risultato di processi di erosione selettiva combinati a processi gravitativi di versante sia profondi (*lateral spread*) che superficiali.
- *Area di Monte le Curcie e rilievi minori*, nei quali affiorano terreni Pre-Panormidi, più erodibili e che quindi sono caratterizzati dalla presenza di morfologie dominanti legate processi fluviali, di dilavamento e di movimenti di massa, che hanno modellato un paesaggio collinare, con dolci ondulazioni e frequenti montonature.

Allo stato attuale delle conoscenze, si delinea un modello evolutivo policiclico (Agnesi *et al.*, 2004) che prevede:

- La genesi di superfici (piattaforme di erosione, glacis di erosione, superfici sub-pianeggianti e pianori carsici) e forme di erosione laterale (gallerie carsiche e piane fluviali) durante le fasi di stasi
- L'abbassamento del livello di base dell'erosione che ha permesso la formazioni di superfici a quote inferiori e l'innescò di processi di erosione concentrata (canyon fluviali e fluvio-carsici, valli a V e pozzi carsici).

- L'aumento dell'energia del rilievo con predominio dei processi gravitativi e dell'erosione selettiva laddove i terreni, le strutture e il clima lo consentono.

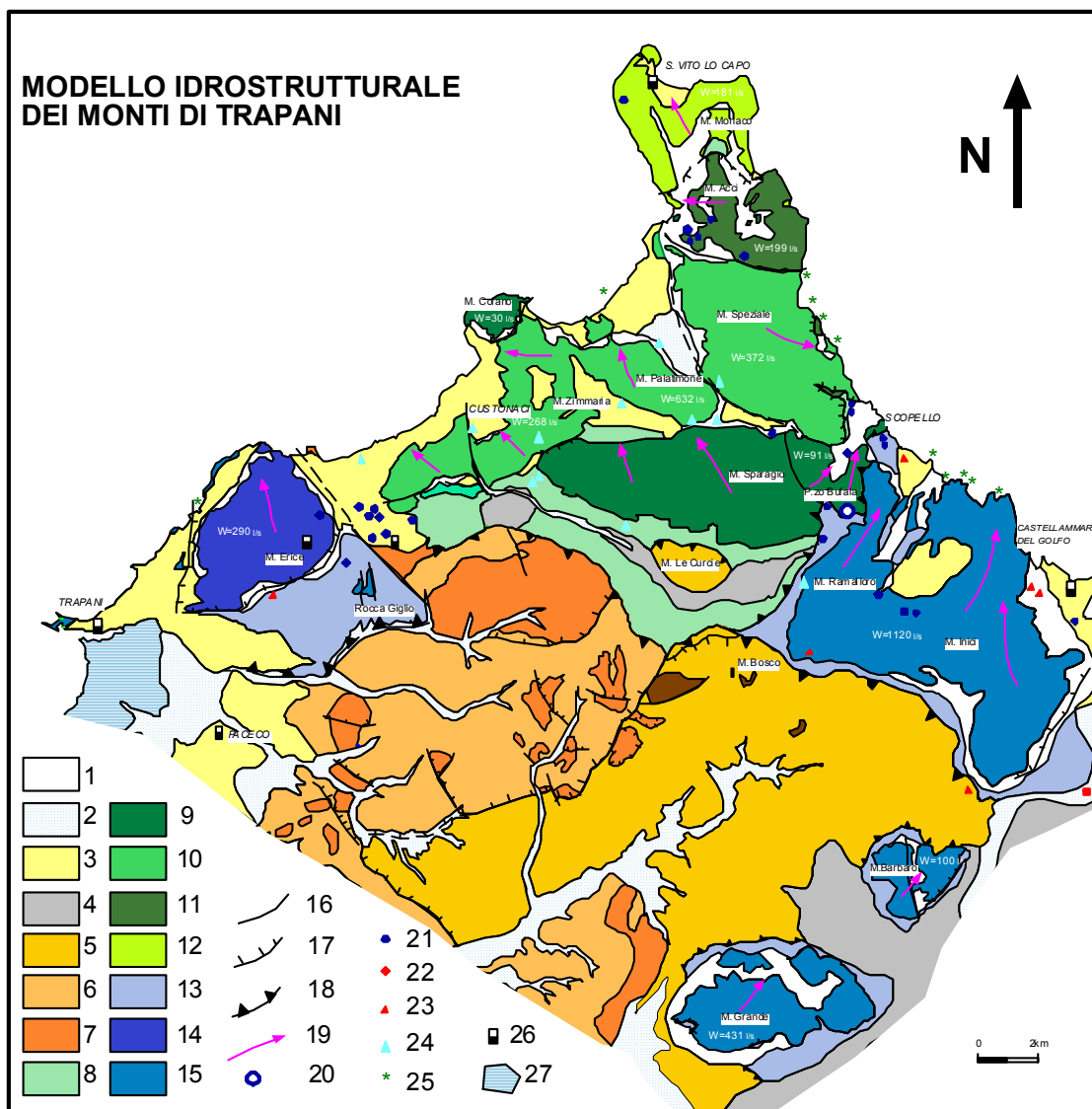
Assetto idrogeologico

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni e l'analisi dei complessi rapporti strutturali evidenziano l'esistenza di diverse idrostrutture, talora idrogeologicamente indipendenti. La circolazione idrica sotterranea è infatti condizionata, nei terreni carbonatici, dalle principali reti di frattura, alcune delle quali individuano delle zone a maggiore permeabilità relativa, mentre altre probabilmente limitano i travasi tra corpi idrici contigui senza peraltro creare dei veri e propri spartiacque sotterranei (ad es. le fasce cataclastiche presenti nella parte sud-occidentale di M. Inici, Balata Inici e Noce).

Le diverse strutture idrogeologiche individuate sono responsabili dell'alimentazione delle sorgenti, alcune delle quali di bassa portata, e dei pozzi idrici per lo più posizionati lungo le fasce costiere, il cui emungimento è responsabile dell'incremento della salinizzazione delle falde idriche ospitate negli acquiferi costieri.

Di seguito sono elencate e descritte brevemente le principali unità idrogeologiche afferenti al bacino idrogeologico dei Monti di Trapani (Cusimano & Liguori, 1980; Bartolomei *et al.*, 1983, Cusimano *et al.*, 2002), escludendo alcune minori, come ad esempio quelle relative alle Unità Pre-panormidi, dato l'ininfluente ruolo idrogeologico che rivestono (Fig. 24):

- **Unità idrogeologiche Monte Ramalloro - Monte Inici**
- **Unità idrogeologica Monte Erice**
- **Unità idrogeologica Monte Bonifato**
- **Unità idrogeologica Monte Sparagio - Monte Monaco**



Legenda: 1) Detrito; 2) Alluvioni; 3) Calcareniti bioclastiche e conglomerati (Plio-Pleistocene); 4) Argille sabbiose, arenarie, sabbie e conglomerati (Messiniano inf. - Tortoniano sup.); **UNITA' PREPANORMIDI - 5)** Arenarie e peliti con intercalazioni di banchi quarzarenitici e carbonatici (Oligocene medio - Oligocene sup.); 6) Argille, marne e calcari marnosi (Eocene sup. - Miocene sup.); 7) Marne e calcari marnosi a calpionelle, calcilutiti e calcisiltiti marnose a foraminiferi planctonici, biocalcareni e biocalciriti a macroforaminiferi (Cretaceo inf.-Miocene medio); **UNITA' PANORMIDI - 8)** Argille e argille sabbiose (Langhiano sup. - Tortoniano); 9) **UNITA' M. SPARAGIO-M.COFAÑO** Dolomie e calcari dolomitici, calcari stromatolitici e loferitici, calcari nodulari ad ammoniti, calcari ad ellipsactinie e calcilutiti a calpionelle, marne e calcilutiti marnose ad ammoniti ed aptici, calcari a rudiste con intercalazioni di vulcaniti, calcilutiti e calcisiltiti marnose foraminiferi planctonici, calcareniti e calciruditi a macroforaminiferi (Trias sup. - Miocene medio); 10) **UNITA' M. SPEZIALE-M.PALATIMONE** Dolomie e calcari dolomitici, calcari stromatolitici e loferitici, calcari nodulari ad ammoniti, calcari ad ellipsactinie e calcilutiti a calpionelle, marne e calcilutiti marnose ad ammoniti ed aptici, calcari a rudiste con intercalazioni di vulcaniti, calcilutiti e calcisiltiti marnose foraminiferi planctonici, calcareniti e calciruditi a macroforaminiferi (Trias sup. - Miocene medio); 11) **UNITA' M.ACCI** Dolomie e calcari dolomitici, calcari stromatolitici e loferitici con intercalazioni di vulcaniti, calcari nodulari ad ammoniti, calcilutiti a calpionelle, marne e calcilutiti marnose a radiolari ed aptici, calcilutiti e calcisiltiti marnose foraminiferi planctonici (Trias sup. - Eocene); 12) **UNITA' M. MONACO** Dolomie stromatolitiche e loferitiche, calcari nodulari ad ammoniti, calcari ad ellipsactinie, calcari a rudiste, calcilutiti e calcisiltiti marnose foraminiferi planctonici, calcareniti e calciruditi a macroforaminiferi (Trias sup. - Miocene medio); **UNITA' IBLEO-TRAPANESI - 13)** Argille, argille sabbiose e marne (Langhiano sup. - Tortoniano); 14) **UNITA' MERICE** Dolomie, calcari dolomitici e calcari stromatolitici e loferitici, calcilutiti e calcisiltiti a brachiopodi e cefalopodi, calcari nodulari ad ammoniti, calcilutiti a calpionelle, calcilutiti e calcisiltiti marnose a foraminiferi planctonici (Trias sup. - Cretaceo sup.); 15) **UNITA' MONTE INICI, UNITA' M.BARBARO, UNITA' ROCCA GIGLIO, UNITA' M. GRANDE** Dolomie, calcari dolomitici e calcari stromatolitici e loferitici, calcari nodulari ad ammoniti, calcilutiti a calpionelle, calcilutiti e calcisiltiti marnose a foraminiferi planctonici, calcareniti e calciruditi a macroforaminiferi (Trias sup. - Miocene medio); 16) **Faglie**; 17) **Thrust e faglie inverse**; 18) **Sovrascorrimenti**; 19) **Direzione di flusso idrico**; 20) **Sorgenti con portata > 15 l/s**; 21) **Sorgenti con portata < 15 l/s**; 22) **Sorgenti idrotermali**; 23) **Pozzi idrotermali**; 24) **Pozzi idrici**; 25) **Sorgenti sottomarine**; 26) **Stazioni termo-pluviometriche**; 27) **Saline**.

Fig. 24 - Modello idrostrutturale dei Monti di Trapani (da CUSIMANO et al., 2002).

Unità idrogeologica Monte Ramallo - Monte Inici: (codice corpo idrico R19TPCS04)

E' costituita essenzialmente da depositi carbonatici e terrigeno carbonatici del Trias sup. - Miocene (Dominio Trapanese) e rappresenta la principale idrostruttura dei Monti di Trapani. Tale idrostruttura risulta tettonicamente ricoperta dalle idrostrutture afferenti ai domini Panormide e Pre-panormide. Il recapito idrico finale di questa unità è rappresentato dal mare e dalla spianata pleistocenica di Castellammare del Golfo. Come attesta l'analisi delle stratigrafie dei pozzi idrici o per ricerche di idrocarburi e dei dati geofisici, verso sud e sud - est l'unità sembrerebbe collegata a delle sub-strutture sepolte di natura carbonatica (Fig. 25), sottostanti ad un potente spessore di depositi terrigeni (il cui tetto si rinviene al massimo a - 500, - 600 m s.l.m.), e dotate di superficie piezometrica (Cusimano *et al.*, 1982). Nei settori più meridionali (località di Balata di Baida e Bruca), tali sub-strutture, sono interessate da importanti lineamenti strutturali trascorrenti. Questi lineamenti trascorrenti sinistri sembrano proseguire lungo il corso del Fiume Caldo ed essere responsabili delle venute idrotermali (Terme Segestane e Terme Gorga), comprese quelle di Monte Inici, dove ricadono alcuni pozzi idrici con acque calde fortemente mineralizzate (Cusimano *et al.*, 1986).

Idrostrutture di II ordine sono rappresentate a sud da Monte Inici, da Pizzo Fegotto, M. Pispisa - M. Barbaro e dalla Montagna Grande. Queste costituiscono, i bacini di alimentazione del gruppo termale Terme Segestane - Gorga (portate complessive di circa 200 l/s e temperature variabili fra 45° e 50° C). Lo scarico idrico è prevalentemente orientato verso i settori nord -orientali.

Inoltre, la falda idrotermale è stata intercettata nelle seguenti località: Costa di Ballo (a sud dei centri termali summenzionati), Crociferi - Bocca Carruba (in prossimità dell'abitato di Castellammare del Golfo e nell'area prossima al porto), Piano Vignazzi e Balata Inici. Altre aree indiziate di termalismo sono quelle della depressione tettonica di Fragnesi (all'interno della struttura di M. Inici, ad est dell'abitato di Castellammare).

Le analisi geochimiche, relative alle manifestazioni idrotermali, confermerebbero l'ipotesi dell'esistenza di un unico bacino di alimentazione (Carapezza *et al.*, 1977) e le piccole differenze riscontrate nel chimismo delle acque termali permettono la formulazione di due ipotesi:

- a) che le acque termali appartengano ad un unico sistema idrogeologico e si abbia una differenziazione durante la risalita verso l'esterno;
- b) che le acque appartengano a sistemi differenti, posti a diversa profondità, alimentati da acque meteoriche che attraversano complessi idrogeologici simili.

Unità idrogeologica Monte Erice:(codice corpo idrico R19TPCS01)

Nel settore più occidentale dei Monti di Trapani ricade l'unità idrogeologica del Monte Erice. La falda idrica di base, con prevalente scarico idrico sotterraneo verso nord, alimenta le ridotte spianate quaternarie mentre altre aliquote idriche sversano direttamente a mare. Recentemente (Fancelli *et al.*, 1991), è stata intercettata una falda idrotermale in prossimità delle sue pendici sud-occidentali (Pozzo Milo, profondità 310 m) che confermerebbe ulteriormente l'esistenza nel sottosuolo di un grande *reservoir* carbonatico, dotato di propria copertura terrigena impermeabile ed interessato da circuiti idrici superficiali e profondi che originano emergenze rispettivamente fredde ed idrotermali.

Unità idrogeologica del Monte Bonifato: (codice corpo idrico R19TPCS02)

Nell'estremo orientale dei Monti di Trapani, ad E del Fiume Freddo, direttamente a S di

Alcamo si riscontra, questo unico affioramento di unità Trapanesi sepolte sotto la Fm. delle Marne di San Cipirello e dei depositi fluvio-delitizi del Tortoniano (Fm. Terravecchia).

Unità idrogeologica di Monte Sparagio - Monte Monaco: (codice corpo idrico R19TPCS03)

L'unità idrogeologica, costituita da depositi carbonatici (Trias sup. - Miocene inferiore: dominio Panormide), è ulteriormente suddivisibile nelle seguenti idrostrutture minori:

I. Monte Monaco, I. Monte Acci, I. Monte Speziale - Monte Palatimone e I. Monte Sparagio - Monte Cofano.

Le idrostrutture di *Monte Monaco e Monte Acci* presentano uno scarso sviluppo areale e, data la loro localizzazione nella stretta Penisola di San Vito lo Capo, sono interessate da fenomeni di intrusione marina, mentre verso est alimentano lateralmente la falda idrica delle ridotte pianure pleistoceniche prossime al Golfo del Cofano.

Le più importanti idrostrutture sono rappresentate I. M. Speziale - M. Palatimone e dall'I. M. Sparagio - M. Cofano, quest'ultima tamponata a sud dalle coperture terrigene mioceniche appartenenti a successioni Trapanesi.

Lo scarico idrico della *I. M. Speziale - M. Palatimone* si realizza verso settore orientale della stessa, scarico confermato dalla localizzazione in prossimità della costa o al largo di numerose manifestazioni sorgentizie sottomarine (Cassinis, 1967). Altre evidenze dello scarico idrico di questa idrostruttura si hanno a monte della località di Scopello, dove si concentrano diverse manifestazioni sorgentizie dovute a soglie di permeabilità sottoposte (Fig. 26).

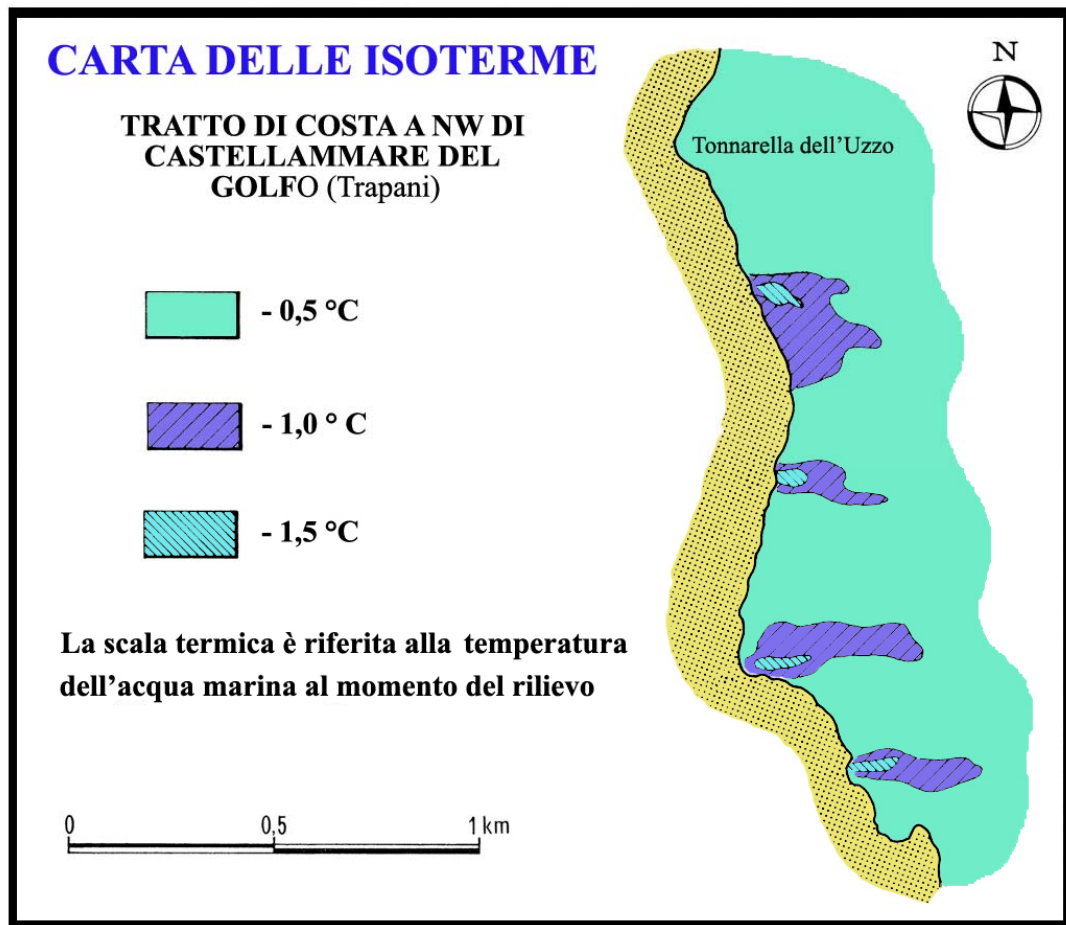


Fig. 26 – Carta delle isoterme (da CASSINIS, 1967, modificata).

Infine, per l'I. M. Sparagio - M. Cofano lo scarico idrico si realizza verso i quadranti nord-ovest, contribuendo all'alimentazione sotterranea delle pianie calcarenitiche pleistoceniche che si sviluppano nella porzione più occidentale della Penisola di S. Vito lo Capo.

Idrostrutture minori afferenti al Dominio Pre - panormide

Affiorano con andamento E - N tra le unità afferenti ai domini Trapanese e Panormide a nord, le unità terrigeno-evaporitico carbonatiche neogeniche a sud.

Tali idrostrutture sono costituite essenzialmente da calcari marnosi (*Scaglia Auct.*) e marne con intercalazioni biocalcarenitiche, passanti verso l'alto ad argilliti, marne siltose e

arenarie quarzose. Complessivamente tali terreni si comportano come un mezzo impermeabile e/o semipermeabile, direttamente a contatto con le sottostanti unità carbonatiche trapanesi e panormidi. Talora si riscontrano limitati affioramenti che rivestono un'importanza idrogeologica ben localizzata, alimentando piccole scaturigini che si prosciugano completamente in periodi siccitosi.

Valutazione delle potenzialità idriche delle principali idrostrutture dei Monti di Trapani

In Cusimano *et al.*, 2004 si riporta un bilancio potenziale con l'infiltrazione media annua di acqua piovana nei corpi idrici dei Monti di Trapani. Il valore d'infiltrazione si ricava dal confronto tra dati di pioggia e misure di portata della sorgente di Scopello, la più importante manifestazione sorgentizia dei Monti di Trapani. Il risultato cui arrivano gli autori è che l'infiltrazione rappresenta l'80% dell'acqua piovana, ed in base a questo parametro vengono stimate le risorse potenziali.

Nonostante questi valori di infiltrazione, gli stessi autori fanno notare che le manifestazioni sorgentizie hanno avuto una drastica diminuzione della loro produttività, o addirittura si sono esaurite. Per questo e per altri motivi, non ultimo il rischio di salinizzazione, si impone la necessità di procedere ad un censimento esaustivo dei punti di prelievo ed a un monitoraggio e controllo dei punti di acqua per poter ottenere dei bilanci idrologici completi per serie storiche significative.

Caratterizzazione idrogeochimica

In questo bacino sono stati prelevati in totale 26 campioni rappresentativi di 4 corpi idrici. In ogni sito sono stati determinati in campo T, cond e pH. Le altre determinazioni sono state eseguite in laboratorio. La temperatura varia tra 15 e 22°C, la conducibilità tra 350 e 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (a 20°C) ed il pH tra 6.9 e 8.0.

Nel diagramma classificativo di Langelier-Ludwig le acque sono classificabili come bicarbonato-alcalino terrose, clorurato-solfato-alcalino terrose e clorurato-solfato-alcaline.

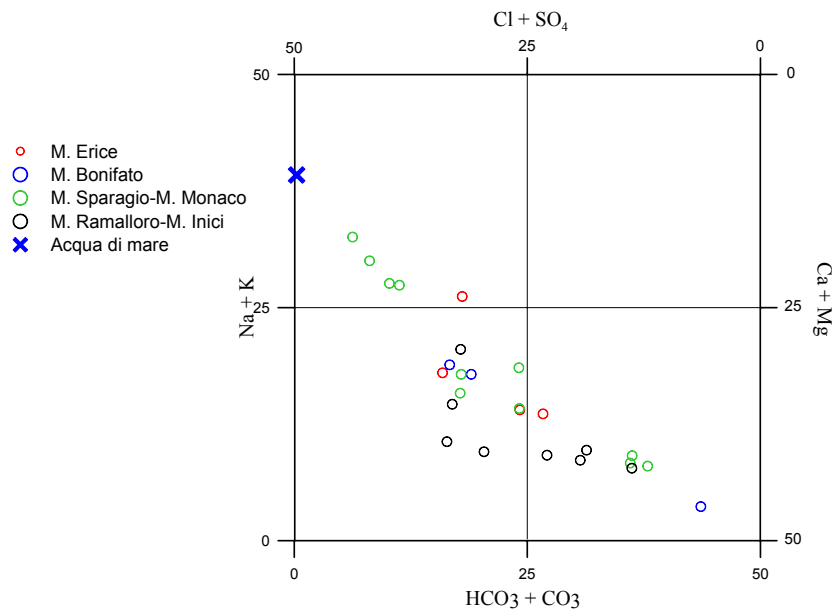


Diagramma classificativo Langelier-Ludwig per il bacino idrogeologico Monti di Trapani

I processi principali che governano il contenuto in specie disciolte nelle acque di falda dell'area in esame, sono costituiti dalla interazione delle acque meteoriche con il particolato atmosferico e con le rocce che costituiscono l'acquifero (Liotta, 2004).

Nella Sicilia Occidentale i corpi idrici significativi sono impostati sui rilievi carbonatici.

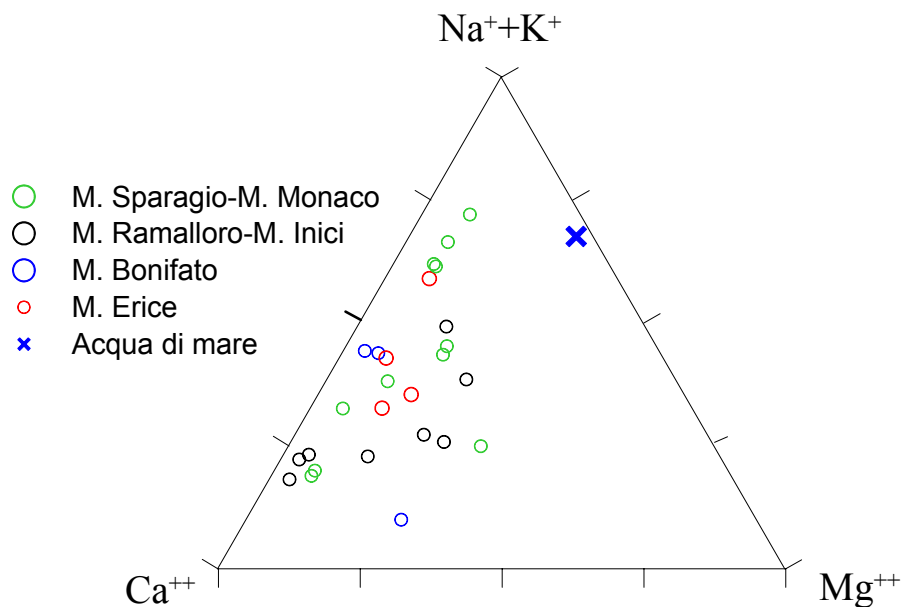


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il bacino idrogeologico Monti di Trapani

Le caratteristiche geochimiche delle acque di falda riflettono questa peculiarità, presentando come evidenziato dal diagramma triangolare cationico un contenuto cospicuo di calcio e magnesio che determina una durezza delle acque sempre superiore a 150 mg/l come CaCO_3 .

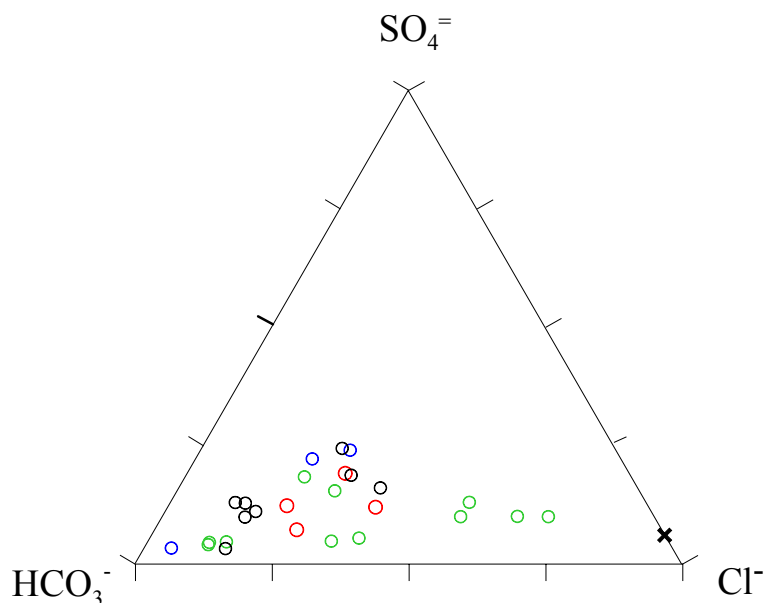
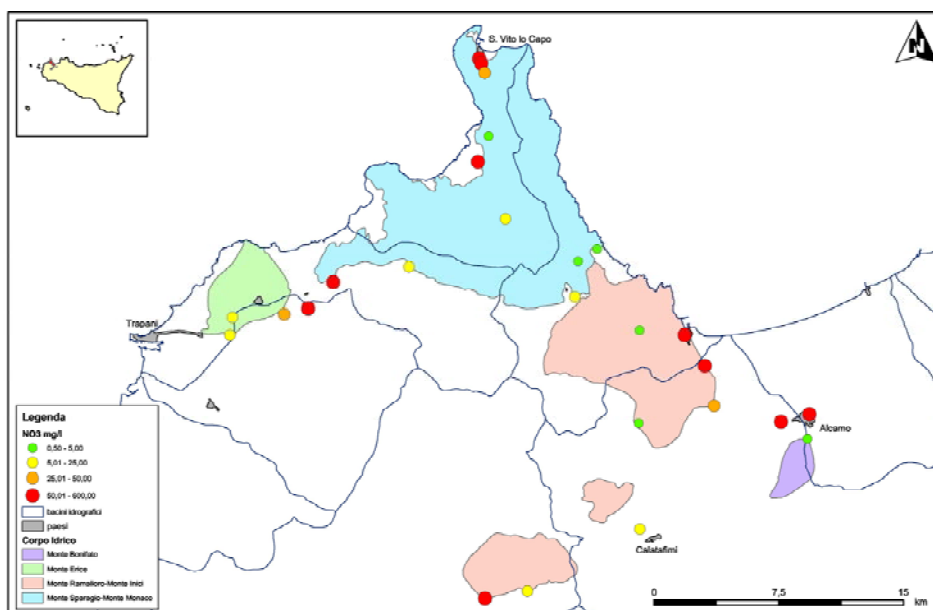


Diagramma ternario Cl-SO₄-HCO₃ per il bacino idrogeologico Monti di Trapani

Inoltre, è stato osservato, che la quantità di bicarbonati disciolti è strettamente connessa alla presenza di anidride carbonica in falda. La quantità di CO_2 disciolta non è omogeneamente distribuita nell'area trapanese e spesso riflette la distribuzione spaziale delle strutture tettoniche, come è stato osservato nelle aree di Monte Erice e Monte Inici (Liotta, 2004).

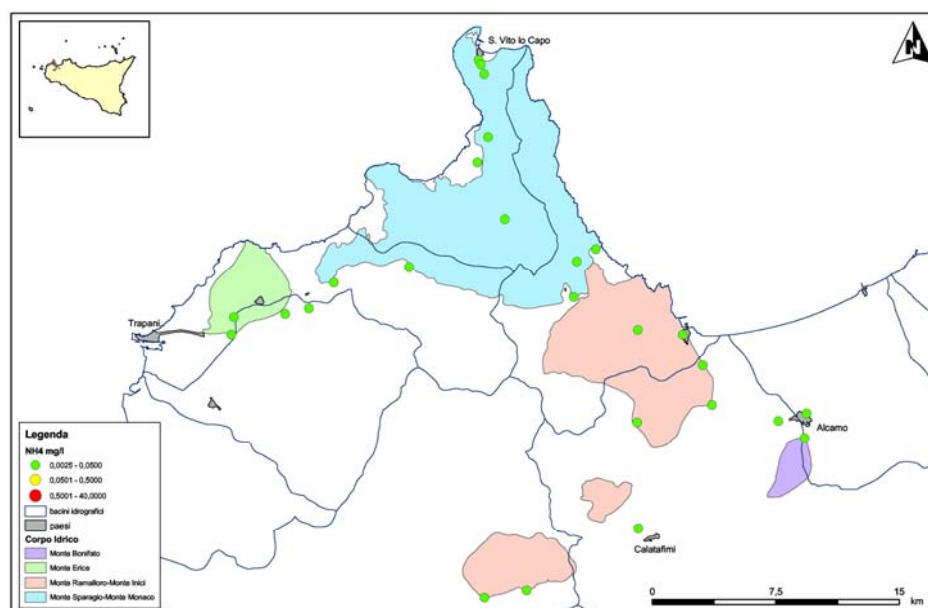
Nell'area settentrionale, l'elevata permeabilità degli acquiferi e la presenza di circuiti carsici, favorisce i processi di intrusione marina evidenti nel diagramma triangolare anionico in cui i campioni tendono al punto rappresentativo dell'acqua meteorica determinando valori di salinità molto elevata. Il contenuto di sodio e cloro in località Custonaci raggiunge rispettivamente valori pari a 464 e 878 mg/l con un contributo di acqua di mare stimabile pari al 4.4%.



Carta dei Nitrati per il bacino idrogeologico dei Monti di Trapani

Il contenuto in nitrati è estremamente variabile e dipende principalmente dal dilavamento dei fertilizzanti da parte delle precipitazioni atmosferiche. Mediamente il contenuto in nitrati è molto elevato, pari 45 mg/l, ma vi sono alcuni punti d'acqua che presentano valori inferiori a 5 mg/l.

I tenori di ione ammonio sono molto bassi in tutta l'area (<0.05 mg/l) escludendo un inquinamento da sostanza organica.



Carta dell' NH_4^+ per il bacino idrogeologico dei Monti di Trapani

Caratteristiche isotopiche del bacino idrogeologico

La composizione media ponderata delle acque meteoriche e l'andamento generale dei punti di tutti i corpi idrici mette in evidenza che le falde sono alimentate in generale da acque provenienti da quote più elevate ma subiscono processi quali: apporto di acque meteoriche locali, contaminazione con acqua di mare e processi di evaporazione che ne alterano la composizione originale.

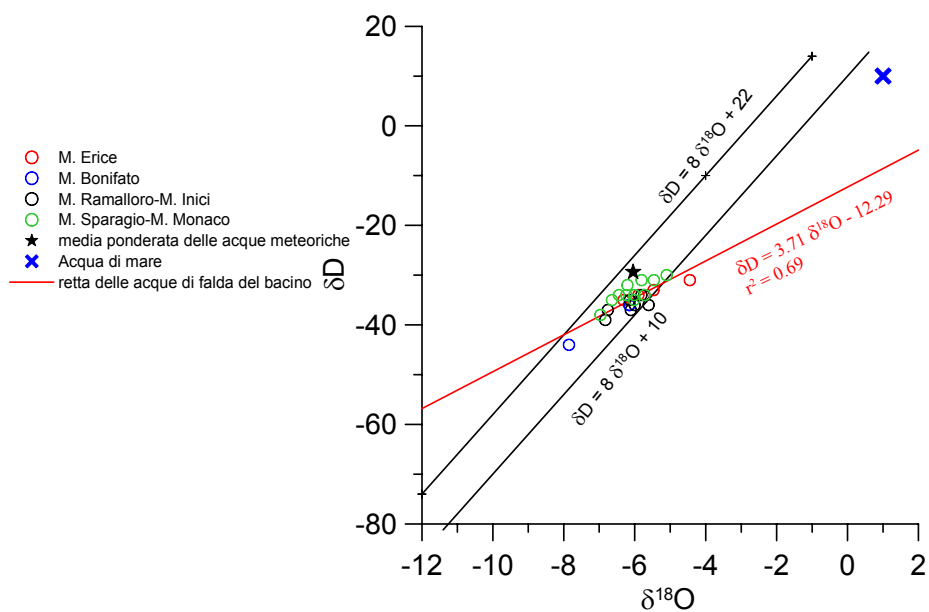


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del bacino idrogeologico Monti di Trapani

Bibliografia

- ABATE B. & INCANDELA A. (2004) – *Schema geologico dell'estremità occidentale della Sicilia*. Atti del 4° Convegno di Speleologia della Sicilia, 25-35.
- ABATE B., INCANDELA A. & RENDA P. (1990) - *Elementi strutturali dei rilievi di Monte Erice e Rocca Giglio (Sicilia Occidentale)*. Rend. Soc. Geol. It., **13**, 99-102.
- ABATE B., DI MAGGIO C., INCANDELA A. & RENDA P. (1991) - *Nuovi dati sulla geologia della penisola di San Vito Lo Capo (Sicilia nord-occidentale)*. Mem. Soc. Geol. It. "Giornate in memoria di Leo Ogniben", **47**, 15-25.
- ABATE B., DI MAGGIO C., INCANDELA A. & RENDA P. (1993) - *Carta Geologica dei Monti di Capo San Vito*. Scala 1:25.000. Stabilimento Salomone, Roma.
- ABATE B., INCANDELA A., RENDA P. & TRAMUTOL M. (1996) - *Facies ed evoluzione sedimentaria del "Bacino di Trapani" (Sicilia occidentale) durante l'Oligocene-Miocene*. Mem. Soc. Geol. It., **51**, 119-128.
- 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**, 555-567.
- AGATE M. & D'ARGENIO A. (1998) – *A review of NW Sicily offshore and Sicily Channel bedrock geology*. Giorn. Geol., **60**, 205-217.
- 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. & 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.
- AGATE M., D'ARGENIO A., DI MAIO D., LO IACONO C., LUCIDO M., MANCUSO M., PEPE F. & SCANNAVINO M. (1998a) – *La sequenza deposizionale tardo quaternaria lungo il margine della Sicilia Nord-occidentale*. Ext. Abs. In: acts book, Catalano R. & Lo Cicero G. (Eds.), 79° Congr. Naz. S. G. I., Palermo (Italy) 21-23 September 1998, 32-34.
- AGATE M., D'ARGENIO A., DI MAIO D., LO IACONO C., LUCIDO M., MANCUSO M., PEPE F. & SCANNAVINO M. (1998b) – *La dinamica sedimentaria dell'Offshore della Sicilia nord-occidentale durante il tardo Quaternario*. In: Guida alle escursioni vol. 1, Catalano R. & Lo Cicero G. (Eds.), 79° Congr. Naz. S. G. I., Palermo (Italy) 21-23 September 1998, 157-167.

- AGNESI V., MACALUSO T. & PIPITONE G. (1987) – *Ruolo delle deformazioni gravitative profonde nell'evoluzione geomorfologica dell'area di Scopello (Trapani)*. Boll. Soc. geol. It., **106**, 231-238.
- AGNESI V., MACALUSO T., MONTELEONE S., PIPITONE G. & SORRISO-VALVO M. (1989) – *Tipi e dinamica delle deformazioni gravitative profonde in relazione alle strutture geologiche. I casi di Monte Genuardo e di Scopello (Sicilia occidentale)*. Boll. Soc. Geol. It., **108**, 379-389.
- AGNESI V., DI MAGGIO C., MACALUSO T., MADONIA G. & ROTIGLIANO E. (2004) – *Schema geomorfologico della penisola di San Vito Lo Capo (Sicilia nord-occidentale)*. Atti del 4° Convegno di Speleologia della Sicilia, 37-47.
- 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.
- BARTOLOMEI G., CELICO I. & PECORARO A. (1983) – *Schema idrogeologico della Sicilia Nord-occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., **102**, 329-354.
- 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.
- BOMMARITO S., D'ANGELO U. & VERNUCCIO S. (1992) – *Carta Geologica della Tavoletta Ummari (F° 257 I NO, scala 1:25000)*. Nuova Graphicadue, Palermo.
- BOMMARITO S., D'ANGELO U. & VERNUCCIO S. (1992) – *Carta Geologica della Tavoletta Segesta (F° 257 I NE, scala 1:25000)*. Nuova Graphicadue, Palermo.
- BOMMARITO S., D'ANGELO U. & VERNUCCIO S. (1992) – *Carta Geologica della Tavoletta Calatafimi (F° 257 I SE, scala 1:25000)*. Nuova Graphicadue, Palermo.
- BOMMARITO S., D'ANGELO U. & VERNUCCIO S. (1992) – *Carta Geologica della Tavoletta Vita (F° 257 I SO, scala 1:25000)*. Nuova Graphicadue, Palermo.
- BROQUET P. & MASCLE G. (1972) - *Les grands traits stratigraphiques et structuraux de la partie septentrionale des monts de Trapani (Sicile occidentale)*. Ann. Soc. Géol. Nord, **92**, 139-146.
- BROQUET P., DUEE G. & MASCLE G. (1975) - *Un nouvel élément en faveur de l'allochtonie de l'unité d'Erice (Sicile occidentale)*. C. R. Somm. Soc. Géol. France, **XVII** (5), 158-159.

- 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.
- CARAPEZZA. M., CUSIMANO G., LIGUORI V., ALAIMO R., DONGARRÀ G. & HAUSER S. – (1977) *Nota introduttiva allo studio delle sorgenti termali dell'Isola di Sicilia*. Boll. Soc. Geol. It., **96**, 813-836.
- CASSINIS, R. (1967) – *Preliminari su una ricerca degli efflussi d'acqua dolce lungo le coste siciliane mediante misure di salinità in mare*. Boll. Geof. Teor. Appl., **9**, n. 34, Trieste.
- CATALANO R. & D'ARGENIO B. (1978) - *An assay of palinspastic restoration across the Western Sicily*. Geol. Rom., **17**, 145-159.
- CATALANO R. & D'ARGENIO B. (1982) - *Schema geologico della Sicilia*. In: CATALANO R. & D'ARGENIO B. (eds.), Guida alla geologia della Sicilia occidentale, Guide geologiche regionali, Mem. Soc. Geol. It., Suppl. **a. XXIV**, 9-41.
- 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, pp.185.
- 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 (Pa), 175-185.
- CATALANO R., MERLINI S. & SULLI A. (2002) – *The structure of western Sicily, central Mediterranean*. Petrol. Geosc., **8**, 7-18.
- CUSIMANO G. & LIGUORI V. (1980) - *Sintesi idrogeologica della Sicilia occidentale (Italia)*. 26° Congrès Géologique Intern. Paris, 7-17 Juillet 1980, V. III, Résumés, Section 15 Hydrogéologie, p. 1127.
- CUSIMANO G., DI CARA A. & MARESCALCHI P. (1986) - *Studio idrogeologico dell'area termale Fiume Caldo - Castellammare del Golfo (Trapani)*. Atti del Congr. Intern.: “Igiene e medicina termale e ambientale”, Castellammare di Stabia (Napoli), 24-26 Ott. 1986; II Sessione: *Idrogeologia applicata al termalismo*; suppl. al n. 2 della Rivista “Medicina Clinica e Termale”, 180-189.

- CUSIMANO G., DI CARA A., LIGUORI V. & MARESCALCHI P. (1982) - *Modello idrostrutturale dell'area termale "Fiume Caldo – Castellammare del Golfo" (Trapani)*. Rend. Soc. Geol. It., **5**, 31-34.
- CUSIMANO G., FRÍAS FORCADA A., GATTO L. & INCANDELA A. (2002) – *Assetto idrostrutturale dei monti di Trapani (Sicilia nord-occidentale) e valutazione delle risorse idriche*. Atti del 4° Convegno di Speleologia della Sicilia, 117-124.
- 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.
- D'ANGELO, U., GIORGIANNI, A., GIUNTA, G., NIGRO, F., & VERNUCCIO, S. (1997) - *Osservazioni neotettoniche sulla Penisola di Capo San Vito (Sicilia NW)*. Il Quaternario, **10** 2, 349-354.
- DI MAGGIO C., INCANDELA A., MASINI F., PETRUSO D., RENDA P. & SIMONELLI C. (1999) - *Fluttazioni delle linee di riva, Biocronologia dei depositi continentali e neotettonica nella Sicilia Nord-Occidentale (Penisola di San Vito Lo Capo-Trapani). Un primo approccio interdisciplinare*. Il Quaternario **12** (1), 25-49.
- FANCELLI R., MONTELEONE S., NUTI S., PIPITONE G., RINI S. & TAFFI L. (1991) - *Nuove conoscenze idrogeologiche e geotermiche nella Sicilia Occidentale*. Geol. Appl. e Idrogeol., **26**, 165-206.
- FAVARA R., GRASSA F., INGUAGGIATO S., D'AMORE F. (1998) *Geochemical and hydrogeological characterization of thermal springs in Western Sicily, Italy*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **84**, 125-141.
- FAVARA R., GRASSA F., INGUAGGIATO S., VALENZA M. (2001) *Hydrogeochemistry and stable isotopes of thermal springs: earthquake-related chemical changes along Belice Fault (Western Sicily)*. Applied Geochemistry, **16**, 1-17.
- GAFFURINI U. (1954) - *Residui di terreni terziari sulla sommità del Monte Bonifato di Alcamo*. Boll. Serv. Geol. It., **76**, 277 – 282.
- 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.

- GIANNOTTI A. (1958) - *Deux facies du Jurassique superieur en Sicile*. Rev. Micropaleontologie, **1** (1), 38 – 51.
- GIUNTA G. & LIGUORI V. (1970) - *Geologia della Penisola di Capo San Vito (Sicilia Nord-Occidentale)*. Lav. Ist. Geol. Univ. Palermo, **9**, 21 pp..
- GIUNTA G. & LIGUORI V. (1972) - *Geologia dell'estremità Nord-Occidentale della Sicilia*. Riv. Min. Sic., **136-138**, 165-226.
- GIUNTA G. & LIGUORI V. (1973) - *Evoluzione paleotettonica della Sicilia Nord-Occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., **92**, 903-924.
- GIUNTA G., NIGRO F., RENDA P. & GIORGIANNI A. (1999b) – *Seismotectonic features in the NW Sicilian Maghrebides*. Studi Geologici Camerti., in press.
- INCANDELA A. (1995) - *Lineamenti stratigrafico strutturali dell'estremità nord-occidentale della Sicilia e delle isole di Favignana e Levanzo (Arcipelago delle Egadi)*. 216 pp. Tesi di dottorato.
- KIRATZI A. A. (1994) – *Active seismic deformation in the Italian Peninsula and Sicily*. Ann. Geof., **37** (1), 2-4.
- LIOTTA M. (2004) – *Geochemical processes governing groundwater composition in North-Western Sicily: isotopic model an water-rock interaction*. Tesi di dottorato di ricerca in Geochimica - Università di Palermo.
- MALATESTA A. (1955) - *Risultati preliminari del rilevamento in Sicilia e nelle Isole Egadi*. Boll. Serv. Geol. It., **LXXVI**, 517-521.
- MARTIRE L., PAVIA G., POCHETTINO M. & CECCA F. (2000) - *The Middle-Upper Jurassic of Montagna Grande (Trapani): Age, Facies and Depositional Geometries*. Mem. Soc. Geol. It., **55**, 219-225.
- 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.
- MASCLE G. (1979) - *Etude géologique des Monts Sicani*. Riv. It. Paleont. Strat., Mem. **16**, 1-431.
- MAUZ, B., & RENDA, P. (1995) - *Tectonic features at the NW-coast of Sicily (Gulf of Castellammare)*. Implications for the Plio-Pleistocene structural evolution of the southern Tyrrhenian continental margin. In: Cello G., Deiana G. and Pierantoni P. P. (Eds.),

“Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirrenno-Appennino”. Studi Geol. Camerti, Spec Issue **1995/2**: 343-349.

MAUZ B. & RENDA P. (1996) *Carta Geologica della Piana di Partitico e Castellammare del Golfo, scala 1:25000*. Stabilimento Salomone, Roma..

MAUZ B. & RENDA P. (1991) - *Evoluzione tettonosedimentaria del Bacino plio-pleistocenico di Castellammare del Golfo (Sicilia nord-occidentale)*. Mem. Soc. Geol. It., **47**, 167-180.

MONTANARI M. (1969) - *Sulla sezione terziaria del Monte Bonifato (Sicilia occidentale)*. Riv. Ital. Paleont., **75** (2), 365-416.

MONTANARI L. (1987) - *Lineamenti stratigrafico-paleogeografici della Sicilia durante il ciclo alpino*. Mem. Soc. Geol. It., **38**, 361-406.

MONTONE P., AMATO A., FREPOLI A., MARIUCCI M. T. & CESARO M. (1997) – *Crustal stress regime in Italy*. Ann. Geof., **40** (3), 741-757.

NAIRN A. E. M., NARDI G., GREGOR C. B. & INCORONATO A. (1985) - *Coherence of the Trapanese units during tectonic emplacement in Western Sicily*. Boll. Soc. Geol. It., **104**, 267-272.

NIGRO F. & RENDA P. (1999) – *Plio-Pleistocene Wrench Tectonics in the Western Sicily Chain*. A.S.G.P., **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. (2001) - *Oblique-slip thrusting in the Maghrebide chain of Sicily*. Boll. Soc. Geol. It., **120**, 187-200.

NIGRO F. & RENDA P. (2002) – *Forced mode dictated by foreland fault-indenter shape during oblique convergence: the Western Sicily mainland*. Boll. Soc. Geol. It., **121**, 151-162.

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.

NIGRO F., RENDA P. & ARISCO G. (2000) – *Tettonica recente nella Sicilia nord-occidentale e nelle Isole Egadi*. Boll. Soc. Geol. It., **119**, 307-319.

- RUGGIERI G. (1959) - *Il Paleogene e il Miocene del Monte Bonifato presso Alcamo*. Riv. Min. Sicil., **57**, pp.10.
- RUGGIERI G. (1966) - *Primi risultati di ricerche sulla tettonica della Sicilia occidentale*. Geol. Romana, **5**, 453-456.
- RUGGIERI G. (1967) - *Quadro sintetico del Quaternario marino fra Castellammare del Golfo e Altavilla (Palermo)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania , **18**, 345-355.
- SCHUTTE, K. G. (1978) - *Crustal structure of southern Italy*. In: Closs H., Roeder D. & Schmidt K. (eds.), "Alps, Apennines, Hellenides", Stuttgart, 315-321.
- TRIMAILLE H. (1982) - *Etude géologique du Bassin de Trapani (Sicile, Italie)*. PhD. These, Univ. Franche-Comté, pp. 177.
- WENDT J. (1965) - *Synsedimentäre Bruchtektonik im Jura Westsiziliens*. N. Jb. Geol. Palaont. Mh., **5**, 286-311.
- WENDT J. (1971) - *Geologia del Monte Erice (Provincia di Trapani, Sicilia occidentale)*. Geol. Rom., **10**, 53-76.