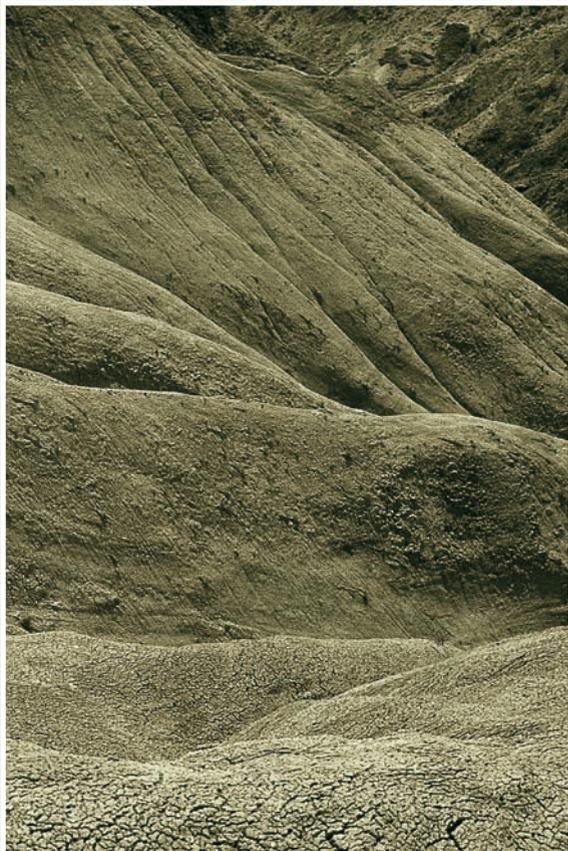
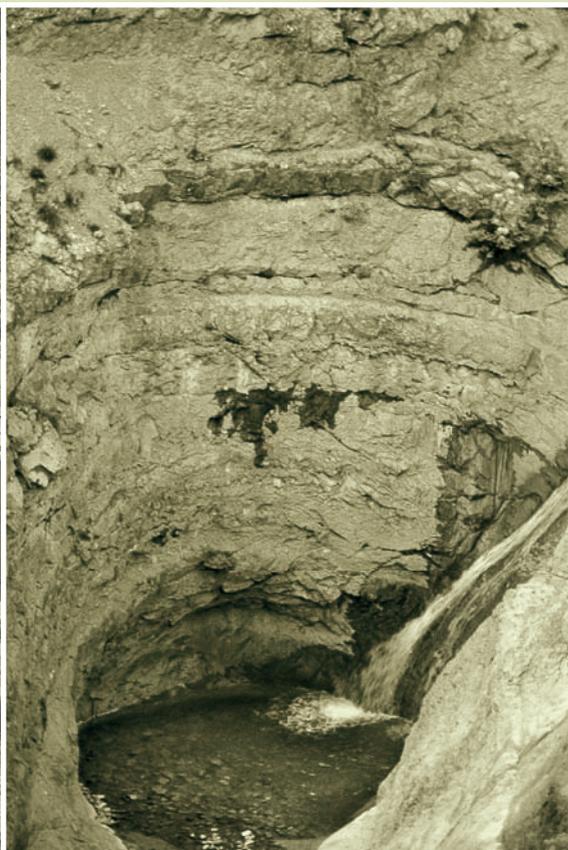


Paesaggi geologici della Toscana



PAESAGGI GEOLOGICI DELLA TOSCANA

di Carlo Alberto Garzonio



REGIONE
TOSCANA



Regione Toscana-Giunta Regionale

*Direzione generale Politiche formative,
beni e attività culturali*

Settore Beni paesaggistici

Crediti fotografici

Foto Orsi Battaglini

Capitolo 1: 1, 3, 5, 10, 11, 12, 13, 16, 17

Capitolo 2: 1, 2, 8, 9, 16, 26, 27, 30, 31

Capitolo 3: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 20

Capitolo 4: 2, 5, 6, 9

Capitolo 5: 1, 2, 6, 7, 11, 16

Capitolo 6: 1

Capitolo 7: 1, 4, 5, 7, 10

Capitolo 8: 5, 6, 8, 10, 15, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 32

Foto Adriano Bartolozzi, Archivio fotografico DIRES:

Capitolo 8: 7, 18, 31

Foto Comunità Montana Pratomagno:

Capitolo 4: 1

Disegni di Rita Messeri

Le foto non contenute nei precedenti elenchi sono dell'Archivio L.A.M.

© Copyright 2008 by Regione Toscana e Pacini Editore SpA

ISBN 978-88-7781-972-7

Realizzazione editoriale



PACINIeditore

Via A. Gherardesca

56121 Ospedaletto (Pisa)

Fotolito e Stampa

IGP Industrie Grafiche Pacini

Fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, comma 4, della legge 22 aprile 1941 n. 633 ovvero dall'accordo stipulato tra SIAE, AIE, SNS e CNA, CONFARTIGIANATO, CASA, CLAAI, CONFCOMMERCIO, CONFESERCENTI il 18 dicembre 2000. Le riproduzioni per uso differente da quello personale sopracitato potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto.

INDICE

PRESENTAZIONE	
Paolo Cocchi, Assessore alla Cultura, Commercio e Turismo	7
SCHEDA AUTORI	9
PREMESSA	11
1. INTRODUZIONE AI PAESAGGI GEOLOGICI DELLA TOSCANA	15
Obiettivi generali delle indagini	17
Metodologia di studio	17
Introduzione alla ricerca	19
Prodotti della ricerca	20
Risultati principali	21
Monitoraggio dei fenomeni che controllano il paesaggio	25
2. I PAESAGGI DELLE ESPANSIONI LATERALI	29
La Verna	40
Sasso di Simone e Monte Simoncello.	49
Castell'Azzara	56
Roccalbegna e Monte Labbro	62
3. IL PAESAGGIO DEI TERRENI NEOGENICI: CALANCHI, BALZE E BIANCANE	65
I Calanchi	68
Le Biancane	70
4. IL PAESAGGIO DI PRATOMAGNO E DELLE BALZE	79
5. PAESAGGI DEI TERRENI MAGMATICI: LA TOSCANA DEI TUFI	89
Le eruzioni vulcaniche	93
Le vie cave	100
Le rocce verdi o ofioliti	102
6. GRANDI FENOMENI GRAVITATIVI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE: EVENTI CATASTROFICI ED AGENTI COSTRUTTORI DI PAESAGGI TIPICI	105

7. PROCESSI DI DINAMICA FLUVIALE E STRUTTURE DEL PAESAGGIO	117
8. ALTRI PAESAGGI	129
Paesaggi minerari e di cava	129
I Paesaggi delle arenarie	135
Nucleo Metamorfico della Apuane	137
Paesaggi delle paludi costiere ed interne	143
Paesaggi delle coste e delle isole	148
APPENDICE	157
GLOSSARIO	165
BIBLIOGRAFIA	169

PRESENTAZIONE

La Toscana è sempre stata una terra bellissima, anche quando gli unici elementi che ne determinavano il cambiamento erano il vento, il calore del sole, lo scorrere delle acque: molto, molto prima che lo sguardo e la mano dell'uomo fossero in grado di tracciare un segno che rivelasse la loro esistenza. Forse fu proprio questa la prima, elementare osservazione sui "fatti de la natura" da cui prese avvio, alla metà del 1700, la straordinaria serie di studi, rilievi, relazioni, raccolte a cui si dedicarono con spirito nuovo e moderno illustri scienziati come Giovanni Targioni Tozzetti, Emanuele Repetti, Giovan Pietro Vieusseux.

La ricerca che presentiamo, nata dalla collaborazione tra la Regione Toscana e il DIRES LAM (Dipartimento di Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici, Laboratorio Materiali e Geologia Applicata alla Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali) credo si possa collocare a buon diritto nel solco di questa grande tradizione scientifica in cui Firenze e la Toscana primeggiarono.

Non solo. Iniziano a prendere forma concreta e precisa i principi e le idee enunciati in un documento che nei prossimi anni si rivelerà molto importante per la lungimiranza e per la visione interdisciplinare con le quali è stato concepito. Mi riferisco alla *Convenzione Europea del Paesaggio*, che nell'ottobre del 2000, proprio a Firenze, nel Salone dei Cinquecento di Palazzo Vecchio, fu sottoscritta da ventisette paesi dell'Unione Europea.

Finalmente, al centro di ogni azione che modifica la morfologia di un territorio – sia essa prodotta da un evento naturale o, come più spesso accade, da un intervento dell'uomo – è stata posta la conoscenza del "valore", non solo economico, ma estetico, sociale e culturale che questo patrimonio ha per tutti coloro che ne traggono beneficio. Nessuno escluso: dai bambini che giocano sui prati agli agricoltori che ne coltivano il suolo, dagli animali selvatici che vivono nei boschi alle imprese minerarie che ne sfruttano le ricchezze sotterranee.

Conoscere il "valore" di un bene che mai potremo sostituire o ricreare artificialmente è l'unico modo per evitare gli errori che tante volte, in passato come oggi, hanno provocato e provocano ferite che non si rimarginano facilmente. La salvaguardia di questo patrimonio – ed è qui che non di rado nasce un pericoloso ed ambiguo malinteso – non impedirà ai paesi e alle città di crescere. Sicuramente le nostre valli saranno attraversate da nuove strade, sapremo senza dubbio indicare in quali aree si debbano insediare i centri produttivi, potremo continuare ad attingere l'acqua dai nostri fiumi, ma forse riusciremo a fare tutto questo senza compromettere l'equilibrio fissato dalla natura nel tempo.

Saranno in tanti, ne sono certo, ad apprezzare questo volume. E se approfitteranno del suo ricco apparato di immagini, cartografie, rilievi, notizie storiche per conoscere meglio la nostra regione scopriranno, come sempre, che la Toscana non è mai stata e non sarà mai avara di doni splendidi ed inattesi con nessuno.

Paolo Cocchi

Assessore alla Cultura, Commercio e Turismo

SCHEDA AUTORI



Università di Firenze

Dipartimento di Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici. DIRES

LA.M. Laboratorio materiali lapidei e Geologia applicata all'Ambiente ed al Paesaggio.

Carlo Alberto Garzonio è professore ordinario di Geologia Applicata, presso il Dipartimento di Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici (DIRES) dell'Università di Firenze, di cui è attualmente il Direttore. È nel collegio docenti del Dottorato in "Progettazione paesistica" con sede a Firenze, con le Università di Roma La Sapienza ed i Politecnici di Milano e Torino sin dalla sua istituzione. Responsabile del LA.M., presso il DIRES, Laboratorio Materiali lapidei e Geologia applicata all'ambiente ed al paesaggio. Docente di geologia e di geomorfologia applicata nel master in Paesaggistica, è autore di oltre 170 pubblicazioni scientifiche in riviste ed atti di convegno internazionali e nazionali, nei settori della geologia applicata, geomorfologia applicata, meccanica delle rocce, cartografia tematica, restauro dei materiali lapidei, sismica, idrogeologia. Nel settore delle analisi del paesaggio è impegnato in particolare in ricerche sulla classificazione e la tutela di paesaggi "geologici", dei geositi, delle "sistemazioni idraulico-agrarie tradizionali" e degli aspetti di interazione delle componenti geo-ambientali nell'evoluzione dei paesaggi nell'ambito della pianificazione di area vasta.

Nicolò Orsi Battaglini ha cominciato la sua attività di fotografo professionista nel 1975.

Dal 1980 collabora regolarmente con gli Istituti di Storia dell'Architettura, di Geografia Storica, di Restauro dei Monumenti, di Storia dell'Arte dell'Università di Firenze e successivamente con l'Università di Siena. Nel 1981/88 è stato impegnato per l'editore Bonechi in alcune campagne fotografiche in Francia ed in Italia e dal 1989 collabora con l'Ufficio Editoriale della Regione Toscana, ed in particolare dal 2006 con il Settore Beni Paesaggistici della Regione Toscana.

Ha inoltre svolto incarichi per l'Accademia della Crusca, l'Opera di Santa Maria del Fiore, sia per l'archivio fotografico che per la documentazione dei lavori di restauro, per la Diocesi di Firenze, per l'Opificio delle Pietre Dure, per i Fratelli Alinari, per l'Accademia delle Arti del Disegno, e per il Teatro del Maggio Musicale fiorentino.

Ilaria D'Urso. Nell'ambito della ricerca ha curato la progettazione e la realizzazione del sistema informativo di supporto ed ha partecipato alla rappresentazione cartografica dei paesaggi. Ilaria D'Urso, laureata in ingegneria per l'ambiente ed il territorio presso l'Ateneo di Firenze nel 1998, si occupa di consulenza idraulica e ambientale e di cartografia tematica e S.I.T., come libera professionista ed attraverso collaborazioni e consulenze. In particolare collabora dal 2000 con il DIRES della Facoltà di Architettura dell'Università di Firenze per quanto riguarda l'utilizzo dei GIS e la realizzazione di cartografia tematica digitale. Sta frequentando il dottorato in Progettazione Paesistica.

PREMESSA

Il libro vuole presentare una prima visione di insieme di quel grande patrimonio, presente nella Toscana, costituito dai paesaggi fisici, ove la storia geologica, le vicende dei processi di modificazione delle superfici ad opera degli agenti geomorfologici, hanno costruito ambienti unici (Foto 1). Dei paesaggi, in particolare nella nostra regione, si trovano ormai innumerevoli pubblicazioni, libri, monografie, guide turistiche, mappe di percorsi, sentieri trekking, etc. Si hanno studi dei paesaggi naturalistici, di quelli storico-culturali, dei paesaggi agricoli,

delle vie del vino, etc. Tuttavia, analisi sistematiche dei paesaggi geologici, che non siano esclusivamente riferite agli aspetti scientifici, ma anche a quelli della loro conservazione, gestione e valorizzazione, sono iniziate ed incrementate solo negli anni recenti. Infatti, finora, molti studi si riferivano ad emergenze geologiche e geomorfologiche, di valore più puntuale, di singolo monumento della natura, considerati con valenza di cultura scientifica, di “geotopo” (Foto 2): un particolare affioramento, la presenza di fossili, una dolina carsica, un marmitta



Foto 1. Un tipico paesaggio geomorfologico e storico delle colline toscane: le balze di Volterra.

fluviale, etc. Le nuove esperienze di pianificazione, che considerano sempre più i valori territoriali e paesaggistici, tendono a superare quell'uso delle scienze geologiche solo come analisi dei rischi. Con la costruzione di una nuova coscienza eco-sostenibile, prende vigore un *modus operandi* in sintonia con l'approccio interdisciplinare, "olistico" della conservazione e della valorizzazione del paesaggio, come precisato dalla Convenzione Europea del Paesaggio e dalla nuova normativa italiana dei Beni Culturali e Paesaggistici. In tal senso si parla sempre



Foto 2. Geotopo, particolare di una marmitta, nei pressi de La Verna (torrente Corsalone).

più spesso di geo-diversità, di geositi, oltre che di geotopi. Nel rimandare alla lettura del Rapporto sui geositi del 2004 dell'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e dei servizi tecnici del Ministero dell'Ambiente) per avere un quadro aggiornato sulle esperienze nazionali ed internazionali sui geositi e sulle diverse definizioni dei monumenti geologici e geomorfologici, voglio riportare quanto esposto da Lick (2001) per geodiversità: *la geodiversità, oltre a rappresentare la varietà degli ambienti geologici e dei processi attivi che contribuiscono alla formazione dei paesaggi, delle rocce, dei minerali, dei fossili, dei suoli e dei depositi superficiali che costituiscono la base della vita sulla Terra, risulta essere anche un concetto fortemente integrato con le persone, il loro ambiente e la loro cultura, attraverso un'interazione tra biodiversità, terreni agrari e fenomeni evolutivi all'interno dell'ambiente circostante considerato nella sua totalità.* Tale descrizione che mette in luce l'importanza della conoscenza della complessità delle relazioni per qualsiasi azione di pianificazione del territorio, si riconnette a quella elaborata da Stanley (2001), dove la geodiversità è *... il collegamento tra le persone, il paesaggio e la cultura; la varietà degli ambienti geologici, delle componenti, dei fenomeni e dei processi che li costituiscono e che si esplica nella varietà delle forme rocciose, dei minerali, dei fossili e dei suoli che forniscono l'intelaiatura per la vita sulla terra.*

Al di là delle definizioni, l'aspetto importante consiste nell'individuare i valori della geo-diversità, in particolare di quei paesaggi fortemente caratterizzati dai processi geologici. I valori possono essere di tipo (Gray, 2004):

- a) intrinseco: si riferisce al principio etico secondo cui alcune cose (in questo caso la geodiversità della natura) hanno valore soltanto in quanto tali e non per ciò che possono rappresentare per le persone (in contrapposizione quindi al valore utilitaristico);
- b) valore culturale ed estetico: valore assegnato dalla società ad un elemento dell'ambiente fisico perché riveste un particolare significato per la società o la comunità (in questo senso possiamo considerare all'interno del valore culturale-estetico: il folklore, la "geomitologia", il valore archeologico e storico, il valore spirituale, il valore legato al senso del luogo e del paesaggio locale, nonché il luogo stesso inteso come fonte di ispirazione artistica);
- c) valore economico: inteso come risorsa naturale da sfruttare (idrocarburi, metalli, minerali preziosi, materiali da costruzione e per l'industria, fossili, l'acqua, etc.). Oppure, se inserito nel territorio, può ricondursi agli altri valori, per esempio come risorsa turistica;
- d) valore didattico e di ricerca: l'ambiente fisico può essere considerato come un laboratorio di ricerca, pertanto i danni ai sistemi fisici inficiano, talora irrimediabilmente, la nostra capacità di studiarlo e comprenderlo.



Foto 3. Monte Simone: tipico esempio di paesaggio geologico dell'Appennino Settentrionale.

Fra le numerose iniziative di studio sul paesaggio, si inserisce, con l'ambizione di contribuire a raggiungere un quadro significativo delle conoscenze di questa risorsa, quella della Regione Toscana, Dipartimento Cultura, che ha finanziato una ricerca al Dipartimento di Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici dell'Università di Firenze, con oggetto, appunto, l'“analisi dei paesaggi geologici della Toscana”. Il libro vuole pertanto presentare l'esito del contributo dell'attività di ricerca universitaria, geologica e geomorfologica, alla condivisione di luoghi della Toscana, che sono all'uopo rivisitati per la loro peculiare “bellezza”

e suggestione. Il tentativo è quello di divulgare sinteticamente, soprattutto con immagini, alcuni risultati delle indagini geologiche e geomorfologiche svolte, aventi come obiettivo l'individuazione e la classificazione dei paesaggi geologici del territorio della regione. Si ricorda, fra l'altro, che nel 2008 ricorrerà l'anno internazionale del pianeta terra (IYPE) e la Regione Toscana è impegnata a sviluppare questa iniziativa condotta dall'UNESCO e dalla unione internazionale delle scienze geologiche (IUGS), anche con la proposta di sintesi di tutte le conoscenze e le azioni di valorizzazione dei GEOSITI.

Il libro pertanto indulge soprattutto nella descrizione di alcune situazioni di paesaggio più emblematiche della Toscana (Foto 3), e non pretende, quindi, di essere esauriente sul tema. Più che nel testo, la classificazione dei paesaggi emerge nella successione delle immagini. Sicuramente le più belle sono quelle a tutta pagina scattate con perizia del caso da Niccolò Orsi Battaglini; le altre, che alludono o, almeno, vorrebbero alludere ad aspetti più scientifici e tecnici, si ricollegano agli esiti della ricerca eseguita per conto della Regione Toscana, e sono state eseguite nel tempo dallo scrivente. Per la pubblicizzazione dei risultati tecnico-scientifici si rimanda alla lettura degli atti del convegno su “Il paesaggio

italiano negli ultimi cento anni”, edito dalla Regione Toscana e dal Touring Club Italiano, tenutosi nel 2004 a Cafaggiolo, nel Mugello, del materiale disponibile presso la Regione, Politiche Formative e Beni ed Attività Culturali, Settore Beni Paesaggistici ed alle schede, cartografie, testi ed immagini, fra poco tempo disponibili in rete su specifico sito web.

Poiché alcune descrizioni per necessità di rigore scientifico e per concisione del testo potrebbero risultare un po' ostiche ai lettori non “addetti ai lavori”, in appendice sono riportate schede illustrative della ricerca, schemi ed un glossario di alcuni termini usati.

1. INTRODUZIONE AI PAESAGGI GEOLOGICI DELLA TOSCANA

Le analisi eseguite, e che saranno in questo capitolo brevemente illustrate, hanno permesso di raggiungere lo scopo precipuo del censimento e di messa a punto di una metodologia di classificazione dei paesaggi geologici toscani. Alcune interpretazioni, sia teoriche che metodologiche, risultano sicuramente incomplete o addirittura carenti, poiché riguardano un tema in genere poco trattato in modo

sistematico e che, seppur diversamente riconducibile all'accezione più generale del paesaggio, implica comunque un complesso approccio interdisciplinare. Ciononostante il materiale prodotto attesta un contributo sicuramente utile per la conoscenza del territorio della Toscana, con importanti possibili implicazioni per la pianificazione territoriale. In tal senso emerge la necessità di nuove analisi

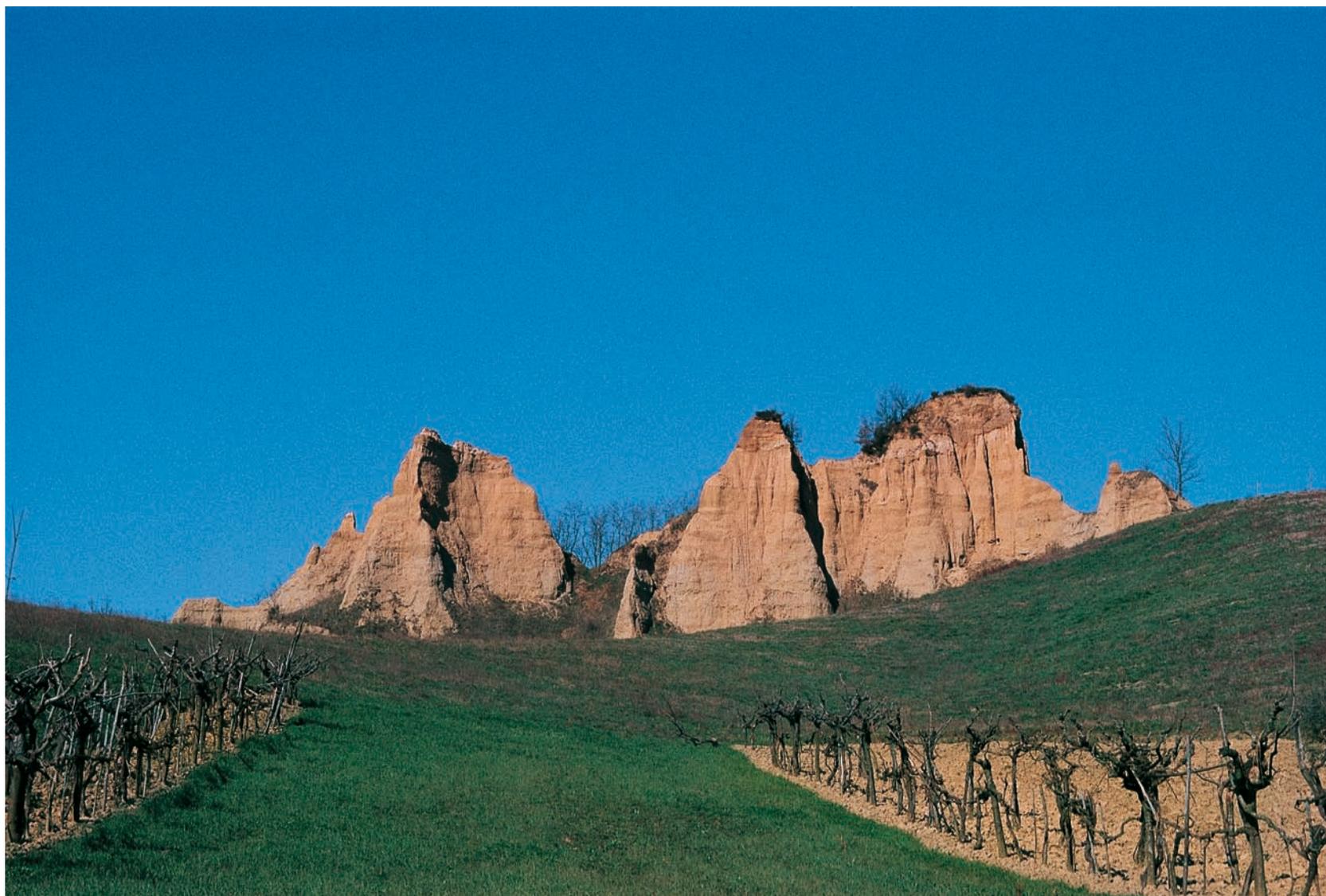


Foto 4. Particolare delle piramidi di erosione o "balze" del Valdarno (Castelfranco di Sopra), paesaggio rappresentativo.

che approfondiscano situazioni ed aspetti messi in luce dallo studio, in particolare per la conservazione e la gestione dei paesaggi geologici. Questi intenti non come “monumenti statici”, ma come risultato di intense e complesse dinamiche morfogenetiche, che talora si esprimono a partire da aree, punti anche esterni o lontani dal geosito, con strette relazioni ed interazioni con i fattori antropici.

Si tratta cioè di individuare gli elementi significativi da monitorare, e gli opportuni sistemi di controllo, per una più concreta politica di salvaguardia, che trovi possibilità di implementazione delle conoscenze da utilizzare attraverso un sistema GIS¹ come fondamentale strumento di pianificazione a differente scala e/o livello.

Per quanto riguarda il contributo per l’elaborazione di un sistema di informazione e gestione geografica sono proposti solo alcuni esempi, ma gran parte dei dati

e delle cartografie prodotte con un limitato lavoro possono già da ora costituire una base GIS per gran parte delle aree di paesaggio geologico della Toscana. Inoltre alcune situazioni di indagine costituiscono sicuramente anche un contributo metodologico di valenza più generale.

Il materiale prodotto, consiste in cartografie generali e di dettaglio, in relazioni e schede dei siti, in tabelle, e viene incrementato, avvalendosi del proseguimento delle indagini in corso sul paesaggio sostenute da fondi disponibili presso la struttura di ricerca (LAM, Laboratorio Materiali Lapidei e di Geologia dell’Ambiente e del Paesaggio del Dipartimento di Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici), ed in particolare dal contributo da parte della Regione Toscana, nell’ambito dello studio del parco culturale del Pratomagno-Setteponti, che corrisponde ad un territorio rappresentativo di tipici paesaggi geologici della To-



Foto 5. Il paesaggio geologico, geomorfologico e storico-culturale di Pienza e della Val d’Orcia (Si).

scana (Foto 4), per completarne il quadro conoscitivo e per impostare nuove ricerche metodologiche su aree di paesaggio campione.

OBIETTIVI GENERALI DELLE INDAGINI

Le indagini sono finalizzate all'individuazione, classificazione e perimetrazione dei paesaggi geologici della Toscana. Per paesaggio "geologico" si intende – schematicamente – un paesaggio dove la componente geologica e geomorfologica è dominante: per esempio le piramidi di terra del Valdarno Superiore, la fascia delle balze-calanchi di Asciano, che sono differenti da quelle di Volterra,

etc. È comunque evidente che molti paesaggi sono strutture complesse, ove le componenti vegetazionali ed antropiche hanno un ruolo fondamentale, specie in quei paesaggi ove vi è una fortissima stratificazione storica di trasformazione e di insediamenti monumentali (Foto 5).

La ricerca ha inteso, inoltre, contribuire all'approfondimento delle conoscenze ed alla cartografazione delle componenti geo-ambientali dei paesaggi più significativi della regione (esempio: i vari paesaggi storici delle colline, i paesaggi delle foreste, delle pianure umide e di quelle bonificate, etc.). Sono, in tal senso, messe in relazione le funzioni dei processi geologici, geomorfologici ed idrogeologici che, a partire dalla dinamica dei sistemi ambientali, influenzano ed interagiscono con le altre componenti ed in particolare con quella antropica nella costruzione e nell'evoluzione del paesaggio. Sono altresì considerati nel contesto del paesaggio geologico le emergenze geologiche e geomorfologiche e/o geotopi, con l'elaborazione della documentazione di schedatura secondo quanto anche indicato in recenti iniziative di associazioni internazionali di geografia fisica e geomorfologia.

I prodotti della ricerca permettono di verificare, valutare gli effetti, e fornire le necessarie conoscenze per formulare, se necessario, conseguenti misure di salvaguardia nelle previsioni dei piani urbanistici e territoriali (in particolare: Piani strutturali, PTCP²). Il materiale prodotto su supporto informatico rappresenta contributo utile al SIT³, relativamente ad un settore, quello del paesaggio geologico-geomorfologico, non sempre considerato in modo organico e correttamente relazionato con le altre componenti delle analisi territoriali.

METODOLOGIA DI STUDIO

La ricerca è consistita in una prima fase, di raccolta materiale e nell'elaborazione di questo, finalizzata al censimento generale dei paesaggi, e nella loro individuazione cartografica di massima. Successivamente si è proseguito nell'analisi della cartografia tematica regionale e provinciale (aree protette, parchi, PTCP, di alcuni piani settore e strutturali, piani paesistici) e delle cartografie geologiche e geomorfologiche prodotte nell'ambito di studi scientifici, dalle quali è stato possibile estrarre dati, informazioni, perimetri ed ubicazioni, nella consultazione delle nuova cartografia regionale geologica ufficiale (CARG), oggi in parte scaricabile dalla rete, dal sito web della Regione Toscana e delle cartografie dei piani di bacino, o di zonizzazione sismica, spesso dotati di significative informazioni geomorfologiche, etc. Sono stati contestualmente raccolti testi ed è elaborata una bibliografia ragionata e successivamente sono state verificate alcune situazioni critiche e rappresentative di paesaggio, con sopralluoghi ed eventuali rilievi.

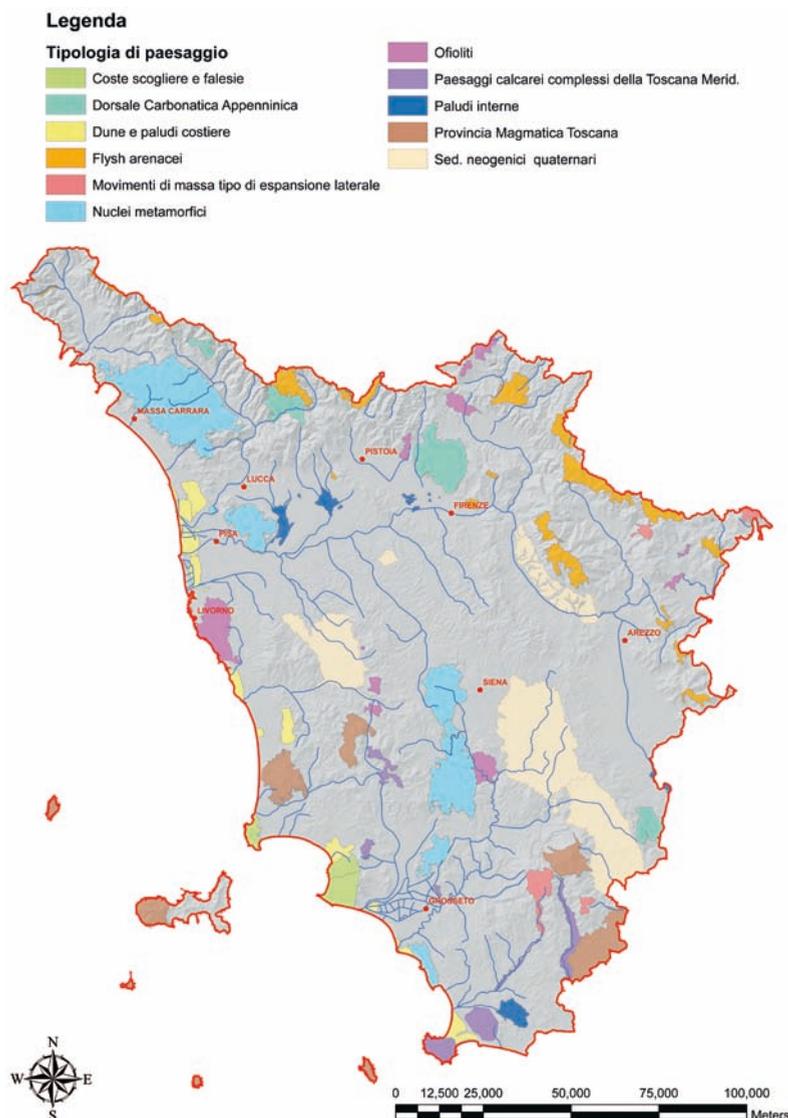


Fig. 1. Carta delle tipologie di paesaggio studiate.

Legenda

CLASSI LITOLOGICHE

- Alternanze di calcari, calcareniti, calcari marnosi e marne spesso gradate, breccie calcaree
- Arenarie quarzoso-feldspatiche, spesso turbiditiche, con intercalazioni di marne ed argilliti
- Calcari ben stratificati con intercalazioni, calcari litografici, calcari selciferi, subordinatamente calcareniti, calcari marnosi
- Calcari cavernosi, anidriti, dolomie e calcari dolomitici
- Calcari massicci o grossolanamente stratificati con rare intercalazioni
- Calcari stratificati nodulari, calcari marnosi con intercalazioni marnose
- Complesso caotico e complesso indifferenziato
- Conglomerati poligenici con intercalazioni di sabbie ed argille, breccie sedimentarie poligeniche
- Depositi alluvionali recenti ed attuali, depositi di colmata, depositi palustri, terreni torbosi
- Depositi argillosi di origine fluvio-lacustre o marina, con intercalazione di sabbie, ghiaie ed altri materiali
- Depositi fluviali, lacustri e marini antichi, terrazzati
- Depositi sabbiosi di origine fluvio-lacustre o marina, con intercalazione di argille, ghiaie ed altri materiali
- Diaspri, radiolariti e scisti silicei
- Gessi, anidriti con intercalate argille, marne, sabbie

- Marne, argilliti, argilloscisti, talvolta con intercalazioni di altri litotipi
- Rocce ignee effusive acide: ignimbriti, reoignimbriti, tufi vulcanici, vulcaniti
- Rocce ignee intrusive acide: graniti, granodioriti, quarzomonzoniti, apliti; rocce filoniane
- Rocce ofiolitiche: diabasi, gabbrì, serpentine, peridotiti, pillow lavas; rocce ignee effusive basiche: trachibasalti, basaniti, leucititi
- Sabbie di spiaggia e dune costiere recenti ed attuali
- Scisti metamorfici, filladi, anageniti
- Scisti siltosi, marne, argilliti ed arenarie spesso turbiditiche
- Travertini attuali e recenti, calcari detritico-organogeni

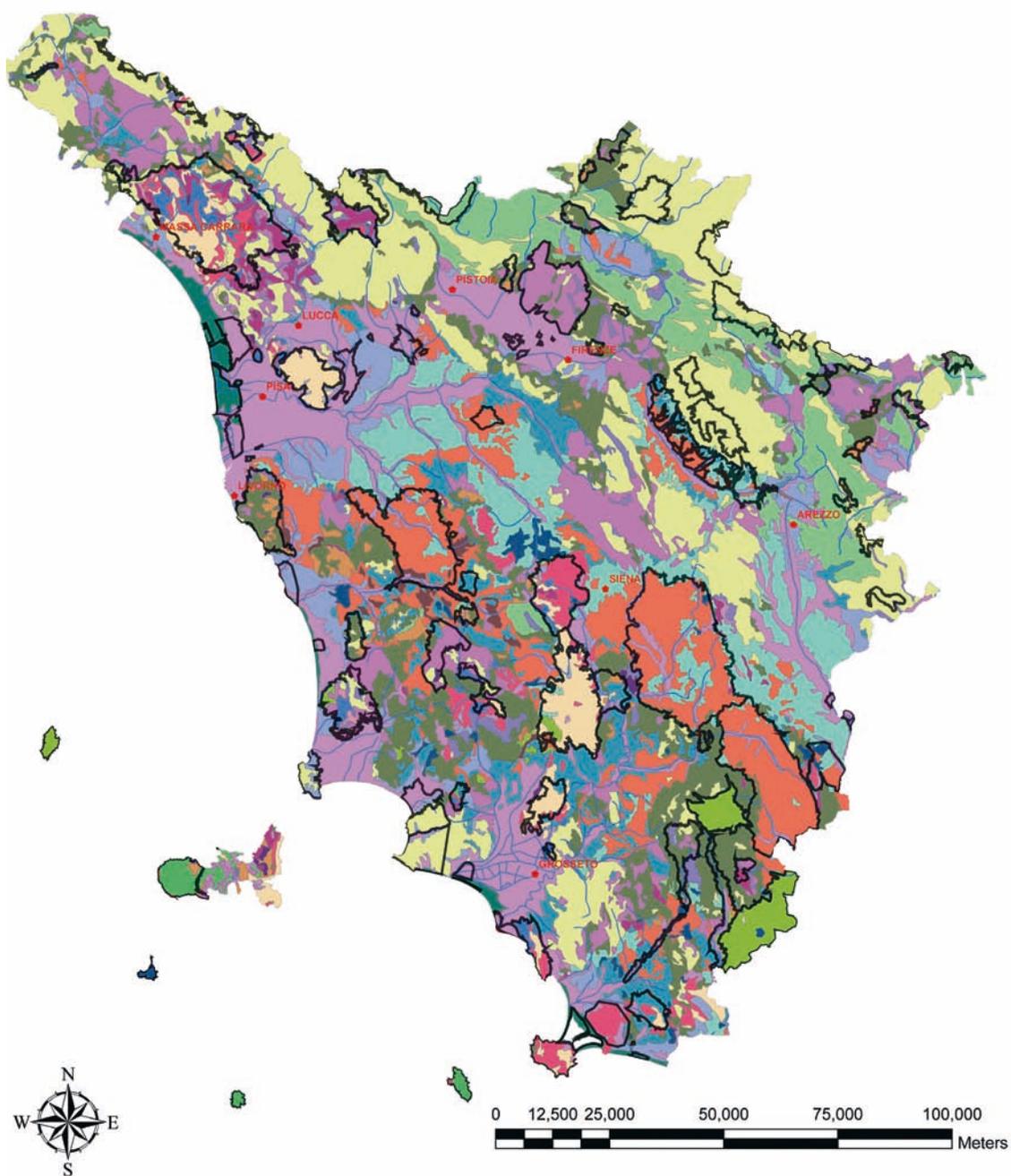


Fig. 2. Carta schematica delle principali litologie della Toscana con le tipologie di paesaggio studiate.

I prodotti di questa fase delle indagini, oltre ad un primo censimento dei paesaggi, della loro classificazione, caratterizzazione geologico-geomorfologica, come questi sono recepiti nei documenti e strumenti di piano, etc., consistono in una cartografia di sintesi per provincia (1:100.000-1:200.000) e cartografie a maggior dettaglio di alcune situazioni di maggior interesse.

In una seconda fase sono state poi eseguite analisi e verifiche di singoli paesaggi, e dei geotopi censiti, con alcune indagini campione, volte all'elaborazione di cartografie al 10.000 (formato shpfile), ed alla creazione, come prima accennato, di un GIS con tabelle e grafici relativi agli elementi geologici e geomorfologici caratteristici, corredato da un abaco sugli aspetti di tutela e di relazione con i piani strutturali, urbanistici e territoriali, da poter contribuire ad aggiornare il SIT regionale.

In funzione delle tipologie del paesaggio è pertanto possibile indicare alcuni criteri di massima per la tutela e la salvaguardia, articolati ed approfonditi per quelle campione. Per i sistemi di paesaggio ove la componente geologica è particolarmente significativa per la intensa dinamica e fragilità morfologica, sono state e dovranno essere eseguite specifiche analisi cartografiche e suggerite alcune norme connesse alla definizione delle “invarianti”⁴ (per esempio i limiti dei sistemi dunali, recenti, antichi, da mettere in relazione con il sistema delle acque, acque freatiche dolci, acque salate di ingressione marina, miscelate, sistema delle pinete; oppure sistemi carsici, cave e ricarica delle falde profonde, etc.).



Foto 6. Particolare del fronte delle balze presso Piantravigne (AR).

INTRODUZIONE ALLA RICERCA

L'obiettivo principale delle indagini è quello di ottenere un'adeguata conoscenza del patrimonio geologico e, nello specifico, delle componenti geologico-geomorfologiche e geoambientali dei paesaggi più significativi della Toscana. Gli esiti della ricerca rappresentano pertanto un importante contributo alla realizzazione di un organico strumento conoscitivo utile per la programmazione di interventi di gestione del territorio sia essa indirizzata alla pianificazione, protezione e conservazione, sia essa rivolta alle attività di ricerca o di educazione ambientale.

I diversi approcci al tema del paesaggio riportano di fatto alla molteplicità dei riferimenti concettuali che possono venire chiamati in causa: in primo luogo la differenza esistente tra il paesaggio, inteso come “dato sensibile che permette di risalire a un insieme concreto di forme e fenomeni” (Turri, 1974), e la “realtà geografica”, in cui ciascun elemento oggettivo è considerato nei suoi caratteri specifici e nella sua reale funzione rispetto agli altri elementi costitutivi della superficie terrestre (Sestini, 1963). Il paesaggio è dunque “très précisément et tout simplement ce qui se voit” (Brunet, 1974), è la manifestazione percepibile, indagabile per sé stessa, sebbene sempre in riferimento a quanto, pur svolgendo un importante ruolo, può non risultare evidente.

Come prima descritto, in questo testo con il termine paesaggio geologico si intende indicare un paesaggio nel quale la componente geologica è la più riconoscibile, nel quale i processi geomorfologici fisici sono predominanti, come nel caso delle balze del Valdarno (Foto 6) o di particolari zone dell'Appennino (Foto 7).

In genere, parlando di paesaggio, gli aspetti geologici vengono interpretati come



Foto 7. Pieghe nel calcare Rupestre (Maiolica). In primo piano particolare di antichi terrazzamenti nei detriti alla base del Monte Prato Fiorito in Val di Lima (LU).

tali in casi sporadici e in modo elementare; tuttavia la geologia fissa sempre le condizioni di partenza, e in rapporto al regime delle acque, agli andamenti climatici, ecc. incide sulla morfologia, la quale a sua volta, insieme a fattori diversi quali la litologia, l'altimetria, la pendenza, concorre al disporsi dell'assetto della vegetazione e, infine, dell'attività antropica che, in un processo di andata e ritorno è condizionata e condiziona i fattori naturali di base.

Allo scopo di tutelare e valorizzare il patrimonio tecnico-scientifico, storico-culturale ed ambientale dei siti nei quali l'uomo ha utilizzato le risorse geologiche e minerarie, nel 1997, alla ventinovesima conferenza generale di Parigi della *International Union of Geological Science* dell'UNESCO, viene istituita la rete mondiale dei Geosities/Geopark (Foto 8). La Regione Toscana ha recepito tale direttiva con la Legge Regionale n. 56 del 6/4/2000 che con l'articolo 11 intende tutelare la diversità di particolari forme naturali del territorio, qui definite "geotopi": *forma naturale del territorio, di superficie o sotterranea costituita da particolari emergenze geologiche, geomorfologiche e pedologiche, che presenta un rilevante valore ambientale, scientifico e didattico, la cui conservazione è strategica nell'ambito del territorio regionale.*

In questo ambito si inserisce quindi la presente ricerca che è volta all'individuazione, classificazione e delimitazione dei paesaggi geologici, dei rapporti con le emergenze geologico-geomorfologiche (geotopi) e delle componenti geoambientali dei paesaggi più significativi della Toscana. Sono in tal senso messe in relazione le funzioni dei processi geologici, geomorfologici e idrogeologici che, a partire dalla dinamica dei sistemi ambientali, influenzano ed interagiscono con le altre componenti ed in particolare con quella antropica nella costruzione



Foto 8. Aspre morfologie connesse alla intensa storia tettonica ed alla forte dinamica dei versanti nella serie Toscana Metamorfica (Alpi Apuane – Geopark), in primo piano il rifugio Aronte, sullo sfondo il Monte Sagro, il rilievo delle cave di Carrara.

e nell'evoluzione del paesaggio. Nella foto 9 è possibile vedere la fragilità di alcuni paesaggi geologici, come le biancane, che negli ultimi anni, hanno acquisito un alto valore paesaggistico in quanto sono divenute forme che caratterizzano il territorio delle crete senesi. Si vuole pertanto segnalare che alcuni paesaggi geologici sono a rischio di scomparsa. Questi paesaggi, se distrutti, non sono più riproducibili e quindi il danno supera i benefici derivanti dall'utilizzo agricolo, spesso di scarsa produttività, in confronto alle risorse prodotte dalle attività turistiche e culturali.

PRODOTTI DELLA RICERCA

Nella prima fase della ricerca è stato raccolto il materiale esistente sui paesaggi geologici toscani, analizzando diversi studi e relazioni sia di carattere scientifico che divulgativo, ed è stata elaborata una bibliografia ragionata sotto forma di data base in modo da supportare richieste geografiche, geo-tematiche o domande specifiche sulle singole aree e sui contesti circostanti.

Per quanto riguarda l'acquisizione del materiale cartografico sono state prese in considerazione le carte tematiche regionali, i vari temi del Sistema Informativo Regionale della Toscana, la carta geologica regionale ufficiale (CARG), foto aeree, le cartografie più dettagliate dei piani territoriali delle province e dei piani regolatori dei Comuni. L'elaborazione si è svolta su due livelli di analisi a differente dettaglio. Il primo a scala regionale, con l'individuazione di macro aree in cui possiamo trovare particolari paesaggi geologici (crete senesi; balze, calanchi e biancane di Volterra; balze del Valdarno superiore, etc.) e geoparchi (parco delle Alpi Apuane,



Foto 9. Biancane spianate per l'utilizzo agricolo, nei versanti collinari della val di Cecina (PI).

dell'Arcipelago Toscano, delle Foreste Casentinesi, etc.). Per questi ultimi, particolare attenzione è posta alle aree contigue ed alla correttezza o congruità geomorfologica di alcune delimitazioni. Inoltre, a questa scala, vengono inserite anche quelle zone in cui, a causa della copertura vegetazionale o dell'uso agricolo, la geologia, o meglio l'effetto geologico sul paesaggio risulta meno evidente, ma le caratteristiche geologiche e geomorfologiche sono comunque fondamentali per capire l'evoluzione della fisiogeografia ⁵ del territorio regionale.

Si richiamano, come esempio, le strutture a Horst e Graben (Bartolini-Peccherillo, 2002) ⁶ allungate nord-ovest / sud-est formatesi durante la fase distensiva iniziata nel Miocene, che hanno dato origine ai bacini di sedimentazione pliocenici della toscana centrale, i mari della Val d'Era, della Val d'Elsa, della valle della Pesa, della Val d'Orcia, della Val di Chiana, delimitati dalle dorsali, quali il Monte Albano, la Montagnola Senese, i monti del Chianti, etc., o alle valli a ridosso della dorsale principale dell'Appennino come la Garfagnana o il bacino del Mugello, il Casentino, il Valdarno superiore. Tutte grandi unità che permettono, poi, di inserirvi i paesaggi geologici tipici riconosciuti.

Il secondo livello di analisi, a scala più dettagliata (1:10.000), è rivolto sia ad individuare gli aspetti litologici, geomorfologici ed idrogeologici locali, correlabili con i processi che generano il paesaggio geologico, che a sottolineare la presenza dei geotopi più significativi. Laddove è possibile, le aree di paesaggio evidenziate dai PTCP o dai piani strutturali dei Comuni sono verificate in relazione ai principali processi che insistono e modellano la zona.

Tramite un GIS è stato creato un geodatabase ⁷ in cui è stato possibile definire i confini dei vari paesaggi, basandosi sulla individuazione della distribuzione areale di quei caratteri dominanti che esprimono la prevalenza di una situazione litologico-morfologica, ovvero di processi geomorfologici, oppure dei processi legati all'infiltrazione, per processi idrogeologici, etc. Per fare questo oltre alla cartografia ufficiale della Regione sono stati utilizzati alcuni tematismi del SIT (Sistema Informativo Territoriale):

- Sistemi di paesaggio sono ambiti territoriali molto ampi che presentano caratteristiche fondamentali del paesaggio molto diverse; qui il termine "paesaggio" va inteso nel senso di "paesaggio geografico" (Sestini, 1963).
- Litologia: questo archivio, riporta i contorni dei poligoni digitalizzati dalla carta litologica in scala 1:250.000.
- Natura 2000 Dir. 92/43/CEE e 79/409/CEE (BIOITALY): l'archivio dei Siti di Interesse Comunitario (SIC) e delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) rappresenta l'insieme dei siti relativi ad habitat naturali, e aree significative per la presenza di specie animali e/o vegetali di interesse comunitario che il Mi-

nistero dell'ambiente ha proposto all'Unione Europea per essere inseriti nella rete ecologica europea "Natura 2000".

- Zone B C D: l'archivio contiene le aree corrispondenti alla classificazione b, c, d del sistema regionale delle aree protette di cui all'art. 10 della L.R. 52/82. Sono le aree riguardanti situazioni tipologiche e categorie di beni di rilevante valore paesaggistico.
- Aree protette Nazionali e Regionali.
- Catasto regionale delle grotte (curato dalla Federazione Speleologica Toscana).

Il database geografico delle emergenze geologiche nasce dall'esigenza di poter disporre di un impianto logico delle informazioni, sia grafiche sia numeriche, in modo che il patrimonio di dati georeferenziati possa essere di facile reperibilità, confrontabilità ed aggiornamento. Ad ogni elemento di paesaggio così definito è associata una tabella con le informazioni sulla localizzazione, sugli elementi che lo caratterizzano, sulle relazioni geo-ambientali, i vincoli e le leggi che insistono su quella porzione di territorio e sulla documentazione fotografica nonché quella bibliografica. La tabella utilizzata è stata ottenuta modificando le schede messe a punto dal Servizio Geologico Nazionale e dal Centro Documentazione Geositi dell'Università di Genova ⁸, nate per il censimento dei Geotopi, rielaborate per utilizzarle anche in aree più estese di paesaggio geologico e geomorfologico. Infine si è proceduto alla verifica di alcune situazioni rappresentative con sopralluoghi e rilievi di campagna, per poter implementare i dati a nostra disposizione e per poter controllare la validità dei limiti assegnati. Con tali dati ed in funzione della tipologia del paesaggio vengono indicati alcuni criteri per il monitoraggio, la tutela e la salvaguardia senza tralasciare l'analisi di quali possano essere le cause, naturali o antropiche, di un'eventuale accelerazione dei processi geomorfologici.

RISULTATI PRINCIPALI

Con l'applicazione della metodologia della ricerca la Toscana è risultata suddivisa in grandi unità fisiogeografiche; nella nostra regione, infatti, possiamo ritrovare la maggior parte delle tipologie di paesaggi geografici: montani, collinari, di pianura e costieri oltre a quelli minerari e vulcanici. Questa



Fig. 3. Schema del metodo di studio.



Foto 10-11. Paesaggi delle crete senesi, differenti forme ed usi nei terreni argillosi della Val d’Orcia ed Arbia.

suddivisione ci permette, a grandi linee, di stabilire quali saranno le caratteristiche geologiche predominanti. Infatti, in un ambiente montano sarà più evidente la geologia strutturale oltre alle morfologie legate a processi glaciali, gravitativi e carsici. Sulle colline saranno maggiormente rappresentate quelle morfologie legate a processi erosivi (biancane, calanchi, balze) e le secolari modifiche al territorio prodotte da disboscamenti e dall’agricoltura (Foto 10-11).

In pianura incontreremo varie forme fluviali (meandri, sistemi a barre), paleoterrazzi e conoidi, mentre i paesaggi costieri saranno dominati principalmente dai cordoni litoranei, dune e falesie (Foto 12).



Foto 12. Cordone sedimentario nelle acque della laguna di Orbetello-Monte Argentario.

Per quanto riguarda la zona a sud della Toscana non possiamo non prendere in esame i territori dei tufi e dei paesaggi vulcanici in generale.

Un’ultima tipologia è rappresentata da quei territori in cui da sempre l’uomo estrae la grande quantità di materie prime di cui è ricca la Toscana, con la creazione di paesaggi molto particolari: quelli delle miniere e delle cave (Foto 13-14). Il territorio così modellato a volte diventa suggestivo e caratteristico, anche se a discapito dei paesaggi naturali preesistenti. In molti casi, purtroppo, si possono determinare conseguenti problemi non solo estetici, ma anche al livello di forte impatto e talora con la distruzione degli ecosistemi.

Al contrario, in molti casi, gli effetti delle trasformazioni, specie nel passato, possono valorizzare il territorio dal punto di vista del paesaggio, anche perché sono spesso corredati dalla presenza monumentale delle “architetture” delle nuove morfologie e degli insediamenti.

Un esempio rappresentativo di paesaggi fortemente sfruttati e trasformati dall’uomo si trova a Gavorrano, nel sud della Toscana, dove sono dominanti le zone minerarie. In questa zona è stato istituito il parco Naturalistico Minerario di Gavorrano nelle colline metallifere inserito nel nuovo parco nazionale delle Colline Metallifere.

L’estrazione di pirite in miniere sotterranee ha creato dei fenomeni di subsidenza rimodellando anche la morfologia esterna, con avvallamenti e fratture sulle colline calcaree.

Tale paesaggio risulta particolarmente affascinante, in un ambiente carsico, e costituisce fra l’altro elemento di laboratorio ambientale nell’am-



Foto 13. Cava di Marmo Cava Gioia nel bacino marmifero di Colonnata (Alpi Apuane).



Foto 14. Cava storica di Roselle (GR) marmo tipo "Portasanta".

bito della realizzazione del suddetto parco geominerario e naturalistico (Foto 15).

Come esempio di una situazione critica e rappresentativa della metodologia di studio e di paesaggio geologico significativo della Toscana, con l'esecuzione di sopralluoghi e specifici rilievi, è stata scelta l'area campione del Valdarno superiore, che interessa una realtà territoriale interprovinciale: il paesaggio delle "balze" o delle piramidi d'erosione (vedi Capitolo 4). Queste forme caratteristiche si manifestano con differente tipologia, consistenza ed intensità nei differenti territori comunali (comuni di Reggello, Pian di Scò, Castelfranco di Sopra, Terranova Bracciolini, Loro Ciuffenna, Laterina).

Utilizzando la metodologia di studio sopra descritta, con l'ausilio di carte geologiche di dettaglio ed il controllo in campagna, è stato possibile delimitare con una buona precisione i diversi gruppi di balze (Fig. 4) in un database geografico. In tale area, per le numerose ricerche geologico-tecniche sui problemi di instabilità (Canuti *et al.*, 1995), sono individuabili significativi profili geo-tecnici, che permettono anche di correlare le forme con alcuni parametri fisico-meccanici che regolano le condizioni dei processi geomorfologici. Alla fine sono state individuate diciotto aree a cui sono state associate le informazioni caratteristiche per ciascun elemento. Questi dati ci offriranno uno strumento in più per tutelare questo suggestivo paesaggio e a rallentare il progressivo deterioramento. In taluni casi, le indagini, in relazione ai processi che regolano l'evoluzione delle forme, possono riguardare aree più estese, anche sensibilmente lontane dalle aree

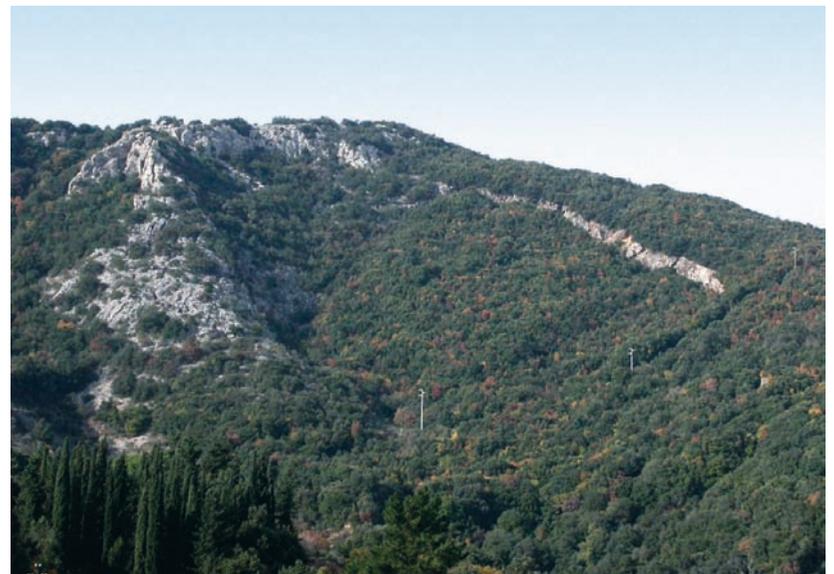


Foto 15. Paesaggio di subsidenza del Monte Calvo dovuta al cedimento delle gallerie minerarie sottostanti.

di paesaggio geologico (in questo caso a monte delle balze). Nella fattispecie, l'analisi del sistema del reticolo idrografico riveste particolare importanza nella dinamica delle balze e delle forme erosive, in quanto, come ad esempio verificato dallo studio degli eventi alluvionali degli autanni 1992 e 1993, si ebbero anche rapidi collassi per eccessivi processi di scalzamento al piede ad opera delle acque incanalate (in particolare nel territorio comunale di Reggello).



Foto 16. Il versante del paese di Colonnata (Carrara), crocevia delle valli delle cave di marmo, alla base del Monte Sagro.

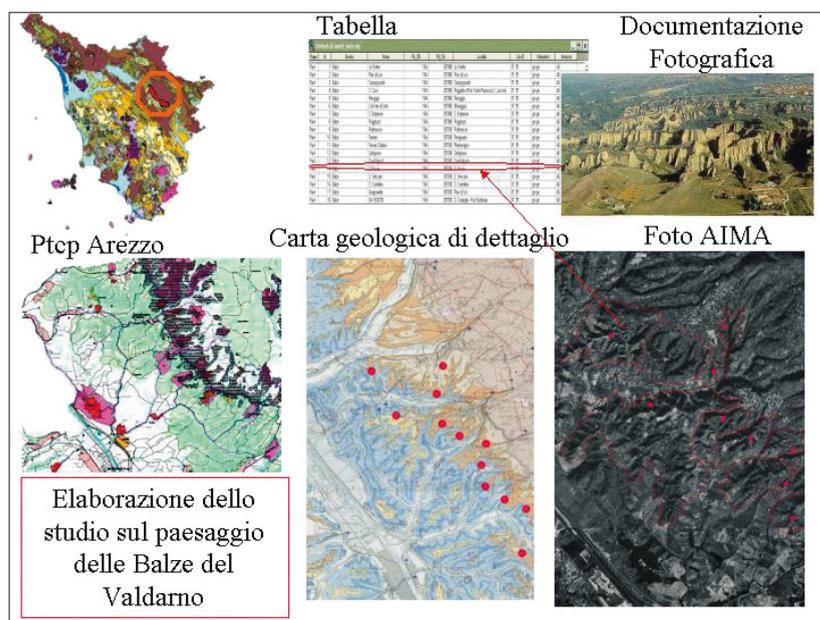


Fig. 4. Schema percorso metodologico delle analisi in un'area campione. La fase successiva consiste anche nell'elaborazioni di cartografie di valorizzazione (geoturismo) e di tutela (suggerimenti e norme di pianificazione).

MONITORAGGIO DEI FENOMENI CHE CONTROLLANO IL PAESAGGIO

Un altro obiettivo fondamentale di questa ricerca riguarda i problemi del monitoraggio dei fenomeni che controllano il paesaggio. In particolare di quelle situazioni dove gli interventi antropici possono influenzare alcuni processi geologici che si sviluppano anche al di fuori di una certa area di paesaggio, fino a determinarne il degrado. Così come avviene per l'inquinamento che può deteriorare la vegetazione anche a grande distanza rispetto ai luoghi di produzione delle sostanze inquinanti, anche per molte situazioni di paesaggio geologico-geomorfologico si rilevano processi che iniziano a grande distanza, talora non facilmente rilevabili, ma che regolano delicati equilibri ambientali. Un caso di necessità di "gestione dinamica" dei processi geoambientali che controllano l'evoluzione del paesaggio è rappresentato da quei fenomeni che sono la causa del degrado delle pinete storiche del litorale toscano. In Figura 5 è mostrata la sezione litologica con alcuni pozzi della pianura grossetana, in cui si nota la presenza di numerosi corpi permeabili, che costituiscono un complesso idrogeologico multifalda, alimentato dall'acquifero di subalveo del fiume Ombrone (a monte di Grosseto).

Tali sistemi, in parte, alimentano le acque dolci contenute nel corpo sabbioso posto ad ovest, costituito dalla stratificazione di antichi cordoni litoranei, e dove si ha il miscelamento con le acque salate marine. Il degrado della vegetazione

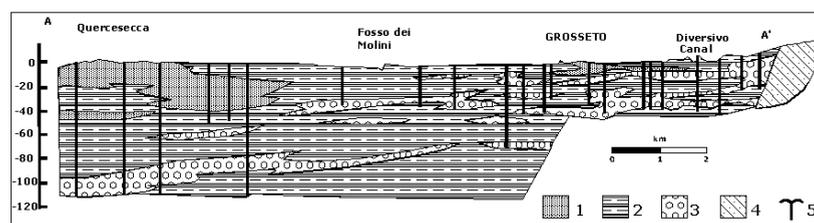


Fig. 5. Sezione geologica della piana di Grosseto (legenda sezione: 1) sabbie; 2) argille e limi; 3) ciottolami e ghiaie; 4) arenarie; 5) pozzi; Ps) cordoni dunali con pineta storica.

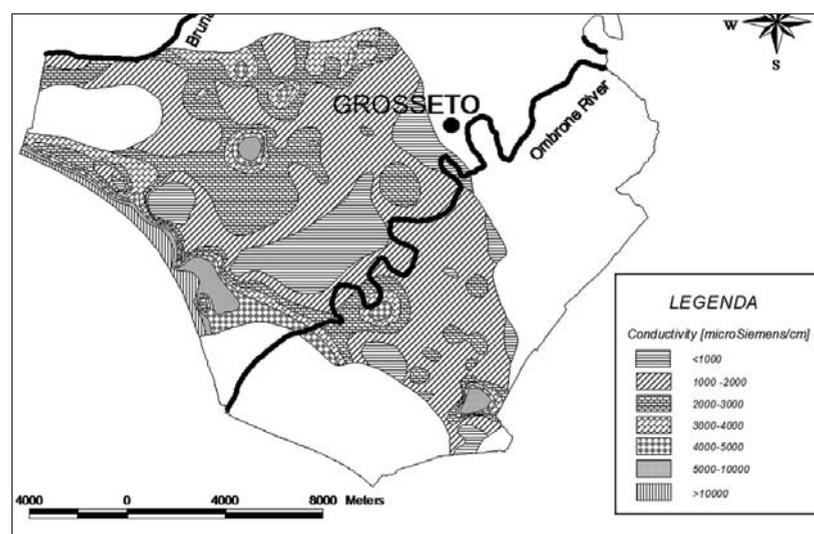


Fig. 6. Distribuzione della conducibilità elettrica attestante i processi di salinizzazione delle falde.

costiera è una conseguenza della salinizzazione della falda freatica, in quanto lo stress che le piante – le alberature della "pineta storica" – devono subire, le rende più vulnerabili alle varie malattie. Questo fenomeno è connesso all'eccessivo emungimento dei pozzi nella pianura e soprattutto di quello stagionale dei pozzi ad uso turistico sulle dune. Oltre al degrado della vegetazione, questo processo può causare conseguenze gravi anche per quanto riguarda l'erosione delle spiagge.

Tali situazioni possono essere contrastate con una corretta pianificazione delle risorse idriche (settore fondamentale per la gestione del piano strutturale) che, oltre a regolare gli emungimenti di tutti gli acquiferi, sia in grado di gestire ed incrementare i flussi di ricarica degli acquiferi dalle zone interne. Per tale fine, nella piana di Grosseto è anche possibile utilizzare i sistemi ereditati dalle antiche bonifiche, valorizzando quei paesaggi legati alla storia della zona. Sono molti i casi dove il controllo del paesaggio e l'analisi dei processi che lo hanno prodotto e che lo sostengono rappresen-



Foto 17. I calanchi della Val d'Era.

tano una sorta di laboratorio che, nella sua complessità, costituisce una verifica della qualità della gestione del territorio e della sua valorizzazione culturale ed economica.

In sintesi, il prodotto finale della ricerca è stato ed è quello di censire, controllare e perimetrare i più importanti paesaggi geologici della toscana ed inserirli in un database geografico insieme alle principali caratteristiche fisiografiche, geo-

logiche e idrologiche con l'ausilio di schede e tabelle. Da questi dati è possibile elaborare dei prototipi di carte della dinamica dei processi geo-ambientali che controllano l'evoluzione del paesaggio geologico, che riportino gli elementi di relazione di tutti i fenomeni, sia attraverso modelli concettuali che di simulazione con la verifica di dati parametrici. Le indagini hanno permesso di elaborare alcuni esempi (sistema delle acque nel paesaggio costiero, dinamica delle forme

e sistema dei deflussi nelle aree delle balze), dai quali si evince la necessità e l'ampia ricaduta utile per la gestione delle aree di paesaggio, di approfondire la ricerca in aree campione.

La documentazione elaborata dalle analisi svolte nell'ambito della ricerca in collaborazione con la Regione Toscana, vuole costituire un significativo contributo alla conoscenza dei paesaggi, in particolar modo di quelli geologici, così vari della nostra regione. Ci permette di operare un primo importante passo, non solo per capire e conoscere la storia geologica e geomorfologica del territorio della Toscana, ma anche per la possibilità di tutelare e tramandare un paesaggio famoso in tutto il mondo, anche per la sue bellezze naturali, dove i caratteri geoambientali sono particolarmente significativi ed unici (Foto 17).

Dal successivo capitolo vengono illustrati, pertanto, in modo sintetico, soprattutto attraverso la proposta di numerose immagini fotografiche, i principali e più tipici paesaggi geologici e la geodiversità della Toscana.

Note

- ¹ *Geographic information system*: sistema informativo territoriale (SIT) composto da cartografia digitale multitematica, integrata con un data base, una banca dati "intelligente".
- ² Piani territoriali di coordinamento delle Province.
- ³ Lo studio può essere utile all'incremento dei quadri conoscitivi di supporto al Piano di Indirizzo Territoriale (PIT), piuttosto carenti per gli aspetti di paesaggio geologico.
- ⁴ Col termine invariante strutturale, nella pianificazione attuale (Legge regionale Toscana "Governo del territorio", 2005) si intende: "quell'insieme degli elementi territoriali areali, puntuali, lineari e delle relazioni (anche immateriali) che conferiscono identità e riconoscibilità del territorio. Lo statuto dei luoghi individua regole e azioni necessarie per assicurare alle invarianti strutturali il mantenimento ed il conferimento delle prestazioni funzionali idonee a garantire lo sviluppo sostenibile del territorio, ed il riconoscimento dell'identità territoriale da sottoporre a tutela e valorizzazione".
- ⁵ Si intende la fisionomia geografica, i differenti aspetti geografico fisici del territorio, intesi come espressione della sua evoluzione e delle leggi che la regolano.
- ⁶ Si segnala il volume di Carlo Bartolini e di Angelo Peccerillo, volume che costituisce la ristampa e lo sviluppo di un precedente volume, sempre edito dalla casa editrice Pitagora, di Carlo Bartolini, che analizza in modo esauriente, rigoroso ma di facile lettura, i fattori geologici delle forme del rilievo, la "struttura del territorio" come esito della geomorfologia strutturale.
- ⁷ Vedi appendice.
- ⁸ Il Dipartimento POLIS dell'Università di Genova è il referente nazionale per la messa a punto e la raccolta della schedatura dei geositi.

2. I PAESAGGI DELLE ESPANSIONI LATERALI

Come descritto nell'Introduzione sui paesaggi geologici della Toscana e come sarà successivamente approfondito nel capitolo 6 dei paesaggi da frana, molte situazioni ove sono presenti importanti fenomeni di dissesto, con grandi frane, processi erosivi accelerati – di dissesto idrogeologico –, possono, talora, rappre-

sentare ambienti di notevole valore ed interesse paesaggistico. Fra questi particolare importanza rivestono i paesaggi delle espansioni laterali (*lateral spreads*). Nella classificazione dei movimenti di versante che oggi è riconosciuta come ufficiale, la classificazione proposta da Varnes (1978), le espansioni laterali sono dei lenti ed, in genere, grandi e profondi movimenti, che si innescano quando una massa rocciosa lapidea e fratturata è sovrapposta ad una roccia a comportamento duttile. Si verifica allora la mobilitazione dei blocchi rigidi sovrastanti che seguono e, nello stesso tempo, provocano le deformazioni nelle sottostanti porzioni plastiche. Il movimento avviene anche con modeste acclività dei piani di discontinuità tra le rocce, e la componente orizzontale del movimento è prevalente. In molti casi, come quelli di seguito analizzati, l'espansione coinvolge quasi tutti i versanti del rilievo, come se questo, appunto, si espandesse fino anche a formare un insieme di sub-placche residuali, poste ad una sensibile distanza l'una dall'altra (per esempio i Sassi di Simone e Monte Simoncello, al confine tra Toscana e Marche) (Foto 1).

La velocità del fenomeno è generalmente lenta, anche se può aumentare in relazione alla pendenza della superficie di separazione dei due massi a comportamento diverso. In effetti il movimento è molto complesso, in quanto ha inizio con la deformazione delle sottostanti rocce a comportamento plastico che si mobilitano in maniera differenziale, richiamando le soprastanti rocce rigide che si suddividono in blocchi, spostandosi lateralmente verso valle. Il materiale in movimento si presenta disuniforme con superfici di separazione tra le varie parti molto nette. Il contesto geologico e geomorfologico è, in sintesi, rappresentato da una placca o lembi di placche bordate da scarpate e falesie, talora con muri di oltre 200 m., costituite in generale da calcari e calcareniti, negli esempi classificati nella Toscana, sia nell'Appennino, che nei rilievi antiappenninici, ed in Toscana meridionale. Ma si ricordano anche i noti ambienti appenninici quale la Pietra della Bismantova (RE), caratterizzato da notevoli pareti rocciose, che sono famose anche perché utilizzate come palestra di arrampicata, od il suggestivo rilievo di San Leo (PU), il Monte Fumaiolo (FC). Tali placche sono "appoggiate" o parzialmente "immerse" in formazioni geologiche definite come litologicamente e strutturalmente complesse ove la principale componente è argillosa, spesso fortemente caoticizzata (*melanges*) inglobante altre rocce estremamente frantumate.

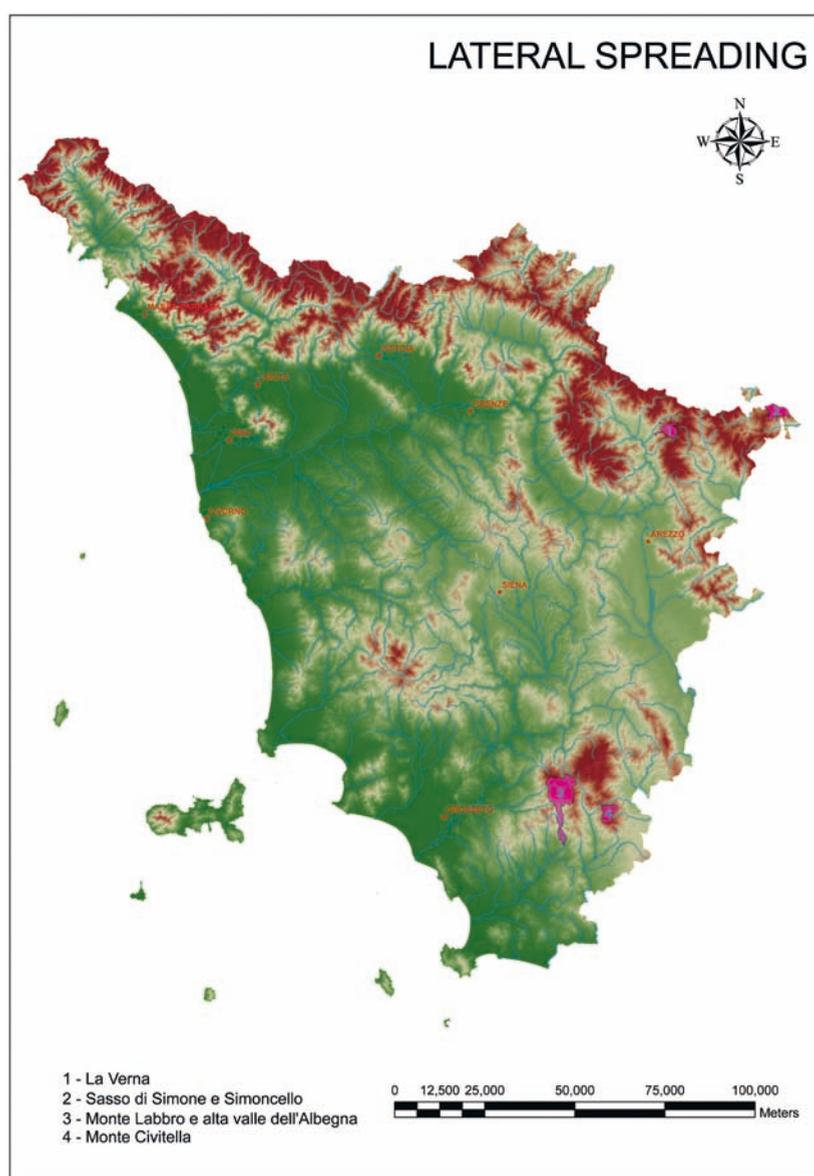


Fig. 1. La Toscana con i paesaggi delle espansioni laterali studiate.

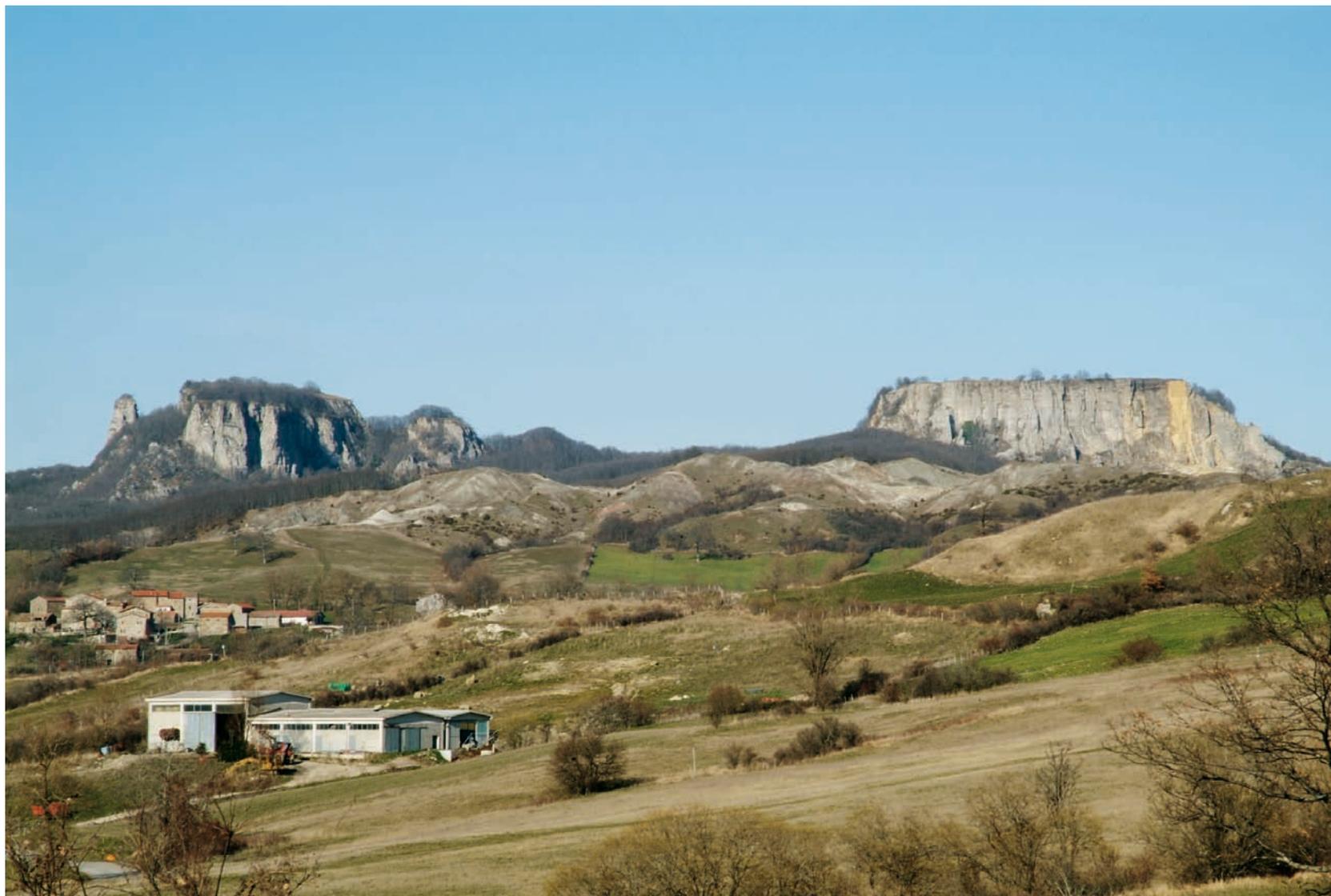


Foto 1. Panorama dei Monti Simone e Simoncello (quest'ultimo posto a sinistra): il più significativo esempio di paesaggio di espansione laterale. I rilievi sommitali rappresentano le masse residuali di una più vasta placca calcarea, che ha navigato, frammentandosi sulle sottostanti argilliti (unità complessa prevalentemente argillosa).

te. Tali rilievi sono pertanto sollevati rispetto all'area circostante, spesso isolati, con un importante gradiente altimetrico. I versanti argillosi subiscono notevoli processi di erosione ad opera delle acque di ruscellamento, di incisione valliva ad opera delle acque incanalate, che aumentano pertanto i dislivelli, l'acclività dei pendii, e conseguentemente l'instabilità.

A queste cause di movimento di espansione laterale riconducibili al particolare assetto geomorfologico, si sommano le condizioni climatiche caratterizzate da significative precipitazioni, anche nevose – almeno finora –, che generano l'incremento delle pressioni delle acque nei litotipi argillosi del substrato, indebolendoli, e talora aumentandone il comportamento plastico, o del carico pie-

zometrico, il peso delle acque all'interno delle fratture nelle soprastanti rocce rigide, in genere dotate di elevata permeabilità.

Oltre a questi segni tipici degli ambienti geologici di espansione laterale, le morfologie ivi presenti e che caratterizzano questi paesaggi sono prodotte da processi di instabilità di vario genere, causati dai disequilibri connessi con i movimenti di espansione. La lenta evoluzione di questi fenomeni di deformazione profonda dei rilievi e dei versanti provoca l'innescio di altri fenomeni franosi: il crollo ed il ribaltamento (Foto 2), talora, di grandi volumi di blocchi lapidei dalle scarpate sommitali, ovvero coinvolgendo tutte le pareti in macroblocchi; il rigonfiamento dei materiali plastici alla base delle falesie, con ulteriore indebolimento dei ter-



Foto 2. Sasso di Simone. Particolare. Si osservano in primo piano processi erosivi di tipo calanchivo, mentre dalla folesia, sulla destra sono riconoscibili i segni (colore giallognolo) di un evento recente di crollo. Dall'accumulo dei crolli partono lenti movimenti di colata.

reni argillosi, e l'occorrenza di frane di scorrimento rotazionale, multiple fino a generare delle colate, talora di dimensioni ciclopiche. La deformazione dei versanti argillosi, genera ed è, a sua volta, generata dai processi di erosione per scorrimento delle acque, sia incanalate che di ruscellamento selvaggio, fino allo sviluppo di forme estreme di erosione accelerata¹, quali scarpate perennemente denudate fino ai calanchi (Foto 3).

Questa complessità e varietà delle forme è ulteriormente sottolineata dalla vegetazione, talora rappresentata da boschi anche secolari, di altofusto, di abeti e faggi, o castagni, alternati a cedui, da praterie o pascoli e limitate coltivazioni

nei corpi di frana stabilizzati, ove si hanno minori pendenze, che contrasta con le zone di affioramento, di scarpata rocciosa, di calanco, di frana attiva. Lo scenario è sempre ulteriormente arricchito da insediamenti storico-monumentali, a presidio di queste terre estreme di confine. Basta ricordare La Verna, con il castello di Orlando ed il successivo grandioso santuario; oppure l'antico abitato di Roccalbegna (GR), con il cassero e la rocca medioevale appoggiate su due rupi a strapiombo, i resti dell'Abbazia benedettina a Sasso Simone, etc.

Un'altra peculiarità di questi fenomeni è rilevabile nelle superfici sommitali dei rilievi, in genere subpianeggianti, ma che vedono improvvise anomale scarpate,



Foto 3. Processi erosivi pseudocalanchivi in terreni marnosi nell'area circostante La Verna. Si noti il contrasto morfologico con i terreni in primo piano, a dolce morfologia, a prato pascolo, costituiti da materiale argilloso soggetto ad antiche frane ciclopiche oggi stabilizzate o soggette a fenomeni di deformazione superficiale.

trincee che sembrano, appunto artificiali, con rocce frantumate, con sviluppi stravaganti, che spesso non seguono quelli che sembrerebbero gli effetti della gravità, cioè di aperture parallele ai bordi delle falesie. In taluni casi si hanno dei veri e propri collassi, con depressioni, in parte amplificate da processi di dissoluzione carsica, incorniciati da bordi ricoperti da fitta vegetazione, come nel caso del Monte Civitella, presso l'abitato di Castell'Azzara, nella Toscana Meridionale (GR).

Uno schema interpretativo della evoluzione dei fenomeni di espansione laterale, nel caso di piastra sommitale ad assetto orizzontale, e quindi nel caso geometricamente più semplice, è mostrato in Figura 2 (Cancelli-Pellegrini, 1987).

La lastra rigida è interessata da fratture di origine tettonica, verticali, e nel primo stadio (A) mostra le iniziali condizioni di simmetria litologica e morfologica. In questa fase la piastra si comporta come una fondazione superficiale a zattera su un terreno compressibile: si hanno abbassamenti differenziali dalla parte centrale, dove il carico è maggiore, verso l'esterno, che induce una successiva prima suddivisione in grossi blocchi prismatici, ed il rigonfiamento dei complessi argillitici al bordo non confinato (B). Nelle successive fasi inizia l'espansione laterale dei blocchi (C) con la formazione di scarpate e trincee, crolli e ribaltamenti di masse rocciose minori rilassate. Si innescano poi frane di scorrimento rotazionale (D), ulteriori spostamenti, immersioni e retro-ribaltamenti dei blocchi, sempre più degradati (F), fino a generare grandi fenomeni di colata.

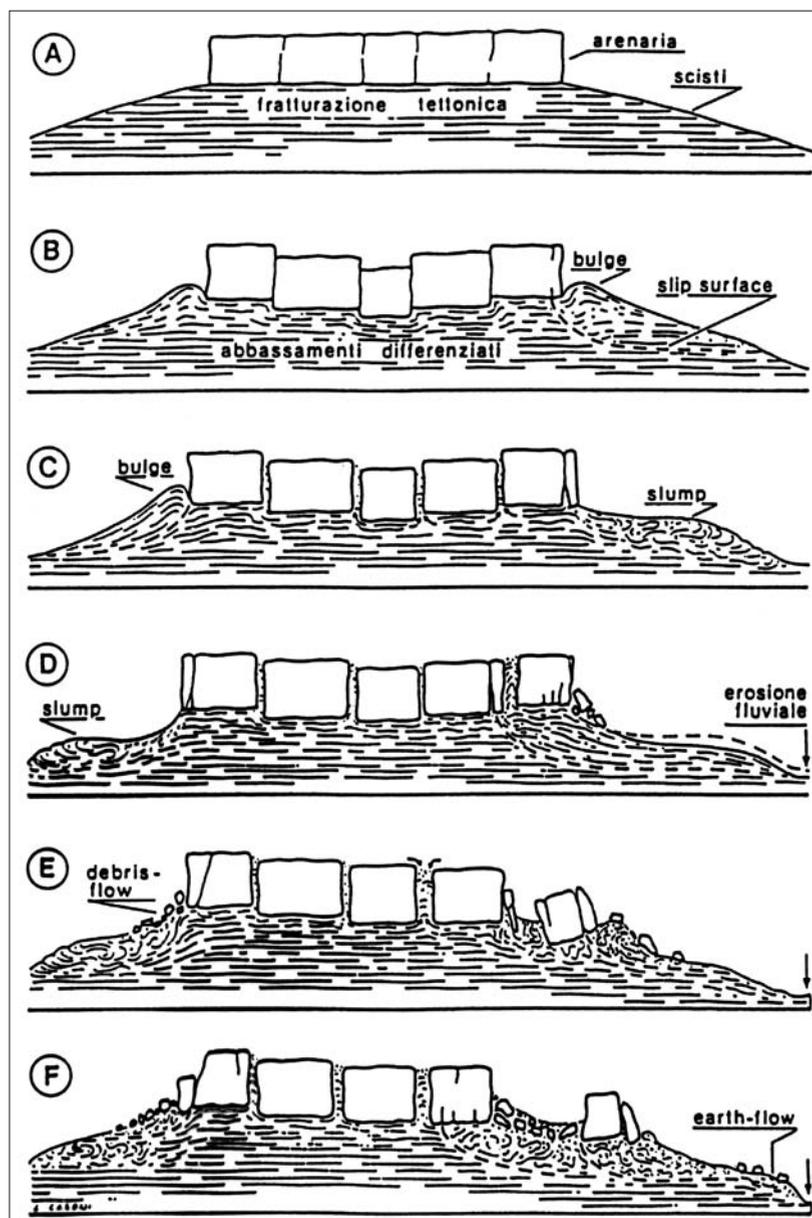


Fig. 2. Schema evolutivo dei fenomeni di espansione laterale.

I paesaggi geologici delle espansioni laterali considerati sono, quindi, i seguenti: La Verna, Sasso Simone e Simoncello, Monte Labbro e Roccalbegna, Castell'Azzara e Monte Civitella. In realtà i fenomeni sono più diffusi, ma non sono altrettanto evidenti e caratterizzanti il paesaggio geomorfologico, il quale è invece espressione di altri caratteri, ove sicuramente è presente la componente geologica. Si ricordano i fenomeni del Monte Argentario, quelli nell'alta Val di Lima (presso l'Orrido di Botri), il Monte Amiata, etc.



Foto 4. La placca fratturata de La Verna (Monte Penna) costituita da rocce calcarenitiche epiliguri, sovrapposte alle unità dei complessi argillosi delle unità Liguridi. I terreni argillosi sono rigonfiati e oggetto di processi erosivi accelerati.

Nei siti geologici in esame nell'Appennino Tosco-romagnolo-marchigiano (La Verna, Sasso di Simone-Monte Simoncello) i movimenti interessano le placche costituite da rocce appartenenti alle Successioni Epiliguri² che sono sovrapposte alle unità Liguridi, prevalentemente argillitiche, attribuibili al Supergruppo della Calvana (Foto 4).

Questo insieme di terreni poggia tettonicamente su un substrato di tipo toscano (unità Cervarola-Falterona) nell'area de La Verna e di tipo Umbro-Marchigiano-Romagnolo (unità della Marnosa Arenacea) nel caso di Sasso Simone, come negli altri casi in Romagna e nelle Marche (Monte Fumaiolo, San Marino, San Leo, etc.).

L'unità del Cervarola-Falterona è costituita dalla sovrapposizione di quattro unità litostratigrafiche: a) scisti varicolori (Eocene-Oligocene): argilliti variegatae passanti ad argilliti marnose, marne, marne calcaree con locali intercalazioni calcaree marnose e calcarenitiche; b) arenarie del Monte Falterona (Aquitano) arenarie torbiditiche grossolane e medio grossolane in strati generalmente metrici sfumanti verso l'alto in una sottile intercalazione argillitica marnosa spesso siltosa; c) arenarie del Cervarola (Aquitano-Burdigaliano/Langhiano): regolari alternanze di strati decimetrici di arenarie fini e siltiti torbiditiche con intercalazioni marnoso-siltose; d) marne di Vicchio (Burdigaliano-Serravalliano): marne e marne siltose, da massicce a



Foto 5. Particolare di un affioramento di “molassa” in prossimità dell’abitato di Chiusi della Verna, soggetto a diffusi processi erosivi (geotopo).

grossolanamente stratificate, con sottili intercalazioni arenaceo siltose e calcarenitiche.

La successione Umbro-Marchigiano Romagnola è rappresentata nell’area di Sasso Simone, dalla Formazione Marnoso Arenacea e da limitati affioramenti della sua copertura marnosa. La Marnoso arenacea è costituita da una alternanza di arenarie-fini e siltiti torbiditiche che verso l’alto passano a marne argillose, locali livelli calcarei bioclastici. Le marne di Verghereto e di Campo (Tortoniano) sono costituite da strati di marne e marne argillose.

Le unità Liguridi, del supergruppo della Calvana sono costituite dalla unità della Pietraforte: arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatico-calcaree alternate ad

argilliti marnose (cretaceo superiore); Formazione di Sillano (cretaceo superiore-eocene inferiore): marne, marne argillose bruno-grigie ed argilliti marnose varicolori con intercalazioni di arenarie e siltiti tipo Pietraforte, calcari marnosi e calcareniti; formazione di Villa a Radda (o argilliti varicolori della Val Marecchia) (cretaceo superiore-eocene inferiore): costituita da argilliti varicolori con sporadiche intercalazioni calcaree. Nell’area de La Verna si nota il passaggio laterale fra questa ultima formazione e quella di Sillano. Formazione di Monte Morello (eocene): alternanze di calcari micritici e marnosi con marne e marne calcaree. Le unità epiliguri in queste aree sono rappresentate da lembi di successioni calcareo-bioclastiche ed arenaceo-calcaree: la formazione di San Marino-La Verna



Foto 6. I terreni argillitici caoticizzati della colata della Val Marecchia, sullo sfondo Sasso di Simoncello.

(langhiano-serravalliano); formazione bioclastica costituita da biocalcareni e biocalciruditi massicce, localmente con stratificazione da piano parallela ed incrociata. La formazione del monte Fumaiolo (Serravalliano): arenarie calcaree e calcareniti ben stratificate, a grana da media a grossolana fino a microconglomeratica, talora come a La Verna con *facies* sabbiose poco cementate (tipo molassa, Foto 5).

Da un punto di vista strutturale questo settore della catena appenninica è caratterizzato dalla presenza di tutta una serie di sovrascorrimenti a direzione

appenninica e vergenza nord-est, dove l'unità di Cervarola Falterona si spinge praticamente fino al crinale appenninico, per accavallarsi sulla formazione Marnoso-Arenacea che si articola con assetto prevalentemente a reggipoggio (Garzonio-Trivisonno, 2001), ma con importanti sovrascorrimenti all'interno dello stesso dominio (Conti-Gelmini, 1993). Trasversalmente rispetto a questi fronti di sovrascorrimento è presente una marcata depressione strutturale, occupata dalle unità Liguridi, legata ad uno dei più importanti lineamenti tettonici dell'Appennino Settentrionale: la linea della Val Marecchia (Conti, 1992). Questa ha permesso alle unità liguri di raggiungere le aree più esterne della catena e di mettersi definitivamente in posto in età relativamente recente (pliocene inferiore; Conti, 1989). L'attuale distribuzione delle unità Liguri nell'area in esame è testimone di un loro progressivo avanzamento nel tempo da SW verso SE, così come la presenza di olistostromi, cioè di grandi sconvolgimenti dei sedimenti, come grandi frane, nelle successioni al tetto della Marnoso Arenacea. Si notano, infatti, tre grossi corpi distinti e allineati in direzione anti-appenninica: quello più interno di La Verna-Monti Rognosi, quello intermedio del Monte Fumaiolo-S. Piero, che occupa la sinclinale di S. Piero in Bagno, infine quello più esterno e ben più esteso che costituisce la cosiddetta "Coltre o colata della Val Marecchia", dove si trova il Sasso di Simone e Monte Simoncello (Foto 6).

Un'altra caratteristica di quest'area è la presenza sopra queste coltre dei complessi caotici argillitici-argillosi delle Liguridi, di vari lembi di Successioni Epiliguri calcareo-bioclastiche e arenaceo-calcaree, per le quali è stata valutata una traslazione rispetto alla loro originaria area di sedimentazione – corrispondente a piccoli bacini marini all'interno di depressioni nella coltre alloctona –, di almeno 70-80 km, solidamente, appunto, ai sottostanti terreni liguri (Sestini, 1970). I fenomeni di Roccalbegna (Foto 7) e Castell'Azzara, sono inquadrabili da un punto di vista geologico nel generale panorama stratigrafico-strutturale della Toscana meridionale. Questo è caratterizzato dalla sovrapposizione di più eventi tettonici duttili e/o traslativi che hanno portato tra l'Oligocene superiore/Miocene inferiore e il Tortonian superiore alla formazione e all'impilamento di varie unità strutturali, ai quali è seguita la tettonica distensiva tardo/post orogenica, dal Tortonian superiore, che ha originato una serie di depressioni tettoniche a direzione prevalentemente appenninica, riempite da sedimenti lacustri e marini neoautoctoni del Mio-Pliocene e Quaternario (le colline della Val d'Orcia, Paglia, etc.) (Sestini 1970, Giannini-Lazarotto, 1975).

Inoltre tra il Miocene superiore ed il quaternario la Toscana Meridionale è stata sede di estesi fenomeni magmatici, i più recenti dei quali hanno riguardato l'area in esame, con la costruzione del vicino apparato del Monte Amiata (Foto 8) che ha modificato notevolmente la struttura dei terreni circostanti e la mor-



Foto 7. Panoramica dell'abitato di Roccalbegna, sul quale incombe un improvviso paesaggio roccioso, con scarpate, canyon, piramidi e torri, prodotte dall'evoluzione di un particolare fenomeno di espansione laterale.

fologia dei luoghi. Fra l'altro anche questo grande rilievo, che dal punto di vista geologico è anch'esso un tipico paesaggio (I paesaggi geologici vulcanici e del tufo della Toscana Meridionale), è interessato da situazioni riconducibili a deformazioni gravitative profonde e espansione laterale di blocchi fratturati rigidi (ignimbriti, tufi) soprastanti i complessi argillosi (Canuti *et al.*, 1993). Nelle zone considerate affiorano le successioni sedimentarie appartenenti alle unità Liguridi (unità Ofiolitifera, unità di S. Fiora ed unità di Canetolo) ed alla falda Toscana. In particolare quest'ultima è completa in tutti i suoi termini sui rilievi del Monte Civitella-Monte Elmo nella zona di Castell'Azzara (Losacco,

1959) mentre nei dintorni di Roccalbegna risulta condensata e presenta lacune (Bettelli, 1985). A Roccalbegna le unità della Falda Toscana affioranti sono rappresentate solo dagli Scisti Policromi, mentre nell'area del Monte Labbro (Foto 9) è esposta la sottostante Maiolica (Crescenti-Giussani, 1969). Nell'area di Roccalbegna la Successione Toscana termina con gli scisti policromi, sui quali poggiano direttamente le unità Liguridi. L'area di Castell'Azzara ha rappresentato, almeno fin dal Pliocene inferiore, una zona di alto morfologico (dorsale di Castell'Azzara-Monte Razzano: Baldi *et al.*, 1974) che separava i bacini neoautosconi del Paglia-Tevere e del Fiora-Albegna.



Foto 8. Il Monte Amiata, il grande vulcano spento della Toscana. L'apparato vulcanico è interessato da importanti dislocazioni, soggette a lenti fenomeni di deformazione profonda di versante, in parte anche da mettere in relazione con le manifestazioni geotermiche.

I pur modesti affioramenti pliocenici inferiore, presenti nella zona di Roccalbegna-Monte Labbro a quote attualmente di circa 1000 m., testimoniano invece un forte sollevamento tardivo di quest'area (sollevamento del pliocene medio-superiore) in Baldi *et al.* (1974) e Ambrosetti *et al.* (1978), probabilmente connesso con la messa in posto della camera magmatica del Monte Amiata. Da cui deriva l'attuale fase di rilassamento dei materiali componenti i rilievi, in condizioni di recente incremento del gradiente altimetrico.

I fenomeni franosi connessi al paesaggio geologico dell'espansione laterale interessano quasi esclusivamente i terreni della Formazione degli Scisti policromi.

In questa sono state riconosciute quattro *litofacies* differenti seguendo la suddivisione stratigrafica proposta da Canuti *et al.* (1965), Boccaletti-Sagri (1966) e Fazzuoli *et al.* (1985).

- a) Argilliti di Brolio (cretacico inferiore-superiore): argilliti e argilliti marnose varicolori, spessore massimo affiorante 25-35 m.;
- b) marne del Sugame (paleocene-eocene): marne più o meno calcaree variegata per lo più rosso vinate, localmente massicce o in strati da decimetrici a metrici con locali intercalazioni calcaree. Potenza massima un centinaio di metri;



Foto 9. Paesaggio nei calcari del Civitella (Castell’Azzara, GR).

c) calcareniti di Dudda (paleocene-eocene): alternanza irregolare decimetrica di strati di calcareniti fini, calcilutiti e calcari micritici, con intercalazioni argillitiche e marnose variegata;

d) calcareniti di Montegrossi (eocene): calcareniti e calciruditi, talora selciferi, in strati spessi mediamente 1-2 m.; il passaggio con le calcareniti di Dudda è di tipo transizionale, con graduale ispessimento dei livelli calcarenitici ed una forte riduzione, fino alla scomparsa, delle intercalazioni argillitico-marnose. Le calcareniti di Dudda e di Montegrossi, che assieme presentano uno spessore dell’ordine del centinaio di metri, costituiscono rilievi a pareti scoscese con una netta rottura di pendio in corrispondenza del contatto con le sottostanti Marne

a Sugame. L’assetto di tali placche si differenzia rispetto ai casi de La Verna e di Sasso Simone e Monte Simoncello, con morfologie e, quindi, paesaggi più complessi, poiché si hanno deformazioni di tipo sostanzialmente rigido, con la formazione di scaglie tettoniche separate da superfici di faglia inversa, con sistemi a gradino che degradano e rilievi pertanto piuttosto irregolari.

Tutti questi sono i principali motivi geologico-strutturali che hanno controllato l’attuale assetto morfologico ed i grandi lineamenti di paesaggio della aree ove sono presenti i fenomeni di espansione laterale che di seguito vengono descritti in dettaglio.

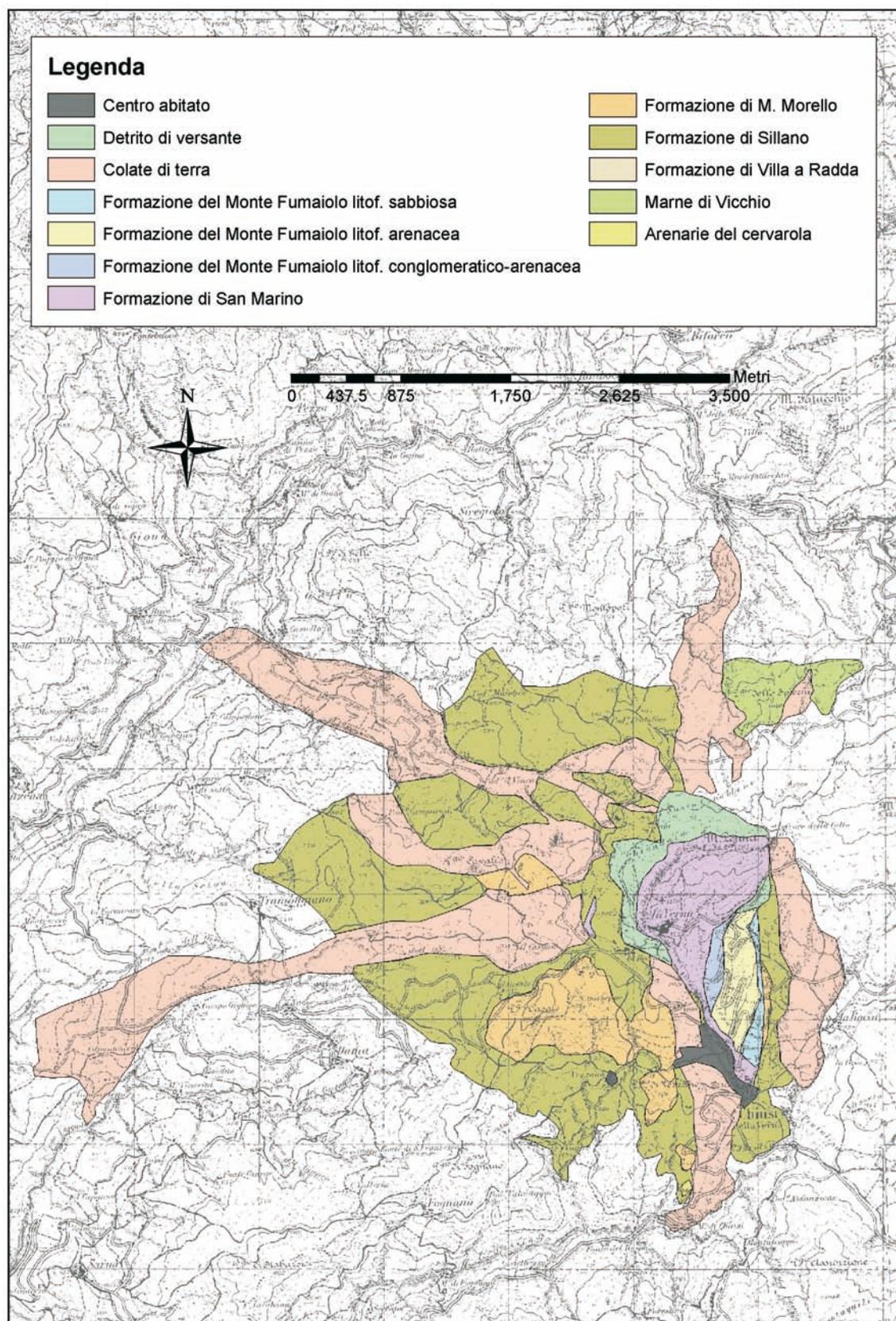


Fig. 3. Schema geologico dell'area di Chiusi della Verna.



Foto 10. Panoramica del sistema di falesie (il precipizio) del Santuario de La Verna. Le pareti costituiscono il bordo occidentale della placca sommitale del Monte Penna, in lenta e graduale "apertura".

LA VERNA

Il rilievo de La Verna si trova sul bordo orientale del Casentino, e raggiunge la quota massima di 1283 m.s.l.m. con il Monte Penna. Il luogo, per la sua aspra morfologia e per la sua posizione strategica, ha avuto nell'antichità una notevole importanza per il controllo delle vie di comunicazione fra Casentino e Valtiberina. Sul versante meridionale del monte di trova l'abitato di Chiusi della Verna, nel luogo che fu sede di un castrum romano e, fino dal 967 d.C., di un castello, del quale sono ancora presenti le rovine, di proprietà dei conti Catani, feudatari del Vescovo di Arezzo. Fu proprio un membro della famiglia Catani, il conte Orlando, a donare a san Francesco di Assisi (1181-1226) la montagna de

La Verna. L'incontro con il Santo avvenne nel 1213 presso il castello di San Leo, nel Montefeltro, in occasione della festa di investitura di un cavaliere; fu proprio al termine di questa cerimonia che il Conte offrì al Santo il monte con queste parole: "Io ho in Toscana un monte devotissimo, il quale si chiama il monte della Verna, lo quale è molto solitario e selvatico, ed è troppo bene atto a chi volesse fare penitenza, in luogo rimosso dalla gente, o a chi desidera vita solitaria. S'egli ti piacesse, volentieri lo ti donerei a te e a' tuoi compagni per salute dell'anima mia". Il Santo accolse con gioia un tale dono e, a partire dal giorno di Pentecoste del 1214, si recò varie volte sul monte alloggiando in una capanna di frasche fatta costruire dal conte Orlando. Proprio a La Verna Francesco rice-



Foto 11. La trincea di sasso Spicco, che si sviluppa per alcune decine di metri e profonda oltre 30 mt, dal bordo della scarpata fino ad oltre la grotta delle stimmate. Si noti il blocco crollato nel 1866.

vette le sacre Stimmate, durante la Quaresima del 1224; l'episodio è così descritto da Dante nel Canto del Paradiso dedicato a san Francesco:

*Nel crudo Sasso, infra Tevere e Arno
Da Cristo prese l'ultimo sigillo,
che le sue membra due anni portarno*
(Par. XI, 106-108)

Il santuario Francese de La Verna, costruito in corrispondenza del luogo santificato da san Francesco, si trova ad una quota di 1128 m.s.l.m., sul versante ovest del monte, in corrispondenza di una scarpata scoscesa, alta circa 40 m., detta "precipizio" o "Scogliera delle Stimmate" (Foto 10).

La prima costruzione stabile nel Santuario risale al 1239 e fu costruita grazie all'interessamento del vescovo di Arezzo; in seguito vennero erette a testimonianza di eventi particolarmente prodigiosi occorsi al Santo, testimoniati da frate Lupo, la cappella delle stimmate e la cappella della Croce, la cui costruzione ebbe inizio nel 1263 ad opera del conte Simone da Battifolle. La storia del convento subì varie traversie fino a quando, Papa Eugenio IV confermò ai frati dell'Osservanza il possesso de La Verna e, nel 1432, lo cedette ai consoli dell'Arte della Lana: *sub protectione et defensione Communis Florentiae*. Un incendio distrusse completamente nel 1486 il monastero; questo fu ricostruito ma subito dopo, nel 1498, fu requisito come alloggio per le truppe del condottiero Bartolomeo d'Alviano che conducevano una campagna militare, sostenuta dai Medici, contro la Repubblica Fiorentina; tale permanenza delle truppe provocò nuovi danni, riducendo il convento ad un bivacco (Barfucci, 1991). Dopo questi eventi disastrosi, il Santuario ha subito continuamente opere di ampliamento ed abbellimento. Tuttavia, diverse notizie di dissesti sono segnalate, a più riprese, negli archivi storici del Santuario: i prin-



Foto 12. Concavità di testata di un'area instabile nelle argilliti a lato del Monte Penna.

cipali eventi consistono nel crollo di un blocco avvenuto nel gennaio del 1866, anno della soppressione degli ordini religiosi e quando il Municipio di Firenze rivendicò lo “jus patronati”, avvenuto all’interno della trincea del sasso Spicco nel santuario (Foto 11); in un terremoto che, nel 1924, causò la distruzione del tetto e lo sprofondamento del pavimento di una cappella a metà del corridoio delle Stimmate.

Nel 1918, durante la prima guerra mondiale, la montagna de La Verna rischiò seriamente un gravissimo danno ecologico e paesaggistico: “... Il Dipartimento marittimo di La Spezia, in seguito ad un decreto del Ministro della Marina, no-

tificava al Sindaco di Firenze un atto, col quale gli intimava di consegnarli nel termine di trenta giorni tutte le piante esistenti sulla Selva della Verna...” (Razzolini, 1931), per la costruzione di navi da guerra. Contro questa decisione si sollevò la protesta dell’opinione pubblica; il Nuovo Giornale di Firenze, chiese l’intervento del noto geologo Prof. Giacomo Trabucco, il quale pubblicò una relazione geologica in cui si legge significativamente: “...Se la scienza dei nostri reggitori conducesse alla distruzione della foresta, che ricopre la formazione calcarea, è facile prevedere quello che avverrebbe. Questi calcari, quasi galleggianti sulle argille galestrine, spogliati della loro difesa naturale, già mal ridotti da grotte, burroni e frane, dilavati dalle bufere e dalle piogge torrenziali, entrerebbero subito nel dominio delle frane (che si succederebbero con crescente intensità), sarebbero in breve erosi e trasportati dalle acque. Insomma la distruzione della foresta produrrebbe irreparabilmente la distruzione delle pendici superiori del monte. E, asportati i calcari, affiorerebbero quelle argille galestrine che sono la disperazione del nostro Appennino, dove non sono protette dal bosco. E la prova provata di questa conclusione non c’è bisogno di cercarla molto lontano, perché ce la forniscono le pendici del versante settentrionale del monte, mal protette dalla foresta, ridotte ormai ad una enorme frana di massi di ogni dimensione che dà l’aspetto di un esercito di giganti abbattuto, e che discendono sui dossi eocenici sottostanti fino al Corsalonne, dando alla regione l’aspetto del paesaggio glaciale...” (Trabucco, 1918).

L’atto dei disboscamento fu, in breve, annullato dopo una serie di interrogazioni al Governo firmate da autorevoli personalità della cultura toscana.

La placca lapidea de La Verna, costituita dalla Sequenza Epiligure, presenta un assetto monoclinale, cioè di una piastra inclinata, immergente di circa 25° ver-

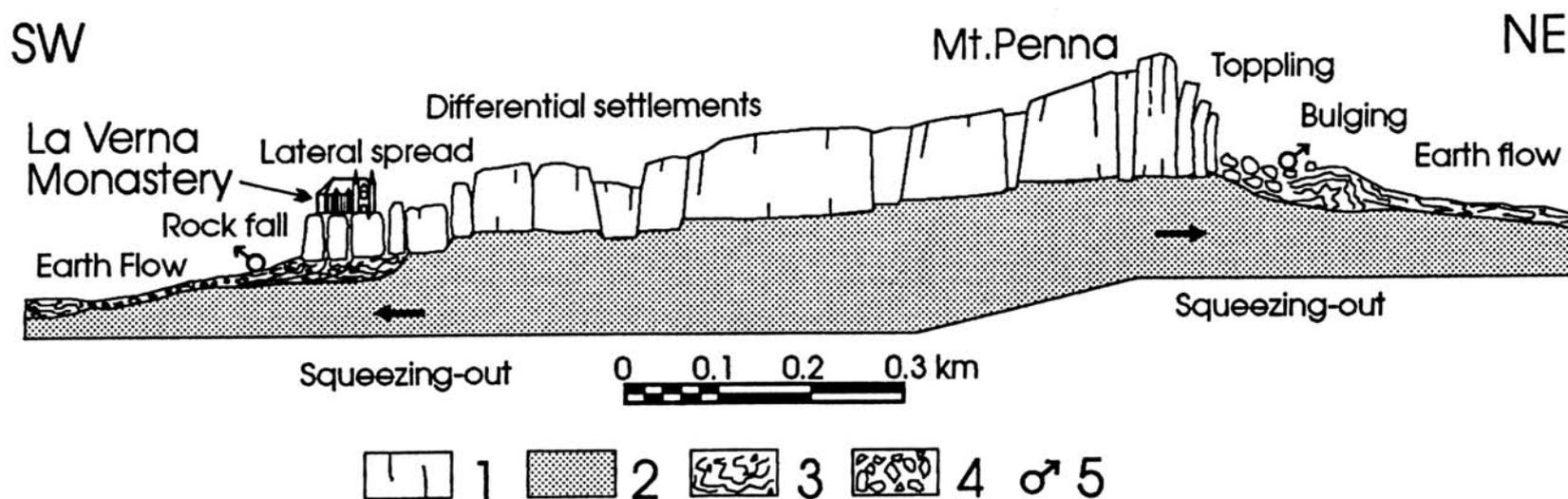


Fig. 4. Schema interpretativo dei fenomeni della Verna: 1) calcareniti e calciruditi; 2) argilliti; 3) materiali coinvolti dai movimenti gravitativi; 4) detrito; 5) sorgenti.



Foto 13. La marmitta della valle Santa, come già mostrata nel Capitolo 1, in una foto più recente a fine primavera, con la presenza di un deflusso continuo.

so Est-sudest, con uno spessore massimo di circa 180 m. nella parte settentrionale, presso la cima del Monte Penna. Lo spessore decresce progressivamente verso SE seguendo la direzione della stratificazione. La successione dei calcari è probabilmente tranciata alla base da una superficie di sovrascorrimento (*ibrust*) sulle sottostanti Liguridi. Queste ultime mostrano il tipico assetto caotico, a causa di numerose fasi deformative.

La placca è interessata da quattro sistemi di discontinuità tettoniche, le principali delle quali sono rappresentate da sistema di faglie e fratture quasi nord-sud, che limitano il versante est, e quello ovest nord ovest-est sud est, che suddivide la placca in blocchi ribassati progressivamente verso sud ovest.

La montagna forma un rilievo isolato a pareti scoscese che, a causa della struttura monoclinica a basso angolo dà luogo ad un testimone di *cuesta*, ben visibile e riconoscibile anche da grande distanza. La placca copre un'estensione di 4 km² con forma sub-triangolare di lunghezza massima 2,5 km e larghezza massima di 1,2 km (vedi Fig. 4). La dinamica geomorfologia del rilievo e dei dintorni è dominata dai processi di versante, attivi ed inattivi, che producono forme talora di considerevoli dimensioni. Sulla superficie della placca calcarenitica sono evidenti numerose trincee originate da processi gravitativi. Queste, se recenti, hanno una lunghezza di alcune decine di metri, e sono delimitate da nette scarpate profonde anche più di 10 metri (trincea di Sasso Spicco). All'interno della placca, si rileva anche un netto controllo dell'andamento degli impluvi da parte delle strutture dei blocchi disgiunti e del sistema di trincee, con i bordi degradati dall'erosione, connessi con le varie fasi evolutive dei movimenti della espansione laterale.

La parte più elevata della montagna è coperta da una "foresta monumentale" di faggi ed abeti bian-



Foto 14. Il paesaggio delle Marne di Vicchio, versanti meridionali del Monte Fatucchio, con stratificazioni parallele inclinate e livelli fortemente erosi in spettacolari forme pseudocalanchive.

chi secolari, che costituisce uno dei migliori esempi di associazione forestale nell'Appennino. In contrasto i pendii argillosi circostanti la placca sono quasi privi di vegetazione e soggetti a processi erosivi. Cinque maggiori fenomeni di colata di eccezionali dimensioni sono sviluppati, grossomodo a raggiera, intorno alla placca lapidea de La Verna, con lunghezze da 1,9 km fino a 4,75 km. Queste colate sono inattive alle condizioni climatiche attuali, tuttavia sono presenti locali e parziali riattivazioni, specialmente nella loro parte alta, dove sono rilevabili numerose emergenze d'acqua e dove si verificano frequentemente crolli dalle pareti della placca. I materiali coinvolti nei colamenti consistono in argilliti limose grigie e limi argillosi (Foto 12), entrambi caratterizzati dalla presenza di evidenti superfici

di taglio, e da detriti e blocchi franati dalla placca, talora di grandi dimensioni, che conferiscono al paesaggio una spettacolare sensazione di lento movimento di massi erratici, come se vi fosse la presenza di una colata di un ghiacciaio. La parte più sviluppata delle colate è rappresentata dai canali, il corso e la forma dei quali sono determinati dalla morfologia preesistente; essi tendono a seguire il corso di incisioni torrentizie, determinando una tipica convessità nei fondovalle. Le zone di accumulo tendono ad assumere la forma di lobi di espansione, il cui perimetro è delimitato da un torrente in forte incisione; per tale ragione le zone di accumulo non sono molto sviluppate e rappresentano i residui di lobi più ampi smantellati dall'erosione.



Foto 15. Panoramica dei pendii della Valle Santa.



Foto 16. Particolare di un affioramento a traverpoggio nelle marni chiare.



Foto 17. Gioco di luce ed ombre delle forme pseudocalanchive della Valle Santa.

Proprio al piede di una colata di recente attiva, il corso d'acqua deviato (un affluente del Corsalone) nella "Valle Santa", ha prodotto una bellissima e monumentale marmitta (Foto 13) di notevole dimensioni, come risultato di complessi processi di erosione e di abrasione, nella formazione delle Marne di Vicchio (fenomeni erosivi di tipo calanchivo si osservano proprio nelle aree tipiche di affioramento delle Marne di Vicchio, nei versanti settentrionali di Monte Giovi, sopra, appunto, il paese di Vicchio).

Questa emergenza geomorfologia, così come le suggestive e particolari forme pseudo-calanchive dei versanti meridionali del Monte Fatucchio, non sono inserite nei confini del Parco delle Foreste Casentinesi (Foto 14).

Questi inglobano il rilievo de La Verna, ma non tutte quelle situazioni di elevato livello paesaggistico, e che talora sono da considerarsi con carattere di fragilità, connesse con i fenomeni del paesaggio geologico della espansione laterale. Queste forme erosive di scarpata, calanchive, talora anche con andamento a schiena d'asino, manifestano contrasti morfologici e talora cromatici, per la particolare litologia e con fasce di affioramento dove la stratificazione diventa improvvisamente fittissima, generando l'illusione di osservare una sorta di amena "torta" a più livelli (Foto 14-17-18). La qualità del paesaggio geologico e geomorfologico è qui accentuata, oltre che dalla copertura boschiva, dalla presenza di territori coltivati, anche se nelle parti più alte alle coltivazioni si sostituiscono i prati pascoli.



Foto 18. Particolare del tipico paesaggio erosivo di Monte Fatucchio.

I diversi fenomeni franosi osservabili sia sulla placca che nelle argilliti del substrato non sono indipendenti fra loro ma interagiscono dando luogo ad un fenomeno franoso “complesso” che, per le sue dimensioni, può considerarsi una deformazione gravitativa profonda. Uno schema dei fenomeni osservati nella placca è mostrato in Fig. 4.

La presenza di deformazioni profonde lente di tipo viscoso, dovute all’estrusione laterale (*squeezing-out*: Zaruba-Mencl, 1982), di argilliti verso i bordi delle valli intorno alla placca è evidenziata sia dai movimenti orizzontali all’interno di questa, sia dalla presenza di zone di rigonfiamento (*bulging*) al piede; una zona di rigonfiamento particolarmente evidente è presente al piede della scarpata del Monte Penna sul lato Nord della placca (Foto 19).

Uscendo dall’abitato di Chiusi della Verna, in prossimità dell’incrocio fra la strada per Pieve S. Stefano e quella che porta al Santuario, si ha una visione panoramica del versante est della placca de La Verna e dei rilievi circostanti. In questa zona affiora la parte sommitale della successione Epiligure. Verso sud, presso il Castello del Conte Orlando e lungo la strada all’altezza dell’“Oasi di San Francesco” è presente la *litofacies* sommitale della Formazione di S. Marino, costituita da calcareniti a laminazione piano parallela e incrociata. Al di sopra della strada, appare una successione, dello spessore di circa 30 m., costituita dalle *litofacies* conglomeratici-arenacea ed arenacea della formazione del Monte Fumaiolo, mentre al di sotto della strada affiora la *litofacies* sabbiosa (Molasse). La successione è caratterizzata da un assetto monoclinale che dà luogo ad una tipica morfologia ad *hogback*,

particolarmente evidente per gli intensi processi erosivi, che rilevano in modo suggestivo le interdigitazioni a *pinch-out* sottolineanti i caratteri di variazione laterale tra le differenti litologie della Formazione del Monte Fumaiolo (Foto 20).

Percorrendo la strada asfaltata che dall’abitato di Chiusi collega il Santuario, costruita in occasione del 700° anniversario (1926) della morte del Santo, per consentire la visita del Re d’Italia, S.M. Vittorio Emanuele III, è possibile osservare, dall’alto verso il basso la successione stratigrafica delle Epiliguridi.

All’ingresso del santuario è presente un affioramento tipo (geotopo) dello spessore di circa 7 m. di calcareniti bioclastiche della Formazione di San Marino, da medie a grossolane, a stratificazione incrociata a basso angolo, gli strati hanno uno spessore massimo di 15 cm. con inclinazione di 25°. Sono presenti canali di bioturbazione dal diametro massimo di 1 cm. inclinati di 30-40°.

Il Santuario de La Verna è stato costruito in più riprese, a partire dal 1216, sul margine occidentale del Monte, in corrispondenza della scarpata detta Precipizio. In questo settore la placca è smembrata in una serie di blocchi prismatici colonnari, ribassati progressivamente verso sud ovest da una serie di faglie dirette. Il sistema di blocchi ha in seguito subito un processo di espansione laterale che ha portato all’apertura dei giunti subverticali.

A causa di questa particolare condizione dell’ammasso roccioso su cui è fondato il Santuario, gli edifici sono soggetti a fenomeni di marcato dissesto, evidenziati da lesioni attualmente sotto controllo, anche con importanti interventi di consolidamento. L’area del complesso monumentale del Santuario è caratterizzata dalla presenza di sistemi di trincee, disposte in modo da formare un abbozzo di “labirinto”. Tali trincee, talvolta erroneamente interpretate come fenomeni carsici, corrispondono a sistemi di giunti allargati di alcuni metri, riempiti da blocchi e detrito con assetto caotico e da materiale di riporto, messo in posto dai frati per facilitare l’accesso ad alcuni luoghi di interesse spirituale.

Una di queste trincee, nota come Sasso Spicco, è posta nel settore più esterno e più ampio del sistema, a ridosso della scarpata del “Precipizio”. Essa corrisponde ad un sistema di giunti subverticali con apertura di oltre 10 metri. Si tratta di uno dei siti di maggior interesse per i visitatori del Santuario in quanto corrisponde ad uno dei luoghi di preghiera di san Francesco. Sulle pareti di questa profonda spaccatura affiora la porzione superiore della *litofacies* massiva della Formazione di S. Marino. Il Sasso Spicco è un blocco prismatico aggettante di diverse decine di metri cubi di volume, individuato da due famiglie di giunti subverticali e da piani di stratificazione, poco accentuati, a bassa inclinazione. A San Francesco, qui ritirato in preghiera, fu rivelato che le spaccature nella roccia e l’ammasso di blocchi si erano originate in seguito al terremoto verificatosi dopo

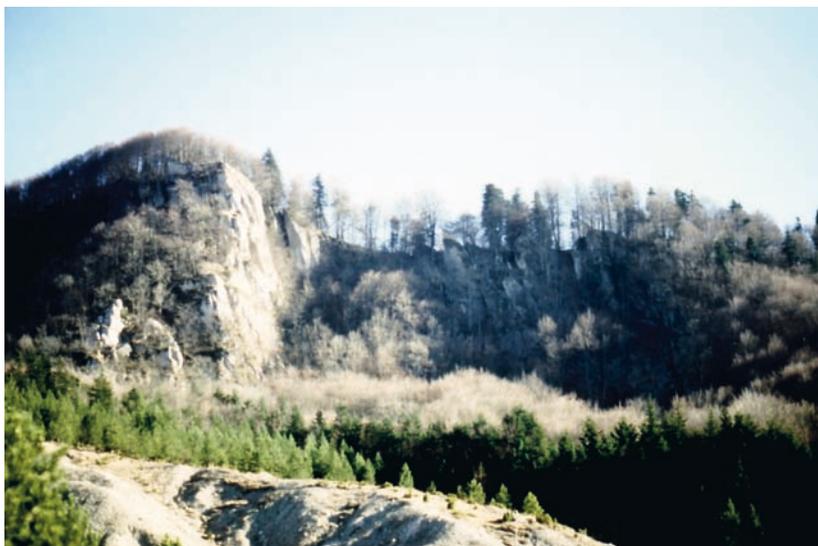


Foto 19. Il crinale del Monte Penna. È visibile la scarpata rocciosa, corrispondente ad una frattura di separazione dei blocchi a sinistra, con un netto ribassamento al centro e a destra; in primo piano le argille soggette a rigonfiamenti ed a conseguenti fenomeni erosivi.

la Crocifissione di Gesù Cristo. Subito dietro il Sasso Spicco la trincea cambia bruscamente direzione, seguendo il sistema di giunti con andamento nord-sud: questo settore è più stretto, con ampiezza dell'ordine di 2 metri ed è delimitato da pareti verticali (Foto 21).

Il masso incastrato visibile fra le pareti della trincea si è messo in posto in tempi storici: gli Annali del Santuario consentono di datare al 12 gennaio 1866 il movimento, confermando la recente attività della trincea. Il successivo sviluppo di questa può essere seguito risalendo, dal sasso Spicco, verso il Piazzale del Quadrante (il piazzale principale di fronte alla Chiesa Maggiore), e percorrendo quindi il corridoio delle Stimate. All'esterno del corridoio un tabernacolo ricorda il miracolo dell'apparizione di una sorgente ai piedi di un faggio, adesso non più esistente, che si trovava proprio in corrispondenza della trincea (Foto 22).

È suggestiva l'idea che il fatto sia collegato all'attività della trincea, durante la permanenza del Santo. Circa a metà del corridoio si accede al Letto di S. Francesco (Foto 23); in questo settore la trincea, sempre orientata in senso nord-sud, si allarga notevolmente e presenta all'interno un'impressionante ammasso di blocchi basculati in diverse direzioni o completamente distaccati.

Percorrendo l'antico sentiero che scende verso il sottostante antico insediamento della Beccia, si può ammirare lo scenario delle pareti del Precipizio, con la presenza di blocchi di calcarenite scolpiti in forme singolari da fenomeni di dissoluzione. Particolarmente interessante è l'ascensione dal Santuario verso il Monte Penna: oltre a poter fruire dell'imponente panorama dell'Appennino settentrio-

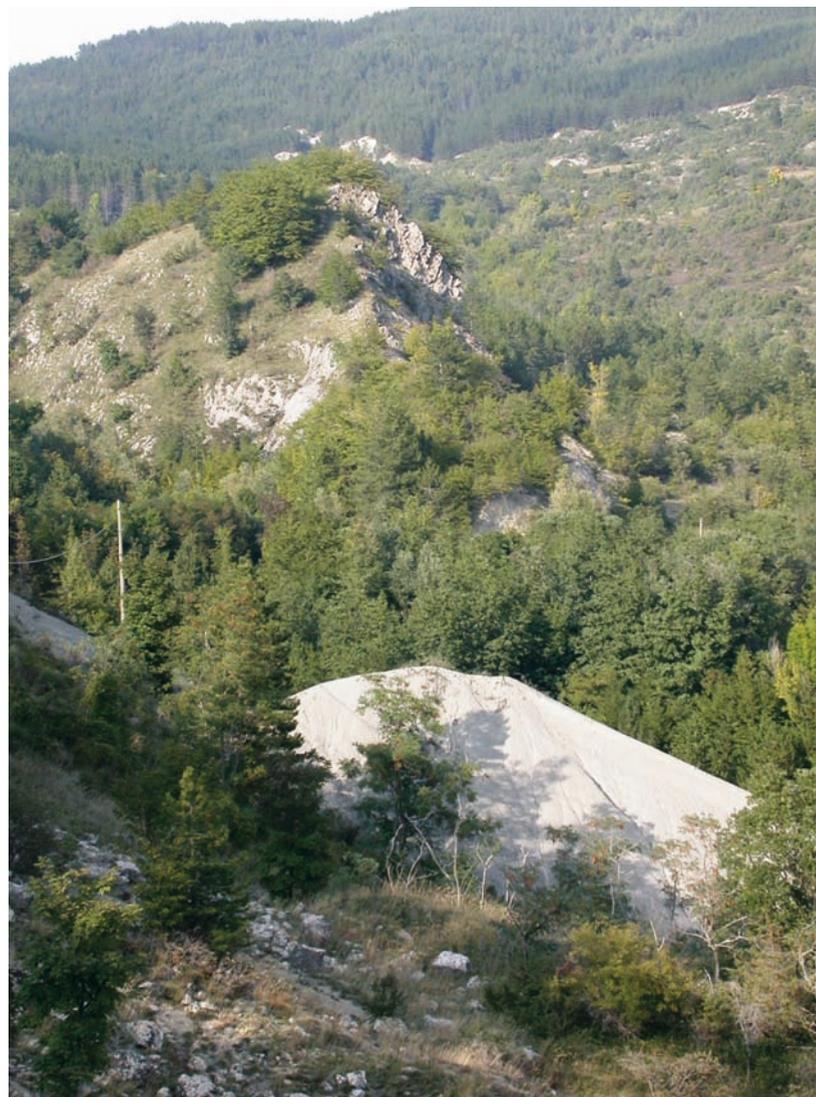


Foto 20. Un'amena forma residua delle molasse.

nale Umbro-marchigiano e Romagnolo, dal Monte Falterona, al Fumaiolo, al Sasso di Simone, etc., è possibile visionare dall'alto i fenomeni franosi ai bordi della placca de La Verna, dove al margine della scarpata si hanno blocchi colonnari di dimensioni considerevoli, completamente distaccati dal resto dell'ammasso roccioso, che sono soggetti a fenomeni di ribaltamento.

Ai piedi della scarpata principale del Monte Penna vi è un imponente e spettacolare "campo di blocchi" (*block-field*), noto come Calcio del Diavolo, costituito da un'impressionante ammasso di blocchi calcarenitici di ogni dimensione, crollati dalla parete o scalzati al piede di questa (Foto 24).

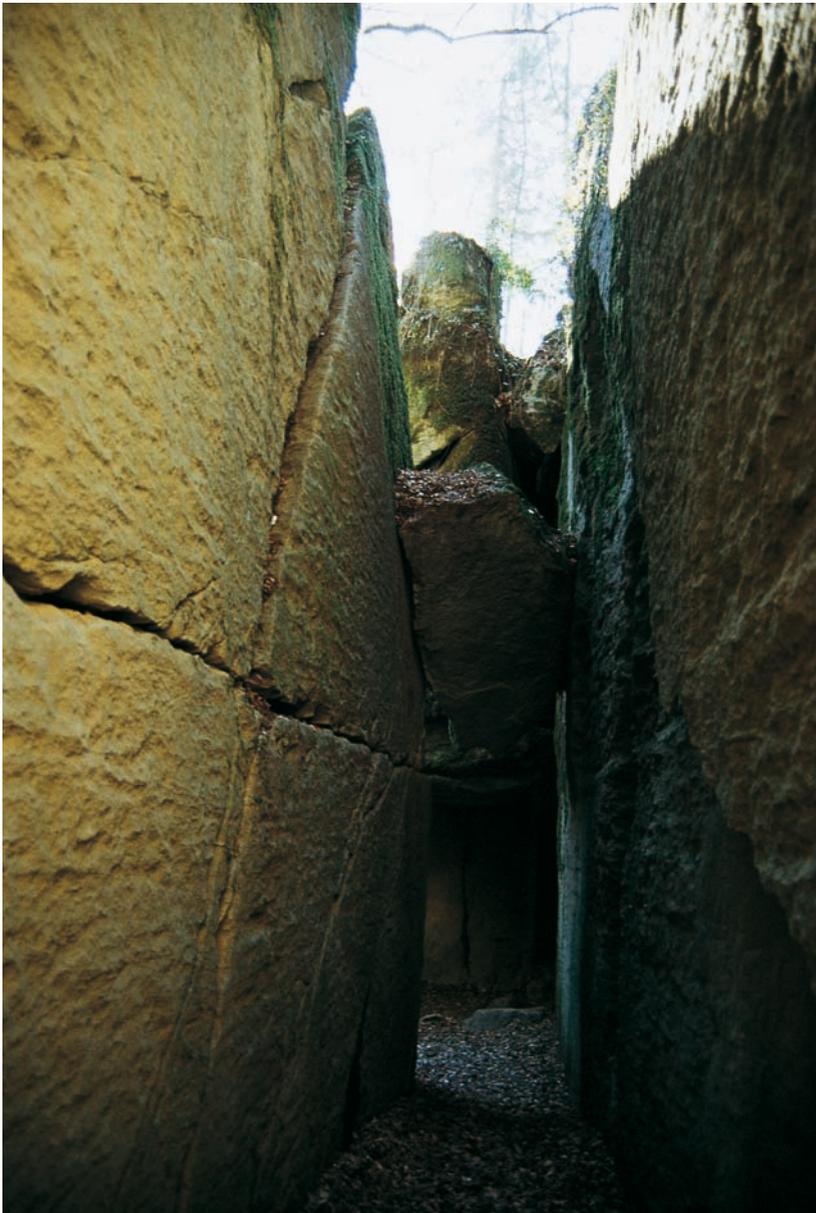


Foto 21. Le nette pareti della trincea, con la presenza di fessure di tensione anche recenti nella formazione calcarenitica di San Marino.

SASSO DI SIMONE E MONTE SIMONCELLO

L'area del Sasso di Simone e del Monte Simoncello (Foto 25-28, Fig. 5) ha avuto una notevole importanza fino al XIV secolo, prima da un punto di vista religioso e poi strategico e militare; questo rende la storia del Sasso di Simone alquanto interessante³. Un'accurata rassegna storica e storiografica dell'area del Sasso si trova in Allegretti (1988, 1992) da cui questa sintesi di notizie è liberamente tratta. Sulla sommità del Sasso sono stati ritrovati i resti di insediamenti umani di epoca



Foto 22. Immagine dell'evento della sorgente del faggio, posta in coincidenza della trincea di origine gravitativa.

pre-romana e forse, addirittura, preistorici. Il luogo era stato scelto probabilmente sia per la sua forma singolare che per la sua posizione dominante su tutta l'area circostante. Intorno al 1000 d.C., in un periodo di forte espansione economica e demografica nell'area, sul Sasso di Simone è documentata la presenza di una Abbazia benedettina, che ubicata ad una quota di circa 1200 m.s.l.m. costituisce uno degli edifici religiosi a quota più alta in Europa (Allegretti, 1988; Lombardi, 1992). La sua esistenza durò oltre quattro secoli. La fondazione risaliva con ogni



Foto 23. Porzione finale della trincea, sulla destra si apre l'accesso alla grotta di San Francesco.

probabilità ai decenni successivi all'anno Mille, al tempo delle lotte intestine alla Chiesa per la presenza degli antipapi. Indubbiamente dal 900 al 1300 furono costruiti anche molti castelli fin sopra i mille metri, per cui è chiaro che ci fu un lungo periodo di ottimo clima: inverni miti ed estati temperate. Si spiega così come alla base del Sasso si stendono ancora ampie praterie che mostrano i segni del dissodamento e del loro utilizzo per le semine: anche qui il motto benedettino "ora et labora" era rispettato. La morfologia di tavolato roccioso, ben difeso dalle balze che lo delimitano, la sua visibilità da ampi tratti della viabilità

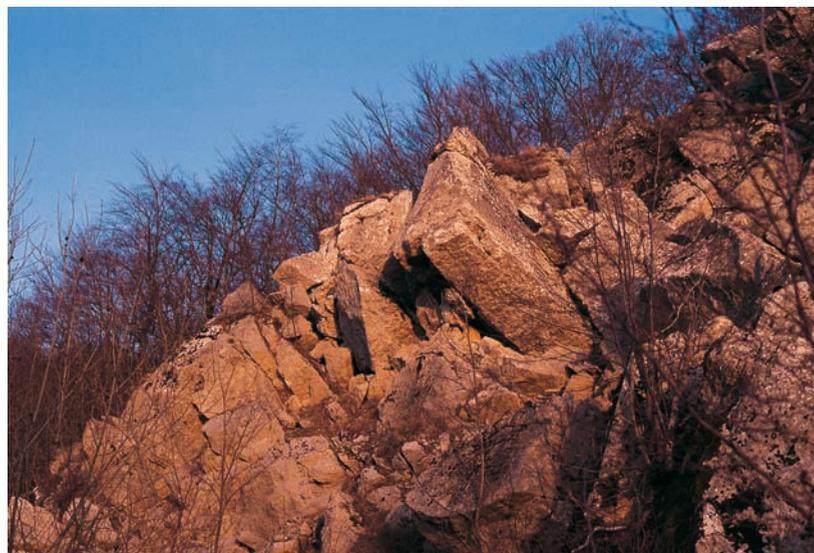


Foto 24. Accumulo di frana di crollo e ribaltamento recente da una parete del Monte Penna, legata anche alla deformazione di un "blocco" dovuto alla lenta evoluzione dell'espansione laterale.

dalla Val Tiberina alla Romagna, ne fecero un importante sito di ricovero e di sosta. L'abbazia iniziò la sua decadenza con lo sviluppo dei traffici e delle attività commerciali nei centri di fondovalle fra il 1200 ed il 1300, che portò ad un primo spopolamento della campagna e poi alla grande crisi demografica del XIV secolo. Inoltre si ebbe un certo sensibile cambiamento delle condizioni climatiche. I monaci già nel 1279 dovettero costruire non lontano dal Monte Simone una casa abbaziale ad una quota di 658 m.s.l.m. Nei secoli XV e XVI il Sasso di Simone riacquistò una certa importanza per la sua caratteristica posizione: i Malatesta di Cesena, signori di Sestino, vi costruirono una fortezza nel 1470 per contrastare i Montefeltro e gli altri signori della zona (Conti, 1985; Allegretti, 1988). Nel 1462, infatti il papa Pio II soppresse l'abbazia del sasso e l'aggiogò a quella vicina di Santa Maria del Mutino, ora Monastero di Piandimeleto (nel Montefeltro nel comune omonimo all'inizio della provincia di Pesaro-Urbino).

Ma ancora nel 1490 (Lombardi, 1992) era in piedi la piccola chiesa di San Michele Arcangelo, forse abbandonata, forse in rovina, ma esiste documentazione di importanti fiere nelle domeniche di giugno che attraevano sul monte le popolazioni circostanti.

Successivamente il dominio dell'area passò dai Malatesta alla repubblica Fiorentina ed in seguito alla famiglia dei Medici. Nel 1566 Cosimo I de' Medici, Granduca di Toscana, ordinò la costruzione di una città fortezza sul Sasso di Simone che, oltre a costituire un efficace caposaldo militare, garantisse anche un controllo amministrativo e formasse un nucleo accentratore sui possedimenti del Granducato. Per la costruzione di questa utopistica cittadella fortificata furono

utilizzate molte pietre della disestata abbazia, della quale erano già stati prelevati i manufatti lapidei più pregevoli per l'abbellimento di manufatti architettonici della zona, come per la loggetta di una casa cinquecentesca nel sottostante villaggio di Ca' Barboni.

Il progetto fu realizzato quasi completamente e comprendeva, all'interno delle opere difensive, un palazzo per gli uffici di governo, una settantina di case di abitazione e, alla base del Sasso, un mercato coperto. Nel 1573 venne inviata la prima guarnigione militare e, l'anno seguente, il Podestà di Sestino fu invitato a trasferirsi sul Sasso.

Il progetto della città-fortezza fallì dopo qualche decina di anni: la fortezza venne disarmata nel 1673 e nel 1679 la città venne dichiarata disabitata. La spiegazione di questo fallimento è da ricercarsi nelle proibitive condizioni climatiche e nelle calamità naturali che riabbatterono alla fine del XVI secolo nella zona, fra le quali la carestia del 1590, che determinarono una profonda crisi demografica ed economica.

Una correlazione fra le oscillazioni climatiche in epoca storica e le fasi di popolamento del Sasso di Simone e di altre zone montuose al confine fra Toscana e Marche è stata condotta da Reggiani (1992): la costruzione della Abbazia medievale sarebbe coincisa con un periodo climatico favorevole fra il 750 ed il 1150, mentre il suo abbandono sarebbe da collegare con il progressivo deterioramento climatico culminato con la "piccola glaciazione" del XII-XIV secolo.

Di nuovo, in un contesto climatico favorevole nel Rinascimento fu progettata e costruita la città-fortezza medicea, in seguito abbandonata con il sopravve-

nire della "piccola età glaciale" dell'inizio del XVI sec. È chiaro come anche leggeri deterioramenti climatici, con diminuzione della temperatura ed aumento delle precipitazioni in particolare nevose, si ripercuotessero sensibilmente sullo sviluppo di zone, come quella del Sasso Simone, ubicate ad una quota di 1200 m.s.l.m.

L'area di paesaggio geologico in esame è quella dell'Alta Val Marecchia, proprio sul confine tra Toscana e le Marche, sulla destra idrografica del fiume Marecchia, all'interno dei territori comunali di Sestino, Carpegna, Pennabilli, Frontino e Pian di meletto. Qui una coppia di rilievi tabulari calcarei, il monte Simoncello (1221 m) e, 300 metri più ad oriente, il Sasso di Simone (1205 m), chiamati popolarmente i "Sassi", si elevano isolati sul circostante desolato panorama dei terreni liguri prevalentemente argillitico-marnosi (Foto 26).

Queste due placche, appartenenti alle Successioni Epiliguri, sono state meno studiate rispetto ad altre più note della "Colata della Val Marecchia", quali S. Marino, S. Leo e Pennabilli (Conti-Tosatti, 1991), ma rivestono, oltre ad un notevole interesse paesaggistico-storico, per cui il paesaggio dei sassi è sicuramente il più spettacolare paesaggio di espansione laterale di tutto l'appennino settentrionale, anche per quanto concerne l'interesse scientifico per lo studio dei movimenti gravitativi.

Le due placche probabilmente costituivano un solo massiccio (come in parte lo è il rilievo della Verna, o per la Pietra di Bismantova nell'appennino reggiano-parmense), e come testimoniato da un potente accumulo di blocchi di calcare della Formazione di S. Marino lungo la cresta fra loro interposta. I sassi hanno



Foto 25. Panorama dei "Sassi" da Allegretti (1992).

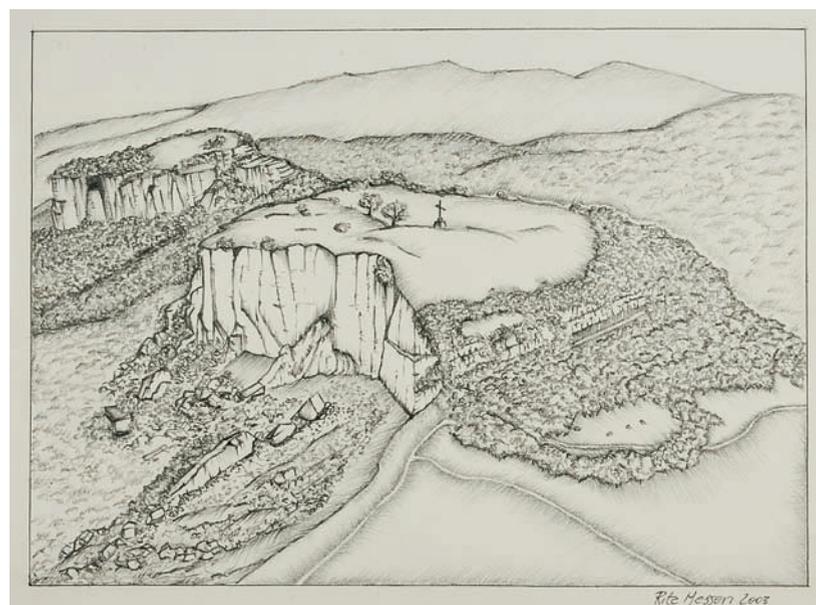


Fig. 5. Interpretazione grafica del paesaggio e dei dissesti dei "Sassi".



Foto 26. Le rocce, i dirupi, della placca ormai quasi completamente “spaccata” di Monte Simoncello.

una superficie rispettivamente di 0,05 km² e 0,1 km². I margini delle placche sono delimitati da scarpate subverticali, alte fino a 80 metri. La vegetazione sulle placche è formata per la maggior parte da prato e solo nelle zone particolarmente fratturate, dove è stato possibile lo sviluppo di un sufficiente orizzonte di suolo, è presente vegetazione d’alto fusto costituita da carpini, noccioli e qualche cerro. I terreni argillosi affioranti intorno ai margini delle placche presentano una morfologia aspra, spoglia di vegetazione, spesso di tipo calanchivo sul versante toscano; il versante Nord, quello marchigiano, è invece ricco di vegetazione d’alto fusto composta prevalentemente da faggi. Più lontano dalle placche, dove

affiora la successione Umbro-Marchigiana-Romagnola il soprassuolo è costituito da boschi di cerro e seminativo.

I sassi pertanto rappresentano un tipico esempio di fenomeni di instabilità che interessano ammassi rocciosi fratturati in seguito al contrasto di competenza con il substrato argillitico. La scarpata al margine sud del Monte Simoncello e quella a sud del Sasso di Simone sono particolarmente attive e presentano fenomeni di ribaltamento e crollo.

Intorno ai Sassi le argilliti sono coperte da una potente coltre di detrito composta esclusivamente da blocchi di calcari appartenenti alla Formazione di



Foto 27. Il paesaggio "arido", quasi extrazonale rispetto al clima temperato mediterraneo, delle argilliti erose dei pendii circostanti e sottostanti, dal punto di vista stratigrafico, le placche rocciose calcaree dei Sassi. Si possono notare le differenti colorazioni dei livelli argillosi, talora arrossati, che conferiscono ancor di più al paesaggio le caratteristiche di un ambiente desertico.

San Marino con granulometria estremamente eterogenea, da sabbia a blocchi anche di qualche migliaia di metri cubi. Il detrito ed i blocchi crollati vengono poi coinvolti in grandi fenomeni di colamento nelle argilliti ai piedi delle placche. In particolare dai margini delle placche partono, con direzione radiale rispetto ad esse, tre maggiori colate, costituite da argilliti dell'olistostroma e delle argilliti varicolori che trasportano passivamente blocchi di roccia, provenienti dai "Sassi".

L'estensione delle colate è dell'ordine di chilometri e la loro potenza, nelle zone di accumulo, è di alcune decine di metri. I blocchi di roccia si trovano anche nel-

le zone di accumulo evidenziando un trasporto a distanze di alcuni chilometri dalle placche. Il dislivello percorso da ogni colata è compreso fra i 200 e i 300 m. Al piede le colate sono smantellate dai torrenti che, in tutta la zona, sono in forte erosione. Tutte le colate sono limitate ai bordi da fossi in attiva erosione che al piede di ogni frana confluiscono in un unico corso d'acqua. Le frane, oggi stabilizzate, sono antiche, risalenti probabilmente al Pleistocene superiore; si notano tuttavia frequenti riattivazioni limitate alla parte alta delle colate sul versante toscano; particolarmente evidente è la colata attiva ai piedi della parete sud del Sasso di Simone (Foto 28).



Foto 28. Particolare del paesaggio delle argille e delle frane di colamento sottostanti Sasso Simone.

Sono inoltre presenti sia numerose piccole frane, che possono essere classificate come scivolamenti rotazionali, che movimenti superficiali tipo soliflusso che interessano le argilliti del complesso di base della Formazione di Monte Morello. Nella zona calanchiva inoltre, durante gli eventi meteorici, si verificano spesso colate traslazionali di fango (*mudslides*) che poi evolvono in colate rapide di fango; esse si muovono scivolando velocemente lungo la superficie ben definita degli impluvi modellando questi ultimi a forma di U con superfici striate.

Per quanto riguarda la morfologia dei “Sassi”, tutte le forme (scarpate e trincee), seguono abbastanza fedelmente le direzioni delle discontinuità tettoniche; que-

sto è da mettere in relazione con il prioritario ruolo che la fratturazione assume sul modellamento morfologico.

Il Monte Simoncello è attraversato da una faglia con direzione est-ovest subverticale; essa divide la placca in due parti ed ha un rigetto di circa 15 m. a est e che si riduce a circa 1 m. verso ovest. Il blocco sud, quello ribassato, è attraversato da fratture aperte e dislocate, con spaziatura dell'ordine del metro, ed è soggetto a fenomeni di ribaltamento. La superficie tabulare del Sasso di Simone è solcata da evidenti fratture (alcune beanti allargate fino a 2 m.), da piccole valleciole rettilinee che sono dovute al riempimento di altre fratture e da depressioni allungate più marcate (trincee). In passato queste depressioni erano state interpretate come doline, quindi impu-



Foto 29. Suggestivo paesaggio delle argilliti alla base dei versanti incisi dai processi erosivi nelle forme pseudocalanchive.

tate a fenomeni di dissoluzione dei carbonati; il rilevamento strutturale mostra inequivocabilmente come esse siano connesse a fenomeni di apertura o riattivazione per taglio delle discontinuità preesistenti, che danno luogo a fratture beanti e piccoli *graben*.

L'analisi dei piani di frattura presenti in ciascuna placca indicano la presenza di due famiglie principali fra loro grossomodo perpendicolari. L'aspetto interessante è che, sebbene le placche risultino con orientazione sensibilmente diversa, se si riportano all'orizzontale le misure del Monte Simoncello, i due rilievi, con una rotazione reciproca di 54° , si ottiene una buona sovrapposizione dei sistemi di frattura. Da ciò la conferma che le due plac-

che fossero unite in un'unica struttura tabulare, orizzontale e che successivamente si siano separate. Il Monte Simoncello si sarebbe spostato dal Sasso Simone e subendo una rotazione di circa 54° ed un basculamento verso sud di circa 15° .

I pendii sottostanti le placche sono costituiti dalle argille varicolori alle quali si sovrappone con un contatto netto e discordante l'olistostroma.

Le Argilliti varicolori della Val Marecchia ("complesso caotico") affiorano estesamente nell'area presentando le migliori esposizioni nella zona calanchiva intorno ai sassi: si tratta di un'unità che spesso presenta un assetto caotico o molto tettonizzato legato in gran parte alla messa in posto delle liguridi sulle Succes-

sioni Umbro-Marchigiano-Romagnole durante il miocene superiore-pliocene inferiore. Lo scompaginamento è tale che risulta in genere difficile ricostruire l'originario ordine stratigrafico fra le diverse litologie. Da un punto di vista litologico prevalgono nettamente le argilliti varicolori (generalmente grigio-verdastre, rossastro-violacee e più raramente nere), più o meno marnose, sempre pervase da fitti piani di fissilità che conferiscono loro la tipica frattura scheggiata-scaagliosa e, talvolta, aciculare.

L'olistostroma è ben esposto sui versanti meridionali del Sasso di Simone e del Monte Simoncello al di sopra delle argilliti varicolori. Questa unità presenta una giacitura caotica e uno spessore massimo di circa 150 m. Essa è costituita da una massa argillitica caotica di colore grigio e grigio-scuro, fissile con tipica frattura scagliosa, che include un pezzame di strati calcarei-calcarenitici e calcareo-marnosi di dimensioni variabili da centimetriche a metriche.

Sulle creste dei rilievi nelle argilliti sono stati accumulati ammassi di calcari manganiferi neri come conseguenza dello sfruttamento minerario, durante la II Guerra Mondiale; in quegli anni la società Breda costruì a Novafeltria persino un impianto per l'estrazione del manganese.

Il complesso argillitico è soggetto ad intensi processi erosivi lineari che danno luogo a reticoli a forma di penna (pennati) ad elevata intensità di drenaggio. Verso l'alto si passa a forme nettamente calanchive. Laddove affiorano i livelli marnosi, più compatti, sono presenti forme rilevate, talvolta con una particolare forma conica. Sono estremamente diffusi fenomeni franosi superficiali del tipo scivolamento-colamento di fango, che si verificano sui bordi degli impluvi e controllano l'evoluzione del reticolo. Anche dove sono presenti le forme calanchive sembra che la loro evoluzione sia controllata da movimenti di massa, piuttosto che dall'erosione s.s. (Foto 29).

Se si osservano durante un anno i processi che occorrono nelle vallecicole si può ricostruire la seguente evoluzione: a) le pareti ed il fondo di ogni vallecicola vengono dapprima coinvolti in scivolamenti di fango con superfici di taglio laterale molto nette; b) il corpo di tali scivolamenti subisce quindi processi di rammolimento e, in concomitanza con eventi piovosi, vi è un aumento del contenuto d'acqua che riduce la consistenza del materiale fino a formare una massa fluida, coinvolta in colate rapide di fango.

Lungo le porzioni più elevate delle dorsali argillose, prima di raggiungere i rilievi delle placche, si notano, nell'ampio e suggestivo panorama degli affioramenti argillosi, contatti netti e discordanti fra le argilliti ed il sovrastante olistostroma, sottolineati da un brusco cambiamento cromatico. L'olistostroma si presenta come una massa argillitica grigia a giacitura caotica inglobante un pezzame eterometrico (di differente dimensione e spessore) di strati calcareo-marnosi. Si può

notare una netta differenza nella pendenza dei versanti fra le valli impostate nell'olistostroma e nelle argilliti varicolori: le prime, infatti, mantengono versanti più ripidi in virtù delle migliori caratteristiche di resistenza.

I sentieri che portano ai Sassi, in particolare quello che raggiunge il Sasso di Simone, attraversano dei fenomeni di colata. Una colata particolarmente spettacolare, e di notevole interesse, anche scientifico, per la comprensione dei meccanismi che regolano tali movimenti, parte dalla base della parete Sud del Sasso di Simone in direzione Sestino. L'analisi morfologica ha messo in evidenza che il settore attivo della colata del Sasso di Simone è in realtà costituito dalla sovrapposizione di almeno quattro eventi, l'ultimo dei quali inizia ai piedi del settore della scarpata in cui si è verificato l'ultimo grande distacco di blocchi. Questo conferma lo stretto rapporto esistente fra i crolli e ribaltamenti di blocchi e riprese del movimento.

Il corpo della colata è formato da una serie di creste e vallecicole, in particolare sono ben netti argini laterali su cui, in alcuni punti, sono riconoscibili delle strie.

Tutte le pareti circostanti i sassi evidenziano interessanti geometrie segnate da sistemi di frattura, soprattutto sub-verticali, con fenomeni di ribaltamento e crolli, talora con blocchi "spaventosamente" aggettanti. Di grande interesse è il percorso lungo la strada a tratti ben lastricata costruita da Cosimo I de' Medici che raggiunge la spianata sommitale del Sasso di Simone dove un tempo vi era l'accesso alla città fortezza. Sulla superficie tabulare del Sasso sono ben evidenti le tracce delle fratture beanti e delle trincee, impostate su piccole graben. Queste depressioni, in passato interpretate come fenomeni carsici, si sono probabilmente originate a causa degli sforzi di trazione indotti nella placca dal contrasto di competenza con il substrato argillitico in seguito all'incisione valliva; gli sforzi di trazione avrebbero determinato l'apertura e la riattivazione per taglio delle discontinuità tettoniche preesistenti.

CASTELL'AZZARA

Il territorio di Castell'Azzara corrisponde al gruppo montuoso più importante posto a sud dell'Amiata ed il sistema dell'altopiano del tufo che si raccorda nel vicino Lazio e nella caldera di Latera, responsabile di tutti i sedimenti vulcanici ove sorgono i vicini centri di Pitigliano, Sorano e Sovana (Foto 30).

Si ha pertanto un notevole contrasto geomorfologico tra il "mare" tufaceo ed il paesaggio più aspro di questi ultimi rilievi di terra toscana. Il gruppo montuoso è formato da una dorsale principale ad andamento appenninico (nord ovest-sud est, nord-sud), con alcune diramazioni ad andamento est-ovest. I crinali principali corrispondono anche allo spartiacque tra il bacino del fiume Fiora e quello del fiume Paglia. Le cime raggiungono la quota di 1107 m.s.l.m. nel



Foto 30. Il paesaggio circostante Castell’Azzara dal Monte Civitella, in primo piano il Monte Poggio della Vecchia, e sullo sfondo il Monte Amiata.

Monte Civitella, 1086 m. nei Monti Nebbiaio e Penna; altitudini sui 1000 m.s.l.m. su numerose altre cime che emergono appena da una conformazione di ampio ripiano sommitale. La struttura della Falda Toscana affiorante nell’area di Castell’Azzara (Monte Civitella) rappresenta un motivo anticlinale a direzione appenninica. Questo motivo è limitato ad occidente da un allineamento di faglie normali anch’esse ad andamento appenninico, che mettono a contatto le Liguri con i termini della falda Toscana, interpretabili come faglie normali a basso angolo, legate a fenomeni estensionali tardivi (Decandia *et al.*, 1993). Sono presenti infine degli importanti sistemi di faglie subverticali con direzione sud ovest-nord est, che dislocano l’edificio tettonico sopra descritto; questi evidenzia-

no sia movimenti di tipo normale (con rilassamento del blocco sud est) che di scorrimento di tipo destro e sinistro. L’esito di detta situazione è evidente in modo particolare in un lineamento sud ovest-nord est corrispondente ad una faglia normale che borda la successione calcarenitica eocenica a sud di Monte Civitella, sulla cui superficie è ancora osservabile una breccia cementata di frizione che in tempi più recenti è stata soggetta ad un nuovo evento cataclastico. Al di sopra delle cataclasi poggiano brecce di versante stratificate, formatesi probabilmente in regime climatico periglaciale⁴.

L’ammasso roccioso costituito dalle Calcareniti di Dudda e Montegrossi è interessato da una intensa fratturazione, con giunti subverticali. La famiglia più rappre-



Foto 31. Il Monte Civitella, con gli affioramenti rocciosi fratturati ed aperti, che improvvisamente si espandono alla sommità del rilievo in contrasto con le pendici boscate.

sentata è quella con direzione sud ovest-nord est, parallela al principale sistema di faglie; gli altri giunti mostrano invece una certa dispersione nei valori di direzione, evidenziando movimenti relativi fra i blocchi in cui è scomposto l'ammasso. Inoltre le fratture presentano generalmente una considerevole apertura, con valori fino al metro, e per lunghezze anche considerevoli, fino a decine di metri.

Il blocco calcarenitico del Monte Civitella (Foto 31), è caratterizzato dalla presenza di trincee disposte sia parallelamente alla faglia che costituisce la scarpata sud est, sia subperpendicolari a questa. Esse si mostrano come avvallamenti dall'andamento rettilineo, che si intervallano ad alti costituiti dalle calcareniti.

Le trincee corrispondono in gran parte a piccole strutture tipo *graben*, che si sono probabilmente originate in seguito agli sforzi di trazione indotti dallo scarico tensionale laterale, determinato dall'erosione, e che si sono impostate in corrispondenza delle zone di maggior debolezza, rappresentate dalle fratture preesistenti. Spesso il fondo è completamente ricoperto da vegetazione ed anche le calcareniti sui fianchi affiorano in modo discontinuo. In altri casi invece il fondo è nudo, il che evidenzia l'attività anche recente di tali strutture. Molte depressioni sono comunque l'esito di complessi processi sia tettonici, talora gravitativi, come nel caso dei fenomeni di espansione laterale, e soprattutto di dissoluzione carsica, nei materiali più prevalentemente a composizione carbonatica (calcareniti fini,



Foto 32. La sommità di rocce frantumate, trincee, scarpate del Monte Civitella: cuore pulsante della dinamica del rilievo prodotta dal fenomeno di espansione laterale.

calcarei micritici), con alcune importanti ed interessanti doline. La circolazione idrica superficiale è sostanzialmente assente nelle porzioni sommitali calcaree, mentre si sviluppa notevolmente nei versanti sottostanti gli abitati, in particolare del capoluogo di Castell’Azzara, ma anche nella zona di Rocca Silvana, ove affiorano i terreni argillosi, soggetti fra l’altro ad una elevata instabilità, con forme di frana e calanchive. Al contatto fra i due litotipi ed al margine del rilievo si rilevano numerose sorgenti. Sono inoltre presenti numerose forme ipogee, con grotte, la più famosa posta sul fianco est del Monte Civitella, non lontano dall’abitato di Castell’Azzara, è quella denominata del “sassocolato”, di notevole importanza non solo per gli aspetti geomorfologici, ma soprattutto per quelli faunistici. Qui

è presente una notevole fauna cavernicola, con una ricchissima varietà di specie, in particolare costituita da chiroterri.

A tal proposito si ricorda che proprio a Castell’Azzara si è tenuto il primo convegno italiano sui chiroterri nel 1998.

Sui bordi della placca calcarenitica, a causa dell’apertura dei margini delle fratture, avvengono frane per ribaltamento di blocchi o per ribaltamento di flessura. Ribaltamenti particolarmente attivi si riscontrano sul versante est del Monte Civitella, a monte dell’abitato di Castell’Azzara e su tutto il versante sud est, in corrispondenza della faglia ovest sud est-est nord est. I fenomeni di ribaltamento evolvono generalmente in crolli; i blocchi caduti, per fenomeni di rimbalzo e

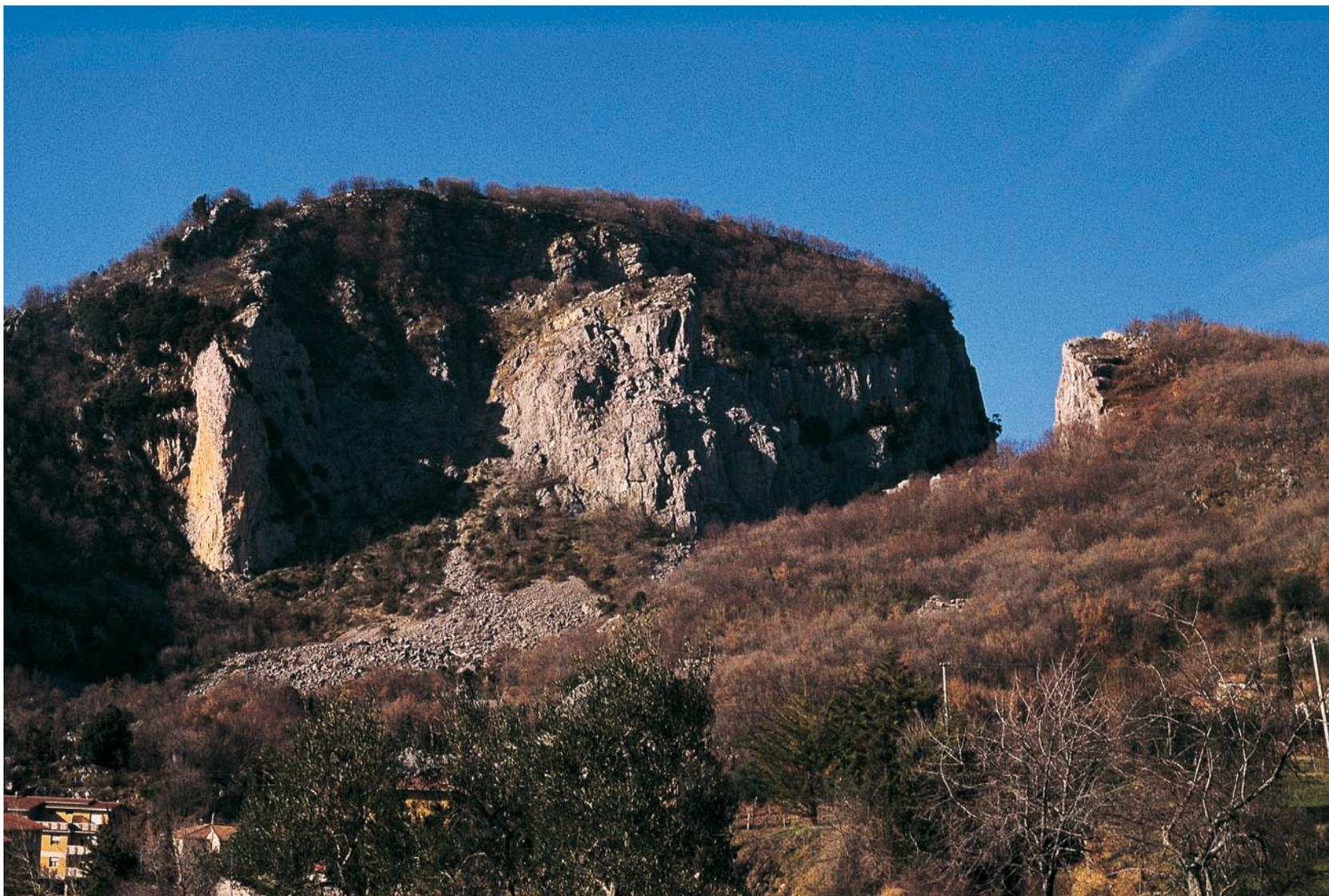


Foto 33. Il canyon che attraversa la dorsale del Monte Labbro fino a Roccalbegna. Dalle pareti sono attive frane di crollo e di ribaltamento. Singolare è pertanto questa improvvisa apertura in un rilievo con versanti e morfologie non particolarmente aspre, a testimonianza della particolarità di questo paesaggio geologico dovuto ai grandi fenomeni gravitativi delle espansioni laterali di versante.

rotolamento possono coprire considerevoli distanze, dell'ordine delle centinaia di metri, ed originare estese coperture detritiche.

Al centro della foto 31 è anche visibile un fronte di cava (di colorazione leggermente "arrossata"), alla base della pendice meridionale del Monte Civitella, posto all'interno di una falda detritica stratificata. La falda è costituita da una breccia cementata ad elementi calcarenitici sia allungati che equidimensionali angolari a spigoli vivi. I clasti appiattati mostrano una certa embricazione subparallela alla stratificazione. I livelli più cementati sono composti da clasti grossolani (da qualche millimetro a decine di centimetri, con taluni blocchi inglobati) a contatto fra loro con scarsa matrice sabbioso-limosa o con matrice

del tutto assente. Tali livelli sono alternati ad orizzonti con clasti millimetrici e centimetrici, immersi in una matrice sabbioso limosa giallo-ocracea.

Nelle bancate calcarenitiche che costituiscono il Monte Civitella, si ritrovano numerose strutture ed evidenze geomorfologiche legate a processi di tipo gravitativo, che si sono impostate sul preesistente sistema di discontinuità tettoniche. La particolarità della zona è quella di presentare trincee di grandi dimensioni e probabilmente di differente età. Lo spettacolo che si ha scendendo dal crinale o uscendo dal sottostante bosco è grandioso, si apre improvvisamente anche la visuale sul circostante panorama che va dall'Amiata al mare ed agli altopiani e rilievi vulcanici e laghi del vicino Lazio. Nei tratti sommitali salendo



Foto 34. L'abitato di Roccalbegna con al centro il Sasso, con la rocca sommitale. Tale grande pinnacolo roccioso rappresenta il residuo di un blocco ciclopico staccatosi dalle scarpate soprastanti e scivolato sulle sottostanti unità di complessi duttili.

verso la vetta, infatti, si notano forme più evolute rappresentate da avvallamenti rettilinei, ormai quasi del tutto coperti da vegetazione, che sembrano essere poco attivi, alcune anche con limitati processi di dissoluzione. La dimensione di tali strutture è notevole, avendo larghezza di circa 50-70 m. e lunghezza di centinaia di metri. Sulla vetta del monte invece le trincee sono estremamente evidenti e sono rappresentate da "labirinti" con margini rettilinei netti all'interno delle calcareniti (Foto 32).

Il fondo delle trincee è riempito da blocchi franati e la vegetazione è praticamente assente. La modesta apertura e soprattutto l'assenza di vegetazione unita all'estrema verticalità delle pareti, indicano come la formazione

di tali strutture sia molto recente. Le dimensioni di tali strutture più attive risultano minori di quelle osservate nelle trincee a quota più bassa: la larghezza non supera in genere i 20-25 m. e la lunghezza si aggira sui 50-70 m.

Alla base dei pendii sud occidentali del complesso montuoso di Castell'Azzara, a sud dell'abitato di Selvena, si trova su un dirupo roccioso, la Rocca Silvana (vedi Capitolo 6).

Si tratta di un importante rudere di un grande edificio, che fu assediato da Federico II, in un contesto geomorfologico suggestivo connesso alla situazione dei rilievi e del geoambiente, paesaggio geologico di Castell'Azzara. Si tratta



Foto 35. Detriti stratificati, esempio nei versanti della Val di Lima, coinvolti da fenomeno franoso (presso Monte Prato Fiorito).

di un esempio di paesaggio geologico e di bene culturale storico monumentale, nel contesto dell'area mineraria di Morrona e della ricchezza archeologico-industriale che segna questo territorio a sud dell'Amiata. Territorio in generale poco conosciuto, ma che offre un sistema di valori di parco naturale e storico-culturale.

ROCCALBEGNA E MONTE LABBRO

A Sud ovest del Monte Amiata, separato da una esiguo sistema di selle, tra Arcidosso e Santa Fiora, non lontano dal gruppo dei rilievi di Castell'Azzara, si svi-

luppa un altro gruppo montuoso. Il monte Labbro è la cima più elevata di questo complesso (1192 m.) che risulta smembrato in blocchi e che si estende oltre l'abitato di Roccalbegna (522 m.), costituito dalle Calcareniti di Montegrossi e dalle Calcareniti di Dudda poggianti, talvolta con contatto tettonico, sulle Marne del Sugame e le Argilliti di Brolio.

Sulla sommità del Monte Labbro sorge la cosiddetta Torre Davidica costruita alla fine del 1800 dai seguaci della setta religiosa giurisdavidica. Tale religione, che tutt'oggi conta alcuni seguaci nell'area amiatina, fu fondata da David Lazzaretti, barrocchio, nativo di Arcidosso nel 1834, noto come il "profeta dell'Amiata", in aperto contrasto con la Chiesa cattolica Romana. Il movimento politico religio-

so, a sfondo millenaristico, animato da confuse istanze sociali su base comunitarie, portò anche alla costituzione di una repubblica giurisdavidica, dichiaratasi indipendente. David Lazzaretti fu ucciso ad Arcidosso nell'agosto 1878 dalle forze dell'ordine durante una manifestazione pacifica dei seguaci della sua religione. Nell'area di Roccalbegna le direttrici tettoniche principali sono allineate circa nord-sud, parallelamente all'alto corso del fiume Albegna. Fra queste si segnala, anche per gli effetti sulla morfologia e sul paesaggio, il contatto per faglia tra le Liguridi con le calcareniti di Montegrossi a Roccalbegna, mentre più a Nord si ha un ribassamento del blocco di monte Farleto, rispetto alla parte occidentale del Monte Labbro (1193 m.), di circa 100 m. Un altro elemento sempre con direzione nord-sud è quello che separa il Monte Labbro in due blocchi con un abbassamento della porzione ovest di circa 60 m.

Inoltre si può riconoscere un sistema principale di faglie normali a gradinata, con orientazione circa nord ovest-sud est, che interessano i versante meridionale del Monte Labbro fino all'abitato di Roccalbegna. Questo sistema di faglie ha causato lo smembramento di tali placche calcarenitiche (Cestari *et al.*, 1979) in blocchi che si dispongono secondo differenti fasce con orientazione nord ovest-sud est e che si arrestano, ad occidente, in corrispondenza della dorsale nord-sud di Poggio le Volturaie-Monte Buceto.

Il massiccio del Monte Labbro è interessato anche da un sistema di faglie est-ovest che danno luogo ad uno smembramento della placca con progressivo rilassamento dei blocchi costituenti la parte nord.

La gradinata si è generata per un sollevamento post-pliocenico della dorsale del Monte Labbro, realizzata seguendo direttrici tettoniche disposte nord-sud e nord ovest-sud est. Il centro di massimo sollevamento sembra coincidere proprio con il Monte Labbro, che costituisce un alto strutturale. Il sollevamento recente è testimoniato anche dal fatto che l'Albegna è attualmente, in questo tratto, in una fase di forte incisione con abbondante trasporto solido. Come menzionato nella parte generale tale sollevamento tardivo è probabilmente connesso con la messa in posto della camera magmatica del Monte Amiata. Come nel caso di Monte Civitella (Castell'Azzara), i diversi blocchi sono interessati da fratture aperte e strutture a graben organizzate in famiglie con un'orientazione variabile da blocco a blocco. Queste strutture danno luogo a trincee, con dimensioni variabili fra la decina ad alcune centinaia di metri, sul cui fondo è andato accumulandosi detrito (Foto 33).

Il complesso di trincee del Monte Labbro è particolarmente sviluppato; sono presenti trincee di differente dimensione, orientate per lo più sud ovest-nord est e est-ovest. Anche qui, come al Monte Civitella si possono osservare strutture riconducibili a stadi differenti di attività; si notano forme con profilo arrotondato e forme dai margini più netti. Sulla cima del monte è presente una frattura aperta

a pareti verticali, che si incunea nel rilievo con uno sviluppo rettilineo, che si può seguire per una lunghezza di circa 30 metri. La placca risulta bordata da una serie di scarpate dall'andamento rettilineo chiaramente connesse a lineamenti tettonici.

Fra i diversi blocchi di calcarenite affiorano le unità inferiori della Formazione degli Scisti policromi (Marne del Sugame ed Argilliti di Brolio) che danno luogo a una morfologia più dolce, con sviluppo di processi erosivi prevalentemente ad opera di acque incanalate, e limitati movimenti franosi. Estesi scenari di accumuli di versante di grandi dimensioni si trovano localizzati al margine meridionale dei blocchi calcarenitici; in particolare importanti fenomeni di crollo si trovano nei blocchi aperti e ribassati soprastanti l'abitato di Roccalbegna, deposito a sua volta coinvolto in un lento movimento di scivolamento.

Il Monte Labbro (o Monte Labro) si presenta come un ammasso roccioso, costituito dalle calcareniti, intensamente fratturato, caratterizzato da una struttura a blocchi, ad elementi prismatici di ridotte dimensioni (dal dm^3 al m^3), delimitati da piani di stratificazione e da sistemi di giunti sub-verticali. I giunti e i piani di strato sono aperti, con aperture da qualche centimetro a qualche decimetro, in conseguenza dello scarico tensionale subito in regime tettonico distensivo e durante le fasi di incisione valliva.

Sul fianco del monte si può osservare una breccia stratificata costituita dall'alternanza di differenti litofacies, quali orizzonti molto cementati formati da clasti calcarenitici e calcari più o meno cementati di dimensioni anche di qualche centimetro, orizzonti meno cementati ricchi in matrice fine, livelli pedogenizzati, e su di essi una coltre detritica costituita da clasti grossolani.

Dal monte si ha una visione panoramica degli elementi strutturali e morfologici salienti della zona. Si nota la dorsale vulcanica del Monte Amiata, quella del Monte Civitella, la valle dell'Albegna e, più a sud, le propaggini settentrionali degli apparati vulcanici dei Monti Vulsini. In particolare verso sud sono evidenti i blocchi di Calcareniti di Montegrossi ribassati a varie quote dalla gradinata di faglie dirette NW-SE. I due blocchi a quota più bassa sovrastano l'abitato di Roccalbegna e sono incisi dal fiume Albegna.

Salendo sul monte si nota come l'ammasso roccioso sia scomposto in elementi completamente separati da giunti beanti e trincee. Sono evidenti trincee tra i blocchi che corrispondono a strutture tipo graben o a giunti aperti, che testimoniano gli sforzi di trazione subiti dall'ammasso roccioso in conseguenza dello scarico tensionale e del contrasto di competenza con il substrato. Una trincea particolarmente evidente è quella che si sviluppa al di sotto della Torre Davidica (utilizzata dai Giurisdavidici come luogo di

culto) simile alla trincea del Sasso Spicco a la Verna. La trincea si sviluppa a pareti subverticali per una trentina di metri all'interno delle calcareniti ed è delimitata da pareti verticali.

L'abitato di Roccalbegna (Foto 34), costituito da un borgo del XII-XIII secolo, si sviluppa in una posizione singolare, su un ripiano presso la confluenza del Marlancione nell'Albegna, appoggiato a due rupi a strapiombo, il Sasso (o Rocca) e il Cassero, già munite di fortificazioni aldobrandesche collegate dai senesi con mura.

Nella piazza sorge la romanica chiesa dei SS. Pietro e Paolo del tardo 1200. L'abitato è coinvolto da sempre da problemi di instabilità che interessano vari edifici e che hanno causato notevoli lesioni alle murature. I fenomeni di instabilità sono sorti in tempi molto remoti; ne è testimonianza il detto popolare "Se il sasso scrocca, addio la Rocca". Nella Chiesa dei SS. Pietro e Paolo è ben visibile un abbassamento differenziale dell'architrave del portale, che ha causato la deformazione del rosone. Su un lato della chiesa sono stati realizzati contrafforti per contenere i cedimenti del muro perimetrale. Con la legge 445/1908 del regno d'Italia, il centro di Roccalbegna è stato incluso tra quelli da risanare o trasferire a carico dello Stato. Già da un'analisi geomorfologia si può osservare come il paese sia stato costruito su un vasto corpo di frana, di un fenomeno probabilmente originato in seguito al crollo di una ingente massa rocciosa, dalle pareti di Poggio Piantuma, che sovrasta l'abitato. Sulla scarpata sud di questo ultimo si riconosce una netta nicchia di distacco. L'accumulo della frana occupava, in origine, tutto il fondovalle del fiume Albegna. Successivamente il fiume ha reinciso il corpo dividendolo in due parti; ai margini dell'accumulo di frana sono presenti lembi di depositi fluviali, sovrapposti alla coltre detritica. L'ipotesi del crollo, tuttavia, non è in grado di spiegare un modo adeguato la presenza di elementi di notevole dimensione (alcune migliaia di metri cubi) che si trovano isolati all'interno del corpo, particolarmente evidenti nell'abitato (come ad esempio il blocco della "Rocca"). Probabilmente questi blocchi maggiori hanno subito nel tempo lenti movimenti di espansione laterale oppure sono scivolati verso valle lungo superfici di taglio a basso angolo nelle argilliti del substrato. Sono comunque ipotizzabili, anche per la presenza di segni riconducibili a rigonfiamenti nei terreni argillosi, fenomeni di espansione, che hanno innescato

successivi fenomeni di scivolamento ed anche ribaltamenti, il cui collasso hanno prodotto il ciclopico ammasso detritico.

La frana nell'abitato è ancora attiva come testimoniato dal continuo evolversi delle fessure presenti negli edifici.

Si segnala infine, che molte altre aree, verso valle, con rilievi caratterizzati da pareti rocciose frantumate, punti di emergenze idriche, situazioni di interesse e di elevato valore naturale, come Poggio il Sasso (516 m.s.l.m.), l'oasi WWF Bosco di Rocconi, Poggio Samprugnano (vicino l'abitato di Semproniano), sono inquadrabili nell'evoluzione dei fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante, e cioè sono, innanzitutto, l'effetto dei processi di paesaggio geologico da espansione laterale.

Note

- ¹ Per erosione accelerata in generale si intende un processo erosivo la cui attività non permette lo sviluppo di suolo in grado di sostenere una qualsiasi minima copertura erbosa od arbustiva. È come un processo di desertificazione, spesso dovuta agli effetti della trasformazione antropica, una sorta di processo alloctono rispetto alle attuali condizioni morfo-climatiche.
- ² Vedi glossario sulla descrizione schematica della geologia dell'Appennino toscano.
- ³ Si segnala la pubblicazione a cura di Giancarlo Rienzi, "Il Sasso di Simone. Scritti di naturalisti toscani del settecento".
- ⁴ In molte zone dell'Appennino settentrionale, in particolare nelle Marche, sono state riconosciuti notevoli accumuli morenici, la cui genesi è stata riferita alla glaciazione würmiana (Damiani, 1975). Dramis *et al.* (1980) le attribuiscono anche a fasi precedenti. Nell'Appennino Umbro marchigiano sono noti i cosiddetti depositi detritici stratificati (*grèzes litées* o *éboulis ordonnés*) che costituiscono una delle caratteristiche tipiche del paesaggio in zone montane (Coltorti *et al.*, 1983; Dramis, 1984; Coltorti-Dramis, 1987, 1988). Tali depositi, spessi anche diverse decine di metri, sono costituiti da successioni di strati di gelifratti a granulometria diversa, anche se con dimensioni massime non superiori a qualche centimetro. La genesi di questi depositi è attribuita all'azione morfogenetica del gelo e della neve, in regime climatico di tipo periglaciale, nel corso del Pleistocene medio superiore, favorita anche dall'assenza di copertura vegetale. Nelle Marche tali depositi sono stati riscontrati a quote variabili fra i 200 m. ed i 2000 m.s.l.m., e sono riferibili a due generazioni successive, datate in base alle relazioni con i terrazzi fluviali: la prima è attribuibile al Pleistocene medio, la seconda al Pleistocene superiore -Würm (Dramis 1984). Canuti *et al.* (1993), Garzonio (1996), hanno messo in luce la presenza di depositi analoghi in diverse località del versante tirrenico dell'Appennino, come in Val di Lima (Fig. 35), nell'Appennino Tosco-romagnolo (Monte Fumaiolo) e nella Toscana Meridionale, nella zona amiatina.

3. IL PAESAGGIO DEI TERRENI NEOGENICI: CALANCI, BALZE E BIANCANE

Nelle analisi e nel censimento dei paesaggi geologici e geomorfologici della Toscana, risulta evidente la diffusa presenza di forme di grande valore, molto spesso in aree di grande estensione, dovute ai processi erosivi nei terreni neogenici marini (si veda la carta litologica schematica della Toscana nel capitolo in-

trodotto). Tali sedimenti, prevalentemente sciolti, sabbiosi, limosi ed argillosi, raramente cementati, si depositarono in un mare generalmente poco profondo, soprattutto nel Pliocene, quando, dopo la formazione delle dorsali appenniniche e montuose della Toscana, si ebbe un'ingressione marina, e le acque invasero le aree più depresse e molte valli tra le catene montuose. Ciò fu dovuto principalmente ad una tettonica distensiva, che determinò movimenti di apertura della litosfera e abbassamenti importanti. La successione degli eventi può essere così sintetizzata: dopo la fase parossistica dell'orogenesi appenninica, si ebbe una fase distensiva iniziata nel Miocene superiore e che tendeva ad estendersi verso est. I primi sprofondamenti (Miocene medio e superiore) crearono diversi bacini lacustri e salmastro-marini nella Toscana marittima; ulteriori movimenti negativi portarono alla estesa trasgressione marina del Pliocene medio. Il mare occupò gran parte della Toscana, fino a lambire le Alpi Apuane, i monti Pistoiesi, i Monti del Chianti, la regione del Trasimeno (Val di Chiana). Nel complesso doveva trattarsi di un mare poco profondo, con massimi batimetrici dell'ordine di 150 m. Emergevano solo alcune isole che delimitavano alcune aree di deposizione. Fra questi bacini vi era il bacino della Val d'Era, della Val d'Elsa, che si salda con il bacino di Siena, dell'Arbia-alto Ombrone (crete senesi), la val d'Orcia, fino all'Alta val di Paglia, tutti allungati in direzione nord ovest-sud est (Fig. 1). Si aveva e si ha tuttora, come messo in luce dallo sviluppo delle valli fluviali, un sistema graben, di "fosse" e depressioni tettoniche che collegano in un unico sistema la valle del Serchio, con la val di Chiana-Val Tiberina. Le valli che coincidono con le depressioni tettoniche, e che nella porzione centrale della dorsale Toscana (Mugello, bacino di Firenze) hanno una componente più ovest-est, hanno generato sedimentazioni esclusivamente di tipo lacustre, come, oltre ai prima citati bacini, nel Valdarno superiore, nel Casentino.

La subsidenza delle aree sommerse continuò fino alla fine del Pliocene-medio, con la sedimentazione delle "argille azzurre", e nelle zone costiere, nelle fasce pedemontane, prevalgono i depositi conglomeratici. Verso la fine del pliocene iniziò il sollevamento, che non fu continuo, ma risultò composto da oscillazioni successive e probabilmente la prima emersione avvenne da oriente ad occidente con una graduale ma rapida regressione, dovuta anche al progredire dei depositi fluviali. Le argille azzurre ("facies piacentiana") sono sormontate da sabbie di color giallo ocra o anche "arenarie" (sabbie cementate) o conglomerati, che

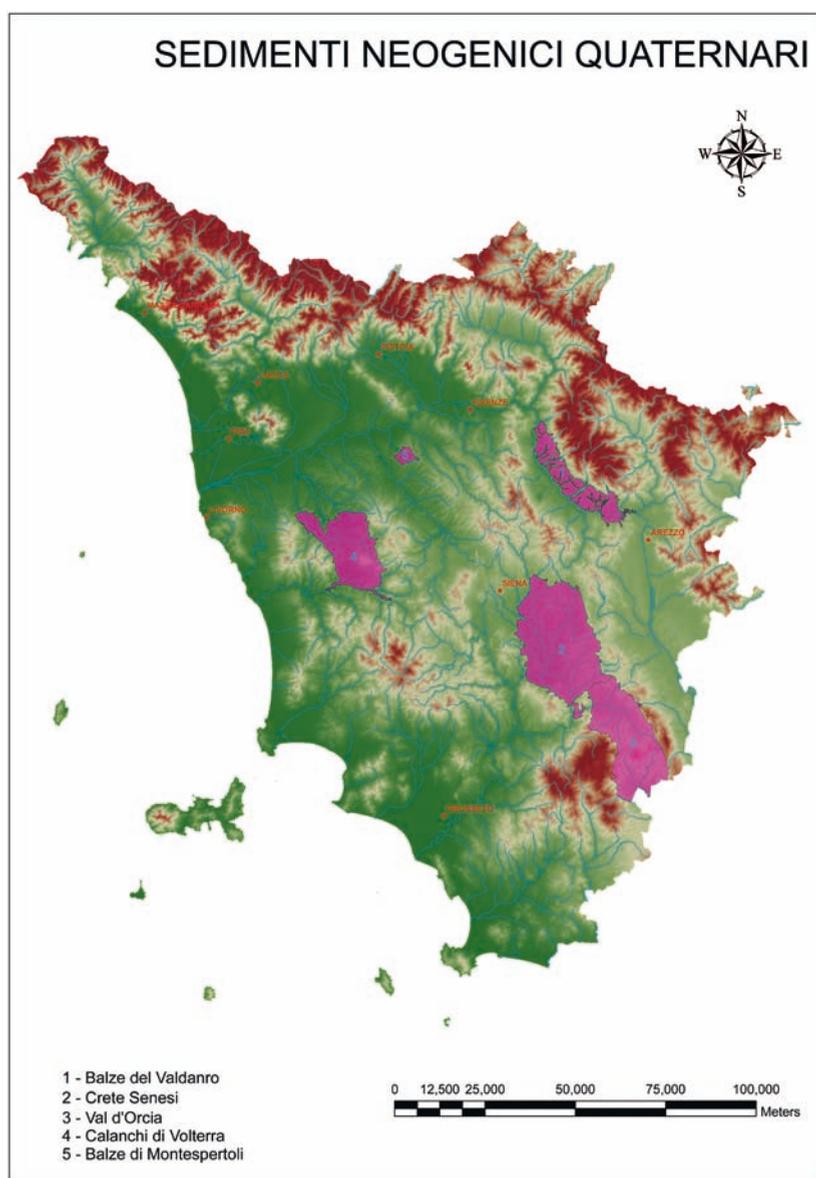


Fig. 1. Toscana sedimenti neogenici: aree di paesaggio geologico e geomorfologico analizzate.



Foto 1. La vastità dei paesaggi collinari prevalentemente argillosi del pliocene, con sistemi, cadenzati, di lunghi crinali.

rappresentano la cosiddetta “facies astiana” del Pliocene, mostrandone caratteri regressivi.

In sintesi i terreni che costituiscono questi vasti paesaggi collinari (Foto 1) sono in prevalenza formati da sedimenti detritici, che rappresentano il risultato di accumulo di materiali erosi dalle aree in forte sollevamento durante le precedenti fasi parossimali dell’orogenesi (Mazzanti, 1991). Sabbie ed argille costituiscono quindi la maggioranza dei corpi sedimentari, anche se sono presenti ciottolami cementati (i conglomerati) ed alcuni livelli, in genere in posizioni sommitali, di origine organogena, in genere calcarei o, come avviene nella Toscana meridionale, di livelli di origine vulcanica. Il carattere, il tono generale del paesaggio delle colline è sicuramente dato dalle successioni sabbiose ed argillose (Foto 2), ma queste intercalazioni e la presenza di sabbie cementate, talora delle vere e proprie arenarie deboli, determinano situazioni spesso ricorrenti di paesaggio geologico, con forme più aspre e di contrasto.

Nel paesaggio collinare si osservano forme in genere assai dolci, le valli sono piuttosto ampie (Foto 3), e dal fondo alluvionale piatto, spesso fin sotto le testate degli impluvi; sui crinali, talora piuttosto estesi, o su più ampi ripiani sommitali innumerevoli sono i paesi antichi, talora arroccati, talora molto estesi (si pensi a Siena, a San Gimignano, a Pienza, a Montepulciano). I versanti più argillosi sono spesso nudi, o ricchi di messi (vigneti), e si contrappongono, anche se spesso si ha una certa gradualità, con sistemi di scarpate e/o di terrazzamenti naturali, ai versanti sabbiosi, calcareo arenacei, dove si hanno fasce cespugliate, boscate, talvolta abbastanza estese, e coltivi soprattutto arborati con gli “storici” oliveti, ed anche vigneti.



Foto 2. Paesaggio collinare con deboli e dolci versanti caratterizzati da morfologie mammellonari, concave e convesse, in genere prive di alberi, utilizzate a prato pascolo e/o coltivate a graminacee (Val d’Orcia).

Alla fine del Pliocene (pliocene superiore) quando, come prima descritto, si ebbe il generale ritiro del mare per il sollevamento delle terre, la Toscana pervenne ad una situazione geografico-fisica molto simile all’attuale. Ad eccezione per alcune valli intermontane, dove nel Pleistocene inferiore si sono determinati nuovi cicli di sedimentazione in ambiente lacustre, come nel Mugello, nel Casentino, nel Valdarno superiore, etc. (il paesaggio del Valdarno superiore sarà l’oggetto, poiché più rappresentativo di paesaggi geologici della Toscana, del Capitolo 4). Gran parte del paesaggio collinare della Toscana è costituito dai materiali pliocenici, fortemente erodibili e la storia geomorfologia, di modificazione delle superfici, di maturità raggiunta delle forme o al contrario di immaturità o ringiovanimento di queste, genera, rispettivamente, paesaggi più dolci, come le colline rotondeggianti, argillose con versanti a forme più minute mammellonari, ovvero incisioni, scarpate fino ai calanchi, alle balze e alle cosiddette biancane.

Le balze sono diffuse in molti luoghi, in coincidenza soprattutto delle testate fluviali, nei borri incisi, dove si hanno sabbie cementate soprastanti terreni erodibili, limoso-argillosi. L’evoluzione delle forme è dovuta a processi di erosione alla base, spesso lungo fratture nella roccia, successivamente a fenomeni gravitativi (crolli, ribaltamenti), insieme sempre a ruscellamenti (Foto 4).

I calanchi si hanno in particolari assetti lito-morfologici, dove il reticolo idrografico è in fase erosiva, con versanti limo-argillosi, relativamente omogenei, e con minima copertura sommitale più grossolana. In Toscana sono concentrati in zone ben precise fino a determinare un paesaggio geologico non solo nei terreni pliocenici (in particolare nella Val d’Era, Egola, D’Orcia e Paglia), ma anche nei



Foto 3. Panoramica dal fondovalle piatto di origine alluvionale dei versanti argillosi nel paesaggio delle “crete senesi”.

più antichi terreni dei complessi argillosi dell’Appennino, con successioni di forme erosive paragonabili a quella più nota di Canossa (MO). Di queste ultime le più importanti si trovano nella valle del Diaterna, affluente del Santerno, a nord di Firenzuola, nel territorio della provincia di Firenze, oltre lo spartiacque adriatico. I calanchi più famosi in Italia, in terreni neogenici, sono quelli di Atri, in Abruzzo. Le biancane, queste particolari piccole forme di denudazione a semi-cupola, sono invece presenti esclusivamente in due zone, una presso Volterra, la seconda, più estesa, nella Val d’Orcia e nella Val d’Arbia. In Italia sono inoltre presenti solo in Basilicata (chiamate dorsì di elefante). Forme simili, ma più prossime a quelle calanchive si trovano in Spagna, in molte aree più desertiche (Mar Morto, negli Stati Uniti, etc.).

In Toscana è presente una quasi unica situazione di associazione, in taluni casi a brevissima distanza, di calanchi, balze, localmente evolute in piramidi residuali, biancane, a Volterra ed in alcune zone delle “crete Senesi” e della Val d’Orcia. L’eccezionalità sta anche nel contrasto con il contesto circostante, da quello morfologico più dolce e regolare, a quello agricolo, vegetazionale, degli insediamenti storico-monumentali. Inoltre queste forme sono nel contesto morfoclimatico della Toscana, temperato-continentale-mediterraneo, una sorta di alloctonia, e cioè corrispondono a situazioni di erosione “accelerata”, che sono tipiche di ambienti di tipo desertico. Sono una sorta di anomalia, e speriamo che rimanga tale, viste le previsioni di cambiamento climatico.



Foto 4. Il più famoso complesso di balze, nel paesaggio geologico e culturale: le balze di Volterra.

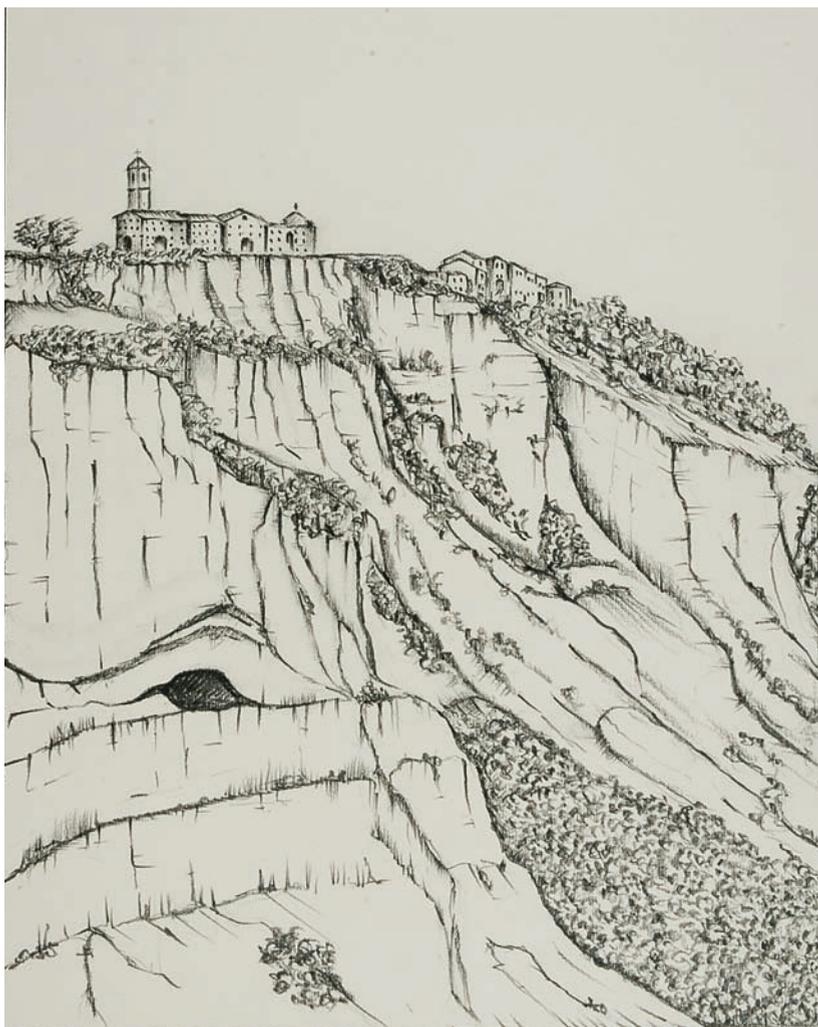


Fig. 2. Particolare delle balze, dove i fenomeni di crollo minacciano la chiesa di San Giusto.

I CALANCHI ¹

Il termine calanco, voce del dialetto romagnolo che alcuni Autori fanno derivare dal latino “calare” (Alexander, 1980), è riferito di solito ad una unità idrografica di modesta estensione, con contorno generalmente a ferro di cavallo, costituito da un sistema di solchi e, oppure, di vallecole confluenti, separati da interfluvii più o meno stretti e scoscesi, a seconda delle caratteristiche fisiche del substrato (Mazzanti-Rodolfi, 1988). I calanchi sono delle forme prodotte dall’azione dei processi di ruscellamento concentrato, che erodono i materiali pelitici in un tipico sistema di vallecole, separate da creste sottili, talora molto aguzze, come delle lame. Si viene a determinare un reticolo idrografico in miniatura, ad alta densità di drenaggio, dove i mini impluvi sono in grado di trasportare ed evacuare i detriti che provengono dalle scarpate, trasportati dal ruscellamento. I calanchi classici hanno forma a ventaglio allungato, ovvero quasi degli anfiteatri asimmetrici, con “corone” sommitali e superfici concave, ed il sistema delle vallecole è quasi gerarchizzato. In realtà è osservabile una vasta gamma di tipologie per gli aspetti morfologici, per la loro evoluzione e/o stato di attività, per i processi ivi occorrenti. Si possono rilevare calanchi in forma di “barba di penna”, calanchi con forma irregolare perché presenti anche delle balze, o con poche linee di incisione a V, con più di ruscellamento diffuso, areale, etc. A volte sarebbe più corretto parlare di forme calancoidi o pseudo-calanchive, da uno sviluppo modesto delle forme. Rodolfi e Frascati (1979), in particolare per i fenomeni della Val d’Era (Foto 5 e 6), nel Botro dell’Arpino, individuano tre tipi di calanco in relazione alla prevalenza o co-attività dei processi prevalentemente legati alle acque di ruscellamento incanale e non, o a fenomeni gravitativi (piccoli scivolamenti, crolli) che si evolvono in rapide colate di fango. La natura del processo morfogenetico dominante è influenzato dalla costituzione litologica dei substrati e dalle caratteristiche dei suoli che vi si sviluppano (Sfalanga-Vannucci, 1975). I calanchi di tipo B, che sono le forme più diffuse negli affioramenti neogenici e quaternari italiani, sono quelli dove le creste (i displuvi) hanno un profilo sempre acclive, ma non troppo affilato, e delimitano vallecole relativamente ampie e a fondo concavo. Il processo erosivo dominante è rappresentato da movimenti di massa superficiali di tipo scivolamento, passanti, come prima citato, a colate fangose, che invadono e talora colmano i tratti inferiori di tali vallecole.

I calanchi di tipo A, invece, occorrono in terreni sempre argillosi, ma dove aumenta la frazione limosa e sabbiosa, con intercalazioni limose resistenti (poiché favoriscono i processi di pressione negativa, o “suzione”, che determinano una “coesione” notevole, seppure variabile nel tempo). Prevale l’azione erosiva delle acque di ruscellamento concentrato, che origina forme molto marcate e si sviluppa una elevata densità di drenaggio. Le scarpate sono molto ripide, ad



Foto 5. Panoramica di un'area calanchiva nella Val d'Era. Calanchi tipo A, dove il processo geomorfologico dominante è l'erosione idrica concentrata.



Foto 6. Ampia valle di raccolta dei materiali erosi in uno spettacolare sistema di calanchi (presso Volterra). Calanchi in prevalenza di tipo B, dove gli interfluvi hanno un profilo acclive ma non affilato e delimitano le vallecole e la valle principale relativamente ampie e a fondo concavo; sono modellati principalmente da movimenti di massa superficiali (scivolamenti corticali) che evolvono in colate fangose.

andamento rettilineo piuttosto che curvo, e costituiscono le testate di solchi con profilo trasversale a V profondo.

LE BIANCANE

Sono delle cupolette argillose elevate pochi metri (da 4-5 a 10 metri), talvolta saldate tra loro; si confondono con delle scarpate in erosione, e sono prive, nella parte più sferica, e più sviluppata, di copertura vegetale, generalmente esposta a mezzogiorno (Foto 7).

La superficie tende allo sbiancamento, anche per fenomeni di efflorescenza di sali sulle croste argillose secche. Il termine biancana è stato introdotto da Stefanini (1909), con lo studio “Sulle biancane del Volterrano e del Senese”.

Il profilo delle biancane è quindi asimmetrico, con il versante esposto nei quadranti meridionali più inclinato di quello esposto a settentrione. Il passaggio al piede è netto, con una superficie in lievissima pendenza. La superficie della biancana è soggetta a processi di ruscellamento diffuso, i cui effetti devono essere in equilibrio con la produzione della crosta bianca superficiale. Non si devono attivare asportazioni della copertura sommitale vegetata, non devono attivarsi ru-



Foto 7. Biancane di pendio in un versante argilloso in Val d'Orcia. Sistema complesso dove si individuano alcuni esempi isolati, altri sono saldati e con la presenza di tratti di linea a crinale, fino a delle scarpate, anch'esse inclinate secondo l'assetto dei livelli litologici. Alla sommità sono presenti sedimenti più sabbiosi. Si riconoscono processi erosivi di acque di ruscellamento talora incanalate e morfologie minute riconducibili a calanchi non sviluppati.



Foto 8. Biancane residuali di pendio, per la gran parte ricoperte da arbusti e delimitate da seminativo. (val D'Orcia, a sud di Pienza).

scellamenti a rigagnoli, e soprattutto non devono essere operati spianamenti (un tempo nel volterrano le biancane venivano addirittura fatte saltare con la dinamite) per le attività agricole, con la definitiva scomparsa di tali forme (Foto 8).

Del resto molti ricercatori concordano nell'opinione che nell'attuale evoluzione dei pendii, in particolare nel senese, gran parte di tali forme scompariranno.

Le biancane, a differenza dei calanchi e delle balze insistono in genere su pendii notevolmente dolci (pendenze massime 15-20%); possono essere isolate o in famiglie dove comunque è possibile la loro singola individuazione. Biancane con cupolette spesso saldate fra di loro, coalescenti, più allungate si rilevano in pendii argillosi notevolmente più acclivi. Queste sono, come prima accennato, associate a forme calanchive, e sono raggruppate talora secondo sistemi terrazzati, e separati, da incisioni longitudinali (biancane di declivio: Guasparri, 1978). In taluni casi, come a Chiusure (Monte Oliveto), ad Asciano, e a nord di Radicofani, si rilevano delle balze sommitali, con sottostanti calanchi, sebbene poco sviluppati, con lateralmente interruzioni e ripiani con vari ordini di gruppi di biancane. Si rilevano dei casi dove le biancane residuali si trovano sul crinale sommitale, e nei pendii sottostanti si hanno balze e calanchi.

Un altro processo agente nel modellamento delle biancane è quello dovuto alle acque sotterranee, che scorrono secondo vie di resistenza del substrato (fratture e, oppure, fessure lungo le quali procedono le alterazioni) determinando lo stabilirsi, in occasione di eventi piovosi, di una circolazione "in grande" richiamante quella propria delle rocce calcaree e nota, quindi, come pseudocarsismo (*piping*) (Mazzanti-Rodolfi, 1988) (vedi Foto 9).



Foto 9. Particolare della superficie di una biancana presso Saline di Volterra, dove si osserva la trama delle croste argillose, talora con evidenze di fori causati dalla circolazione idrica sotterranea (*piping*).

Il Bacino Neogenico, che comprende le Crete Senesi incluse quelle della Val d'Orcia, è limitato ad ovest dalla cosiddetta dorsale metamorfica tra la Montagnola Senese e il Monte Leoni e, ad est, dalla dorsale Poggio Capanne-Monte Cetona. La litologia prevalente è quella dell'argilla (Pliocenica) denominata "Mattaione", termine di origine popolare.

Proprio da questi terreni deriva il nome di "Crete", anch'essa parola dialettale sinonimo di argille. L'uso di "Crete" per indicare la regione a sud-est di Siena si diffuse nel corso del XIX secolo con lo sviluppo delle scienze naturali e delle ana-

lisi dei lineamenti geomorfologici. Questo paesaggio è famoso in tutto il mondo, rinomato per la profonda sinergia tra attività umane e forme naturali. Calanchi, biancane e borri sono sparsi tra i colli ricoperti da seminativi, intervallati da siepi o piccoli gruppi di cipressi isolati e nei pressi delle pievi o delle grancie (granai fortificati del medioevo). È quindi caratterizzato da notevoli qualità scenografiche, con un sistema di rilievi ondulati, più o meno pronunciati, in cui morbide colline arrotondate si susseguono una dopo l'altra, ricoperte da vasti campi di grano e di foraggiere; punteggiati da casali isolati, segnate da file di cipressi e circondate da piccole storiche città e villaggi fortificati medievali. Lo scenario cambia fortemente nelle stagioni, con colori cangianti e con forti contrasti, in un

panorama esteso, in uno spazio che sembra senza limiti, che sembra interrotto solo dalla montagna del Monte Amiata, a sud ovest (Foto 10).

In realtà il termine "Crete" generalmente viene oggi riferito a tutto il territorio delle colline argillose, o prevalentemente tali, del pliocene senese. Un'area che si trova nei bacini dell'Arbia, dell'Ombrone e dell'Asso, a nord, della Val d'Orcia al centro e della Val del Paglia (affluente del Fiume Tevere) a sud. Con il termine Crete Senesi in senso stretto ci si dovrebbe riferire più precisamente all'area più vicina a Siena ricadente nei comuni di Asciano, Monteroni d'Arbia, Buonconvento e S. Giovanni D'asso (Pedreschi, 1957). Nell'ambito di questo vasto territorio delle Crete Senesi (da Asciano a Castell'Azzara) si trovano, appunto, alcune aree



Foto 10. Panoramica di una estesa area calanchiva nell'ampio territorio collinare delle crete senesi.



Foto 11. Biancane a “cuspidate”, con frammenti di scarpate, balze e pseudocalanchi, (Radicofani).

più ristrette, caratterizzate dalla presenza delle biancane, che sono forme di territorio tipiche, dovute all'erosione, che aumentano la diversità scenica e biologica del territorio (Foto 11).

Queste, in molte zone, come prima accennato, sono associate a calanchi, in altre anche a delle balze sommitali, come nei pressi di Monte Oliveto Maggiore. Tutte le forme di erosione rappresentano un fattore di diversificazione del paesaggio agrario che caratterizza l'intera area delle Crete senesi, dove vi è una forte prevalenza di campi molto vasti, spesso larghi quanto un intero versante, in cui vengono praticate coltivazioni estensive ed il pascolo. Questo ultimo con un notevole aumento degli ovini negli ultimi anni.

I paesaggi geologici delle Crete senesi hanno una notevole importanza non solo per quanto riguarda la fruizione turistica, ma anche per studi scientifici e per la didattica. Proprio in queste zone sono state studiate a fondo le dinamiche che portano alla formazione e allo sviluppo dei calanchi e soprattutto delle biancane. A tal proposito per salvaguardare queste forme così particolari ed uniche sono stati segnalati all'interno dell'area (SI4) delle Crete Senesi due siti di interesse comunitario: il primo denominato delle Crete di Camposodo e di Leonina (codice IT5180004) ³ istituito per proteggere una delle pochissime zone a biancane ben conservate rimaste in questi luoghi. Su questo pendio sono facilmente distinguibili numerosi campi di biancane, che si sviluppano per una lunghezza di circa 1300 metri e presentano le caratteristiche tipiche di queste forme.

Il secondo denominato delle Crete di Asciano (IT5180005) rappresenta imponenti forme calanchive alte qualche decina di metri sulle quali sono state effet-

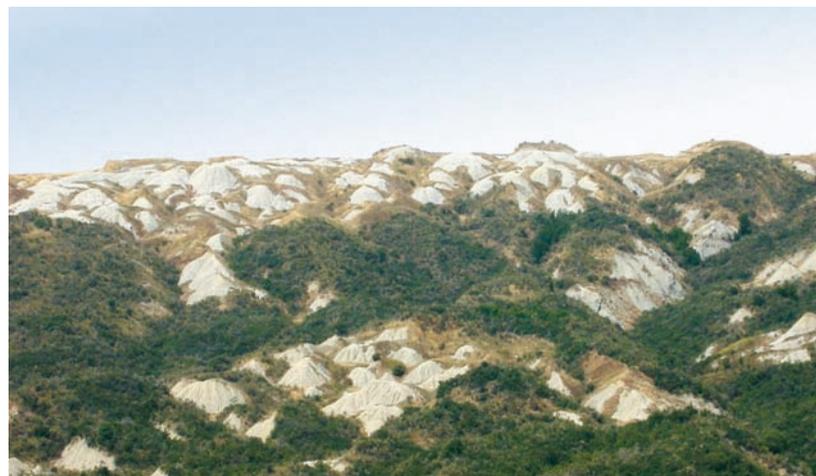


Foto 12. Spettacolare campo di biancane nell'area di Asciano. Da una attenta lettura delle morfologie si rilevano tutti quei processi erosivi e geomorfologici, in relazione all'assetto dei materiali rappresentativi del paesaggio geologico delle biancane.



Foto 13. Biancane in gran parte ricoperte da vegetazione (Versanti tra Castell'Azzara e Radicofani).

tuate delle opere per rallentare l'erosione e quindi l'arretramento dei versanti; tali opere sono sia in legno che in ferro.

Nella zona SI5 Val d'Orcia invece si trova il sito di interesse comunitario delle Crete dell'Orcia e del Formone (IT5180011) e l'area protetta regionale di Lucciolabella entrambe istituite per la presenza di numerosi “campi” di biancane (Foto 12).

Le biancane, localmente chiamate anche mammelloni, si presentano come cupolette argillose alte pochi metri, sprovviste del sottile mantello vegetale nel lato esposto a sud. Lo sbiancamento è dovuto alla efflorescenza di sali di sodio (in particolare solfati di sodio, come la thenardite). Le biancane, insieme ai calanchi,



Foto 14. Calanchi in stato di attività limitata dei processi, in parte ricoperti da vegetazione (Val di Paglia-Radicofani).



Foto 15. Tipica situazione di contrasto morfologico determinato dagli effetti dell'erosione sia di versante che di acque di scorrimento incanalate, oggi non più attive, e da successivi fenomeni gravitativi. I processi che hanno generato forme sia di scarpata che calanchive, sono poi stati soverchiati da fenomeni di massa che hanno prodotto questa sorta di accumulo argilloso, delimitato dalle superfici più regolari, coltivate (seppure anch'esse manifestino deformazioni gravitative evidenziando marcate ondulazioni).

possono essere collegate a corridori vegetali prevalentemente costituiti da formazioni riparie, che rappresentano un elemento molto importante che contribuisce ad una maggiore diversificazione biologica e di rifugio per varie specie animali e vegetali (Rossi, 1993). In un recente passato, oggi in fase di ridimensionamento, si è avuto un notevole aumento del carico di ovini, che ha determinato un pascolamento anche in terreni “degradati” come quelli delle biancane e dei calanchi. Ciò è dovuto anche al fatto che alcune specie floristiche che crescono nei terreni impervi sono gradite al pascolo per il sapore che darebbero al latte delle pecore ed al tipico formaggio pecorino (Branconi *et al.*, 1979). Prevale la vegetazione pioniera della *Artemisia cretacea* e di altre alofite, ed insieme ad arbusteti e cespuglieti (Foto 13).

Questa osservazione si collega ad un discorso più generale di conservazione del paesaggio delle biancane ed anche dei calanchi (Foto 14-15).

Queste forme sono in prevalenza minacciate dalla meccanizzazione agricola, e in molti casi dal pascolamento non regolamentato, che è causa di processi di degradazione per “pesticciamiento” delle pecore che genera anche fenomeni di erosione idrica incanalata per fossi (*rill e gully erosion*). Infine l'evoluzione, che secondo alcuni studiosi può essere molto rapida, della vegetazione pioniera verso l'arbusteto, determina la “morte” dei processi di delicato equilibrio dinamico che generano tali paesaggi geomorfologici. Da ciò l'esigenza di studi e sistemi di monitoraggio di queste forme residue, con la programmazione di interventi,

dal decespugliamento, al pascolo regolamentato, così come una serie di norme relative alle maniere di coltivazione.

Il Bacino Neogenico di Volterra si apre fra i monti di Cascina terme ad ovest e la Dorsale di Iano-Cornacchio-Poggio del Comune di S. Gimignano ad est. La deposizione sedimentaria pliocenica è avvenuta in prevalenza con sabbie e argille, ma vi è la presenza anche di conglomerati e calcari a varia percentuale di componenti detritiche e organogene. In particolare, nel caso del rilievo di Volterra, il più noto e rappresentativo del paesaggio in esame, che consiste in un colle che raggiunge la quota di 557 m.s.l.m., si osserva la seguente successione di formazioni (Giannelli *et al.*, 1981): Argille azzurre. Argille azzurre di ambiente marino; al tetto compaiono strati siltoso-sabbiosi (argille sabbiose). Età: pliocene inferiore-medio. Sabbie gialle: sabbie fini in banchi con interstrati argillo-silto-sabbiosi, talora con stratificazione inclinata. Nella parte alta si intercalano lenti e banchi di calcari arenacei, con prevalenza di calcareniti sabbiose al tetto, ricche di lamellibranchi e gasteropodi. Età: pliocene medio. La morfologia è connessa con il diverso comportamento dei litotipi in relazione ai processi esogeni. Le pendenze e le forme cambiano dai materiali prevalentemente argillosi, con versanti più dolci, mammellonari, rotondeggianti, intervallati, per esempio come a monte di Saline, da fasce di biancane. Poi aumenta, talora improvvisamente l'acclività, con alcuni calanchi o pseudocalanchi, ove i crinali spartiacque di dette forme sono impostati su passaggi più limo-sabbiosi.



Foto 16. Biancane su piano sub-orizzontale, fra alcune forme stabilizzate e ricoperte da vegetazione (mammelloni) e ondulazioni di forme spianate in terreni coltivati con meccanizzazione (Saline di Volterra).

Con l'aumento delle pendenze cambia fra l'altro anche l'uso del suolo con anche la presenza di coltivazioni ad olivo, come ben visibile nell'area di paesaggio di Volterra (in particolare i cambiamenti descritti si rilevano nel lato meridionale del rilievo). Il paesaggio è formato da colline dolci coltivate prevalentemente a seminativo interrotte da fenomeni calanchivi e da "campi" di biancane dove affiorano i terreni argillosi. I primi diffusi soprattutto nei versanti del bacino del fiume Era, mentre le biancane sono concentrate soprattutto nei versanti degli affluenti del fiume Cecina (Foto 16).

L'elemento che caratterizza maggiormente questa porzione di territorio sono le balze che circondano l'abitato di Volterra (vedi la Foto 4 dove è ripreso il noto

teatro delle balze di San Giusto e della Badia) che rappresentano una vera e propria emergenza geomorfologica che necessita di un costante monitoraggio per preservarne la bellezza e al tempo stesso per mantenere il controllo sulla stabilità e sicurezza degli edifici storici e non, del soprastante abitato. Si ha in rapida successione di morfologie, dall'alto verso il basso: la sequenza delle balze, talora con piramidi e "guglie" isolate, poi delle forme calanchive, con fenomeni di massa, tipo colamenti, ed infine a gruppi sparsi, diversi esempi di biancane (Foto 16-20). Così come, sempre dall'alto verso il basso, si ha la sequenza sedimentaria con calcarei arenacei, poi sabbie gialle, poi scendendo verso i calanchi, sabbie argillose, poi argille sabbiose ed infine le argille grigio-azzurre.



Foto 17. Sistema di balze in terreni prevalentemente sabbiosi, con un sistema di incisione a pettine che crea contrafforti minori (colline pisane).



Foto 18. Scarpaata soggetta a fenomeni gravitativi e a successiva erosione con rigagnoli. Scarpaata determinata prima da fenomeni di incisione di acque incanalate e che potrebbe evolversi in forme pseudo-calanchive.

Le balze vere e proprie, le Balze di Volterra, che rappresentano forse l'esempio più rappresentativo di tutta la Toscana, furono descritte per la prima volta da Martelli (1908). Queste si aprono come pareti verticali di una notevole lunghezza e continuità, nel potente banco sabbioso della Formazione a *Flabellipecten* che sovrasta quello delle argille sabbiose e sabbie di Case Cafaggiolo, con manifestazioni molto tipiche a nord ovest di Volterra e a sud di Toiano. In senso generale possiamo attribuire il termine di balze a quelle scarpate verticali che bordano superfici sub-pianeggianti che coincidono con il tetto di un banco resistente. La genesi e l'evoluzione è condizionata dalla presenza di una transizione, più o meno netta, fra un litotipo sottostante, scarsamente coerente o argilloso, che viene a costituire la base della balza, ed uno soprastante più coerente, nel quale viene modellato il fronte.

Il Volterrano è spesso scelto come modello per lo studio delle problematiche sulla stabilità e sul modellamento nei paesaggi collinari argillosi e sabbiosi neogenici e quaternari, a causa della grande mole di dati geologici sedimentologici e geomorfologici provenienti principalmente da studi effettuati dal Centro Sperimentale del Ministero Agricoltura e Foreste, dalle università e da istituti CNR di

Pisa e Firenze. Questi paesaggi, classificati in generale come “badlands”, sono in modo quasi eccezionale costituiti dalla contemporanea presenza di biancane, calanchi, di vario tipo, e balze. Sulla loro genesi ed evoluzione esistono varie interpretazioni, e la ricerca scientifica su queste forme, in questi territori, diviene oggi sempre più importante ed assume un valore aggiunto per la comprensione del loro “futuro sostenibile” in relazione ai cambiamenti climatici.

Note

¹ In Toscana si hanno due situazioni ricorrenti di terreni coinvolti da calanchi. Quelli più noti sono appunto i calanchi nei terreni delle colline plioceniche, come avviene negli Abruzzi, nelle Marche. Ma vi sono anche i calanchi dei complessi argillitici, nei rilievi più elevati dell'Appennino, come avviene per i famosi calanchi di Canossa, nell'Emilia. Alcuni esempi di estesi fenomeni calanchivi appenninici in Toscana sono mostrati nelle foto dei capitoli delle espansioni laterali e delle frane, in terreni delle formazioni alloctone delle liguridi

² Zonizzazione del Piano provinciale di coordinamento della provincia di Siena.

³ Vedi Appendice.



Foto 19. Situazione di smantellamento di un'area a biancane, con fenomeni anche gravitativi.



Foto 20. Scarpata in terreni limo-argillosi corrispondente al fianco di una valle, svuotata da fenomeni complessi, di calanchi evoluti a fenomeni di colamento (versanti alla base del rilievo di Volterra).

4. IL PAESAGGIO DEL PRATOMAGNO E DELLE BALZE

Per illustrare un esempio di tipico paesaggio dei rilievi montuosi della Toscana, prevalentemente costituiti da arenarie (*flysch* torbiditici) (vedi classificazione nel Capitolo 8), e come esempio di paesaggio delle balze e delle piramidi di terra, viene proposto un breve viaggio nel Valdarno Superiore. In realtà questo capitolo, descrive un ambiente geologico e geo-strutturale che farebbe parte dei terreni

neogenici (figura sedimenti neogenici e quaternari in Capitolo 3), ma per la specificità e l'importanza di questo paesaggio per la Toscana viene trattato a parte. Questo paesaggio geomorfologico è anche connesso alla particolare evoluzione di questa depressione e quindi all'evoluzione delle dorsali che delimitavano il lago pliocenico e pleistocenico. L'influenza anche dei materiali erosi dalle dor-

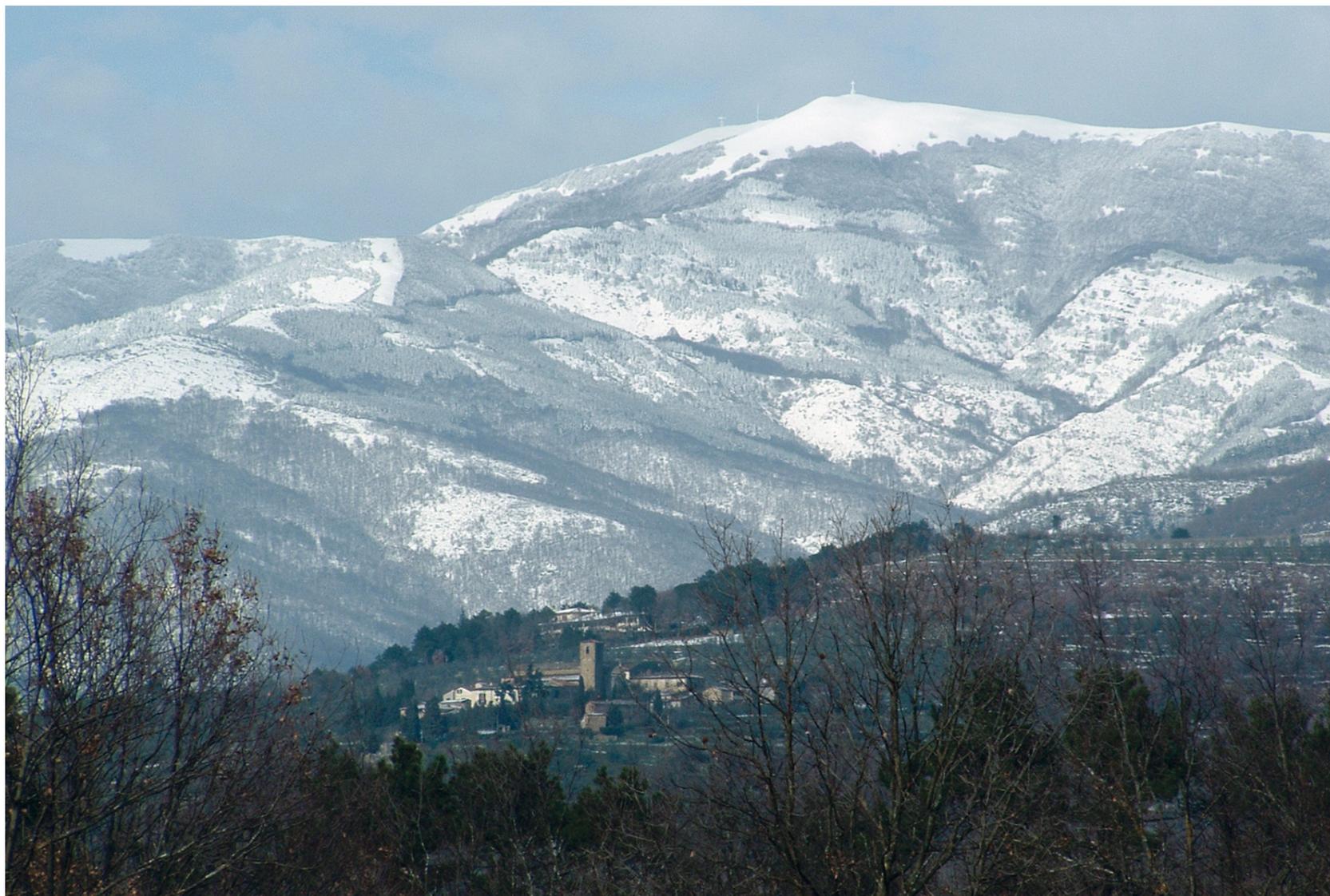


Foto 1. Il paesaggio delle arenarie del Pratomagno.



Foto 2. Il paesaggio delle balze, nelle deboli alture collinari alla base delle pendici occidentali del Pratomagno, sullo sfondo.

sali è importante, si tratta di terreni rocciosi del tipo *flysch* arenaceo, che determinano anche un contesto di paesaggio molto diffuso in Toscana, così come in gran parte dell'Appennino settentrionale, per cui sono utili alcune descrizioni su dette caratteristiche geologiche che sono riportate nel capitolo.

Tale area è oggetto, fra l'altro, di una ricerca finanziata della Regione Toscana, eseguito dall'Università di Firenze¹. L'area in studio del parco culturale del Pratomagno è un esempio di una situazione critica e rappresentativa, dei rilievi nelle arenarie, con estese coperture boschive, e fortemente antropizzate, e di un paesaggio geologico singolare, piuttosto esteso, che interessa una realtà territoriale e interprovinciale, il paesaggio delle balze (Foto 1-2).

Queste forme caratteristiche si manifestano con differente tipologia, consistenza ed intensità nei differenti territori comunali. Sono stati analizzati a tal proposito le specifiche rappresentazioni di queste forme nei piani regolatori e strutturali dei comuni di Reggello, Figline (FI) e Pian di Scò, Castelfranco di Sopra, Terranuova Bracciolini, Loro Ciuffenna, Laterina (AR).

Il paesaggio è un susseguirsi di forme bizzarre, a piramide tronca, più raramente aguzza, fino a dei pinnacoli, talora dei prismi irregolari, di colore giallastro, bordate da profonde incisioni, dei piccoli canyon, o delle vallecole a fondo piatto. Il contrasto è forte con il verde talora presente nelle vallecole, nei versanti del Pratomagno, così come dei coltivi, alla loro base e nel ripiano sommitale.



Foto 3. Un'area ad alta densità di balze e piramidi di terra o d'erosione (Castelfranco di Sopra).

Queste forme si aprono all'improvviso, talora con pochi "esemplari", talvolta con un miriade di elementi, in contrasto con le morfologie più dolci delle colline lacustri, che spesso sono delle deboli alture (Foto 3).

Nel mondo esistono delle forme di origine simile, in molti continenti, ma le più famose sono i cosiddetti "camini delle fate", in Cappadocia.

Forme simili in Italia si trovano nelle piramidi di terra nei terreni di origine glaciale in Alto Adige (altopiano del Renon) e nel Trentino (òmeni di Segonzano), ma rispetto a queste, bellissime e più curiose, con uno scatto di orgoglio, le "balze" del Valdarno sono più interessanti. Innanzitutto per la loro estensione, per il contesto di paesaggio fortemente trasformato dall'uo-

mo, anche con insediamenti storici di particolare valore – si pensi al sistema delle Pievi lungo la strada Setteponti, ad alcuni caratteristici centri storici, come Castelfranco (Fig. 1) – ma anche alla possibile allusione del paesaggio come sfondo della Gioconda di Leonardo, ed anche per la novità: tantissimi fiorentini non conoscevano le Balze, ma grazie alla ferrovia "direttissima", anche se ad alta velocità, insieme a moltissimi italiani sono stati incuriositi da tali strane forme (Foto 4).

Altri limitati esempi di Piramidi in Toscana si hanno nelle colline plioceniche sabbiose presso l'abitato di Montespertoli, in Val D'Elsa (Balze di Casale) ed in Val d'Egola, a Volterra (versante di Toiano).



Fig. 1. Schema del fronte delle scarpate sottostanti il piano di Castelfranco di Sopra.



Foto 4. L'alta velocità e le balze del Valdarno (porzione meridionale area Laterina).



Foto 5. Scarpata già evoluta in balza separata, fino ad una lama, e in rapida evoluzione verso forme di guglia e di piramide. Si noti il contatto tra i materiali fini sottostanti e quelli sabbiosi e ciottolosi soprastanti, e la presenza della vegetazione che conferisce un ulteriore valore paesaggistico.



Foto 6. Particolare dei processi evolutivi di una balza, che difesa alla testa dalle acque piovane dalla copertura di materiale sommitale più compatto o grossolano. Le precipitazioni, soprattutto se inclinate, causano lo scorrimento idrico sulle pareti. Si formano solchi, favoriti dalla crepacciatura durante i periodi secchi, o talora da fratture preesistenti. Col tempo si possono separare delle porzioni di piramide. Si noti la micro-piramide residuale in basso a destra.

La formazione di questi paesaggi così suggestivi ci riporta indietro di tre milioni e mezzo di anni. Il Valdarno allora era un immenso bacino lacustre che passò più fasi di sprofondamento. I corsi d'acqua, che scendevano dai ripidi versanti delle dorsali montagnose (soprattutto dal Pratomagno), depositano i loro sedimenti che vanno a formare delle conoidi che, lentamente, raccordandosi tra

di loro, colmano il bacino lacustre. Questi sedimenti grossolani, di sabbie, di ghiaie e di ciottoli (Villafranchiano superiore), oggi li possiamo osservare sulle pareti delle balze. Una volta estintosi il lago, l'azione erosiva dei corsi d'acqua comincia a modellare questi terreni. Al centro del bacino in corrispondenza delle argille si formano colline tondeggianti, mentre, verso i margini del bacino, a



Foto 7. Piramide presso Piantravigne (Castellfranco di sopra), con un masso sommitale. La foto è stata scattata negli anni '80. Nel 1992 il blocco è crollato a seguito di eventi meteorici estremamente intensi che provocarono gravi alluvioni.

causa di sedimenti erodibili (limi e fanghi poco consolidati) sovrastati da strati più resistenti (conglomerati: ciottoli arenacei con poca sabbia e ben cementati), si formano pareti verticali (Foto 5).

Nella parte bassa e mediana delle balze, più erodibile, si notano solchi di erosione (simili a canne d'organo), mentre la parte superiore, formata dai conglomerati, si presenta compatta (Foto 6).

L'evoluzione di queste forme è dovuta all'erosione della base meno resistente e al crollo dello strato sovrastante più resistente con la formazione di coni detritici ai piedi delle scarpate. Si ha così l'arretramento del fronte e la creazione di forme isolate come torrioni, lame e piramidi di terra (Foto 7).

Forme simili si ritrovano in depositi glaciali (come prima citato, sulle Dolomiti), solo che la parte superiore di queste è formata da un grosso masso anziché da conglomerato.

I motivi geologici presenti nell'area del Pratomagno e del bacino del Valdarno superiore sono tipici e rappresentativi di gran parte dei rilievi dell'Appennino toscano e di parte di quello settentrionale. Come noto, dal punto di vista strutturale, l'Appennino toscano è caratterizzato dall'accavallamento della Falda Toscana sull'unità Cervarola-Falterona (Sani, 1992). Tale accavallamento è visibile nella limitrofa area di Pergine Valdarno. L'unità Cervarola-Falterona sovrascorre sulla porzione più interna della Successione Umbro Romagnola (come avviene nell'alto Casentino).

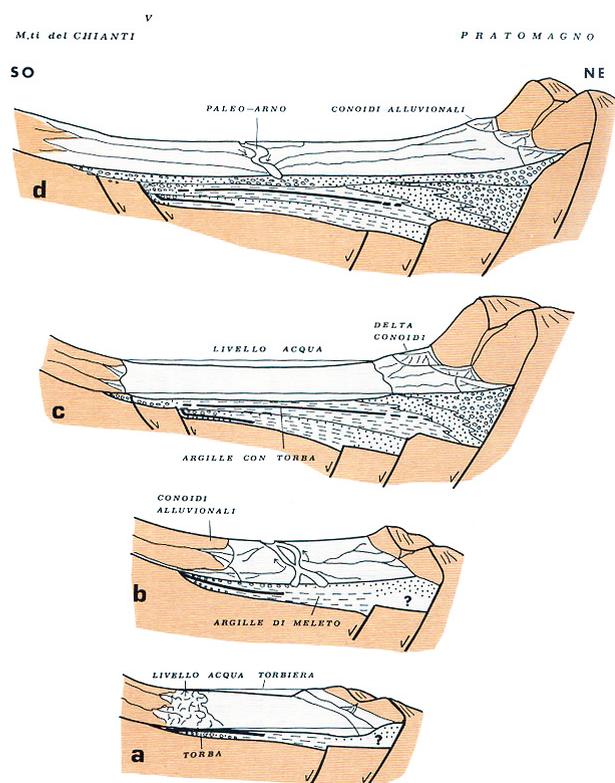


Fig. 2. Evoluzione del bacino fluvio lacustre del Valdarno superiore. La morfologia della fase d è ben riconoscibile con quella attuale, al di là degli effetti dell'approfondimento del sistema fluviale. Si riconoscono i versanti arenacei del Pratomagno in connessione con le faglie, le conoidi (dove si hanno i centri abitati principali lungo la strada Setteponti).

Da un punto di vista temporale sono distinguibili un primo momento di messa in posto delle formazioni torbiditiche e successivi episodi di riattivazione e rimobilizzazione. Infatti, nella dorsale del Pratomagno, che in grande è un sistema di piega sinclinale tagliata nel lato occidentale con conseguente assetto a reggipoggio, (da cui i versanti più acclivi che sovrastano il Valdarno) localmente il principale spostamento è stato rimobilizzato dando geometrie molto più complesse (per esempio nei pendii soprastanti Reggello).

In sintesi il rilievo montuoso del Pratomagno è una monoclinale, prevalentemente costituita dalle Arenarie di Monte Falterona, inclinata di circa 10-15 gradi verso nord est, cioè verso il Casentino. Il versante che guarda il Valdarno è mediamente molto ripido, ma è interrotto da alcuni ampi ripiani più o meno inclinati. Sono l'espressione morfologica di grandi blocchi delimitati dalle faglie che hanno sollevato, con un rigetto complessivo di 2 chilometri, la dorsale del Pratomagno, rispetto al bacino Valdarnese.

Posteriormente alle fasi compressive si è instaurato un regime distensivo che ha portato al parziale smembramento dell'edificio strutturale ed alla formazione

del bacino lacustre intermontano (pliocene medio-pleistocene superiore) di forma allungata e parallelo alla catena principale (nord ovest-sud est). Il bacino è delimitato da faglie normali, che generano un sistema asimmetrico con la faglia principale nel bordo nord orientale. In realtà si rilevano dei grandi blocchi allungati e paralleli alla dorsale, poiché delimitata da un sistema di discontinuità a gradinata che scende via via verso il bacino del Valdarno.

Il bacino fluvio-lacustre del Valdarno superiore corrisponde pertanto ad una depressione tettonica asimmetrica (con spessori maggiori bordo Pratomagno, rispetto a quello del Chianti), allungata in direzione nord ovest-sud est, per circa 35 km, con faglie principali a direzione appenninica sul fianco nord-orientale ove sorge il ripido rilievo del Pratomagno (1592 m.s.l.m.).

Il substrato del bacino è costituito principalmente dal Macigno sul fianco sud, dalle Arenarie di Monte Falterona a nord est e da termini del complesso di Cane-tolo (le unità di Monte Senario: in prevalenza un altro tipo di arenaria) sui due lati brevi.

I sedimenti fluvio-lacustri, spessi più di 500 m., si sono depositati in tre fasi successive, separate fra loro da discordanze angolari e superfici di erosione estese a tutto il bacino (Bossio *et al.*, 1992) (Fig. 2).

Si ricorda, come momento importante di conoscenza e valorizzazione del territorio in esame, la ricca fauna a vertebrati ritrovata in questi depositi, esposta al Museo di Paleontologia dell'Università di Firenze e al locale museo dell'Accademia del Poggio a Montevarchi.

Unità tettoniche toscane²

È rappresentata esclusivamente da torbiditi arenacee (formazione del Falterona-FAL), che si presentano in differenti membri distinguibili sulla base della composizione litologica e dello spessore degli strati. Si hanno appunto arenarie prevalenti nella parte inferiore, arenaceo pelitiche nella parte intermedia e pelitico arenacee nella parte superiore, con rapporti arenarie e peliti variabili. Per esempio FAL 2 (Oligocene superiore-Miocene basale) è un membro (membro di Camaldoli) costituito da arenarie prevalenti e subordinatamente peliti in strati da medi a banchi, localmente amalgamati. Sono presenti anche strati costituiti da arenite carbonatiche e marne. Il membro di Montalto (FAL3) consiste in arenarie e peliti, in strati da sottili a molto spessi, eccezionalmente in banchi. Sono presenti strati a composizione carbonatica: arenite carbonatiche e marne grigio-giallastre.

Affiorano per lo più al tetto dell'unità, intercalazioni lenticolari di Caotico associate a marne siltose mal stratificate (Miocene basale).

Queste due unità, che sono quelle più diffuse, mostrano a parità degli assetti della



Foto 8. Versanti arenacei a reggi e traver-poggio, Poggio Uomo di Sasso, da Poggio La Regina (sito archeologico medievale).

stratificazione e della tettonica (per esempio presenza di dislocazioni per faglia) versanti con differenti acclività: più aspre le forme della prima, con anche affioramenti di strati più compatti, pendii meno ripidi e con variazioni morfologiche più accentuate, la seconda.

L'unità FAL2 corrisponde morfologicamente alla porzione basale del versante occidentale del Pratomagno ove le superfici si raccordano con la fascia detritica oppure con i sistemi di conoidi prodotte dai corpi idrici incanalati, che coprono il contatto con i depositi del riempimento fluvio lacustre del bacino del Valdarno. Affioramenti limitati di queste arenarie si osservano in numerose incisioni dei tratti più elevati dei borri. Estese porzioni di tale unità affiorano nella parte alta

fino a costituire i tratti sommitali e la fascia di crinale. L'unità FAL3 costituisce invece, anche se in talune zone in modo irregolare ed a mosaico, tutta la fascia intermedia dei versanti. Le zone di contatto fra queste unità, talora per faglia, generano ripiani, promontori, "cocuzzoli". In particolare FAL2, ma anche FAL3, presentano tratti a "reggipoggio", con strati e banchi di notevole spessore, che nell'assetto morfologico dei versanti e nelle incisioni fluviali, e spesso con la presenza di insediamenti, costituiscono paesaggi geologici e storico-ambientali piuttosto suggestivi. Si ricorda l'area di Poggio la Regina e di Poggio Uomo di Sasso (foto 8), l'anfiteatro alla testata del torrente Ciuffenna, con l'insediamento di Rocca Ricciarda, che insiste e sottolinea il sistema di terrazzi, la sella, il crinale

terminante a cupola. Oppure il sistema di scarpate e di versanti prodotti da faglia dell'area di Anciolina-Faeto.

Le unità tettoniche Liguri e sub-liguri

Affiorano marginalmente nell'area in studio, in particolare nel comune di Reggello, o in aree di limitata estensione o in lembi, nei versanti più deboli alla base del Pratomagno o dove diminuiscono gli spessori dei depositi lacustri e fluvio-lacustri. Alcuni affioramenti si hanno in prossimità di Castiglion Fibocchi ed in prossimità di Laterina. Si tratta della formazione di Monte Morello (Eocene inferiore e medio): alternanza di calcari detritici grigio giallastri, calcari marnosi bianchi e nocciola a frattura concoide, marne, arenarie calcaree, calcareniti e argilliti; lo spessore degli strati è variabile da 30-50 cm. a oltre 1 metro per i calcari marnosi. Contatto inferiore con la formazione di Sillano (Cretaceo superiore-Eocene inferiore): argilloscisti variegati generalmente grigio scuro, marroni e ocra con inclusioni, spesso caotiche di calcari marnosi verdastri o grigi, calcareniti minute e arenarie calcarifere. Contatto inferiore con lenti di Pietraforte (Cretaceo superiore): alternanza regolare di arenarie calcaree e argilliti grigio scuro. Lo spessore degli strati è variabile, ma generalmente compreso fra pochi centimetri e 20 cm. Queste unità in molte aree della Toscana affiorano più estesamente, conferendo un carattere di "substrato" significativo ai paesaggi dell'Appennino (vedi Appendice e Carta dei paesaggi).

Depositi del Valdarno superiore

I depositi in destra idrografica dell'Arno che costituiscono i ripiani e le deboli colline della fascia pedemontana del Pratomagno sono per lo più riconducibili alla seconda fase fluvio lacustre (pliocene terminale-pleistocene inferiore) (Azaroli-Lazzeri, 1977).

La seconda fase iniziò nel villafranchiano superiore quando nel Valdarno si impostò un lago piuttosto esteso, ma poco profondo, nel quale si accumularono i sedimenti della successione di Montevarchi. Questi sono costituiti da depositi palustro-lacustri e, nelle zone marginali, da sedimenti di delta-conoide. La giacitura è sub-orizzontale, ma la geometria del bacino era fortemente asimmetrica, con faglie principali attive a nord est e quindi margine nord-orientale ripido e soggetto a frequenti sollevamenti. I depositi palustro-lacustri iniziano con i Limi di Terranova (spessore fino a 250 m) (Abbate, 1983). Questi sono ricoperti da un sottile livello (5-10 m) di Argille del Torrente Ascione, molto ricche di torba ed estese a tutto il bacino. Si hanno poi i Limi e le Sabbie di Oreno, spessi fino a 50 m. Le porzioni sabbiose di questa unità si sono deposte, nella parte distale di delta-conoide, durante le fasi di avanzamento di questi apparati verso il cen-

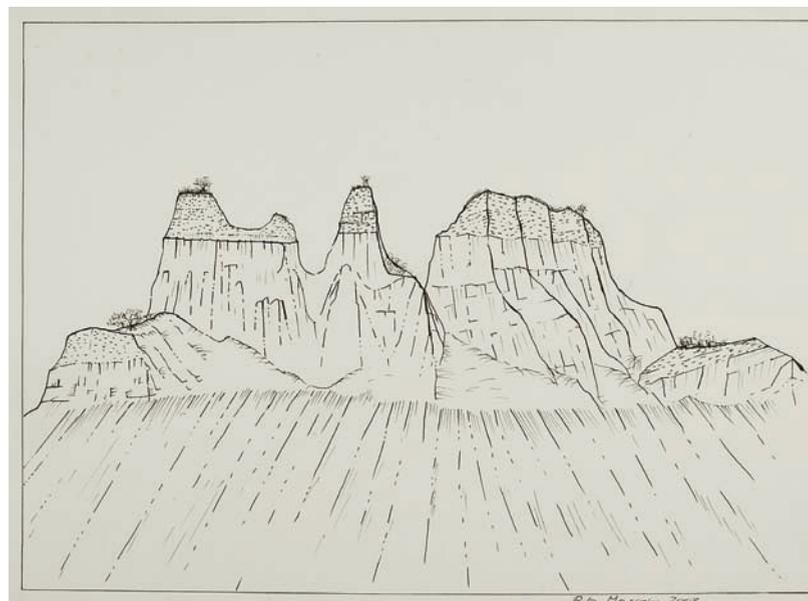


Fig. 3. La base sub pianeggiante è costituita dalle Argille del Torrente Ascione, le balze sovrastanti sono formate dalla formazione delle sabbie di Borro Cave, con al tetto un sottile livello di Sabbie e Ciottolami di Casa Querce ed al tetto un contatto erosivo dei ciottolami di Loro Ciuffenna.

tro del bacino. Nei depositi palustro-lacustri si osservano frequentemente livelli arrossati e paleosuoli che indicano periodi di parziale disseccamento del lago. Il sollevamento della dorsale del Pratomagno e, in minor grado, dei Monti del Chianti, durante la seconda fase, favorì la formazione di estesi apparati di delta-conoide, soprattutto nel margine nord-orientale del bacino.

Questi ultimi sono costituiti da ciottolami di apice di conoide (ciottolami della Penna), spessi fino a 50 m., che passano, verso il centro del bacino, ad alternanze di ciottolami e sabbie in corpi lenticolari (ciottolami e sabbie della Querce, spessi 40-50 m.). La zona di transizione e la porzione subacquea dei delta-conoidi è formata da alternanze di sabbie grigie e limi con intercalate lenti e livelli di ciottolami fini (sabbie di Borro Cave) (Foto 9). L'estinzione del lago della seconda fase avvenne, verso la fine del Pleistocene inferiore, in seguito ad importanti movimenti tettonici e per i notevoli apporti di materiali clastici che determinarono il suo completo interrimento.

La terza fase fluviale (Pleistocene medio), comprende i depositi di Ponticello, depositi di paleo-Arno, e i sedimenti delle conoidi alluvionali del Ciuffenna (Magi, 1989). Si segnala l'unità dei ciottolati calcarei di Laterina, le sabbie medio grossolane di Levane, ricoperte da limi massicci profondamente pedogenizzati (Limi di Latereto). I depositi alluvionali di conoide del Ciuffenna sono rappresentati, nella parte apicale dai ciottolami di Loro Ciuffenna, verso il centro i ciottolami passano alle sabbie del Tasso, che presentano strutture tipiche di depositi di corsi



Foto 9. Complesso di balze e piramidi presso Terranova Bracciolini. I dolci versanti alla base delle scarpate sono costituiti dalle argille del Torrente Ascione, dai limi di Terranova che passano verso l'alto a sabbie argillose, che rappresentano il substrato dei materiali sedimentari che costituiscono la struttura delle forme di erosione (unità di Borro Cave). Le pareti sono attraversate da incisioni verticali, e talora formano dei diedri o camini, a conferma della presenza anche di fratture preesistenti e che favoriscono l'isolamento delle piramidi e poi di pinnacoli.

d'acqua intrecciati. Ciottolami e sabbie sono ricoperti dai limi di Pian di Tegna, che presentano un'intensa pedogenesi.

Le forme delle Balze e delle piramidi corrispondono in prevalenza ai terreni costituiti dalla formazione prevalentemente argillose e limose della successione di Monteverchi, in particolare delle Argille del torrente Ascione, sovrastati dalla Formazione del Borro Cave, più raramente dalle sabbie del Tasso, poi le sabbie Levane o ciottolami e sabbie di Casa Querce, e poi le coperture sommitali, i livelli più compatti di copertura, i ciottolami di Loro Ciuffenna, in prevalenza,

altrimenti, verso sud, i ciottolami di Laterina o, a nord, i sedimenti fluviali di Monticello (Fig. 3).

Le indagini sui fenomeni delle "balze" hanno permesso di individuare le relazioni tra evoluzione della rete di drenaggio fluviale, in termini di sviluppo, gerarchizzazione e quote delle aste fluviali, le litologie e i relativi spessori e la presenza di altri fenomeni di dinamica geomorfologia, quali le frane (Canuti *et al.*, 1995), in relazione alla presenza delle balze e delle piramidi di terra. Da monte si hanno scarpate fluviali incise, poi verso valle si hanno, alle testate

vallive, le balze, fino a dei fronti che via via si disarticolano in singoli elementi, da prismi, a piramidi, poi pinnacoli e pinnacoli residuali, ed infine, verso il fondo valle, si hanno blande morfologie. Tuttavia questo schema non è così lineare, e si possono avere anche delle scarpate quasi nella valle principale dell'Arno (per esempio a Renacci o a ovest di Terranova Bracciolini), a causa di significative variazioni litologiche con coperture sommitali più grossolane. Inoltre si osservano situazioni di fase di quiescenza di quei processi erosivi che "alimentano" e mantengono, con asportazione di materiale non eccessiva, le forme delle piramidi. La classificazione e l'interpretazione, tramite tecniche di monitoraggio, permettono di seguire e controllare adeguatamente, con opportune misure di pianificazione e di intervento di tutela attiva tali uniche forme di paesaggio.

Le foto (2, 5, 7 e 9) evidenziano, in successione, alcune fasi evolutive: dalle scarpate di bordo del ripiano sommitale fluvio-lacustre e di conoide (le Balze in s.s.),

ai ripiani disseccati, alla separazione di balze minori fino ai pinnacoli erosivi, la cui struttura di piramide è ancora difesa dalla copertura o masso sommitale, poi le fasi terminali. La fine è lo smantellamento delle unità sabbiose e ciottolose, con l'affioramento delle argille e dei limi che formano le alture di raccordo con il fondovalle alluvionale.

Note

¹ Ricerca coordinata dal Prof. Luigi Zangheri del Dipartimento di Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici.

² Alcune descrizioni, a conferma di quanto descritto nel primo capitolo sulla cartografia utilizzata nelle analisi dei paesaggi, sono dedotte dalle legende della nuova cartografia geologica regionale, CARG.

5. PAESAGGI DEI TERRENI MAGMATICI: LA TOSCANA DEI TUFI

Nella variabilità dei paesaggi della Toscana, una particolare ed estesa presenza è quella rappresentata dai terreni vulcanici. Questi sono principalmente rappresentati dal rilievo montuoso del Monte Amiata (m 1734), che domina i territori della Maremma interna e del Senese (Foto 1).

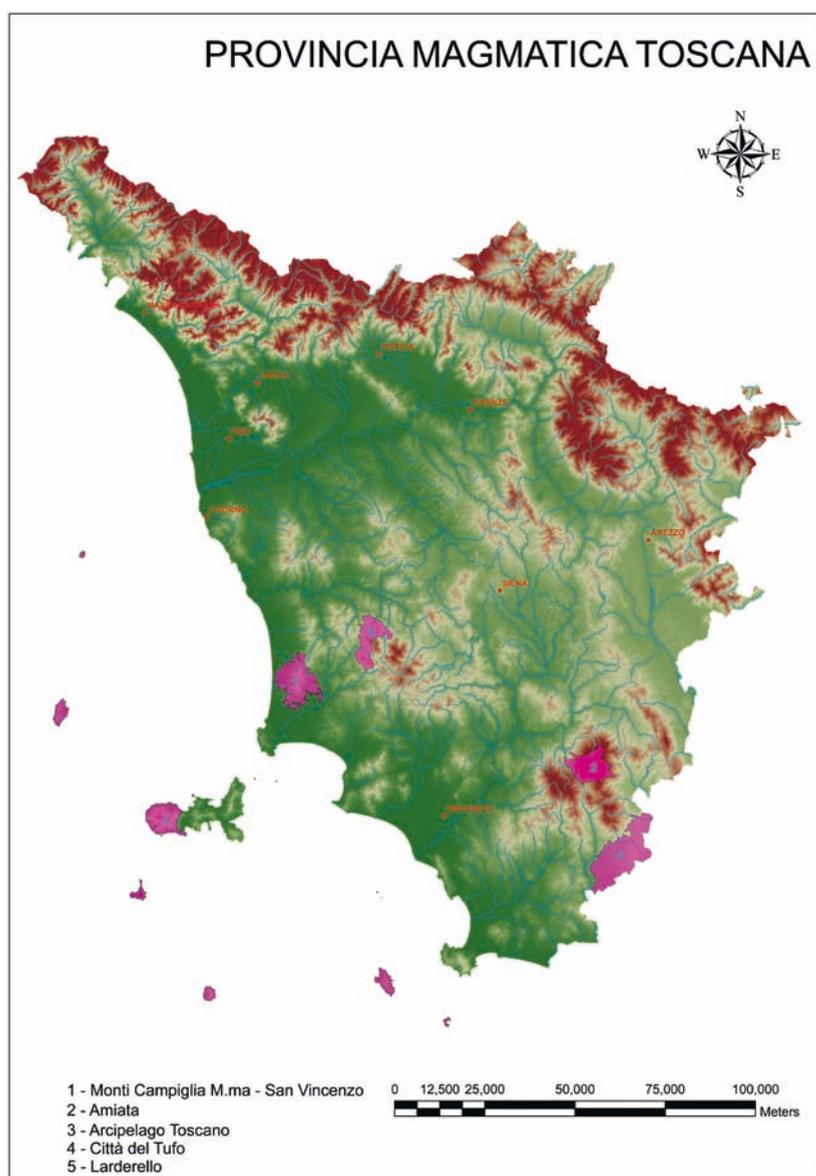


Fig. 1. Provincia magmatica Toscana.

Da singoli apparati che costituiscono dei geotopi, dei monumenti geologici, come l'edificio della rocca di Radicofani, corrispondente ad un piccolo *neck* vulcanico di lave compatte con scorie sommitali che taglia le argille plioceniche (trachibalsiti-trachiandesiti) oppure le creste vulcaniche di Roccatederighi, dove le colate di lava furono probabilmente emesse da un duomo lavico (Peccerillo-Manetti, 1985) (Foto 2-3). Il territorio più esteso e con paesaggi più strettamente geologici è sicuramente quello della cosiddetta Maremma del tufo. Il territorio del monte Amiata si colloca in parte nella provincia di Grosseto e in parte in quella di Siena. Esso si identifica nello stesso territorio che gli storici indicano, ormai con grande attendibilità, come quello dell'insediamento originario degli Etruschi, che poi troveranno ulteriore espansione in tutta la Toscana e in gran parte del centro-Italia. La stessa origine del toponimo "Amiata" ha trovato un accostamento alla massima divinità etrusca, il dio Tinia (o Vertunno, secondo alcuni etruscologi), da cui sarebbe derivato "Mons Tiniatus" o "Tuniatus" come si legge nelle opere di Strabone e di Plinio il Vecchio.

Il complesso montuoso dell'Amiata è costituito da roccia trachitica e riolitica che, da una quota media di circa 600 metri, si eleva sino alla vetta. Questo centro vulcanico copre un'area di ca. 80 kmq e rappresenta la più alta zona di affioramento delle vulcaniti presenti nell'Appennino settentrionale. L'evoluzione vulcanologica del Monte Amiata si è sviluppata in quattro distinti cicli in un intervallo di tempo compreso tra 0,33 e 0,138 Ma (Ferrara-Tonarini, 1985). Inizialmente si ebbero le colate laviche trachitiche e riolitiche, attualmente affioranti ai bordi del vulcano, poi si formarono duomi vulcanici trachitici con due cicli di emissioni lungo differenti direzioni e nel settore centro meridionale. Infine l'attività finale fu caratterizzata da piccole colate più basiche.

La geomorfologia dell'area può essere riassunta in un ristretto gruppo di connotati essenziali, da cui risulta marcatamente caratterizzata. Il dato altimetrico più saliente è costituito dalla presenza dell'antico vulcano del Monte Amiata posto esattamente a cavallo dei due maggiori bacini fluviali di questa parte dell'Italia centrale e cioè: l'Ombro e il Tevere, tributari del mar Tirreno. L'edificio vulcanico appare impostato su un'area collinare di altimetria e morfologia in tutto o in parte analoghe a quelle di altre aree contigue della Toscana meridionale: poche centinaia di metri di altitudine; i costituenti litologici sono formati in grande maggioranza da terreni teneri ed erodibili dei complessi alloctoni "Liguri" e



Foto 1. Il Monte Amiata, vulcano quaternario, riferimento geografico e paesaggistico di tutta la Toscana meridionale. In primo piano splendide forme di scarpata, che segnano l'assetto quasi a monoclinale dei litotipi, con fenomeni calanchivi.

“Tosco-Emiliani”, o del più recente ciclo sedimentario mio-pliocenico; si rileva scarsità relativa di plaghe formate da rocce più dure, riferibili sia ai complessi alloctoni suddetti, sia alla “serie Toscana” o al suo basamento. Questo è infatti il panorama complessivo che si presenta come dominante percorrendo gran parte della regione depressa circostante la “Corona” sommitale amiatina: così nella zona, ad esempio di Cinigiano-Paganico sul versante grossetano, fin verso Montalcino; così pure nell’ampia conca sul versante senese, tra Castiglion d’Orcia, Pienza (vedi Capitolo 3) ed i rilievi oltre i quali si trova Chianciano Terme; e così anche nella grande depressione della valle del fiume Paglia, a sud di Piancastagnaio, Abbadia S. Salvatore Radicofani.

La parte periferica Sud e Sud-Ovest del rilievo è invece “anomala” rispetto al quadro ora tracciato e questo proprio per la presenza abbastanza diffusa di “rocce consistenti”, che sugli altri tre versanti invece mancano o affiorano in misura molto limitata: ci si riferisce ai due importanti massicci (o rilievi non vulcanici) del Monte Labbro (m. 1193) e del Monte Civitella (m. 1107); il primo direttamente collegato al cono vulcanico amiatino attraverso l’area di Zancona-Aiole-Arcidosso e, prolungantesi verso sud fino a Roccalbegna e Semproniano; il secondo formante, invece, un rilievo separato, ma vicino all’Amiata e di elevato pregio paesaggistico, dove sorgono i centri di Selvena (Foto 4) e Castell’Azzara (vedi Capitolo 2).



Foto 2. La rocca di Radicofani. L'edificio è costruito sul materiale di riempimento di un apparato vulcanico collassato.

L'idrografia appare nettamente orientata e potremmo dire, in larga misura predestinata ad assumere la conformazione che oggi in effetti presenta, proprio ad opera della presenza dei massicci di rocce “dure”, circondati dalle più ampie plaghe “erodibili”. Il fiume Orcia, infatti, affluente di sinistra dell'Ombrone, gira tutto attorno alla periferia nord-est e nord del rilievo vulcanico con una curva che è quasi un perfetto arco di cerchio; i fiumi Ombrone e Paglia degradano, rispettivamente, sui due opposti lati del rilievo a sud-ovest e sud-est, verso il Tirrenico ed il Tevere, in modo quasi simmetrico. Infine, sul lato sud “anomalo” (nel senso sopra chiarito) dell'acrocoro amiatino, sono presenti due distinti bacini fluviali e corsi d'acqua indipendenti, ovvero, l'Albegna ed il Fiora ad andamento

nord-sud preconstituito dagli affioramenti di rocce “dure” prima illustrati e ciascuno con sbocco individuale e separato nel mar Tirreno.

Oltre all'Amiata, alla limitrofa Radicofani, ed il territorio del tufo, verso gli apparati vulcanici laziali, di seguito descritti ampiamente, e la ricordata Roccatenderighi ed i vicini rilievi di Sassofortino e Roccastrada, Tornella, corrispondenti a materiali vulcanici rioliti, si ricorda la presenza di rocce magmatiche, però intrusive, che cioè si sono raffreddate e consolidate cristallizzandosi in profondità ed in parte emerse: si ricorda il paesaggio granitico dell'Elba e del Giglio, che sono riconducibili al più generale paesaggio dell'arcipelago, ma che hanno specificità di paesaggio geologico, montuoso e costituito da rocce suggestive



Foto 3. Il suggestivo paese di Roccatederighi, esempio di paesaggio geologico e storico monumentale, adagiato su un crinale frastagliato, dove il profilo di torri, di tetti è integrato con quello delle rocce fratturate, di blocchi, massi e guglie di origine vulcanica.

e spettacolari. Alcuni di questi corpi magmatici (batoliti) sono responsabili di quelle particolari situazioni geologiche, con i conseguenti effetti anche paesaggistici diretti o indiretti, che sono gli ambienti termali e la geotermia, gli ambienti di deposizione dei travertini (Rapolano, Bagno Vignoni, Bagno di San Filippo), le miniere. Di questi si riportano alcune immagini esemplificative nel Capitolo 8. Si ricorda inoltre un'altra associazione di rocce di origine vulcanica piuttosto particolare e di grande importanza soprattutto culturale e scientifica (sono sempre dei geotipi) rappresentati dalle cosiddette rocce verdi o ofioliti (gabbri, basalti, serpentini, diabase). Alcune di queste generano dei paesaggi singolari, ma sono importanti, quando metamorfosate, come materiale per l'architettura

(un tempo anche come pietrisco per le linee ferroviarie), come testimoniato dalle numerose chiese romaniche (si ricorda San Miniato a Monte, a Firenze).

A sud dell'Amiata si estende il bacino del Fiora, che attraversa, con i suoi affluenti un complesso di rocce stratificate di origine piroclastica o tufacea: la Maremma del tufo (Foto 5).

Il territorio, il paesaggio storico-archeologico e geologico delle città del tufo si estende ad ovest del fiume Fiora fino ai monti Vulsini, frangia settentrionale del cono del lago di Bolsena. La zona, una delle più suggestive della Toscana meridionale è formata da una spessa coltre di tufi stratificati di varia consistenza e colore, conseguenza dell'attività vulcanica della zona vulsinea.



Foto 4. La rocca medievale Silvana, edificata su uno sperone calcareo, che domina il sottostante complesso minerario, oggi in restauro per la realizzazione di un parco turistico culturale. La balza rocciosa calcarea costituisce un esempio di geosito geologico archeologico-monumentale a sud dell'Amiata.

Si tratta di un territorio dalla morfologia particolare, il paesaggio delle balze tufacee della città di Pitigliano, che si eleva sopra un'area pianeggiante o poco inclinata, ed è considerato uno dei luoghi più fotografati d'Europa: la pianura è inoltre solcata da profonde gole (Foto 6).

In tutta la zona si possono ammirare opere etrusche, in particolare a Sovana, scolpite nei materiali tufacei più saldati, insediamenti rupestri, e soprattutto le via cave o Cavoni, interamente scavate nella roccia lunghe anche km e profonde alcune decine di metri. Ancora oggi non è del tutto chiaro il loro scopo, le ipotesi più accreditate sono quelle che fossero delle vie di comunicazione per passare da

una valle all'altra o dei veri e propri monumenti. Lungo praticamente tutte le pareti di tufo vi sono vaste necropoli costituite da tombe a camera scavate nella "morbida roccia" (Foto 7).

LE ERUZIONI VULCANICHE

Le rocce che costituiscono il territorio della Maremma etrusca appartengono al ciclo magmatico del Distretto vulcanico Vulsino occidentale (Vezzoli *et al.* 1987; AA.VV., 1993) ed in particolare alle attività del vulcano di Latera. Il vulcano si



Foto 5. Paesaggio dei tufi, con scarpate incise, talora a formare dei piccoli canyon ed estese superfici sommitali sub pianeggianti. Nella parete si osserva un grotta scavata (Area archeologica di Sovana). Sullo sfondo i rilievi a sud di Castell’Azzara.

sviluppo circa 400.000 anni fa, in coincidenza del fianco occidentale del preesistente edificio di Bolsena. Dopo un primo periodo di attività sporadica e limitata (prima fase), tra 270.000 e 160.000 anni fa, si ebbe la messa in posto di numerose coltri ignimbritiche (seconda fase), con la formazione della ciclopica caldera poligenica localizzata sul bordo occidentale della vecchia caldera di Bolsena. Con due eruzioni di tipo pliniano inizia l’attività esplosiva che produsse depositi di pomici di ricaduta, e soprattutto numerosi ed estesi depositi di flusso che raggiunsero la distanza di 25 km (superando l’area in studio, con la Formazione di Canino). Questi depositi sono caratterizzati dall’assenza di leucite. Al tetto è

presente un paleosuolo, più o meno alterato, che rappresenta il passaggio con i depositi delle seguenti eruzioni. I paleosuoli infatti costituiscono in molti casi la separazione delle eruzioni più importanti (la seconda fase è rappresentata dalla formazione Sovana, di Farnese e di Sorano). Il paleosuolo che separa Farnese e Sovana è ben riconoscibile perché di colore nero-violaceo, e rappresenta un buon livello guida per le correlazioni stratigrafiche (Foto 8).

L’eruzione di Sovana inizia con un caratteristico deposito fine di surge piroclastico, distribuito radicalmente intorno all’apparato. I depositi che seguono sono costituiti da colate piroclastiche ricche in pomici chiare con scarsi cristalli di leu-



Foto 6. L'abitato di Pitigliano, costruito su un promontorio di rocce vulcaniche (nella formazione del tufo giallo, o di Grotte di Castro-Onano) e non sulla formazione che porta il nome della località, che affiora in prossimità dell'abitato.

cite. Poi si ha la parte più importante dei depositi eruttivi con colate piroclastiche caratterizzate da scorie nere porfiriche a leucite e sanidino immerse in abbondante matrice fine. I colori sono spesso giallo-rossastri per processi diagenetici (tufo rosso a scorie nere).

L'eruzione di Farnese è, invece, costituita da pomice fortemente porfiriche a leucite e sanidino e da frammenti litici piuttosto abbondanti, poi depositi di surge piroclastico e depositi di colata piroclastica.

L'eruzione di Sorano è formata sempre da depositi di surge e colate piroclastiche con l'assenza di cristalli di leucite.

Seguono una complessa serie di colate piroclastiche che si presentano con caratteristiche simili, e con materiali mostranti una notevole litificazione. Vengono in genere distinte due formazioni principali: la formazione di Grotte di Castro e la Formazione di Onano. In realtà, come poi verificato nel rilevamento dei materiali dei siti archeologici investigati, risultano fra loro indistinguibili, perlomeno per gli aspetti litologici utili per l'indagine. Si ha in generale un livello di surge e poi una serie di colate piroclastiche che sono state riconosciute, "tarate" come depositi guida nell'abitato di Pitigliano e di Sovana ed in alcuni tratti sommitali delle vie cave.



Foto 7. Uno stretto passaggio di una via cava presso Sovana.

L'eruzione di Pitigliano chiude quindi la serie, con una formazione che spesso risulta sormontata da altri depositi di surge. La formazione che affiora nel ripiano sommitale soprastante il versante del sito archeologico del Gradone-Madonna delle Grazie, si presenta in una successione di 5 livelli, con prevalenza dei depositi di flusso.

Una generale considerazione riguarda la sensibile corrispondenza di alcune unità con l'assetto morfologico delle principali scarpate, perlomeno dove i pro-

cessi erosivi hanno agito producendo processi differenziali. In altri termini si osservano dei sistemi di scarpata piuttosto continui, con talora terrazzi, alla cui base, al contatto di differenti litotipi, sono state scavate e scolpite le tombe principali. Si tratta in prevalenza del passaggio all'interno della formazione di Sovana, tra l'unità costituita da flussi di pomice poco coerenti e materiali via via più saldati, più ricchi di leucite fino ai cosiddetti tufi rossi (con scorie nere), passando da quelli giallo ocra. Altri livelli particolarmente competenti sono quelli già citati di tufo giallo fine molto litificato della formazione di Onano che costituiscono il substrato e le scarpate sommitali dei rilievi degli abitati (siti archeologici di Follonia e Sileno presso Sovana sono appunto impostati in detta unità) (Foto 9).

Subordinatamente si hanno delle importanti scarpate nella unità di Canino, in genere alla base dei versanti (nel caso in esame a San Giuseppe, Pitigliano), in incisione fluviale (Fratenucci, Pitigliano) e a Sovana e Sorano.

Per meglio comprendere le relazioni tra composizione litologica dei materiali vulcanici, che si manifestano con assetto in generale a stratificazione sub-orizzontale, e morfologie, interazioni con le attività dell'uomo, si descrivono in dettaglio, forse provocando una lettura un po' gravosa, a titolo di esempio, le unità presenti nel territorio in esame.

Formazione di Canino

Questa formazione è la più antica e la più estesa volumetricamente fra quelle considerate e poggia direttamente sul basamento sedimentario o sulle lave tefritiche, separata da un sottile strato di suolo. La datazione con K/Ar ¹ si aggira tra 0.27 e 0.31 Ma (Mertzelin-Vezzoli, 1983). Molte Vie Cave, cioè delle strade in trincea nei tufi, sono scavate al suo interno (la spettacolare via cava di San Giuseppe, costellata anche da magnifiche necropoli etrusche).

È costituita da più unità di flusso, caratterizzate dalla totale assenza di leucite. La base è costituita da depositi di pomice di ricaduta, cui seguono due depositi cineritici di colore grigio chiaro rosato, con sciami di piccole pomice e litici (spessore totale < 2 m.).

Al tetto affiora l'unità di flusso principale (spessore totale ≈ 3 m.), un deposito massivo da coerente a scarsamente coerente con colore variabile dal rosa, al crema, al grigio chiaro. I componenti iuvenili sono pomice decimetriche trachitiche, da bianche a grigie a rosate, concentrate in livelli o disperse nella matrice con gradazione inversa; al loro interno si possono riconoscere per lo più fenocristalli di sanidino, sporadici cristalli di biotite, clinopirosseni, plagioclasti e titanomagnetite (Conticelli *et al.*, 1987). Dispersi nella matrice vetrosa si notano anche



Foto 8. Tombe scavate alla base di una scarpata aggettante, dovuta anche al differente comportamento dei litotipi. Passaggio fra le unità della formazione di Farnese e la sovrastante di Sovana (Sovana necropoli di La Ripa, San Sebastiano, Siena).

inclusi litici, di dimensioni anche decimetriche, di natura sia sedimentaria che magmatica.

Formazione di Farnese

È una formazione molto ridotta in volume, spesso separata dalla sottostante Formazione di Canino da uno stadio iniziale di pedogenizzazione. La Formazione di Farnese consiste in un singolo flusso (spessore \approx 5m.) di colore avana-rosato, se incoerente, e di colore giallo pallido, se saldato.

Alla base, pomice bianche e grigie con cristalli di sanidino e di leucite analcimmizzata e inclusi litici di natura magmatica e sedimentaria abbondanti. I fenocristalli nelle pomice e sparsi nella matrice sono sanidino, leucite, con clinopirosseni accessori e sporadici cristalli di biotite, plagioclasio e titanomagnetite (Conticelli *et al.*, 1987).

Verso il tetto la matrice diventa cineritica e contiene lapilli accrezionari. Al tetto si presenta un paleosuolo caratteristico per il suo colore molto scuro, nero violaceo, che separa questa formazione da quella sovrastante di Sovana.

Formazione di Sovana

Generalmente questa Formazione giace sulla Formazione di Farnese o, in sua assenza, su quella di Canino. La datazione con il K/Ar ha indicato un'età di 0,19 Ma.

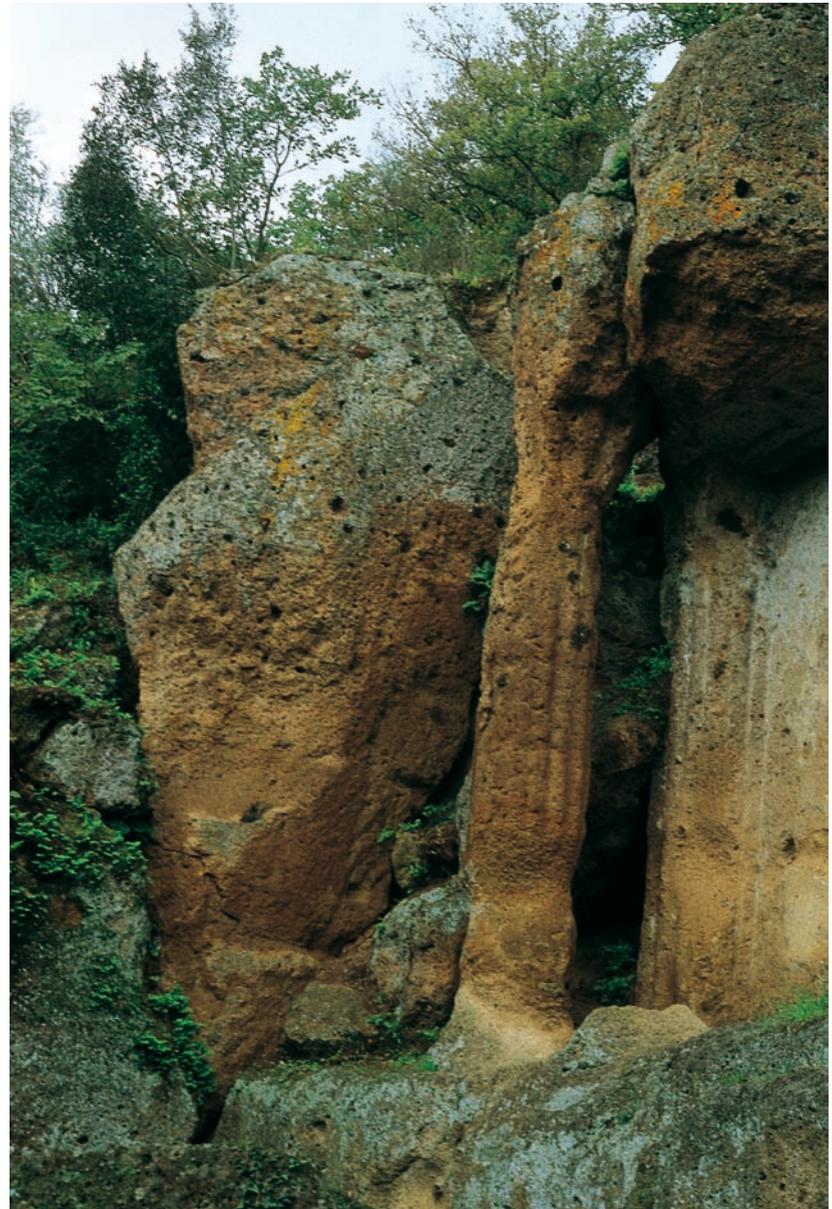


Foto 9. Particolare della tomba Pola.

La Formazione di Sovana consiste in un surge che è quasi sempre presente alla base e in due unità di flusso piroclastico (spessore totale di alcune decine di metri).

Il surge di base (spessore \approx 50cm.) si presenta come un deposito cineritico di colore quasi bianco o giallognolo a grana molto fine, con laminazione incrociata e lapilli di accrezione. Con il sottostante paleosuolo scuro costituisce un livello guida.

L'unità soprastante (spessore \geq 6 m.) è un deposito di colata piroclastica massivo e incoerente, costituito da pomice di colore grigio chiaro e talora grigio scuro,

centimetriche e decimetriche, contenenti fenocristalli di leucite analcimizzata (scarsa, specialmente alla base) e sanidino. Inferiormente sono concentrati inclusi litici di dimensioni centimetriche.

L'unità sommitale e quella volumetricamente più importante è un deposito massivo coerente caratterizzato da pomici nere da centimetriche a decimetriche immerse in una abbondante matrice fine giallo-rossastra: il cosiddetto "tufo rosso a scorie nere". In esso è scavata la gran parte delle tombe monumentali, mentre quelle minori sono scavate nel materiale meno coerente lungo il contatto con la sottostante Eruzione di Farnese (Foto 10).

Le pomici, porfiriche, contengono ben visibili fenocristalli di leucite analcimizzata e sanidino. La matrice contiene frammenti vetrosi e cristalli di sanidino, leucite e clinopirosseno (Vezzoli *et al.*, 1987). I litici, di origine sia magmatica che sedimentaria, sono addensati alla base del flusso.

In tutta la zona di Sovana e Pitigliano questi depositi sono fortemente litificati, e di colore da giallo ocre a rosso mattone. Solo in alcuni tratti presentano alla base un flusso di pomici incoerente. Alla tomba Ildebranda si osserva la sequenza completa, lungo la quale si riconoscono i flussi di pomici bianche con poca leucite alla base, che diventano più grigie e più ricche di leucite nella parte intermedia, fino ai flussi di scorie nere a tetto.

Questa unità presenta al contatto con la Formazione di Grotte di Castro-Onano, nei dintorni di Pitigliano, un orizzonte sommitale (ben visibile nella Via Cava di S. Giuseppe) che si presenta di colore grigio verdastro e poco coerente, dalla consistenza simile ad un suolo, ma con composizione mineralogica tipica della formazione.

Formazione di Sorano

Questa formazione è costituita da due unità di flusso piroclastico, riconoscibili dalle precedenti per la mancanza di cristalli di leucite.

L'unità inferiore è un deposito cineritico contenente pomici bianche centimetriche allineate a formare 30-60 cm. di livelli subparalleli (Sparks, 1975). L'unità sommitale è un flusso pomiceo con una matrice gialla o rosa, all'interno della quale si ritrovano pomici gialle e bianche di qualche millimetro insieme a numerosi cristalli sparsi di sanidino, biotite e clinopirosseno (Vezzoli *et al.*, 1987). Lo spessore massimo si misura in corrispondenza della paleovalle del fiume Lente vicino a Sorano (Foto 11).

Il contatto con le unità piroclastiche sottostanti è erosionale, ma in alcuni casi affiora il paleosuolo (Conticelli *et al.*, 1987).

Formazione di Grotte di Castro-Onano

Generalmente queste formazioni giacciono in sequenza su quella di Sorano ed avendo sequenze molto simili spesso sono indistinguibili. Entrambe mostrano alla base depositi di surge rappresentati da livelli cineritici coerenti di colore verdastro, da lapilli accrezionari e con grossi "tree holes" (impronte di albero), sormontati da un'unità di flusso piroclastico costituita da una matrice gialla o grigia con pomici bianche centimetriche inversamente gradate. Infine si incontra il flusso piroclastico principale, che consiste in un deposito ben saldato con una matrice gialla o grigia e pomici centimetriche giallo-arancio e grigie o grosse scorie nere microvescicolate, abbondanti frammenti litici magmatici o sedimentari e cristalli di clinopirosseno, sanidino, leucite e rara biotite. Gli abitati di Pitigliano e Sovana sono costruiti su questa Eruzione (Foto 12).

In particolare a Pitigliano si presenta come un'unità di flusso piroclastico di colore giallo fortemente litificata (tufo giallo) con spessori di diversi metri.

Formazione di Pitigliano

Questa formazione viene oggi interpretata come una sequenza di depositi di flusso piroclastico, che chiude la fase esplosiva di Latera. La datazione con K/Ar si aggira tra i 166.000 anni e i 178.000 anni (Metzeltin-Vezzoli, 1983).

Alla base presenta due flussi poco saldati di grosse (fino a 40 cm. di diametro) pomici chiare, con abbondanti litici termometamorfici e intrusivi ricchi di cristalli, separati da un sottile livello cineritico. Questa formazione è infatti ben conosciuta dai collezionisti di minerali per i cristalli che si possono trovare nei blocchi litici termometamorfici ed intrusivi (Foto 13).

Il flusso principale è un'ignimbrite ricca di matrice consolidata grigia o arancio, con grosse pomici che cambiano gradualmente da grigie a nere, e abbondanti clasti litici sedimentari e magmatici. Verso l'alto passa gradualmente ad una facies grigia saldata, composta da grosse scorie poco soffiate in una matrice arricchita in fenocristalli di leucite, sanidino, clinopirosseni e, in quantità accessorie, plagioclasti e titanomagnetite (Conticelli *et al.*, 1987), mentre il contenuto in litici diminuisce sensibilmente.

Nelle vicinanze di Pitigliano affiora (dall'alto): un deposito di flusso cineritico ricco di cristalli, un flusso di pomici nere, un flusso di pomici bianche e un deposito di flusso cineritico bianco (Vezzoli *et al.*, 1987).

In conclusione il principale carattere del paesaggio della maremma tufacea, a nord dei vulcani laziali, è quello di un sistema costituito da una estesa superficie debolmente ondulata ed inclinata e da ripiani sub pianeggianti. Un secondo aspetto, che riguarda direttamente la presente analisi, "è dato dai solchi poco profondi

che le acque di infiniti torrenti e torrentelli vi hanno inciso. Così l'antica superficie tufacea è sezionata in una serie interminabile di ripiani, allungati e ristretti, rastremati e terminanti a sperone là dove due torrenti confluiscono (Foto 14).

Si cammina agevoli sul piano e d'un tratto ci si trova sul ciglio d'un burrone: una balza a picco di tufo dalle tinte fulve, più giù una falda inclinata, verdeggiante di folta macchia, un fosso seminascosto dalla vegetazione nel fondo. Certo, non dappertutto è precisamente così. . . il ripiano si panneggia di tenui ondulazioni; il burrone si allarga in valletta dal fondo piatto, prativo o coltivato, in cui scorre or-



Foto 10. Tombe su una scarpata nella formazione di Sovana, presso il Cavone (Sovana).

lato da alberi e cespugli un tranquillo ruscello; le balze si addolciscono in pendii avviluppati dalla macchia, o aperti ed erbosi, o pettinati da serrati filari di viti”². In altri termini tutte le coperture del distretto vulcanico sono state fortemente modellate dall'azione delle acque correnti superficiali, che hanno inciso le ampie superfici strutturali debolmente inclinate con valli strette e profonde. Per la natura prevalente litoide, per la presenza anche di importanti sistemi di fratture, l'erosione è stata prevalentemente lineare, con pareti e pendii verticali, ma che assumono anche un andamento a terrazzi, per successivi fenomeni di erosione differenziale laterale. Ciò è chiaramente dovuto, all'alternanza di colate piroclastiche, ben saldate, e piroclastici di ricaduta meno coerenti. Inoltre i fondi vallivi quando sono più ampi e piatti, in contrasto con la morfologia dei versanti, con una marcata coltre alluvionale (per esempio alcuni tratti del Fiora), possono essere stati prodotti da processi di sovralluvionamento collegato al sollevamento eustatico del livello marino post glaciale. Infine nell'evoluzione delle incisioni, dallo sviluppo delle valli, delle scarpate e dei ripiani, risulta ben evidente il controllo strutturale, con sistemi di lineazioni sia est ovest (connessi fra l'altro con le faglie del collasso della caldera di Latera-Bolsena) e soprattutto nord ovest-sud est e nord est-sud ovest, come anche osservabile dall'andamento lineare delle scarpate e di tratti fluviali.

In conclusione la dinamica morfologica si esplica con processi gravitativi di versante nelle scarpate litoidi, che tendono ad arretrare, con aggravii laddove le acque risultino particolarmente libere di scorrere o di infiltrarsi, e dove gli ammassi siano fratturati e/o scalzati al piede per erosione e degrado dei sottostanti livelli poco addensati, sciolti. Diffusi sono anche i processi delle acque incanalate sia in approfondimento che di erosione laterale (un esempio di imponente scalzamento al piede è quello attivo presso l'area archeologica di Poggio Buco, ad opera del Fiora).



Foto 11. La gola del fiume Lente, sotto l'abitato storico e monumentale di Sorano.

LE VIE CAVE

Il sistema di paesaggio delle borre, dei canyon, delle scarpate dei tufi, è ulteriormente arricchito dalla presenza delle vie cave, che oltre ad essere dei manufatti monumentali, permettono la piena fruizione del paesaggio circostante. Sono antiche strade che lungo i pendii venivano scavate nel tufo (tagliate), con pareti alte fino a 15 metri e larghe fino a tre metri (in alcuni tratti si raggiungono anche altezze superiori). Le tecniche di escavazione sono state le stesse per tutte le

cave ed i principali attrezzi con cui furono realizzate sono il piccone a due punte e vari tipi di cunei. Le pareti erano parallele e lisce e corredate da scalini e lungo la parete si trova una canaletta scavata per convogliare le acque (Foto 15-16). Attualmente molte di queste vie sono in stato di degrado, con la presenza di fronti particolarmente instabili. Alcuni interventi hanno tuttavia permesso di consolidarne alcuni tratti significativi (Pitigliano). È comunque necessaria la loro salvaguardia con una opportuna pianificazione delle misure di consolidamento, e



Foto 12. Il tratto terminale della cava San Giuseppe (Pitigliano). L'immagine del Santo falegname, con una sega in mano, si è appoggiata per deformazione, sulla parete scavata nella Formazione di Onano.



Foto 13. Fronte cava abbandonata nella formazione di Pitigliano.



Foto 14. L'abitato di Sorano, che si sviluppa dal piano sommitale, ai ripiani intermedi, bordato alla base dalle scarpate incise dal Lente, in corrispondenza di suoi affluenti.

la manutenzione continua, in modo da preservare questo paesaggio unico. Si segnala che nell'area archeologica di Poggio Buco, non lontano da Sovana, è presente un meraviglioso tratto di via cava in galleria.

Per un approfondimento sui percorsi e sulla interpretazione dell'origine delle vie cave, o "tagliate", si rimanda alla lettura del noto libro di Giovanni Feo, *Le vie Cave Etrusche*. Queste enigmatiche opere, uniche al mondo, furono realizzate

dagli etruschi nell'area centrale e originaria dell'antica Etruria: il territorio vulcanico intorno al lago di Bolsena, l'etrusca Velzna. La contiguità con le necropoli e le altre aree sacrali può indicare che le vie cave fossero concepite quali percorsi speciali. È tuttavia altrettanto vero, anche se forse solo successivamente, e non in modo tale da giustificare le dimensioni delle vie cave, che tali opere fossero collegate ad interventi di deflusso delle acque dai pianori alti, con funzione di bonifi-

ca, per convogliarle nei corsi d'acqua a valle. Secondo altri le vie cave in origine sarebbero state poco profonde, poi nel tempo sarebbero state di nuovo scalpellate ed approfondite da altre popolazioni, per la realizzazione di percorsi in sicurezza. In taluni casi tale interpretazione forse può essere vera, ma in generale la base delle vie cave corrisponde alla presenza di manufatti etruschi certi. Il ruolo delle acque nell'approfondimento delle tagliate è localmente importate, specie nei tratti in dissesto, ma non hanno rappresentato un loro elemento genetico.

LE ROCCE VERDI O OFIOLITI

Le rocce verdi o ofioliti sono diffuse in affioramenti di dimensione differente, associate o inglobate in altre rocce in molte località della Toscana (Fig. 2). Queste rocce determinano paesaggi particolari, scuri, piuttosto aridi, sede di vegetazioni peculiari. Inoltre, in particolare, quando fra queste rocce si hanno le serpentiniti, si sono avute importanti vicende di coltivazione sia per materiali per l'architettura storica, per la costruzione del sottofondo dei binari ferroviari, e per la possibile presenza di rame nativo. Le ofioliti sono resti di antichi fondali oceanici di origine magmatica (effusiva ed intrusiva), in parte metamorfizzati, basalti, gabbri e serpentine (Bortolotti, 1992). Queste proverrebbero dai fondali dell'oceano ligure (o meglio della porzione della Tetide formatosi lungo un asse dalla Liguria verso la Corsica e la Sardegna, circa 180 milioni di anni fa), presso il margine continentale europeo (Abbate *et al.*, 1984). Questi complessi magmatici sono stati poi ricoperti dalle successioni sedimentarie eoceniche (45 milioni di anni fa), costituite in prevalenza da complessi argillitici ed arenaceo-calcarei. Fra queste prevalgono le Argille a Palombini, la Formazione di Sillano, il cosiddetto Complesso Caotico, inoltre sedimentarono le unità di Monte Morello, dove prevalgono terreni di *flysch* calcarei e calcareo-marnosi. Infatti, nell'eocene medio con la chiusura del bacino, per i movimenti tettonici di avvicinamento delle zolle africane ed europea, si generarono forti compressioni nelle rocce dei fondali oceanici. La conseguenza fu che questi materiali furono sospinti verso est, frantumandosi, deformandosi ed inglobandosi nelle unità più duttili argillose. Queste ultime infatti, hanno così acquistato un assetto più caotico mentre i calcarei marnosi della formazione di Monte Morello, più rigidi, si sono scomposti in enormi porzioni anche con assetto mediamente disturbato dalle dislocazioni, con un ordine stratigrafico riconoscibile. Con lo stesso meccanismo si sono posizionate le associazioni delle pietre verdi, con tuttavia affioramenti limitati, sia per i volumi che per la frammentazione iniziale. Comunque, quando presenti, anche per l'effetto dell'erosione dei circostanti terreni argillosi, si determinano delle particolari e suggestive situazioni di paesaggio, o con blocchi megalitici talora isolati,

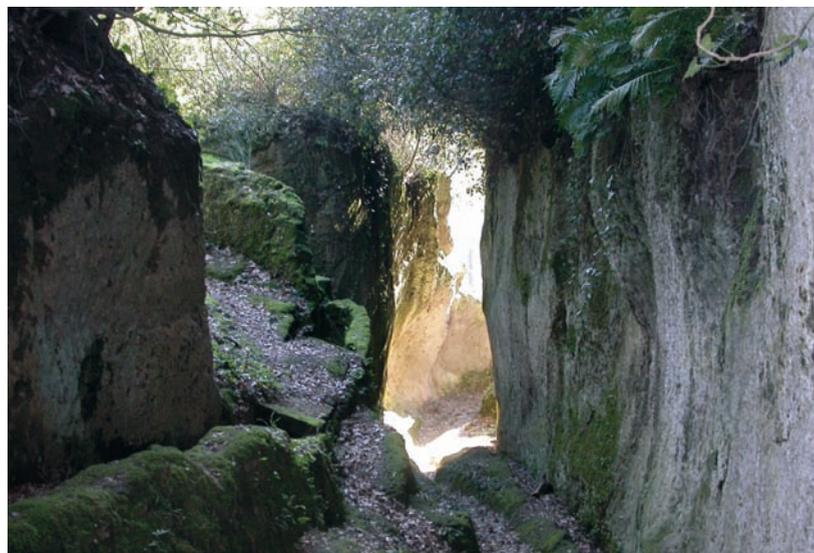


Foto 15. Via Cava presso Sorano. Sulla sinistra sono visibili le canalette di convogliamento delle acque scolpite nel tufo. La via è piuttosto acclive.

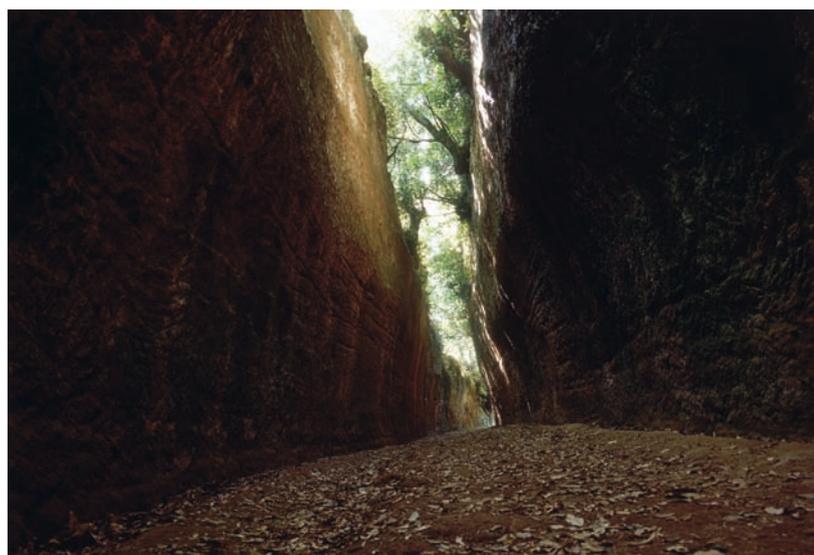


Foto 16. Via cava presso Sovana. Questa via rappresenta una situazione tipica di un tratto sub orizzontale, o alla base o presso un raccordo sommitale, in particolare per le dimensioni e la profondità.

talora posti sui crinali, in un contesto di versanti brulli, con calanchi (Masso San Zanobi, Valle del fiume Diaterna, a nord di Firenzuola, FI), o con paesaggi, come prima accennato, litoidi scuri ed aridi, con le eventuali morfologie delle cave. Si ricordano gli affioramenti delle colline livornesi, all'isola d'Elba (Bortolotti *et al.*, 1994), nel basso Merse, in val di Cecina, dell'Impruneta, di Figline di Prato (ove sono le cave storiche di Serpentina, utilizzata nell'architettura monumentale), a Pieve Santo Stefano, etc. Molte antiche strutture insediative sia dell'Ap-

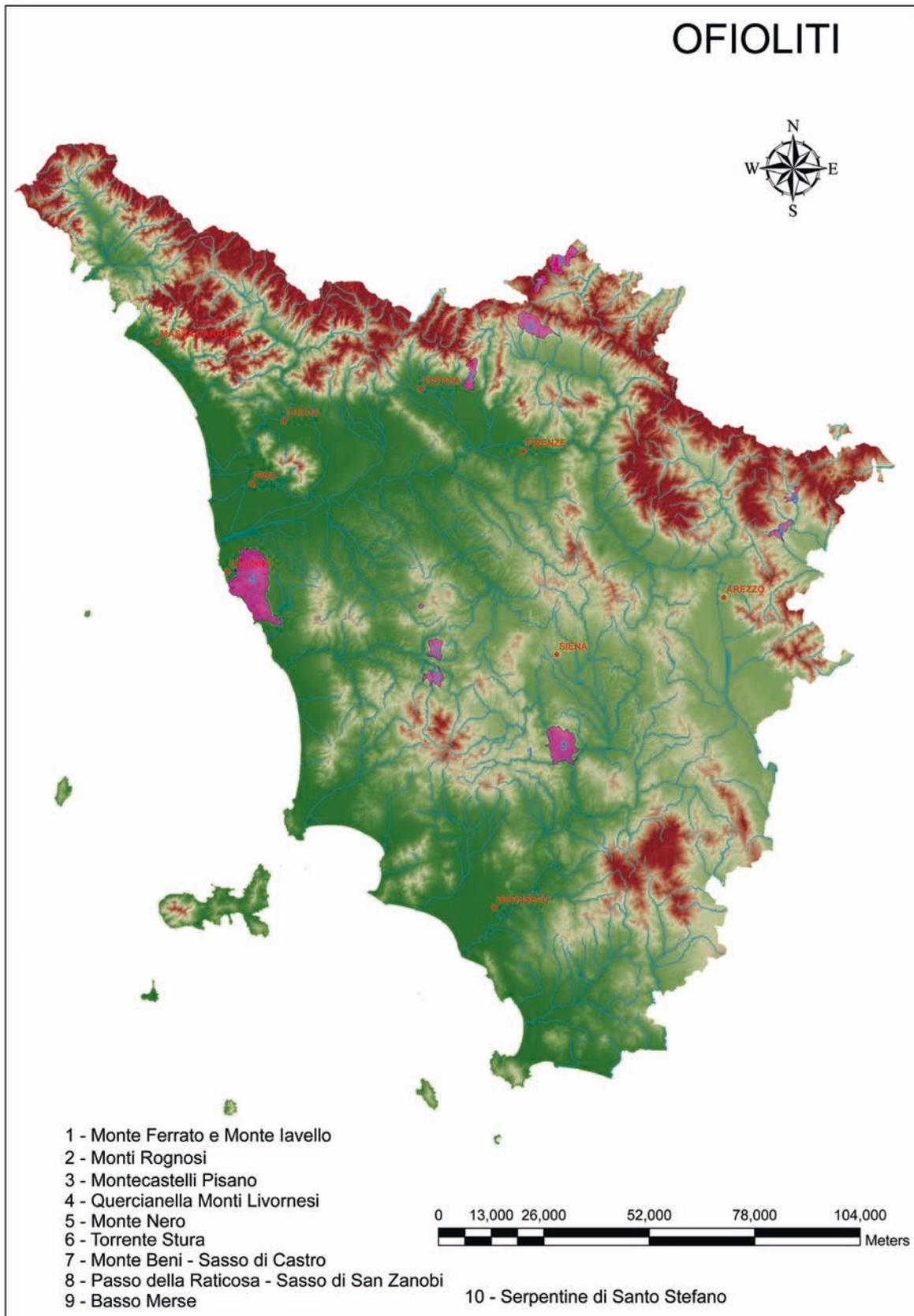


Fig. 2. La Toscana dei paesaggi ofiolitici.

pennino che nella Toscana corrispondono alla presenza di corpi inglobati nei *flysch*, o nelle unità sub-liguri di argille e calcari, molto spesso corrispondenti a corpi ofiolitici, quali ad esempio il celebre castello e poi villaggio di Monte Massi (GR). Si segnala come esempio di paesaggio il complesso dei Monti Rognosi, nel comune di Anghiari, dove la morfologia della Serpentinite, è qui prevalente, con colorazione da verde scuro, a grigia, ma anche rosso ruggine, con estesi affioramenti con superfici regolari, dolci, ed improvvisi blocchi frastagliati, incisioni aspre, segnate anche dalle opere di regimazioni delle acque, e dalla vegetazione particolare, così come dai tentativi di rimboscimento, spesso poco efficaci. Qui sopra ai gabbri, serpentini e basalti si hanno i diaspri (formazione dei Diaspri di

Monte Alpe), che si presentano in strati rossi, alternati ad argilliti silicee rosse. Interessanti affioramenti (geotopi) di notevole bellezza di questi litotipi si possono osservare allorquando gli strati si trovano ad assetto piegato, ribaltato al contatto con i basalti scuri, con strutture a cuscino e con superfici quasi lucidate.

Note

¹ Vedi glossario.

² La descrizione è ripresa da Sestini, 1963.

6. GRANDI FENOMENI GRAVITATIVI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE: EVENTI CATASTROFICI ED AGENTI COSTRUTTORI DI PAESAGGI TIPICI



Foto 1. Particolare di paesaggio in forte erosione calanchiva, con processi prevalenti di origine gravitativa. Al centro si può notare il canale, nastro trasportatore della colata argillosa, in grado di spostare blocchi calcarei, anche di grandi dimensioni, provenienti da crolli della scarpata del Monte Simone (Capitolo 2). Sulla destra è visibile l'accumulo dei massi.

In questo capitolo si vorrebbe affrontare un tema generale, che in una prima analisi può risultare curioso, quello della descrizione degli eventi gravitativi catastrofici intesi come agenti costruttori di paesaggio. Senza soffermarsi cioè a descrivere le grandi frane, le catastrofi in rapporto agli ambienti

geologici, agli aspetti di protezione civile, etc., temi questi noti e di grande quotidiano impatto, vengono altresì accennati alcuni aspetti sulle analisi paesaggistiche delle aree instabili, per introdurre elementi utilizzabili nella elaborazione dei piani territoriali e paesaggistici della Montagna (Foto 1).



Foto 2. Tipica sistemazione di versante con terrazzamenti per la coltivazione della vite e dell'olivo. Fascia pedemontana del Pratomagno, Valdarno superiore aretino.

Gli elementi di conoscenza di queste peculiarità paesaggistiche alludono alla necessità di un corretto inquadramento multi-disciplinare di problemi relativi alla gestione e salvaguardia dell'ambiente montano e che potrebbero essere di contributo al dibattito per l'elaborazione delle norme degli strumenti di piano (piani strutturali, PTCP, PIT, SIT), alle quali contribuiscono tecnici di differente formazione. Si tratta di una diversa lettura, non limitata agli aspetti negativi legati agli effetti catastrofici di grandi eventi franosi, ma che segue quello che è pure il filo conduttore di tutti gli interventi, sia dei politici che dei tecnici, che trattano della gestione del paesaggio. Esso consiste nella ricerca di tutti gli elementi di valore del paesaggio¹, anche quando questo è costituito o è rappresentato da unità di

paesaggio più circoscritte, anomale, corrispondenti, come nel caso in esame, a zone franose o a morfologie prodotte da frane. Frane, ovviamente in prevalenza non attive, corrispondenti a fenomeni gravitativi antichi, di cui comunque si conosce, od è ricostruibile, la storia e l'evoluzione.

Di conseguenza, risulta necessario, per operare corrette analisi territoriali, caratterizzare le frane non limitandoci a evidenziarne le situazioni di pericolosità per le quali bisogna intervenire o dalle quali bisogna tenersi a debita distanza negli interventi insediativi ed infrastrutturali, ma osservare e studiare le frane anche come agenti che hanno prodotto, in taluni assetti morfologici, i luoghi migliori per le trasformazioni e la conseguente costruzione del paesaggio da parte del-



Foto 3. Paesaggio delle colline del Chianti, area dei rilievi pliocenici, Lucardo-Fiano (Montespertoli). In primo piano un esteso fenomeno gravitativo dove la trasformazione in vigneto specializzato, da un'area a cultura promiscua, si è dovuta adattare alla morfologia di frana. Frane di scorrimento e colamenti.

le comunità locali. Ad esempio si possono avere versanti dove la morfologia è stabile, ma aspra, “inospitale”, rispetto ad altre morfologie prodotte da grandi fenomeni franosi. Questi ultimi, una volta che hanno raggiunto l'equilibrio morfodinamico – in particolare perché è mutato il contesto morfo-climatico –, costituiscono pendici di più facile insediamento. Tuttavia tali contesti possono risultare estremamente fragili, sensibili cioè ad interventi ad elevato impatto o anche all'abbandono. Risulta pertanto calzante, ancor più oggi nella situazione di incombenti cambiamenti climatici, non considerare la Montagna – quella della dorsale appenninica tosko-emiliana e dell'Amiata – solo come luogo del turismo della neve, perché risulta altrettanto importante, specie nel nostro Ap-

pennino, la fascia subito a valle delle aree sciistiche. Essa corrisponde ad aree in passato fortemente trasformate ed insediate, di paesaggio naturale, ma con forte componente storico-culturale, dove l'abbandono e le nuove funzioni ed alterazioni, sono causa di degrado e di rischio geoambientale. Da cui la necessità della conservazione e di politiche capaci di innescare nuove occasioni e, perché no, nuove trasformazioni, ma in linea ed in equilibrio con la storia, le risorse locali, il turismo diversificato, etc.

A tal proposito, come messo in evidenza da alcune recenti esperienze di ricerca ², un aspetto significativo è rappresentato dalle politiche volte alla conservazione ed alla gestione del paesaggio dei versanti storicamente trasformati e sistemati, attraverso il



Foto 4. La frana ciclopica del Monte Falterona-Castagno d'Andrea. Colata di detrito, storica, che distrusse il villaggio, che dette i natali al celebre pittore del Rinascimento (Andrea del Castagno). Sul detrito, che forma il tipico paesaggio di una lingua incanalata tra i versanti arenacei, crescono i migliori castagni della zona.

restauro di quegli elementi di persistenza caratteristici, che svolgono una funzione di controllo anche degli effetti a valle di erosione e di rischio idraulico (Foto 2).

Per quanto riguarda la definizione di paesaggio, non si pone la stucchevole questione di “cosa sia il paesaggio”, domanda che acquista un senso in ambito semantico. Invece, si tratta di individuare quei concetti, quei paradigmi di paesaggio più utili per le loro conseguenze operative, e che siano più idonei in ambienti più dinamici, come, appunto, laddove i condizionamenti geo-morfologiche sono più forti.

Il paesaggio è un territorio costruito coscientemente da parte delle comunità locali (Sereni, 1961; Gambi, 1973), e quindi analogamente le politiche di salva-

guardia implicano una presa di coscienza dei suoi valori da parte degli abitanti attuali e fruitori a vario titolo. Esiste una ampia casistica dell'utilizzo di morfologie prodotte da fenomeni di instabilità da parte dell'uomo, dove sono presenti antichi insediamenti, con sistemazioni anche molto importanti, che si inseriscono in particolari paesaggi, anche di montagna, od in contesti che ora rappresentano una forte attrazione turistica e che sono ormai quotidianamente oggetto di “culto” mediatico. Mi riferisco, come esempio emblematico, alle colline toscane (paesaggio storico del Chianti), dove si possono osservare delle immagini di consumo che rappresentano il prodotto delle trasformazioni morfologiche a seguito di interventi legati al succedersi delle varie tipologie di sfruttamento legato alle



Foto 5. Particolare di un vasto fenomeno franoso, di tipo complesso, rotazionale multiplo, colamento, nell'alto mugello (Corella, San Godendo).

attività agricole nei secoli, reso possibile da sistemazioni e bonifiche dei versanti, che evidenziano le relazioni tra gli aspetti strutturale-funzionali, che riguardano più strettamente la geologia, e quelli più classici, della bellezza e della percezione estetica (la semantica delle geometrie dei rilievi, dei crinali, degli appezzamenti, dei coltivi e dei terrazzamenti, degli edifici di pregio sparsi, delle ville e delle Badie, delle alberature, dei boschi, etc.) (Foto 3).

Ne consegue che tutti gli aspetti di un paesaggio vanno fra loro collegati, interrelati, e la geologia ha un ruolo fondamentale non solo nel caso di paesaggi "estremi", come nelle aree di montagna d'alta quota (dove generalmente abbiamo un paesaggio non o meno antropizzato ed i processi morfogenetici sono l'elemento fondamentale), ma anche altrove: ovunque si abbia una forte interferenza tra lo

scheletro abiotico e l'apparato biotico, dove l'agente principale è rappresentato, negli ultimi secoli, dall'uomo moderno e poi dal cosiddetto uomo "tecnologico". Anche in situazioni dove sembra preminente l'aspetto geomorfologico, sicuramente perché più appariscente, cioè come nel caso di fenomeni gravitativi, possiamo comunque individuare una gamma di situazioni in funzione dei vari ambienti geologici, della tipologia del fenomeno, della loro storia e del loro rapporto rispetto agli insediamenti. Tutto ciò veicola le analisi verso una scansione dei complessi contesti in cui gli aspetti di tipo biologico, storico, di trasformazione, di costruzione, di paesaggio in senso lato, possono essere letti in una diversa luce in funzione dell'evoluzione geomorfologica. Un esempio in tal senso, sicuramente a tutti noto, di struttura insediativa-paesaggistica controllata nel tempo e nello spazio da un



Foto 6. Area di alimentazione di un esteso colamento in terreni argillosi (Monte Penna, AR).

prevalente processo geomorfologico, è quello delle conoidi: le grandi conoidi di deiezione di alcune valli del nord Italia, che hanno rappresentato i primi luoghi di insediamento, perché lì erano reperibili i materiali da costruzione, vi era l'acqua. E rappresentavano ambienti particolarmente favorevoli, ovviamente se stabili, perché erano anche sollevati rispetto a zone in genere interessate da esondazioni. Situazioni analoghe possono essere individuate anche in alcuni corpi franosi, che hanno creato morfologie favorevoli all'interno di versanti più acclivi, una volta che i fenomeni gravitativi abbiano raggiunto la stabilità: anche lì vi erano materiali da costruzione ed acqua, dato che ai bordi delle frane spesso si formano degli impluvi o delle emergenze. Un esempio eclatante di paesaggio dove la mor-

fologia è legata proprio all'evoluzione degli eventi franosi sia antichi che recenti è la conca di Cortina, nelle Alpi venete: si tratta di una delle situazioni geoambientali caratteristiche prodotte soprattutto da eventi gravitativi, anche se non solo da quelli, ma tali eventi hanno lasciato di recente il maggior segno; fra l'altro anche attualmente si rilevano fenomeni, in continua evoluzione gravitativa.

In questa ottica credo sia opportuno riconsiderare le unità di paesaggio dell'Appennino e rivedere sia la lettura dell'evoluzione storica del paesaggio che la sua classificazione in relazione agli eventi di frana.

A tal proposito si segnala come esempio il fatto che soprattutto nell'Appennino settentrionale sono presenti molti fenomeni complessi di grande dimensione, i



Foto 7. Il paesaggio da frana nel ciclico corpo di frana antico riattivato di recente, Castiglioncello Bandini, nel comune di Cinigiano (GR).

cosiddetti fenomeni di espansione laterale (AA.VV. 1993), che corrispondono in molti casi a luoghi molto noti, per la particolare configurazione litostrutturale e geologica (e di dinamica geomorfologica) che li rende di particolare pregio ambientale e che spesso coincidono con zone protette o storico monumentali molto importanti. Si ricorda il paesaggio del Monte Penna e del santuario de La Verna, i Monti Simone e Simoncello, descritti nel Capitolo 2. Oltre quindi a caratterizzare alcune zone del territorio dell'Appennino, in funzione del "paesaggio" prodotto in prevalenza da grandi fenomeni franosi, individuandone le situazioni geologiche e geomorfologiche predisponenti, risulta particolarmente utile verificare anche la stratigrafia storica delle situazioni che veicolano anche

"paesaggi antropici" differenti, in funzione dell'uso possibile, degli insediamenti, delle sistemazioni. Talvolta l'assetto morfologico ha acquistato un interesse notevole nella storia degli insediamenti, come appunto il citato santuario de La Verna, oppure condiziona un certo uso del suolo (i pascoli nelle aree in frana dell'alta Val Tiberina, etc.) o corrisponde anche a tentativi, falliti, di insediamento (il caso dell'abbazia benedettina e poi di una città fortezza al tempo di Cosimo I de' Medici sul Sasso Simone).

Da una prima disamina delle situazioni di frana e di paesaggio, limitatamente all'appennino settentrionale, toscano-emiliano e romagnolo, i paesaggi da grande frana tipici risultano in prima approssimazione i seguenti:



Foto 8. Scarpate di alimentazione di detriti stratificati (Val di Lima).

Tipo 1. Frane complesse, scorrimento e colamento nei *flysch* arenacei. Particolarmente diffuse al contatto con livelli argillitici e con presenza di coperture detritiche anche di origine glacio-nivale. Un esempio rappresentativo è la storica frana del Falterona o di Castagno di Andrea (Foto 4).

Tipo 2. Frane nei rilievi in prevalenti unità argillose. Con franosità diffusa (tipo A), come ad esempio nel bacino del torrente Diaterna, affluente di destra del fiume Santerno (Firenzuola, FI), oppure con singoli grandi eventi franosi (tipo B) come per la ciclopiche frane intorno al Monte Penna (AR), alcuni fenomeni dell'alta Lunigiana (MS), nell'area di Verghereto (AR), etc. (Foto 5-6).

Tipo 3. Frane e laghi (con morfologia indotta dai laghi di sbarramento). In alcuni casi i laghi sono ancora presenti, nel versante emiliano, come a Castel D'Alpi (BO).

Tipo 4. Deformazioni gravitative profonde di versante e *lateral spreading* come a La Verna, Simone e Simoncello, etc., (vedi cap. 2) e grandi frane indotte (per esempio i fenomeni di Caprese Michelangelo-AR).

Tipo 5. Frane di crollo da scarpate e frane nei detriti di versante. L'esempio di debris slide e valanga di detrito di Celle (Bagni di Lucca).

Il primo tipo della classificazione può essere individuando nei paesaggi dei versanti scolpiti, modificati dai grandi fenomeni di scivolamento dei *flysch*, che talora colmano le incisioni e le vallecole, generano terrazzamenti, ripia-



Foto 9. Val di Lima, Frana di Celle, si riconosce la fascia detritica ove si generò il distacco gravitativo.

ni, forme convesse e concave, con morfologie spesso contrastanti rispetto agli altri tratti di versante. La più tipica e famosa frana è quella del Falterona, nel Mugello (Foto 4), che si estende per oltre 2 km, che nel passato ha distrutto l'abitato di Castagno, con eventi di cui è disponibile una copiosissima documentazione storica³ ed una letteratura anche fantastica. Il riempimento detritico, con deviazioni delle acque incanalate, ha prodotto situazioni favorevoli alle antiche coltivazioni arboree (castanea sativa), di notevolissima qualità. In molte aree dell'appennino, come in molti rilievi del pistoiese, dell'alta val di Lima vi è un mosaico di frane nel macigno, fra l'altro ben riportate nella cartografia della Provincia (Nardi *et al.*, 1981), di dimensioni minori

rispetto alle frane tipo Falterona, molto spesso coincidenti ai piani di strato di questa formazione, e a volte nelle spesse fasce detritiche, soprattutto presenti sui versanti posti a quote più elevate. Se andiamo invece nel versante adriatico troviamo una morfologia ben diversa anche nelle strutture vallive, più a pettine e perpendicolari alla linea spartiacque e di crinale principale, e soprattutto più fitte, con un'evoluzione dei processi erosivi e di trasporto solido più intensa di quello tirrenico. Situazione simili si rileva anche in talune aree dell'alta Lunigiana e della Val Tiberina. Sono presenti soprattutto *flysch* marnoso-arenacei, con livelli arenaceo-pelitici, con fasce di contatto con le unità alloctone. Questa situazione di franosità diffusa laddove prevale la componen-



Foto 10. Esempi di dissesto nei versanti pliocenici ghiaioso-sabbioso-argillosi delle colline plioceniche a sud di Firenze. 10. Fenomeno di scorrimento in un appezzamento trasformato con spianamenti delle precedenti morfologie per permettere l'attività agricola specializzata e meccanizzata.

te argillitica è coincidente a quella del tipo 2 A, ove aumenta la componente di colamento. Frane appunto scorrimento-colata sono tipiche delle unità dei complessi argillitici fortemente tettonizzati (tipo caotico o Sillano) e ne determinano i tratti principali del paesaggio (si pensi ai rilievi della valle del Diaterna). In molti casi, in corrispondenza di versanti di notevole lunghezza, si hanno singoli fenomeni complessi (scorrimenti multipli e colata) di ciclopiche dimensioni (situazione tipo 2B). Si tratta di frane antiche riattivate o paleofrane i cui depositi ri-alimentano nuovi fenomeni. Un esempio la recente frana (1996) occorsa in località Castiglioncello Bandini, nel comune di Ci-

nigiano (GR), dopo una nevicata eccezionale, il cui manto fu rapidamente sciolto per sbalzo termico e da successive piogge (Foto 7).

Un'altra situazione morfologia e di paesaggio caratteristica nell'Appennino settentrionale, in particolare nel versante adriatico, e per certi aspetti ancor più che nelle Alpi, è data dagli effetti determinati da frane di sbarramento delle valli fluviali. Vi sono state nell'ultima fase post-glaciale grandi fenomeni franosi che hanno prodotto in molti casi laghi, solo in pochissimi casi ancora presenti in dimensioni ridotte (per esempio Castel D'Alpi) successivamente riempiti da depositi, e che hanno dato luogo a morfologie particolari, dolci, con terrazza-



Foto 11. Frana complessa rotazionale multipla, connessa soprattutto alla cattiva regimazione delle acque del sovrastante paese di Marcialla (FI).

menti coltivabili, con uno sviluppo anche vegetativo completamente diverso rispetto a quello che è il contesto delle strutture dei versanti circostanti, che come nel caso della alta Romagna corrispondono agli assetti della stratificazione della Marnoso-Arenacea. Sono comunque numerose le valli, in Toscana e nella parte adriatica, interessate da laghi di sbarramento anche in tempi recenti. Un nuovo impulso allo studio di detti fenomeni si è avuto a seguito della tragica frana di Pizzo Coppetto in Valtellina nel 1987, e nell'Appennino bolognese, nella frana di San Benedetto Val di Sambro (1994). Un completo censimento di frane di sbarramento con l'individuazione dei principali parametri morfologici (delle dighe prodotti dai corpi di frana, dei bacini sottesi) e

litologici finalizzati alla classificazione delle differenti tipologie e soprattutto della evoluzione dei processi di svuotamento dei laghi, è stato proposto da Casagli *et al.* (2003).

Anche per lo studio di questi fenomeni, oltre alle analisi geomorfologiche e ge applicative risulta fondamentale la ricostruzione storica degli eventi e del paesaggio. Un esempio significativo è l'inondazione del fiume Tevere dell'abitato di Pieve Santo Stefano, avvenuta nel 1855 a causa di una grande frana (frana di Belmonte). Gli studi geomorfologici (Cencetti-Viglione, 1995) hanno ricostruito la presenza di terrazzamenti fluviali e di riempimenti prodotti da fenomeni di sbarramento precedenti e di maggiore entità.

Un diverso contesto di paesaggio si ha dove sono presenti i piastroni di roccia delle formazioni più recenti, in genere unità epiliguri, poggianti su formazioni argillose, tipo il caotico (tipo 4). Si tratta di fenomeni di deformazione gravitativi profonda di versante che costituiscono in molti casi il motore di estesi fenomeni di instabilità e connessi ad estesi fenomeni erosivi. Tali situazioni, a differente tipologia di fenomeni franosi di grande dimensione, corrispondono a zone di grandissimo interesse storico, artistico e paesaggistico. Un esempio da segnalare per la eccezionale bellezza del paesaggio, oltre quelli descritti nel capitolo 2, anche se non in Toscana, è quello della Pietra di Bismantova (Castelnovo ne' Monti, MO).

Nell'appennino Pistoiese e Lucchese, in val di Lima sono stati rilevati anche altri fenomeni simili nella zona oltre Montefegatesi, vicino all'Orrido di Botri, dove i lenti movimenti non hanno prodotto, se non localmente, scenari grandiosi come nei casi prima citati ma in alcuni casi i versanti si stanno "aprendo" con delle strutture di trincea, avvallamenti, ripiani piuttosto caratteristici.

Nell'ambito del paesaggio costituito da situazioni di diffusa franosità da scarpate (tipo 5) si rilevano alcuni fenomeni che coinvolgono i detriti stratificati di versante (*grèzes litées*)⁴ (Foto 8), di cui un esempio significativo occorre in Val di Lima (San Cassiano). In tempi storici, sul ripido versante del Mt. Prato Fiorito caratterizzato da notevoli accumuli di detrito di falda più o meno cementato, si sono verificati fenomeni gravitativi anche catastrofici; in particolare si ricorda la frana avvenuta nella seconda metà del XVIII secolo, subito ad ovest del paese di Cappelle che distrusse l'agglomerato di Celle (42 case con 216 abitanti) situato proprio ai piedi del versante. Il fronte della frana era largo almeno 400 metri e lo spessore massimo del detrito coinvolto di almeno 30 metri⁵.

Nell'area è ancora visibile la contropendenza determinata dalla messa in posto del corpo di frana (Foto 9), così come morfologie irregolari, superfici di raccordo relative ad altri eventi precedenti e più recenti. Altri fenomeni di dimensioni minori sono attivi in molte altri pendii dei terreni calcarei della Val di Lima.

A conclusione di questa breve disamina di situazioni di paesaggio prodotte da

frana risulta importante approfondire gli elementi di origine di queste specifiche strutture paesistiche attraverso studi organici della documentazione storica di fondamentale aiuto alle analisi geomorfologiche e cartografiche. Si mostrano infine alcuni nuovi paesaggi, che purtroppo sono spesso riconoscibili nelle nostre colline, quindi dei paesaggi in questo caso sicuramente negativi, anche se spettacolari, di frane dovute esclusivamente o quasi all'opera dell'uomo (Foto 10-11).

Note

- ¹ Fra l'altro alcuni paesaggi geologici, espressione di una natura attiva, forte e selvaggia, come i vulcani, i ghiacciai, i terremoti, etc. ed anche le grandi frane hanno costituito un notevole interesse per i viaggiatori e gli studiosi che dall'Europa visitavano il nostro paese (Gran Tour) fin dal settecento. Interesse non solo rivolto, quindi, ai paesaggi archeologici, antropici e ad una natura "amica".
- ² Progetto per la tutela del paesaggio del Chianti Fiorentino (programma paesaggio del PTCP Firenze).
- ³ Del primo fenomeno accaduto il 15 maggio 1335 Giovanni Villani nelle sue *Istorie Fiorentine* al libro XI, cap. 26 racconta: "quando uno sprone della montagna di falterona della parte che discende verso il Dicomano in Mugello, per tremoto e rovina scoscese più di 4 miglia infino alla villa che si chiama Castagno, e quella con tutte le case e persone e bestie selvatiche e domestiche e alberi subissò, e assai il terreno intorno, gittando abbondanza d'acqua ritenuta, oltre all'usato modo torbida come acqua di lavatura e cenere . . .".
- ⁴ L'interesse di questa tipologia di fenomeno che è abbastanza diffusa nell'Appennino, ma anche in altre zone dell'anti Appennino, soprattutto nelle Marche, riguarda alcuni depositi particolari di versante che sono dei depositi stratificati che hanno alcune caratteristiche meccaniche piuttosto peculiari; sono saldati in alcuni livelli di poco spessore da cementazione secondaria priva di matrice. In particolari condizioni di ruscellamento delle acque o di fenomeni sismici, questo materiale si frantuma e ha un comportamento fragile, di immediato collasso.
- ⁵ Come esempio dell'importanza delle analisi storiche si riporta una descrizione di Carina (1863): "Il giorno 2 aprile 1784, dopo la caduta di abbondanti piogge, senza che precedentemente si fosse avuto alcun segno da far sospettare il più lieve movimento, distaccassi questo ponticello, e sdruciolando scese a distendersi sulla sottoposta valle, che per buona ventura era disabitata. Anche i casolari che furono trascinati in questa discesa, che sebbene non precipitosa accadde però in breve spazio di tempo, erano in quel momento vuoti dei loro abitanti trovandosi la più parte raccolti epr la funzione del Venerdì Santo . . .".

7. PROCESSI DI DINAMICA FLUVIALE E STRUTTURE DEL PAESAGGIO



Foto 1. L'imbocco e le scarpate del canyon o Orrido di Botri. Uno degli esempi più belli, estesi e spettacolari di tutto l'Appennino.

Quando si pensa ad un fiume, la mente di ciascuno di noi, può richiamarci ad immagini collegate ad esperienze differenti, in generale piacevoli, altre volte tristi, se non addirittura tragiche. Si può ripensare ad eventi di gite, passeggiate lungo l'alveo, vuoi in "riva" di una città, vuoi in luoghi "naturali", seguendo i tracciati di torrenti montani, con canyon, cascate, salti, pozze (Foto 1), oppure

in ampie barre nelle valli fluviali, fino alle zone di foce, in splendidi ambienti di transizione verso il mare.

Ma tutti ricordano gli eventi catastrofici, le vittime, i danni alle case, alle strade, alle opere d'arte. È proprio di poco tempo fa la commemorazione dell'alluvione del 4 novembre 1966 di Firenze, e come "angelo del fango" è viva la memoria



Foto 2. Fiume Farma, concrezione solfato-carbonatica a “fungo” prodotta dalle acque termominerali, provenienti da una faglia coincidente con il letto del fiume (geotopo). Il fiume è un susseguirsi di emergenze naturali, come cascate, marmitte dei giganti, piscine etc.

di quei tragici, ma anche eccezionali giorni. Per fortuna, i processi naturali che si possono manifestare, talvolta amplificati dall'uomo, con fenomeni estremi, e che devono essere sempre più studiati, sono anche quelli che hanno prodotto straordinari ambienti e paesaggi fluviali (Ercolini, 2007). Non solo rischio, dunque, ma valore ambientale e dei paesaggi che legano in questi luoghi l'uomo, la storia e la cultura delle acque e della terra. Non è un caso che quasi tutte le città si sono sviluppate, ed hanno un rapporto virtuoso con i fiumi fin dalle prime civiltà, anche se l'uomo moderno lo ha spesso dimenticato o addirittura rimosso. È, come prima accennato, necessario conoscere a fondo oggi con nuovi

strumenti, la dinamica fluviale, studiata forse un tempo, con altri mezzi, con altre culture, per certi aspetti più diffusamente conosciuti, magari attraverso il ricordo dell'esperienza diretta.

Per brevità, per restringere il campo delle possibili considerazioni sulla struttura di paesaggio fluviale, sono mostrati in particolare alcuni esempi in Toscana, con l'allusione esclusiva ad una scala di “paesaggio fisico” riconoscibile, a media, grande scala, anche se in taluni casi saranno fatti riferimenti a singoli monumenti di paesaggio, i Geotopi, ed ai cosiddetti paesaggi geologici (Foto 2-3).

Ne consegue che la descrizione dei processi geomorfologici fondativi dei paesaggi



Foto 3. Fiume Farma, tratto a valle del fungo di foto 2, parete costituita da lembi, festoni, pilastri di concrezioni, in parte erosa al piede dalle acque, che forma un luogo particolarmente suggestivo, con una grande e profonda vasca d'acqua.

fluviali si limitano ad una trattazione schematica, ma che spero sufficiente alla comprensione delle tipologie analizzate.

Innanzitutto quando si parla di processi morfogenetici, e cioè in grado di modificare le forme della superficie terrestre, si individua l'agente principale, che produce nuove geometrie, nuovi ambienti. Come causa dei processi fluviali l'agente è costituito dalla meccanica dell'acqua che scorre nell'alveo, più o meno armata di un carico di detriti (Panizza, 1992). Questi a loro volta sono in relazione a dei processi complessi, che nel caso della dinamica fluviale sono "coordinati" dalle acque incanalate, che incidono e prendono in carico materiale (erosione), tra-

sportano e sedimentano (forme di deposito). Inoltre l'acqua determina sul letto processi secondari di alterazione fisica e chimica che influiscono sulle azioni erosive (per esempio i processi crio o termoclastici). I fattori corrispondono alle caratteristiche strutturali di giacitura e composizione delle rocce, e cioè alla litologia, alla fessurazioni, alla cementazione, etc. che possono più essere suscettibili ai processi erosivi. Come noto, la geologia condiziona il tracciato dei fiumi e può favorire o meno la permanenza dell'acqua negli alvei. Se infatti consideriamo il più ampio territorio corrispondente ad un bacino idrografico, il reticolo del sistema delle aste di deflusso può essere ad elevata densità, come nei casi di litologie



Foto 4. L'Orrido di botri, uno degli scenari più suggestivi della Toscana, è una gola incisa prevalentemente in rocce calcaree, dove sicuramente il sistema è controllato dalla tettonica (Fazzuoli et al., 1992), cioè da faglie, fratture e dall'assetto delle stratificazioni, ma un ruolo è anche svolto dai processi di dissoluzione di tipo carsico. Fenomeni carsici sono fra l'altro diffusi in questo magnifico territorio, ricco di paesaggi geologici, che è il territorio del "nucleo mesozoico" della Val di Lima.

argillose, impermeabili, o al contrario scomparire, con pochi tratti fluviali, in genere in tipiche gole, come negli ambienti carsici (rocce calcaree) (Foto 4).

Ma la morfogenesi fluviale agisce in modo differente in relazione alle condizioni (le condizioni climatiche, che regolano i deflussi). Il clima, infatti, agisce sul regime dei corsi d'acqua attraverso la quantità ed il tipo di distribuzione delle precipitazioni meteoriche, i processi di evapotraspirazione, etc. e può condizionare la vegetazione che a sua volta controlla i processi di degradazione delle sponde per erosione laterale del corso d'acqua (Foto 5).

In conclusione il clima influisce su tutto il territorio, perché a parità di caratteristiche strutturali regola la degradazione dei materiali affioranti e l'attività biologica, che svolge azione importante della dinamica fluviale ed ovviamente nella dinamica del paesaggio. La complessità dell'insieme morfogenetico fluviale è tale che il trasporto dei clasti da parte dei corsi d'acqua dipende dai processi di erosione dei versanti, da ciò la necessità di studiare i processi alla scala di bacino idrografico, l'evoluzione e la "maturità" delle forme dei reticoli e gli effetti sul paesaggio o meglio sui sistemi di paesaggio. In altri termini gran parte



Foto 5. Tratto di alveo con fitta vegetazione di sponda, con la formazione di barre longitudinali di deposito grossolano. Fiume Merse.

del territorio potrebbe essere classificato come evoluzione del sistema fluviale, certamente prodotto in tempi lunghi (geologia del quaternario) come somma di tutti i processi dalle ere glaciali ad oggi. Per esempio nella Toscana il paesaggio delle colline a sud di Firenze è per la gran parte riconducibile all'evoluzione geomorfologica dei bacini in sinistra dell'Arno costituiti da rilievi pliocenici, così come il Valdarno Superiore, con il suggestivo paesaggio delle Balze è connesso all'evoluzione dell'Arno, che come un parassita ha, in tempi recenti, dopo l'ultima glaciazione, anche nella preistoria, inciso le soglie delle valli lacustri, sviluppando il proprio bacino con la cattura della rete drenante già formata dai

ripidi affluenti torrentizi, che avevano eroso i depositi dell'antico lago. Anche il Mugello o il Casentino sono il frutto, nei loro complessi sistemi di terrazzamento, che sono la struttura portante del paesaggio vallivo intermontano, di importanti eventi di processi fluviali. Ed ancora se si descrivono le forme delle crete senesi (le Balze, i calanchi, etc.), dei paesaggi di scarpata della Maremma del Tufo, etc. la chiave di lettura potrebbe essere quella di riconnettere i valori paesaggistici alla evoluzione dei valori geo-ambientali dove il sistema di drenaggio è il motore principale, che in seguito alla storia geologica strutturale, interagisce con i processi di smantellamento dei rilievi. Tuttavia da questa ampia visione, talora



Foto 6. Alveo scolpito dalle acque da fenomeni di cavitazione e di abrasione (rispettivamente da bolle d'aria in acqua a forte energia o dagli urti e trascinamento di clasti, fino alla levigatura). Fiume Diaterna.

regionale, riducendo l'attenzione alla scala di un tratto fluviale, è necessario comunque riprendere alcuni concetti della dinamica di un fiume. Come noto per dinamica fluviale si intende quell'insieme di processi naturali che si manifestano lungo un corso d'acqua per interazione tra la corrente ed i sedimenti in cui l'alveo è inciso. Tali processi si traducono in una continua trasformazione della morfologia dell'alveo: le variazioni possono essere di mo-

desta entità ed avvenire in modo graduale, talora impercettibile, o essere radicali e concentrate in un breve intervallo di tempo. Un sistema fluviale può essere suddiviso idealmente in tre parti, una più a monte ove prevale l'erosione, talora anche profonda nelle rocce (Foto 6); una seconda caratterizzata prevalentemente dal trasporto dei sedimenti (Foto 7); idealmente si può immaginare che in tale tratto del sistema fluviale esista un bilancio tra materiale proveniente da monte e



Foto 7. Tratto fluviale a forte trasporto solido e deposizione temporanea e barre mobili. Fiume Pesa.

materiale trasportato a valle; la terza zona costituisce la porzione terminale del bacino idrografico e rappresenta l'area della deposizione, delle pianure, delle pianure costiere e dei delta. La dinamica fluviale determina varie forme fluviali, di erosione, di deposito e di tipo misto. Fra le forme di deposito caratteristiche e che segnano anche il paesaggio delle valli sono i terrazzi di deposito, presenti in Toscana in modo importante nel Mugello e in Garfagnana. Altre sono le conoidi di deposizione, poste alla confluenza dei corsi d'acqua nelle valli principali. Quando un torrente arriva nella valle deposita gran parte dei materiali che ha in carico a causa della debole pendenza del corso d'acqua principale e quindi della brusca diminuzione di velocità, cioè di energia, delle acque dell'affluente. Alcuni esempi significativi si hanno nel bacino del Fiume Serchio e nella valle del Magra. Più importanti come valore paesaggistico e per il loro ambito naturalistico e storico sono i tratti di alveo. Essi sono distinti in tre tipi principali: rettilinei, a canali intrecciati e meandriformi. Gli alvei rettilinei sono piuttosto rari in natura e generalmente non si riscontrano per tratti più lunghi di 10 volte la larghezza. I fiumi a canali intrecciati sono definiti come quelli in cui l'alveo è frequentemente suddiviso da barre in due o più canali. I fiumi meandriformi sono definiti come quelli aventi una sinuosità (definita come il rapporto tra lunghezza misurata lungo l'alveo e lunghezza misurata lungo la valle) convenzionalmente maggiore o uguale a 1,5 (Foto 8).

In realtà si hanno spesso forme miste con differente sinuosità e presenza di barre in relazione al trasporto solido ed alla stabilità delle forme e dei sedimenti. Il meandro è una forma in cui coesistono i processi di erosione di trasporto e



Foto 8. Tratto di meandro di grande dimensione nella pianura alluvionale del fiume Ombrone presso Grosseto. Forma fluviale estremamente matura, fortemente influenzata dalle azioni dell'uomo fin dai tempi storici.

di sedimentazione. Si ha l'erosione da monte nella riva concava e deposito subito più a valle in quella convessa. Così il meandro tende a spostarsi ed a modificare i depositi della pianura alluvionale. In Toscana significativi tratti a meandro stabile, in realtà trasformati e modificati dall'uomo (anche qui con lo "zampino" del grande Leonardo), e nel tempo influenzati dal sistema degli interventi di bonifica, si hanno in Arno da Empoli a Pisa, e nell'Ombrone, da Campagnatico a Grosseto fino al mare (di grande interesse ambientale è la valle subito a monte

di Istia d'Ombrone). Più importante, perché meno influenzato dall'uomo, che, comunque, ne cadenzava la cerniera dei lobi e del collo di meandro con un sistema di mulini storici, con bellissimi eventi di taglio per salto e di raddrizzamento degli alvei, che hanno generato meandri morti, è il tratto senese dell'Ombrone da Murlo alla confluenza con il fiume Orcia.

Tratti di fiume a barre, o misti con anse, si rilevano nel fiume Cecina, nelle colline metallifere, nel Magra, in Lunigiana, nell'Orcia, nel Paglia. Una situazione



Foto 9. Enorme deposito fluviale grossolano, dove l'alveo occasionalmente è attraversato da deflussi, che in taluni casi erodono lateralmente il piede di depositi sabbioso-argillosi arrossati che costituiscono la sponda. Situazione simile ad una fiumara calabrese.

quasi extrazonale, alloctona da punto di vista climatico, un po' come avviene nelle fiumare calabresi e siciliane, si riscontra nel tratto di fondo, prima della confluenza con l'Ombrone, del torrente Trasubbie (foto 9).

Comunque il letto di un fiume è spesso da considerarsi un luogo ameno e ricreativo, come mostrato nelle Foto 10, 11 e 12.



Foto 10. Cascatella in coincidenza di litotipi meno erodibili. Fiume Farma.



Foto 11. Guado durante una escursione didattica. Fiume Farma.



Foto 12. Paesaggio fluviale, con incisioni, scarpate di terrazzo, depositi. Foto di un deposito sabbioso, rimaneggiato da acque di ruscellamento.

8. ALTRI PAESAGGI



Foto 1. Fronte di cava di travertino presso Bagno Vignoni.

PAESAGGI MINERARI E DI CAVA

Si può affermare che esistono molte Toscare, oltre a quella tipica del paesaggio storico delle colline, delle crete senesi, delle paludi e delle pianure bonificate, delle isole dell'Arcipelago, delle foreste dell'Appennino, delle Alpi Apuane: si ha

la Toscana del paesaggio industriale e minerario, la Toscana delle cave, di quelle storiche e di quelle attuali (Foto 1, 2, 3, 4), la Toscana delle acque termali, la Toscana sotterranea, dei parchi e delle gallerie minerarie, delle grotte carsiche, degli antri ed abissi.

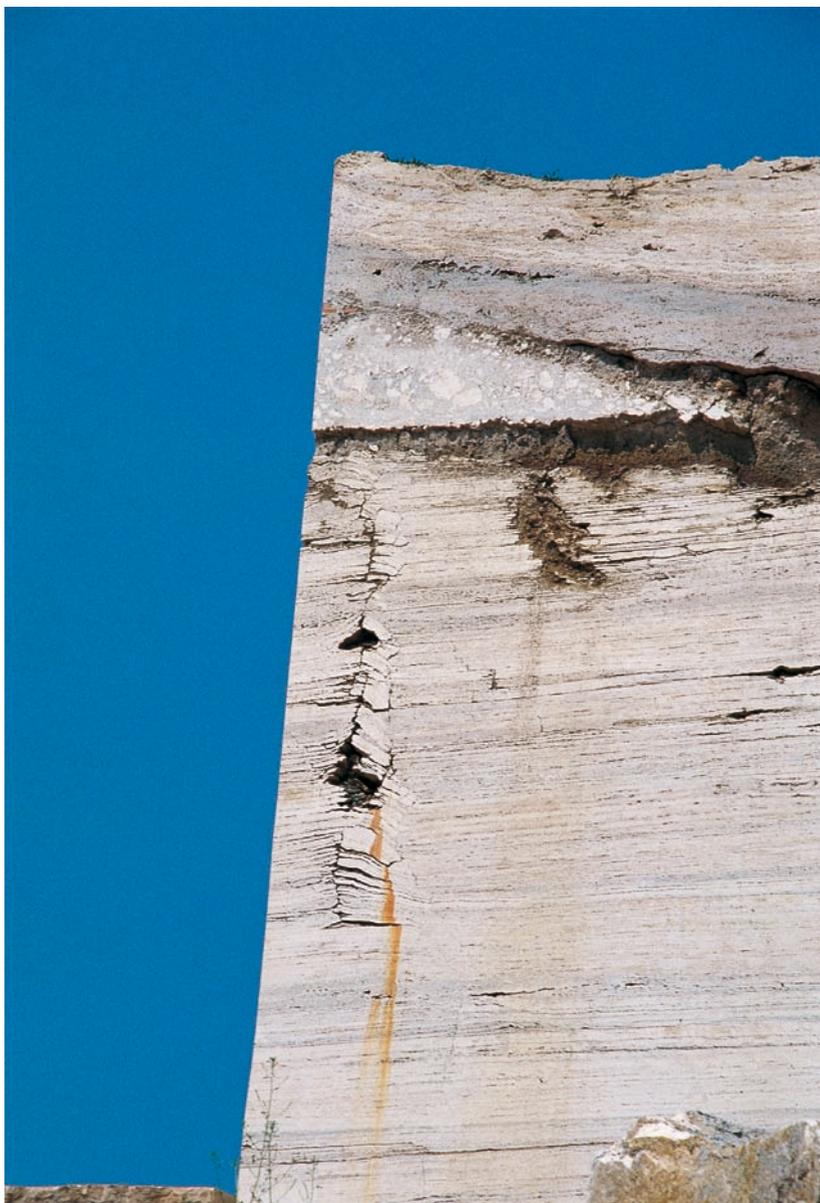


Foto 2. Particolare di un spigolo nei tagli di una cava a Rapolano (SI).

Alcune immagini che proponiamo sono relative ad ambienti arcinoti, quali quelli apuani. Del paesaggio delle coltivazione dei marmi esistono libri, documenti storici, documentari, studi, cartografie di tutti i generi e tipi, ed infine tantissime foto. Comunque ne proponiamo alcune per mettere in risalto la coabitazione di vecchie e nuove cave – oggi molte sono ipogee, con grandiose navate sotterranee –, con quegli elementi che determinano la contraddittoria bellezza di questo paesaggio dell'uomo in un contesto naturale e di un materiale unico come il marmo apuano (Foto 5).



Foto 3. Antica cava in dissesto, che seguiva gli strati a reggipoggio della formazione arenacea del macigno, livello di "pietra serena".



Foto 4. Fronte di cava abbandonata, coltivata con filo elicoidale (presso passo del Vestito).

Ma ancora bisogna conoscere, e molte indagini sono in corso nell'ambito del parco regionale, le cui finalità potranno essere coronate con la capacità di armonizzare la valorizzazione delle risorse delle montagne delle Alpi Apuane, "il



Foto 5. Le Alpi Apuane innevate, le cave di marmo, l'insediamento.

paesaggio del nucleo metamorfico”, con la gestione delle cave: sia delle vecchie, storiche, abbandonate, a partire da quelle “romane”, che quelle recenti, con percorsi che vedono al centro il sito di coltivazione. La geologia, il materiale, la storia delle tecniche di estrazione, la lavorazione in cava nel tempo, il trasporto nelle segherie, o nei laboratori per la scultura, la messa in posto od in opera, il monumento (Foto 4).

Si tratta anche di riadattare in modo creativo e moderno ciò che molti anni fa ci indicò Rodolico (1952), la strada de “Le pietre delle città d’Italia”, o di altri suoi lavori, dove il paesaggio delle cave costituiva il punto di partenza e di arrivo dei materiali per l’architettura. Oggi per restaurare il nostro patrimonio, ma anche per il corretto uso per nuovi manufatti, occorre studiare con nuove tecniche i materiali, anche nel loro contesto di cava, non tralasciando la storia delle trasformazioni del lavoro in questi ambienti, che ha generato questo eccezionale paesaggio. Questo ragionamento può valere anche per altri luoghi, per esempio per le “pietre”, in gran parte anch’esse metamorfiche della

Montagnola Senese, usate, ovviamente nella splendida architettura della città di Siena. Oppure delle cave delle arenarie. Di queste ricordo le cave storiche di Maiano (in realtà dei versanti da monte Rinaldi del Mugnone, del Monte Ceceri, di Settignano, a Nord di Firenze). Le cave della pietra Serena, le cave del rinascimento. Le molte cave storiche in particolare quelle che seguono i banchi a “reggipoggio” di Monte Ceceri, il monte degli studi di Leonardo sul volo, formano un sistema incredibile di tagli, fronti, nicchie, stanze e alcune camere con pilastri, fino a delle “latomie”, talora riempite d’acqua. Purtroppo, molte di queste, sono in un irreversibile stato di dissesto (Foto 3).

Si raccomanda per comprendere la storia delle cave, cantiere, bottega e luogo di vita, e del relativo paesaggio costruito, la lettura della pubblicazione “La pietra color del cielo” di Carlo Salvianti e Mauro Latini. Inoltre una importante documentazione geologica è stata elaborata dal Dipartimento di Scienze della Terra di Firenze, in parte

a supporto delle contraddittorie iniziative del Comune per la valorizzazione e la conservazione dell’area a parco.

Altre aree di cave, che sono ormai un sistema di paesaggio geologico ed antropico è quello “misto” delle arenarie (formazione geologica della Marnoso-Arenacea) del territorio di Firenzuola. Là in molti rilievi si hanno affioramenti rocciosi incisi, talora quasi dei canyon, che mostrano dei tagli che arretrano le pareti lungo i piani di strato che immergono verso l’interno dei pendii. Si determina un paesaggio particolarmente aspro, con impatto talvolta eccessivo, ma in taluni casi particolare attraente. Si ricordano inoltre alcune aree di paesaggio di affioramento con cave storiche delle rocce “ofiolitiche”, importanti per i monumenti toscani soprattutto romanici, gotici e poi neogotici, del “serpentino” (Impruneta, Figline di Prato). In taluni casi come all’Impruneta e nei Monti Rognosi, questi ultimi di grande interesse scientifico, si sono avute importanti esperienze minerarie per l’estrazione di rame nativo.



Foto 6. Il paesaggio del Monte Maggiore-Sagro, versanti e cave esposte a sud.

Ricordo infine le cave di travertino, alcune delle quali sono collocate nel paesaggio della Toscana meridionale delle Crete senesi, della Val d'Orcia e dell'Amiata; esse sono una sorta di mondo a parte, con pareti, ripiani, trincee, sorgenti di acque termali: un paesaggio nel paesaggio. Fatto questo che avviene di sovente per i paesaggi geologici e geo-minerari. Un esempio per tutti, appunto, il paesaggio delle rocce del Monte Sagro e quello delle cave di Carrara (Foto 6).

A proposito di acque termali, la Toscana in conseguenza della storia geologica che ha visto la risalita o la presenza a profondità limitate di corpi intrusivi, con ancora oggi anomali gradienti geotermici, è ricchissima di circuiti di acque calde, mineralizzate, e che generano particolari e curiosi sedimenti, in prevalenza calcarei o gessosi (la Toscana del paesaggio idrotermale, Foto 7). Voglio ricordare l'antico deposito di travertino, di forma curiosa, presso la sorgente dell'Ac-



Foto 7. Vasche di sedimentazione per precipitazione in una cascata di acque termali presso Saturnia (GR).

qua Borra (Siena), così come le lenti a dorso di balena presso Rapolano (SI), e soprattutto le cascate pietrificate, simbolo del territorio delle terme dell'Amiata presso Bagni di S. Filippo (SI) (Foto 7, 8, 9).

Ovviamente come paesaggio geotermico-industriale la Toscana è unica in Europa, con l'ambiente dei Solfioni Boraciferi nelle Colline metallifere ed in parte per i pozzi geotermici dell'Amiata.

Ma la storia e le trasformazioni paesaggistiche in Toscana è anche quella delle miniere per lo sfruttamento e la lavorazione dei minerali. Infatti la presenza di importanti giacimenti minerari della Toscana ha favorito lo sviluppo di una notevole attività estrattiva fin dai tempi degli Etruschi, poi continuata con il

ruolo egemonico di Pisa nel Mediterraneo occidentale fra l'XI ed il XIV secolo, poi con la formazione dello Stato Regionale Mediceo, e successivamente con la industrializzazione dall'ottocento. La mineralogia come scienza ebbe proprio in terra senese un suo precursore. Vanoccio Biringuccio (1480-1538) ha lasciato tracce non cancellabili nel nebuloso periodo di assestamento che ha preceduto le ricerche mineralogiche scientifiche nel senso moderno della parola. Nel suo *De Pirotechnia* sono contenuti dei saggi rudimentali, basate su esperienze pratiche dirette in miniera, sull'analisi dei minerali e sugli indizi che possono guidare alla scoperta dei giacimenti. Lo sviluppo delle attività metallurgiche, chimiche, hanno avuto come punti di forza le mineralizzazioni dell'Elba (Ta-



Foto 8. La "balena bianca" di Rapolano.

nelli, 1996) (Foto 10), delle Colline Metallifere, dell'Amiata, delle Apuane. La Toscana quindi ospita una quantità ed una varietà straordinaria di emergenze minerarie, alcune non hanno trovato, per la loro quantità ed assetto, possibilità di essere coltivate, ma rappresentano spesso un valore di rarità ed unicità, che tutto il mondo ci invidia.

In molti musei e collezioni del mondo si possono ammirare i minerali toscani, in particolare quelli dei Monti del Campigliese. Si consiglia a tal proposito anche la visita del Museo di Mineralogia di Firenze, e la lettura delle guide geo-mineralogiche, che, quindi, connettono gli esemplari conservati con i luoghi di estrazione, nonché all' "Inventario del patrimonio minerario e mineralogico in Toscana" a cura della Regione Toscana, Dipartimento Ambiente. La Toscana è pertanto da sempre un territorio di ricercatori di minerali, ma offre degli straordinari percorsi naturalistici e geominerari. A tal proposito si ricorda in particolare il parco archeominerario di San Silvestro ¹, in un contesto di paesaggio geologico eccezionale, segnato da un ambiente calcareo, con processi carsici, da affioramenti ignei (limitati quelli granitici, più importanti in superficie quelli filoniani), nel "botro dei Marmi", dalle cave, dalla Rocca e dalle miniere.

Come noto negli ultimi anni la coltivazione industriale dei minerali è praticamente cessata, con la chiusura di tutte le miniere. Le più importanti e di grandi dimensioni soprattutto in sotterraneo e per gli impianti per la lavorazione industriale e le trasformazioni di superficie (cave per le ripiene, bacini dei fanghi, discariche, etc.), sono quelle di estrazione della pirite e del cinabro). Ricordo le miniere di Massa Marittima (Niccioleta e Felice Capanne), di Montieri (Campiano), di Gavorrano. L'abbandono dei lavori minerari ha comportato innanzitutto problemi di ordine sociale ed economico per le popolazioni locali e comporta problemi per la messa in sicurezza e di ripristino ambientale. Ma può essere occasione, come lo è già in molti Paesi europei, e la Toscana si sta muovendo in tal senso, anche se con molte difficoltà, per la creazione di nuove attività, che hanno interesse economico, basate sulla cultura del restauro, della conservazione e la valorizzazione della storia, delle strutture, e dell'archeologia mineraria, dove la conoscenza dell'ambiente, del patrimonio geo-minerario,

del paesaggio circostante, naturale ed indotto dalle trasformazioni secolari, costituiscono una identità complessa in un sistema di Parchi minerari (Foto 11).

Come esempio si segnala l'esperienza, in corso di creazione, del parco minerario e naturalistico di Gavorrano, parte del Parco Nazionale, recentemente istituito, delle Colline Metallifere. L'area mineraria di Gavorrano è rappresentativa, seppure nelle sue specifiche caratteristiche, delle relazioni tra miniera, impianti, architetture degli insediamenti minerari, cave, bacini, sistemazioni idrauliche, affioramenti geologici, paesaggio carsico, acque termali.

La miniera si è sviluppata dalla fine del XIX secolo, per l'utilizzo della pirite per estrarre lo zolfo, necessario per la produzione dell'acido solforico. In realtà è un complesso di più miniere, che hanno rappresentato nel secolo scorso la più grande miniera di pirite in Europa. Come avviene per molte mineralizzazioni, da un punto di vista geologico si ha una situazione di contrasto dei materiali, dovuti ad importanti faglie, che a loro volta segnano il contrasto morfologico del paesaggio. In particolare le discontinuità bordano un piccolo plutone di quarzomonzonite, attraversato da filoni di microgranito, al quale sono connesse alcune masse di pirite, ed una ristretta fascia di rocce metamorfosate, cristalline, che



Foto 9. Le cascate pietrificate a valle delle sorgenti termali di Bagni di San Filippo (Monte Amiata).

passano a formazioni prevalentemente calcaree. Per una descrizione della quarzomonzonite e delle rocce che la circondano si rimanda al libro di Arisi – Rota et Al. 1971, nel quale sono descritte tutte le principali situazioni delle miniere della Toscana Meridionale, con particolare attenzione agli aspetti di importanza scientifica ed economica che avevano i giacimenti minerali. L'assetto geomorfologico dell'area è caratterizzato da tre elementi fondamentali: il carsismo, la subsidenza e l'attività mineraria. Sul rilievo sopra Gavorrano, sul Monte Calvo-Calvino sono ben evidenti karren (solchi carrati) e doline (depressioni) (Foto 12).

Queste ultime hanno una forma a scodella con un diametro di 20-30 m. La subsidenza contribuisce in modo primario alla morfologia, soprattutto sul versante orientale del Monte Calvo, caratterizzato da una grande area circolare ribassata dalla presenza di numerose scarpate sub-verticali, alla cui base si rinvencono depositi di crollo. Scarpate, balze residuali, grandi ammassi e depositi detritici si rilevano in numerosi versanti del Calvo, ed i contrasti morfologici tra ripiani sommitali carsici ed il sistema di rocce biancastre dei calcari conferiscono una certa spettacolarità al paesaggio. Questa è poi ulteriormente incrementata dagli effetti della subsidenza, di origine complessa, accelerata ed amplificata dai cedimenti delle gallerie minerarie. Si osservano fratture, creste, trincee talora di dimensione ragguardevoli, in una posizione panoramica unica nel paesaggio della Maremma. A questo paesaggio contribuisce anche la presenza degli insediamenti minerali, i castelli dei pozzi, e talora anche le nuove morfologie delle "discariche".

A proposito poi dei paesaggi carsici, cioè quelli legati ai processi di corrosione, di dissoluzione, di erosione chimica e meccanica delle rocce costituite da carbonato di calcio, ad opera di acque ricche di anidride carbonica, anche la Toscana ne è ricca, con situazioni di diverse caratteristiche e sviluppo. Tralasciando i paesaggi "sottoterra", eccezionali nelle Alpi Apuane, a cui sicuramente dobbiamo aggiungere quelli artificiali minerali, prima citati (Foto 13), in superficie si hanno diffuse morfologie tipiche, controllate da questi processi geologici e geomorfologici. Nella carta litologica della Toscana si possono osservare le formazioni geologiche calcaree, che sono in generale più o meno soggette a tali fenomenologie (Foto 14).

Oltre alla copiosa letteratura sull'argomento, a partire dalle riviste speleologiche, si segnala una recente pubblicazione sulla montagna carsica di Prato e di Firenze, la Calvana (Bastogi *et al.*, 2006).

I PAESAGGI DELLE ARENARIE

Lo schema litologico della Toscana mette evidenza la prevalenza nei rilievi appenninici e delle dorsali montuose più importanti, ad eccezione del nucleo metamorfico delle Apuane, di parte dei rilievi della Val di Lima – il paesaggio del nucleo mesozoico della Val di Lima, dove si trovano numerosi "burroni", balzi e soprattutto il canyon dell'orrido di Botri (Foto 15) – e dei Monti Pisani, delle formazioni arenacee (*fjysch* torbiditici). Sono formazioni geologiche se vogliamo talora monotone, costituite da una successione ritmica di strati arenacei, siltosi ed argillosi prodotti da correnti di torbida. Le formazioni geologiche più diffuse sono il Macigno, che diviene verso est la Formazione delle Arenarie del Falterona-Pratomagno, e le Arenarie del Cervarola. Al confine con la Romagna, le arenarie corrispondono alla formazione della Marnoso Arenaria.

Sono pertanto sedimenti che si accumulavano in una depressione sottomarina chiamata "avanfossa", a partire dall'oligocene (da 23 a 36 milioni di anni fa), e che erano il prodotto trasportato dai fiumi dell'erosione delle catene emerse circostanti (il paleo – Appennino e le Alpi). La sedimentazione in prevalenza è per correnti di torbida, cioè dei flussi sottomarini ad alta densità e velocità, cioè delle colate e delle correnti di detrito (ghiaie, sabbie, limi ed argille) che si spostano e di spandono per chilometri nel fondale. Il meccanismo, che si ripete in tantissimi eventi, quanto la stratificazione, è quello di accumulo dei materiali da parte dei fiumi al bordo, sulle coste, dell'antico mare, che si rimuovono improvvisamente per l'eccesso di deposito, per correnti di piena fluviale, per terremoti etc. Negli eventi di torbida in genere si genera uno strato od un livello basale più grossolano (il letto arenaceo) che passa verso l'alto, in maniera più o meno netta, fino a strati



Foto 10. Le miniere elbane (rio Marina).

sviluppati, con spessore decrescente, a materiale fine, a limo, argilla o marna (argilla calcarea). Allorquando il mare è meno profondo e prevalgono materiali fini, ed acque ricche di carbonati, si formano dei *flysch* calcarei e calcareo marnosi.

Il paesaggio di queste dorsali, in generali ammantate da una fitta copertura boschiva, diventa più “geologico”, quando risultano evidenti, con affioramenti e con forme più nette, gli effetti dell’evoluzione tettonica recente, la giacitura e la disposizione delle rocce sui versanti, la loro variabilità e, connesse a tutto ciò, la dinamica dei processi geomorfologici (Foto 15, 16).

Come noto, la maggior parte dei processi geomorfologici è dovuta all’agente acqua incanalata e acqua corrente: i rivoli, i ruscelli, i corsi d’acqua, in defini-

tiva il sistema del reticolo idrografico rappresenta il motore del modellamento dei rilievi. Oltre a questo l’alimentazione dei detriti dipende dalle caratteristiche meteo-climatiche, con i cicli di gelo-disgelo (termoclastismo), dalle variazioni di umidità e temperatura, che determinano la disgregazione delle rocce, che si differenziano per il loro comportamento fisico meccanico (Foto 17, 18).

Inoltre, in relazione all’assetto degli strati e delle fratture, la morfogenesi dei versanti è fortemente condizionata dalla franosità. I paesaggi più significativi si hanno in coincidenza di sistemi a reggipoggio, con una serie di terrazzamenti e profili a dente di sega, dovuti alla ritmica alternanza di arenarie e marne ed alla presenza di fratture e faglie (Foto 19).



Foto 11. Una discarica mineraria non bonificata, ma che per processi erosivi ha prodotto un paesaggio simbolo nell'area mineraria grossetana (fiume Merse, Boccheggiano).

Nel caso delle unità Marnoso-arenacee nella successione Umbro-Marchigiana-Romagnola si determinano anche dei processi erosivi di tipo accelerato, con la creazione di contrasti paesaggistici piuttosto belli, come nei versanti delle “Alpi della Luna”, sopra Sansepolcro. Di particolare fascino spesso risultano i salti d'acqua di numerose cascate, come a Castagno D'Andrea, e come la famosa Acquacheta, al confine con la Romagna (Parco Nazionale Foreste Casentinesi) (Foto 20).

NUCLEO METAMORFICO DELLE APUANE

Le rocce metamorfiche sono delle rocce, in prevalenza sedimentarie, ma in molti casi di origine magmatica, che hanno subito una trasformazione mineralogica e tessiturale allo stato solido. Tale “metamorfosi”, appunto, più o meno spinta, coinvolge corpi rocciosi profondi o trasportati in profondità ed è regolata sostanzialmente da due condizioni ambientali: pressioni e temperature elevate. Può, inoltre, agire l'attività di fluidi e gli effetti delle deformazioni, più o meno viscosi.



Foto 12. Blocchi residuali scolpiti dai processi carsici posti alla sommità del Monte Calvo (Gavorrano).

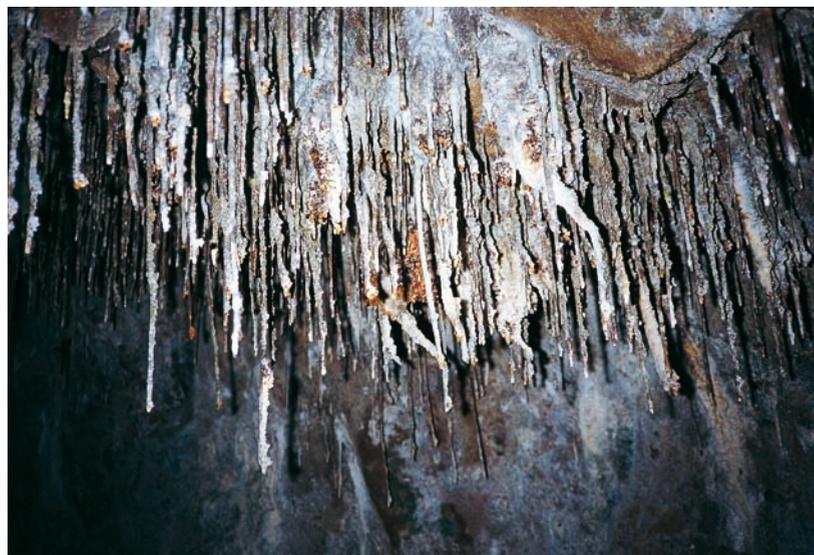


Foto 13. Concrezioni all'interno di una galleria mineraria.

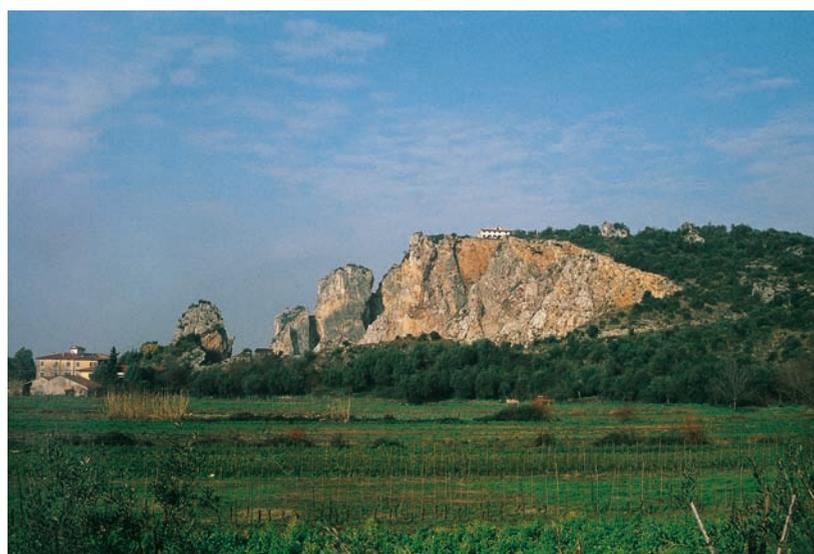


Foto 14. Paesaggio complesso di cava calcarea in area carsica, Vecchiano (PI).

Il metamorfismo è connesso alla risalita di magmi, di corpi intrusivi che soprattutto per le elevate temperature trasformano le rocce incassanti (metamorfismo di contatto, come abbiamo già visto per le aree minerarie) o ad importanti eventi orogenetici, quando si hanno, cioè, fenomeni di grandi dislocazioni tettoniche, con spostamenti di enormi coltri sedimentarie, in condizioni di anomale temperature e pressioni orientate, che generano nei “nuclei” delle grandi pieghe, importanti trasformazioni (metamorfismo regionale). Ne è un esempio il nucleo metamorfico delle Apuane.

Le Alpi Apuane rappresentano un'area chiave per la comprensione dell'evoluzione dell'Appennino Settentrionale, ma, più in generale, per qualsiasi studio, indagine e soprattutto per le attività didattiche, per la continuità degli affioramenti rocciosi, in un quadro di varietà e completezza delle unità geologiche, anche a breve distanza, che ne fanno una situazione unica in tutta l'Italia. Ed anche unica, di conseguenza per gli aspetti paesaggistici, soprattutto per quelli, appunto geologici e geomorfologici, di catena rocciosa, elevata quasi a 2000 m., praticamente a pochissima distanza dalla costa (Foto 21).

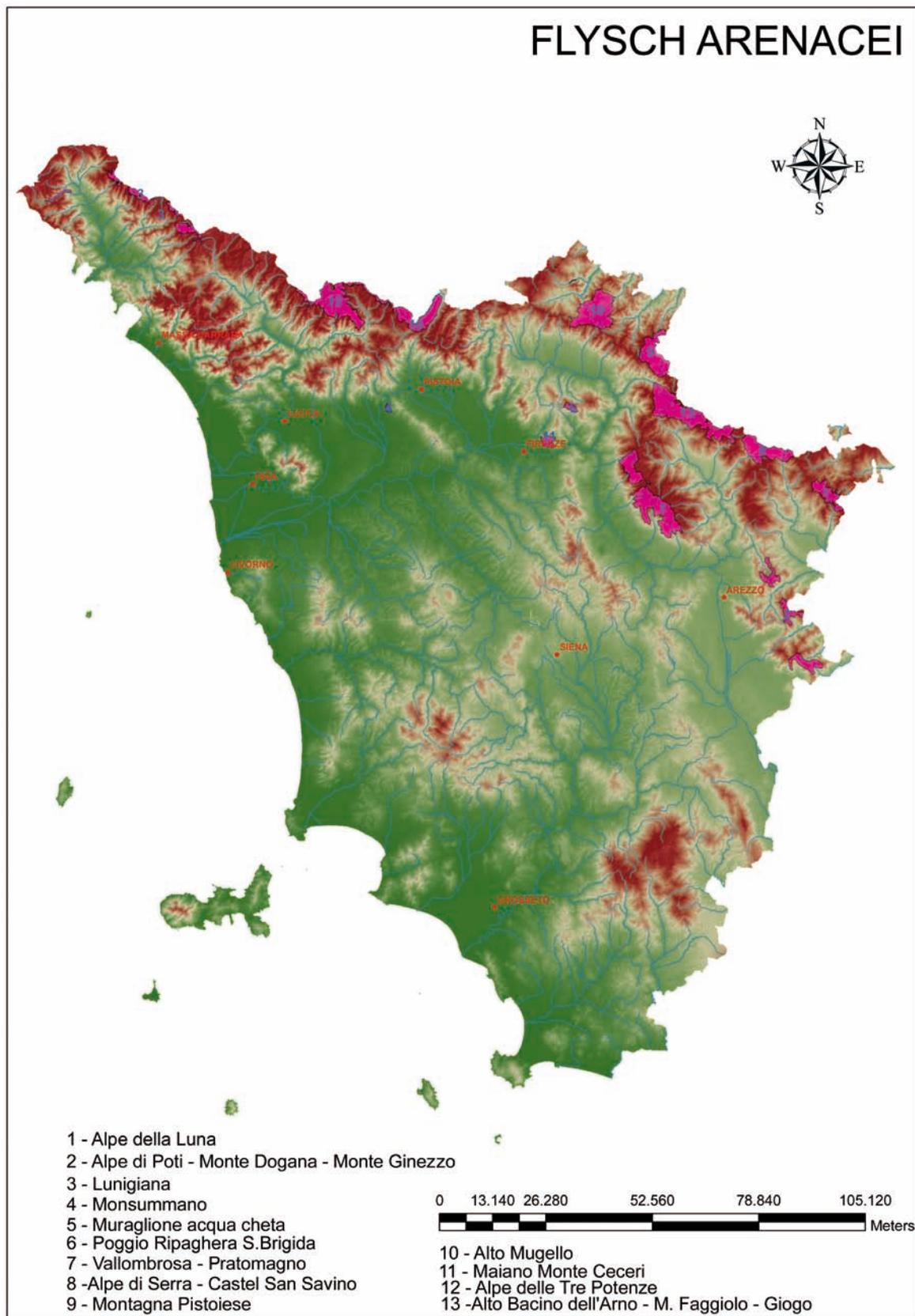


Fig. 1. Principali dorsali con paesaggi dei *flysch* arenacei della Toscana.



Foto 15. Il paesaggio dei calcari della Val di Lima (Orrido di Botri) e sullo sfondo i monti della dorsale appenninica, Alpi di Rondinaia.

Le alpi Apuane² costituiscono una dorsale geologicamente molto complessa, che si è formata in più fasi orogenetiche e metamorfiche, con la sovrapposizione di differenti unità strutturali. Qui sono concentrate in pochi kmq tutti i principali caratteri geologici dell'Appennino: unità Metamorfiche, Falda Toscana, unità liguri, bacini neogenici (Versilia, Lunigiana, Garfagnana). L'importanza principale dell'area consiste nella presenza del più ampio affioramento di terreni metamorfici di tipo toscano (il "complesso metamorfico apuano"), e che corrisponde all'unità strutturalmente più bassa affiorante nell'intero edificio a falde e thrust dell'Appennino settentrionale (Coli e Pandeli, 1992). In partico-

lare il nucleo presenta affioramenti non solo di terreni mesozoici-terziari, paragonabili a quelli della falda toscana metamorfosati, ma anche un basamento paleozoico con un considerevole sviluppo areale e verticale. Rimandando alla altrettanto considerevole letteratura e cartografia sulla geologia delle Apuane, (in parte indicata nell'allegato elenco, fra cui si ricordano le recenti cartografie dell'Università di Siena) si ricorda che la stratigrafia del basamento paleozoico è composta da 6 formazioni, in prevalenza silicee e filladiche, con anche dolomie scistose e che terminano con calcecisti e calcari. Dopo una netta discordanza inizia la stratigrafia della copertura Alpina; questa inizia con una copertura



Foto 16. La dorsale tosco emiliana dove raggiunge le più alte quote in Toscana (Monte Prato 2054 m.s.l.m.).

di depositi continentali/costieri del Triassico medio superiore, ai quali seguono quelli di piattaforma carbonatica del Trias superiore-Liassico inferiore. Questi, poi, passano verticalmente a depositi pelagici, calcareo-marmosi-silicei nel Giurassico medio superiore-Cretacico inferiore, quindi a peliti prevalenti nel Cretacico superiore-Oligocene, ed infine ad arenarie torbiditiche nell'Oligocene superiore. Nel suo insieme la successione sedimentaria apuana ricorda quella sovrastante della Falda Toscana, anche se presenta delle differenze come lacune ed eteropie laterali riconducibile alla paleomorfologia del fondo marino. La successione è costituita da 14 unità, che iniziano con il Verrucano (metacon-

glomerati quarzosi, quarziti filladiche), unità così denominata dalla Verruca dei monti Pisani, poi si ricorda la Formazione dei Grezzoni, (dolomie microcristalline grigio scure), poi i marmi dolomitici, ed ovviamente i marmi del Lias, e si ricorda infine la formazione terminale dello pseudomacigno, che è una metaarenaria.

A partire dall'Oligocene superiore dopo la deposizione dello pseudomacigno, tutta la successione apuana è stata interessata da una intensa tetto-genesi. Questa ha prodotto un sottoscorrimento (Carmignani *et al.*, 1978) ed una deformazione polifasica dei materiali, in condizioni metamorfiche caratterizzate da una pro-



Foto 17. Il paesaggio delle arenarie del Monte Pratomagno.



Foto 18. Affioramento di arenarie presso Quercianella (LI), dove è evidente il comportamento meccanico dei materiali fortemente deformati (geotopo).

fondità di 10 km, $350 + 450$ °C per $3 + 4$ KBar, di cui circa un 1Kbar di stress deviatorico, cioè risultate da stress attivi su piani differenti. Secondo Carmignani e Kligfield (1990) la struttura del complesso metamorfico apuano è interpretabile in base a due eventi deformativi principali: una deformazione compressiva duttile ed una deformazione distensiva duttile. Le fasi deformative hanno generato pieghe isoclinali (a fianchi paralleli), e coricate, generando nei materiali facies metamorfiche tipiche, quali la scistosità (trascinamento e ricristallizzazione su piani irregolari orientati dei grani), detto anche “verso di macchia”, Queste pieghe hanno un andamento appenninico (nord nord ovest-sud sud est), come del resto tutto l’andamento della attuale dorsale, ma poi risultano con un andamento antiappenninico (nord est- sud ovest) nella fascia ad oriente dell’allineamento del crinale Monte Sagro-Monte Cavallo. Poi si hanno nuove deformazioni con forme diverse delle pieghe, che rimaneggiano ulteriormente i materiali già deformati nella prima ovvero in molte zone si crea una seconda scistosità minore. Queste interferenze, i locali scorrimenti, determinano pertanto effetti diversi, essenziali per l’individuazione dei materiali marmiferi più idonei alla coltivazione. Infatti dopo le fasi compressive si ebbe un notevole sollevamento di tutto il complesso edificio, lo spostamento ad est delle falde più superficiali, e l’innesco dei processi di erosione e smantellamento, fino alla formazione di una “finestra” (finestra tettonica), che permette di “vedere” il nucleo più antico dei materiali metamorfosati. Tutte queste vicende hanno avuto come esito, non solo la straordinaria presenza dei bacini marmiferi (in corrispondenza delle pieghe più profonde, più antiche e che hanno subito effetti nelle deformazioni successive) (Foto 22), di situazioni di particolare mineralogenesi (al bordo meridionale, nei limitati ma vari giacimenti mineralari), di importanti risorse idriche (le alpi Apuane sono collocate in una delle aree più piovose d’Italia), ma la creazione di un sistema di paesaggio, geologico e geomorfologico straordinario. Dove le risorse dei marmi hanno, nel tempo, prodotto un altrettanto unico paesaggio, anche se spesso con contraddizioni e problemi ambientali (Foto 23).

Oltre alle piccole alpi, alle dorsali ed alle pareti rocciose da arrampicare, agli scorci panoramici dalle montagne e dal mare, la geologia offre la presenza di geositi, sia in superficie, come il sistema delle marmitte dei giganti del Sumbra (Foto 24), dei solchi e delle fratture carsiche, come nell’altopiano della Vetricia (Panie), sia in profondità, come l’ambiente ipogeo della grotta del vento, e degli abissi, quale l’antro del Corchia. Monumento eccezionale della natura è rappresentato dal Monte Forato, arco che si sviluppa per circa 30 metri nei rilievi calcarei, soprastanti il paese di Cardoso.

PAESAGGI DELLE PALUDI COSTIERE ED INTERNE

In molte regioni italiane, ma forse in modo più vario in Toscana, la storia geologica recente, ha prodotto importanti ambienti paludosi, sia nelle valli interne, spesso come colmamento di laghi intermontani, non completamente riempiti dai sedimenti nelle fasi climatiche interglaciali, sia come fasi residuali di ambienti di transizione costiera: dalla formazione di cordoni litoranei sabbiosi, alla formazione di lagune, e poi di ampie aree umide palustri, fino alla costruzione delle pianure costiere (Foto 25, 26).

Questi ambienti idro-geomorfologici di pianura, che corrispondono oggi anche a strutture di paesaggio di elevato valore, sono stati oggetto nei tempi recenti della storia ad alterne vicende, che ne hanno visto la bonifica, in genere con la drastica riduzione delle loro dimensioni, sia per combattere la malaria, o riconquistare terre per l'agricoltura, oppure l'ampliamento o l'approfondimento per lo sfruttamento della pesca, per usi idraulici per azionare mulini e frantoi, etc.

Proprio la Toscana granducale (Bellucci, 1984), dalla fine del settecento e nell'ottocento è stata teatro della attività e la sperimentazione di progetti di bonifica ad opera di insigni ingegneri e studiosi, che ne hanno fatto un campo unico di esperienze, portando quasi a compimento la trasformazione di molte aree umide iniziate fin dagli etruschi, poi dai romani e dalla "Toscana dei Medici e di Leonardo da Vinci" (Barsanti-Rombai, 1986). Fu tale l'impegno, anche economico da parte del Granducato (il Granduca Leopoldo II), che il Giusti scriveva del Granduca: "Che per mania d'eternarsi asciuga Tasche e Maremme". Si ricordano: Leonardo Ximenes, incaricato dal Granduca Leopoldo di Lorena, nel piano di bonifica della Maremma grossetana (Barsanti -Rombai, 1987); gli studi del Targioni Tozzetti nel padule di Fucecchio (Foto 27), quelli del Vittorio Fossombroni in Val di Chiana, e poi in Maremma, di Alessandro Manetti nel padule di Bientina (AA.VV. 1984), etc. (Foto 28).

Delle attuali aree umide, delle paludi, o dei bassi laghi residuali, che sono ancora numerosi, anche se, ad eccezione del "lago" Massaciuccoli, in Versilia, di limitata estensione, si ricorda oltre a quelli già citati, il lago di Chiusi, quello di Montepulciano, in Val di Chiana, il lago di Porta in Versilia, il lago di Sibilla, presso Altopascio (PT), gli Orti del Bottegone (LI), il lago di Burano (GR), il sistema delle lagune di Orbetello, con i tomboli e le dune, etc. (Foto 25, 26).

Molti di queste, praticamente tutte, costituiscono delle zone protette od hanno delle "oasi" della flora e soprattutto della fauna (avifauna), talvolta in paesaggi circostanti compromessi dalle trasformazioni. Molte aree protette sono caratte-



Foto 19. Aspetto tipico di paesaggio di flysch con scarpata dove la stratificazione è in assetto sub-orizzontale (Val Tiberina Toscana, AR).



Foto 20. La cascata dell'Acquacheta, al confine tra la Toscana e la Romagna.

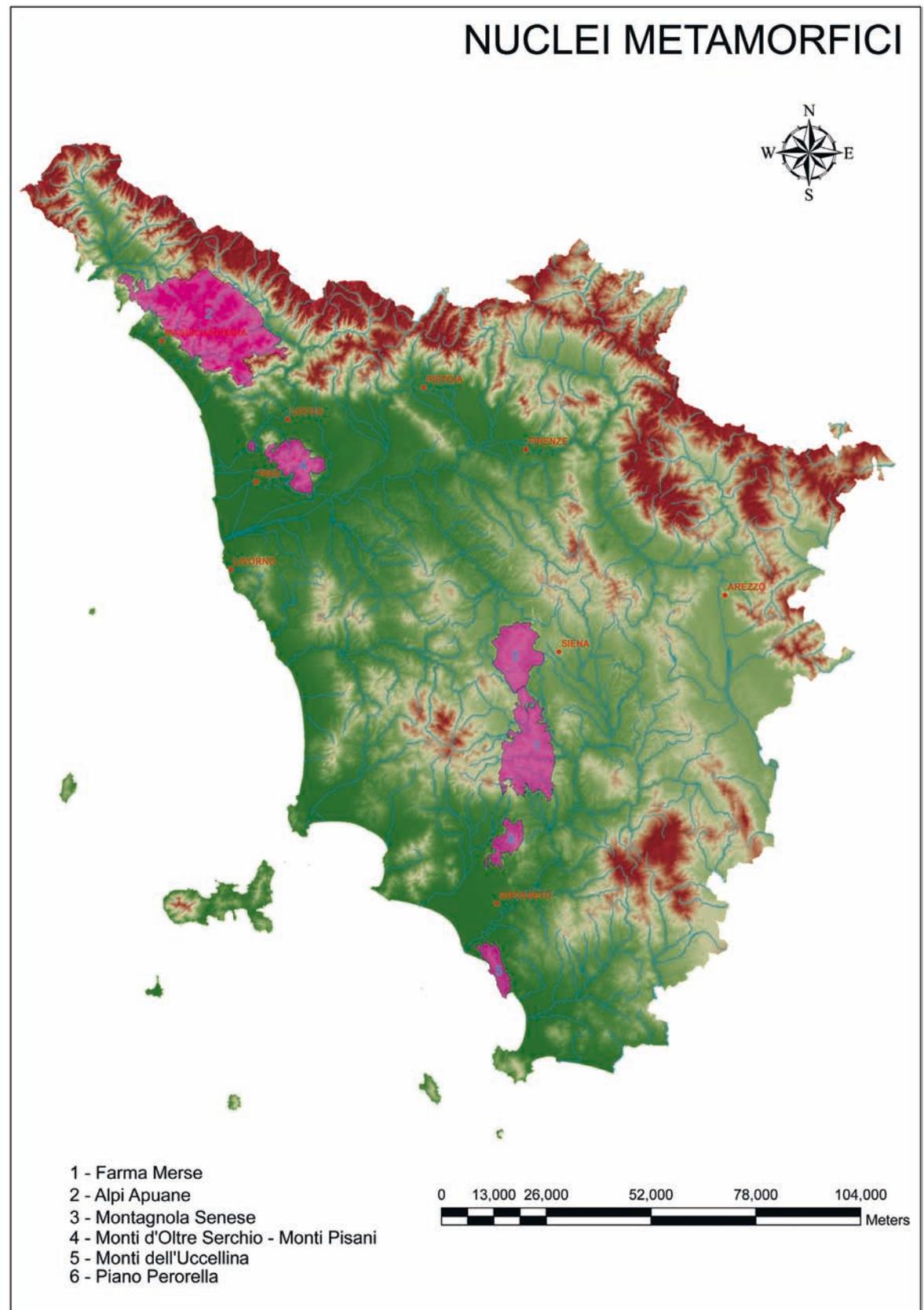


Fig. 2. Principali aree costituite da rocce metamorfiche, che corrisponde a paesaggi naturali e storici di grande valore, anche per i materiali lapidei estratti.



Foto 21. La Pania, il monte più importante delle Alpi Apuane meridionali, che insieme al Monte Altissimo ed al Corchia, domina la costa della Versilia.

rizzate da un notevole valore paesaggistico costituito anche dalla componente geomorfologia ed idrologica, talvolta in un virtuoso equilibrio con le forme progettate dall'uomo nel tempo. Un esempio per tutti è la Diaccia Botrona, nel sistema della pianura bonificata della maremma grossetana, in particolare del Lago di Castiglioni o di Prile, la quale è un sistema residuale, di acque salmastre, delle colmate, che è comunque inserito in un complesso paesaggio, a forte componente geologica, che va dall'evoluzione della spiaggia, alle dune

consolidate, alla pianura alluvionale naturale ed artificiale, al sistema collinare circostante. Il motore è, comunque, stato ed è la recentissima "sommatoria" di vicende geomorfologiche, ad opera delle acque fluviali (dai meandri al delta dell'Ombrone, alle acque della Bruna) con regime irregolare, selvaggio e con notevole trasporto di sedimenti, in perenne lotta con il moto ondoso, con la formazione di una diga litoranea, per i sedimenti, che tendevano a colmare le acque calme delle lagune e poi delle paludi. L'uomo ha pertanto accelerato tale



Foto 22. Paesaggio apuano (Monte Sagro), con il bianco delle discariche di marmo e della neve.

dinamica, costruendo nuovi depositi alluvionali con sistemi di canali in grado di colmare le depressioni, altri di evacuare, anche poi, in tempi più recenti, con le macchine idrovore, le acque in eccesso o quelle in accumulo nelle aree subsidenti. Tutto ciò ha prodotto un paesaggio comunque particolarmente fragile,

dove la gestione della dinamica delle acque appare sempre più importante per la conservazione delle risorse ambientali e paesaggistiche, delle acque sotterranee, delle acque salmastre, delle acque marine, del sistema dunale etc., come già indicato nel Capitolo 1.



Foto 23. Particolare di un "ravaneto", accumulo di detriti e di scarti di estrazione dei marmi.



Foto 24. La parete meridionale del Monte Sombra. Alla base della parete le superfici sono piuttosto levigate, a testimonianza di processi geomorfologici dell'ultima glaciazione. Sulla destra si apre la vallecola del fosso dell'Anguillaia, rappresentativa di un magnifico sistema di marmitte dei giganti.

PAESAGGI DELLE COSTE E DELLE ISOLE

Per concludere questa breve disamina dei paesaggi geologici solo alcune immagini sui paesaggi sostanzialmente geomorfologici delle coste, basse e soprattutto alte, che costituiscono quella delicata interazione tra i processi della dinamica marina, il moto ondoso, le correnti litoranee, la stabilità delle falesie, o dei depositi sabbiosi, i sedimenti trasportati dai fiumi, le trasformazioni operate dal-

l'uomo, talora con esiti fortemente negativi, ed oggi ancor più minacciate dal cambiamento climatici (Foto 28-31).

La Toscana ha un paesaggio costiero molto vario, ancor più arricchito da quello delle isole (Foto 32). Le isole dell'arcipelago, al loro interno, in particolare nell'Elba, ma non solo, presentano anche dei paesaggi geologici di elevato interesse, quelli geo-minerari, delle masse magmatiche (il granito



Foto 25. Cordone dunale attivo. Il culmine della duna è più elevato rispetto alla fascia vegetata retrodunale. Pianura costiera a sud della laguna di Orbetello.



Foto 26. Cordone sabbioso del tombolo della Feniglia, Laguna di Orbetello Monte Argentario (sullo sfondo).



Foto 27. Una pioppeta in un'area allagata ai bordi dell'area umida del padule di Fucecchio.



Foto 28. Sistemi di paesaggio: il padule di Bientina nella pianura alluvionale bonificata. Sullo sfondo le Panie, Alpi Apuane.

del Monte le Capanne e dell'isola del Giglio, di Montecristo, dove la disgregazione dei cristalli genera delle spiagge uniche), e numerosi geotopi (la celebre cala rossa a Capraia)³. Infine, un discorso potrebbe essere sviluppato, ma anche per questo argomento si rimanda a specifiche pubblicazioni e studi, ma non solo a quelle del parco dell'arcipelago, relativamente ai paesaggi marini, che spesso presentano degli specifici valori geologici oltre quelli più conclamati di tipo biologico.

Note

¹ Francovich-Mellini, 1997.

² Per una simpatica descrizione delle Apuane, in un contesto anche di fruizione dell'ambiente e del paesaggio di tipo alpinistico, con escursioni ed arrampicate, si rimanda al libro del CAI, Sezione Fiorentina, 1868-1968. In particolare all'articolo ivi contenuto di Pietro Passerini: *Le Apuane perché e per come*.

³ Nell'isola di Capraia affiorano le rocce vulcaniche più antiche di tutto l'Appennino settentrionale.

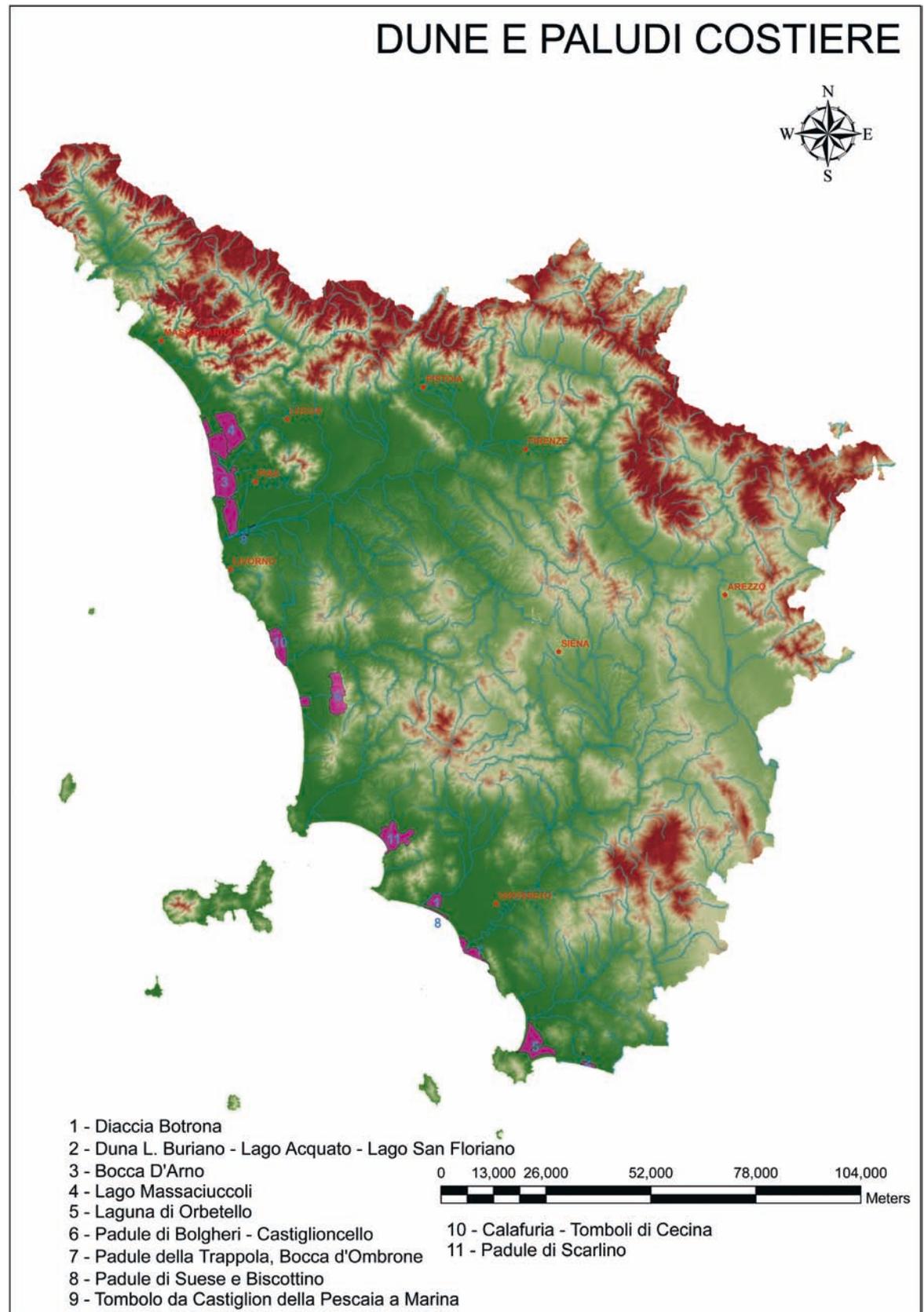


Fig. 3-4. La Toscana dei paesaggi delle aree umide.

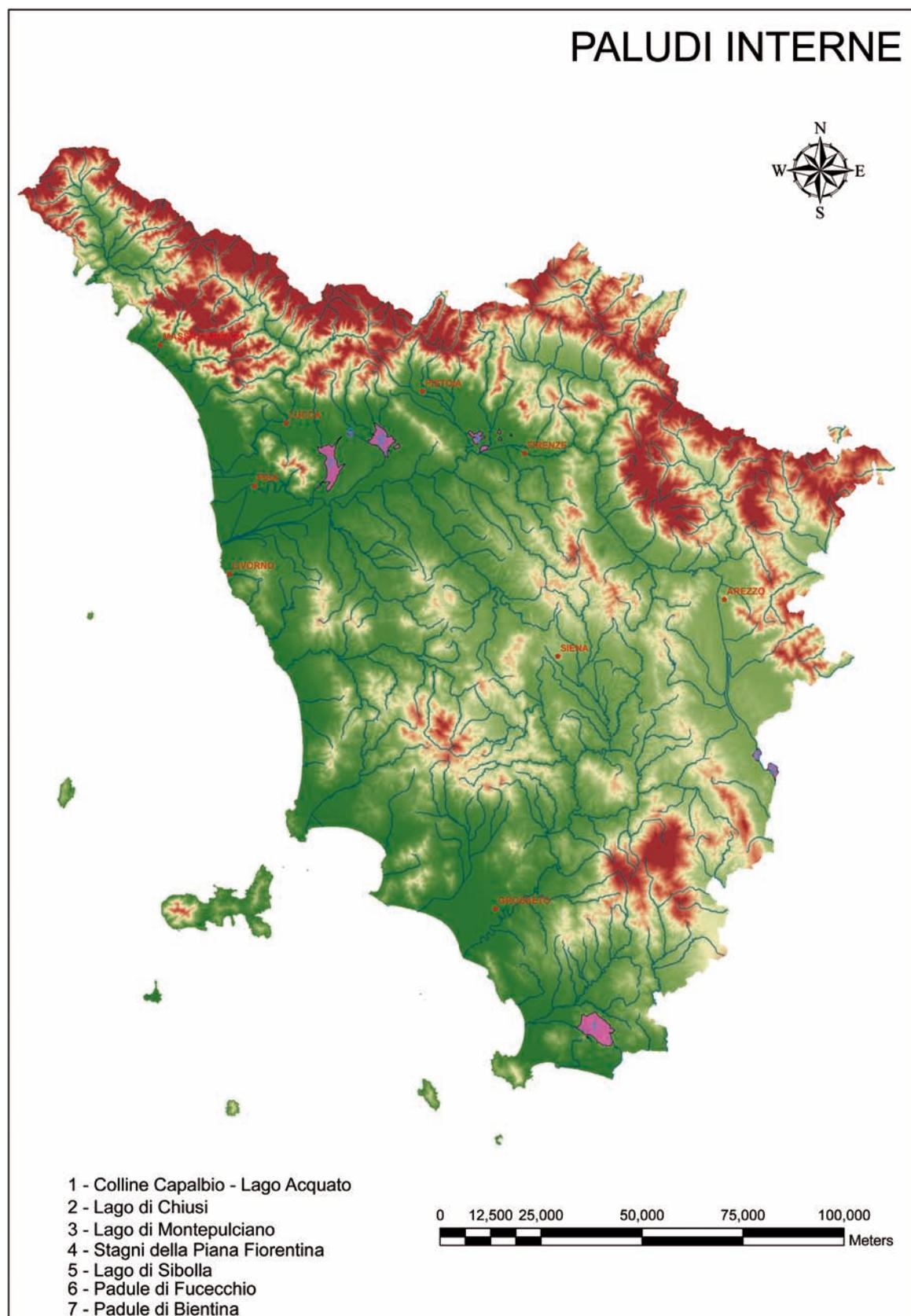




Foto 29. La costa alta a sud di Livorno (Castello Sonnino), con affioramenti di arenarie (Formazione del Macigno).



Foto 30. Particolare di un affioramento di arenarie, "abrase" dal moto ondoso.



Foto 31. Grotte nelle falesie calcaree dei Monti dell'Uccellina (GR).



Foto 32. Paesaggio costiero elbano e dell'arcipelago toscano.

APPENDICE

a cura di Ilaria D'Urso

A corredo delle indagini svolte per l'individuazione, la classificazione e la perimetrazione dei paesaggi sino ad ora illustrati è stato realizzato un database integrato cartografico, alfanumerico e grafico. Tale strumento, oltre ad apportare nuove conoscenze al quadro conoscitivo della regione, costituirà una valida base per i futuri interventi di pianificazione e valorizzazione di queste località, il cui equilibrio si presenta talvolta delicatissimo, in modo da favorirne uno sviluppo integrato e sostenibile.

INTRODUZIONE

Il progetto, nel suo insieme, si poneva l'obiettivo di individuare e classificare i paesaggi geologici della Toscana a partire dall'analisi del patrimonio geologico, e, specificatamente delle componenti geologico-geomorfologiche e geoambientali, intendendo, dunque, come "paesaggio geologico" un paesaggio in cui la componente geologica e geomorfologica è predominante (le piramidi di terra del Valdarno superiore, le balze di Volterra, ecc. ...).

La messa a punto del database geografico delle emergenze geologiche è nata dall'esigenza di poter disporre di un impianto logico delle informazioni, sia grafiche che numeriche, in modo che il patrimonio di dati georeferenziati possa essere di facile reperibilità, confrontabilità ed aggiornamento (Fig. 1).

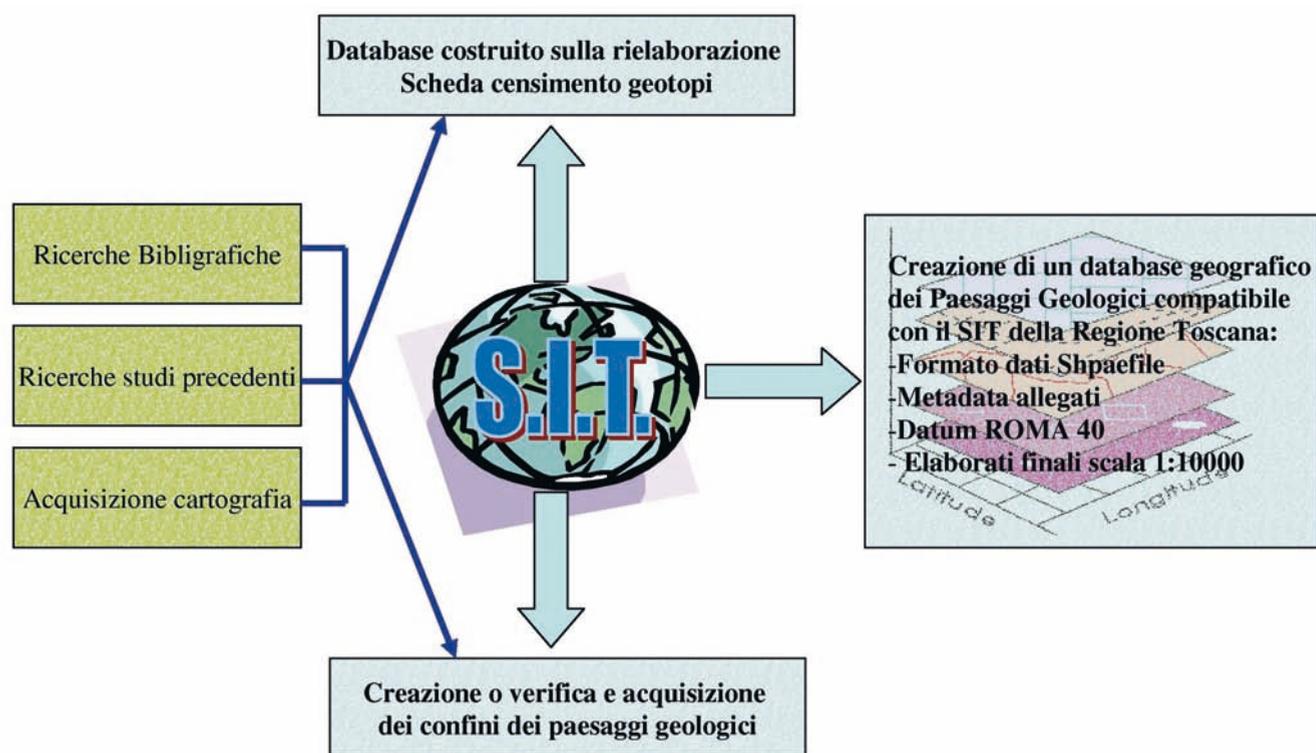


Fig. 1. Schematizzazione del database realizzato.

Ad ogni elemento di paesaggio sono associate le informazioni sulla localizzazione, sugli elementi che lo caratterizzano, sulle relazioni geo-ambientali, i vincoli e le leggi che insistono su quella porzione di territorio, nonché quelle sulla documentazione fotografica e bibliografica. La struttura delle tabelle del database è stata ottenuta modificando le schede messe a punto dal Servizio Geologico Nazionale e dal Centro Documentazione Geositi dell'Università di Genova per il censimento dei geotopi.

RACCOLTA ED ACQUISIZIONE DEL MATERIALE DI STUDIO

Nella prima fase della ricerca è stato raccolto il materiale esistente sui paesaggi geologici toscani, analizzando diversi studi e relazioni sia di carattere scientifico che divulgativo, ed è stata elaborata una bibliografia ragionata sotto forma di database in modo da supportare richieste geografiche, geo-tematiche o domande specifiche sulle singole aree e contesti circostanti.

Per quanto riguarda l'acquisizione del materiale cartografico sono state prese in considerazione le carte tematiche regionali, i vari temi del Sistema Informativo Regionale della Toscana, la carta geologica ufficiale (CARG), foto aeree, le cartografie più dettagliate dei piani territoriali delle province e dei piani regolatori dei Comuni. L'elaborazione si svolge su due livelli di analisi a differente dettaglio: il primo a scala regionale, con l'individuazione di macro aree in cui possiamo trovare particolari paesaggi geologici (crete senesi; balze, calanchi e biancane di Volterra; balze del Valdarno superiore etc.) e geoparchi (parco delle Alpi Apuane; dell'Arcipelago Toscano; delle Foreste Casentinesi, etc.); il secondo a scala più dettagliata (1:10.000) volta sia ad individuare gli aspetti litologici, geomorfologici ed idrogeologici locali correlabili con i processi che generano il paesaggio geologico, che a sottolineare la presenza dei geotopi più significativi.

Dalla cartografia ufficiale della Regione sono stati utilizzati alcuni tematismi del SIT:

1. "sistemi di paesaggio" (sono ambiti territoriali molto ampi che presentano caratteristiche fondamentali del paesaggio molto diverse);
2. "litologia" (questo archivio, riporta i contorni dei poligoni digitalizzati dalla carta litologica in scala 1:250.000);
3. "natura 2000" Dir. 92/43/CEE e 79/409/CEE (BIOITALY) (l'archivio dei Siti di Interesse Comunitario (SIC) e delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) rappresenta l'insieme dei siti relativi ad habitat naturali, e aree significative per la presenza di specie animali e/o vegetali di interesse comunitario che il Ministero dell'Ambiente ha proposto all'Unione Europea per essere inseriti nella rete ecologica europea "Natura 2000");
4. "zone B C D" (aree corrispondenti alla classificazione b, c, d del sistema regionale delle aree protette di cui all'art. 10 della L.R. 52/82; sono le aree riguardanti situazioni tipologiche e categorie di beni di rilevante valore paesaggistico);
5. "aree protette Nazionali e Regionali";
6. "catasto regionale delle grotte" (curato dalla Federazione Speleologica Toscana).

Tale materiale (testi, cartografie di vario tipo, fotografie e schemi) è stato successivamente analizzato al fine di individuare i paesaggi geologicamente interessanti e perimetrarli su base cartografica di sintesi (1:100.000 – 1:200.000). A questa prima fase di raccolta del materiale, è seguita una seconda fase di sopralluoghi mirati e ricerche bibliografiche al fine di selezionare ed organizzare l'enorme mole di dati raccolti e di ridefinire alcune perimetrazioni su cartografia di dettaglio (1:10.000): questo successivo stadio di lavoro ha portato alla realizzazione di schede illustrative per ciascun paesaggio geologico e al loro abbinamento con cartografie ed immagini.

STRUTTURA DEL PROGETTO

Il lavoro è stato organizzato in:

- un progetto di ArcView 3.2 denominato “paes_geo.apr” disposto per il collegamento diretto con un database mdb in formato Access;
- un tematismo areale contenente la perimetrazione dei paesaggi geologici denominato “paesaggi_geologici.shp”;
- un database in formato Access contenente le informazioni alfanumeriche ed i collegamenti con il materiale del quadro conoscitivo;
- 75 cartelle denominate con il codice del relativo paesaggio ulteriormente organizzate in sottocartelle (shp, fig, foto);
- una cartella contenente la base cartografica raster geologica scala 1:250'000;
- una cartella contenente le relazioni.

IL TEMA AREALE “PAESAGGI GEOLOGICI”

I paesaggi geologici sono stati tradotti, in termini di produzione GIS, nella realizzazione di uno shapefile di tipo areale con la perimetrazione di tutti i confini dei paesaggi geologici.

Tale tema abbina a ciascun sito una numerazione ispirata a quelle presenti nelle specifiche tecniche per l’acquisizione in formato digitale di dati geografici tematici (della Regione Toscana). Ogni paesaggio è individuato da una stringa di 9 caratteri del tipo: “09PPPnnnn”, dove 09 è il codice con cui l’ISTAT individua la regione Toscana (tale codice si ritrova in ogni paesaggio ed è stato attribuito in vista di un’integrazione della ricerca in un censimento a scala nazionale), i tre caratteri PPP identificano la provincia di riferimento del paesaggio (es. 051 per un paesaggio che ricada in larga parte nella provincia di Arezzo) e nnnn sono caratteri rappresentativi di una numerazione progressiva univoca (es. 0001): il paesaggio geologico di “La Verna” viene indicato con il codice 090510007. In questo modo a ciascun paesaggio è stato assegnato un codice univoco, legato al territorio di appartenenza e che ne permette quindi una rapida individuazione. Nella tabella degli attributi dello shape, oltre al campo “geo_cod” che contiene la codifica appena descritta, sono presenti altri due campi: “sito” con la denominazione della località di riferimento del paesaggio ed “interesse” con una breve descrizione dei motivi di interesse geologico.

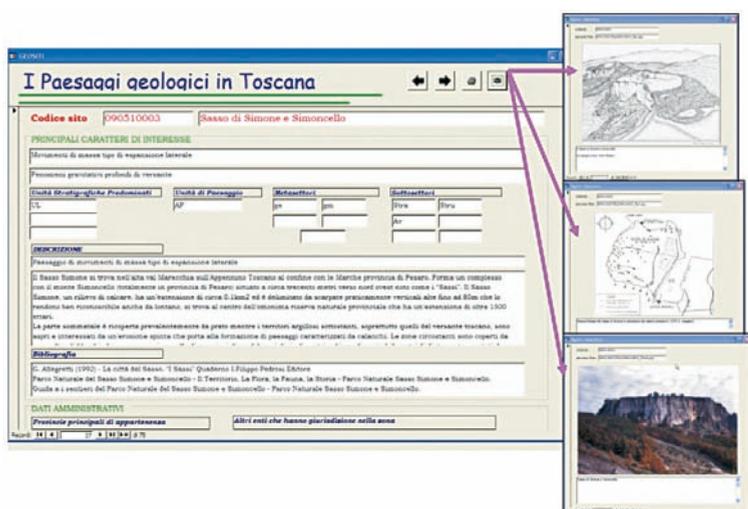


Fig. 2. La maschera di consultazione del database.

IL DATABASE ALFANUMERICO

Le informazioni alfanumeriche di riferimento del paesaggio ed il collegamento al materiale conoscitivo (cartografia raster, shape, fotografie) sono contenuti in un database in formato Access.

Più in particolare il database contiene, per quanto riguarda le informazioni alfanumeriche, i dati riguardanti i principali caratteri di interesse, i dati amministrativi, i dati riguardanti il Sistema delle aree protette della Regione Toscana ed il censimento Bioitaly ed infine i dati relativi al quadro conoscitivo.

Per un’ corretta e semplice visualizzazione, gestione e ricerca dei suddetti dati è stata realizzata una

maschera di interfaccia da cui è possibile effettuare direttamente la stampa della scheda prescelta e la visualizzazione del materiale del quadro conoscitivo (Fig. 2).

Proprio a proposito del materiale inerente il quadro conoscitivo è necessario fare delle precisazioni. La struttura del database prevede l'organizzazione di questo materiale in cartelle nominate con il codice del paesaggio a cui si riferiscono: all'interno di questa cartella se ne possono trovare altre tre:

1. la cartella "foto" contiene il materiale fotografico relativo al paesaggio prescelto;
2. la cartella "fig" contiene la cartografia raster, gli schemi grafici ed i disegni;
3. la cartella "shp" contiene gli shp utilizzati per lo studio e la definizione del paesaggio geologico.

Esiste una tabella all'interno del database che riporta il codice del paesaggio, il percorso della figura o dell'immagine e la rela-

tiva didascalia: tale tabella mediante il campo contenente il codice univoco di 9 caratteri è messa in relazione con quella generale sui paesaggi geologici, e come già detto, dalla maschera di interfaccia della scheda relativa ad un determinato paesaggio è possibile richiamarne un'altra che visualizza tutte le foto e tutte le immagini del sito con la relativa didascalia (Fig. 3).

Aperto il progetto di ArcView compare la visualizzazione del tematismo areale riportante i confini dei paesaggi su una base cartografica geologica raster: selezionando l'area di interesse e premendo il pulsante "scheda" in alto a sinistra, automaticamente si aprirà la scheda corrispondente al paesaggio geologico selezionato e di là sarà possibile stamparla o visualizzarne le figure e le foto.

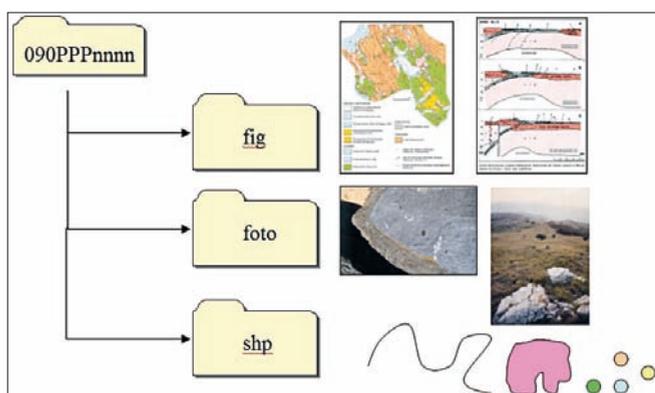


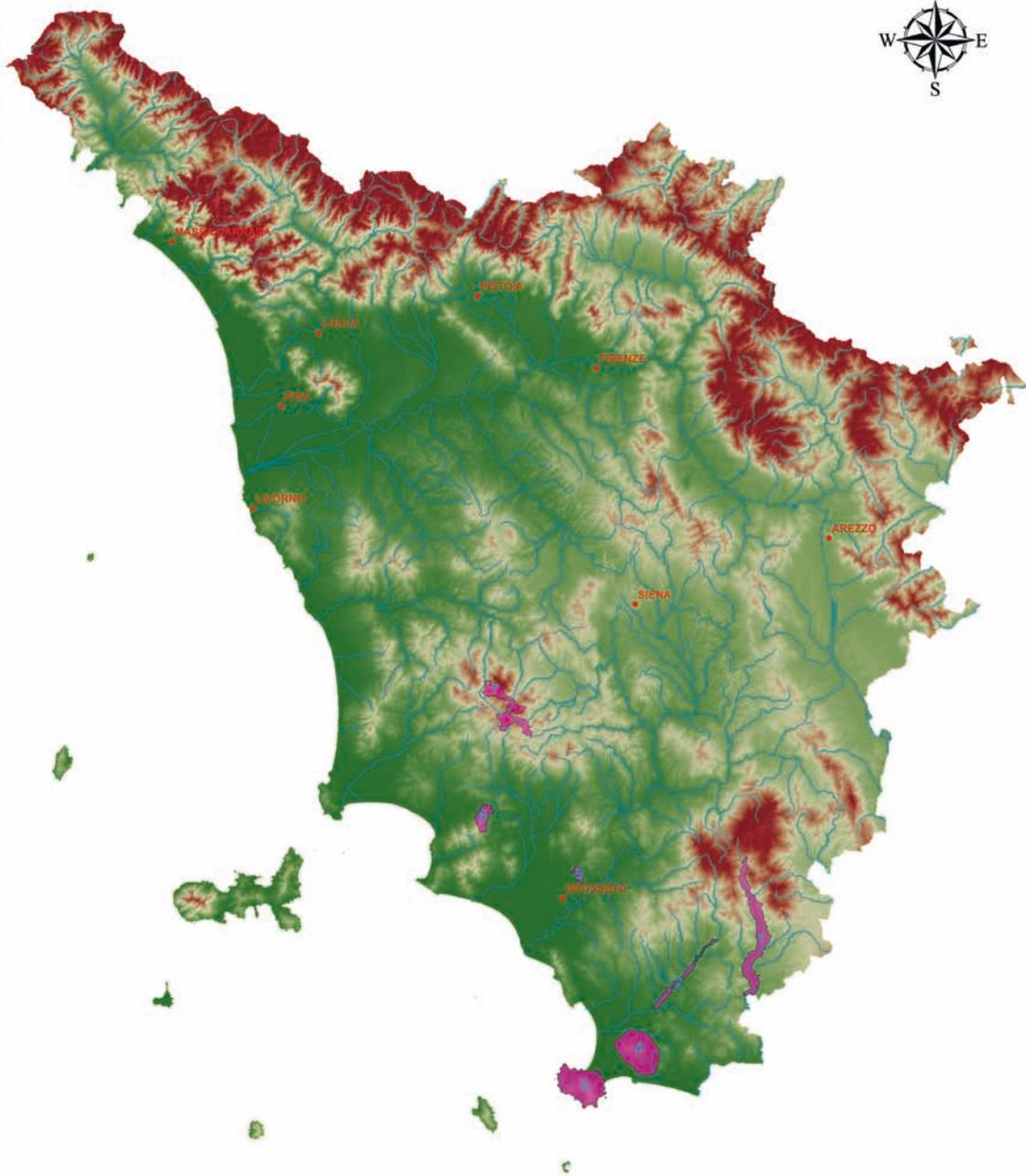
Fig. 3. Schema organizzazione dati.

CONCLUSIONI

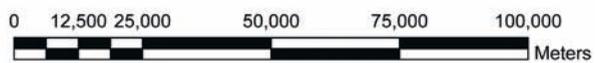
Il prodotto finale della ricerca è stato ed è quello di censire, controllare e perimetrare i più importanti paesaggi geologici della toscana ed inserirli in un database geografico insieme alle principali caratteristiche fisiogeografiche, geologiche e idrologiche con l'ausilio di schede e tabelle. Da questi dati sarà possibile elaborare dei prototipi di carte della dinamica dei processi geo-ambientali che controllino l'evoluzione del paesaggio geologico e che riportino gli elementi di relazione di tutti i fenomeni, sia attraverso modelli concettuali che di simulazione con la verifica di dati parametrici. Le indagini hanno permesso di elaborare alcuni esempi (sistema delle acque nel paesaggio costiero, dinamica delle forme e sistema dei deflussi nelle aree delle balze), dai quali si evince la necessità e l'ampia ricaduta utile per la gestione delle aree di paesaggio, di approfondire la ricerca in aree campione.

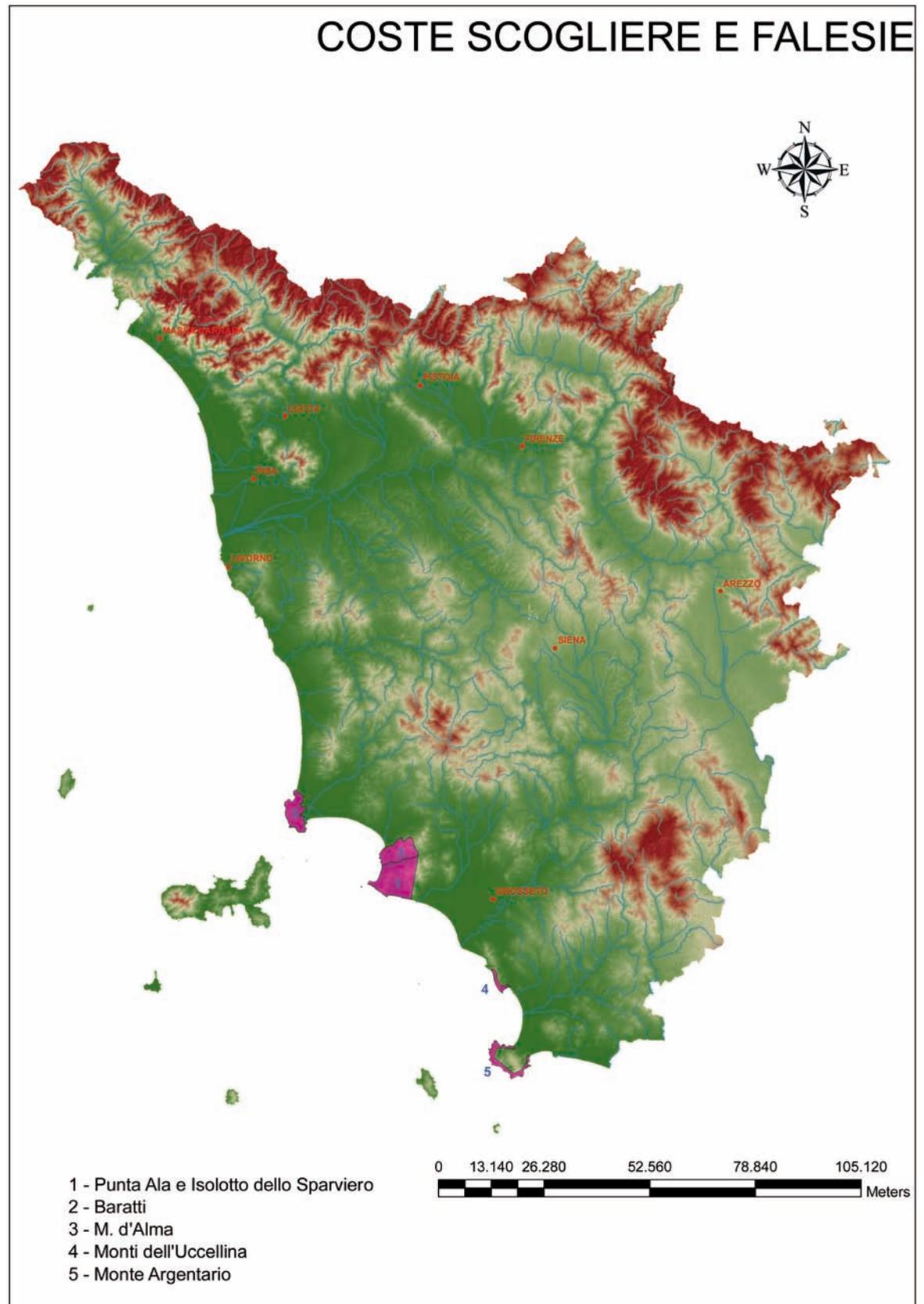
La documentazione elaborata dalle analisi svolte nell'ambito del contratto con la Regione Toscana, costituisce un significativo contributo alla conoscenza dei paesaggi, in particolar modo quelli geologici, così vari della nostra regione. Ci permette di operare un primo importante passo, non solo per capire e conoscere la storia geologica e geomorfologica del territorio della Toscana, ma anche per la possibilità di tutelare e tramandare un paesaggio famoso in tutto il mondo, anche per la sue bellezze naturali, dove i caratteri geo-ambientali sono particolarmente significativi ed unici.

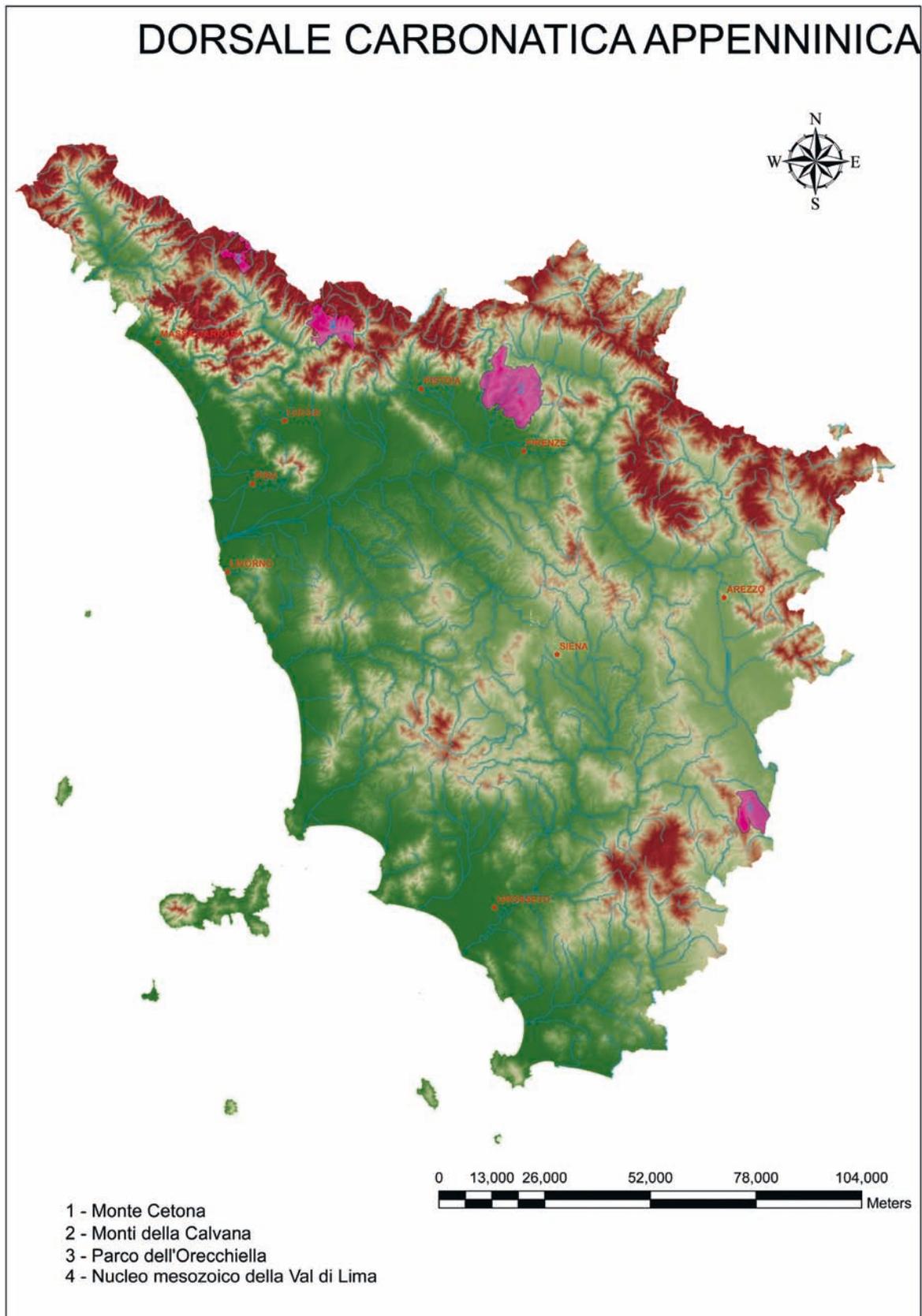
PAESAGGI CALCAREI DELLA TOSCANA MERIDIONALE



- 1 - Fiume Fiora
- 2 - Medio corso del Fiume Albegna
- 3 - Monte Argentario
- 4 - Poggio del Leccio
- 5 - Poggio Moscona
- 6 - Colli di Gavorrano
- 7 - Cornate - Poggio Prata







GLOSSARIO

Analcime

Minerale del gruppo dei feldspatoidi, silicati caratterizzati da un reticolo tridimensionale (tectosilicati), sottosaturi, cioè non possono contenere quarzo libero.

Appennino settentrionale

È costituito, come altre catene montuose alpino-himalaiane, da enormi masse rocciose di notevole estensione orizzontale (Falde o Unità tettoniche) che durante i movimenti dell'orogenesi alpina si sono spostate dai loro mari di origine (paleo-oceani, posti ad ovest o in corrispondenza dell'attuale fascia litorale Toscana), di decine o centinaia di chilometri, sovrappo- nendosi o impilandosi le une sulle altre. È molto difficile la ricostruzione della direzione e dello spostamento delle falde, tut- tavia è comunque certo che nell'Appennino settentrionale, è possibile la determina- zione della loro posizione reciproca. L'ap- pennino settentrionale ha un andamento NO-SE, ed una vergenza, verso NE, e sono individuabili i vari domini paleogeografici che sono caratterizzabili ciascuno da una sequenza stratigrafica e da una propria sto- ria. Da Ovest verso est si hanno tre gruppi di domini dove il substrato dei bacini mari- ni è costituito da crosta oceanica: uno delle Liguridi interne (più occidentali) e due delle liguridi esterne (più orientali); quelle orientali e con substrato continentale sono due, cioè il dominio Toscano e il dominio Umbro-romagnolo e Marchigiano-adria- tico. Esiste tuttavia una incertezza nelle sequenze stratigrafiche nelle transizioni fra i due gruppi di dominio (oceanico e continentale). Spesso si parla di un sesto dominio, chiamato Dominio Sub-ligure, che corrisponde al complesso di formazio- ni geologiche di Canetolo, per altri autori anche il Supergruppo della Caldana, For- mazione di Monte Morello.

Per quanto riguarda la Successione Toscana, inizia nel Trias con le formazioni evaporiti- che, poi con quelle calcaree (Calcere Mas- siccio, Rosso ammonitico, Calcari selciferi, diaspri, etc.), nel Giura, ed al passaggio con il Cretaceo si ha la nota formazione calcilu- tica della Maiolica. Poi i complessi degli Scisti Policromi, dove si hanno litofacies dalle argilliti, alle marne, fino alle calcare- niti (tipo la formazione delle Calcareniti di Montegrossi). Infine tra l'Oligocene medio- superiore e il Miocene inferiore e medio, cioè in circa dieci milioni di anni, sui fondali ma- rini del Dominio Toscano si ebbe la sedimen- tazione della imponente coltre di sedimenti torbiditici terrigeni arenacei e marnoso sil- tosi. Attualmente questi materiali affiorano dal passo della Cisa fino al Trasimeno, con spessori che si aggirano sui 1500-3000 m. Rappresentano i terreni più diffusi nell'ap- pennino, e i principali rilievi montuosi (ad eccezione delle Alpi Apuane, parte della Val di Lima, alcune dorsali nel senese) sono costi- tuiti da arenarie (Mt. Cimone, Mt. Cusna, Mt. Prato, il monte più alto della Toscana con 2054 m.s.l.m., il Falterona, il Pratomagno, i Monti del Chianti). Le formazioni dei domini liguri (sono in prevalenza costituite da Com- plessi torbiditici calcareo-marnosi, subordi- natamente arenacei, alternate ad argilliti, queste ultime talora prevalenti come nella formazione delle Argille a Palombini, delle Argille Varicolori). I domini Liguri hanno subito maggiore dislocazione, in più eventi, e molte unità, prevalentemente argillose, hanno un assetto fortemente caoticizzato.

Durante la fase terminale della tettonica che ha determinato lo sovrascorrimento, l'alloctonia, delle unità Liguri, si ebbero altre sedimenta- zioni minori, locali, definite come Epiliguri (definite anche semi-alloctone). Fra queste ricordiamo la formazione di San Marino e del Mt. Fumaiolo (Burdigliano), che costi- tuisce anche il rilievo della Verna e dei Sassi di Simone e Simoncello.

Dopo le ultime intense fasi compressive che hanno completato la struttura dell'Appen- nino settentrionale (Tortoniano), iniziano nelle aree più occidentali nel Miocene su- periore per spostarsi via via fino al crinale appenninico nel Quaternario antico, delle fasi disgiuntive e fenomeni di subsidenza, e successivi relativi movimenti verticali, che provocano ingressione e regressione marina (con la deposizione della serie neogenica o neoautoctona composta da argille, sabbie e conglomerati) e ancora più all'interno danno origine ad una serie di depressioni tettoniche, dove si formano dei bacini con sedimentazione lacustre. Successivamente si hanno i fenomeni "geomorfologici", le- gati alle glaciazioni, i fenomeni di erosione e di sedimentazione fluviale, i fenomeni di versante, con le alluvioni terrazzate e la for- mazione degli attuali paesaggi.

Bioclasto

Frammento di fossile in un sedimento.

Clivaggio

Discontinuità di una roccia, in piani fitti, formate per deformazione a bassa tempera- tura ed elevata pressione.

Classificazione delle frane di Varnes (1978)

Modificata ed aggiornata costituisce la classificazione ufficiale dei movimenti di versante. Distingue i materiali coinvolti in due tipi principali: roccia e terreno sciolto. Quest'ultimo è a sua volta suddiviso in detrito, se prevalentemente grossolano ed in terra se prevalentemente fine (almeno l'80% dei clasti o particelle ha dimensioni < 2mm.). Sono distinti 5 tipi principali di movimento: 1) il crollo: quando una massa di dimensio- ni qualsiasi si distacca da un versante molto acclive, e si muove rapidamente per caduta

libera, rotolamento e rimbalzi. 2) il ribal- tamento, ove si ha la rotazione della massa attorno ad un punto posto al di sotto del suo baricentro. Il fenomeno a seconda delle ca- ratteristiche geometriche e strutturali della massa e del versante acclive o della scarpata è poi coinvolta in crolli o scivolamenti. 3) Sci- volamenti traslativi e rotazionali. È presente una superficie di rottura o di taglio netta che separa la massa in posto da quella dislocata. Nello scorrimento rotazionale la superficie di rottura ha andamento concavo, spesso di neoformazione, mentre nello scivolamento traslativo, la massa scorre lungo una o più superfici piane o leggermente ondulate. Il movimento è generalmente controllato dal- l'andamento di superfici di discontinuità preesistenti, quali faglie, giunti di frattura, piani di strato, variazioni di proprietà geo- tecniche per alterazione, etc. 4) L'espandi- mento laterale è un tipo di movimento dove si ha una estensione laterale della massa per mezzo di fratture di tensione o di taglio. Questi fenomeni possono raggiungere di- mensioni rilevanti dell'ordine dei chilome- tri. Il movimento è in genere estremamente lento, ma può assumere notevole velocità nel caso coinvolga materiali fini, con processi di liquefazione. 5) Colamenti. Sono fenomeni di deformazione continua nello spazio di materiali lapidei e sciolti, non si ha una sola superficie di separazione (come negli scorri- menti) fra la massa in frana ed il materiale in posto, o "stabile" del pendio, ma il movi- mento è distribuito in modo continuo anche nel corpo di frana. In materiali rocciosi le deformazioni sono distribuite lungo fratture più o meno ampie, senza una ben definita superficie di dislocazione, la matrice roccio- sa si comporta con una sensibile viscosità. In terreni sciolti l'aspetto del corpo di frana è quello di un materiale che si è mosso come un fluido. In taluni casi i limiti fra la massa in colamento ed il materiale sottostante, in posto, possono essere costituiti da una su-

perficie di separazione ben definita o da una zona di transizione.

I colamenti di detriti con grandi quantità d'acqua (colate di detrito o *debris flow*) possono avere grandi velocità di movimento. Infine si hanno (6) i movimenti complessi, dove si hanno più di un tipo principale di movimento, sviluppati contemporaneamente o in tempi diversi, sebbene una certa tipologia predomini sempre.

Facies

Insieme degli aspetti litologici e paleontologici che caratterizzano una roccia (lito-facies).

Falda (falda di ricoprimento o unità tettonica)

Corpo roccioso alloctono di dimensioni chilometriche, sovrascorso a scala regionale sulle sottostanti rocce, con deformazioni duttili (pieghe) o fragili (faglie).

Faglia

Frattura con scorrimento relativo lungo il piano di separazione delle due parti di roccia. Si hanno faglie verticali, dirette o normali (distensive), inverse (compressive) e trascorrenti (movimento orizzontale).

Flysch

Successione ritmica di strati arenacei e argillosi prodotti da correnti di torbida.

Feldspati

Gruppo di minerali silicati più diffuso in tutte le rocce, magmatiche, metamorfiche e sedimentarie. Fra queste ultime le arenarie della Formazione del Macigno sono particolarmente ricche di feldspati.

Franapoggio

Assetto della stratificazione delle rocce con inclinazione concorde a quella del pendio.

Formazione geologica

Corpo roccioso con caratteristiche ben definite ed omogenee ed una precisa posizione stratigrafica.

Eboulis ordonnes

Depositi di versante a stratificazione inclinata, di dimensione variabile, con clasti a spigoli vivi, talora a disposizione irregolare, di ambiente periglaciale.

Diagenesi

Trasformazione di un sedimento sciolto in una roccia coerente, lapidea (litificazione), attraverso processi fisici, chimici e biologici.

Ignimbrite

Rocchia vulcanica di composizione acida (riolitica), corrispondente al deposito di un flusso piroclastico di alta temperatura prodotto durante eruzione esplosive catastrofiche e che si espande velocemente su vaste superfici (nubi ardenti).

Leucite

Minerale silicatico del gruppo dei feldspatoidi.

Marna

Rocchia sedimentaria costituita da calcare ed argilla in quantità eguali. Calcari marnosi, marna calcarea ed argille marnose si riferiscono a percentuali diverse dei due componenti.

Metamorfismo

Trasformazione mineralogica e tessitura allo stato solido di una roccia, a causa di della variazione della pressione e della temperatura, dell'attività dei fluidi e della deformazione.

Monoclinale

Assetto di rocce regolarmente inclinate, senza pieghe.

Membro

In nomenclatura stratigrafica indica una unità compresa tra lo strato e la formazione geologica.

Neogenici o neoautoctono

Sedimenti depositi posteriormente agli ultimi

movimenti traslativi di una orogenesi, in discordanza sul substrato deformato (Miocene, Pliocene, Pleistocene).

Ofioliti

Associazione di rocce ignee, femiche (ricche di minerali scuri, silicati di Fe-Mg, detti femici, come anfiboli, pirosseni ed olivina), provenienti dalla crosta oceanica e sovrascorsi su aree continentali. Spesso inglobate in argilliti. Comprendono peridotiti più o meno serpentinizzate (processo metamorfico), gabbri e basalti.

Olistostroma

Massa rocciosa caotica formata da blocchi (olistoliti) e frammenti minori dispersi in una matrice fine.

Orogenesi

Processo che porta alla formazione di una catena montuosa. La maggior parte delle dorsali orogenetiche si trovano in zone di geosinclinale, e le montagne che ne risultano sono costituite da sedimenti e rocce vulcaniche deformate e metamorfosate a un grado maggiore o minore a seconda della loro posizione e profondità rispetto alla cintura orogenica. Il metamorfismo regionale e le intrusioni granitiche sono sempre presenti nei livelli più profondi di una cintura orogenica.

Paleogeografia

Distribuzione delle terre emerse e dei mari nei diversi periodi della storia del globo terrestre.

Piegia

Curvatura di una roccia, di più strati, dovuta ad un comportamento duttile a seguito di una compressione tettonica.

Pelitico

Argilloso.

Piroclastiche (rocce), piroclastici

Rocce costituite da materiale vulcanico lan-

ciato nell'atmosfera in seguito ad attività vulcanica.

Pirosseni

Gruppo di silicati con tipica struttura a catena di tetraedri (SiO₄), inosilicati.

Reggipoggio

Assetto di rocce stratificate con inclinazione opposta a quella del pendio.

Sanidino

Feldspato ricco di potassio.

Scistosità

Tessitura delle rocce metamorfiche costituita da piani disorientati di minerali di neoformazione di forma lamellare e tabulare.

Surge

Manifestazione eruttiva di tipo idromagmatico.

Thrust (o accavallamento, sovrascorrimento, ricoprimento)

Sovrapposizione meccanica per motivi tettonici, di grandi masse rocciose o unità tettoniche, scollate dal substrato su altri terreni, dovute alla compressione, che raccorcia una porzione di crosta; terreni (falda) si spostano e sovrascorrono. Spesso associato a grandi faglie inverse.

Traverpoggio

Assetto della stratificazione trasversale al pendio, può avere una componente a reggipoggio.

Unità cronologiche

È una unità-tempo che indica il tempo trascorso dall'inizio alla fine di un fenomeno geologico e di un evento biologico. (Vedi figura scala tempo geologico). L'epoca si suddivide, talora localmente in età. Riportiamo alcune unità citate di frequente nella descrizione dei paesaggi geologici descritti nel libro: Aquitano e Burdigaliano (Miocene inferiore, rispettivamente da 23 a 20, e da 20 a 16 Ma), Langhiano, Serravalliano (sono nel

Miocene medio, il primo da 16, a 15,2 Ma, il secondo fino a 10,2 Ma), Tortoniano e Messiniano (Miocene superiore, il primo fino a 6,3 Ma, il secondo fino a 5,2 Ma). Nel Pliocene inferiore l'età-piano è lo Zancleano, di quello superiore è il Piacenziano e poi il Calabriano. Altri piani più antichi sono per esempio nel Cretaceo superiore il Cenomaniano, il Turoniano, il Senoniano, etc.

Unità cronostratigrafica

Definisce un certo intervallo stratigrafico (di deposizione di sedimenti, clastici o chimici-biochimici) dal punto di vista dell'età relativa delle rocce che la compongono. Il gruppo, il sistema, la serie ed il piano (stratigrafico) corrispondono rispettivamente all'era, il periodo, l'epoca e l'età.

Vergenza

Direzione verso cui si sono spostate le falde, o in particolare, si rovesciano.

Xenolite

Inclusione estranea alla roccia vulcanica in cui si trova.

scala del tempo geologico				principali eventi			
Era	Periodo	Epoca	Milioni di anni				
Quaternario		Olocene		Ultima glaciazione			
			0.010				
			0.125				
			0.8				
Cenozoico o terziario	Neogene	Pleistocene	1.8	Apertura Tirreno Apertura bacino balearico			
		Pliocene	5.3				
		Miocene	25				
		Oligocene	34				
	Paleogene	Eocene	55		Chiusura oceano Ligure-Piemontese Apertura atlantico settentrionale		
		Paleocene	66				
		Cretaceo	Superiore			95	Apertura atlantico meridionale
			Inferiore			131	
Mesozoico o secondario	Giurassico	Malm	150	Apertura oceano Ligure-Piemontese			
		Dogger	180				
		Lias					

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1984). *Alla scoperta della Toscana lorenese. Architettura e bonifiche*. A cura dell'Accademia delle arti del Disegno, Firenze: Editrice EDAM.
- AA.VV. (1986). *Salvaguardia del paesaggio*. Regione Toscana, Protezione del Patrimonio Architettonico-ambientale della Regione Toscana.
- AA.VV. (1991). *La gestione delle aree collinari argillose e sabbiose*. A cura di Mazzanti R., Edizioni delle Autonomie.
- AA.VV. (1992). *Parco artistico naturale della Vai d'Orcia*. Atti del Convegno nazionale di Monticchiello, 14 marzo. Amm.ne provinciale di Siena.
- AA.VV. (1993). *IV Seminario Deformazioni Gravitative Profonde in Toscana*. GNDCI 1-73.
- AA.VV. (1999). *GEOSITI testimoni del tempo*. A cura di Poli G., Regione Emilia Romagna.
- AA.VV. (1992). *Appennino Tosco-emiliano. Guide geologiche regionali*. Roma: BE-MA editrice, Società Geologica Italiana.
- AA.VV. (1993). *Lazio. Guide geologiche regionali*. Roma: BE-MA editrice, Società Geologica Italiana.
- Abbate E. (1983). *I depositi fluvio-lacustri del Valdarno Superiore*. Centro Studi Geol. Dell'Appennino, CNR, 132, pp. 1-24.
- Abbate E.-Bortolotti V.-Principi G. (1984). *Pre-orogenic tectonics and metamorphism in Western tethys ophiolites*. In "Ophioliti", 9, pp. 245-278.
- Alexander D.E. (1980). *I calanchi, accelerated erosion in Italy*. Reprint from Geography, 65.
- Alexander D.E. (1982). *Differences between "calanchi" and "biancane" badlands in Italy*. In: Bryan R.-Yair A. *Badland geomorphology and piping*. Geo. abstr. Norwick; UK.
- Azzaroli A.-Lazzeri L. (1977). *I laghi del Valdarno Superiore*. Pubbl. n. 26 CNR Centro Studi Della Geologia dell'Appennino, Firenze (Con Carta 1:50.000).
- Allegretti G. (1988). *Storia e storiografia del Sasso di Simone*. In: *Tutela e Valorizzazione dell'Area del sasso di Simone*. Quaderni di educazione permanente. Siena: Ce.R.S.D.E.P.
- Allegretti G. (1992). *La città del Sasso*. F. Pedrosi Editore, pp. 62.
- Almagià R. (1907). *Studi geografici sopra le frane in Italia*. In "Mem. Geogr. Ital.", 13.
- Ambrosetti et al. (1978). *Evoluzione paleogeografia e tettonica dei bacini tosco-umbro-laziali nel Pliocene e nel pleistocene inferiore*. In "Mem. Soc. Geol. It", 19, pp. 573-580.
- Antoni A.M. (1965). *Il paesaggio vegetale delle colline argillose dell'alta e media Val d'Orcia (Siena)*. In "Webbia", vol. XX, n. 2, pp. 427-474.
- APAT (2005). *Patrimonio geologico e geodiversità*. A cura di D'Andrea M.-Lisi A.-Mezzetta T. Rapporto 51/2005, pp. 240.
- Arisi-Rota F. (1971). *La Toscana Meridionale*. In "Rend. Soc. Ital. Miner. Petr.", XXVII, Fasc. Speciale.
- Azzaroli A.-Lazzeri L. (1977). *I laghi del Valdarno Superiore*. Centro Studi Geol. Appennino. CNR, Firenze, 26, Carta 1:50.000.
- Baldi et al. (1974): Baldi P.-Decandia F.A.-Lazzaretto A.-Calamai A. *Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano*. In "Mem. Soc. Geol. It.", 13, pp. 575-606.
- Barberi F.-Innocenti F.-Ricci C.A. (1971). *La Toscana meridionale. Il magmatismo*. In "Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia", 27, pp. 169-210.
- Barfucci M.B. (1991). *Chiusi in Casentino e la montagna della Verna*. In: *Chiusi della Verna*, TAN s.r.l., Firenze: ed. Arnaud.
- Barsanti D.-Rombai L. (1987). *Leonardo Ximenes, uno scienziato nella Toscana Lorenese nel settecento*. Firenze: Medicea.
- Barsanti D.-Rombai L. (1986). *La "guerra delle acque" in Toscana. Storia delle bonifiche dai Medici alla riforma agraria*. Firenze: Medicea.
- Bartolini C. (1992). *I fattori geologici delle forme di rilievo. Lezioni di geomorfologia strutturale*. Bologna: Pitagora.
- Bastoni M.-Canessa A.-Gei F.-Maetzke F. (2006). *Un itinerario naturalistico per i Monti della Caldana*. Prato: Nuova Toscana Editrice.
- Bellucci P. (1984). *I Lorena in Toscana. Gli uomini e le opere*. Firenze: Medicea.
- Bettelli G. (1985). *Geologia delle alti valli dei fiumi Albegna e Fiora (Toscana Meridionale)*. In "Geologica Romana", 24, pp. 147-188.
- Billi G. (1996). *"Le Balze nella geologia del Valdarno", Le Balze. Una storia lunga centomila anni nella valle dell'Arno*, pp. 11-20. Editoriale Tosca srl.
- Boccaletti M.-Sagri M. (1966). *Lacune nella Serie Toscana. 2. Breccie e lacune al passaggio Maiolica-Gruppo degli Scisti Policromi in val di Lima*. In "Mem. Soc. Geol. It.", 5 (1), pp. 19-66.
- Boggiano A. (ed.) (2005). *Passeggiare Firenze*. Firenze: Comune di Firenze.
- Bortolotti L.-Paolinelli G.-Valentini A. (eds.) (2005). *I territori della Toscana. Atlante ricognitivo dei caratteri strutturali del paesaggio, PIT 2005-2010*. Studi preparatori, 4, Giunta Regionale. Toscana, Firenze 2005.
- Bortolotti V. (1992). *Supergruppo del Vara*. Guide Geologiche Regionali, L'Appennino Settentrionale, BE-MA ed., pp. 44-52.
- Bortolotti V. et al. (1994). *Ultramafic rocks from the Eastern Elba Island ophiolites (Tyrrhenian Sea, Italy)*. In "Mem. Soc. Geol. It.", 45, pp. 195-202.
- Boscagli A. (1982). *Contributo alla conoscenza floristica dei prati-pascoli della parte settentrionale della "Crete senesi" (Siena)*. In "Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.", Memorie, Serie B, vol. 89, pp. 213-237.
- Boscagli A.-De Dominicis V.-Casini S. (1983). *La végétation des sols argileux pliocènes de la Toscane méridionale. II, Influence de l'exposition et de l'intensité du paturage sur la vege-*

- tation des prairies des «Crete senesi» (Sienne, Italie). In "Ecologia mediterranea. Revue d'écologie terrestre et limnique", n. 9, pp. 77-89.
- Bossio *et al.* (1992). *I bacini distensivi neogenici e quaternari della Toscana*. 76° riunione estiva Società Geologica Italiana "L'Appennino Settentrionale", Guida alle escursioni post-congresso, Firenze.
- Branconi S.-De Dominicis V.-Boscagli A.-Boidi L. (1979). *La vegetazione dei terreni argillosi pliocenici della Toscana meridionale. I. Vegetazione pioniera ad "Artemisia cretacea"*. In "Atti della Società toscana di Scienze naturali". Memorie, serie B, vol. 86, pp. 163-183.
- Brancucci G. (2004). *The role of geological heritage in the Natura 2000 network (habitats Directive 92/43/ECC): a local study in northern Italy (Liguria Region)*. In "Natural and Cultural Landscapes". The Geological Foundation. Proceedings of a Conference, 9-11 September 2002, Dublin Castle, Ireland, pp. 57-60.
- Brancucci G.-Burlando M.-Marin V.-Paliaga G. (2004). *The role of geological heritage in the Natura 2000 network (habitats Directive 92/43/ECC): a local study in northern Italy. (Liguria Region)*. In "Natural and Cultural Landscapes". The Geological Foundation. Proceedings of a Conference, 9-11 September 2002, Dublin Castle, Ireland, pp. 57-60.
- Brancucci G.-Carton M.-Pavia G. (1999). *Scheda inventario geositi*. In "Geoitalia", 4, pp. 43-49.
- Brancucci G.-Cresta S.-D'Andrea M.A.L.-Lisi A. (2004). *Geosites and geodiversity: framework for an early geological sites cartography in Italy*. Abstract 32nd IGC, Sess. 48-1, Firenze.
- Brancucci G.-D'Andrea M. (2002). *National project: "Protection of the Italian geological heritage"-The test form for the geosites inventory*. In Coratza P.-Marchetti M. (eds.): *Geomorphological Sites: research, assessment and improvement*. Workshop Proceedings, Modena, (Italy) 19-22 June 2002, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, pp. 42-43.
- Brancucci G.-Gazzola A. (2002). *Geositi e percezione sociale degli elementi naturali*. In "Geologia dell'Ambiente", 2, pp. 5-8.
- Brunet R. (1974). *Analyse des paysages et sémiologie*. In "L'espace géographique", 2, pp. 120-126.
- Burlando M. (2003). *I geositi, un patrimonio dei parchi naturali regionali*. Atti del Convegno "Il Patrimonio Geologico come bene culturale e ambientale da tutelare-Conoscenza, valorizzazione e gestione dei siti di interesse geologico"-Rionero in Vulture (PZ) 13-14 aprile 2002, Geologia dell'Ambiente, Suppl. 1/2003, pp. 45-52.
- Burlando *et al.* (2002): Burlando M.-Cortesogno L.-Ferrero C.-Firpo M.-Genta P.-Manca S.-Queirolo C. (2002). *Ofioliti protagoniste assolute nel Parco del Beigua: lo stato delle conoscenze sulle caratteristiche naturalistiche dell'area protetta*. In: Saccani C. (ed.), *Atti Convegno Nazionale: "Le ofioliti: isole sulla terraferma. Per una rete di aree protette"-Fornovo Taro (PR). 22/23 giugno 2001*. Regione Emilia Romagna, Comune di Fornovo Taro, Comune di Terenzo, Comunità Montana Valli Taro e Ceno. Parma: edizioni Graphital, pp. 351-361.
- Calaforra *et al.* (2002): Calaforra J.M.-Pulido Bosch A.-De Waele J.-Di Gregorio E.-Sánchez Martos F.-Fernandez Cortéz A. *Esempi di gestione, monitoraggio e tutela di cavità carsiche in Andalusia e in Sardegna*. Atti del Convegno di Studio Il Carsismo e la Ricerca speleologica in Sardegna, Cagliari 23-25 novembre 2001. A cura di De Waele J., Anthèò 6, pp. 125-142.
- Bryan R.-Yair A. *Badland Geomorphology and piping - Geobooks*. Geoabstract ltd. Norwick UK.
- Cancelli A.-Pellegrini M. (1987). *Deep seated gravitational deformations in the Northern Apennines, Italy*. Proc. 5th ICFL, Australia-New Zeland, August 1987, pp. 1-8.
- Canuti *et al.* (1965): Canuti P.-Focardi P.-Sestini G. *Stratigrafia correlazioni e genesi degli Scisti policromi dei Monti del Chianti Toscano*. In "Boll. Soc. Geol. It.", 84, pp. 93-166.
- Canuti *et al.* (1993). *Aspetti geologici, geomorfologici e geotecnica di alcune aree rappresentative*. IV Seminario Deformazioni gravitative profonde in Toscana, 24-28 maggio 1993, La Verna, pp. 1-72.
- Canuti *et al.* (1994): Canuti P.-Gabbani G.-Garzonio C.A.-Pranzini G.-Vannocci P.-Agati L.-Bonciani. *Hydrogeology and slope instability in the Upper Valdarno (Tuscany)*. In: Mem. Soc. Geol. It., 48, pp. 865-871.
- Canuti *et al.* (1995): Canuti P.-Focardi P.-Garzonio C.A.-Pranzini G.-Vannocci P. *Carta Idrogeomorfologica del Valdarno Superiore*. Firenze: SELCA.
- Capineri C. (1997). *Paesaggi reali e virtuali*. In "Riv. Geogr. It.", CIV, pp. 531-541.
- Carina A. (1863). *Delle condizioni fisiche, meteorologiche ed igieniche del territorio di Bagni di Lucca*. Firenze: Tip. Cellini.
- Carmignani L.-Giglia G.-Kligfield R. (1978). *Structural evolution of Apuan Alps; an example of continental margin deformation in the Northern Apennines, Italy*. In "J. Geol.", 86, pp. 487-504.
- Carmignani L.-Kligfield R. (1990). *Frustale extension in the Northern Apennines: transitino from compression to extension in the Alpi Apuane Core Complex*. In "Tectonics", 9, pp. 1275-1303.
- Casagli N.-Ermini L.-Rosati G. (2003). *Determinino grain size distribution of the material composing landslide dams in the Northern Apennines: sampling and processing methods*. In "Eng. Geol.", 69, pp. 83-97.
- Cassatella C. (1998). *"Il paesaggio: da testo ad ipertesto"*, Atti del Seminario "Il senso del paesaggio". Torino, pp. 31-39.
- Castiglioni B. (1935). *Ricerche morfologiche nei terreni dell'Italia Centrale*. Pubbl. Ist. Geogr. Univ. Roma, Serie A, 4.
- Castiglioni B. (1998). *"Un modello interpretativo per una riflessione sul paesaggio: idee di meta' percorso"*, Atti del Seminario "Il senso del paesaggio". Torino.
- Castiglioni B. (1998). *Paesaggi carsici a doline: confronto tra metodi di indagine e casi di studio in prospettiva didattica*. Tesi di Dottorato di Ricerca, Dipartimento di Geografia, Università di Padova.
- Castiglioni G. (1987). *Geomorfologia*: Torino: UTET.
- Casto L.-Zarlenga F. (1992). *I beni culturali a carattere geologico nella media valle del Tevere*. ENEA-Regione Lazio, Roma, pp. 1-165.
- Casto L.-Zarlenga F. (1996). *I beni culturali a carattere geologico nel Distretto Vulcanico Albano*. ENEA-Regione Lazio, Roma, pp. 1-143.
- Ceccolini G.-Cenerini A.-Anselmi B. (2002). *Parchi e Aree protette della Toscana*. Guida. Editrice "Il mio amico", Roccastrada. Regione Toscana.
- Cencetti C.-Viglione F. (1995). *La frana di Pieve S. Stefano e l'occlusione del fiume Tevere del 1855. Atti IV Conv. Giovani Ricercatori in Geologia Applicata*. Quaderni di Geol. Appl. Pitagora Ed.-Vol. 1, pp. 107-122.

- Chiaverini I.-Ostuni D. (1999). *Misura dell'erosione: metodi fotogrammetrici applicati in alcune aree argillose nell'Alta Val d'Orcia, Geologia Tecnica e Ambientale. Comune di Fiesole (2001). Il Magno Cecero e il parco della pietra serena a Fiesole*. A cura di Petrini E.M.-Salvianti C.
- Cianferoni R.-Mancini F. (a cura di). *La collina nell'economia e nel paesaggio della Toscana*. Firenze: Accademia dei Georgofili, 1993.
- Coli M.-Pandeli E. (1992). *La geologia delle Alpi Apuane: l'unità di Massa, il Nucleo Meta-morfico Aprano, le breccie poligeniche Neogeniche. Guida alla Traversata dell'Appennino Settentrionale*. 76° Congresso Soc. Geol. It.-Firenze, pp. 79-137.
- Coltorti M.-Dramis F.-Pambianchi G. (1983). *Stratified slope-waste deposits in the Esino River basin, Umbria-Marche Apennines, Central Italy*. Polarforschung, pp. 59-66.
- Conedera C.-Franchi R.-Malesani P.G. (1979). *Costituzione geolitologica dell'area*. In: Rodolfi G. e Frascati F. *Cartografia di base per la programmazione degli interventi in aree marginali*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 10.
- Conti S. (1989). *Geologia dell'Appennino marchigiano-romagnolo tra le valli del Savio e del Foglia*. In "Boll. Soc. Geol. It.", 108, pp. 453-490.
- Conti S. (1992). *Il ricoprimento della coltre della Val Marecchia sulle unità Toscane e sulla successione Marchigiano romagnola*. In: Bortolotti V. (ed.). "Appennino Tosco-Emiliano" *Guide Geologiche Regionali*. Società geologica Italiana. BE-MA editrice.
- Conti S.-Gelmini R. (1993). *Eventi tettonici e migrazione del sistema fronte deformativi-avanfossa nell'Appennino Settentrionale dal Miocene inferiore al Pliocene inferiore*. In "Mem. Soc. Geol. It.", 48, 1, pp. 261-274.
- Conti S.-Tosatti G. (1991). *Le placche di San Leo e Pennabilli (Val Marecchia): rapporti fra gli elementi strutturali e le deformazioni gravitative profonde*. Atti I Conv. Naz. Giovani Ricercatori in Geologia Applicata. Gargnano, CUEM, Suppl. 93, Milano, pp. 57-66.
- Conti S.-Fregni P.-Gelmini R. (1987). *L'età della messa in posto della coltre della Val Marecchia. Implicazioni paleogeografiche e strutturali*. In "Mem. Soc. Geol. It.", 39, pp. 143-164.
- Conticelli S.-Francalanci L.-Manetti P.-Peccherillo A. (1987). *Evolution of the Latera volcano, Vulsinian District (central Italy): stratigraphical and petrological data*. In "Per. Mineral.", 56, pp. 175-199.
- Conticelli S.-Francalanci L.-Santo A.P. (1991). *Petrology of finalstage Latera lavas (Vulsini Mts): mineralogical, geochemical and Sr-isotopic data and their bearing on the genesis of some potassic magmas in central Italy*. In "Journal of Volcanology and Geothermal Research", 46, pp. 187-212.
- Cosentino D.-Parotto M.-Praturlon A. (1993). *Guide geologiche regionali: Lazio*. In "Soc. Geol. It." BE-MA Editrice.
- Costantini A. (2005). *Le provincie di Siena e Grosseto: esperienze nell'individuazione dei geositi*. APAT, Rapporto 51/2005, pp. 144-147.
- Costantini A.-Dringoli R. (2003). *Le rocce raccontano. Nascita del territorio tra Cianciano e Sartiano*. Amministrazione Provinciale di Siena-Sistema dei Musei Senesi. Siena: Protagon Editori Toscani, pp. 1-63.
- Crescenti U.-Giussani A. (1969). *Osservazioni sugli scisti policromi della Toscana Meridionale: il sovrascorrimento di Monte Labbro*. In "Boll. Soc. Geol. It.", 88, pp. 347-362.
- Cresta S. (2000). *Il ruolo delle Scienze geologiche nella pianificazione ambientale*. In: Filpa A. (ed.). *Il Lazio verso un nuovo sistema delle aree protette*. Urbanistica Dossier, INU Lazio, Roma, pp. 38-43.
- Dallan L.-Nardi R. (1974). *Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale*. In "Mem. Acc. Lun. Sci. 'G. Cappellini'", 72.
- Damiani A.V. (1975). *Aspetti geomorfologici e possibile schema evolutivo dei Monti Sibillini (Appennino Umbro-marchigiano)*. In "Boll. Serv. Geol. It.", 87.
- Decandia F.A.-Lazzarotto A.-Lotta D.-Spallone S.-Stea B. (1993). *Struttura del nucleo mesozoico terziario di Castell'Azzara*. In "Mem. Soc. Geol. It."
- De Dominicis V. (1980). *L'evoluzione della vegetazione sui terreni argillosi pliocenici della Toscana*. In "Giornale botanico italiano", 114, VIII, pp. 104-105.
- D'Andrea M.-Di Leginio M. (2002). *Progetto SGN: "Conservazione del patrimonio geologico italiano". I censimenti sui siti di interesse geologico in Italia*. In "Geologia dell'Ambiente", anno X, n. 2, pp. 9-13.
- D'Andrea M.-Di Leginio M. (2003). *Progetto "Conservazione del patrimonio geologico italiano". Censimenti sui siti di interesse geologico in Italia. Aggiornamento a dicembre 2002*. In "Geologia dell'Ambiente" (SIGEA), anno XI, n. 1/2003, pp. 154-163.
- D'Andrea M.-Colacchi S.-Gramaccini G.-Lisi A.-Lugeri N. (2003). *Un progetto nazionale per il censimento dei geositi in Italia*. In "Geologia dell'Ambiente", Supplemento al n. 1/2003, pp. 25-34.
- D'Andrea M.-Colacchi S.-Gramaccini G.-Lisi A.-Lugeri N. (2004). *The Database of Italian Geosites Inventory*. In Parkes M.A. (ed.), *Natural and Cultural Landscapes-The Geological Foundation*. Dublin: Royal Irish Academy, pp. 103-106.
- D'Andrea M.-Lisi A.-Di Leginio M. (2003). *Le sorgenti storiche nel patrimonio geologico italiano*. Convegno Le sorgenti di interesse scientifico/ambientale Salice Terme, 10 ottobre 2003.
- D'Andrea M.-Lisi A.-Lugeri N. (2002). *Geositi e Carg Progetto "Conservazione del patrimonio geologico italiano". Individuazione e segnalazione dei siti di interesse geologico in sede di cartografia geologica ufficiale*. Convegno Nazionale V Workshop sull'informatizzazione della Carta Geologica d'Italia (Certosa di Pontignano, 28-29 ottobre 2002), p. 46.
- Del Prete, M. et al. (1997). *Badland erosion processes and their interaction with vegetation: a case study from Pisticci, Basilicata*. In "Geogr. Fis. Dinam. Quat.", 20.
- Dramis F. (1984). *Morfogenesi di versante nel Pleistocene superiore in Italia: i depositi detritici stratificati*. In "Geogr. Fis. Dinam. Quat.", 7, pp. 99-103.
- D'Angio, R. (1997). *Au secours, le paysage revient!*. In "L'information géographique", 61, pp. 122-128.
- De Luca G. (ed.). *Piano di Indirizzo Territoriale. Le regole e Le strategie*. Giunta Regionale Toscana. Firenze 2003.
- De Vecchis, G. (1993). *Il paesaggio: cosa, come e perché a scuola*. Semestrale di studi e ricerche di geografia, 2, pp. 85-98.
- De Vecchis G.-Staluppi G.A. (1997). *Fondamenti di didattica della geografia*, Torino: UTET.
- Di Pietro G. *Relazione Urbanistico Territoriale con particolare considerazione dei valori paesistici*. Provincia di Arezzo Piano Territoriale di Coordinamento 2000.
- Diana E. (1994). *In viaggio con il Granduca. Itinerari nella Toscana dei Lorena*. Firenze: Medicea.
- Dramis F.-Coltorti M.-Gentili B. (1980). *Glacial and periglacial morphogenesis in the Umbria-Marche Apennines*. Proc. 24th Int. Geogr. Congr.-Tokio.

- Dramis F. (1984). *Aspetti geomorfologici e fattori genetici delle deformazioni gravitative profonde*. In "Boll. Soc. Geol. It.", 103.
- Ercolini M. (2007). *Fiume, paesaggio difesa del suolo: superare le emergenze, cogliere le opportunità*. Atti Convegno Internazionale, Firenze 2006. Firenze University Press.
- Fanti R.-Marchi G. (2003). *Utilizzo di metodi semiquantitativi per la valutazione del rischio di frana: il caso dell'area archeologica di Tharros*. AIGA, I Convegno Nazionale, pp. 379-388.
- Fazzuoli *et al.* (1985): Fazzuoli M.-Ferrini G.-Pandeli E.-Sguazzoni G. *Le formazioni giurassiche mioceniche della Falda Toscana a Nord dell'Arno: considerazioni sull'evoluzione sedimentaria*. In "Mem. Soc. Geol. It.", 30, pp. 159-201.
- Fazzuoli M., Sani F.-Garzonio C.A.-G. Ferrini (1992). *Guida alla traversata dell'Appennino Settentrionale: nucleo mesozoico della Val di Lima*. 76° Riunione Estiva Soc. Geol. It., Firenze, pp. 139-185.
- Feo G. (1998). *Le vie cave etrusche-I ciclopici percorsi sacri di Sovana, Sorano e Pitigliano*. Laurum Editrice .
- Ferrara G.-Tonarini S. (1985). *Radiometric geochronology in Tuscany: results and problems*. In "Rend. SIMP", 40, pp. 11-124.
- Ferrari L.-Conticelli S.-Burlamacchi L.-Manetti P. (1996). *Volcanological evolution of the Monte Amiata, Southern Tuscany: New geological and petrochemical data*. In "Acta Vulcanologica", 8, pp. 41-56.
- Focardi P.-Giommarelli E.-Lombardi L. (2003). *Parametrizzazione geomeccanica della rupe di Pitigliano finalizzata ad interventi di consolidamento*. Atti I convegno nazionale AIGA, pp. 417-425.
- Focardi P.-Garzonio C.A.-Vannocci P. (1994). *Slope stability studies on a typical area of the Upper Arno Valley*. In "Mem. Soc. Geol. It.", XLVIII, pp. 805-812.
- Focardi P.-Garzonio C.A.-Vannocci P. (1993). *Evolution of the Slope evolution in Upper Valdarno (Tuscany): a method for morphometric analysis*. In "Z.F. Geomorfologie N.F.", Suppl., 87, pp. 107-115.
- Focardi P.-Garzonio C.A.-Sedda E.-Vannocci P. (1992). *Relationship between morphometric parameters and lithological and geotechnical characteristics of unstable slopes in the Upper Valdarno basin (Tuscany, Italy)*. Proc. VI ISL, New Zealand, Balkema ed.-Rotterdam, pp. 943-946.
- Forman R.T.T.-Godron M. (1986). *Landscape ecology*. New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore: John Wiley-Sons, p. 619.
- Fucelli A.-Gencaroli G.-Guastaldi A.-Paolucci C. (1986). *Terre di Siena tra l'Orcia e la Chiana. Immagini della campagna*. Cassa Rurale ed artigiana di Chiusi, Edizioni Lui, Sarteano.
- Gambi L. (1973). *Critica ai concetti geografici di paesaggio umano*. Sta in: *Una geografia per la Storia*. Torino: Einaudi.
- Gams I.-Nicol J.-Julian M.-Anthony E.-Sauro U. (1993). *Environmental change and human impacts on the mediterranean karsts of France, Italy and Dinaric region*. In: Williams P. (ed.), *Karst terrains: environmental changes and human impacts*. In "Catena Supplement", 25, pp. 59-98.
- Garzonio C.A. (2005). *I siti geologicamente significativi. Il paesaggio italiano negli ultimi cento anni*. Regione Toscana TCI, pp. 125-136.
- Garzonio C.A. (2005). *Analisi dei paesaggi geologici della Toscana. Contratto di ricerca DIRES-LAM dell'Università di Firenze e Regione Toscana*. Relazione Finale.
- Garzonio C.A. (1996). *Some examples of complex mass movements occurred in stratified slope deposits in Northern Apennines (Tuscany, Italy)*. Proc. VII ISL, Trondheim, Balkema, Rotterdam, 3, pp. 1231-1236.
- Garzonio C.A.-Trivisonno F. (2001). *Caratteristiche territoriali e paesaggistiche dell'area contigua del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. Volume Proposta per la definizione dell'area contigua del parco nazionale delle foreste casentinesi, monte Falterona, Campigna, pp. 97-110.
- Giannelli L.-Mazzanti R.-Mazzei R.-Salvatorini R. (1981). *Uno sguardo alle balze di Volterra*. Atti IX Conv. Soc. Pal. It., pp. 121-134.
- Giannini E.-Lazzaretto A. (1975). *Tectonic evolution of the Northern Apennines*. In: *Geology of Italy*. P.E.S.I.-Libia, 2, pp. 237-278.
- Gisotti G.-Poli S.-Scarelli M. (1994). *I paesaggi geologici italiani (1)*. A cura di SIGEA, supplemento al n. 2 Mar/Apr 1994 di Verde Ambiente.
- Giusti F. (1993). *La storia naturale della Toscana Meridionale*. Milano: Amilcare Pizzi Editore, pp. 1-571.
- Gottardi *et al.* (1998). *Landslide risk management in large slow slope movements: an example in the Northern Apennines (Italy)*. In "Environmental Management", Pergamon, 2, pp. 951-962.
- Gray M. (2004). *Geodiversity valuing and conserving abiotic nature*. Chichester: John Wiley-Sons Ltd, pp. 1-434.
- Greppi C. (1990) (ed.). *Quadri ambientali della Toscana. Paesaggi dell'Appennino*. Giunta Regionale Toscana. Venezia: Marsilio Editori.
- Greppi C. (1991) (ed.). *Quadri ambientali della Toscana. Paesaggi delle colline*. Giunta Regionale Toscana. Venezia: Marsilio Editori.
- Greppi C. (1990) (ed.). *Quadri ambientali della Toscana. Paesaggi della costa toscana*. Giunta Regionale Toscana. Venezia: Marsilio Editori.
- Guasparri G. (1978). *Calanchi e biancane nel territorio senese: studio geomorfologico*. In "L'Universo", 58.
- Guasparri, G. (1993). *I lineamenti geomorfologici dei terreni argillosi pliocenici*. In: *Storia Naturale della Toscana Meridionale*. Silvana Editore.
- Guerricchio A.-Melidoro G. (1979). *Fenomeni franosi e neotettonici nelle argille grigio-azzurre calabriane di Pisticci (Lucania)*. Con saggio di cartografia. In "Geol. Appl. Idrogeol.", 14.
- Guerricchio A.-Melidoro G. (1982). *New views on the origins of badlands in the plio-pleistocenic clays of Italy*. Proceed. IV Congr. IAEG, 2.
- Imeson A.C.-Verstraten J.M. (1988). *Rills on badland slopes: a physico-chemically controlled phenomenon*. In *Geomorphic Processes*, vol. I, Catena.
- Lanzani A. (2003). *I paesaggi italiani*. Roma: Meltemi editore.
- Le Riserve Naturali della Provincia di Siena* (2001). Amministrazione Provinciale di Siena-Edizioni Le balze.
- Lick S. (2001). *Geodiversity strategy*. In "ProGeo News", 1.
- Lombardi F. (1992). *L'abbazia più alta d'Italia*. In: Allegretti G. (ed.). *La città del Sasso*, 18.
- Losacco U. (1959). *Le cave: arcane strade d'Etruria*. In "L'Universo", pp. 937-951.

- Lulli L. (1974). *Una ipotesi sulla formazione dei calanchi della Valle dell'Era (Toscana)*. In "Ann. Ist. Spero Difesa Suolo", 5.
- Lulli L.-Delogu F. (1980). *Cartografia di base per la programmazione degli interventi in aree marginali (area rappresentativa dell'Alta Valdera): carta dei suoli*. In "Ann. Ist. Spero Difesa Suolo", 11.
- Magi M. (1989). *Carta geologica della conoide di Loro Ciuffenna (valdarno Superiore)*. Firenze: DST.
- Marani O.-Masci R. (2002). *Passeggiate fuori porta-Per gli antichi sentieri fra natura, storia, mito, sport e benessere*. Pitigliano-Sorano-Sovana: Laurum Editrice.
- Marinelli G. (1961). *Genesi e classificazione delle vulcaniti recenti toscane*. In "Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memoria", 68, pp. 74-116.
- Martelli A. (1908). *Le balze di Volterra*. In "Riv. Geogr. It.", 15.
- Massoli-Novelli R. (2002). *Geositi, Geoturismo e Sviluppo sostenibile*. Atti Conv. Naz. SIGEA. "La Geologia Ambientale: strategie per il nuovo millennio", Genova, 27-29 giugno 2002.
- Massoli-Novelli R. (2004). *Itinerari geomorfologici in alcune regioni d'Italia*. In: Brancucci G. (ed.), *Geositi e dintorni...*. Genova: Colombografiche, pp. 1-294.
- Mazzanti R.-Nencini C. (1986). *Geologia della Val d'Era*. In "Quad. Mus. Stor. Nat.-Livorno", 7, pp. 1-36.
- Mazzanti R.-Rodolfi G. (1988). *Evoluzione del rilievo nei sedimenti argillosi e sabbiosi dei cicli neogenici e quaternari italiani*. In: Canuti P.-Preanzini E. (eds.). *La gestione delle aree franose*. Roma: Edizioni delle Autonomie, pp. 13-60.
- Mazzanti R. (1991). *La gestione delle Aree collinari argillose e sabbiose*. Roma: Edizioni delle Autonomie.
- Mazzanti R.-Rodolfi G. (1989). *Evoluzione del rilievo nei sedimenti argillosi e sabbiosi dei cicli neogenici e quaternari italiani*. In: Canuti P.-Preanzini E. (eds.). *La gestione delle aree franose*. Roma: Edizioni delle Autonomie.
- Metzeltin S.-Vezzosi L. (1983). *Contributi alla geologia del Vulcano di Latera*. In "Mem. Soc. Geol. It.", 25, pp. 247-283.
- Ministero Dell'Agricoltura e delle Foreste (1934). *La bonifica delle colline argillose plioceniche-Preappennino toscano-emiliano e marchigiano*. Tipografia Faille, Roma.
- Mosna E. (1931). *Visioni alpine-Le piramidi di terra*. Trentino, Anno VII, n. 8, pp. 265-273.
- Lombardi F. (1992). *L'abbazia più alta d'Italia*. In: Allegretti G. (ed.). *La città del Sasso*, 18.
- Nardi R.-Puccinelli A.-Verani M. (1981). *Carta geologica e geomorfologia con indicazioni di stabilità, scala 1:25.000*. SELCA.
- Poli G.-Bini M. (2002). *Geositi, un laboratorio di comunicazione e valorizzazione*. Atti del Convegno "La geologia ambientale: strategie per il nuovo millennio", Genova 27-29 giugno 2002. In "Geologia dell'Ambiente", 1/2003, Roma, pp. 174-176.
- Panizza M. (1992). *Geomorfologia*. Bologna: Pitagora.
- Panizza M. (2001). *Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey*. In "Chinese Science Bulletin", 46.
- Picazzo M. (2005). *Geomorphological Heritage as a resource for a sustainable tourism: a National Research Project in Italy*. 6th International Conference on Geomorphology, September 7-11, 2005, Zaragoza, Spain.
- Panizza M.-Piacente S. (2002). *Geositi nel paesaggio italiano: ricerca valutazione e valorizzazione. Un progetto di ricerca per una nuova cultura geologica*. In "Geologia dell'Ambiente", anno X, n. 2, 2002, pp. 3-4.
- Panizza M.-Piacente S. (2003a). *I geomorfositi tra ricerca scientifica, integrazione culturale e ispirazione artistica*. In "Geologia dell'Ambiente", 1.
- Panizza M.-Piacente S. (2003b). *Geomorfologia Culturale*. Bologna: Pitagora, pp. 1-350.
- Peccerillo A.-Manetti P. (1985). *The potassium alkaline volcanics of Central-Southern Italy: a review of the data relevant to petrogenesis and geodynamic significance*. In "Trans. Geol. Soc. A. Afr.", 88, pp. 379-394.
- Pedreschi L. (1957). *Geografia agraria delle Crete senesi*. In: AA.VV. *Studi geografici sulla Toscana*. Supplemento al vol. 63 della Rivista geografica italiana Firenze, pp. 125-171.
- Piacente S.-Coratza P. (2005). *Il progetto MIUR-COFIN dal 2001-2006: "Geositi nel paesaggio italiano: ricerca, valutazione e valorizzazione" - "Il Patrimonio geomorfologico come risorsa per un turismo sostenibile*. Roma: APAT, pp. 65-68.
- Piccini L.-Sauro U.-Mietto P. (2005). *Il censimento dei geositi ipogei naturali*. Atti Convegno di Studi "GEOSITI tra valorizzazione e conservazione della natura, dalla conoscenza alla gestione dei beni geologici", (10-11 ott. 2001). Edizioni Parco Naturale Regionale delle Alpi Apuane, Supplemento ad "Acta Apuana", IV, pp. 25-27.
- Pichler H. (1970). *Italienische Vulkangebiete*, I. Sammlung Geologischer Führer, Gebrüder Borntraeger Stuttgart.
- Pinna S.-Vittorini S. (1989). *Su alcune caratteristiche delle argille plioceniche della Valle dell'Era (Toscana), in rapporto alla genesi di calanchi e biancane*. In "Geogr. Fis. Dinam. Quat.", 12.
- Pinchemel P.-Pinchemel G. (1996). *Dal luogo al territorio. Elementi di geografia regionale*, Milano: Franco Angeli.
- Poli G. (2001). *La pianificazione dei geositi come occasione di valorizzazione territoriale*. Atti del Convegno "Geositi tra valorizzazione e conservazione della natura", Marina di Carrara 10 ottobre 2001. In: Amorfini A. (eds). *Studi per la conoscenza del territorio protetto*, 6. Massa, pp. 19-26.
- Poli G. (2002). *Geositi, una occasione di valorizzazione e di integrazione allo sviluppo di aree marginali*. Atti del Convegno "Conservazione e valorizzazione del patrimonio geologico", Rionero in Vulture 13 e 14 aprile 2002. In "Geologia dell'Ambiente" 1/2003, pp. 35-43.
- Poli G.-Bini M. (2002). *Geositi, un laboratorio di comunicazione e valorizzazione*. Atti del Convegno "La geologia ambientale: strategie per il nuovo millennio", Genova 27-29 giugno 2002. In "Geologia dell'Ambiente" 1/2003, pp. 174-176.
- Provincia di Arezzo (2004). *Aree protette della Provincia di Arezzo*. Ed. Le Balze.
- Puccinelli A.-Pochini A.-D'Amato Avanzi G.-Trivellini M. (1985). *Censimento delle frane in atto, delle frane potenziali e delle aree potenzialmente franose in relazione alla viabilità e ai centri abitati*. Lucca: Pacini Fazzi ed.
- Razzolini A. (1931). *La Selva della Verna minacciata nell'anno 1918*. In: Mencherini S. *L'Appennino Serafico*. Città di Castello: Soc. Tip. Leonardo da Vinci.
- Regione Emilia-Romagna-Parco Delle Foreste Casentinesi Monte Falterona e Campigna (2003). *Itinerari geologico-ambientali nel Parco delle Foreste Casentinesi-1:60.000*. A cura del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli. Firenze: Edizioni S.E.L.C.A.

- Regione Emilia-Romagna- Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia (2002). *Paesaggi Culturali*. Pieghevole a cura di Bertacchini M.-Coratza P.-Piacente S. Bologna: Edizioni L'Inchiostroblu.
- Regione Lombardia (1982). *Biotopi e geotopi*. Milano, pp. 1-261.
- Regione Toscana-IRPET (2003). *La Toscana dei parchi naturali: percorsi nella natura protetta*, Firenze.
- Regione Toscana-IRPET (2003). *Aree protette e turismo in Toscana: protezione fruizione e sviluppo locale*.
- Regione Toscana-AIT (2004) *Viaggio nella natura Toscana, guida e cartografia*. Firenze.
- Regione Toscana (2006). *Atlante geoambientale della Toscana*. Istituto geografico De Agostini. Novara.
- Rice R.J. (1988). *Fundamentals Of Geomorphology*, 2nd edition. Longman.
- Rodolfi G.-Frascati F. (1979). *Cartografia di base per la programmazione degli interventi in aree marginali (area rappresentativa dell'Alta Valdara)*. I: *Memorie illustrative della carta geomorfologica*. Annali Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 10.
- Rodolico F. (1952). *Le pietre delle città d'Italia*. Firenze: Ed. Le Monnier.
- Rossi R. (1993). *Un esempio di paesaggio in pericolo: l'area a biancane delle Crete senesi e della Val d'Orcia*. In "EM Line ecologica", 5, XXV, pp. 32-37.
- Sani F. (1992). *L'Appennino Toscano. Sta in Guide Geologiche Regionali*. BEMA editrice, pp. 56-60.
- Schumm S.A. (1962). *Erosion on miniature pediments in Badlands National Monument, South Dakota*. In "Bull. Geol. Soc. Am.", 73.
- Sdao G. et al. (1984). *Osservazioni geomorfologiche su calanchi e biancane in Calabria*. In "Geogr. Fis. Dinam. Quat.", 7.
- Sereni E. (1961). *Storia del paesaggio agrario italiano*. Roma-Bari: Laterza.
- Sestini A. (1963). *Il paesaggio. Conosci l'Italia*. vol. VII. Milano: T.C.I.
- Società Italiana di Geologia Ambientale (2002). *I geositi, Conservazione del patrimonio geologico*. In "Geologia dell'ambiente", numero speciale 2/2002. Roma: SIGEA.
- Società Italiana di Geologia Ambientale (2003). *Corso di aggiornamento professionale: Gestione dei Geositi Italiani, Materiale didattico*. Roma 4-5 giugno.
- Signorini R. (1946). *Movimenti Post-Pliocenici Toscani*. In "Boll. soc. Geol. It.", LXV.
- Stanley M. (2001). *Welcome to the 21st century*. Geodiversity update, 1.
- Stopani R. (1989). *Il paesaggio agrario della Toscana. Tradizione e mutamento*. Firenze: FMG Studio Immagini S.A.S.
- Strahler A.N. (1956). *Quantitative slope analysis*. In "Geol. Soc. Am. Bull.", 67.
- Torri D.-Colica A.-Rockwell D. (1994). *Preliminary study of the erosion mechanism in a biancana badland*. Catena.
- Salvianti C.-Latini M. (1988). *La pietra color del cielo*. Editrice Minello Sani.
- Scheidegger A.E.-Schumm S.A.-Fairbridge R.W. (1968). *Badlands*. In: Fairbridge R.W. (ed.). *The Encyclopedia of Geomorphology*. New York: Rheinold Book Corp.
- Sereni E. (1961). *Storia del paesaggio agrario italiano*. Roma-Bari: Laterza.
- Sestini A. (1936). *Stratigrafia de terreni fluvio-lacustri del Valdarno superiore*. In "Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.", 45, pp. 37-41.
- Sestini A. (1963). *Il paesaggio*, Conosci l'Italia, Milano: T.C.I.
- Sestini G. (ed.). (1970). *Development of Northern Apennines geosyncline*. In "Sedimentary Geology", 4.
- Sfalanga M.-Vannucci S. (1975). *Ricerche mineralogico-petrografiche sui sedimenti neoautoctoni. II: i sedimenti pliocenici ed i suoli da essi derivati in due unità a diversa morfologia della Valdara (Toscana)*. In "Annali Ist. Sper. Studio Difesa Suolo", 6.
- Stefanini G. (1909). *Nicchie di erosione nei terreni pliocenici della caldera*. In "Riv. It. Geogr. It.", 16.
- Stefanini G. (1921). *Le balze di Volterra e le forme del suolo nei terreni pliocenici*. In: Marinelli O. *Guida per l'escursione scientifica e storica dell'VIII Congresso geografico*.
- Sparks R.S.J. (1975). *Stratigraphy and geology of the ignimbrites of Vulcini Volcano, Central Italy*. In "Geol. Rend.", 64, pp. 497-523.
- Tanelli G. (1996). *Carta geo-mineralogica dell'isola d'Elba. 1:50.000*. Firenze: SELCA.
- Trabucco G. (1918). *Per l'integrità storica ed artistica della Toscana*. In: Mencherini S.-L'Appennino Serafico. Città di Castello: Soc. Tip. Leonardo da Vinci. Estratto da "Il nuovo giornale", Firenze, n. 167.
- Turri E. (1974). *Antropologia del paesaggio*. Milano: Edizioni di Comunità.
- Turri E. (1998). *Il paesaggio come teatro. Dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Venezia: Marsilio.
- Varnes D.J. (1978). *Slope movements. Types and processes*. In: Schuster R.L.-Krizker R.J. (eds). *Landslides: analysis and control*. In "Nat. Acad. Of Sciences, Trasp. Res. Board", Washington, Special report, 176, pp. 11-35.
- Vecchio B. (1997). *L'esperienza del "Museo del paesaggio senese"*. In "Riv. Geogr. Ital.", CIV, pp. 475-506.
- Vezzoli et al. (1987): Vezzoli L.-Conticelli S.-Innocenti F.-Landi P.-Manetti P.-Palladino D.M.-Trigila R. *Stratigraphy of Latera Volcanic complex: proposal for a new nomenclature*. In "Per. Mineral.", 56, pp. 89-110.
- Vittorini S. (1977). *Osservazioni sulle origini e sul ruolo di due forme di erosione nelle argille: calanchi e biancane*. In "Boll. Soc. Geogr. It.", 6.
- Vittorini S. (1979). *Ruscaldamento, deflusso ipodermico ed erosione nelle argille plastiche*. In "Riv. Geogr. It.", 86 (3), pp. 338-347.
- Wimbledon W.A.P. et al. (2000). *GEOSITES-an IUGS initiative: science supported by conservation*. Proceedings of the III International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage, Madrid (Spain), 23-25 November 1999, pp. 69-94.
- Wimbledon W.A.P. et al. (2000). *Italian national actions for nature preservation and geological sites*, In: Barretino D.-Wimbledon-W.A.P.-Gallego E. (eds.). *Geological heritage: its conservation and management*, Madrid 1999, pp. 157-164.
- Wilson C. (1994). (ed.). *Earth Heritage Conservation*. Geological Society London-Open University, Milton Keynes, pp. 1-272.
- Wimbledon et al. (1996): Wimbledon W.A.P.-Andersen S.-Clean C.J.-Cowie J.W.-Erikstad L.-Gongrijp G.P.-Johansson C.E.-Karis L.O.-Suomnen V. *Geosites-A global comparative site inventory*

to enable prioritisation for conservation. In: *Second International Symposium on the Conservation of our geological heritage/world heritage: geotope conservation world-wide, european and italian experiences* (Roma, 1996). Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, Servizio Geologico d'Italia (2000), LIV, pp. 45-60.

Zarlenga F. (2002). *Stato dell'arte e tendenze evolutive della protezione dei siti geologici in Europa.* In: Poli G. (ed.). *Geositi Testimoni del Tempo. Fondamenti per la conservazione del patrimonio geologico.* Bologna: Edizioni Pendragon, pp. 88-99.

Zarlenga F. (2002). *Geositi. Prima selezione per una bibliografia internazionale ragionata.* Progetto PRIN-COFIN: "Geositi nel Paesaggio italiano: Ricerca, valutazione e valorizzazione", Rapporto interno inedito.

Zaruba Q.-Mencl V. (1969). *Landslides and their contro.* Amsterdam: Elsevier-Praha: Academia.

Zerbi M.C. (1993). *Paesaggi della geografia.* Torino: Giappichelli Editore.

Finito di stampare nel mese di Marzo 2008
presso le Industrie Grafiche della Pacini Editore S.p.A.
Via A. Gherardesca • 56121 Ospedaletto • Pisa
Tel. 050 313011 • Fax 050 3130300
www.pacineditore.it

