

L'itinerario "Le Mainarde - Alto Volturno": un percorso geoturistico alla scoperta della geologia del settore molisano del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise

*The "Le Mainarde - Alto Volturno" itinerary: a geotourism itinerary
to discover the geology of the Abruzzo, Lazio and Molise National Park*

FILOCAMO F. (*), AMATO V. (*), ROSSKOPF C.M. (*)

RIASSUNTO - Viene presentato l'itinerario geoturistico "Le Mainarde - Alto Volturno" che interessa il settore molisano del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, un'area di grande pregio naturalistico e di notevole interesse culturale. L'itinerario è incentrato soprattutto sulla geologia del Quaternario e sulla geomorfologia dell'area e consente di apprezzare geositi di diverso interesse scientifico, rappresentati principalmente da depositi e forme dovuti alla gravità e di origine carsica, fluviale, glaciale e tettonica. L'osservazione di questi geositi, molti dei quali dotati di un elevato valore didattico, consente di comprendere innanzitutto alcuni dei principali eventi che hanno caratterizzato l'evoluzione geologica e geomorfologica di questo settore della catena appenninica nel corso del Pleistocene e Olocene.

L'itinerario è stato realizzato al fine di valorizzare e promuovere il patrimonio geologico di questo settore del Parco, nel renderlo fruibile ad un pubblico ampio e diversificato, e con l'intento generale di fornire un contributo allo sviluppo di un turismo sostenibile ed alternativo nella regione Molise.

PAROLE CHIAVE: Itinerario geoturistico; Geositi; Alto Volturno; Le Mainarde; Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise; Molise; Italia

ABSTRACT - In this paper the geotourism itinerary "Le Mainarde - Alto Volturno", which develops across the Molise sector of the Abruzzo, Lazio and Molise National Park, an area of outstanding natural and cultural heritage, is presented. The itinerary focuses mainly on the Quaternary geology and geomorphology of the area and allows to appreciate geosites of various scientific interest that represent well its rich assemblage of Quaternary landforms due to gravity and of karst, glacial, tectonic and fluvial origin. The observation of these geosites, many of which have a high educational value, allows

the visitor to understand some of the major events that have characterized the geological and geomorphological evolution of this sector of the Apennines during the Pleistocene and Holocene.

This itinerary seeks to enhance and promote the geological heritage of this sector of the Park in making it accessible to a broad and diversified audience, with the overall aim of providing a contribution to the development of a sustainable and alternative tourism in Molise region.

KEY WORDS: Geotourism itinerary; Geosites; Alto Volturno; Le Mainarde, Abruzzo, Lazio and Molise National Park; Molise; Italy

1. - INTRODUZIONE

Il patrimonio geologico di un'area costituisce un bene naturale non rinnovabile e, come tale, rappresenta una risorsa da proteggere e valorizzare.

Al fine di valorizzare il patrimonio geologico della regione Molise e renderlo fruibile ad un pubblico quanto più ampio e variegato possibile, con l'intento di contribuire allo sviluppo di un turismo sostenibile, sono stati sviluppati alcuni itinerari geoturistici che attraversano il territorio regionale (FILOCAMO *et alii*, 2011a, 2011b, 2013; 2015; ROSSKOPF *et alii*, 2013).

Questi itinerari interessano aree che si distinguono per la loro elevata ricchezza in emergenze

(*) Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Cda F. Lappone, 86090 Pesche (IS)

geologiche, spesso dall'alto valore didattico, cui si collegano frequentemente siti di interesse storico-archeologico e/o naturalistico che possono consentire una valorizzazione integrata del patrimonio geologico e dei beni culturali di altro tipo.

Essi permettono di apprezzare geositi di diverso interesse scientifico, censiti nell'ambito del progetto "Realizzazione del repertorio regionale dei geositi e valorizzazione dei siti a fini turistici", a partire dal 2009 dall'Università degli Studi del Molise in collaborazione e per conto della Regione Molise (FILOCAMO *et alii*, 2011c).

Tra gli itinerari geoturistici sviluppati, l'itinerario Le Mainarde - Alto Volturno, qui di seguito presentato, è sicuramente uno dei più suggestivi ed interessanti. Esso attraversa il settore molisano del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise (PNALM) che rappresenta un'area di notevole pregio naturalistico. Il settore molisano del PNALM è dominato dalla presenza della catena de Le Mainarde ed è dotato, per la sua varietà di ambienti naturali, di una grande ricchezza floristica e faunistica. È caratterizzato, inoltre, da una spiccata vocazione culturale, grazie ai suoi borghi antichi (molti dei quali sorti intorno all'anno 1000) arroccati sugli speroni rocciosi, e alle numerose emergenze architettoniche e storico-archeologiche, come ad esempio l'Abbazia di San Vincenzo a

Volturno e l'adiacente area archeologica.

L'itinerario qui presentato è incentrato soprattutto sulla geologia del Quaternario e sulla geomorfologia dell'area de Le Mainarde - Alto Volturno e consente, in particolare, di comprendere alcuni dei principali eventi che hanno interessato questo settore della catena appenninica nel corso del Pleistocene e Olocene. Esso permette di apprezzare geositi di diverso interesse scientifico e grado di interesse (tab. 1), in parte già segnalati all'ISPRA ed inseriti nel *Geodatabase Geositi* (ISPRA, 2016). Alcuni dei siti inseriti nell'itinerario (STOP 2 e 7) sono, inoltre, già presenti nell'itinerario n°14 (D'ANDREA *et alii*, 2003) della guida geologica regionale dell'Abruzzo.

2. - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

L'area de Le Mainarde - Alto Volturno è posta nel settore occidentale della regione Molise, al confine con l'Abruzzo ed il Lazio (fig. 1) e ricade amministrativamente nella provincia di Isernia. Essa è caratterizzata da un territorio prevalentemente montuoso, dominato dalla presenza della dorsale de La Meta - Le Mainarde, caratterizzata da diverse

Tab. 1 - *I geositi inclusi nell'itinerario Le Mainarde - Alto Volturno.*
- The geosites included in the itinerary Le Mainarde - Alto Volturno.

Denominazione del Geosito	Interessi scientifici primari	Grado di interesse
I travertini di Rocchetta a Volturno di località Quercetelli	stratigrafia / sedimentologia	regionale
Le sorgenti di Capo Volturno	idrogeologia	nazionale
La Piana di Rocchetta a Volturno	geomorfologia/sedimentologia	nazionale
I fenomeni gravitativi del versante meridionale di Monte S. Croce	geomorfologia	regionale
La cascata de La Cartiera	geomorfologia	regionale
I circhi glaciali di Monte Mare	geomorfologia	regionale
La forra di San Michele a Foce	geomorfologia	nazionale
Pianoro Le Forme	geomorfologia	nazionale
I circhi glaciali di Coste dell'Altare - La Metuccia	geomorfologia	nazionale

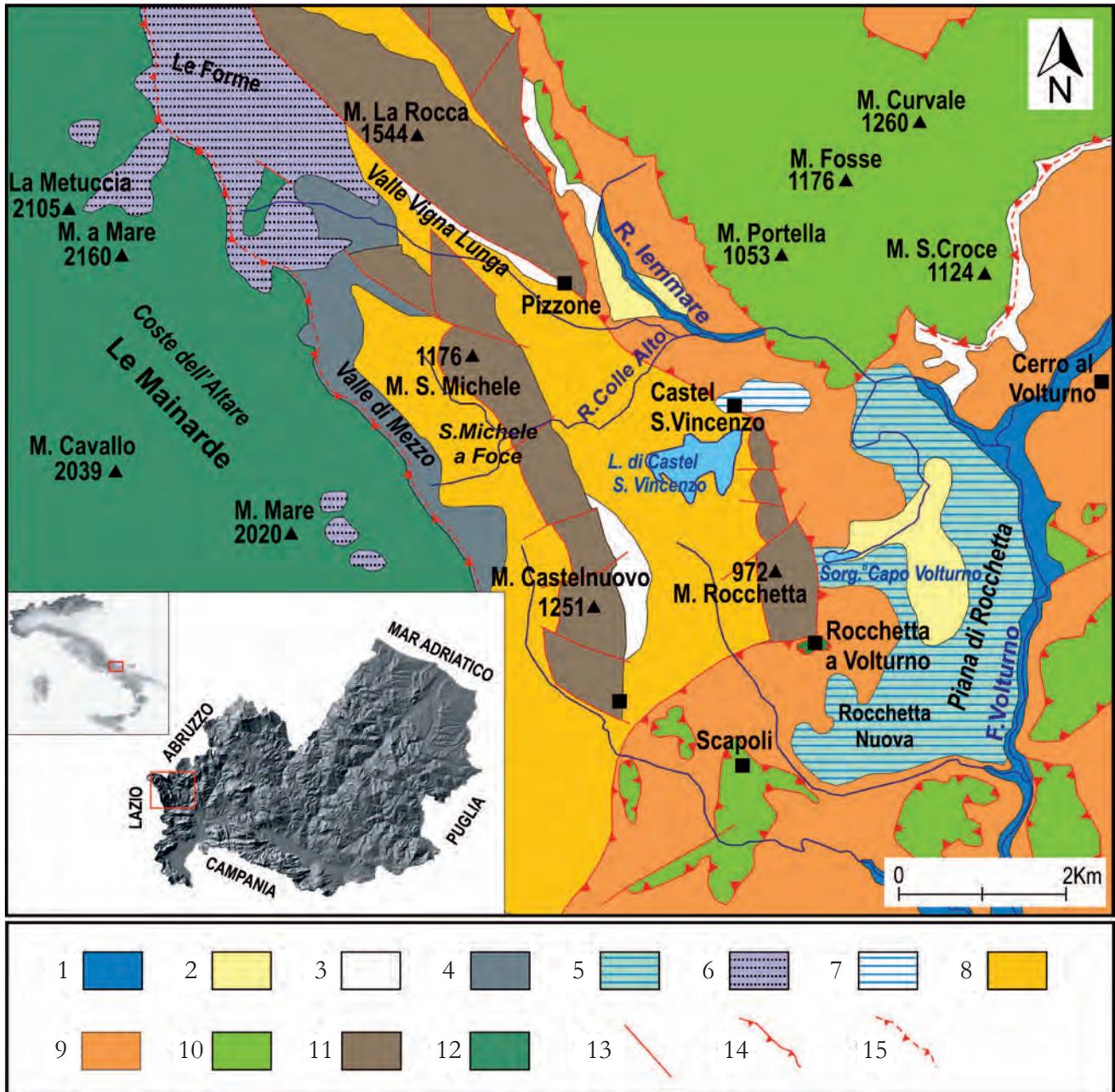


Fig. 1 - Schema geologico dell'area Le Mainarde - Alto Volturno (modificato da VEZZANI *et alii*, 2004). Legenda: 1) depositi fluviali (Olocene); 2) depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore - Olocene); 3) detriti di falda (Pleistocene superiore - Olocene); 4) detriti di falda e depositi glaciali rimaneggiati (Pleistocene superiore - Olocene); 5) travertini di Rocchetta a Volturno (Pleistocene superiore - Olocene); 6) depositi glaciali (Pleistocene superiore); 7) travertini di Castel S. Vincenzo (Pleistocene medio); 8) depositi silicoclastici del Flysch di M. Porrara (Miocene superiore); 9) depositi silicoclastici del Flysch di Agnone (Miocene superiore); 10) rocce carbonatiche in facies di piede di scarpata - bacino dell'Unità di Montenero Val Cocchiara (Cretacico inferiore - Miocene medio); 11) rocce carbonatiche in facies di piattaforma di M. S. Michele - M. Castelnuovo, M. La Rocca e M. Rocchetta (Giurassico superiore - Miocene medio); 12) rocce carbonatiche in facies di margine di by-pass dei Monti de La Meta - Le Mainarde (Triassico superiore - Cretacico superiore); 13) faglia diretta; 14) sovrascorrimento; 15) sovrascorrimento presunto.

- Geological sketch map of the Le Mainarde - Alto Volturno area (modified from VEZZANI *et alii*, 2004). Legend: 1) fluvial deposits (Holocene); 2) terraced alluvial deposits (Late Pleistocene - Holocene); 3) slope debris (Late Pleistocene - Holocene); 4) slope debris and reworked glacial deposits (Late Pleistocene - Holocene); 5) travertines of Rocchetta a Volturno (Late Pleistocene - Holocene); 6) glacial deposits (Late Pleistocene); 7) travertines of Castel S. Vincenzo (Middle Pleistocene); 8) siliciclastic deposits of M. Porrara Flysch (Late Miocene); 9) siliciclastic deposits of Agnone Flysch (Late Miocene); 10) slope to basin limestones of Montenero Val Cocchiara Unit (Early Cretaceous - Middle Miocene); 11) shelf limestones of M. S. Michele - M. Castelnuovo, M. La Rocca and M. Rocchetta (Upper Jurassic - Middle Miocene); 12) by-pass margin limestones of La Meta - Le Mainarde (Upper Triassic - Upper Cretaceous); 13) normal fault; 14) thrust; 15) inferred thrust.

vette che superano i 2000 m di quota, da sud a nord, le cime di M. Mare (2020 m), M. Cavallo (2039 m), M. a Mare (2160 m) e La Metuccia (2105 m). Verso est, altri rilievi montuosi minori sono rappresentati dalla dorsale, ad andamento circa

NW-SE, di M. La Rocca (1544 m), dalle dorsali di M. S. Michele (1176 m) - M. Castelnuovo (1251 m) e di M. Rocchetta (972 m), ad andamento circa N-S (fig. 2A, B), e dal M. Curvale (1260 m), sito nel settore nord-orientale dell'area.

Ai rilievi montuosi si interpongono delle depressioni vallive quali la Valle di Mezzo, posta tra le dorsali de Le Mainarde e di M. S. Michele - M. Castelnuovo, e la Valle Vigna Lunga, tra M. La Rocca e M. S. Michele, nonché delle aree a morfologia prevalentemente collinare, come quella localizzata tra la dorsale di M. S. Michele - M. Castelnuovo e la dorsale di M. Rocchetta, dove sorge il lago artificiale di Castel San Vincenzo.

Il settore sudorientale dell'area si caratterizza per la presenza della Piana di Rocchetta a Volturmo e dell'alto corso del F. Volturmo, le cui sorgenti si situano alla base del versante orientale di M. Rocchetta.

Dal punto di vista geologico, l'area ricade nel settore abruzzese-molisano della catena appenninica, posto al passaggio tra l'arco appenninico settentrionale e quello meridionale (PATACCA *et alii*, 1990). Questo settore è caratterizzato da un complesso assetto strutturale dovuto alla sovrapposizione tettonica di unità tettono-stratigrafiche derivanti dalla deformazione di differenti domini paleogeografici. Tali unità paleogeografiche, formatesi dal Mesozoico al Paleogene, sono state coinvolte nel corso del Neogene nell'orogenesi appenninica e successivamente smembrate da una tettonica trascorrente ed estensionale che ha interessato l'area nel corso del Plio-Pleistocene (PATACCA *et alii*, 1992; CORRADO *et alii*, 1997; DI BUCCI *et alii*, 1999; AMATO *et alii*, 2011; 2014).

Le unità tettono-stratigrafiche presenti nell'area sono costituite essenzialmente da rocce carbonatiche mesozoiche, che costituiscono l'ossatura dei principali rilievi montuosi, e da sedimenti silicoclastici del Miocene superiore, che affiorano all'interno delle principali depressioni vallive (fig. 1). La dorsale de Le Mainarde è costituita da dolomie, calcari dolomitici e calcari di margine di by-pass (D'ANDREA & PRATURLON, 1992) sovrapposti, mediante un piano di sovrascorrimento a basso angolo, ai depositi silicoclastici del Flysch di M. Porrara, affioranti nella Valle di Mezzo. Le dorsali di M. La Rocca, M. S. Michele - M. Castelnuovo e M. Rocchetta, emergenti all'interno di una finestra tettonica, sono costituite da calcari di ambiente di piattaforma (D'ANDREA & PRATURLON, 1992; D'ANDREA *et alii*, 1992). Le strutture di M. S. Michele - M. Castelnuovo e M. Rocchetta costituiscono delle monoclinali con strati molto inclinati immergenti verso est, che passano stratigraficamente ai sovrastanti depositi silicoclastici del Flysch di M. Porrara, e sono bordate ad ovest e sudovest da faglie normali ad alto angolo. Il M. Curvale è costituito da calcari di ambiente di piede di scarpata - bacino che affiorano in un klippe (DI BUCCI & SCROCCA, 1997) in appoggio tettonico sui depositi silicoclastici del Flysch di Agnone.

I depositi quaternari più diffusi nell'area sono riconducibili ad una genesi in ambiente glaciale, di versante, fluviale e carsica. Tra essi si inseriscono in particolare: i depositi glaciali del Pleistocene superiore (CINQUE *et alii*, 1990; JAURAND, 1998), localizzati nel settore nord-orientale dell'area (Pianoro Le Forme), e quelli rimaneggiati, frammentati a detriti di falda, del Pleistocene superiore - Olocene, che affiorano nella Valle di Mezzo; i depositi di travertino che costituiscono la spessa placca di travertino de La Piana di Rocchetta a Volturmo, di età Pleistocene superiore - Olocene (BRANCACCIO *et alii*, 1988), e quella su cui sorge l'abitato di Castel San Vincenzo, di età Pleistocene medio (ASCIONE *et alii*, 2007); i detriti di falda presenti ai piedi dei versanti dei rilievi carbonatici (Pleistocene superiore - Olocene) e, infine, i depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore - Olocene) e i depositi fluviali recenti ed attuali del F. Volturmo.

Per quanto concerne la geomorfologia, il paesaggio dell'area in esame appare fortemente condizionato dalla struttura, con numerosi versanti a controllo strutturale (fig. 2) come, ad esempio, i versanti occidentali delle dorsali di M. Castelnuovo - M. S. Michele e di M. Rocchetta, caratterizzati da scarpate di linea di faglia. Tali versanti strutturali sono soggetti ad una intensa degradazione crioclastica, fortemente favorita dall'elevato grado di tettonizzazione e di fratturazione della roccia, che costituiscono insieme anche dei fattori predisponenti per le frane di crollo, frequenti nei tratti alti, più acclivi dei versanti, interessati in modo diffuso anche da processi di erosione idrica concentrata. Al di sopra dei 1000 m di quota è possibile inoltre osservare delle spettacolari morfologie glaciali, veri e propri relitti paleoclimatici, che sono rappresentate innanzitutto dai circhi glaciali de Le Mainarde, ma anche dai depositi morenici che colmano la conca endoreica del Pianoro Le Forme.

Altre morfologie relitte sono costituite da lembi di superfici a debole pendenza (paleosuperfici), testimoniando antichi paesaggi, sospesi diverse centinaia di metri sull'attuale livello di base dell'erosione a seguito della tettonica che ha portato ad un sollevamento dell'area a partire dal Pliocene superiore.

Tali lembi di paleosuperfici, modellati sia su rocce carbonatiche che flyschoidi e posti tra 2100 e 750 m s.l.m., sulla base delle loro quote sono stati suddivisi da ASCIONE *et alii* (2008) in tre principali gruppi posti a 2100-1400, 1200-1000 e 900-750 m s.l.m., riferiti rispettivamente al Pliocene, Pleistocene inferiore e Pleistocene medio.

Sui rilievi carbonatici le forme carsiche epigee appaiono meno evidenti di quanto ci si aspetterebbe; ciò probabilmente è dovuto ad una sovrapposizione, alle alte quote, tra fenomeni carsici e

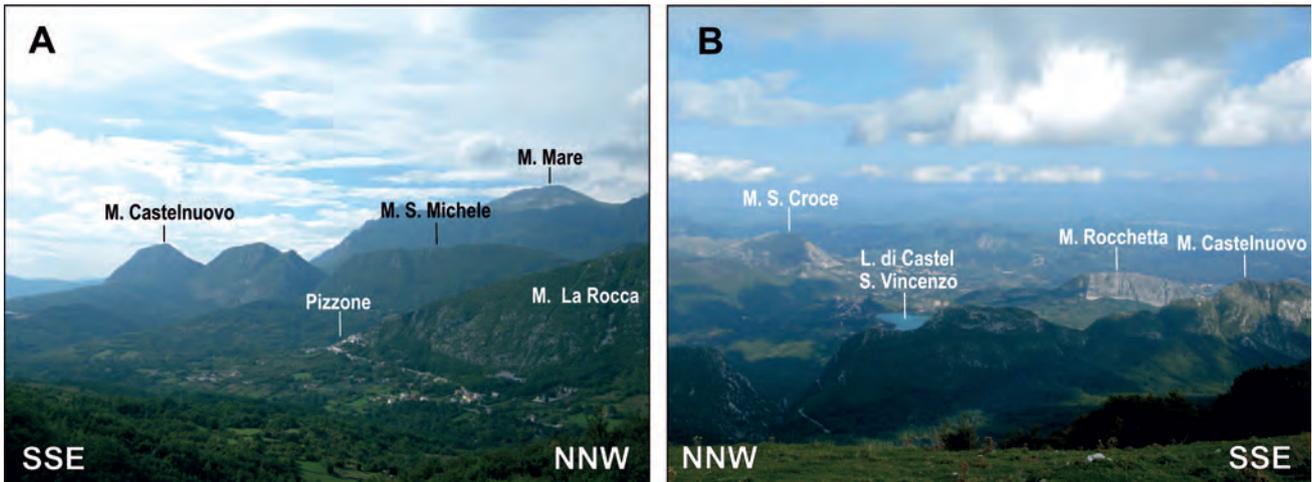


Fig. 2 - A) Veduta panoramica della dorsale di M. S. Michele - M. Castelnuovo; in primo piano il versante orientale di M. La Rocca, sullo sfondo Le Mainarde con la vetta di M. Mare; B) Veduta panoramica da Le Mainarde; in evidenza la dorsale di M. S. Michele - M. Castelnuovo, il versante occidentale di M. Rocchetta, che si connota come un *fault line-scarp*, e M. S. Croce.

- A) Panoramic view of the M. S. Michele - M. Castelnuovo ridge; in the foreground the eastern slope of M. La Rocca, in the background Le Mainarde with the peak of M. Mare; B) Panoramic view from Le Mainarde showing the S. Michele - M. Castelnuovo ridgeline the western fault line-scarp of M. Rocchetta and the M. S. Croce.

glaciali, che può avere in parte obliterato e/o reso non sempre ben distinguibili le morfologie carsiche epigee. Quest'ultime sono rappresentate soprattutto da microforme, quali karren (equivalenti a solchi, docce e crepacci carsici) (fig. 3), ma anche da macroforme come le doline che si rinvergono spesso anche sui fondi dei circhi glaciali.

3. - L'ITINERARIO

L'itinerario (fig. 4) parte dal bivio tra la SS127 e la SS158, sito poco al di fuori del paese di Colli a Volturno, e si conclude presso il Pianoro Le Forme, attraversando i territori comunali di Rocchetta a Volturno, Castel San Vincenzo e Pizzone.



Fig. 3 - Karren (scannellature) nei pressi della cima de La Metuccia.
- Karren (runnels) near the La Metuccia peak.

Esso prevede degli spostamenti in auto e dei percorsi da effettuare a piedi e si articola in 8 STOP che consentono di osservare da vicino e/o da lontano, attraverso vedute panoramiche, alcuni dei più interessanti geositi dell'area (tab. 1), ricadenti nei comuni di Rocchetta a Volturno, Cerro al Volturno, Castel San Vincenzo e Pizzone.

L'itinerario e gli STOP che lo compongono sono descritti in dettaglio di seguito.

3.1. - STOP 1 - I TRAVERTINI DI ROCCHETTA A VOLTURNO DI LOCALITÀ QUERCETELLI

Il primo STOP si situa sulla strada che dalla SS 158 conduce all'abitato di Rocchetta Nuova, proprio lungo il bordo della strada, in località Quercetelli. Lo STOP consiste in un bel affioramento dei travertini di Rocchetta a Volturno (fig. 5), già segnalato da diversi Autori (BRANCACCIO *et alii*, 1986; VIOLANTE *et alii*, 1994), posto al margine sud-orientale della potente placca di travertino, spessa circa 100 m e ampia circa 10 km², che forma la Piana di Rocchetta a Volturno (cfr. par. 3.3). Questi travertini (*calcareous tufa* o *tufa sensu* PEDLEY, 1990) si sono formati per l'azione incrostante delle acque delle sorgenti di Capo Volturno, alimentate da un acquifero carbonatico poco profondo, caratterizzato da acque ricche in bicarbonato di calcio ed a temperatura ambiente. Queste acque, a contatto con l'atmosfera, danno tuttora luogo alla precipitazione del carbonato di calcio, grazie anche all'attività di cianofite e batteri (BRANCACCIO *et alii*, 1986). La deposizione dei travertini che formano la Piana di Rocchetta, in base alle datazioni ²³⁰Th eseguite da BRANCACCIO *et alii* (1988), è avvenuta

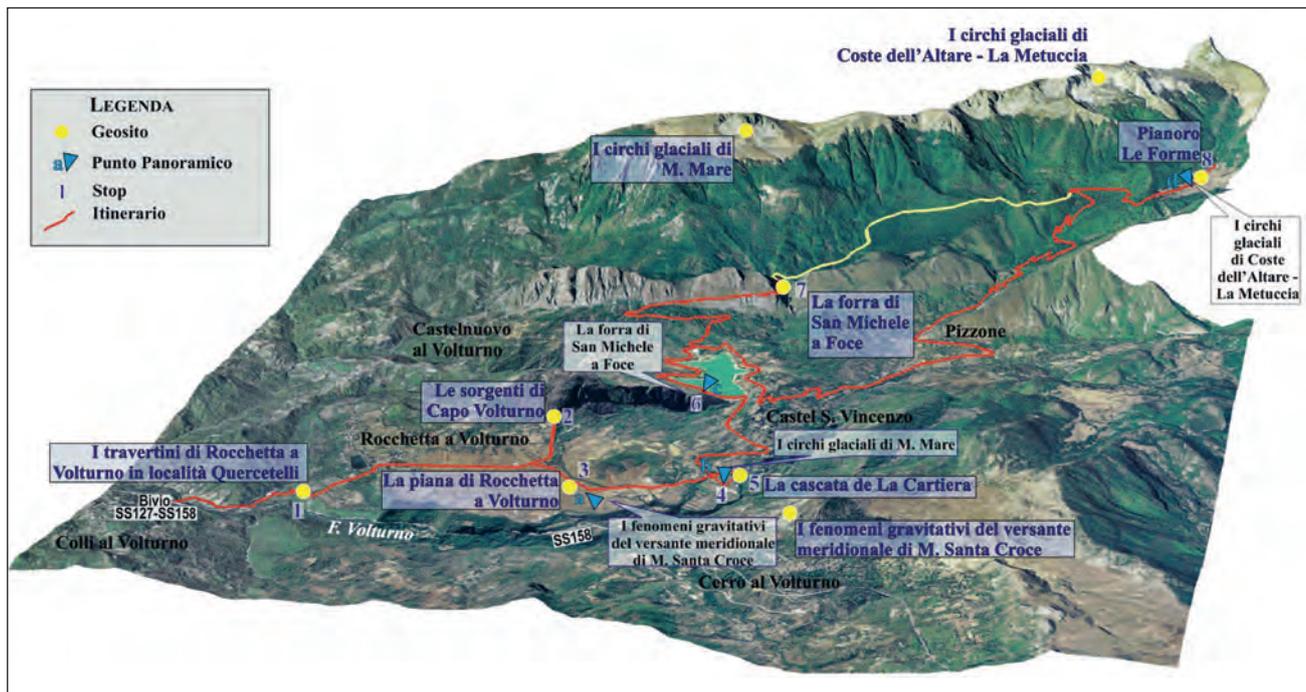


Fig. 4 - L'itinerario Le Mainarde - Alto Volturno su Scena 3D (base ortofoto 2007) dell'area.
 - The itinerary Le Mainarde - Alto Volturno on 3D Scene.

negli ultimi 75.000 anni, in una varietà di ambienti di sedimentazione, dall'ambiente palustre a quello di cascata, evidenziati da specifiche caratteristiche tessiturali e di litofacies.

L'affioramento di Quercetelli consente di apprezzare molto bene alcune delle caratteristiche stratigrafiche, sedimentologiche e tessiturali dei travertini di Rocchetta a Volturno. I travertini qui osservabili si sono formati su pendii inclinati con gradinate di "vasche" durante le fasi iniziali ed intermedie della deposizione che ha dato luogo alla Piana di Rocchetta (VIOLANTE *et alii*, 1994), e sono costituiti da una parte basale di sabbie travertinose (fig. 5), a tratti pedogenizzate, e da una parte superiore di travertini stromatolitici, a luoghi microermali. La successione è localmente tagliata da canali erosivi riempiti da ghiaie eterometriche ben arrotondate e con evidenti embricature che sono riferibili ad ambienti tipicamente fluviali che testimoniano una o più fasi caratterizzate dall'assenza di deposizione di travertino.

3.2. - STOP 2 - LE SORGENTI DI CAPO VOLTURNO

Dallo STOP 1 si prosegue verso Rocchetta Nuova e quindi verso le sorgenti di Capo Volturno (fig. 6) che costituiscono lo STOP 2. Queste sorgenti sgorgano al piede del versante orientale di M. Rocchetta a circa 548 m s.l.m., dove formano un piccolo laghetto, oggi recintato, ed hanno una portata complessiva di circa 6,6 m³/s (DAMIANI, 1969;



Fig. 5 - L'affioramento di travertini di ambiente di gradinata di "vasche" di Quercetelli.
 - The outcrop of the pool-terrace travertines of Quercetelli.

REGIONE MOLISE, 2006) ed una temperatura di 10 °C. Le sorgenti di Capo Volturno che, come anticipato sopra, sono responsabili della genesi della placca di travertino di Rocchetta a Volturno (cfr.



Fig. 6 - Il piccolo lago formato dalle sorgenti di Capo Volturmo al piede del versante orientale del M. Rocchetta.

- The small lake formed by the Capo Volturmo springs at the eastern slope of Rocchetta Mt.

par. 3.3), rivestono una grande importanza non solo per l'entità della loro portata, ma anche per l'ampiezza del loro bacino di alimentazione che raggiunge un'estensione di alcune centinaia di km². Tale bacino si situa quasi interamente in territorio abruzzese ed è costituito dall'unità idrogeologica di M. Genzana - M. Greco, alla quale il M. Rocchetta è collegato (CELICO, 1983). Le rocce calcaree del M. Rocchetta, caratterizzate da un'elevata permeabilità, sono interamente circondate, per contatto tettonico, dai sedimenti arenaceo-marnoso-argillosi del Flysch di Agnone (fig. 1) che, avendo una permeabilità decisamente più bassa, costituiscono una sorta di cintura impermeabile. Laddove quest'ultima risulta topograficamente più depressa, le acque traboccano e vengono a giorno.

3.3. - STOP 3 - LA PIANA DI ROCCHETTA A VOLTURNO E LA VEDUTA PANORAMICA DEL VERSANTE MERIDIONALE DI M. S. CROCE

Ripercorrendo la strada indietro per circa 1,5 km si giunge allo STOP 3, che consente di ammirare la Piana di Rocchetta a Volturmo, un'estesa superficie pianeggiante terrazzata (fig. 7A) che costituisce la parte sommitale della placca di travertino di Rocchetta. La formazione di questa placca di travertino è avvenuta all'interno di una depressione morfologico-strutturale impostata su un substrato articolato costituito dai terreni miocenici del Flysch di Agnone e dai depositi alluvionali del fiume Volturmo. La deposizione dei travertini ha causato una deviazione di circa 1 km verso est del percorso del Volturmo (BRANCACCIO *et alii*, 1988) ed un progressivo livellamento dell'originaria superficie di deposizione irregolare, determinando l'attuale morfologia della Piana di Rocchetta, caratterizzata dalla presenza di due ampi terrazzi di travertino,

posti rispettivamente a 550 e 500 m s.l.m. e bordati da ripide scarpate. Queste scarpate non si sono originate ad opera di una successiva azione di incisione del fiume Volturmo ma sono il risultato della stessa dinamica deposizionale dei travertini; esse sono, infatti, costituite da travertini in facies di cascata, mentre le superfici sommitali dei terrazzi sono costituite prevalentemente da travertini in facies di gradinata di "vasche".

Questo STOP offre anche un'ottima veduta panoramica sul versante meridionale di M. S. Croce (fig. 7B), interessato da diffusi movimenti di massa, che hanno un'ampia estensione areale e coinvolgono ingenti volumi di roccia. In particolare, da questo STOP è possibile osservare bene la porzione superiore del versante, costituita da ripide pareti calcaree, in cui si riconoscono vistose morfologie da erosione idrica accelerata. Tali pareti sono interessate nella parte alta da fenomeni di crollo in roccia che alimentano falde e coni detritici localizzati alla loro base.

Nella fascia pedemontana del versante sono presenti i sedimenti marnoso-argilloso-arenacei del Flysch di Agnone (figg. 1, 2B). Il contatto fra questi depositi silicoclastici ed i calcari è mascherato da una potente falda detritica (figg. 1, 7B), in parte cementata, anch'essa interessata da movimenti di massa: si tratta di frane per lo più di tipo complesso, principalmente scivolamenti che evolvono a colamenti, e caratterizzate da una distribuzione retrogressiva dell'attività, che coinvolge aree sempre maggiori poste a monte. Il loro innesco è legato all'infiltrazione delle acque di ruscellamento attraverso i terreni permeabili della falda detritica a contatto con il sottostante flysch impermeabile; la ridotta capacità dei depositi flyschiodi di smaltire le acque di infiltrazione provoca la loro mobilitazione e la conseguente destabilizzazione della sovrastante falda detritica. Da questo punto panoramico è anche possibile osservare gli effetti dei soli scivolamenti rotazionali che causano il basculamento dei detriti di falda, facendogli quindi assumere una immersione verso monte, ben evidenti nel settore orientale del versante, nei pressi della località Cerreta.

3.4. - STOP 4 - VEDUTA PANORAMICA DEI CIRCHI GLACIALI DI M. MARE

Lasciando lo STOP 3 si percorre la strada che attraversa la Piana di Rocchetta e si raggiunge lo STOP 4, situato in prossimità del bivio tra la SS 158 e la strada che conduce alla località La Cartiera. Questa località, oggi frazione di Castel San Vincenzo, deve il suo nome alla presenza di un'antica cartiera (fig. 8) che utilizzava l'energia prodotta dalle acque del F. Volturmo per il suo



Fig. 7 - A) Veduta panoramica della placca di travertino della Piana di Rocchetta a Volturno; in evidenza la superficie sommitale terrazzata costituita da travertini in facies di gradinata di vasche e le scarpate caratterizzate da travertini in facies di cascata; B) Veduta panoramica dalla Piana di Rocchetta del versante meridionale di M. S. Croce.

- A) Panoramic view of the travertine plate of the Rocchetta a Volturno Plain showing its top surface formed by pool-terrace travertines and the scaros characterized by waterfall facies; B) Panoramic view from the Rocchetta Plain of the southern slope of M. S. Croce.



Fig. 8 - L'antica cartiera. - The ancient paper mill.

funzionamento. Da questo STOP, guardando verso ovest, è possibile osservare il versante orientale di M. Mare che si caratterizza per la presenza di due spettacolari circhi glaciali (fig. 9), che consentono di distinguere facilmente anche da lontano la vetta di M. Mare (fig. 2A) all'interno della catena de Le Mainarde. Questi circhi rappresentano un esempio molto didattico dell'azione erosiva dei ghiacciai che hanno occupato Le Mainarde nel Pleistocene superiore. Essi sono, infatti, caratterizzati da una tipica forma a "poltrona a braccioni" (fig. 9A, B), con la "spalliera" costituita da ripide pareti a semicerchio e il fondo sub-pianeggiante debolmente concavo, delimitato verso valle da una soglia rocciosa.

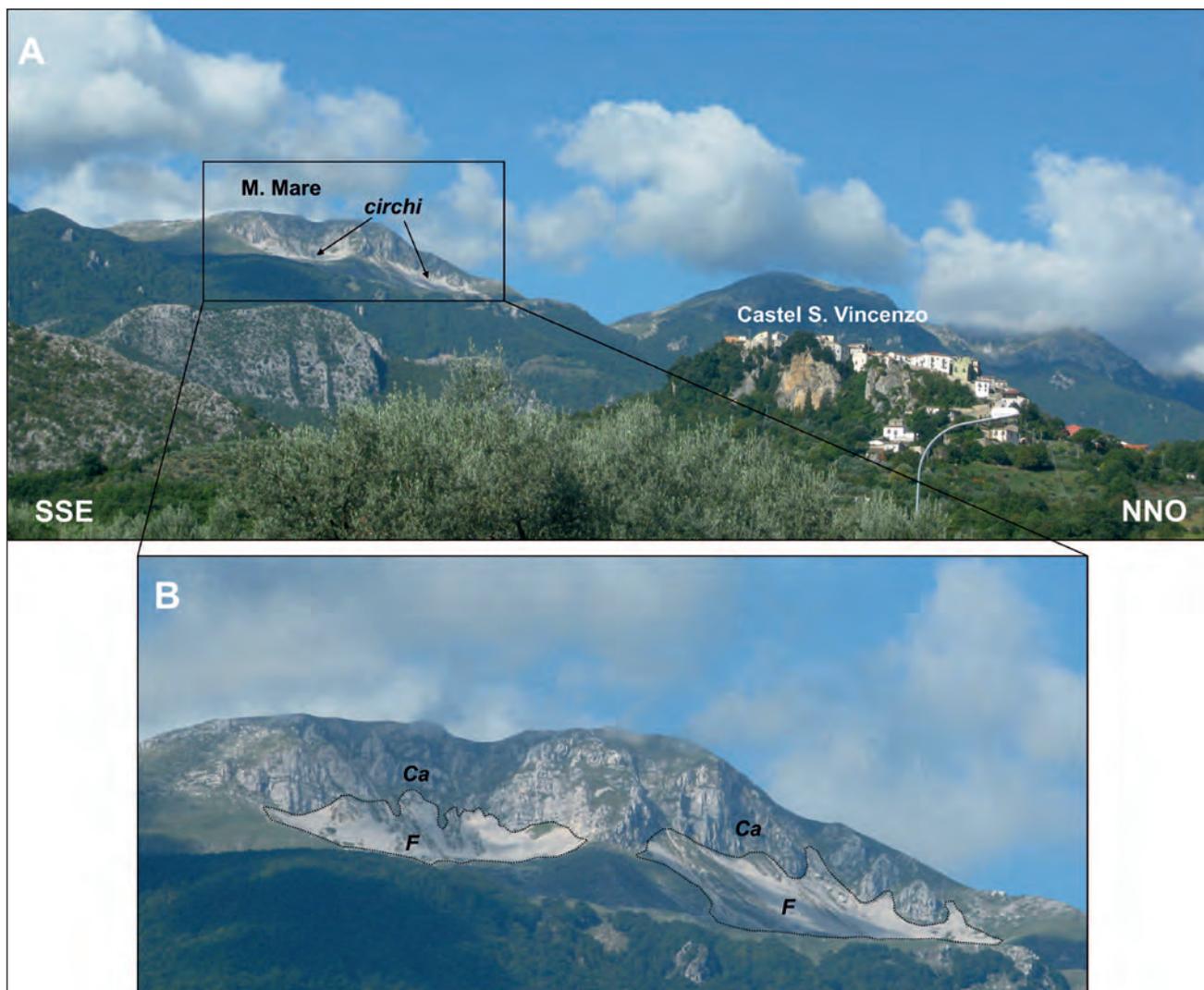


Fig. 9 - A) Veduta panoramica dei circhi glaciali di M. Mare e dell'abitato di Castel S. Vincenzo, il cui basamento è costituito dalla placca di travertino medio pleistocenica; B) I circhi glaciali di M. Mare; sono osservabili le falde detritiche attive (F) alla base delle ripide pareti calcaree (Ca).
 - A) Panoramic view of M. Mare glacial cirques and of the village of Castel S. Vincenzo, founded on the Middle Pleistocene travertine plate; B) The M. Mare glacial cirques; active talus slopes (F) are observable at the base of the steep limestone slopes (Ca).

I due circhi sono posti tra 1800 e 2000 m di altezza ed hanno un diametro compreso tra 200 e 400 m. Sulla base delle loro quote e delle loro caratteristiche sono stati riferiti al terzo dei quattro eventi glaciali ricostruiti da CINQUE *et alii* (1990) nei monti de La Meta (vedi oltre, par. 3.8) e cioè alla prima delle due fasi tardiglaciali occorse successivamente all'Ultimo Massimo Glaciale.

Alla base delle ripide pareti dei due circhi sono presenti potenti falde detritiche attive (fig. 9B), la cui origine è imputabile alla degradazione crioclastica e all'azione delle nevi.

Dallo stesso punto di osservazione è visibile in primo piano anche il paese di Castel San Vincenzo (fig. 9A) che poggia su una placca di travertino di circa 40 m di spessore. I travertini affiorano a partire da circa 725 m s.l.m., e appoggiano con contatto erosivo sui depositi silicoclastici del Flysch di

Agnone. La deposizione di questi travertini, i quali si collegano ad un livello di base dell'erosione più antico e più alto di ca. 200 m di quello cui va riferita la Piana di Rocchetta, è stata ascritta al Pleistocene medio (ASCIONE *et alii*, 2007).

3.5. - STOP 5 - LA CASCATA DE LA CARTIERA

Procedendo a piedi lungo la SS158 in direzione di Pizzone, imboccando sulla destra all'altezza dei resti della vecchia cartiera un breve sentiero che conduce al greto del fiume Volturno, si raggiunge lo STOP 5. Questo STOP consente di ammirare una piccola e suggestiva cascata (fig. 10) formata dalle acque del fiume Volturno che precipitano dal margine settentrionale della Piana di Rocchetta, in corrispondenza della ripida scarpata che qui borda la placca di travertino.



Fig. 10 - La cascata de La Cartiera.
- *The La Cartiera waterfall.*

3.6. - STOP 6 - VEDUTA PANORAMICA DELLA FORRA DI SAN MICHELE A FOCE

Per raggiungere lo STOP 6, dal bivio de La Cartiera si prosegue in direzione di Castel San Vincenzo e si svolta a sinistra imboccando la strada che costeggia il lago di Castel San Vincenzo. Tale STOP consiste in un punto panoramico che consente di osservare, alle spalle del lago, un sito di grande impatto scenico: la forra di San Michele a Foce (fig. 11). La genesi di questa forra è un ottimo esempio di discordanza oro-idrografica, ed è imputabile ad un fenomeno di sovrimposizione del torrente Rio Colle Alto, innescato dalla tettonica estensionale che ha interessato l'area nel corso del Pleistocene. A seguito di questa tettonica si è verificato, infatti, un progressivo abbassamento del livello di base, che ha causato l'erosione dei depositi silicoclastici del Flysch di M. Porrara che in origine



Fig. 11 - Veduta della forra di San Michele a Foce dal lago di Castel San Vincenzo.
- *View of the San Michele a Foce gorge from the Castel San Vincenzo Lake.*

ricoprivano la dorsale carbonatica di M. Castelnuovo - M. S. Michele. Si è avuta, quindi, una graduale esumazione della dorsale ed il torrente Rio Colle Alto, che scorreva all'interno del Flysch di M. Porrara lungo un percorso orientato in direzione trasversale alla dorsale (ASCIONE *et alii*, 2007), non potendo deviare dal proprio percorso, è stato costretto ad incidere la struttura carbonatica, generando la forra man mano che l'incisione si approfondiva. Tale approfondimento è stato probabilmente guidato anche dalla presenza di una faglia orientata circa E-W, trasversalmente alla dorsale. Si tratta di una incisione spettacolare, profonda circa 300 m, che taglia trasversalmente il rilievo monoclinale di M. Castelnuovo - M. S. Michele. Il suo caratteristico profilo a "V" è il risultato dell'azione diffusa dei processi crioclastici che hanno portato alla disgregazione della roccia e alla conseguente recessione rettilinea parallela dei fianchi della forra.

3.7. - STOP 7 - LA FORRA DI SAN MICHELE A FOCE

Dallo STOP 6 si prosegue prima sulla strada che costeggia il lago di Castel San Vincenzo e poi sulla strada per l'Eremo di San Michele Arcangelo che corre in parte lungo la dorsale di M. S. Michele. Si raggiunge quindi lo STOP 7 che consente di osservare da più vicino il fianco sinistro della forra di San Michele a Foce ed in particolare le potenti bancate di rocce calcaree, fortemente inclinate ed immergenti verso E-NE, del rilievo monoclinale di M. S. Michele (fig. 12 A). Sulla parete calcarea sono visibili diverse cavità carsiche che si sono sviluppate soprattutto in corrispondenza dei piani di intersezione fra le fratture ed i piani di strato che caratterizzano le rocce. La più grande fra queste cavità (fig. 12) ospita l'eremo di San Michele Arcangelo, la cui costruzione si colloca intorno all'anno 1000.

3.8. - STOP 8 - IL PIANORO LE FORME E I CIRCHI GLACIALI DI COSTE DELL'ALTARE - LA METUCCIA

Dallo STOP 7 si torna indietro verso il lago di Castel San Vincenzo, poi si prosegue in direzione di Pizzone e da lì in direzione del Pianoro Le Forme che costituisce l'ottavo e ultimo STOP.

Il pianoro, localizzato ad est di M. a Mare e La Metuccia, a circa 1400 m di altezza, è una conca allungata in direzione WNW-ESE (fig. 13 A) ed aperta verso ESE, il cui fondo è completamente coperto da depositi morenici abbandonati dai ghiacciai tardo-pleistocenici nel corso del loro ritiro (CINQUE *et alii*, 1990). Questi depositi sono presenti sia in modo sparso sul fondo della conca, così da conferirle una caratteristica morfologia on-

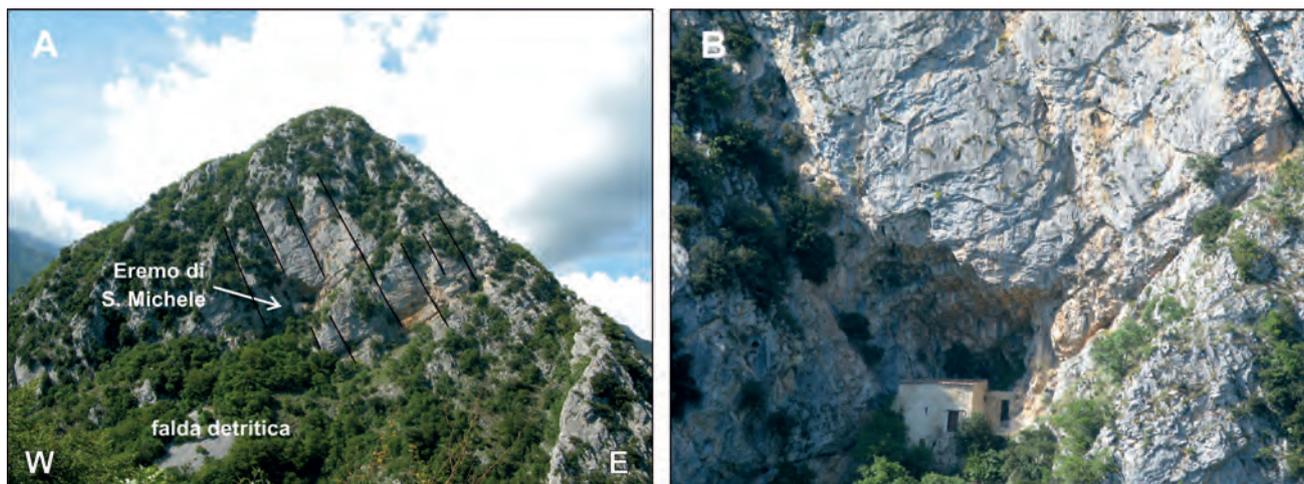


Fig. 12 - A) Il fianco sinistro della forra di San Michele a Foce; sono visibili gli strati calcarei immergenti ad E-NE e la cavità che ospita l'Eremo di San Michele; B) L'Eremo di San Michele.

- A) The left side of the San Michele a Foce gorge; the calcareous beds dip to the E-NE and the cave which hosts the San Michele Hermitage are visible; B) The San Michele Hermitage.

dulata, sia strutturati in cordoni ed archi. Tra quest'ultimi spicca in particolare il grande cordone morenico laterale sinistro (fig. 13), lungo circa 1 km, che delimita verso nord il pianoro, innalzandosi per circa 50 m al di sopra del suo fondo. Tale cordone si sviluppa a prosecuzione della cresta rocciosa che termina con la cima di M. Miele, la quale costituisce la parte terminale del fianco sinistro della Valle Pagana (fig. 13 C). Questa valle è di chiara origine glaciale come ben evidenzia il suo profilo ad U, ben visibile dal pianoro stesso e dalla sommità del cordone morenico sinistro. Da quest'ultima, nei pressi del taglio della strada che dal Pianoro Le Forme conduce a Campitelli, è possibile osservare anche il deposito che costituisce il cordone stesso, caratterizzato da clasti carbonatici poco o per nulla elaborati (fig. 13 D).

La formazione di questo cordone morenico sinistro è stata riferita alle fasi di ritiro di un ghiacciaio che scendeva dalla Val Pagana all'interno del Pianoro Le Forme durante l'Ultimo Massimo Glaciale (CINQUE *et alii*, 1990).

Dalla sommità della morena laterale sinistra si gode anche di un'ottima visione panoramica delle diverse generazioni di circhi glaciali che caratterizzano il versante orientale de Le Mainarde tra le cime di Coste dell'Altare e di M. a Mare e de La Metuccia. L'individuazione di più generazioni di circhi, tenendo conto della loro posizione altimetrica, delle dimensioni e dello stato di conservazione, ha consentito di documentare quattro distinti eventi glaciali (CINQUE *et alii*, 1990) che si sono succeduti dal Pleistocene medio fino al periodo tardiglaciale. In particolare, da questo punto panoramico sono ben visibili i circhi di seconda, terza e quarta generazione di M. a Mare e de La

Metuccia. I circhi di seconda generazione, riferiti all'Ultimo Massimo Glaciale (CINQUE *et alii*, 1990), hanno fondi posti a circa 1700-1800 m di altezza e grandi dimensioni (diametri compresi tra 700 e 800 m). La loro morfologia è ben distinguibile, nonostante siano coperti da una fitta vegetazione arborea (fig. 13 F). Le spalle di questi circhi fungono da soglia per i circhi di terza e quarta generazione, situati più in alto ed aventi fondi posti a quote superiori ai 1800 m. Questi sono caratterizzati da dimensioni più ridotte (diametri compresi tra 200 e 400 m) e da una tipica forma ad arco (a ferro di cavallo) molto ben riconoscibile, con fianchi rocciosi molto ripidi, alla cui base sono visibili potenti falde detritiche attive. La loro genesi è stata riferita alle due fasi tardiglaciali occorse successivamente all'Ultimo Massimo Glaciale (CINQUE *et alii*, 1990).

Spostandosi dalla sommità del cordone laterale sinistro verso il centro del pianoro, su tutta la superficie della conca sono ben visibili numerosi massi erratici, abbandonati dai ghiacciai durante il loro ritiro. Inoltre, nel settore SE del pianoro è possibile osservare un arco morenico frontale, molto ben conservato, alto 4-5 m e con estremità arcuata posta a circa 1400 m di altezza, la cui formazione è stata attribuita ad una fase tardiglaciale successiva all'Ultimo Massimo Glaciale (CINQUE *et alii*, 1990). L'arco morenico frontale chiude verso SE una lunga depressione intermorenica (fig. 13 A) e costituisce un ostacolo per il deflusso delle acque provenienti dalla Val Pagana e dai versanti circostanti, dando luogo alla formazione, nella stagione umida, di piccoli laghetti (figg. 13 A, 13 E) che occupano le sue parti più depresse. Questa depressione intermorenica è costituita, oltre che da depositi morenici, da limi e limi argillosi lacuo-pa-

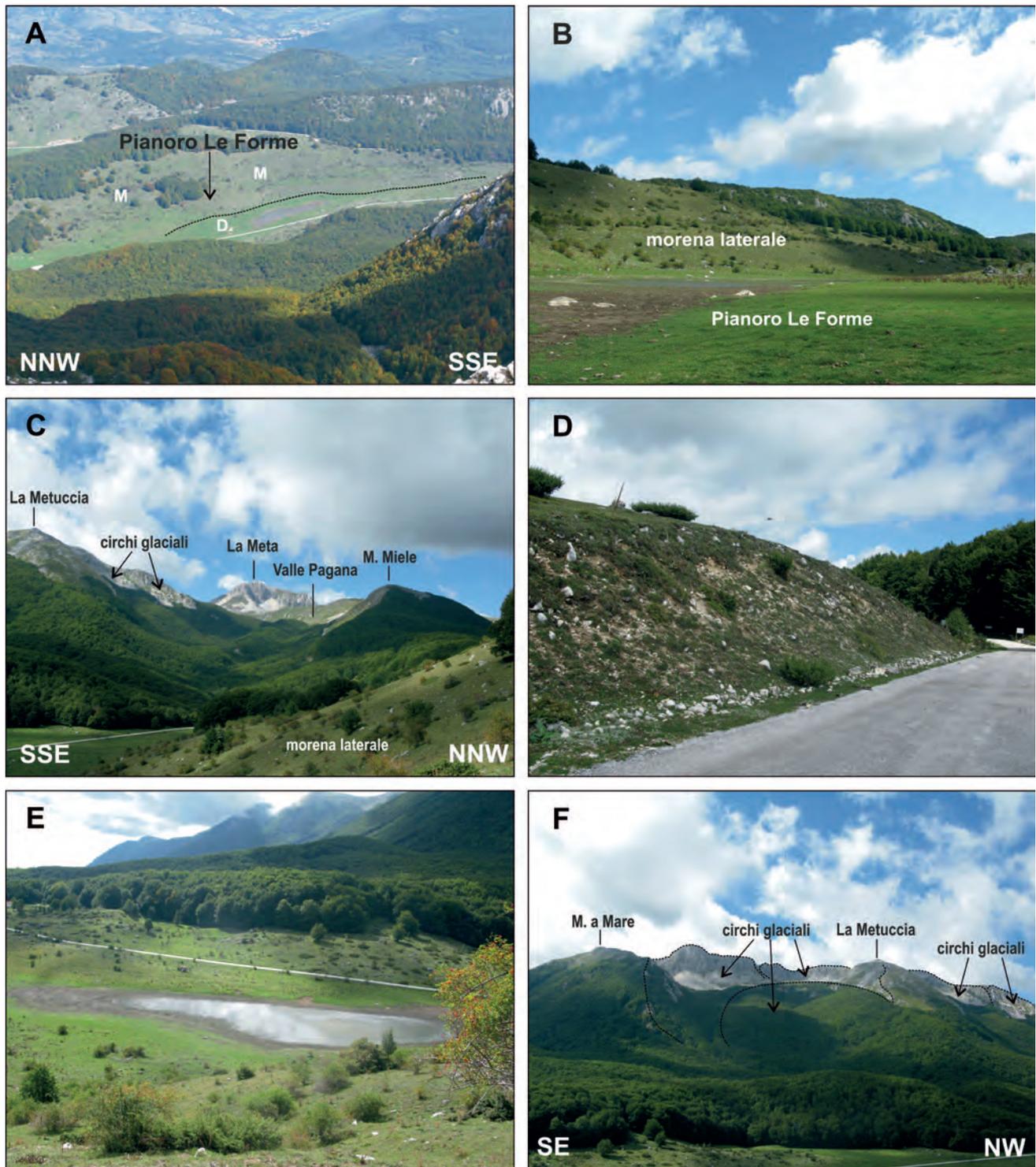


Fig. 13 - A) Veduta panoramica del Pianoro Le Forme da La Metuccia; in evidenza la morena laterale sinistra (M), e la depressione intramorenica (D), con al centro il piccolo lago; B) Il cordone morenico laterale sinistro; C) La Valle Pagana e i circhi glaciali de La Metuccia; D) Il deposito che costituisce il cordone morenico laterale sinistro; E) Piccolo lago che occupa la depressione intramorenica; F) I circhi glaciali di M. a Mare - La Metuccia.
 - A) Panoramic view of Pianoro Le Forme from La Metuccia with the left lateral moraine (M), and intra-moraine plain (D); B) the left lateral moraine; C) The Valle Pagana and the La Metuccia glacial cirques; D) The moraine deposits of the left lateral moraine; E) The small lake of Le Forme; F) The M. a Mare - La Metuccia glacial cirques.

lustrati cui si intercalano dei livelli di tephra, tra cui il Tufo Giallo Napoletano (GIRAUDI, 1997) datato a 15 ka (DEINO *et alii*, 2004). In particolare, all'interno di questa depressione sono state distinte tre superfici

deposizionali (GIRAUDI, 1997), riferite alle oscillazioni del livello di un lago effimero, che ne ha occupato il fondo dopo il ritiro delle principali lingue glaciali, nel periodo tardiglaciale e nell'Olocene.

4. - ALTRI SITI DI INTERESSE CULTURALE DELL'AREA

Per approfondire le conoscenze degli altri aspetti culturali del territorio de Le Mainarde – Alto Volturno, in aggiunta agli STOP dell'itinerario proposto, vengono qui segnalati alcuni siti meritevoli di attenzione. Tali siti, rappresentati da monumenti e musei, possono essere visitati effettuando delle deviazioni dal percorso dell'itinerario.

Il primo e più importante sito meritevole di visita è rappresentato dall'area archeologica di San Vincenzo a Volturno (fig. 14), situata sulla Piana di Rocchetta a circa 2 km dalle sorgenti di Capo Volturno, nel comune di Castel San Vincenzo. Qui è possibile visitare i resti del Monastero di San Vincenzo a Volturno, antico Monastero dell'Italia altomedievale tra quelli meglio documentati. La sua fondazione, risalente secondo il *Chronicon Vultur-nense* all'inizio dello VIII secolo, è avvenuta in un'area precedentemente interessata da un insediamento tardo-romano, come testimoniano i resti di una chiesa e di un'area sepolcrale del V-VI secolo d.C. Di notevole interesse risulta la Cripta di Epifanio, decorata da un ciclo di affreschi che rappresenta una delle testimonianze più importanti della pittura altomedievale europea.

Sempre nel territorio di Castel San Vincenzo, un altro sito da segnalare è il già citato (cfr. par. 3.7) Eremo di San Michele Arcangelo, splendidamente incastonato nella roccia calcarea (fig. 12 B) e raggiungibile solo a piedi attraverso un sentiero che risale il fianco sinistro della forra di San Michele a Foce. Rappresenta ancora oggi un importante luogo di pellegrinaggio ed ospita in particolare le festività dedicate all'Arcangelo che si svolgono l'8 maggio di ogni anno.



Fig. 14 - L'area archeologica di San Vincenzo a Volturno.
- *The San Vincenzo a Volturno archaeological area.*

Nel territorio di Rocchetta a Volturno altri due siti interessanti sono rappresentati dalla chiesa rupestre di S. Maria delle Grotte o Madonna delle Grotte e dal sito paleolitico (musteriano) di Grotta Reali, posti sulla vecchia strada che da Rocchetta conduce a Scapoli a poca distanza l'uno dall'altro. La chiesa rupestre, costruita a ridosso delle pareti di travertino di Rocchetta a Volturno, che sono parte integrante dell'edificio, presenta uno splendido portale e pareti interne affrescate, con cicli pittorici di particolare rilievo artistico. Il sito di Grotta Reali si apre in una parete di cava nei travertini e presenta una serie stratigrafica in cui sono stati riconosciuti due orizzonti antropizzati con abbondanti manufatti litici e frammenti di resti faunistici (PERETTO, 2012).

Tra i musei vanno annoverati i due Centri Visita del PNALM in territorio molisano, rappresentati dal Museo della Fauna Appenninica che si trova nel centro storico di Castel San Vincenzo ed ospita un'esposizione della tipica fauna de Le Mainarde, e dal Museo dell'Orso di Pizzone, dedicato all'orso bruno marsicano.

Per la sua particolarità ed unicità va, inoltre, segnalato il Museo della Zampogna di Scapoli, che ospita una ricca esposizione di zampogne di diverse epoche e provenienti da diverse parti del mondo.

5. - CONCLUSIONI

La realizzazione dell'itinerario Le Mainarde - Alto Volturno rappresenta una delle prime iniziative volte alla divulgazione del patrimonio geologico del settore molisano del PNALM. L'itinerario intende offrire ad un ampio pubblico la possibilità di conoscerne alcuni aspetti geologici di elevato interesse e meritevoli di maggiore valorizzazione. Con questo intento, altre iniziative potranno essere sviluppate in futuro. Queste potrebbero consistere, ad esempio, nell'allestire "materialmente" l'itinerario con pannelli illustrativi che, attraverso immagini e testi, illustrino le principali caratteristiche dei geositi presenti lungo il percorso. Ciò consentirà ai visitatori di effettuare l'itinerario anche in autonomia, senza dover rinunciare ad informazioni locali. Tali pannelli potranno anche affiancare altri già esistenti in alcuni siti, come ad esempio quelli presenti presso le sorgenti di Capo Volturno inerenti gli aspetti floristici e faunistici.

La concreta possibilità di fruizione del patrimonio geologico, attraverso questo itinerario ed altre possibili future iniziative, può fornire un importante contributo allo sviluppo di un turismo sostenibile non soltanto in questo settore del PNALM, ma anche nel territorio molisano in generale.

BIBLIOGRAFIA

- AMATO V., AUCELLI P.P.C., CESARANO M., PAPPONE G., ROSSKOPF C.M. & RUSSO ERMOLLI E. (2011) - *The Sessano intramontane basin: new multi-proxy data for the Quaternary evolution of the Molise sector of the central-southern Apennines (Italy)*. *Geomorphology*, **128**, 15-31.
- AMATO V., AUCELLI P.P.C., CESARANO M., JICHA B., LEBRETON V., ORAIN R., PAPPONE G., PETROSINO P. & RUSSO ERMOLLI E. (2014) - *Quaternary evolution of the largest intermontane basin of the Molise Apennine (central-southern Italy)*. *Rend. Fis. Acc. Lincei*, **25**, 197-216.
- ASCIONE A., CINQUE A., MICCADEI E., VILLANI F. & BERTI C. (2008) - *The Plio-Quaternary uplift of the Apennine chain: new data from the analysis of topography and river valleys in central Italy*. *Geomorphology*, **102** (1): 105-118.
- ASCIONE A., MICCADEI E., VILLANI F. & BERTI C. (2007) - *Morpho-structural setting of the Sangro and Volturno rivers divide area (central-southern Apennines, Italy)*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **30**: 13-29.
- BRANCACCIO L., D'ARGENIO B., FERRERI V., STANZIONE D., TADDEUCCI A. & VOLTAGGIO M. (1988) - *I travertini di Rocchetta a Volturno (Molise): datazioni con ²³⁰Th e modello deposizionale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **41**: 673-683.
- BRANCACCIO L., D'ARGENIO B., FERRERI V., STANZIONE D., TURI B. & PREITE MARTINEZ M. (1986) - *Caratteri tessiturali e geochimici dei travertini di Rocchetta a Volturno (Molise)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **105**: 265-277.
- CELICO P. (1983) - *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale (Marche e Lazio meridionali, Abruzzo, Molise e Campania)*. Cassa per il Mezzogiorno, stampa Grafiche Magliana: 111-113, Roma.
- CINQUE A., LICCARDO C., PALMA B., PAPPALARDO L., ROSSKOPF C. & SEPE C. (1990) - *Le tracce glaciali nel Parco Nazionale d'Abruzzo (Appennino centrale): nota preliminare*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **13**: 121-133.
- CORRADO S., DI BUCCI D., NASO G. & BUTLER H.W.R. (1997) - *Thrusting and strike-slip tectonics in the Alto Molise region (Italy): implications to the Neogene-Quaternary evolution of the central Apennines orogenic system*. *Journal of the Geological Society of London*, **154**: 679-688.
- DAMIANI A.V. (1969) - *La sorgente di Capo Volturno in rapporto alle condizioni geoidrogeologiche e strutturali del Monte della Rocchetta e dei Monti della Meta*. *Boll. Soc. Natur. in Napoli*, **78**: 189-215.
- D'ANDREA M. & PRATURLON A. (1992) - *Lineamenti geologico-strutturali e biostratigrafici dell'area Meta-Mainarde-Alto Volturno*. *L'Uomo e l'Ambiente*, **16**: 27-43.
- D'ANDREA M., MICCADEI E. & PRATURLON A. (1992) - *Rapporti tra il margine orientale della piattaforma laziale-abruzzese ed il margine della piattaforma Morrone-Pizzalto-Rotella*. In: TOZZI M., CAVINATO G.P. & PAROTTO M. (Eds.): "*Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia-Vasto*". *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. 1991/2: 389-395.
- D'ANDREA M., PANTALONI M. & PRATURLON A. (2003) - *Itinerario N° 14 - Da Sora a Castel San Vincenzo*. In: CRESCENTI U., MICCADEI E. & PRATURLON A. (Eds.), *Guide Geologiche Regionali - Abruzzo*, BE-MA editrice: 268-282, Milano.
- DEINO A.L., ORSI G., DE VITA S. & PIOCHI M. (2004) - *The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera, Italy) assessed by ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating method*. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **133**: 157-170.
- DI BUCCI D. & SCROCCA D. (1997) - *Assetto tettonico dell'Alto Molise (Appennino centrale): considerazioni stratigrafiche e strutturali sull'Unità di Montenero Val Cocchiara*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **116**: 221-236.
- DI BUCCI D., CORRADO S., NASO G., PAROTTO M. & PRATURLON A. (1999) - *Evoluzione tettonica neogenico-quaternaria dell'area molisana*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **118**: 13-30.
- FILOCAMO F., AMATO V., ROSSKOPF C.M. & VALLETTA M. (2013) - *La promozione del turismo geologico: l'esempio dell'itinerario geoturistico de Le Mainarde nel settore molisano del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise*. *Atti del Quinto Congresso Nazionale di Geologia e Turismo*, Bologna, 6-7 giugno 2013, 216-217.
- FILOCAMO F., BARANELLO S., DI PAOLA G., GIANNANTONIO O., IAROSSE M., MONACO R., RELVINI M. & ROSSKOPF C.M. (2011a) - *A concrete perspective for geotourism in Molise region (Italy): from the inventory to the touristic promotion of geosites*. *Epitome*, **4**: 130.
- FILOCAMO F., ROSSKOPF C.M., AMATO V., DE BENEDITTI G., MINELLI A. & PERETTO C. (2011b) - *Itinerari geoarcheologici in Molise: una risorsa turistica da valorizzare*. *Atti del IV Congresso Nazionale Geologia e Turismo*, Bologna, 21-23 ottobre: 133-136.
- FILOCAMO F., MAGLIERI C., ROSSKOPF C. M., BARANELLO S., GIANNANTONIO O., MONACO R., RELVINI M., & IAROSSE M. (2011c) - *Il censimento e la valorizzazione dei geositi: l'esperienza molisana*. *Geologia dell'Ambiente*, supplemento al n. 2/2011, *Atti del Convegno Nazionale "Il Patrimonio Geologico: una risorsa da proteggere e valorizzare"*, 29-30 aprile 2010, Sasso di Castalda, Potenza: 135-143.
- FILOCAMO F., ROSSKOPF C.M., AMATO V., CESARANO M. & DI PAOLA G. (2015) - *The integrated exploitation of the geological heritage: a proposal of geotourist itineraries in the Alto Molise area (Italy)*. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, **33**, 44-47.
- GIRAUDI C. (1997) - *I laghi effimeri postglaciali del Massiccio de La Meta (Parco Nazionale d'Abruzzo, Italia centrale): significato paleoclimatico*. *Il Quaternario*, **10** (1): 93-100.
- ISPRA (2016) - *Geodatabase Geositi*. Consultabile su: <http://sgj2.isprambiente.it/geositiweb/>.
- JAUROUD E. (1998) - *Les glaciers disparus de l'Apennin - Géomorphologie et paléoenvironnements glaciaires de l'Italie péninsulaire*. Université de Paris I - Panthéon Sorbonne: pp. 382.
- PATACCA E., SCANDONE P. & SARTORI R. (1990) - *Tyrrhenian basin and Apenninic arcs: kinematic relations since Late Tortonian times*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **45**: 425-451.
- PATACCA E., SCANDONE P., BELLATALLA M., PERILLI N. & SANTINI U. (1992) - *La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise*. In: TOZZI M., CAVINATO G.P. & PAROTTO M. (Eds.): "*Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia-Vasto*". *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. 1991/2: 417-441.
- PEDLEY M. (1990) - *Classification and environmental models of cool freshwater tufas*. *Sedimentary Geology*, **68**: 143 - 154.
- PERETTO C. (Ed.) (2012) - *L'insediamento musteriano di Grotta Reali*. Rocchetta a Volturno, Molise, Italia. *Annali dell'Università degli Studi di Ferrara - Museologia Scientifica e Naturalistica*, volume 8/2 (2012): pp. 163, Ferrara.
- REGIONE MOLISE (2006) - *Database delle sorgenti del Molise*. Consultabile su: <http://www3.regione.molise.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/382>.
- ROSSKOPF C.M., FILOCAMO F., AUCELLI P.P.C., DI PAOLA G. & CESARANO M. (2013) - *Geomorphosites as a tool for understanding the geological history: a proposal of geo-itineraries for the National Park of Abruzzo, Lazio and Molise and Matese areas (Molise region, Italy)*. 8th International Conference (AIG) on Geomorphology "*Geomorphology and sustainability*", 27-31 August 2013, Paris, Abstracts Volume, 555.
- VEZZANI L., GHISETTI F. & FESTA A. (2004) - *Carta geologica del Molise (scala 1:100.000)*. S.EL.CA., Firenze.
- VIOLANTE C., FERRERI V., D'ARGENIO B. & GOLUBIC S. (1994) - *Quaternary travertines at Rocchetta a Volturno (Isernia, Central Italy)*. *Facies analysis and sedimentary model of an organogenic carbonate system*, I.A.S. 15th Reg. Meet., April, 1994, Ischia, Guide book to the Field Trip: 3-23.