

Il Patrimonio Geologico dell'area al contorno del Lago di Bolsena e dell'alto corso del Fiume Marta, i Geositi e lo Sviluppo Sostenibile.

Una proposta metodologica transdisciplinare

*Geological heritage of the area on surroundings of Bolsena Lake and of upper water-course of Marta River, Geosites and Sustainable Development.
A multidisciplinary methodological proposal*

CIANCHI M.E. (*), NAPPI G. (**), PACCHIAROTTI G. (*),
PISCOPO V. (*), SIBI P. (*), VALLETTA M. (*)

RIASSUNTO - Viene presentato un nuovo approccio alla diffusione del Patrimonio Geologico della fascia perifluviale del Fiume Marta, emissario del Lago di Bolsena (Lazio). L'area comprende zone ZPS e SIC, mostrando aspetti di notevole naturalità e valenza ambientale.

L'analisi ha compreso innanzitutto l'esame degli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici del territorio sulla base sia della letteratura recente che di osservazioni di campagna. Da questa prima parte dello studio sono risultati motivi di interesse di ordine stratigrafico-vulcanologico, circa la dinamica morfoevolutiva del territorio e circa le relazioni acque superficiali - acque sotterranee. Questa fase dello studio ha permesso l'individuazione di testimoni esemplari dei processi che hanno governato e governano localmente la storia della Terra, ovvero dei Geositi. Quelli scelti tra quanti hanno palesato maggiore interesse sembrano essere un'occasione per far conoscere a quanti, di qualsiasi fascia di età ed estrazione culturale, non abbiano dimestichezza con le Scienze della Terra, gli infiniti aspetti della geologia, tenendo conto anche del contesto ambientale generale dell'area.

La fase successiva è stata quella di tracciare, sulla base dello studio dei geositi, itinerari di interesse geologico alcuni dei quali, adeguatamente supportati da strumenti didattico-divulgativi, potessero offrire un'esperienza formativa a fruitori in età scolare e ad un pubblico adulto eterogeneo, nonché occasioni di valorizzazione del territorio attraverso attività sostenibili. L'approccio adottato è stato quello tran-

sdisciplinare, ovvero un approccio a molteplici livelli, indicati da una struttura a rete predefinita per raggiungere un obiettivo comune, coinvolgendo discipline diverse ma condividendo l'intero processo di studio-ricerca-indagine sul tema/oggetto prescelto, che nel caso specifico ha riguardato il progetto e la realizzazione di una Guida e di un Quaderno Didattico.

La Guida, destinata a fruitori adulti, è stata progettata e realizzata con l'intento di fornire un supporto informativo che svolgesse il ruolo sia di strumento di lettura, corretta ed integrata, delle emergenze geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del territorio, che di supporto e, soprattutto, di stimolo nella comprensione dei principali "indizi" che ne facciano comprendere la storia e la dinamica evolutiva.

Il Quaderno Didattico, destinato a fruitori in età scolare, è stato costruito intorno ad un itinerario ricco di emergenze a carattere geomorfologico, vulcanologico e idrogeologico, privilegiando gli aspetti didattico-divulgativi. Lo strumento ipotizzato è stato concepito come esempio-tipo di una collana destinata ad abbracciare tutti i percorsi che è possibile tracciare attraverso i geositi maggiormente rappresentativi dell'alta valle del Fiume Marta. La struttura, i materiali e l'architettura generale del Quaderno sono stati opportunamente disegnati al fine di renderne agevoli consultazione e fruizione.

PAROLE CHIAVE: Patrimonio Geologico, Geositi, Lago di Bolsena, Fiume Marta, Proposta metodologica.

(*) Dipartimento di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile dell'Università della Tuscia. Via S. Giovanni Decollato, 1 - 01100 Viterbo

(**) Istituto di Scienze della Terra dell'Università Carlo Bo. Campus Scientifico - Loc. Crocicchia - 61029 Urbino

ABSTRACT - A new approach to the spread of the Geological Heritage has been proposed for the upper basin of the River Marta, outlet of the Lake Bolsena. The area belongs to the Latium Volcanic Region (Pleistocene Vulsini District) and includes ZPS and SIC zones showing many natural beauties and environmental values.

The analysis included first of all the examination of the geological, morphological and hydrogeological features based on the recent literature and appropriate survey. The results of this first step highlighted several interesting sites for the volcanic stratigraphy, morphological dynamics of the region, and interactions between ground-surface waters. Some of these sites have been selected and proposed as Geosites because of their opportunity to popularize the geological evidences of the area considering the environmental frame.

Geological routes through the Geosites have been subsequently mapped. Didactic and educational tools designed for schools and grown-up people have been planned to support some geological routes. Through a cross-curricular approach it has been proposed a Guide and a Educational Book considering the environmental and scientific values of the area and involving several branches of learning in the process of study-research-testing of the chosen geological routes.

The Guide is designed for the grown-up people of audiences. It has two main aims: i) to supply the audiences with information about the geological, morphological and hydrogeological evidences of the area; ii) to stimulate to understanding of the main signs of the history and development of the Earth.

The Educational Book is designed for the school-children around a route rich in educational examples concerning morphology, volcanology and hydrogeology. The Educational Book was worded as prototype of a series of books devoted to several model routes through the Geosites of the River Marta Valley. The contents, materials and structure of the Educational Book were purposely thought to make easy the reading and enjoyment.

KEY WORDS: Geological Heritage, Geosite, Lake Bolsena, River Marta, Educational Route.

1. - INTRODUZIONE

La disponibilità di strumenti e di condizioni che favoriscano lettura ed interpretazione degli aspetti geologici del territorio da parte del vasto pubblico può contribuire, in maniera significativa, a promuovere lo sviluppo del turismo culturale a vocazione ambientale. È questa l'idea fondante condivisa dagli autori del presente lavoro, sostanzialmente incentrato su un approccio di ricerca transdisciplinare che tenta di integrare, in prospettiva applicativa, i contributi e le competenze di molteplici ambiti scientifici.

Ed è per queste peculiarità che il lavoro fornisce anche l'occasione più opportuna per ricordare ALFREDO JACOBACCI. La sua totale apertura mentale verso tutti i "modi possibili" di far conoscere la Geologia e di esaltarne ruolo ed importanza nella società civile, è stato uno degli aspetti che maggiormente hanno caratterizzato la Sua

infaticabile e lunghissima operosità come geologo di Stato, ricercatore e docente e, probabilmente, anche la proposta di considerare la geologia come risorsa e come motore per attività che rispettano un processo di sviluppo sostenibile, Lo avrebbe affascinato.

La "proposta metodologica transdisciplinare", oggetto del presente lavoro, nasce dall'intento di affiancare il rigore scientifico della ricerca geologica all'obiettivo di rendere comprensibile e completamente fruibile da parte di un pubblico eterogeneo, per età e per cultura, i tratti essenziali, nel tempo e nello spazio, degli aspetti evolutivi e dell'assetto geologico (nel senso più ampio) dei Monti Vulsini e delle aree adiacenti.

Lo sviluppo di tale approccio ha preso avvio dalla ricerca di siti che fossero caratterizzati da rappresentatività e singolarità, se non da rarità ed unicità, dei fenomeni e dei processi geologici locali. Ciò ha consentito non solo di individuare nuovi Geositi, che sostanziano il significato di quel termine, ma anche di interpretare in maniera più ampia, chiara ed accessibile, alcuni Geositi noti da tempo, quali la Civita di Bagnoregio, le "pietre lanciate" e le sorgenti di Castello Broco, per citare solo qualche esempio.

La prospettiva di inquadrare i geositi nell'ottica della divulgazione e della conseguente valorizzazione culturale-economica, ha poi orientato la progettazione condivisa di due strumenti di fruizione: un Quaderno di ricerca destinato a ragazzi in età scolare e una Guida ideata per fruitori adulti. Per la realizzazione di questi due esempi didattico - divulgativi è stata privilegiata l'area dell'alto bacino del Fiume Marta, caratterizzata dalla prevalenza di depositi vulcanici e dalla presenza, significativa, di quelli sedimentari, oltre che da peculiarità di rilevanza idrogeologica. L'azione specifica è stata quella di tracciare alcuni itinerari fisici all'interno della zona prescelta che consentissero al "normale" visitatore di cogliere ed interpretare le tracce più significative della storia geologica locale.

2. - LINEAMENTI MORFOLOGICI

Caratteristiche ed assetto morfologici dell'area di indagine, che coincide prevalentemente con l'alto bacino del Fiume Marta nel Lazio settentrionale (sino alla sezione di Centrale Traponzo) e con il suo intorno significativo (fig. 1), sono stati fortemente condizionati sia dalla natura delle rocce affioranti che dai processi esogeni ed endogeni, che si sono succeduti ed avvicendati negli ultimi milioni di anni.

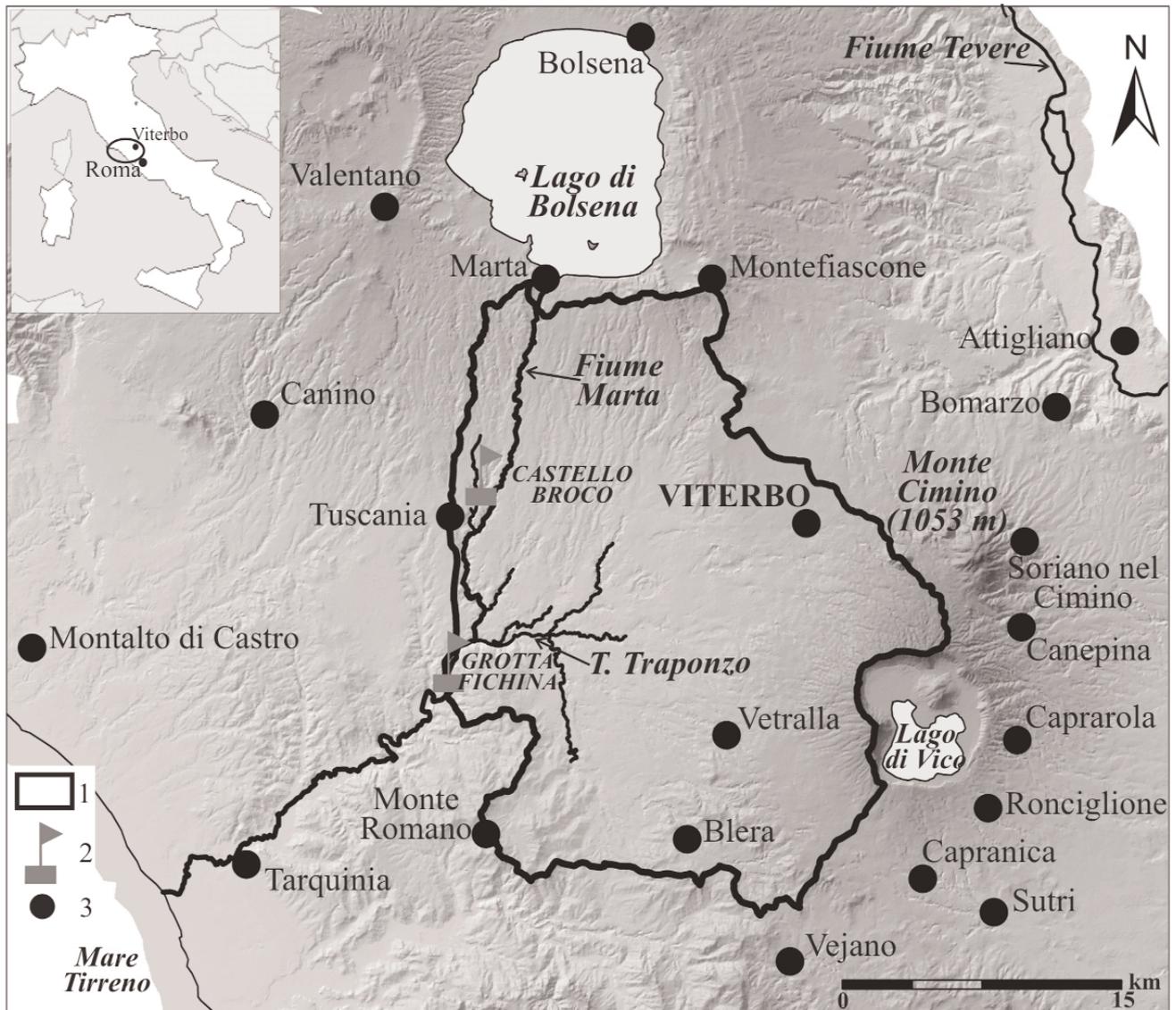


Fig. 1 - Inquadramento dell'area di studio 1: Area di studio; 2: Geositi esaminati; 3: Centri urbani.
- Location of the study area 1: Study area; 2: Some Geosites; 3: Town and village.

Predominanti sono i paesaggi conseguenti alla diffusione, in affioramento, di rocce vulcaniche appartenenti principalmente al Distretto Vulcanico Vulsino.

Il prevalere di esse ha, infatti, condizionato una topografia, che è caratterizzata da una serie di rilievi collinari (quote massime intorno ai 600-700 m s.l.m.), che corrispondono a più centri di emissione, e che si alternano ad ampie depressioni vulcano-tettoniche, la più estesa delle quali è occupata dal Lago di Bolsena. Le forme positive sono rappresentate da numerosi coni di scorie e ceneri (per esempio, Montefiascone e Valentano) e dalla colata lavica di Selva del Lamone, che digrada dalla zona di Latera verso la valle del Fiume Fiora. Le forme negative più evidenti sono le grandi caldere ellittiche o sub-circolari di Latera (fig. 2, trat-

ta da un disegno originale di ALFREDO JACOBACCI) e Montefiascone.

Versanti piuttosto acclivi, in corrispondenza delle strutture vulcano-tettoniche più recenti (bordi delle caldere, faglie e fratture) e dell'affioramento di rocce a comportamento litoide (colate laviche), si alternano, quindi, con versanti più dolci, in corrispondenza dei litotipi meno resistenti all'erosione (prodotti piroclastici meno coerenti) e delle ampie superfici strutturali (*plateaux* ignimbrici). L'azione delle acque correnti ed i processi connessi con il sollevamento eustatico wurmiano hanno inciso, entro questo paesaggio, valli generalmente strette e profonde, successivamente rimodellate e parzialmente ammantate da depositi alluvionali.

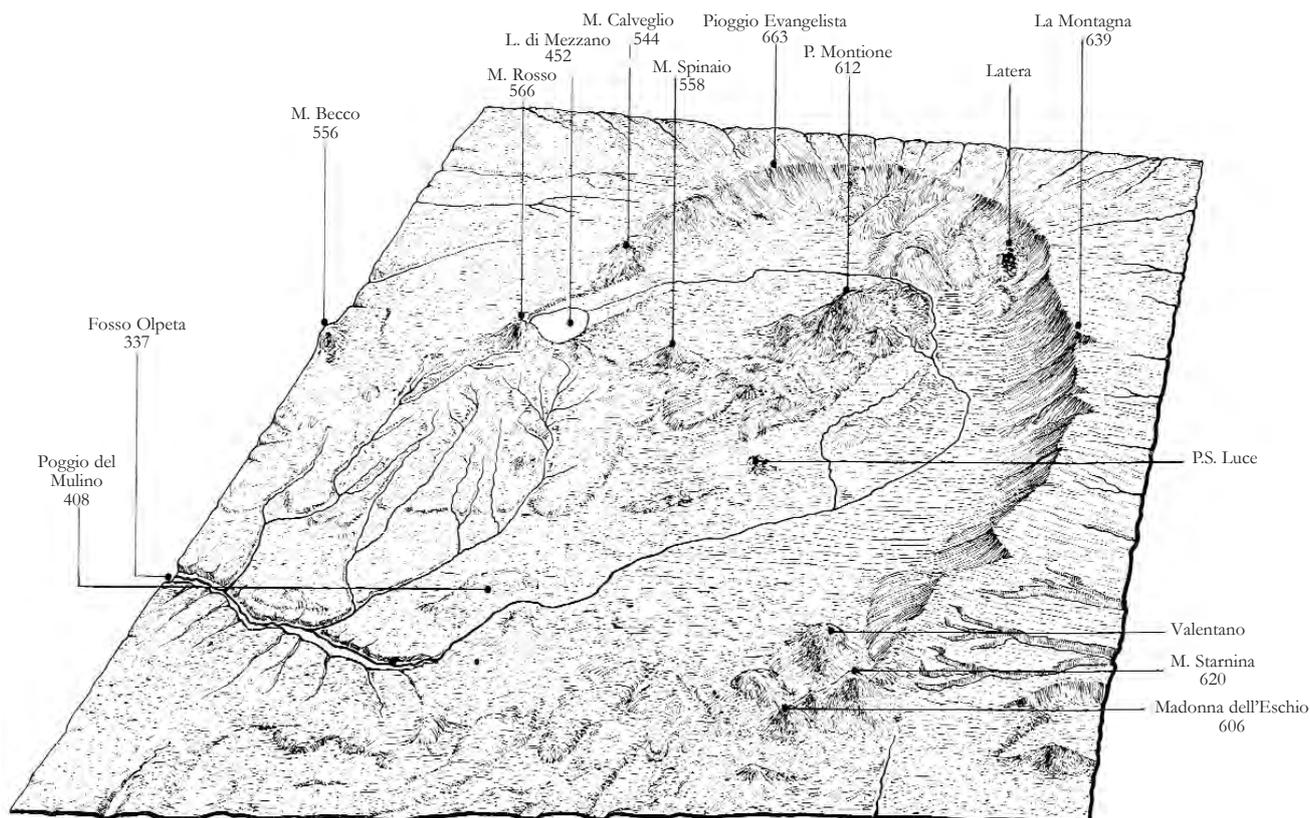


Fig. 2 - Lineamenti morfologici della Caldera di Latera (da NAPPI, 1969b).
 - *Morphological features of the Latera caldera (after NAPPI, 1969b).*

Il paesaggio di un piccolo settore della fascia sudorientale dell'area studiata mostra caratteri differenti, quale conseguenza dell'affiorarvi di rocce sedimentarie, che costituiscono anche il substrato di quelle vulcaniche.

Si tratta di colline con morfologia generalmente molto dolce (quote massime intorno ai 150-250 m s.l.m.) in relazione alla natura poco competente delle successioni sedimentarie, costantemente caratterizzate da una non trascurabile componente argillosa. Le intercalazioni di litotipi più coerenti (conglomerati, calcareniti, arenarie) trovano riscontro, localmente, in forme più acclivi. Le valli, in particolare quella che ospita il corso principale del Fiume Marta, diventano più ampie e piatte in corrispondenza dei depositi sedimentari, a causa della più alta erodibilità di essi a fronte di larga parte di quelli vulcanici.

La rete idrografica è condizionata dalla presenza del Lago di Bolsena (305 m s.l.m.), ospitato nella già citata depressione vulcano-tettonica e caratterizzato da una superficie di circa 114 km², una profondità massima di 151 m ed un volume di invaso di circa 9.2 km³. Il Fiume Marta rappresenta l'unico emissario del lago ed è, in parte, alimentato da esso. I tributari, che sono sviluppati

soprattutto in sinistra del corso d'acqua principale, drenano anche le pendici orientali dei complessi vulcanici del Cimino e del Vico. In generale, i corsi d'acqua minori hanno carattere torrentizio e presentano un andamento radiale centrifugo rispetto ai principali centri eruttivi. Il Fiume Marta ed i suoi maggiori tributari di sinistra (Leia, Biedano e Traponzo), invece, sono animati da un deflusso perenne e la conformazione del loro tracciato risente maggiormente dell'assetto strutturale dell'area e delle dinamiche morfoevolutive quaternarie.

2. - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Come già accennato, sono le rocce vulcaniche e piroclastiche (derivanti, prevalentemente, dall'attività del Distretto Vulcanico Vulsino) quelle nettamente più diffuse nell'area in esame, entro la quale affiorano, sebbene in modo marginale, anche quelle appartenenti al substrato sedimentario.

La descrizione che segue è, pertanto, proporzionata alla estensione in affioramento ed all'importanza che le une e le altre rivestono ai fini del presente studio.

2.1. - IL DISTRETTO VULCANICO VULSINO

Il Distretto Vulcanico Vulsino (DVV) è situato nel settore più settentrionale della Provincia Comagmatica Romana (fig. 3), l'attività della quale, in accordo con BECCALUVA *et alii* (1991), può essere collegata alla parziale fusione ed all'eterogeneo arricchimento di una sorgente localizzabile nel mantello. Secondo SERRI *et alii* (1993), il vulcanismo dell'appennino sarebbe il prodotto di un magmatismo di arco ed i processi geodinamici, ai quali esso è riconducibile, avrebbero causato l'assimilazione di notevoli quantità di materiale crostale da parte del mantello superiore. Le varietà di magmi presenti nell'Italia centro-meridionale rappresentano, secondo PECCERILLO (2002), un mosaico di sorgenti del mantello, precedenti al processo metasomatico.

I prodotti del DVV occupano un'area di circa 2200 km² e sono distribuiti radialmente rispetto alla depressione vulcano - tettonica del lago di Bolsena (fig. 4).

Nell'ambito dell'evoluzione del DVV, sono state distinte cinque zone o complessi vulcanici: il Paleobolsena, il Bolsena, il Montefiascone, il Latera ed il Neobolsena (NAPPI *et alii*, 1995, NAPPI *et alii*, 1998, NAPPI *et alii*, 2004), con meccanismi e scenari eruttivi molteplici: lo spettro delle attività di tipo esplosivo, che comprende quelle di tipo hawaiano, stromboliano, pliniano, idromagmatico e surtseyano è, infatti, pressoché completo. I depositi relativi a tali meccanismi eruttivi sono rappresentati da scorie saldate, coni di scorie, strati di pomici, ignimbriti, surges, lapilli accrezionali, etc.

Anche i prodotti dell'attività effusiva sono ben

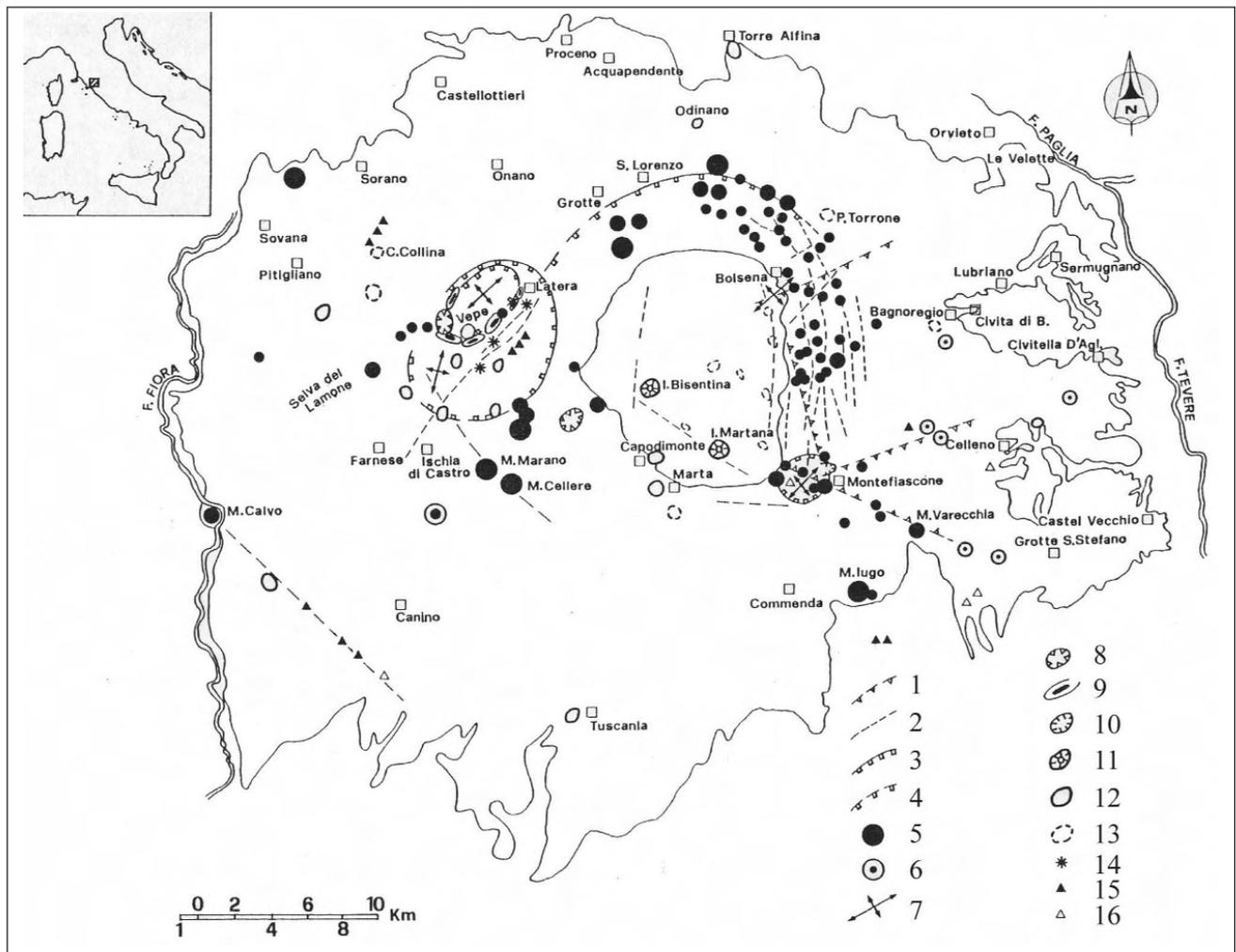


Fig. 3 - Carta strutturale del Distretto Vulcanico Vulsino (da NAPPI *et alii*, 1991 modificata). 1 - faglie profonde; 2 - faglie; 3 - recinti calderici; 4 - recinti calderici sepolti; 5 - coni di scorie; 6 - coni di scorie sepolti; 7 - eruzioni esplosive centrali; 8 - maars; 9 - strutture domiformi; 10 - crateri d'esplosione; 11 - attività surtseyana; 12 - centri eruttivi; 13 - centri eruttivi sepolti; 14 - attività fumarolica; 15 - sorgenti termali; 16 - sorgenti minerali.
 - Structural map of the Vulsini Volcanic District (modified after NAPPI *et alii*, 1991). 1 - deep faults; 2 - faults; 3 - caldera rims; 4 - buried caldera rims; 5 - cinder cones; 6 - buried cinder cones; 7 - central explosive eruptions; 8 - maars; 9 - dome-like structures; 10 - explosion craters; 11 - surtseyan activity; 12 - eruptive centres; 13 - buried eruptive centres; 14 - sulphurous activity; 15 - thermal springs; 16 - mineral springs.

rappresentati e riflettono un ampio spettro composizionale, che va dalla serie leucititica a quella shoshonitica. I prodotti più differenziati sono presenti nelle zone del Paleobolsena e del Bolsena, mentre la zona di Montefiascone, in corrispondenza della quale la camera magmatica è situata nella parte superiore del basamento carbonatico, è caratterizzata da prodotti meno differenziati.

2.1.1. - Zona vulcanica del Paleobolsena

I prodotti più antichi del DVV sono rappresentati da tre livelli di pomici pliniane che, nei set-

Comagmatica Romana. Lo spessore medio e la distribuzione areale indicano un volume minimo di circa 10 km³. Il Nenfro si distribuisce, in maniera radiale, in tutti i settori del DVV; recentemente, alla base della serie completa delle ignimbriti di Latera, ne è stato rinvenuto quello che è da considerarsi il più occidentale tra gli affioramenti (NAPPI *et alii*, 2004).

2.1.2. - Zona vulcanica di Bolsena

I prodotti della zona vulcanica di Bolsena prevalgono nel settore settentrionale del DVV, in

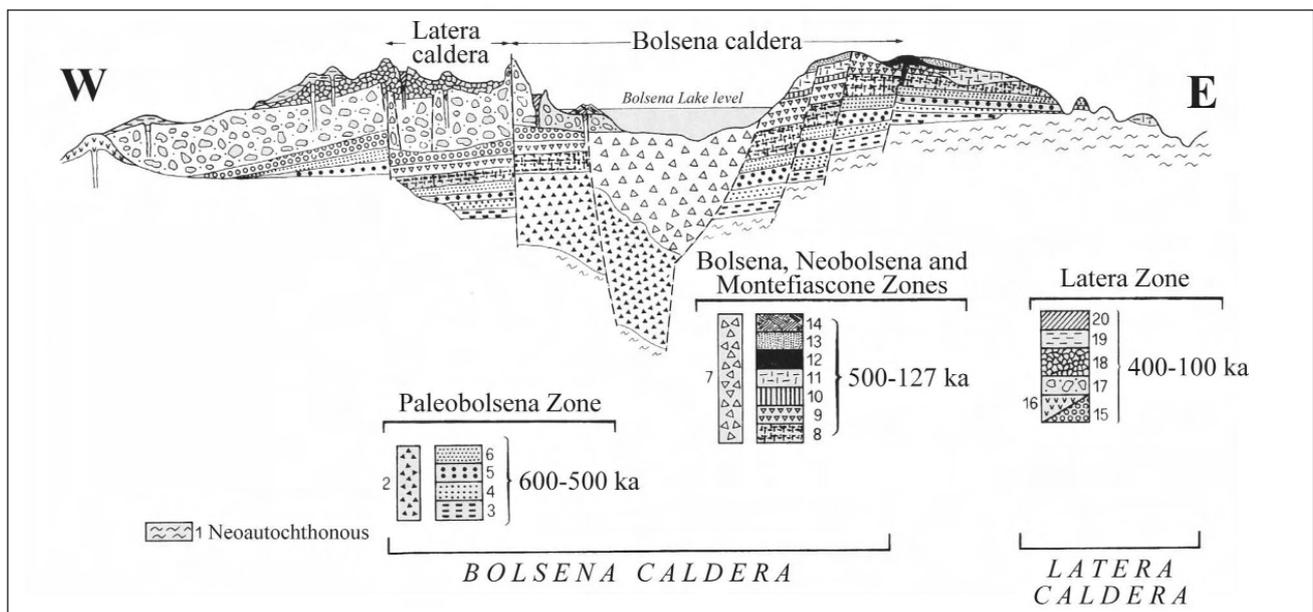


Fig. 4 - Evoluzione spaziale e temporale delle Zone vulcaniche Vulsine (da NAPPI *et alii*, 1995, modificata). 1- sedimenti argilloso-sabbiosi e conglomeratici di ambiente marino e salmastro; 2- breccie cementate da caduta intracalderica; 3- attività effusiva presunta più antica delle pomici pliniane; 4 - pomici pliniane; 5 - piroclastiti e lave; 6 - Nenfro; 7- breccie cementate da caduta intracalderica; 8 - piroclastiti e lave; 9 - plateau lavico di Vietena; 10- pomici di Ponticello; 11- ignimbrite di Orvieto-Bagnoregio; 12 - colate laviche di Monterado; 13 - piroclastiti di Montefiascone; 14 - attività surtseyana dell'Isola Bisentina; 15 - attività effusiva precaldolica; 16 - colate laviche di Vulci e Monte Calvo; 17 - ignimbriti; 18 - vulcanite complessa di Pitigliano; 19 - fase effusiva postcaldolica; 20 - eruzioni freatomagmatiche postcaldoliche.

- Space-time evolution of the Vulsini Volcanic Zones (modified after NAPPI *et alii*, 1995). 1 - clayey-sandy and conglomeratic sediments of marine and brackish environment; 2 - mainly back-fall lithic breccias; 3 - conjectured effusive activity older than the dated plinian pumice falls; 4 - basal plinian pumice falls; 5 - pyroclastics and lavas; 6 - Nenfro; 7 - mainly back-fall lithic breccias; 8 - pyroclastics and lavas; 9 - Vietena lavas plateau; 10 - Ponticello pumice falls; 11 - Orvieto-Bagnoregio ignimbrite; 12 - Monterado lava flows; 13 - Montefiascone pyroclastics; 14 - Bisentina Island surtseyan activity; 15 - pre-caldera effusive phase; 16 - Vulci and Monte Calvo lava flows; 17 - ignimbrites; 18 - the Pitigliano Formation; 19 - post-caldera effusive phase; 20 - post-caldera phreatomagmatic eruptions.

tori più periferici, appoggiano direttamente sul substrato sedimentario, rappresentato da depositi argillosi di età plio-pleistocenica.

Il più antico di questi orizzonti è stato datato a $576 \pm 6,5$ mila anni dal presente (NAPPI *et alii*, 1995). L'eruzione successiva, alla quale è legata la messa in posto della più estesa tra le ignimbriti vulsine, il Nenfro degli Autori, è datata a 505 mila anni dal presente e rappresenta il risultato della maggiore tra le eruzioni ignimbritiche del DVV e, molto probabilmente, di tutta la Provincia

sovrapposizione ai più antichi depositi del Paleobolsena.

Essi affiorano all'interno, all'esterno e lungo il recinto della caldera vulcano - tettonica di Bolsena (NAPPI & MARINI, 1986; NAPPI, 1991; NAPPI *et alii*, 1991), che ha diametro di circa 16 km ed è il prodotto di uno sviluppo progressivo, dovuto sia alla subsidenza, condizionata da un fondo calderico incernierato nel settore sudoccidentale, che ad alcuni collassi, sviluppatasi prevalentemente nel settore settentrionale.

I centri eruttivi, che sono tutti localizzabili nel settore nord-orientale della caldera, mostrano uno spostamento progressivo lungo quell'orlo.

I prodotti di questa zona sono costituiti da depositi di scorie saldate che ricoprono tutto il settore nord-orientale del recinto calderico, tra il livello del lago e quota 550 m s.l.m. circa. Questi depositi, che sono tra i più antichi affioranti del complesso del Bolsena, sono stati preceduti solo da coni di scorie e colate di lava circumcalderici, come quella del Fosso della Carogna, e dalla colata delle "pietre lanciate". La composizione trachitica e la distribuzione circumcalderica delle scorie saldate farebbero riferire la loro messa in posto a fontane di lava sincalderiche: la risalita del magma sarebbe avvenuta attraverso fessure di alimentazione, che in precedenza avrebbero favorito il collasso calderico, tra C. Gazzetta e Ponticello (fig. 3).

Uno dei depositi più rappresentativi della zona vulcanica di Bolsena è, sicuramente, l'ignimbrite di Orvieto - Bagnoregio connessa ad una eruzione avvenuta circa 333.000 anni dal presente (SANTI, 1990; NAPPI *et alii*, 1995). Estesa per oltre 200 km², essa rappresenta un eccellente marker stratigrafico che separa i prodotti del Bolsena da quelli, più recenti, di Montefiascone. Al deposito basale da caduta, che è costituito da pomici pliniane, fa seguito quello da flusso piroclastico, che costituisce l'ignimbrite in senso stretto che, nei settori distali, raggiunge il massimo spessore e si presenta come un tipico "sillar", deposito da flusso piroclastico denso controllato dalla topografia, come quello che forma i bastioni tufacei di Orvieto, Lubriano e Civita di Bagnoregio.

L'attività successiva è coeva alle manifestazioni iniziali del complesso di Montefiascone: a partire, infatti, da circa 300 mila anni dal presente i prodotti relativi si interdigitano. L'eruzione di Ospedaletto, datata 274.000 anni dal presente (NAPPI *et alii*, 1995), che si è verificata dopo la formazione della caldera di Montefiascone, è il prodotto di una colonna eruttiva pliniana alta 21 km (NAPPI *et alii*, 1994a): anche i depositi di pomici, che coprono sia il settore orientale dei Vulsini che quello meridionale, rappresentano un ottimo marker stratigrafico.

2.1.3. - Zona vulcanica di Latera

L'evoluzione del complesso vulcanico di Latera può essere suddivisa in tre distinte fasi (NAPPI, 1969a). La prima, ha visto il prevalere di flussi lavici; la seconda, di meccanismi eruttivi di tipo esplosivo, con la messa in posto di un gran numero di flussi piroclastici, ai quali è legata la genesi di ignimbriti e "surges". L'attività della

terza fase si è concentrata all'interno e lungo il recinto della caldera, con scenari eruttivi di tipo stromboliano, hawaiano ed idromagmatico. La zona di Latera è, quindi, prevalentemente caratterizzata da ignimbriti distribuite radialmente rispetto alla caldera, in modo da formare un vulcano scudo di ignimbriti (SPARKS, 1975). Questi depositi sono stati studiati ed identificati, da vari ricercatori, a partire dalla fine degli anni '60 (NAPPI, 1969 a e b; SPARKS, 1975; VAREKAMP, 1980; METZELTIN & VEZZOLI, 1983; NAPPI *et alii*, 1994 a e b; PALLADINO & VALENTINE, 1995, PALLADINO & SIMEI, 2002).

2.1.4. - Zona vulcanica di Montefiascone

Gli scenari eruttivi sviluppatosi nella zona di Montefiascone sembrano essere stati condizionati dalla particolare struttura del basamento carbonatico. Campi di fratture allungate in direzione NNO-SSE hanno, infatti, determinato una intensa attività effusiva pre e post-calderica nella fascia centrale mentre, in quella meridionale, è stata una faglia O-E a rappresentare la via di alimentazione di coni di scorie e di vaste colate di lava, che si sono espanse verso i quadranti meridionali. Lungo il margine esterno della caldera di Bolsena, un sistema di faglie dirette N-S ha dato luogo ad un allineamento di coni di scorie. Le più antiche colate laviche, emesse da quelli di M. Moro, M. Rosso, M. Parecchia, sono leucititiche.

Lungo la stessa superficie di frattura si è imposta, poi, l'attività effusiva finale dei centri di M. Isola, Montefiascone ed Orto Piatto.

L'attività esplosiva nella zona di Montefiascone è stata molto intensa e prevalentemente di tipo idromagmatico. Alla eruzione più ricca di energia sono connesse, geneticamente, l'ignimbrite di Montefiascone ed il formarsi della caldera relativa (NAPPI & MARINI, 1986). L'ignimbrite basale, che affiora nel settore meridionale e orientale, appare come un deposito massivo da grigio chiaro a grigio scuro.

2.1.5. - Zona vulcanica del Neobolsena

La zona vulcanica del Neobolsena corrisponde allo stadio finale dell'evoluzione del DVV.

Il complesso del Neobolsena si è sviluppato all'interno del Lago di Bolsena e l'attività finale è rappresentata da eruzioni sublacustri di tipo surtseyano, che hanno dato luogo a due apparati intracalderici comprendenti le isole Martana e Bisentina. I prodotti sono in prevalenza di tipo idromagmatico, anche se la fase finale si conclude nell'Isola Bisentina con l'emissione di una colata di tipo tefri-

tico-leucitico. L'età radiometrica di questa colata lavica, che rappresenta in assoluto il più giovane dei prodotti subaerei del DVV, è di 127.000 +/- 1800 anni dal presente (GILLOT *et alii*, 1991).

2.2. - LE UNITÀ SEDIMENTARIE

Le rocce sedimentarie affiorano in lembi isolati, inframmezzati alle vulcaniti, generalmente in corrispondenza di culminazioni tettoniche e di incisioni fluviali e, più estesamente, nel settore sud-orientale dell'area studiata, al margine delle rocce vulcaniche.

La ricostruzione geologica delle unità riferibili al substrato sedimentario è stata effettuata facendo riferimento alla bibliografia disponibile. Esse sono riconducibili, essenzialmente, a depositi in facies di flysch, alloctoni (Cretacico Superiore - Oligocene) ed a depositi marini del ciclo post-orogeno (Pliocene-Pleistocene).

Le unità flyschoidi sono costituite da marne, argilliti, calcari marnosi ed arenarie di età compresa tra Cretacico superiore e Oligocene, che affiorano estesamente in Toscana meridionale e nel Lazio nord-occidentale. Nell'area di studio, sono rappresentate dal "Flysch della Tolfa" *sensu* CHIOCCHINI & MADONNA, 2003 che, secondo BUONASORTE *et alii* (1988), appartiene al dominio austroalpino interno, mentre ABBATE & SAGRI (1970) lo collocano nel dominio ligure. Il Flysch della Tolfa è stato inquadrato come Serie o Successione comprensiva, di età compresa tra il Cretacico superiore e l'Eocene medio, da ALBERTI *et alii* (1970) e da BERTINI *et alii* (1971). Secondo CIVITELLI & CORDA (1993) la successione è costituita, in particolare, da tre membri: uno argilloso-calcareo, uno calcareo-marnoso (con intercalazioni di argilliti varicolori, pietraforte e marne rosse) ed uno arenaceo.

Le unità post-orogene comprendono tre gruppi di successioni. Il primo include unità di età compresa tra il Messiniano e la base del Pliocene inferiore; il secondo comprende unità del Pliocene; il terzo include unità del Quaternario, ampiamente rappresentate ai margini della coltre vulcanica laziale e al suo interno, in corrispondenza di incisioni vallive. La loro deposizione è collegata ad un ciclo sedimentario prevalentemente marino che ha interessato il versante tirrenico dell'Appennino centro-settentrionale dal Messiniano al Quaternario.

Le unità plioceniche affioranti nell'area di studio, talvolta ricche di fauna fossile, appartengono alle Unità del bacino di Tarquinia (CHIOCCHINI & MADONNA, 2003). ALBERTI *et alii* (1970) riconoscono una successione composta alla base da peliti e conglomerati di età plio-

cenica inferiore-media, sui quali appoggiano sabbie e conglomerati del Plio-cene medio-superiore. Tali unità fanno parte del ciclo neoautoctono prevalentemente marino e si ritrovano in lembi a sud di Tuscania e nella zona di Monte Romano, in sovrapposizione al Flysch della Tolfa.

Nell'area di studio sono rappresentate anche unità quaternarie, costituite da depositi continentali travertinosi (di età pleistocenico-olocenica), i quali affiorano nelle zone di Bullicame e Bagnaccio (ovest di Viterbo) e in località La Rocca, e da depositi alluvionali e lacustri olocenici, affioranti nelle incisioni vallive dei corsi d'acqua e lungo i margini del lago di Bolsena.

3. - LINEAMENTI IDROGEOLOGICI

Dal punto di vista idrogeologico, le principali rocce serbatoio dell'area esaminata si identificano nelle unità vulcaniche e piroclastiche, in considerazione della notevole estensione e spessore di esse e del loro grado di permeabilità relativa. I litotipi vulcanici e piroclastici, infatti, sono dotati di una permeabilità per porosità e fessurazione da media ad alta, se confrontata con quelli delle unità sedimentarie. Queste ultime, raggruppabili nel complesso argilloso-sabbioso-conglomeratico ed in quello marnoso-calcareo-arenaceo, sono caratterizzate da una permeabilità relativamente bassa e svolgono il ruolo di substrato impermeabile e di limite laterale dell'acquifero vulcanico (fig. 5).

Le modalità di flusso nell'acquifero vulcanico sono ricavabili dalle ricostruzioni piezometriche disponibili per l'area e dall'entità e tipo di recapito delle acque sotterranee (CAPELLI *et alii*, 2005; BAIOCCHI *et alii*, 2006).

Le ricostruzioni piezometriche dell'acquifero vulcanico consentono di riconoscere, alla scala del bacino, un'unica superficie piezometrica radiale convergente sia nell'intorno del Lago di Bolsena che verso il basso corso del Fiume Marta ed il Torrente Traponzo, a valle del lago (fig. 5). Lo spartiacque non sempre coincide con quello superficiale, avendo il bacino idrogeologico estensione maggiore rispetto a quello idrografico.

I rapporti tra acque superficiali ed acque sotterranee evidenziano alimentazione dall'acquifero verso il lago per gran parte del suo perimetro, ad eccezione del bordo meridionale, dove è il lago ad alimentare la falda. Il deflusso del Fiume Marta è sostenuto, oltre che dagli efflussi del Lago di Bolsena, dalle acque sotterranee soprattutto nella parte terminale del bacino analizzato. Infatti, nel Marta è stato stimato un deflusso di base pari a

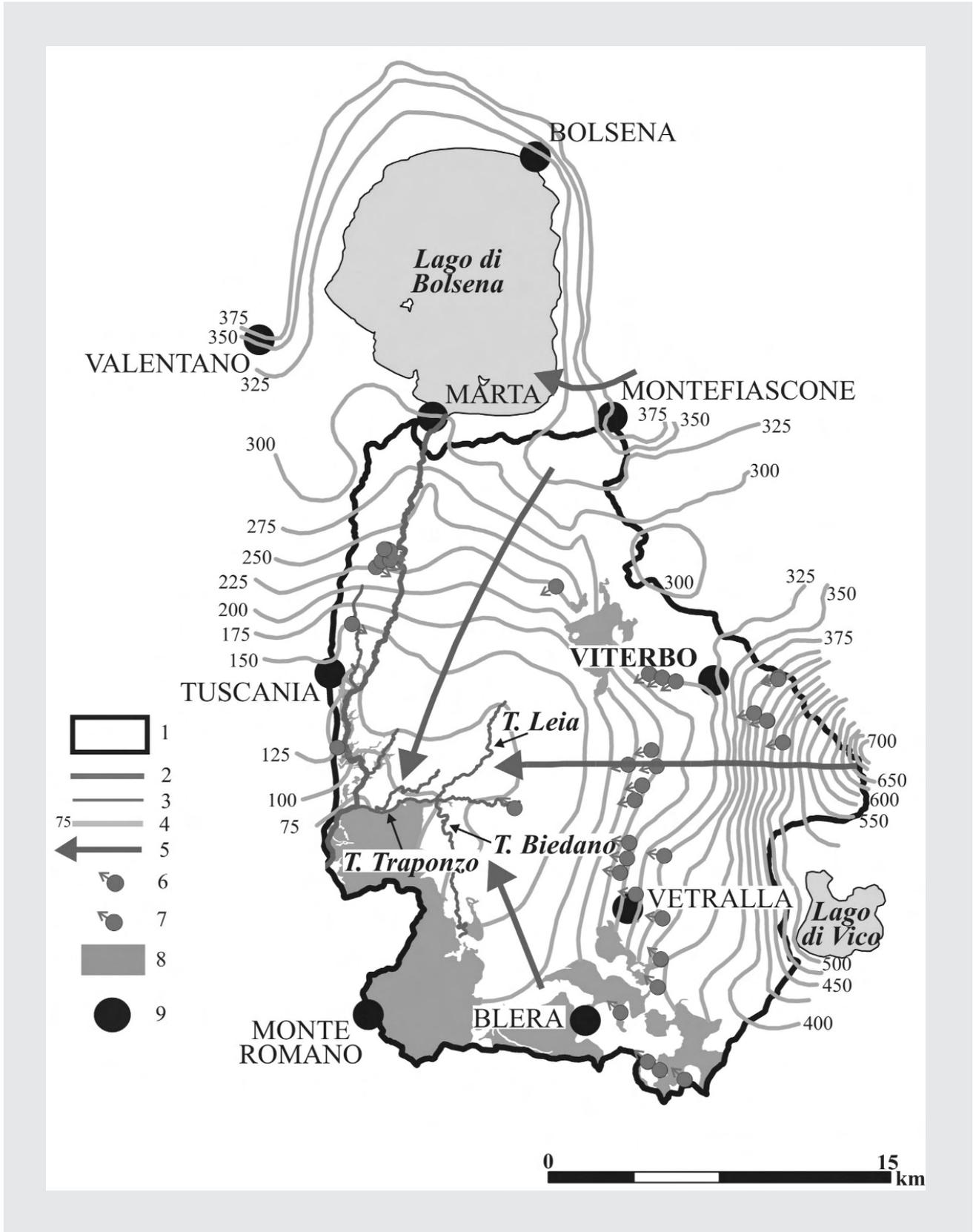


Fig. 5 - Schema della circolazione idrica sotterranea dell'area di studio. 1 - area di studio; 2 - fiume Marta; 3 - reticolo idrografico drenante; 4 - curve isopiezometriche in metri s.l.m.; 5 - principali linee di flusso; 6 - sorgenti minerali; 7 - sorgenti termali; 8 - substrato impermeabile; 9 - centri urbani.
 - Simplified hydrogeological map. 1 - Study area; 2 - Marta River; 3 - Main gaining streams; 4 - Piezometric contour lines and elevation in m asl; 5 - Main directions of groundwater flow; 6 - Mineral water spring; 7 - Thermal water spring; 8 - Low-permeable basement; 9 - Town and village.

circa 3 m³/s, equivalente a circa il 63% del deflusso totale medio annuo.

I recapiti della circolazione idrica sotterranea si individuano proprio nel Fiume Marta, nel tratto presso Tuscania, e nei suoi principali tributari di sinistra, i torrenti Leia, Biedano, Rigomero e Traponzo, dove sono stati riscontrati gli incrementi di portata in alveo più elevati (CAPELLI *et alii*, 2005; BAIOCCHI *et alii*, 2006).

Per contro, le sorgenti sono generalmente di portata ridotta, pur se numerose. Quelle più diffuse sono caratterizzate da una portata generalmente inferiore a qualche litro al secondo e sono riconducibili a falde sospese o ad affioramenti della superficie piezometrica di base. Le sorgenti con portata maggiore (fino ad alcune decine di l/s) si ritrovano presso Tuscania e sono legate all'affioramento della falda di base o a limiti di permeabilità.

In ogni caso, se si tiene conto che, complessivamente, la portata delle sorgenti non supera qualche centinaio di litri al secondo, è agevole dedurre come il principale recapito delle acque sotterranee sia rappresentato proprio dal Fiume Marta e dai suoi tributari di sinistra (i torrenti Leia, Biedano, Rigomero e Traponzo).

Alle stesse conclusioni portano pure i risultati di valutazioni delle risorse idriche desumibili dalla bibliografia. Se si fa riferimento, per esempio, alla valutazione riportata in BAIOCCHI *et alii*, 2006, relativa al bacino superficiale compreso tra il lago e la sezione di Centrale Traponzo (circa 578 km²), su base media annua risulta che l'entità complessiva delle risorse idriche è di circa 200 milioni di m³/anno. Circa il 53% di queste risorse è rappresentato dalle acque di infiltrazione efficace, circa il 29% da acque di ruscellamento superficiale e circa il 18% da apporti idrici sotterranei esterni al bacino superficiale. Le uscite di acqua dal sistema hanno recapito principalmente nel fiume e secondariamente nelle sorgenti: su questa valutazione incidono pesantemente i prelievi per uso irriguo, che sottraggono al sistema circa il 19% della potenzialità idrica complessiva.

Nell'area in esame sono presenti anche sorgenti di acque minerali e termali (CAMPONESCHI & NOLASCO, 1986; DUCHI & MINISALE, 1995; DUCHI *et alii*, 2003), espressione di circuiti idrici sotterranei più profondi di quelli trattati ed influenzati dall'anomalia geotermica che caratterizza la regione (CALAMAI *et alii*, 1976). Queste sorgenti, sebbene di ridotta portata (generalmente non superiore ad alcuni litri al secondo), assumono importanza anche quale espressione della eterogeneità delle caratteristiche idrogeologiche dell'area.

4. - IL PATRIMONIO GEOLOGICO ED I GEOSITI

4.1. - SIGNIFICATO E PECULIARITÀ. CENNI INTRODUTTIVI

Il Patrimonio Geologico “sistema di testimonianze organiche della storia della Terra e della vita su di essa, così come si è esplicata nelle diverse regioni del globo a caratterizzazione delle origini e della sua evoluzione” (POLI, 1999) è componente essenziale e di grande rilevanza non solo del Patrimonio Naturale, ma anche del Patrimonio Culturale.

La valorizzazione del Patrimonio Geologico è strettamente ed univocamente connessa alla individuazione ed all'analisi degli “elementi costitutivi”: i Geositi o Geotopi, termini sostanzialmente sinonimi sotto il profilo concettuale, seppure il primo abbia avuto (ed abbia) maggiore diffusione.

STURN (1991), con il definire una “parte di paesaggio contenente un patrimonio geologico - geomorfologico prezioso e sensibile” come geotopo, individua una piccola unità spaziale geograficamente omogenea, riconoscibile ed accessibile, chiaramente distinguibile dalle zone circostanti in rapporto ai processi geologici e geomorfologici ai quali è legata sotto il profilo genetico e dei quali è “espressione”.

WIMBLEDON *et alii* (1995) definiscono il geosito come “una qualsiasi area o territorio in cui è possibile riscontrare un interesse geologico - geomorfologico per la conservazione”.

VAI (1999) sostiene che “il concetto di bene geologico è stato definito ed illustrato da almeno quarant'anni, in analogia con quanto avviene per i beni storici, artistici e naturali...il concetto astratto di bene geologico si concretizza in una serie di luoghi specifici, detti geositi. Sono almeno quattro gli aspetti principali in cui si esplica la rilevanza dei geositi come beni e patrimoni delle comunità locali e dell'intera umanità. C'è un aspetto storico (proiettato nei tempi preistorici, esclusivi della geologia), un aspetto scientifico, un aspetto documentale e/o esemplare, infine un aspetto di standard operativo e/o comunicativo”. Ed è l'importanza riconosciuta a quest'ultimo elemento della rilevanza dei geositi a conferire alla definizione di VAI spiccata incisività, oltre che completezza e compiutezza: altrimenti, come sostiene Poli (1999), il geosito “...rimane solo un reperto, insignificante parte di un catalogo”.

WIMBLEDON *et alii* (2000) hanno specificato come i Geositi possano essere ricondotti a tematiche stratigrafiche, strutturali, vulcanologiche, paleoambientali, paleobiologiche, mineralogiche,

geomorfologiche, ecc.

L'esperienza di campo, d'altro canto, ha suggerito a FERRETTA (2002) quanto sia opportuno considerare anche le tematiche idrogeologiche. E ciò ha valenza sia per l'infiltrarsi delle acque nel sottosuolo, il circolarvi ed il riemergere di esse, sia per gli aspetti che caratterizzano l'assetto stratigrafico, tettonico, strutturale e morfologico. Dal momento poi che la tutela delle "proprie" acque è uno dei "compiti" fondamentali di un'area naturale protetta, quelle fenomenologie sono didascaliche anche a livello di tutela delle stesse dall'inquinamento.

Un cenno al concetto di "Paesaggio Geologico" è necessario, e non solo nell'ottica della definizione di STURN (1991) "...una parte di paesaggio geologico...".

Secondo GISOTTI (1999) quel termine indica "un paesaggio nel quale la componente geologica è predominante sulle altre. Di fronte al Gran Sasso, al Vesuvio... non si può che affermare che ci troviamo nel caso di paesaggi geologici. Ma questi sono, per così dire, casi estremi. In generale i paesaggi, almeno quelli dei paesi sviluppati, sono costituiti da varie componenti sia naturali che antropiche, che si sono "sedimentate" sul territorio in un tempo più o meno lungo".

A complemento di quanto affermato da GISOTTI, si può aggiungere (VALLETTA, 1999) che, anche quando non "predominante sulle altre", la componente geologica è assolutamente essenziale in ogni "tipo" di paesaggio: basta pensare a come e quanto geologia e geomorfologia (e, spesso, anche idrogeologia) guidino e condizionino i paesaggi della coltura - che è innanzitutto cultura, - della vite, dal Piemonte, alla Lombardia, al Friuli, alla Toscana, all'Umbria, alla Campania, alla Puglia, alla Sicilia, per non citarne che alcuni.

Un geosito, in sostanza, è "elemento" che riveste peculiare importanza nell'ambito del paesaggio, non solo per la rappresentatività e/o la rarità e/o l'unicità dei fenomeni geologici dei quali è testimone, ma anche per il valore scientifico, l'esemplarità, la fruibilità ed il significato storico-culturale.

4.2. - I GEOSITI STRUMENTO DI CONOSCENZA MOTORE DI TURISMO E SVILUPPO SOSTENIBILI

Lo studio approfondito ed integrato dei geositi (ESPOSITO *et alii* 2003) "è, nei fatti, strumento nuovo per la lettura del territorio, in quanto consente di scoprire e di comprendere in pieno la valenza di quel Patrimonio, al fine sia di consentirne ed indirizzarne la fruibilità, che di tutelarne e salvaguardarne l'integrità. Fruibilità che, se piena e corretta, è sia motore straordinario di uno

Sviluppo Sostenibile reale e concreto che strumento di conservazione, tutela e salvaguardia".

Gli aspetti e gli elementi geologici (PANIZZA, 1999) "possono costituire delle risorse, in quanto sono o diventano utili all'uomo, a secondo delle circostanze economiche, sociali... a ciascuno di questi aspetti e al paesaggio nel suo complesso... può essere attribuito un valore che li qualifica come beni: essi fanno parte dei beni naturali...".

Beni che sono gli elementi di quel "Patrimonio" prima definito.

Le caratteristiche e le prerogative di un geosito, espressione di valori intrinseci immateriali e materiali, trovano (VAI, 1999) sintesi di grande chiarezza ed estrema incisività: "...tutti i beni geologici che rappresentino una qualche emergenza... o che abbiano una rilevanza per esemplarità di processi ed eventi del passato, rivestono un aspetto fondamentale... ogni "oggetto geologico", senza limiti superiori ed inferiori di dimensione, che sia in grado di illustrare un processo non comune, non ripetitivo e non ubiquitario avvenuto nel passato e di consentirne la comprensione... è un bene la cui eventuale perdita è tanto più irreparabile, quanto più bassa è la sua frequenza sulla faccia della Terra...".

Salvaguardia, conservazione e valorizzazione dei geositi [stratotipi, affioramenti significativi, morfotipi, località fossilifere (particolarmente se relative a fossili guida), elementi tettonici, sorgenti, ecc.] sono, in tale ottica, funzionali a garantire che non solo le generazioni attuali, ma anche quelle future possano continuare a conoscere ed apprendere la storia della Terra ed a "saper leggere" i paesaggi, ad acquisire dunque quegli strumenti culturali, etici ed estetici necessari ad alimentare il processo dello Sviluppo Sostenibile "...gestione e conservazione del patrimonio delle risorse naturali, nell'attuazione di cambiamenti tecnologici ed istituzionali, volti a garantire il raggiungimento ed il mantenimento della soddisfazione dei bisogni del genere umano per le generazioni presenti e per quelle di là da venire..." (RUCKELSAUS, 1989).

I geositi, in quanto importanti testimoni della storia della Terra, rappresentano un'occasione per svelare ai "non addetti ai lavori" - ma non solo a loro - aspetti della geologia e della dinamica evolutiva che hanno modellato e che modellano le forme del paesaggio. Relativamente ai primi, è sufficiente pensare quale impatto, anche emotivo, possa derivare dall'osservazione delle grandi cavità carsiche o delle aree entro le quali gli affioramenti dei Calcari a briozoi e litotamni Auctorum consentano una buona osservazione dei secondi: quelle località fossilifere testimoniano di praterie a

Posidonia, del tutto simili a quelle attuali, che proliferavano, tra i 16,5 e gli 11,5 milioni di anni dal presente, sui fondali dei mari miocenici.

I geositi quali “componenti” di “un sistema integrato in cui l'affioramento roccioso, ... le cavità ipogee, ... sono partecipi di un progetto di valorizzazione che trova una propria dimensione museale locale” (LANZINGHER, 1999), sono pure elementi essenziali per la individuazione, la perimetrazione e la zonazione delle Aree Naturali Protette, in quanto permettono di individuare e/o “progettare” un fitto reticolo di percorsi che consentano, concretamente, a tutti i fruitori (e, particolarmente, ai portatori di handicap motori e non solo), una “*full immersion*” nella macrostoria del nostro pianeta, a livello locale come a livello globale.

Le Aree Naturali Protette (DEL GAIZO *et alii*, 1994), infatti “rappresentano non solo un'area entro la quale l'ambiente viene tutelato, ma anche un luogo privilegiato in cui il contatto tra uomo e natura si concretizza e si rafforza. Affinché esso sia, come deve essere, strumento reale e concreto di divulgazione, conoscenza ed educazione scientifica ed ambientale, è indispensabile (ne verrebbe meno la “filosofia costituzionale”) che si caratterizzi per un alto grado di fruibilità da parte di tutti. Il territorio racchiuso deve essere strutturato in maniera tale da poter trasmettere cultura ambientale, rappresentando ciò una delle più concrete possibilità di riportare l'uomo alla natura”. Un Parco, inoltre, non assolverebbe pienamente la sua funzione se non si ponesse anche come occasione per fare educazione ambientale “in campo”, attraverso strumenti, attività ed esperienze che stimolino la capacità di osservazione, la curiosità e l'interesse per la natura tra i fruitori più giovani così come tra gli adulti.

Le “potenzialità comunicative” dei geositi interessano, in sostanza, molteplici ambiti operativi: dalla ricerca scientifica alla divulgazione, dallo studio delle Aree Naturali Protette all'educazione ambientale e allo sviluppo socio-economico, offrendo in particolare occasioni per avviare attività sostenibili (MARTINI & PAGES, 1999).

La traduzione di quelle potenzialità in fatti concreti ci sembra che necessiti, in particolare, di due componenti essenziali.

La prima, assolutamente insostituibile, è quella umana: la Guida di un Parco non può e non deve essere che un geologo e/o un naturalista e/o un educatore ambientale che, ad una specifica preparazione, affianchi buone capacità comunicative e divulgative, con modalità efficaci e coinvolgenti.

La seconda coincide con la disponibilità di una Guida cartacea, relativa all'area interessata, in

cui il rigore scientifico dei contenuti e le indicazioni per la lettura in “campo” delle testimonianze geologiche siano espressi in forma chiara e fruibile anche da un pubblico del tutto inesperto.

A tale proposito, l'area al contorno del Lago di Bolsena e quella dell'alto bacino del Fiume Marta, costituendo due esempi particolarmente significativi dei modi di esplicarsi dell'attività vulcanica, dell'appoggio dei prodotti relativi su un substrato di rocce sedimentarie marine (geneticamente legate, pertanto, ad ambienti affatto diversi), del tornare a giorno delle acque con un contenuto in sali disciolti ed una temperatura indicativi di uno specifico percorso, ecc., rappresentano due realtà “ad alto potenziale informativo” che ben si prestano alla costruzione di una Guida e/o di un “Quaderno” particolarmente didascalici.

5. - UNA PROPOSTA METODOLOGICA TRANSDISCIPLINARE

5.1. - CONSIDERAZIONI TEORICO-EPISTEMOLOGICHE

La sfida della complessità - tema centrale del dibattito scientifico contemporaneo - è probabilmente uno degli stimoli e delle sollecitazioni culturali più interessanti di questo inizio millennio, proprio per gli sviluppi che promette in direzione di una vera rivoluzione del pensiero, o meglio del modo con cui il pensiero occidentale fino ad oggi ha rappresentato il mondo e dunque ha orientato le azioni dell'uomo.

Ma questa necessità tutta ecologica di imparare a cogliere - o meglio a riconoscere - la natura sistemica, dinamica, imprevedibile della realtà fenomenica della quale siamo parte chiama inevitabilmente in gioco un'antica questione: cosa significa conoscere in questa nuova prospettiva che privilegia le relazioni tra le cose piuttosto che le cose, che valorizza gli aspetti di diversità ed unicità di ogni fenomeno, che riconosce l'imprevedibilità come caratteristica propria di ogni sistema complesso, che ridefinisce l'ambiente quale prodotto della continua interazione tra componenti naturali ed antropiche?

Significa, in primo luogo, adottare nuovi strumenti tecnici, nuove strategie di osservazione, nuovi percorsi cognitivi, in breve nuove modalità di relazione - comunicazione con il complesso sistema ambiente e la costruzione di queste nuove competenze non può che passare necessariamente attraverso esperienze e percorsi formativi adeguati, attraverso un processo educativo che possa accompagnare e sostenere i cambiamenti culturali sollecitati dal crescente livello di insoste-

nibilità della vita su questo pianeta.

Un'educazione alla sostenibilità, dunque, quale nuova connotazione del processo formativo con il quale ogni comunità sociale trasmette il proprio patrimonio culturale alle nuove generazioni per garantire loro il futuro. Un'educazione tutta "trasversale" che evidenzia i fondamenti concettuali comuni a tutte le discipline (sistema, complessità, equilibrio, imprevedibilità, ecc...), che valorizza le dimensioni di problematicità e criticità di ogni approccio disciplinare, che riaffianca obiettivi formativi cognitivi ed obiettivi dell'area affettivo - relazionale, che chiama in gioco valori e aspetti etici, che promuove le qualità dinamiche e la creatività di ogni individuo.

A fronte di questo auspicabile nuovo approccio educativo i tradizionali apparati disciplinari sono chiamati allora ad aprirsi, a confrontarsi, a dialogare, a partecipare alla progettazione di nuove modalità di ricerca condivise per poter accogliere, proprio sul piano epistemologico, la sfida della complessità.

Si tratta, di fatto, di trovare uno spazio relazionale tra le discipline in direzione del superamento della frammentarietà del sapere, di una visione globale del mondo che le singole discipline non possono cogliere. La transdisciplinarietà si propone, allora, come la prospettiva più efficace verso l'unitarietà del sapere, come nuova forma di conoscenza ma anche come nuova metodologia formativa capace di promuovere la costruzione di quelle competenze della sostenibilità, agente responsabile della sostenibilità dello sviluppo, necessarie all'uomo - cittadino.

5.2. - UN'ESPERIENZA DI PROGETTAZIONE CONDIVISA

L'approccio transdisciplinare, configurandosi come un approccio a molteplici livelli, indicati da una struttura a rete predefinita per raggiungere un obiettivo comune, comporta, tra le discipline coinvolte, la condivisione dell'intero processo di studio/ricerca/indagine sul tema/oggetto prescelto, o come, nel caso riportato in queste pagine, del progetto di costruzione di un prodotto sperimentale.

L'obiettivo generale, condiviso dal gruppo di lavoro del corso di specializzazione in Comunicazione ed Educazione per le Scienze della Natura della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali della Università della Tuscia, è stato quello di "tracciare", sulla base dello studio dei geositi, itinerari di interesse geologico alcuni dei quali, adeguatamente supportati da strumenti didattico-divulgativi, potessero offrire un'esperienza formativa a fruitori in età scolare e ad un

pubblico adulto eterogeneo, nonché occasioni di valorizzazione del territorio attraverso attività sostenibili.

La natura del progetto ha richiesto il coinvolgimento di competenze relative alla geologia, alla vulcanologia, alla geomorfologia, all'idrogeologia, alla pedagogia ed alla didattica, alla comunicazione scientifica, al turismo culturale che, fin dal primo momento, si sono interfacciate integrandosi nella ricerca di soluzioni, nel definire le scelte operative, nel valutare i risultati degli studi e delle rilevazioni in campo.

Questa modalità partecipativa di costante concertazione tra le parti, e dunque tra le discipline coinvolte, ha conferito al percorso progettuale un carattere aperto, dinamico, sistemico, sensibile alle revisioni e ai cambiamenti, ed ha indotto il confronto e lo scambio continui tra le differenti prospettive disciplinari.

Non sono mancate, naturalmente, le difficoltà, soprattutto nei momenti di individuazione delle priorità, ma proprio dalla gestione critica del conflitto di giudizio hanno preso forma le soluzioni a più alto livello di condivisione, quelle più "convincenti" e "funzionali" all'obiettivo.

L'esperienza progettuale ha inoltre evidenziato la potenzialità "creativa" che il processo stesso esprime dal momento in cui il prodotto/obiettivo comincia a prendere forma e a configurarsi sulla base delle sollecitazioni indotte da ogni contributo, ogni nuova idea, ogni problema o questione che si pone.

Le molteplici ottiche disciplinari, confrontandosi ed integrandosi sul campo di indagine comune, mettono a fuoco gradualmente la complessità del sistema preso in esame e contemporaneamente forniscono nuovi indicazioni, nuovi indici e dati per l'elaborazione del prodotto-obiettivo. Appare evidente come, in questo approccio a carattere transdisciplinare, la numerosità/diversità delle competenze specifiche coinvolte incida in maniera significativa sul grado di complessità dell'indagine e, di conseguenza, sulla "efficacia funzionale" di un eventuale prodotto progettuale. D'altro canto, la natura delle competenze disciplinari che partecipano al processo risulta invece determinante per il profilo che assume l'indagine e per la stessa natura/identità/connotazione finale di un prodotto, laddove questo costituisca l'obiettivo progettuale, come in questo caso.

La conservazione del Patrimonio Naturale passa in primo luogo attraverso un processo di valorizzazione culturale che si esplica anche attraverso la divulgazione e la comunicazione scientifica, con l'ausilio di strumenti e metodologie che garantiscano la più ampia ed efficace diffusione

delle informazioni.

L'obiettivo specifico del gruppo di lavoro è stato quello di studiare il territorio al contorno del Lago di Bolsena e quello ricadente nella fascia periferiale dell'alto corso del Fiume Marta per individuare e catalogare geositi, luoghi di particolare rilevanza geologica, idrogeologica e geomorfologica, sulla base dei quali costruire percorsi turistico-naturalistici da proporre sia a visitatori adulti attraverso una guida strutturata dell'area interessata, che a ragazzi in età scolare, attraverso un "quaderno di ricerca", a carattere ipertestuale. L'una e l'altro finalizzati ad "accompagnare" tanto i giovani visitatori, quanto il pubblico adulto, nell'esplorazione/scoperta dei siti, stimolando l'osservazione, l'interpretazione, l'elaborazione personale di nuove conoscenze.

L'intento è quello di fornire, attraverso questi strumenti, conoscenze teoriche e pratiche dei fenomeni naturali, geologici, vulcanologici, idrogeologici, geomorfologici e/o di quelli indotti dall'attività umana ma anche, in senso più esteso, proporre chiavi di lettura più "efficaci" per l'osservazione e la conoscenza dell'area.

Inoltre, si è inteso sperimentare un approccio al territorio che induca il potenziale fruitore, e le realtà socio-economiche al contorno, a considerare il bene naturale e culturale - le due aggettivazioni sono inscindibili - anche come un volano di crescita economica dal momento che l'attività turistica, così come viene proposta, non solo diffonde cultura ambientale, ma è pure in grado, incentivando forme di impresa locale, di offrire una significativa occasione per promuovere azioni di sviluppo sostenibile.

6. - LE GUIDE GEOLOGICO - TURISTICHE ED I QUADERNI DI RICERCA

6.1. - STRUMENTI DI VALORIZZAZIONE CULTURALE ED ECONOMICA DEL TERRITORIO

La conservazione del Patrimonio naturale non può non passare - a nostro avviso - anche attraverso un processo di valorizzazione culturale che si avvalga della divulgazione scientifica e dell'educazione all'ambiente utilizzando strumenti e metodologie capaci di garantire la più efficace, corretta ed ampia diffusione delle informazioni.

La proposta di una "Guida" rivolta a fruitori adulti, e di un "Quaderno didattico", pensato per i ragazzi in età scolare, che illustrino percorsi naturalistici con particolare attenzione agli aspetti morfologici, geologici ed idrogeologici, si pone

l'obiettivo di sperimentare un approccio alla conoscenza dell'ambiente che possa indurre il potenziale fruitore a "scoprire" un'altra dimensione del territorio: quella di bene naturale/culturale. D'altro canto ogni documento del patrimonio storico, e dunque anche il documento geologico, o meglio, il geosito, diventa un bene culturale solo nel momento in cui può essere letto, fruito, decodificato nella ricchezza del suo potenziale comunicativo.

Gli strumenti di lettura/interpretazione delle emergenze del territorio forniscono, inoltre, le basi per tracciare percorsi turistici a carattere naturalistico-ambientale che, se resi fisicamente fruibili e praticabili, possono costituire opportunità di valorizzazione anche economica del territorio, e a basso impatto ambientale. Un aspetto specifico di questo settore turistico-ambientale, che merita una considerazione a parte, è la crescente richiesta da parte della scuola di occasioni formative a diretto contatto con l'ambiente e con gli esperti. La possibilità di rispondere efficacemente a questo settore del mercato culturale - per nulla trascurabile - può costituire un ulteriore incentivo a quelle iniziative imprenditoriali locali, alle quali si è appena accennato.

6.2. - I GEOSITI DELL'AREA AL CONTORNO DEL LAGO DI BOLSENA

Il Lago di Bolsena si caratterizza per essere, con le isole Bisentina e Martana, una Zona di Protezione Speciale, la ZPS IT6010055. Non meno significativa è, però, l'area al contorno, per la rappresentatività e la ricchezza di geositi, specifici dell'attività del Distretto Vulcanico Vulsino (e non solamente!)

Facendo solo un breve accenno alla natura delle isole, legate ad un'attività - la surtseyana - diversa da quella alla quale è geneticamente legata la caldera che "ospita" lo specchio lacuale, emblematici di meccanismi connessi alle fasi esplosive di quel Distretto (descritto in 2.1) sono il cono di scorie di Valentano, che è anche morfotipo, relativamente all'attività stromboliana, le scorie saldate di Bolsena, espressione dell'attività hawaiana (o di fontana di lava), gli orizzonti di pomice trachitiche del Ponticello, rappresentativi di quella pliniana.

Il meccanismo legato a flusso piroclastico trova nell'area circostante l'abitato di Bolsena ed in quella di Lubriano, rispettivamente, testimonianza di depositi prossimali o distali rispetto alla "area sorgente".

Le "pietre lanciate", caratterizzate da una tipica fessurazione colonnare (ed affioranti pure esse

nei pressi di Bolsena), sono espressione di attività effusiva.

E non può che rientrare in questo ambito la Civita di Bagnoregio: i depositi piroclastici, che vi affiorano a tetto delle argille plioceniche (e che comprendono anche quelli, appena citati, affioranti a Lubriano) ed a letto dell'ignimbrite di Orvieto - Bagnoregio, "registrano" eventi propri della evoluzione del Distretto Vulcanico Vulsino tra i 560.000 ed i 354.000 anni dal presente.

Ma la valenza della Civita di Bagnoregio non è solamente vulcanologica. Essa è anche morfologica, dal momento che i calanchi che la caratterizzano sono un esempio didascalico di erosione sia accelerata che retrogressiva, con cattura di versante, e geologica, dal momento che la successione sedimentaria e quella vulcanica abbracciano un arco significativamente ampio del tempo geologico.

Ed è, d'altra parte, significativo che entrambe, le "pietre lanciate" e la Civita di Bagnoregio, siano Siti di Interesse Comunitario e Zone a Protezione Speciale: in particolare, le prime rientrano nella ZPS IT6010008 "Monti Vulsini" e la seconda nella ZPS IT6010009 "Calanchi di Civita di Bagnoregio".

6.3. - I GEOSITI DELL'ALTO BACINO DEL MARTA

La valenza prevalentemente vulcanologica dei geositi ai quali si è appena accennato ha, in qualche modo, condizionato e guidato la scelta di quelli relativi all'alto bacino del Marta - Sito di Interesse Comunitario, SIC "Fiume Marta alto corso" - verso tematiche differenti (pur se complementari), a carattere prevalentemente geologico-stratigrafico ed idrogeologico.

L'area è quella compresa tra l'incile del Lago di Bolsena, a nord, Poggio della Selva - Poggio Ficuna, a sudovest, e la confluenza tra il Fiume Leia ed i Torrenti Rigomero e Biedano, a sudest.

I geositi relativi alla tematica geologico-stratigrafica si riferiscono sia all'appoggio di vulcaniti vulsine sul substrato sedimentario, localmente rappresentato da sabbie riccamente fossilifere, passanti lateralmente ed inferiormente a calcareniti e calcari sabbiosi, di età pliocenica superiore - media, sia all'appoggio delle stesse vulcaniti sopra argille ed argille sabbiose, di età pliocenica media - inferiore, che, a loro volta, giacciono al tetto di una successione argilloso - arenaceo - calcarea, geneticamente connessa anche a deposizione ad opera di correnti di torbida, di età compresa tra l'Eocene medio ed il Cretacico superiore.

I geositi rappresentativi invece della tematica idrogeologica si identificano nella coesistenza di sorgenti fredde con scaturigini termo - minerali,

lungo il corso del Fosso Acquarella, non lontano da Castello Broco, ed all'incremento di portata di circa 1700 l/s, connesso ad un classico meccanismo di emergenza lineare, entro l'alveo del Fiume Leia (che rientra nella istituenda Riserva Naturale di Toscana), a monte della confluenza con i torrenti Rigomero e Biedano.

L'ambito territoriale prescelto per la progettazione degli strumenti divulgativo-didattici, la Guida geologico-turistica e il Quaderno di ricerca, corrisponde alla fascia perifluviale dell'alto corso del Fiume Marta, dall'incile del lago di Bolsena sino a Poggio Ficuna - Poggio Querciabella, a sud dell'abitato di Toscana.

La scelta è stata determinata da due ordini di motivi.

Da un lato, articolazione e complessità di un apparato vulcanico "fossile", quale il DVV, avrebbero reso particolarmente difficile tracciare un itinerario, nello spazio e nel tempo geologico, che consentisse al non addetto ai lavori di "toccarne con mano" l'intera sequenza evolutiva.

Dall'altro lato, e per contro, l'affioramento nell'area dell'alto corso del fiume Marta di vulcaniti e, pur se parzialmente, del substrato sedimentario di esse, accanto alla presenza di esempi "visibili" del modo di tornare a giorno delle acque di falda offrono, per la gamma delle tematiche presenti, una "opportunità didattica" di estremo interesse. I geositi considerati, infatti, seppure in numero limitato, hanno consentito di costruire percorsi che dessero ragione di una gamma significativa e sufficientemente completa di peculiari aspetti connessi alla geologia, quali quelli idrogeologici, vulcanologici, paleobiologici, ecc.

D'altro canto, poi, un aspetto importante all'interno dei processi di costruzione di strumenti interpretativi del territorio riguarda proprio i criteri di "selezione" dei documenti, degli oggetti, delle tracce, ritenuti più eloquenti e comunicativi. Non tutti i "segni" e le evidenze significativi per gli addetti ai lavori possono, infatti, essere facilmente "tradotti" con intento divulgativo per un pubblico quanto mai eterogeneo sotto il profilo sia delle fasce di età che del livello culturale. E questo è l'aspetto più delicato e al tempo "sperimentale" della proposta formulata, laddove vengono scelti alcuni geositi quali campioni rappresentativi e significativi di una più vasta area territoriale.

La Guida ed il Quaderno, che vengono proposti integralmente in appendice, sono la "traduzione", in termini operativi, di quella proposta, sono destinati prevalentemente ai "non addetti ai lavori" ed a fasce di età che vanno dalla scolare all'adulta.

6.4. - LA "GUIDA NATURALISTICO - TURISTICA"

Finalità sostanziale della "Guida", destinata a fruitori adulti, è quella di costituire un supporto informativo che svolga il ruolo sia di strumento di lettura, corretta ed integrata, delle emergenze geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del territorio, che di supporto e, soprattutto, di stimolo nella comprensione dei principali "indizi" che ne facciano comprendere la storia e la dinamica evolutiva.

La scelta dei geositi, per essere finalizzata a sperimentare fattibilità ed efficacia di uno strumento comunicativo, non poteva che basarsi, ancora di più, su criteri di significatività, rappresentatività e rilevanza. Gli itinerari proposti sono stati selezionati in quanto, pur nella limitatezza dell'area interessata, non solo permettono una visione globale delle peculiarità del paesaggio, particolarmente per quel che riguarda la componente geologica, ma consentono anche di sperimentare gli aspetti più specificamente metodologici relativi al "come" articolare i percorsi destinati a fruitori con un ventaglio di competenze, conoscenze ed interessi del tutto vario ed eterogeneo.

La grafica è semplice e, a mezzo di schemi, facilita lettura ed interpretazione delle emergenze: un'apposita simbologia riporta, in sequenza, le caratteristiche dell'itinerario con indicazione di durata, difficoltà e dislivelli tra le diverse tappe e, nel caso di percorsi più impegnativi, viene suggerito anche l'abbigliamento necessario.

Lo stralcio cartografico indica le strade ed i tracciati più agevoli per raggiungere le località di interesse e le aree in corrispondenza delle quali è possibile parcheggiare ed iniziare il percorso a piedi che, peraltro, è indicato anche nei riquadri, di diverso colore e con iconografia differente, presenti all'interno delle schede.

Gli stessi riquadri mostrano le emergenze visibili e forniscono notizie scientifiche relative agli aspetti geologici, morfologici, idrogeologici, ma anche archeologici e storici, proponendo livelli diversi di approfondimento, dal più elementare al più specifico, per dare al fruitore la possibilità di scegliere in base all'interesse e/o alle competenze.

Un potenziale sviluppo della "Guida" si estenderà ad altri percorsi disegnati a collegare, non solo fisicamente, altri geositi riconosciuti entro il bacino del Marta e si arricchirà di una scheda riepilogativa, al fine di offrire la possibilità di inquadrare ognuno dei siti osservati nel più ampio contesto della successione e dell'alternarsi di quegli eventi (attività vulcanica, depositi marini e/o salmastri e/o continentali, processi morfoevolutivi), che hanno concorso alla "edificazione" dell'area presa in esame. La collocazione di quella scheda rappresenterà, ancora una volta, una scelta meto-

dologica precisa, che risponde all'intento di proporre un percorso conoscitivo che, muovendo dalla scoperta e dall'esperienza sul campo, organizza successivamente i dati della ricerca individuale in un quadro più generale.

Le pagine conclusive saranno quindi dedicate ad un riepilogo, breve ed incisivo, dei contenuti, oltre che a notizie di interesse naturalistico.

Si prevede che la Guida, stampata su carta ecologica, abbia un formato funzionale a consentirne sia la custodia in qualsiasi borsa o zaino, sia una facile consultazione. La copertina, di cartoncino anch'esso riciclato, recherà l'indicazione del titolo generale "Percorsi lungo la fascia periferiale del Fiume Marta" ed alcuni loghi che evidenzino e sottolineino come quel territorio rientri in zone di interesse naturalistico-ambientale, quali SIC, ZPS, Parchi, Riserve, ecc.

Gli autori della Guida verranno indicati in spazi appositamente studiati, così come gli Enti e/o le organizzazioni che avessero concorso a realizzazione e pubblicazione.

6.5. - IL "QUADERNO DI RICERCA"

Il Quaderno è stato costruito in riferimento ad un itinerario che si snoda attraverso le sorgenti di Castello Broco. Il percorso, ricco di peculiarità a carattere idrogeologico, si caratterizza anche per essere particolarmente adatto sotto i profili didattico e divulgativo. Quell'area, infatti, circoscritta e facilmente raggiungibile in tutti i punti di interesse, vede una concentrazione di sorgenti, ognuna con caratteristiche proprie. Non mancano, poi, emergenze a carattere geomorfologico, vulcanologico e sedimentologico. Le une e le altre si manifestano con chiarezza ad uno sguardo attento e "guidato".

Lo strumento progettato è quello di un "Quaderno di ricerca" concepito, per ragazzi in età scolare, quale esempio-tipo di una collana destinata ad abbracciare tutti i percorsi maggiormente rappresentativi dell'alta valle del Fiume Marta.

Il Quaderno, caratterizzato da diversi colori delle copertine interne, offre immediata indicazione visiva per identificare la successione degli argomenti trattati. Il formato è lo standard A/4 e le copertine sono in cartoncino riciclato rigido, al fine di fornire un appoggio per annotare, prendere appunti, fissare sensazioni. La rilegatura a spirale facilita una consultazione anche disordinata e consente un facile tornare e ritornare alle pagine precedenti o successive.

La prima pagina riporta uno stralcio topografico della zona: il percorso automobilistico è indicato in azzurro, quello a piedi da frecce rosse, mentre ognuno dei punti di sosta per l'os-

servazione è contrassegnato da un colore che è quello delle pagine del Quaderno dedicate agli aspetti descrittivi. L'indicazione sia delle caratteristiche dell'itinerario, come dei tempi di percorrenza, del grado di difficoltà e del dislivello da affrontare, sono funzionali ad una scelta ragionata del percorso. Quello a piedi è descritto in dettaglio nella seconda pagina, che indica la successione dei siti d'interesse, per ognuno dei quali ricorre il simbolo precedentemente stabilito nella forma e nel colore.

Le schede, a partire dalla terza pagina sono tre per ognuno dei siti: quella di osservazione, quella di verifica e quella di approfondimento.

Ognuna di esse contiene domande studiate per indurre una più approfondita osservazione del sito, anche con l'aiuto di fotografie riportate nella stessa pagina. Domande, risposte ed approfondimenti di tipo scientifico sono scritti in nero. Alcune parole di carattere tecnico sono in grassetto, di colore rosso: vengono riportate e chiarite, in maniera semplificata, nel "vocabolario", al termine della sequenza delle schede.

Ogni scheda di osservazione, di colore verde, propone come esercizio la "lettura dell'ambiente" ed ha lo scopo di stimolare osservazioni, induzioni e deduzioni, attraverso il mettere a fuoco caratteristiche e particolarità geologiche. Successivamente vengono suggeriti i termini "tecnici" specifici per indicare i fenomeni osservati.

Le schede di verifica, di colore rosso, contengono indicazioni, espresse sempre con linguaggio semplice e conciso ma preciso, che consentono di osservare in maniera più puntuale l'ambiente e di verificare la correttezza delle ipotesi formulate rispetto alle domande della scheda di osservazione. Ogni scheda riporta anche domande aperte, per dare la possibilità di collegare, e dunque "riconoscere", esperienze passate o fenomeni già osservati.

Nelle schede di approfondimento predomina il colore blu: la scelta di colori diversi è funzionale ad indicare, in ogni momento, la sezione di "lavoro".

Le schede proposte per ognuno dei punti di sosta ripetono la successione di osservazione, verifica ed approfondimento. I ragazzi hanno, così, la possibilità di interessarsi più a fondo, in maniera diversa e secondo la scelta individuale, alla tematica che li ha maggiormente colpiti o interessati.

Un primo livello è percettivo/sensoriale: attraverso i sensi si possono riconoscere differenze tra un elemento e l'altro, anche simili, e distinguerli: ad essere chiamati in causa sono la vista, l'olfatto, il tatto, l'udito.

Un secondo livello di approfondimento chiede di far riferimento alle conoscenze personali pregresse. Il richiamare alla mente esperienze precedenti acuisce la capacità di fare relazioni, in que-

sto caso, tra i paesaggi della quotidianità e quelli che caratterizzano i luoghi dell'escursione.

Il vocabolario, posto in coda alle schede, è uno strumento di approfondimento, così come la scheda riepilogativa e quella di carattere storico - geografico.

Queste ultime, poste a conclusione del Quaderno, contengono informazioni generali sul luogo entro il quale sono stati osservati i fenomeni ed hanno lo scopo di riportare ognuno degli elementi studiati al più ampio contesto del bacino idrografico del fiume Marta.

Il Quaderno riporta, nell'ultima pagina, una fotografia aerea della zona di Castello Broco, con indicazione dell'itinerario per raggiungere ognuna delle emergenze indicate.

7. - CONCLUSIONI

L'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche di un'area quale quella del Lago di Bolsena e dell'alto corso del Fiume Marta, caratterizzata dal prevalere di depositi vulcanici riferibili all'attività del Distretto Vulcanico Vulsino, ha consentito di individuare numerosi geositi rappresentativi ed esemplari di specifici fenomeni geologici.

Dedicando un solo cenno all'essere le isole Bisentina e Martana espressione di attività vulcanica diversa da quella alla quale è legata la genesi della caldera che ospita lo specchio lacustre, entro l'area circostante il lago di Bolsena i meccanismi connessi alle diverse attività legate alle fasi esplosive del DVV trovano testimonianza nel cono di scorie di Valentano, nelle scorie saldate di Bolsena e nelle pomice trachitiche del Ponticello. A Lubriano sono presenti i depositi distali di un flusso piroclastico; nell'area circostante l'abitato di Bolsena affiorano sia quelli prossimali che i prodotti dell'attività effusiva, le "pietre lanciate", che rientrano nella ZPS IT6010008 "Monti Vulsini".

L'ampia area che comprende sia Bagnoregio che la Civita costituisce indubbiamente un geosito peculiare caratterizzato da aspetti geologici, geomorfologico-evolutivi e vulcanologici. Anche essa è ZPS: la IT6010009 "Calanchi di Civita di Bagnoregio".

Il prevalere degli aspetti di carattere spiccatamente vulcanologico ha, in qualche modo, condizionato e guidato verso tematiche diverse - pur se complementari - l'analisi di geositi rappresentativi e peculiari dell'alto bacino del Marta, che coincide con il SIC "Fiume Marta alto corso".

Nell'area al contorno di Poggio Ficuna sono stati individuati geositi, emblematici pure di una netta variazione di ambiente di deposizione. Uno,

è relativo all'appoggio delle vulcaniti su depositi sabbioso - calcarenitici del Pliocene superiore - medio; l'altro, al riposare quelle stesse vulcaniti sopra sedimenti argilloso - marnosi del Pliocene medio - inferiore e questi ultimi - con una lunghissima lacuna stratigrafica - sopra depositi flyschoidi argilloso - arenaceo - calcarei di età compresa tra l'Eocene medio ed il Cretacico superiore. Quest'ultimo geosito, poi, è emblematico anche di un altro peculiare aspetto geomorfologico - evolutivo: una frana da scorrimento rotazionale alla quale, peraltro, si "deve" l'aver messo in luce quella successione.

Il geosito di Fosso Acquarella, che vede la coesistenza di scaturigini fredde e termominerali e quello del tratto di corso del Fiume Leia (che rientra nella istituenda Riserva Naturale di Tuscania), a monte della confluenza con i torrenti Rigomero e Biedano, entro il quale si verifica un incremento di portata dovuto ad un classico meccanismo di emergenza lineare, sono invece a carattere spiccatamente idrogeologico in quanto emblematici di modi, tempi ed "ambienti" di circolazione e di venuta a giorno delle acque sotterranee.

La scelta di "campo", da parte del gruppo di lavoro interdisciplinare, per la progettazione di strumenti didattico-divulgativi, che consentissero di guidare efficacemente l'esplorazione geologica dell'area presa in esame da parte di fruitori eterogenei per età e per cultura, ha privilegiato l'area dell'alto bacino del Marta rispetto a quella del lago di Bolsena.

Il DVV infatti, per l'articolazione e la complessità che lo caratterizzano, avrebbe reso particolarmente difficoltoso il tentativo di tracciare itinerari, nello spazio e nel tempo geologico, che rispondessero a requisiti di buona fruibilità, mentre l'area dell'alto Marta, sia per l'affiorarvi delle vulcaniti e del substrato sedimentario che per la presenza, tangibile, di modi di tornare a giorno delle acque, ha consentito di costruire, pure se intorno ad un numero limitato di geositi, percorsi che consentono di conoscere-riconoscere una gamma significativa e sufficientemente completa degli aspetti geologici propri di quelle aree.

In riferimento ai percorsi di interesse geologico "tracciati" nell'area dell'alto Marta sono stati prodotti, un Quaderno di ricerca, per ragazzi in età scolare, e una Guida, destinata ad un pubblico adulto eterogeneo (in Appendice). Gli strumenti prodotti si inquadrano in un contesto operativo del tutto sperimentale e per le modalità con cui sono stati progettati e per gli "effetti" che dovrebbero indurre direttamente e/o attraendo ulteriori iniziative volte a valorizzare l'area.

Più precisamente, l'obiettivo condiviso dagli autori è quello di poter verificare e valutare l'effi-

cazia di tali supporti in termini di:

- incremento del turismo ambientale-culturale nell'area di riferimento;
- presenza di attività extrascolastiche in loco;
- crescita generale del livello di conoscenza e di divulgazione delle emergenze geologiche dell'area;
- sensibilizzazione ed interventi operativi da parte delle istituzioni preposte.

Il raggiungimento, anche solo parziale, di alcuni di questi obiettivi potrebbe stimolare, d'altro canto, l'impresa ambientale locale verso iniziative economiche di valorizzazione culturale-turistica a ridotto impatto ambientale, nel rispetto di una sempre più "sostenuta" cultura della sostenibilità dello sviluppo.

BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E. & SAGRI M. (1970) - *The eugeosynclinal sequences*. Sedimentary Geology, 4: 251 - 340.
- ALBERTI A., BERTINI M., DEL BONO G.L., NAPPI G. & SALVATI L. (1970) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - Fogli 136 (Tuscania) e 142 (Civitavecchia)*: pp. 141.
- AMBROSETTI P., CARBONI M.G., CONTI M.A., COSTANTINI A., ESU D., GANDIN A., GIROTTI O., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., NICOSIA U., PARISI G. & SANDRELLI F. (1978) - *Evoluzione paleogeografica e tettonica nei bacini Tosco-Umbro - Laziali nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore*. Mem. Soc. Geol. It., 19: 573 - 580.
- BAIACCHI A., LOTTI F., PISCOPO V. & ROCCHETTI I. (2006) - *Interazioni tra acque sotterranee e Fiume Marta (Italia centrale) e problematiche connesse con la determinazione del deflusso minimo vitale*. Italian Journal of Engineering Geology and Environment (accettato per la stampa).
- BALDI P., DECANDIA F.A., LAZZAROTTO A. & CALAMAI A. (1974) - *Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano*. Mem. Soc. Geol. It., 13 (4): 575 - 606.
- BECCALUVA L., DI GIROLAMO P. & SERRI G. (1991) - *Petrogenesis and tectonic setting of the Roman Volcanic Province, Italy: evidence for magma mixing*. Lithos, 26: 191 - 221.
- BUONASORTE G., FIORELISI A., PANDELLI E., ROSSI U. & SOLLEVANTI F. (1987) - *Stratigraphic correlations and structural setting of the pre - neoauctichthonous sedimentary sequences of Northern Latium*. Period. Mineral., 56: 111 - 122.
- CALAMAI A., CATALDI R., LOCARDI E. & PRATURLON A. (1976) - *Distribuzione delle anomalie geotermiche nella fascia pre-appennina Tosco-Laziale*. Simp. Intern. sobre Energia Geotermica en America Latina, Ciudad de Guatemala: 189-229.
- CAMPONESCHI B. & NOLASCO F. (1986) - *Le risorse naturali della Regione Lazio. Monti Vulsini e Maremma Viterbese*. Regione Lazio: pp. 339.
- CAPELLI L., MAZZA R. & GAZZETTI C. (2005) - *Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio. Gli acquiferi vulcanici*. Quaderni di tecniche di protezione ambientale. Protezione delle acque sotterranee, 78: pp. 191.
- CHIOCCHINI U. & MADONNA S. (2003) - *Geologia delle unità sedimentarie della provincia di Viterbo*. Giornata di Studio "Le risorse idriche nel Viterbese: salvaguardia e sviluppo sostenibile" Università della Tuscia, Dipartimento GEMINI. Atti: 7 - 82.
- DEL GAIZO S., ESPOSITO A.C., GROTTA M. & VALLETTA M.

- (1994) - *Il Parco dei Monti Lattari: spunti di riflessione sulla zonazione. Aspetti florofaunistici e geologici*. Convegno Internazionale "Ambiente e turismo: un equilibrio multimodale" promosso dall'Università della Calabria. Atti: 205-235, Cosenza - Castrovillari.
- DUCHI V., MATASSONI L., TASSI F. & NISI B. (2003) - *Studio geochimico dei fluidi (acqua e gas) circolanti nella regione vulcanica dei Monti Vulsini (Italia Centrale)*. Boll. Soc. Geol. It., **122**: 47-61.
- DUCHI V. & MINISSALE A. (1995) - *Distribuzione delle manifere stazioni gassose nel settore peritirennico toscano-laziale e loro interazione con gli acquiferi superficiali*. Boll. Soc. Geol. It., **114**: 337-351.
- ESPOSITO L., FERRETTA C., VALLETTA M. & TRAVERSA P. (2003) - *Geological heritage of Camposauro: priority issue of knowledge and sustainable development of a natural protected area*. Proceedings of 4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, **2**: 395-399, Bologna.
- FAZZINI P., GELMINI R., MANTOVANI M.P. & PELLEGRINI M. (1972) - *Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale: province di Viterbo e Roma)*. Mem. Soc. Geol. It., **11** (1): 65 - 144.
- FERRETTA C. (2002) - *Il Parco del Taburno - Camposauro. Aspetti geologici e geologico - ambientali relativi all'area del Camposauro. Ipotesi di perimetrazione e zonazione*. Facoltà di Scienze MM., FF. e NN. dell'Università del Sannio, corso di laurea in Scienze Geologiche v.o. Tesi di laurea, inedita.
- GILLOT P.Y., NAPPI G., SANTI P. & RENZULLI A. (1991) - *Space - time evolution of the Vulsini Volcanic Complexes, Central Italy*. EUG VI Symp., Terra Abstract, **3** (1): pag. 446.
- GISOTTI G. (1999) - *Il paesaggio geologico*. In: Geositi. Testimoni del tempo. Collana Naturalistica del Servizio Paesaggio, Parchi e Patrimonio Naturale della Regione Emilia - Romagna: 64-68, Bologna.
- LANZINGHER M. (1999) - *Museo e territorio: la necessità di una integrazione*. Ibidem: 186-193, Bologna.
- MARTINI G. & PAGES J.S. (1999) - *Il Patrimonio Geologico come fattore di sviluppo economico*. Ibidem: 212-217, Bologna.
- METZELIN S. & VEZZOLI L. (1983) - *Contributi alla geologia del Vulcano di Latera (Monti Vulsini, Toscana meridionale - Lazio settentrionale)*. Mem. Soc. Geol. It., **25**: 247 - 271.
- NAPPI G. (1969a) - *Stratigrafia e petrografia dei Vulsini sud-occidentali (Caldera di Latera)*. Boll. Soc. Geol. It., **88**: 171 - 181.
- NAPPI G. (1969b) - *Genesi ed evoluzione della Caldera di Latera*. Boll. Serv. Geol. d'It., **90**: 61 - 68.
- NAPPI G. (1991) - *Guida all'escursione sui depositi piroclastici del Distretto Vulsino*. Fieldtrip Workshop: "Evoluzione dei bacini neogenici e loro rapporti con il magmatismo plio-quadernario nell'area toscano-laziale". pp. 45. Pisa, 12 - 13 giugno.
- NAPPI G. & MARINI A. (1986) - *I cicli eruttivi dei Vulsini orientali nell'ambito della vulcanotettonica del Complesso*. Mem. Soc. Geol. It., **35**: 679 - 687.
- NAPPI G., RENZULLI A. & SANTI P. (1991) - *Evidence of incremental growth in the Vulsinian calderas (Central Italy)*. Journ. Volc. Geotherm. Res., **47**: 13 - 31.
- NAPPI G., CAPACCIONI B., MATTIOLI M., MANCINI E. & VALENTINI L. (1994a) - *Plinian fall deposits from Vulsini Volcanic District (central Italy)*. Bull. Volc., **56**: 502 - 515.
- NAPPI G., CAPACCIONI B., RENZULLI A., SANTI P. & VALENTINI L. (1994b) - *Stratigraphy of the Orvieto - Bagnoregio ignimbrite eruption (Eastern Vulsini District, Central Italy)*. Mem. Descr. della Carta Geol. d'It., **49**: 241 - 254.
- NAPPI G., RENZULLI A., SANTI P. & GILLOT P.Y. (1995) - *Geological evolution and geochronology of the Vulsinian Volcanic District (Central Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., **114**: 599 - 613.
- NAPPI G., ANTONELLI A., COLTORTI M., DILANI L., RENZULLI A. & SIENA F. (1998) - *Volcanological and petrological evolution of the Eastern Volcanic District, central Italy*. Journ. Volc. Geoth. Res., **87**: 211 - 232.
- NAPPI G., VALENTINI L. & MATTIOLI M. (2004) - *Ignimbritic deposits in central Italy: pyroclastic products of the quaternary age and Etruscan foothills*. Field Trip Guide Book - P09 32° IGC, Florence (Italy), 20 - 28 August 2004: pp. 32.
- PALLADINO D.M. & VALENTINI G.A. (1995) - *Corse-tail vertical and lateral grading in pyroclastic flow of the Latera Volcanic Complex (Vulsini, Central Italy): origin and implications for flow dynamics*. Journ. Volc. Geoth. Res., **69**: 343 - 364.
- PALLADINO D.M. & SIMEI S. (2002) - *Three types of pyroclastic currents and their deposits: examples from the Vulsini Volcanoes, Italy*. Journ. Volc. Geoth. Res., **116**: 97 - 118.
- PANIZZA M. (1999) - *I beni geologici*. In: Geositi. Testimoni del tempo. Collana Naturalistica del Servizio Paesaggio, Parchi e Patrimonio Naturale della Regione Emilia - Romagna: 106.
- PANIZZA M. (2003) - *I Geomorfositi in un paesaggio culturale integrato*. In: La Memoria della Terra, la Terra della Memoria. Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia e Regione Emilia - Romagna: 23 - 27. Edizioni l'Inchiostroblu, Bologna.
- PECCERILLO A. (2002) - *Plio - Quaternary magmatism in central - southern Italy: a new classification scheme for volcanic provinces and its geodynamic implications*. Boll. Soc. Geol. It, volume speciale **1** (I): 113 - 127.
- PIACENTE S. (1999) - *La conoscenza scientifica: un valore aggiunto*. In: Geositi. Testimoni del tempo. Collana Naturalistica del Servizio Paesaggio, Parchi e Patrimonio Naturale della Regione Emilia - Romagna: 234-244, Bologna.
- PIACENTE S. (2003) - *La Memoria della Terra, la Terra della Memoria*. In: La Memoria della Terra, la Terra della Memoria. Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia e Regione Emilia Romagna: 15 - 18. Edizioni l'Inchiostroblu, Bologna.
- POLI G. (1999) - *Guida alla lettura*. In: Geositi. Testimoni del tempo. Collana Naturalistica del Servizio Paesaggio, Parchi e Patrimonio Naturale della Regione Emilia - Romagna: 17-20, Bologna.
- RUCKELSHAUS W.D. (1989) - *Verso un futuro compatibile con l'ambiente*. Le Scienze, **43** (255).
- SERRI G., INNOCENTI F. & MANETTI P. (1993) - *Geochemical and petrological evidence of subduction of delaminated Adriatic continental lithosphere in the genesis of the Neogene-Quaternary magmatism of central Italy*. Tectonophysics, **223**: 117 - 147.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - Foglio 136 (Tuscania)*.
- SPARKS R.S.J. (1975) - *Stratigraphy and geology of the ignimbrites of the Vulsini Volcano, central Italy*. Geol. Rund., **64**: 497 - 523.
- VAI G.B. (1999) - *Il ruolo delle scienze geologiche per la comprensione della natura*. In: Geositi. Testimoni del tempo. Collana Naturalistica del Servizio Paesaggio, Parchi e Patrimonio Naturale della Regione Emilia - Romagna: 24-26, Bologna.
- VALLETTA M. - *Appunti, inediti, dalle lezioni di Geologia ambientale per i corsi di laurea in Scienze Geologiche v.o. ed in Scienze Ambientali*. Dipartimento di Studi Geologici ed Ambientali dell'Università del Sannio, a.a. 1999/2000 e seguenti.
- VAREKAMP J.C. (1980) - *The geology of the Vulsinian area, Latium, Italy*. Bull. Volc., **43**: 487 - 503.
- WIMBLETON W.A.P. (1999) - *L'identificazione e la selezione dei siti geologici, una priorità per la geoconservazione*. In: Geositi. Testimoni del tempo. Collana Naturalistica del Servizio Paesaggio, Parchi e Patrimonio Naturale della Regione Emilia - Romagna: 52-63, Bologna.
- WIMBLETON W.A.P., ANDERSEN S. et alii (2000) - *Geological World Heritage : GEOSITES - a global site inventory to enable prioritisation for conservation*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, **54**: 45-60, Roma.
- WIMBLETON W.A.P., BENTON M.J. et alii (1995) - *The development of a british methodology for selection of geological sites for conservation, part. 1*. Modern Geology, **20**: 159-210, London.