

Mem. Descr. Carta Geol. d'It.
100 (2017), pp. 127 - 198
figg. 69

La Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Progetto CARG

The Geological map of Italy 1:50,000 scale – The CARG project

RIASSUNTO – La realizzazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 prende avvio con alcuni fogli geologici e geotematici sperimentali, che vengono rilevati e stampati a partire dai primi anni '70 dal Servizio Geologico d'Italia e da altre Istituzioni.

Contemporaneamente al rilevamento dei primi fogli, si lavora alla redazione delle "Norme generali per il rilevamento e la compilazione della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000". Il Progetto ufficiale di realizzazione della Carta, tuttavia, ebbe inizio grazie a un finanziamento previsto dalla Legge 67/1988. Successivi atti normativi definirono la realizzazione della cartografia geologica (progetto CARG), la collaborazione tra Servizio Geologico d'Italia, Regioni, Province autonome, Università e Consiglio Nazionale delle Ricerche e diedero al Servizio Geologico un ruolo primario nell'acquisizione e nella divulgazione dei dati geologici, oltre che il coordinamento delle attività del progetto CARG.

L'obiettivo principale del Progetto CARG è quindi la realizzazione e l'informatizzazione dei 652 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 in cui è diviso il territorio nazionale.

PAROLE CHIAVE: Cartografia geologica, linee guida

ABSTRACT – The realization of the Geological map of Italy 1:50,000 scale started with the realization of some experimental geological and geothematic maps at the beginning of the '70 by the Geological Survey of Italy and other Scientific Institutions. At the same time geologists worked to draft the "General Guidelines for the survey and the realization of the geological map 1:50,000 scale". The CARG project, nevertheless, began thanks to the 67/1988 Law and following legislative actions gave to Geological Survey of Italy a primary role in data acquisition and coordination of the activities. The project involves over 60 structures including CNR, University Departments and Research Institutes, as well as the Regions and Autonomous Provinces.

The main objective of the CARG project is the realization and the computerisation of the total 652 geologic and geothematic maps.

KEY WORDS: geological maps, guidelines

1. - LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA 1:50.000

LETTIERI M. (*)

La conoscenza geologica di un territorio è sempre stata tra i principali obiettivi degli studiosi delle Scienze della Terra che, oltre all'interesse volto agli aspetti puramente scientifici, ritenevano che attraverso un approfondito studio geologico si potesse giungere ad un proficuo utilizzo delle risorse naturali disponibili.

Fin dagli inizi del XIX secolo in Europa si era compresa l'importanza che la conoscenza geologica del territorio, resa possibile attraverso la realizzazione della Carta geologica, avrebbe potuto avere per la ricerca mineraria. La Carta geologica infatti è stata, in quegli anni, funzionale alla crescita economica in quei Paesi europei, come la Gran Bretagna e la Francia, dove la cartografia geologica, considerata fondamentale soprattutto per il suo utilizzo nell'ambito dell'industria mineraria, era stata già realizzata (LETTIERI, 2012).

Negli anni precedenti all'unificazione dell'Italia, avvenuta il 17 marzo 1861, gli scienziati italiani, ben consapevoli del valore e dell'importanza di tale prodotto, guardavano a queste esperienze europee come esempi da seguire (CORSI, 2003). Tuttavia, la crescita industriale e culturale avveniva con meccanismi e tempi diversi differenziandosi da Paese a Paese e, conseguentemente, lo stesso accadeva per la produzione di cartografia geologica. In Italia, dopo varie vicissitudini, solo nel 1877 ebbe concretamente inizio il rilevamento della Carta geologica e fu deciso di adottare la scala 1:100.000, non essendo ancora disponibile la copertura topografica alla scala 1:50.000 per la pubblicazione dei fogli geologici (ERCOLANI, questo volume).

Il rilevamento della Carta geologica alla scala 1:100.000 fu condizionato dai numerosi accadimenti avvenuti fin dall'inizio del XX secolo e proseguì con alterne vicende fino allo scoppio della Prima Guerra Mondiale, per poi riprendere nel 1921.

Una certa continuità nella pubblicazione dei fogli si è avuta fino al 1935, per poi scemare a causa di una progressiva riduzione dei finanziamenti e dello scoppio della Seconda Guerra Mondiale, fino al totale arresto nel 1944-45. Alla fine degli anni '40 i fogli geologici stampati sono 218 su un totale di 277 che costituiscono la copertura dell'intero territorio italiano. Gli anni del secondo dopoguerra, con gli enormi problemi legati alla ricostruzione, non incentivano certo la produzione di nuovi fogli geologici. Si deve aspettare la fine degli anni '50 e il "boom economico" per poter vedere la ripresa del progetto.

Su iniziativa del ministro Fiorentino Sullo, nel 1958 una commissione geologica decide di portare a termine la realizzazione della Carta geologica, confermandone ancora una volta l'importanza per il Paese. La Legge 3

gennaio 1960 n. 15 "Completamento e aggiornamento della Carta geologica d'Italia" (nota come "Legge Sullo") favorisce la ripresa dei lavori attraverso finanziamenti straordinari e la partecipazione diretta di università, enti pubblici e privati. Il completamento della copertura alla scala 1:100.000 viene portato a termine solo nel 1989, ma nonostante l'impegno profuso da tutti coloro che si sono prodigati per realizzare la copertura geologica alla scala 1:100.000, la cartografia prodotta è risultata non essere coordinata; vengono quindi pubblicati 276 fogli su 277 e revisionati 132 fogli (CARUSONE *et alii*, 1996).

1.1. – IL PROGETTO CARG

Il Servizio Geologico d'Italia avviò in via sperimentale, a partire dal 1971, il rilevamento di alcuni fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 (GALLUZZO & PICHEZZI, questo volume), grazie alla presenza dei nuovi fogli della *Carta Topografica d'Italia alla scala 1:50.000* che, a partire dal 1964, l'Istituto Geografico Militare aveva iniziato a realizzare. Alla fine degli anni '80 i fogli pubblicati alla scala 1:50.000 furono solo 11.

Ma la vera ripresa del Progetto di realizzazione della Carta geologica ufficiale d'Italia alla scala 1:50.000 avvenne solo grazie a un finanziamento *una tantum* di 20 miliardi di Lire (10.330.000 €) previsto dall'art.18, comma 1, lett. g, della Legge finanziaria 11/3/1988, n. 67 e dalla relativa deliberazione CIPE 5/8/1988, nell'ambito del *Programma annuale di interventi urgenti di salvaguardia ambientale*, finalizzato alla realizzazione di 68 fogli geologici, un foglio geomorfologico e un foglio di geologia marina alla scala 1:250.000. Il rilevamento di questi fogli geologici sarebbe stato effettuato alla scala 1:25.000, quindi con un dettaglio maggiore rispetto a quelli già disponibili alla scala 1:100.000.

La deliberazione CIPE indicò che i soggetti deputati a presentare le istanze di finanziamento fossero le Amministrazioni statali, le Regioni e gli Enti pubblici economici e definì le caratteristiche generali e le tipologie di intervento, sottolineando che ogni attività connessa alla esecuzione dei progetti dovesse essere svolta secondo le norme ed i criteri stabiliti dal Servizio Geologico d'Italia ⁽¹⁾.

In conseguenza del trasferimento, avvenuto nel 1987, presso il Ministero dell'Ambiente, il Servizio Geologico riottenne il suo ruolo di riferimento per la cartografia geologica ufficiale dello Stato che gli era stato conferito a partire dalla sua costituzione avvenuta con il R. Decreto n. 1421 del 15 giugno 1873.

1.2. – LA DIFESA DEL SUOLO E IL PROGETTO CARG

Con la Legge 18 maggio 1989 n. 183 *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*, avvenne una vera e propria rivoluzione culturale.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(1) Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana- Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 215 del 13 settembre 1988 – Serie Generale – Comitato interministeriale per la programmazione Economica - Deliberazione 5 agosto 1988 – Programma annuale 1988 di interventi urgenti per la salvaguardia ambientale.

La Legge, come viene indicato nell'Art.1, ha lo scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale e la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi attraverso azioni di carattere conoscitivo, di programmazione e pianificazione degli interventi, quali la raccolta, l'elaborazione, l'archiviazione, la diffusione dei dati e la formazione ed aggiornamento delle carte tematiche del territorio.

L'attività conoscitiva è svolta in collaborazione tra i soggetti pubblici operanti nel settore, secondo criteri, metodi e *standard* di raccolta di elaborazione e consultazione.

A tale scopo vengono riorganizzati e potenziati i Servizi Tecnici Nazionali e collocati nel Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri. Il Servizio Geologico d'Italia, in conformità con i propri compiti istituzionali è chiamato a realizzare in un Sistema Informativo Unico geologico (SIU), l'acquisizione, la conservazione, l'aggiornamento e l'elaborazione di tutti i dati geologici e geotematici aventi un dettaglio corrispondente alla scala 1:25.000, disponibili per il territorio nazionale derivanti dalle campagne di rilevamento, dalle analisi di laboratorio, prospezioni e ricerche effettuati per la realizzazione della Carta geologica nazionale alla scala 1:50.000.

La Legge 183/89 (*abrogata* dall'art. 175 del D.Lgs.3 aprile 2006 n.152 e di fatto sostituita dal decreto "Norme in materia ambientale") ha previsto quindi la possibilità di produrre documentazione finalizzata alla conoscenza del territorio rendendo quindi possibile la prosecuzione del progetto di realizzazione della Carta geologica d'Italia.

Con la Legge n. 305 del 28 agosto 1989 il progetto unitario a scala nazionale, denominato "Progetto CARG", viene inquadrato nella *Programmazione triennale per la tutela dell'ambiente*. La realizzazione della cartografia geologica prevede la collaborazione tra Servizio Geologico d'Italia, Regioni, Province autonome, Università e Consiglio Nazionale delle Ricerche⁽²⁾.

Le risorse stanziare pari a 80 miliardi di Lire (41.317.000,00 €) per il triennio 1989-1991, sono destinate al rilevamento di ogni dato geologico e geotematico relativo al territorio nazionale e la loro sistematizzazione nel segmento "Scienze della Terra" del sistema informativo unico territoriale di cui agli articoli 2 e 9 della Legge n. 183/1990.

Il Servizio Geologico d'Italia in ottemperanza a quanto stabilito dalla Legge 183/89 assume quindi, come detto, un ruolo primario nell'acquisizione e divulgazione dei dati geologici per consentire la loro fruibilità da parte delle Amministrazioni pubbliche attraverso il coordinamento delle attività per la realizzazione della Carta geologica alla scala 1:50.000.

Ma per il Servizio Geologico non sono concluse le vicissitudini derivanti dai trasferimenti in altri Enti. Ai sensi del D. Lgs. 30 luglio 1999, n. 300 viene istituita

l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT), nella quale confluisce e, successivamente con l'articolo 28 del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112 convertito con modificazioni dalla Legge 6 agosto 2008, n. 133, recante "*Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria*", viene trasferito nell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) a cui sono state attribuite le funzioni, con le inerenti risorse finanziarie, strumentali e di personale, dell'APAT, dell'INFS e dell'ICRAM.

Il Servizio Geologico d'Italia conserva tuttavia il suo ruolo istituzionale di Organo cartografico dello Stato e prosegue nell'attività di coordinamento ed indirizzo per la realizzazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

1.3. – LE RISORSE DEL PROGETTO CARG

Le risorse statali assegnate al Progetto, pari a un totale di 87.260.275 Euro, rese disponibili da varie leggi di finanziamento (fig. 1), insieme agli impegni finanziari a carico delle Regioni e Province autonome, valutabili tra i 35/45 milioni di Euro, hanno consentito la realizzazione ed informatizzazione di: 255 Fogli geologici - pari a circa il 40% dei 652 fogli geologici che ricoprono l'intero territorio nazionale - quattordici carte tematiche, sette fogli di geologia marina in scala 1:250.000, una carta morfobatimetrica del bacino del Tirreno, parte del transetto CROP, ventisei carte prototipali, la manutenzione e integrazione della banca dati geologici e l'aggiornamento del Catalogo delle formazioni geologiche.

Purtroppo lo stanziamento economico delle risorse non è stato costante e dal 1999 non sono state più emanate norme e leggi che abbiano previsto ulteriori finanziamenti per il proseguimento del Progetto⁽³⁾.

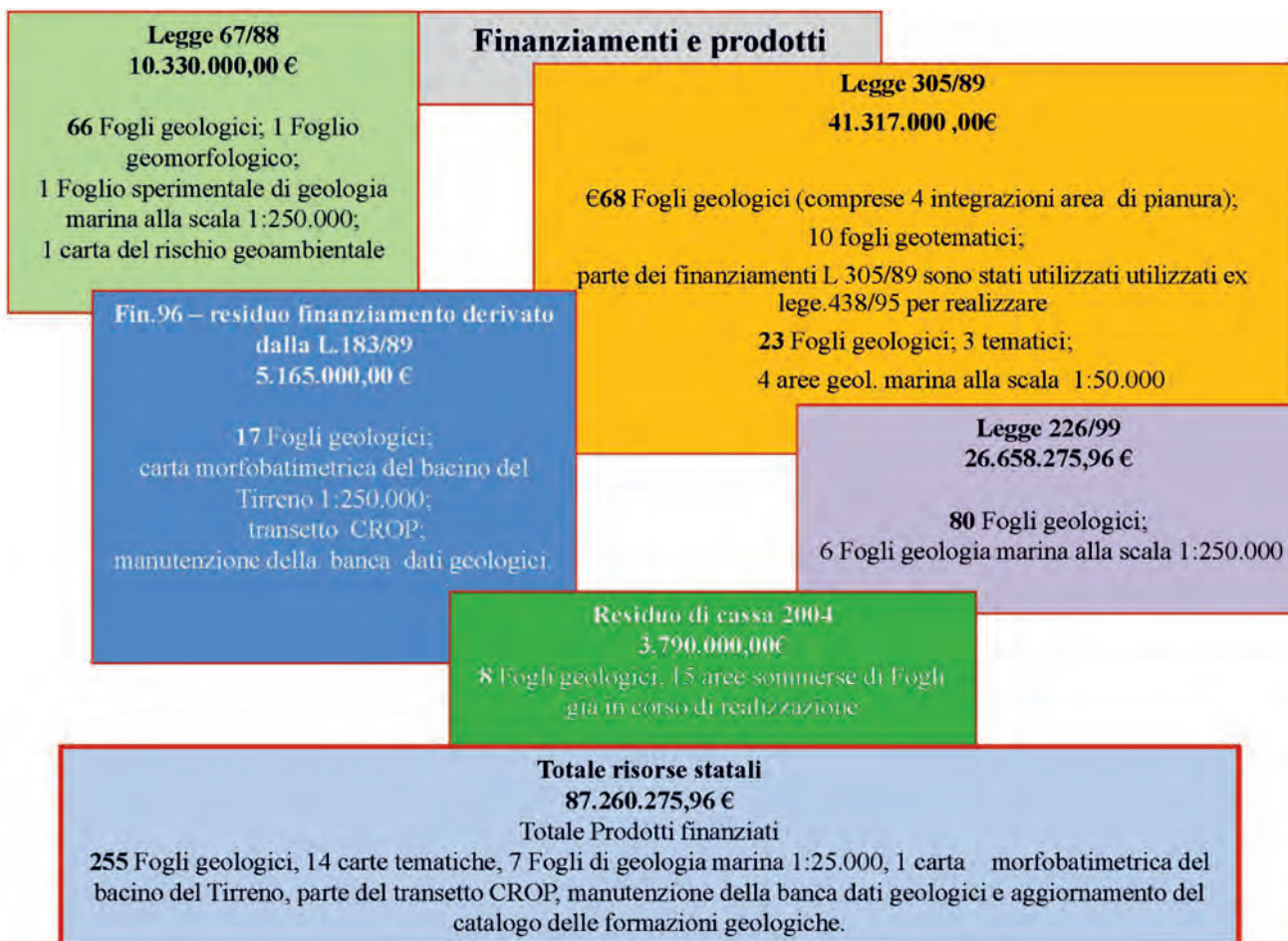
1.4. – L'OBIETTIVO E LE PECULIARITÀ DEL PROGETTO

L'obiettivo principale del Progetto CARG è quindi la produzione e l'informatizzazione di tutti i 652 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 in cui è diviso l'intero territorio nazionale. Oggi la Carta geologica non è più lo strumento deputato a fornire le conoscenze necessarie alla ricerca delle materie prime, come ferro, carbone, zolfo, in quanto in Italia l'attività estrattiva dei minerali e dei metalli è quasi del tutto abbandonata, ma è diventata soprattutto un documento imprescindibile per una valida pianificazione territoriale ed una adeguata politica d'intervento e di gestione.

Il Progetto CARG nel corso di questi anni è stato funzionale all'approfondimento delle conoscenze geologiche sul territorio italiano. È stato sicuramente un progetto all'avanguardia ed è stato contraddistinto da requisiti che hanno reso qualitativamente superiori i

(2) Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana- Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 120 del 25 maggio 1989 – Serie Generale – Legge 18 maggio 1989 n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

(3) Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana- Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 163 del 14 luglio 1999 – Serie Generale – Legge 13 luglio 1999 n. 226 – Conversione in Legge, con modificazioni, del decreto-Legge 13 maggio 1999 n. 132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile.

Fig. 1 – Finanziamenti e prodotti. – *Fundings and products.*

fogli da esso derivati, rispetto ai precedenti fogli geologici realizzati, come ad esempio:

- coinvolgimento diretto delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano, dei Dipartimenti Universitari e del CNR;
- coordinamento a livello nazionale in corso d'opera;
- la valenza scientifica;
- l'utilizzo di normative tecniche nazionali;
- il rilevamento della parte sommersa di molti fogli costieri, di fondamentale importanza per la difesa dei litorali;
- una particolare attenzione al rilevamento del Quaternario continentale;
- la realizzazione di una banca dati;
- la disponibilità dei fogli ancor prima della loro stampa: tutti i fogli geologici e geotematici stampati e in allestimento per la stampa sono consultabili sul sito web dell'ISPRA (DELOGU *et alii*, questo volume).

1.5. – LE LINEE GUIDA

Al fine di realizzare un progetto omogeneo e coordinato il Servizio Geologico d'Italia, in collaborazione con esperti del CNR e delle Università, ha realizzato le Linee

guida di riferimento per il rilevamento, la rappresentazione cartografica e l'informatizzazione sia dei Fogli geologici che di quelli geotematici, pubblicate sulla collana dei Quaderni (serie III) del Servizio Geologico e disponibili sul sito dell'ISPRA⁽⁴⁾ (GALLUZZO, questo volume).

Ulteriori "normative" disponibili sul sito riguardano le indicazioni per la compilazione delle Note Illustrative e della Legenda, le indicazioni per il rilevamento e la rappresentazione cartografica del Quaternario continentale, la Cartografia delle aree vulcaniche e il Rilevamento geologico delle aree marine alla scala 1:50.000.

1.6. – PRODOTTI CARG E LORO STATO DI AVANZAMENTO

1.6.1. – Fogli geologici

I Fogli geologici finanziati nell'ambito del Progetto CARG sono, finora, 255; di questi, 163 sono conclusi e stampati, 65 sono in attesa di stampa, 23 sono in allestimento per la stampa; di tre Fogli il rilevamento è concluso e un foglio è ancora in corso di rilevamento (fig. 2).

(4) (http://www.isprambiente.it/site/it-IT/Progetti/Progetto_CARG_-_Cartografia_geologica_e_geotematica/Linee_guida/)

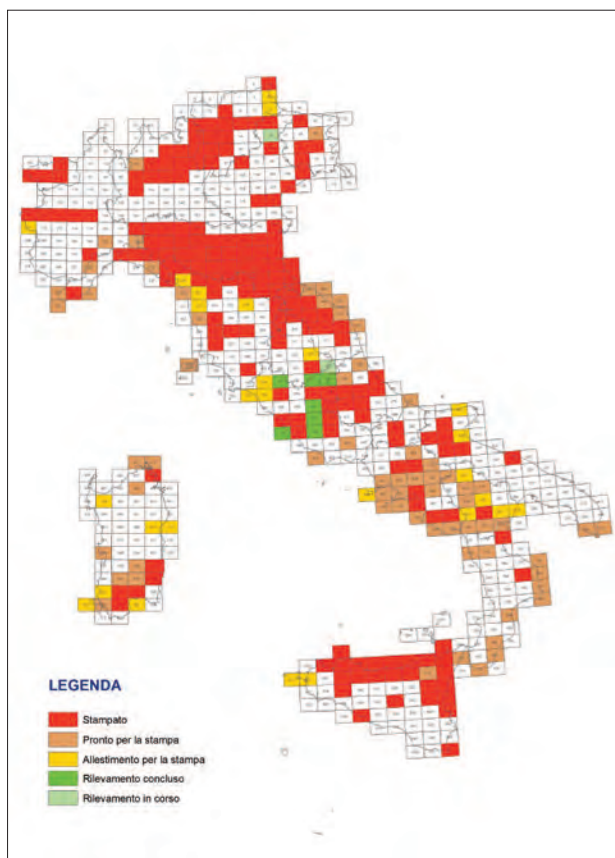


Fig. 2 - Stato di avanzamento del Progetto CARG (2017).
- State of the CARG Project (update 2017).

Sul sito web dell'ISPRA, nella Sezione cartografia, sono visualizzabili i 230 Fogli geologici del Progetto CARG.

1.6.2. – Carte geotematiche

La Carta geologica rappresenta la base di partenza per realizzare carte geotematiche (idrogeologiche, geomorfologiche, geominerarie, stabilità dei versanti, di pericolosità geologica, geofisiche, ecc.), attraverso le quali vengono approfondite le conoscenze del territorio relativamente a tematiche specifiche.

Nell'ambito del Progetto CARG sono state finanziate quattordici carte geotematiche alla scala 1:50.000 e carte a scale diverse, relative agli eventi alluvionali verificatisi in Piemonte nel novembre 1994. Nel contesto generale queste carte tematiche possono essere considerate sperimentazioni metodologiche, al pari delle carte programmate alla scala 1:250.000, relative alla piattaforma continentale in Adriatico e al rischio geoambientale in una porzione di territorio emiliano realizzate anch'esse con risorse CARG.

1.6.3. – Geologia marina

La Legge 183/89 estende il termine *territorio* anche ai fondali marini e in particolar modo alla piattaforma continentale; "La Carta geologica ufficiale del territorio

nazionale, ivi compresa la porzione di fondo e sottofondo marino sulla quale si esercita la sovranità nazionale, costituisce un documento di base per lo sviluppo del Paese attraverso la conoscenza fisica del territorio per la programmazione territoriale ed ambientale".

Nel Progetto CARG oltre al rilevamento delle terre emerse, realizzato essenzialmente alla scala 1:10.000, poi sintetizzato prima alla scala 1:25.000 e poi alla scala di stampa 1:50.000, viene rilevata anche la parte sommersa di molti fogli costieri, non essendo più considerata una cartografia tematica ma parte integrante della Carta geologica. Tra i 255 Fogli finanziati, 64 comprendono porzioni di piattaforma continentale. A questi si aggiungono sei Fogli di geologia marina alla scala 1:250.000 (D'ANGELO & FIORENTINO, questo volume).

1.6.4. – La Banca Dati

La realizzazione della Banca dati CARG, con un dettaglio corrispondente alla scala 1:25.000, ha rappresentato un elemento innovativo e caratterizzante del Progetto; permette di recuperare ed organizzare tutti i dati acquisiti durante il rilevamento per renderli disponibili. Il foglio stampato quindi risulta essere una sintesi dei dati raccolti nel sistema informativo.

1.7. – CONCLUSIONI

La conoscenza del territorio nella sua globalità rappresenta uno strumento indispensabile per la gestione del delicato equilibrio ambientale. In particolare, la conoscenza delle condizioni geologiche del territorio nazionale dovrebbe ancora essere un obiettivo primario sia per l'Amministrazione pubblica centrale, che deve farsi carico di una politica ambientale sempre più incisiva e attenta, che per i governi regionali e provinciali, chiamati a svolgere un ruolo propositivo nella predisposizione ed attuazione dei piani programmatici e nella individuazione delle esigenze di cartografia geologica del proprio territorio.

Dal 1999 non sono state più stanziare risorse per il proseguimento del Progetto CARG, che vede quindi il suo futuro molto breve e la sua conclusione molto vicina. Sono purtroppo ancora molto vivi i ricordi delle numerose calamità che in questo ultimo ventennio si sono abbattute sul nostro territorio nazionale, come ad esempio, i terremoti in Umbria, Marche, l'Aquila, la frana di Sarno, l'alluvione in Piemonte, in Liguria e tanti altri episodi calamitosi. Questi eventi portano inevitabilmente alla ribalta la necessità di una conoscenza approfondita del territorio che non può, come già sostenuto, prescindere da una cartografia geologica moderna. Non è pensabile infatti prevenire o mitigare i cosiddetti "georischi", né tantomeno salvaguardare o gestire risorse importanti come ad esempio l'acqua, le materie prime, i combustibili, se non si dispone dell'adeguata conoscenza del territorio. La mancanza di nuove risorse, magari regolate da leggi quadro che potrebbero, e dovrebbero, prevedere un programma di finanziamento costante nel tempo, non consente la prosecuzione e quindi il completamento del Progetto CARG.

2. - BASI TOPOGRAFICHE, NORME CARTOGRAFICHE E PUBBLICAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000

TACCHIA D. (*)

Come nella collana editoriale della scala 1:100.000 uno dei primi problemi affrontati è stato quello della base topografica da utilizzare per la registrazione dei dati geologici. Mentre nel primo caso la discussione dell'allora Regio Comitato Geologico fu quella di verificare la semplice esistenza di cartografia di base dei vari Stati a poco più di un decennio dall'Unità d'Italia, in questo caso il dubbio è stato presto risolto. Quale Organo Cartografico di Stato e dunque con una cartografia Ufficiale da produrre, la scelta, pressoché obbligata, non poteva essere che quella di utilizzare la base topografica a pari scala prodotta dall'Istituto Geografico Militare di Firenze, anch'esso uno dei 5 Organi Cartografici dello Stato ai sensi dell'art. 1 della legge 2.2.60 n. 68 (CANTILE, 2007; 2013). È stato dunque adottato il principio di informazioni scientifiche di ordine geologico "ufficiali" da registrare su una topografia di pari ufficialità come peraltro già operata nei fogli sperimentali alla scala 1:50.000 pubblicati prima del Progetto CARG. Con questa scelta i fogli da produrre a copertura dell'intero territorio nazionale alla scala 1:50.000, assommano a complessivi 652 (poi ridotti da accorpamenti come fuori margine in fogli contigui a 636) adottando, come nella precedente collana editoriale, la medesima numerazione e nomenclatura definite dall'IGM ma anche il

taglio geografico e le relative porzioni di territorio in essi ricomprese. Le dimensioni di ciascun foglio sono state stabilite in 20' in longitudine, questa volta orientata a Greenwich, e 12' in latitudine con origine dall'equatore, per complessivi 600 kmq circa di superficie per ciascun elemento (fig. 3).

Nel Progetto CARG tuttavia questo ha orientato, almeno in parte, le scelte per il finanziamento dei fogli geologici da rilevare, molti dei quali definiti secondo le previsioni di pubblicazione nei programmi editoriali dell'IGM della corrispondente Carta topografica alla scala 1:50.000, sia all'epoca del primo finanziamento del 1988 che per quelli successivi. Il parallelismo ha permesso di coprire oltre l'80% dei corrispondenti fogli geologici finanziati nei vari anni, ma per alcuni è stata necessaria una specifica Convenzione IGM - Servizio Geologico d'Italia/ISPRA per accelerare la loro derivazione alla scala di pubblicazione a partire dal "DB 25" delle 4 Sezioni al 25.000 con cui è suddiviso ciascun foglio della nuova collana editoriale. Ciò nonostante, non tutti i fogli geologici ad oggi pubblicati hanno cartografia prodotta direttamente dall'IGM. Ad esempio, la base topografica utilizzata per i fogli della Regione Piemonte, derivata dalla Carta Tecnica Regionale con "dichiarazione di rispondenza" dell'IGM, oppure il Foglio 096 Seregno, prodotto dalla Regione Lombardia da propria cartografia, comunque con N.O. IGM. Altra particolarità quella del Foglio n. 070 Monte Cervino per il quale è stato necessario, a suo tempo, la derivazione dalla Cartografia Nazionale Svizzera ma con orientamento e limiti secondo le specifiche IGM alla stessa scala, per evitare che il rilevamento geologico concluso

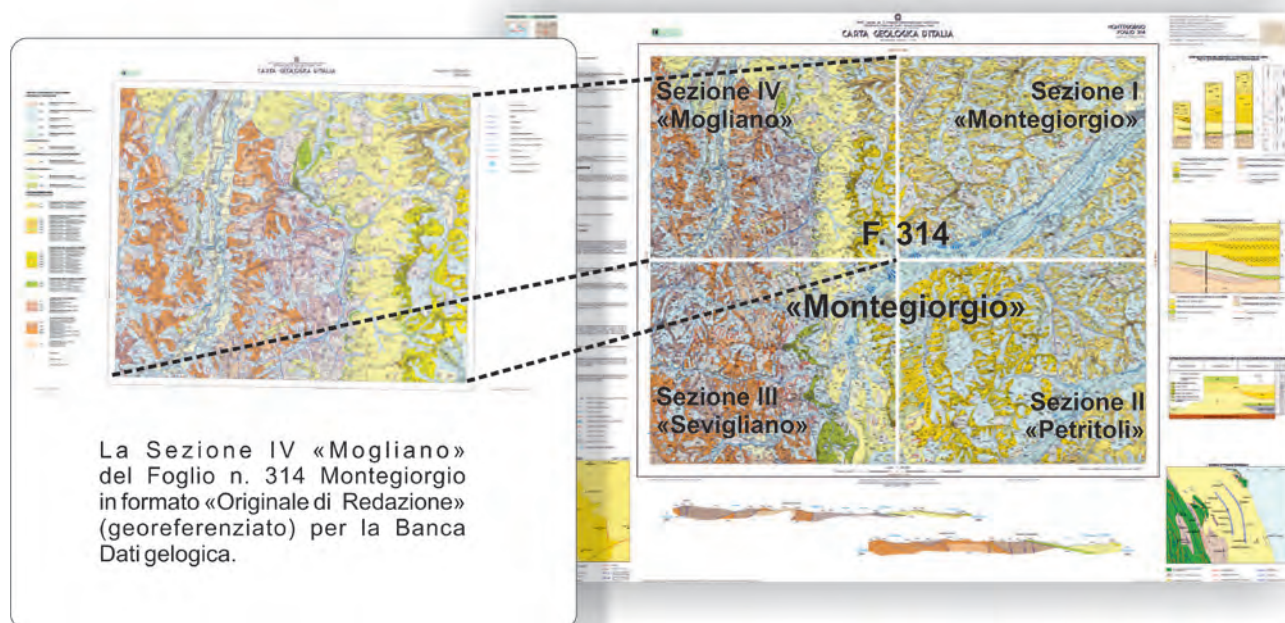


Fig. 3 – La suddivisione in "sezioni" dei Fogli topografici e geologici alla scala 1:50.000.
– The division into "sections" of topographic and geological maps at 1: 50,000.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

da molto tempo non fosse reso disponibile alla comunità scientifica, istituzionale ed ai cittadini.

Anche i vari accorpamenti e le eventuali sottrazioni di Fogli decisi dall'IGM sono seguiti nella corrispondente cartografia geologica con l'ulteriore complicazione che talvolta la continuità di quest'ultima informazione impone la permanenza di elementi che l'IGM ha previsto in fogli separati. È il caso ad esempio di molti fogli a nord della Sicilia pubblicati in unico elaborato come i nn. 585-594 Mondello-Partinico oppure i nn. 596-609 Capo Plaia-Termini Imerese od ancora i nn. 597-610 Cefalù-Castelbuono ma anche più a nord i nn. 240-241 Forlì-Cervia. Una menzione a parte merita il Foglio Isola d'Elba che lo stesso IGM suddivide geograficamente nei nn. 316-317-328-329 ma pubblica in unico supporto con nuovi e diversi vertici della carta mantenendo comunque i 12' di latitudine. Ovviamente il Servizio Geologico d'Italia ha adottato il medesimo taglio, inutile dire con notevole efficacia e coerenza, anche per la diffusione del dato geologico in unico supporto per l'intera isola (fig. 4).

Le modalità di pubblicazione della nuova cartografia IGM non permettono tuttavia il diretto uso delle basi topografiche sia per come sono prodotte che per i loro contenuti. Il singolo foglio non è più suddiviso nei tre elementi canonici, altimetria, planimetria ed idrografia, ma talune informazioni di interesse per la carta geologica sono presenti su altri *layer* purtroppo unite ad informazioni impossibili da riportare. È il caso ad esempio di quelle relative alla vegetazione nelle quali limiti di boschi e/o di coltura oppure la tipologia della vegetazione possono ben orientare sia il rilevatore che il fruitore della carta. Questi sono però contenuti in un *layer* che riporta la superficie delle aree coperte da boschi con campitura di colore verde continuo che non può essere sommata con i colori previsti nella Carta geologica. Per questo motivo per ogni base topografica è necessaria una specifica

derivazione delle carte IGM che, con lo scopo di ottenere le tre separazioni previste nelle normative CARG, estrae dai *layer* interessati i soli elementi richiesti con accoppiamento in uno dei tre livelli previsti per la base topografica della Carta geologica. Per il caso descritto della vegetazione, il contenuto è trasferito sulla planimetria modificando, ove possibile, alcuni elementi quali il limite di bosco, riportato nella nuova base con 'linea continua' (ma con area racchiusa campita), segno impossibile da discriminare nella planimetria ad unico colore preferendogli il "vecchio" simbolo dei "cerchietti" con eguale spaziatura. Tenuto conto della richiesta semplificazioni della base per la cartografia tematica, c'è da precisare che l'IGM ha previsto queste necessità con la possibilità di estrazione dei singoli elementi oggi facilitata con l'uso di sistemi informativi.

I rapporti tra Organi Cartografici dello Stato ed in particolare quelli tenuti con l'IGM hanno permesso, nella quasi totalità dei fogli geologici previsti e successivamente finanziati nel Progetto CARG alla data odierna, di trovare sempre una soluzione adeguata e tecnicamente garantita in termini qualitativi, per la derivazione ed il corretto uso di una topografia di base idonea alla registrazione delle informazioni scientifiche di ordine geologico. È doveroso rammentare la disponibilità dei vari comandanti che si sono succeduti ai vertici dell'IGM e, ovviamente, tutto il personale coinvolto anche per la collaborazione e per il supporto fornito nei diversi *iter* (fig. 5).

2.1. – LE NORMATIVE CARTOGRAFICHE Q. 2/1996; Q. 11/2007 E Q. 12 FASCICOLO I/2009

La cartografia dei 276 fogli prodotti per la collana alla scala 1:100.000 è stata allestita per la stampa, nella grande maggioranza dei casi, direttamente dai cartografi del Servizio Geologico d'Italia. Mentre con la

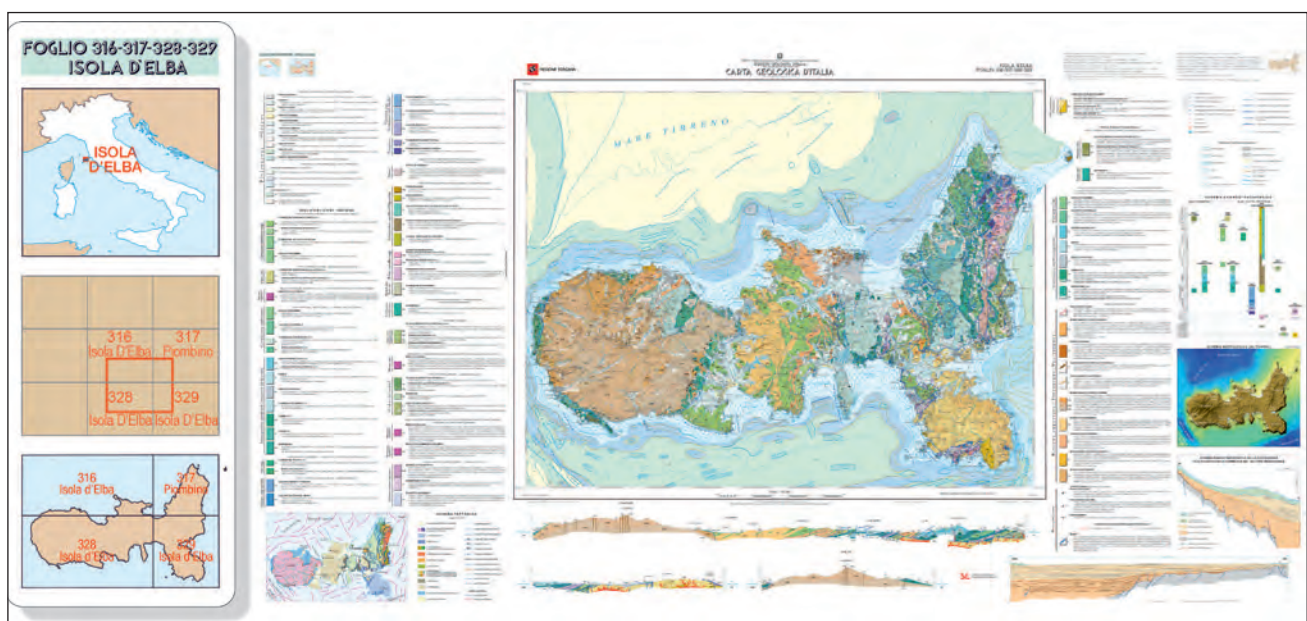


Fig. 4 – Il Foglio 316-317-328-329 Isola d'Elba alla scala 1:50.000 pubblicato secondo i criteri utilizzati nella corrispondente carta topografica dell'IGM.
– Map 316-317-328-329 Isola d'Elba at the scale 1: 50,000 published according to the criteria used in the corresponding topographic map of IGM.

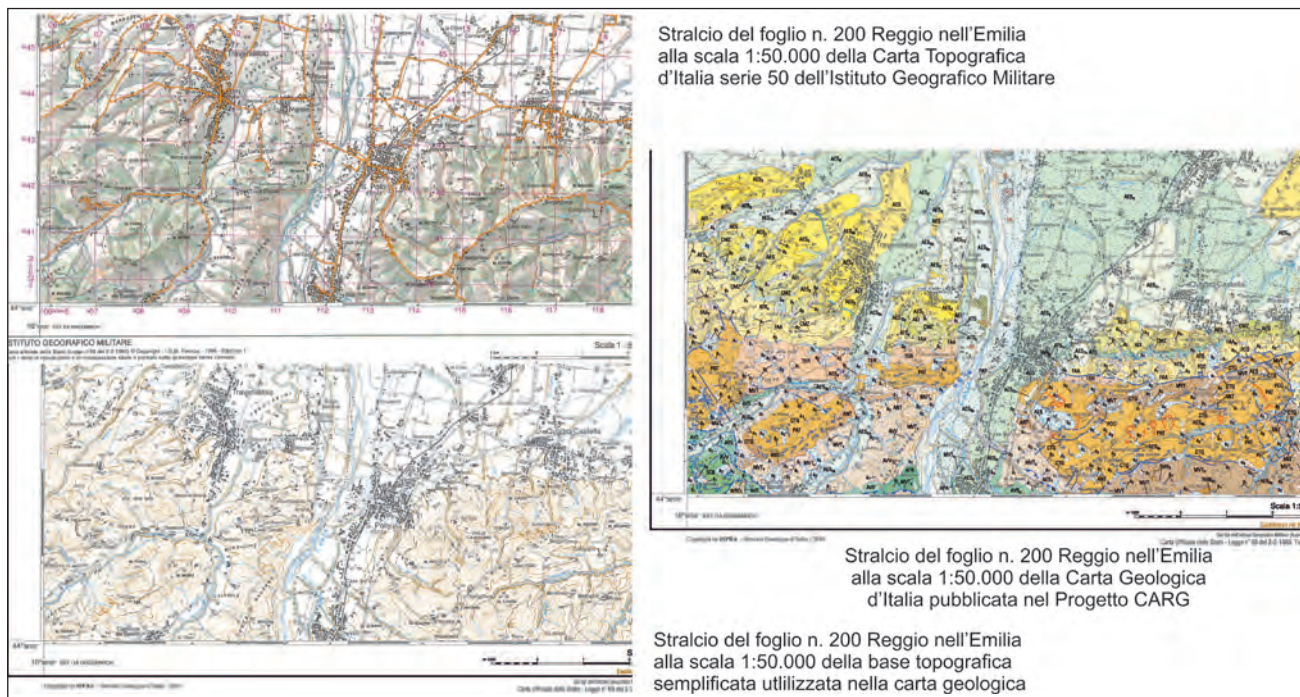


Fig. 5 – Stralcio della medesima area del Foglio n. 200 Reggio nell'Emilia alla scala 1:50.000 della carta topografica pubblicata dall'IGM, della sua semplificazione per l'allestimento e la stampa finale del corrispondente foglio geologico.
– Detail from the same area of the Sheet n. 200 Reggio Emilia at the scale 1:50,000 topographic map published by IGM and its simplification for the preparation and the final print of the corresponding geological sheet.

legge Sullo venivano incaricati per il rilevamento e l'acquisizione del dato geologico anche riconosciuti e stimati cultori della materia, in genere docenti universitari, la produzione cartografica rimaneva esclusiva competenza dei cartografi del Servizio. Per questo motivo nessuno s'era mai preoccupato di realizzare una libreria di simboli per rendere formalmente omogenei i dati rappresentati nella carta. Era sufficiente per lo scopo il trasferimento delle informazioni tra cartografi esperti e giovani promesse tenuto conto della limitata dimensione della comunità interessata. Con il medesimo sistema venivano trasferiti anche i criteri cromatici per la costruzione della carta almeno fino al 1968, anno di pubblicazione dell'“Impianto Generale dei colori per la stampa dei fogli Geologici” utilizzato da allora in poi nella cartografia geologica pubblicata con il sistema del “colore barattolo” e percentuali di retino per le variazioni.

Nel Progetto CARG l'affidamento a contraenti esterni delle fasi di rilevamento ed acquisizione del dato geologico ha contestualmente imposto la necessità di definire i criteri di fornitura del dato raccolto da utilizzare poi nella stampa della carta. Le prime convenzioni ed Accordi di Programma con cui sono stati affidati i vari Fogli riportano tutte le documentazioni a suo tempo propedeutiche e indispensabili per la produzione della carta. Tra tutte il “calcopallido”, su supporto indeformabile, sopra cui registrare i dati geologici con riferimento alla base topografica alla scala della carta, e lo “Schema impianto colori” del singolo foglio, redatto sulla scorta del citato “Impianto colori” del 1968 analizzato approfonditamente nel Q. 11/2007. Come si immagina la descrizione, anche dettagliata, dei supporti e dei loro contenuti non poteva garantire omogeneità, coerenza e qualità di

rappresentazione se non altro per il venir meno della possibilità di tramandare usi e modalità operative ad una comunità che non poteva apparire circoscritta né limitata e, soprattutto, con incerta esperienza nella produzione di cartografia geologica - tematica. Per la prima volta dunque si rese necessario definire una serie di strumenti idonei per l'allestimento propedeutico alla stampa puntando al miglior dettaglio e qualità possibile, come necessario in una cartografia Ufficiale di Stato. Furono definiti la prima libreria di simboli geologici da utilizzare nella nuova produzione cartografica, la normativa grafico/descrittiva per l'impostazione della cosiddetta “inquadratura marginale” dei singoli fogli in ragione degli elementi da rappresentare e, successivamente, il “Manuale Cromatico di riferimento per la stampa delle carte geologiche” aggiornato al nuovo sistema di stampa con matrice elettronica attraverso il *Computer to Plate*.

2.1.1. – La prima normativa cartografica Q. 2/1996

La stesura della prima normativa cartografica ha comportato un complesso lavoro di “traduzione”, in descrizioni grafiche e letterarie, di quanto i cartografi del Servizio s'erano tramandati verbalmente nella storia ormai centenaria di attività per la pubblicazione della Carta Geologica d'Italia. Questo lavoro è iniziato, come detto, ben prima della legge di finanziamento del 1988 e delle sottoscrizioni delle Convenzioni CARG, ed era orientato a recuperare, dalla tradizione cartografica del Servizio, elementi di sistematica presenza, in termini di simbologia e di inquadratura del foglio, atti a definire forme di eguaglianza, ripetitività e criteri di applicazione tali da essere generalizzabili, pur con le dovute eccezioni, per qualsiasi

foglio del territorio nazionale. Con il Progetto CARG, questo cammino è affiancato da almeno due elementi che ne arricchiscono la complessità ed ampliano le professionalità interessate non solo al geologo ma, come si dirà di seguito, anche all'informatico. Tra i numerosi problemi che si sono dovuti affrontare, a parte quello cartografico già complesso di suo, la nuova definizione nel Progetto CARG degli elementi scientifici da riportare in carta e l'introduzione fin dalle prime convenzioni, dell'acquisizione-trattamento-restituzione del dato numerico con previsione di costruzione di una Banca Dati geologica (all'epoca prevista nel Sistema Informativo Unico della legge 183/89 sulla Difesa del Suolo). La normativa scientifica di ordine geologico del Progetto è stata definita e pubblicata nel 1992 con il primo Quaderno serie III di normative CARG dal titolo "Carta Geologica d'Italia - Guida al rilevamento" a cura del "Consiglio Nazionale delle Ricerche - Commissione per la Cartografia Geologica e Geomorfologica". Nella guida è presente, in appendice, un capitolo "Simbologia" che fornisce indicazioni circa gli elementi da rilevare e rappresentare nella carta. Con questa pubblicazione, il lavoro in corso da parte dei cartografi del Servizio ha subito un primo cambio di direzione, per integrarsi con le nuove istanze descritte della comunità scientifica. La cosa come si immagina non è stata di poco conto, perché sommava alla complicazione di tradurre simbologie storicamente sperimentate in altre, nuove e/o modificate "forme" con la necessità di immaginare il possibile risultato finale, senza una concreta sperimentazione preliminare. La scelta di introdurre l'acquisizione e il trattamento del dato geologico con sistemi informativi, ha obbligato il nuovo definitivo cambio di direzione, dovendo contestualmente sperimentare la costruzione e gestione degli elementi richiesti con *software* ed *hardware*, all'epoca peraltro davvero primordiali. In altra occasione abbiamo già avuto modo di apprezzare la lungimiranza della scelta del Servizio a suo tempo (1988) certamente pionieristica, oggi invece lessico comune ed anzi indispensabile per la

comunità scientifica interessata, divenendo momento di riferimento e di concreto confronto almeno per criteri e modalità di acquisizione e conservazione dei dati (fig. 6).

Il difficile equilibrio tra nuove informazioni scientifiche e costruzione di una Banca Dati geologica, unito alla necessità di orientare la normativa per addetti o incaricati da Contraenti CARG difficilmente specializzati nella produzione di cartografia tematica, ha comportato un diverso approccio al problema ed una serie di verifiche nell'oramai instaurato triangolo cartografo/geologo/informatico. Nel 1996 è stato pubblicato il Q. 2 "Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica" in cui sono affrontati, approfonditi e normati i principali elementi indispensabili alla predisposizione di un foglio geologico, con la sola esclusione dei cromatismi che nello stesso Quaderno viene riferita all'Impianto Generale della Legge Sullo (1968) in attesa di ulteriore approfondimento. Unitamente ai criteri descrittivi concettuali e di approccio, sono definiti la libreria dei simboli da utilizzare nel Progetto CARG, i criteri di impostazione dell'inquadratura marginale del foglio, la composizione editoriale del fascicolo delle Note Illustrative e l'allestimento editoriale dell'insieme per la sua diffusione e vendita. La libreria dei simboli contiene ed integra quella del Q. 1/1992 affrontata e realizzata con sistemi digitali e con gestione numerica temporanea in attesa della pubblicazione dei riferimenti per la Banca Dati geologica che avverrà l'anno successivo con la pubblicazione del Q. 6/1997. Per l'inquadratura marginale è allegato l'elaborato grafico di riferimento con partiture, allineamenti e proporzioni ammesse o possibili, unite ad una descrizione sui criteri generali di impostazione e di varianti prevedibili in ragione della disposizione geografica del generico foglio e di organizzazione dei contenuti scientifici a margine dal "Campo Carta" (spazio del foglio con la porzione geografica rappresentata) meglio descritto di seguito. Completano le normative cartografiche la dettagliata descrizione delle "invarianti" della testata editoriale e quelle per la predisposizione ed allestimento

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:50.000 - GUIDA AL RILEVAMENTO 195

SIMBOLOGIA
I simboli saranno riprodotti in nero con l'eccezione di quelli preceduti da:
R - rosso; V - viola; B - blu; M - marrone; Bs - bistro

SEGNII CONVENZIONALI PER LA STAMPA DELLA
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000 01

SEGNII CONVENZIONALI DI TIPO PUNTALE

NUMERO	DESCRIZIONE	REPRESENTAZIONE	REPRESENTAZIONE ALLA BONA DELLA CARTA	SPEDIFICHE DIMENSIONALI	PAISI DI RIFERIMENTO	NOTE
1.	contatto stratigrafico (1)					
2.	contatto tettonico (1)					
3.	giacitura di elemento planare (2,3)					
4.	superficie di origine primaria (stratificazione, fa)					
5.	stratificazione orizzontale					
6.	stratificazione verticale (il pallino indica la base)					
7.	stratificazione rovesciata (4)					
8.	stratificazione rovesciata orizzontale (4)					

C.1822.000000 e 011000 - Puntate C.1822.000000 e 011000 in Quaderno 2 1992 e 6 1997

31

strato10 - punti - elementi geomorfologici ed antropici

NUMERO	DESCRIZIONE	REPRESENTAZIONE	REPRESENTAZIONE ALLA BONA DELLA CARTA	SPEDIFICHE DIMENSIONALI	PAISI DI RIFERIMENTO	NOTE
3010	crinale principale (cassa, spigolo)					
4010	massiccio stratigrafico					
4030	massiccio geomorfologico					
5030	massiccio antropico					
5040	massiccio					
5050	campi vulcanici (cassa, spigolo, viti, edifici)					

Fig. 6 - Stralcio delle simbologie presenti nel Quaderno n. 1 (1992), nel Q. n. 2 (1996) e nella revisione del Q. n. 12 fascicolo I (2009).
- Excerpt of the symbols present in the Quaderno n. 1 (1992), in the Q. n. 2 (1996) and in the review of Q. n. 12 file I (2009).

del fascicolo delle Note Illustrative con definizione della gabbia tipografica e del *layout* dei singoli elementi, fino al possibile quantitativo ammesso in numero di pagine fissato in 160 circa (anche se molte volte in seguito ampiamente derogato).

L'applicazione di questa normativa ha permesso ad oggi la pubblicazione di oltre 160 fogli dei 270 finanziati con risultati indubbiamente soddisfacenti nonostante le ovvie molteplici integrazioni, precisazioni e ove necessario, modifiche ed aggiustamenti di dettaglio, per affrontare le tante variabili impossibili da prevedersi se non al completamento delle fasi di rilevamento ed in sede di allestimento per la stampa.

2.1.2. – *Le impostazioni di inquadratura marginale dei Fogli CARG*

Particolare menzione in tal senso merita la trattazione delle norme predisposte per l'inquadratura marginale del singolo foglio geologico. Memori dell'omogeneità di allestimento della collana 1:100.000, pur nel trascorso di oltre 100 anni dalla sua realizzazione, sono stati definiti, nella nuova cartografia geologica del territorio nazionale, criteri di omogeneità e composizione dei singoli elementi della collana editoriale previsti, come detto, in oltre 600 fogli e con fasi di realizzazione relativamente certe per quelli finanziati nel Progetto CARG (circa 270) e assolutamente non prevedibili per quelli ancora ad oggi esclusi. All'impossibilità di conoscere in anticipo i contenuti di ciascun foglio in termini non solo dello spazio geografico da rappresentare in scala, come noto variabile in latitudine, ma degli elementi previsti a cornice (tra tutti la dimensione di legenda, le sezioni geologiche e gli schemi a margine) sono definiti criteri e *standard* compositivi coniugando necessità di rappresentazione dei contenuti scientifici con posizione, eguaglianza e ripetibilità grafica su supporti per produzioni editoriali aggiornate ed ampiamente riconosciute nel settore. Tra le molte proposte sulle dimensioni piegate del foglio geologico, da un lato per la facilità di trasporto "in tasca" per il geologo rilevatore – tipo "busta americana" adottata nei fogli sperimentali del Servizio prima del CARG - e dall'altra per l'adesione a *standard* di produzione editoriale per semplicità ed economicità di realizzazione, fu scelto il formato *standard* "UNI A5" che divenne base prioritaria di riferimento per la composizione dell'inquadratura marginale. Dovendo inserire il foglio in una confezione *standard* "A5" la dimensione verticale, come meglio descritto nel Q.2/1996, fu stabilita in massimo 3 moduli dell'altezza di questo formato (63 cm) mentre la variabilità in senso orizzontale è solo funzione delle "enne" pieghe possibili della larghezza dello stesso modulo (14,8 cm). La dimensione verticale fu stabilita come invariabile a meno di particolari e specifiche necessità scientifiche da approvare da parte del Servizio, capace tuttavia di contenere nello stesso asse verticale la testata editoriale il campo carta e le sezioni geologiche. Invece, la variabilità delle dimensioni orizzontali è gestibile in ragione di eventuali debordamenti e/o accoppiamenti di fogli contigui, della legenda e degli elementi a margine. Il riferimento

per la corretta distribuzione dello spazio fu definito con un modello di riferimento allegato al Q. 2/1996 (fig. 7) con il quale vengono stabilite impostazioni del "centroide" del campo carta, gli allineamenti per la corretta compilazione della legenda, i contenuti invariabili della testata editoriale e dei riferimenti giuridico/amministrativi insieme ai criteri di piega fino alla definizione del foglio geologico "*standard*" con una colonna di legenda ad ovest e due ad est. Questa impostazione dal 1996, anno di pubblicazione, non ha mai subito variazioni o aggiornamenti e, come facilmente riscontrabile, le deroghe sono davvero limitate. In questo spazio sono stati composti tutti i fogli finanziati, stampati e no con il Progetto CARG, trovando evidentemente soluzioni adeguate per tutti gli elementi utili alla corretta lettura delle informazioni scientifiche contenute.

2.1.3. – *La nuova normativa per il cromatismo geologico Q. 11/2007*

Il tema dei cromatismi della Carta geologica parte dal II° Congresso Internazionale di Geologia che si tenne in Italia a Bologna nel 1881. In esso la Commissione incaricata nel precedente congresso di Parigi (1878) di redigere il "Rapporto sull'unificazione delle procedure grafiche in geologia" attraverso il proprio segretario generale E. Renevier, unitamente ad 11 membri rappresentanti le "diverse parti del mondo scientifico", adotta una "gamma internazionale di colori convenzionali, per rappresentare i terreni nelle carte geologiche". È da questo momento che si legano indissolubilmente gamme cromatiche alla quasi totalità dei periodi della cronoscala geologica definita, con consenso internazionale, nel medesimo II Congresso. Così nelle carte nel "Gruppo secondario (mesozoico)" il triassico dovrà essere rappresentato in violetto, il giurassico in blu, il cretaceo in verde mentre il "Gruppo terziario (cenozoico)" in colore giallo più chiaro verso il più recente. Vengono rinviate le decisioni sul "Gruppo primario" e sui depositi del quaternario che permangono ancor oggi uniche differenze nelle carte geologiche prodotte dai vari paesi.

L'Italia, parte attiva con un proprio comitato sulle decisioni assunte, adegua la propria produzione cartografica aderendo pienamente alla descritta decisione internazionale. Scelta che risulta ben visibile nella collana editoriale alla scala 1:100.000, all'epoca in corso di rilevamento in cui, ad esempio, tutti i fogli della Regione Sicilia precedenti la data in questione sono pubblicati con differente criterio cromatico. La cartografia successiva invece, ivi compresa quella delle scale di insieme come il milione del 1989, risulta significativamente allineata con essa. La sua applicazione fu condotta da parte dei cartografi del Servizio con tutti i sistemi di stampa di volta in volta aggiornati all'evoluzione tecnologica garanti della migliore qualità possibile, tramandando verbalmente i criteri compositivi fino all'"Impianto colori" del 1968 in cui si fissano modelli e metodologie applicative, con i sistemi di stampa allora disponibili (fig. 8). Per maggiori approfondimenti si rinvia al par. 3 del Q.11/2007.

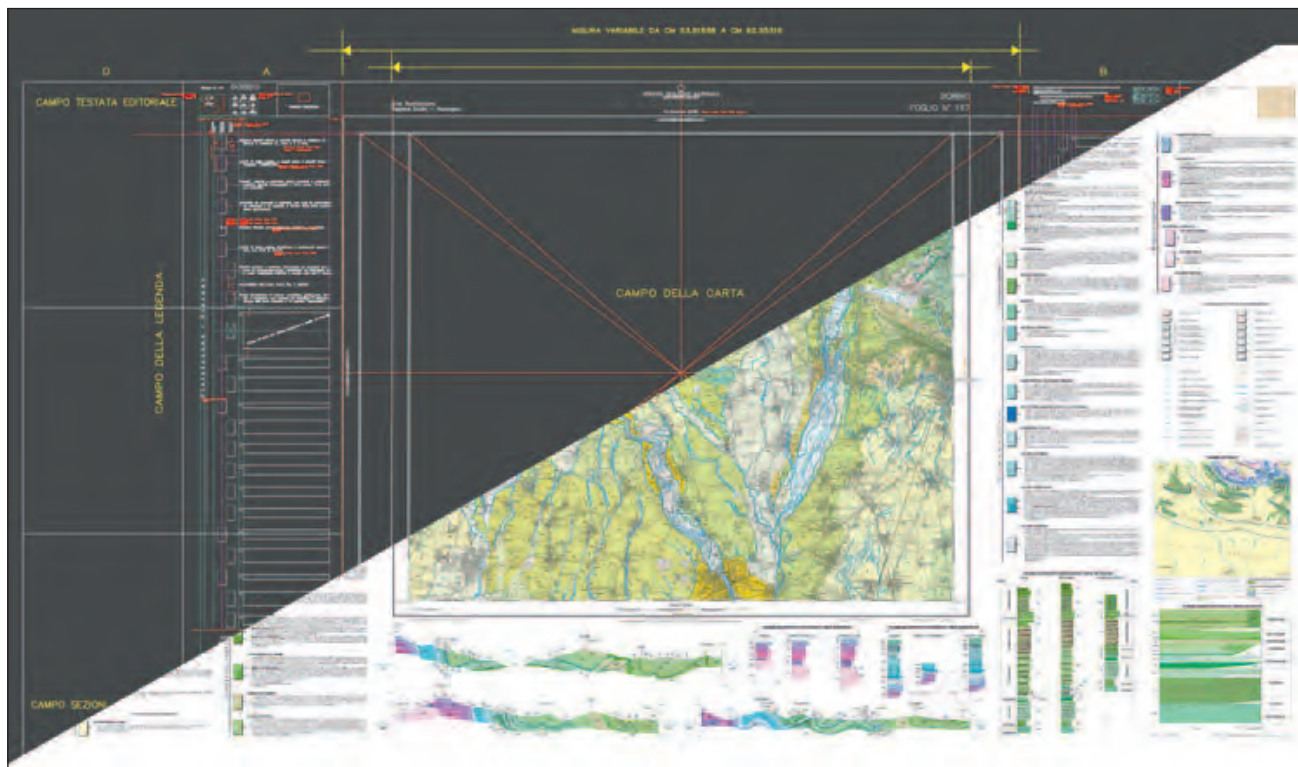


Fig. 7 – Impostazione dell'Inquadratura marginale del Foglio geologico alla scala 1:50.000 e del suo allestimento finale.
 – Setting the overall schema for the composition of the geological map at 1:50,000 scale and its final outfitting.

Tenuto conto della complessità nell'aggiornamento del riferimento cromatico, nel Progetto CARG in sede di prima applicazione ed in attesa del nuovo modello già previsto nel Quaderno n. 2 del 1996, si è fatto riferimento al citato Impianto del 1968 della legge Sullo. È stata indicata la sola conversione nel sistema tipografico *standard* "Pantone" per i cromatismi riservati alla base topografica ed alla simbologia lineare e puntuale contenute in matrici separate nella produzione cartografica. Con questa scelta tuttavia veniva formalizzata anche per il Progetto CARG (ma diremmo oggi non poteva essere effettuata scelta diversa) l'adesione alle decisioni assunte in sede internazionale in precedenza descritte sulla stessa linea di realizzabilità editoriale prevista nelle prime Convenzioni secondo i metodi di stampa allora del tutto rispondenti ai requisiti di allestimento dell'Impianto del 1968. La repentina evoluzione tecnologica dei sistemi di stampa successiva al primo finanziamento CARG, comportò la necessità di rivedere in modo significativo il criterio di composizione cromatica della Carta geologica. Due gli elementi colti dai cartografi del Servizio: la possibilità di gestione con sistemi numerici del dato cromatico nelle sue componenti di quadricromia (CMYK) ed il nuovo processo di "separazione cromatica", il cosiddetto CTP (*Computer To Plate*), operato in modo completamente automatico da macchine in grado di restituire l'informazione grafica direttamente su matrice metallica necessaria nel sistema "offset". Inutile dire del notevole risparmio economico e di tempo adottando questi nuovi sistemi, l'uno per la notevole riduzione (mediamente da circa

35 ad appena 12) dei passaggi in macchina per ottenere i cromatismi geologici in modo adeguato alle attese e l'altro per l'eliminazione delle pellicole e dei relativi processi di fotoincisione dei precedenti sistemi. Il nuovo "Manuale Cromatico di Riferimento per la Stampa delle Carte Geologiche" è stato pubblicato in versione sperimentale nel 2001 e, dopo l'approvazione del Comitato Geologico e l'accoglimento delle osservazioni, in via definitiva nel 2002. La sua realizzazione è stata condotta dal GLIC (Gruppo Lavoro Impianto Colori) composto dai cartografi del Servizio e della Regione Emilia Romagna (che ha anche sostenuto economicamente la stampa) insieme ad esperti universitari e Ditte specializzate nella produzione di cartografia geo-tematica. Contiene oltre 100 colori di base, compresi i primari, con riferimenti alla cronoscala del Progetto CARG presente nel Q.1/1992; tra variazioni percentuali ammesse, trame e ribattiture il totale dei toni supera le 2000 unità ed è prevista la sua memorizzazione con sistemi elettronici attraverso l'*item* "colore" contenuto nella Banca Dati geologica (fig. 9). La "Guida all'uso del Manuale Cromatico di riferimento per la Stampa delle carte geologiche" è stata pubblicata con il Q. 11/2007 dopo la necessaria verifica sui Fogli CARG in corso di allestimento e successiva stampa ed è orientato a fornire le indicazioni di base per i vari operatori coinvolti nelle fasi di produzione del Foglio geologico. Con esso è precisata la necessità di riferimento ai colori previsti per il periodo geologico considerato ed i criteri di variazioni di "toni più chiaro" per il periodo più recente raccomandando la contestuale priorità nella "leggibilità, ri-

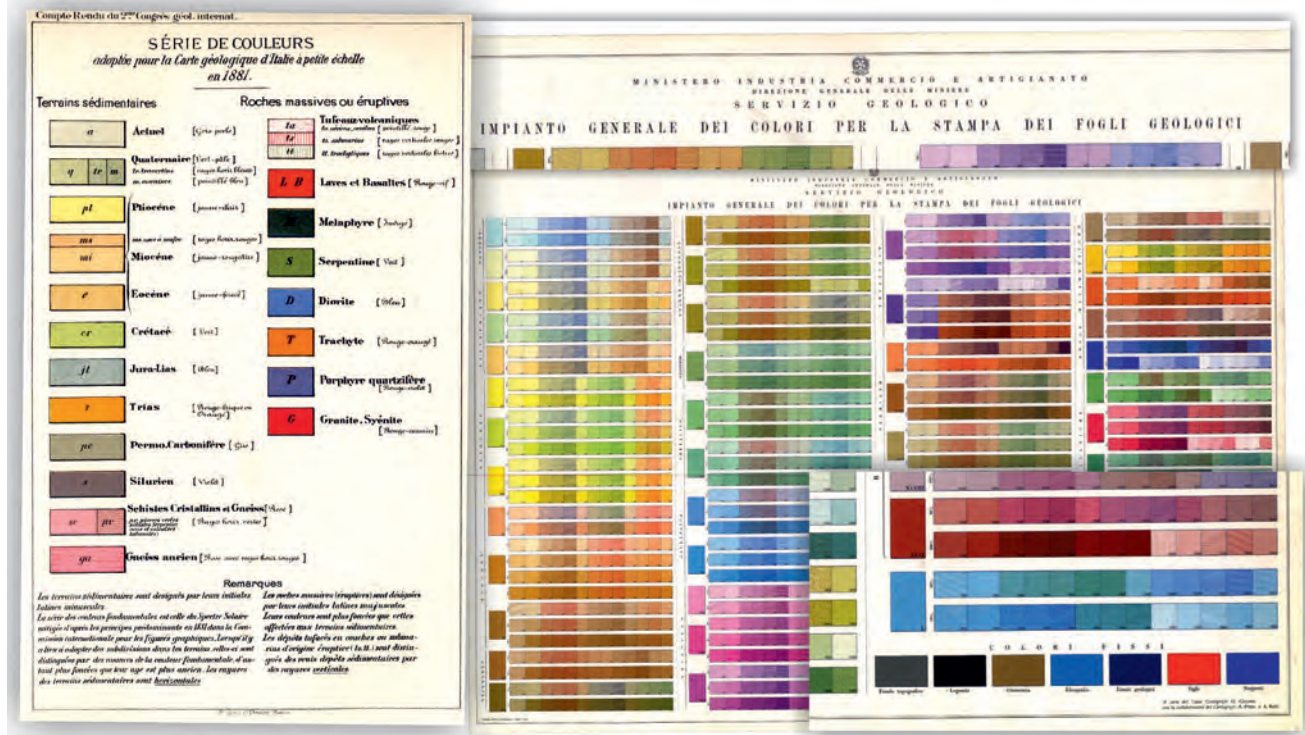


Fig. 8 – Dalla “Serie de couleurs” del II Congresso internazionale di Bologna del 1881 all’Impianto generale dei colori della legge Sullo (1968).
 – The “Series de couleurs” of the II International Congress of Bologna in 1881 and the general system of colors “Sullo Law” (1968).

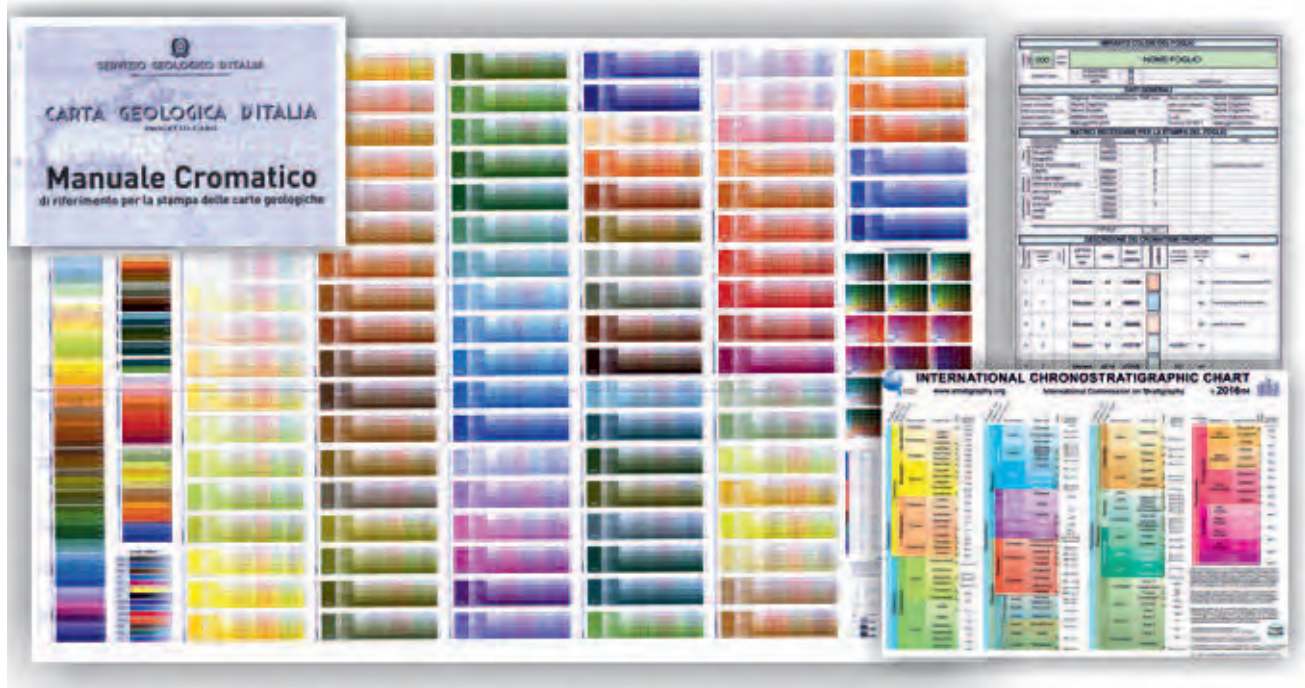


Fig. 9 – Il Manuale Cromatico di riferimento per la stampa della Carta Geologica pubblicato nel 2002 e la scheda colori del singolo Foglio geologico nel Q. 11/2007 a confronto con l’International Chronostratigraphic Chart dell’IUGS del 2016.
 – The Chromatic Reference Manual for printing of the Geological Map published in 2002 and the Color tab of the individual geological leaf in Q. 11/2007 in comparison with the International Chronostratigraphic Chart dell’IUGS 2016.

conoscibilità ed identificabilità” di aree del medesimo periodo geologico con le varianti e deroghe ammesse e gli indirizzi necessari per l'uso di colori “pieni”, “figurati” e “ribattiture” presenti nel Manuale Cromatico. È stata inserita una scheda per la compilazione dell'impianto colori del generico foglio con le notazioni previste per la Banca Dati, la descrizione dell'attendibilità delle prove di stampa in ragione dei sistemi utilizzati e la cronologia delle procedure previste per le varie fasi di allestimento alla stampa. Pur con le intervenute integrazioni per la nuova applicazione delle norme per il quaternario continentale e marino, tenuto conto che al 2001 i Fogli CARG pubblicati non superavano le decine di unità, può certamente affermarsi che gran parte di quelli ad oggi stampati, oltre le 160 unità, sono stati allestiti con riferimento a questo *standard* con risultati che non possono non considerarsi soddisfacenti.

2.2. - IL VOLUME DELLE NOTE ILLUSTRATIVE E LA COMPOSIZIONE EDITORIALE

Nella collana cartografica della scala 1:100.000 del territorio nazionale il Volume delle Note illustrative, con cui vengono descritti aspetti di approccio scientifico nel rilevamento e nella interpretazione del dato geologico, è stato pubblicato in modo disgiunto dal corrispondente foglio. Il motivo fu in parte dovuto alle modalità di stampa del foglio geologico che, a causa dei numerosi passaggi in macchina *offset*, veniva effettuata su carta di spessore consistente per resistere alle sollecitazioni con impossibilità, di converso, di poterlo piegare per ridurne le dimensioni. I due oggetti sono stati poi resi disponibili alla distribuzione ed alla vendita in

modo separato contribuendo in via definitiva a dividere due informazioni nate per lo stesso scopo e certamente utili solo se congiuntamente lette. È uno dei motivi per cui la collana cartografica alla scala 1:50.000, ma anche la Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 e le nuove produzioni del Servizio Geologico d'Italia, legano nella medesima confezione i due prodotti (fig. 10). Con questo nasce la necessità di determinare per i Fogli i criteri di piega e per il volume quello dei formati facendo ovviamente coincidere le dimensioni finali dei due prodotti. Come detto in altra parte il formato UNI A5 accomuna le due entità guidando per il foglio il sistema del rifilo e delle pieghe mentre per il Volume la gabbia tipografica in cui comporre testo, figure, tabelle, grafici ecc. Nel Q. 2/1996 si cercò di orientare anche le quantità ammesse stabilendo il numero massimo di pagine in 10 sedicesimi pari a 160 facciate, ma questa indicazione per molte ragioni ha avuto ben altra evoluzione a guardare i Fogli ad oggi stampati. In termini di normative, invece, sono fornite tutte le indicazioni per il corretto allestimento con definizione delle cronologie di indice, il font e le impostazioni di pagina. Fisse ed invarianti sono le pagine 1 e 2 come elemento di identificabilità della collana editoriale, normate anche in termini di contenuto, lasciando libertà compositiva di testo e figure-foto-disegni a partire dall'inizio capitolo prefissato a pagina dispari ed a misura prestabilita.

La composizione editoriale per la distribuzione e vendita fu definita in collaborazione con l'IPZS (Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato), allora incaricato della stampa delle carte geologiche, in sede di pubblicazione del primo foglio (Bobbio, 1996). Volume delle Note e Foglio piegato, sono inseriti in una copertina contenitore



Fig. 10 – I contenuti editoriali del Foglio geologico alla scala 1:50.000 in vendita.
– The editorial content of the geological sheet at 1:50,000 for sale.

che riporta sul fronte il nome e numero del Foglio ed i riferimenti alla collana editoriale. Sono definiti differenti cromatismi per la medesima impostazione iconografica in ragione della tipologia tematica (geologico – verde; geomorfologico – arancio ecc. figura 11).

2.3. – STATO DI AVANZAMENTO DELLA PUBBLICAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000

La descrizione dello stato di avanzamento nella pubblicazione della nuova cartografia geologica del territorio nazionale alla scala 1:50.000 parte dalla situazione precedente il Progetto CARG e dai processi intervenuti successivamente al 1988, anno di sottoscrizione delle prime Convenzioni ed Accordi di Programma con Regioni, Province autonome, Università ed Enti di Ricerca coinvolti dal Servizio nella sua attuazione. Le prime pubblicazioni di Fogli alla scala 1:50.000, che oggi non possiamo non dire sperimentali, si intrecciano con il periodo di

completamento della collana 1:100.000, anzi la data di stampa degli ultimi fogli pubblicati nella precedente collana è il 1988, vedi il n. 205-206 Capo Mannu – Macomer nella Regione Sardegna, mentre uno dei primi “nuovi” 50.000, il n. 291 Pergola nella Regione Marche, è stato stampato nel 1975. Ciò nonostante i fogli sperimentali della nuova carta geologica prodotti dal Servizio alla data del 1988 sono poco più di una decina, dimostrando un'impostazione cartografica allineata alla tradizione con notevoli semplificazioni di allestimento a partire dalla numerazione che sostituisce la sigla per identificare le varie aree geologiche nel foglio. Queste scelte di rappresentazione cartografica derivano comunque da un lavoro esclusivamente interno al Servizio Geologico d'Italia tenuto conto che tali fogli sperimentali sono per la gran parte direttamente rilevati ed allestiti per la stampa da personale del Servizio.

Con il Progetto CARG, la cui attuazione prevede, come detto, il coinvolgimento di Contraenti esterni, è stato necessario definire una serie di normative per tutte



Fig. 11 – La diversa tipologia di prodotti cartografici pubblicati dal Servizio Geologico d'Italia – ISPRA.
– The different types of cartographic products published by the Geological Survey of Italy – ISPRA.

le fasi, dal rilevamento del dato scientifico al suo allestimento alla stampa ad uso dei vari operatori. L'introduzione poi dell'acquisizione e trattamento del dato anche con sistemi numerici per la costruzione di una Banca Dati geologica, all'epoca una novità di non poco conto, unita alla necessità di produrre, per la prima volta nella centenaria storia del Servizio, una normativa cartografica di allestimento alla stampa per operatori esterni, ha comportato un ulteriore aggravio al già complesso processo di sua scrittura. Un'attività che ha visto direttamente coinvolti tutti i Settori del Servizio insieme a numerose Commissioni e Gruppi di lavoro con la partecipazione di esperti del mondo universitario, della ricerca e di funzionari regionali delegati. Le date di pubblicazione delle Linee Guida, raccolte in diversi numeri dei Quaderni serie III, ben chiariscono la complessità di questi *iter*: dal 1988, data di primo finanziamento del Progetto, al 1992 anno per la pubblicazione della linea guida al rilevamento geologico; fino ad arrivare al 1996 per quella relativa alla rappresentazione cartografica ed al 1997 per quella della Banca Dati geologica. Sono questi i riferimenti indispensabili per la produzione del Foglio geologico CARG e, come riportano le date, nonostante i numerosi operatori coinvolti, sono stati definiti dopo quasi 10 anni dal primo finanziamento. Solo da questa data può darsi concreta attuazione al ciclo scientifico/amministrativo previsto nella presentazione di un POL (Piano Operativo di Lavoro) in cui vengono definiti criteri, analisi, studi preliminari ed organigramma per tutte le fasi successive che saranno attuate attraverso una serie di SAL (Stato Avanzamento Lavori) che si fanno coincidere, nella generalità, con la fine del rilevamento geologico, con l'acquisizione numerica del dato e con l'allestimento alla stampa. Nel 1997 veniva pubblicato il primo Foglio sperimentale della nuova collana cartografica, il n. 197 Bobbio, con Ente realizzatore la Regione Emilia Romagna, ma la pubblicazione con regolarità si fa risalire al Foglio contiguo n. 198 Bardi, il primo con allestimento della Banca Dati, pubblicato nel 1999.

Ricordiamo infine che lo stato di avanzamento delle pubblicazioni cartografiche del Progetto CARG è direttamente influenzato dagli ordinari problemi imposti da non semplici procedure amministrative, sempre più esigue disponibilità finanziarie e complessità negli *iter* per la pubblicazione ed aggiudicazione delle gare di appalto per la stampa della carta geologica. Per il Servizio poi si rileva il passaggio in tre diverse amministrazioni nel decennio 2000/2010 che lo hanno visto prima alla Presidenza del Consiglio dei Ministri nell'ambito dei Servizi Tecnici Nazionali, quindi nel 2002 all'APAT – Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici ed infine dal 2008 all'ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Rammentiamo anzitutto, come indica la figura 12, che i Fogli geologici finanziati nel Progetto CARG dalla serie di leggi emanate a partire da quella del 1988, assommano complessivamente a 255 unità circa sui complessivi 652 elencati nella Carta topografica d'Italia dell'Istituto Geografico Militare alla medesima scala. Numericamente si avvicinano al 40% dei Fogli complessivi coprendo però quasi il 50% della superficie del territorio nazionale. Oltre i geologici, nel medesimo Progetto sono stati finanziati

anche una serie di Fogli geo-tematici alla scala 1:50.000 di carattere sperimentale, circa 25 unità, principalmente geomorfologici, di pericolosità geologica, stabilità dei versanti e di eventi alluvionali e n. 6 Fogli della nuova collana cartografica della Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 che coprono la quasi totalità del bacino del Mare Adriatico ai limiti delle acque territoriali.

Nella figura 13 è sinteticamente presentata la situazione al 31.12.2015 con indicata a lato la percentuale, vicina oramai al 65%, di Fogli geologici (esclusi i tematici) già stampati per un totale di circa 165 Fogli (tenuto conto che il numero considera anche l'accoppiamento di unità contigue). A quindici anni dall'inizio della pubblicazione con regolarità dei Fogli della nuova carta geologica alla scala 1:50.000, a conclusione delle necessità di aggiornamento scientifico con completamento delle relative norme ma anche di organizzazione ed approfondimento dei contenuti e delle procedure (anche informativi) e, non ultimo, dei problemi amministrativi e soprattutto di disponibilità finanziaria intervenuti, il risultato da considerarsi di tutto rispetto. La media di pubblicazione infatti, si attesta e supera i 10 fogli/anno, con ritmo prossimo alla stampa di un Foglio al mese, senza peraltro considerare, per il medesimo periodo, la pubblicazione dei Fogli geo-tematici al 50.000 (8 unità) e dei 6 fogli del 250.000 geologico dei Mari Italiani. Significativo in questo senso appare il confronto con i risultati a suo tempo ottenuti dai cartografi del Servizio successivamente alla pubblicazione della legge Sullo che accelerava il "Completamento e l'aggiornamento della Carta Geologica d'Italia" alla scala 1:100.000". La legge fu emanata il 3 gennaio 1960 con il n. 15 e nel 1976, anno di completamento della maggior parte dei fogli pubblicati ad eccezione di 4 della Regione Sardegna, risultavano stampati un complessivo di 160 Fogli circa, tra nuovi rilevamenti, aggiornamenti e ripubblicazioni, con un ritmo pressoché sovrapponibile a quello dei nuovi fogli alla scala 1:50.000 di 10 fogli per anno. Il confronto potrebbe apparire inopportuno se si considerano le notevoli differenze nei modi, tempi e tecnologie di rilevamento e produzione tra i due periodi ma il parallelo con l'attuale, tenuto conto della necessità di "informatizzazione" del dato geologico utilizzando sistemi numerici, soprattutto nelle fasi primordiali in termini di *hardware* e *software* del 1988 all'inizio del Progetto CARG, appare più che giustificato.

Pur trattando dello stato di avanzamento nella "avvenuta" pubblicazione dei Fogli della collana editoriale geologica al 50.000, la mera informazione dei quantitativi ad oggi completamente ultimati e divulgati non appare del tutto esaustiva dell'attività realmente svolta dal Servizio e, per la stampa, dal Settore Cartografico. Nella figura 14 sono sommati insieme i Fogli stampati con quelli in attesa di stampa, elementi cioè con validazione del dato scientifico e del prodotto cartografico/editoriale definitivamente approvato e dunque ultimati ma in attesa della disponibilità dei fondi necessari e dell'attivazione delle procedure, espletamento ed assegnazione di Gara di appalto per la loro stampa. Si tratta di circa 40 Fogli alla data di redazione della presente che, uniti ai 165 stampati, sommano un totale di oltre 200 elementi cartografici con percentuale di poco superiore all'80% di quelli finanziati (considerando

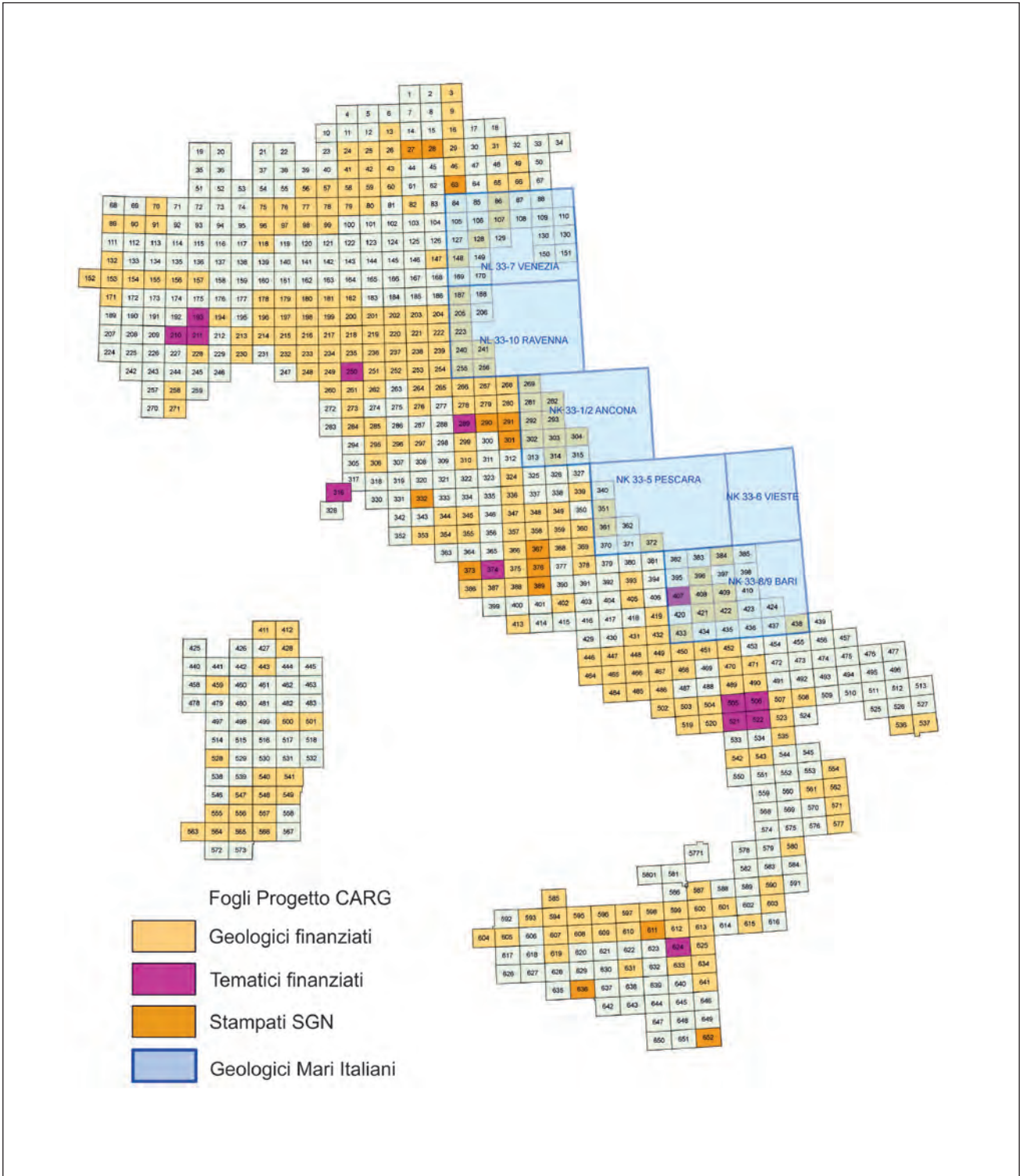


Fig. 12 – Tipologia dei Fogli finanziati nel Progetto CARG e quelli già stampati dal Servizio.
 – Types of maps financed by CARG Project and the maps already printed from the Service.

sempre i soli Fogli geologici). In termini più chiari, appare corretto ricomprendere il lavoro per essi già definitivamente svolto ma “in sosta” per fatti meramente procedurali di tipo amministrativo e/o finanziario che nulla hanno a che vedere con problemi di ordine scientifico, operativo o cartografico.

Riguardo il residuo 20% circa dei Fogli finanziati, almeno trenta sono in allestimento definitivo per la stampa quindi oltre il terzo SAL con validazione acquisita del dato scientifico e nei soli tempi tecnici di predisposizione e verifica della restituzione cartografico/editoriale. Molti di questi sono in fase di

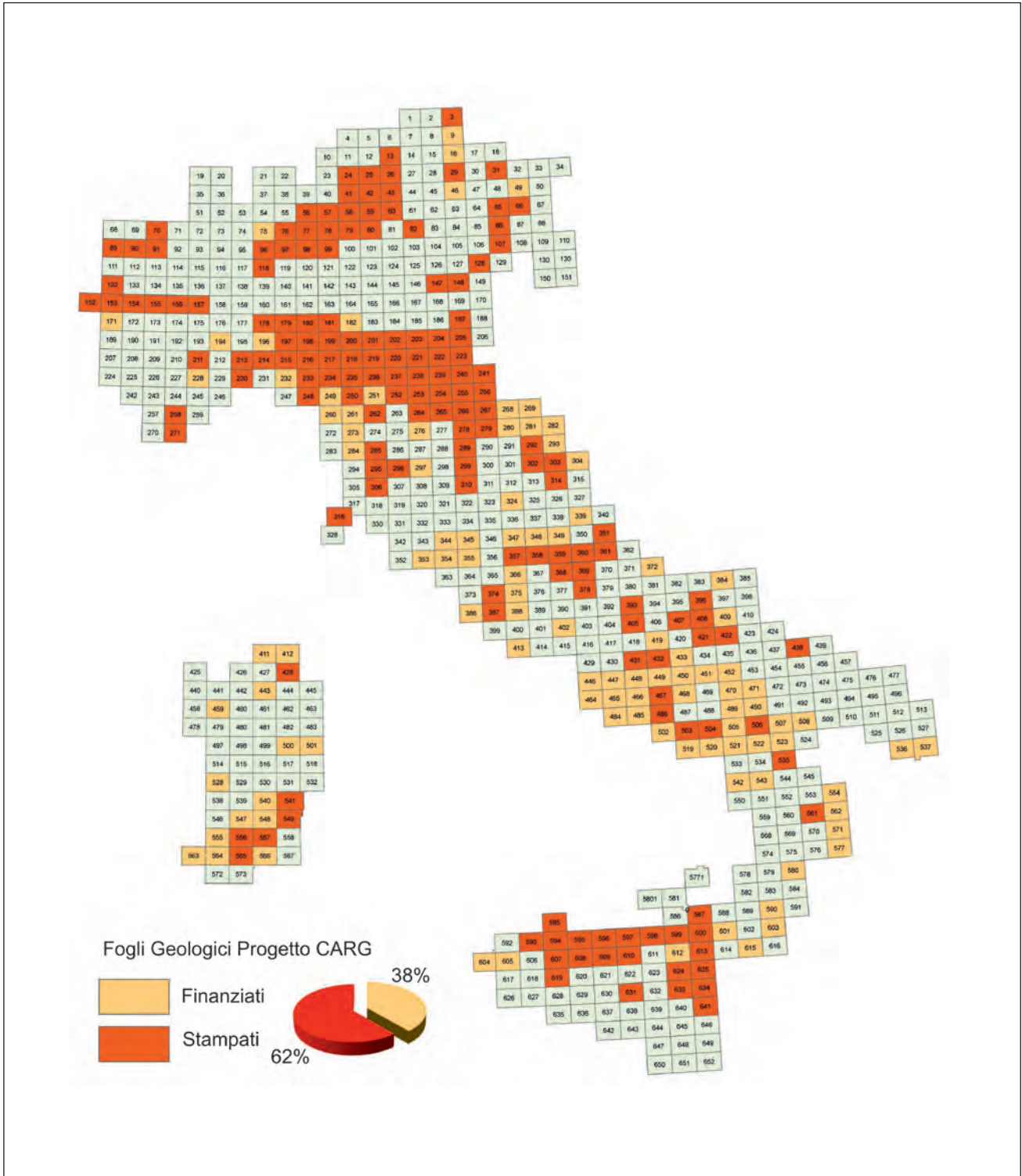


Fig. 13 – I Fogli geologici alla scala 1:50.000 stampati nell'ambito del "Progetto CARG".
 – The geological sheets to scale 1: 50,000 printed within the "CARG Project".

calibrazione dei cromatismi del campo carta o magari nella sola attesa di corretta predisposizione del fascicolo delle Note Illustrative. Con essi lo stato di avanzamento supera la percentuale del 92% con quantità davvero residua dei fogli ancora in corso di validazione dell'informazione geologica (fig. 15).

Per l'insieme dei motivi illustrati in precedenza riguardo la propedeutica necessità di pubblicazione di una serie di normative scientifico/informative/cartografiche, lo stato di avanzamento della pubblicazione degli elementi cartografici finanziati nel Progetto CARG è descrivibile, in modo continuo e lineare, solo dal 1999. Dopo l'analisi

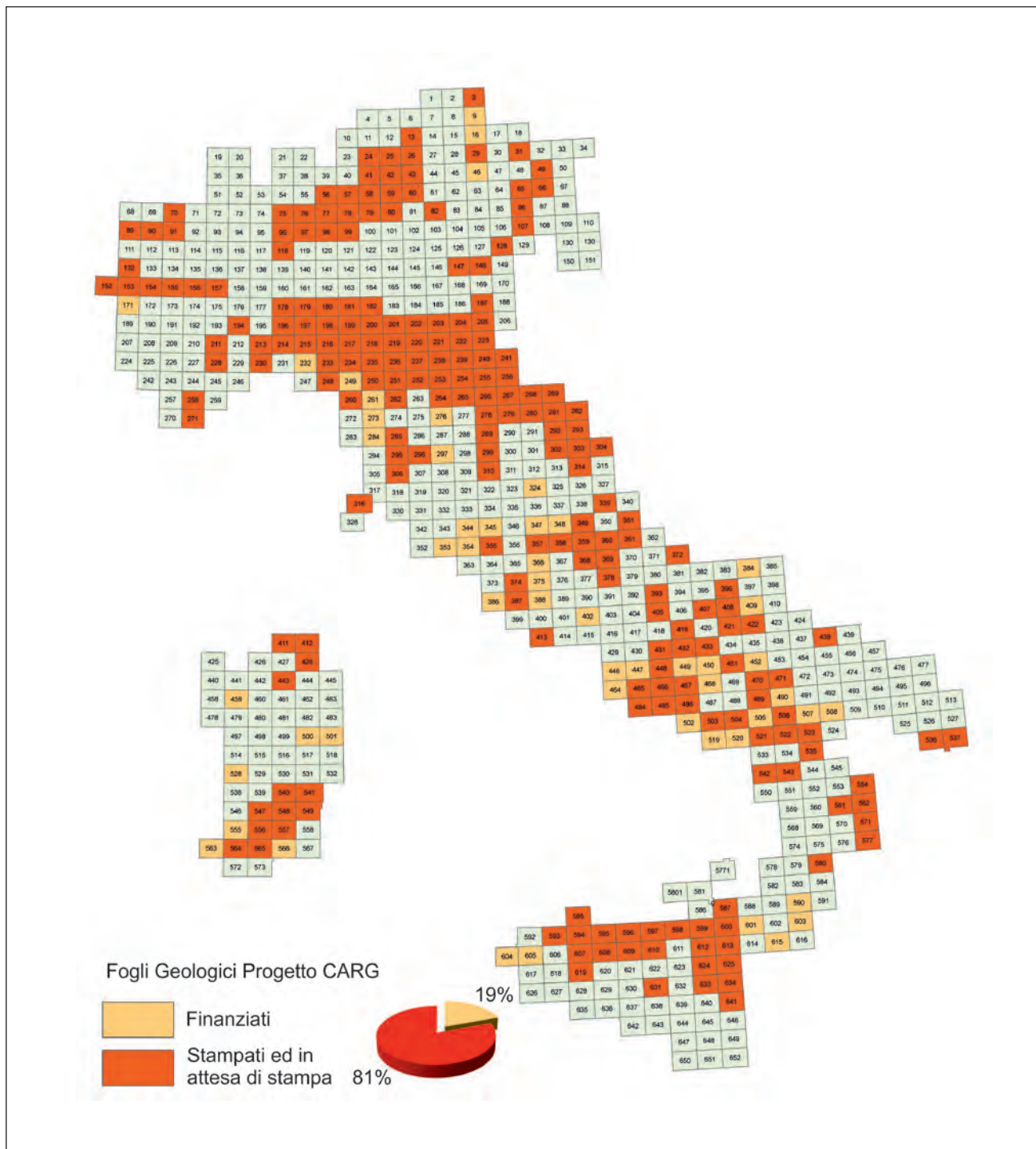


Fig. 14 – Fogli geologici alla scala 1:50.000 stampati ed in attesa delle procedure di gara per la stampa.
 – Geological sheets to scale 1:50,000 printed and waiting for the tendering procedures for printing.

delle percentuali complessive di seguito si procederà ad una sintetica descrizione per lustri dello stato di avanzamento, inglobando in essa anche le accelerazioni di produzione dovute all'espletamento di gare di appalto con consistenti quantitativi di Fogli previsti (talvolta anche in numero di 20 unità). Solo procedendo in questo modo si possono significativamente valutare le tendenze nel corso degli anni ed i risultati concretamente conseguiti. Nella figura 16 viene riportato, insieme allo schema della distri-

buzione in Italia, il resoconto delle varie situazioni in cui si trovano i fogli CARG al 31.12.2015 e, di seguito nel grafico a "barre", le quantità stampate nei vari periodi a partire da quello precedente il 2000 e con riferimento ai successivi tre "quinquenni" trascorsi, al 2005, 2010 e fino al 2015. La stessa suddivisione è rappresentata anche nel grafico a "torta" in cui meglio si apprezza l'incremento complessivo delle percentuali di stampa nel susseguirsi degli anni, dovuto quanto meno ad una avvenuta acqui-

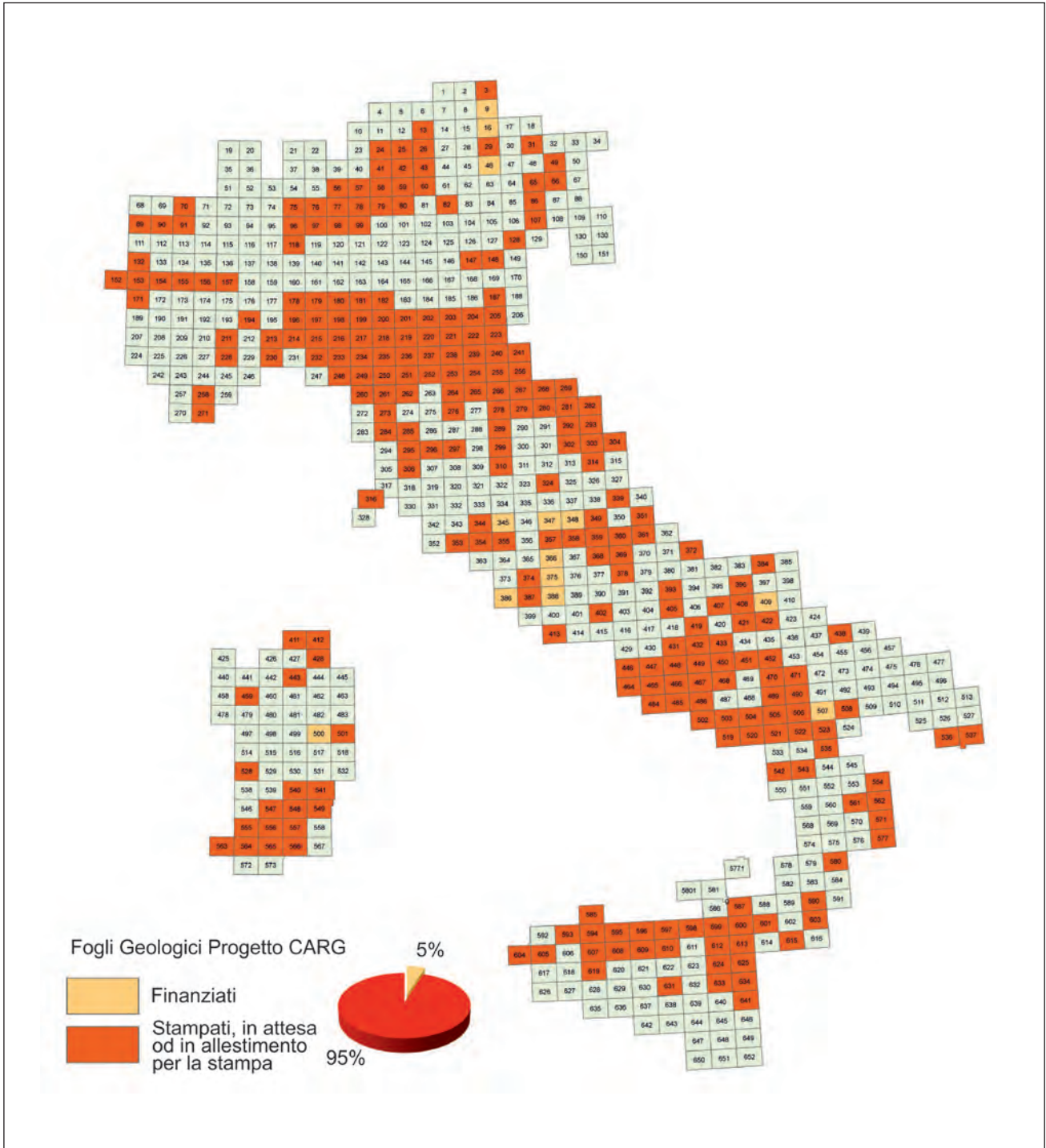


Fig. 15 – Fogli geologici alla scala 1:50.000 stampati, in attesa delle procedure di gara ed in allestimento finale per la stampa (con dato geologico validato).
 – Geological sheets to scale 1:50,000 printed, pending the tendering process and in final preparation for printing (geological information validated).

sizione delle varie normative pubblicate e ad una sempre maggiore specializzazione dei soggetti interessati e coinvolti nelle diverse fasi previste nelle procedure del Progetto CARG. Risultati attribuibili anche alla piena disponibilità dei Contraenti esterni e dei loro incaricati, al lavoro tutt'altro che trascurabile del personale del Servizio Geologico d'Italia coinvolto e, per gli aspetti cartografico/editoriali, dei cartografi ed operatori del Settore Cartografico che si ringraziano.

2.4. – BREVI NOTE SU ALCUNE CARTE GEO-TEMATICHE UFFICIALI DEL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

Insieme alla cartografia di ordine geologico ufficiale, il Servizio segue una serie di altre Carte geotematiche orientate alla raccolta e diffusione di informazioni specifiche nel campo delle Scienze della Terra. Talune di queste carte sono state specificamente finanziate con il Progetto CARG in forma spe-

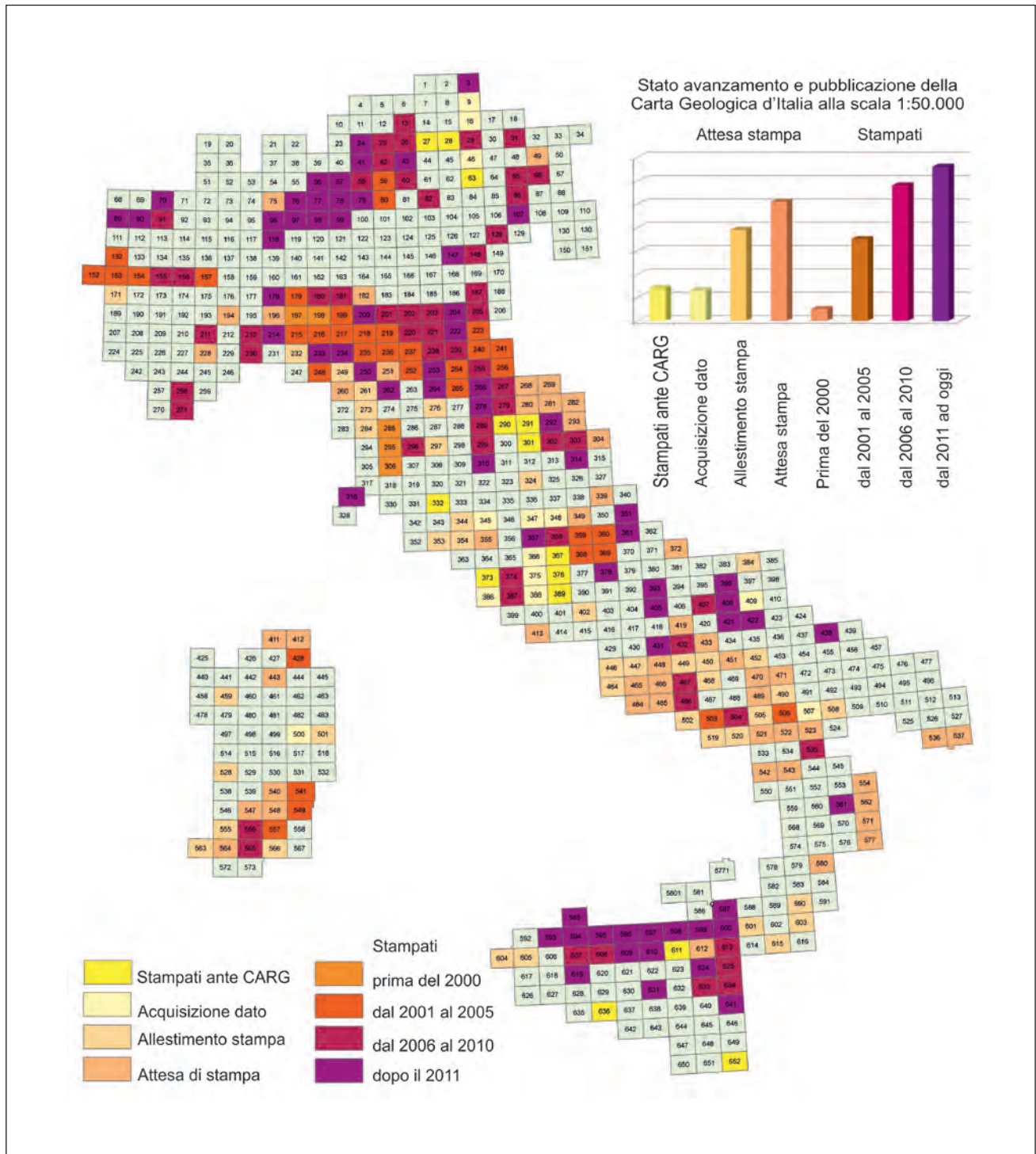


Fig. 16 – Stato di avanzamento e pubblicazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 con periodi di stampa.
 – *The state of development and publication of the Geological Map of Italy at 1:50,000 scale with printing times.*

rimentale, ad esempio le carte dei “processi di instabilità conseguenti l’evento alluvionale del 3–6 novembre 1994” del “Progetto speciale eventi alluvionali in Piemonte” relative ai Fogli nn. 193 Alba; 210 Fossano e 211 Deigo oppure la “Carta della pericolosità per instabilità dei versanti”, per il citato Foglio n. 211 Deigo, in due carte una relativa alle “Frane per scivolamento planare” e l’altra alle “Frane per mobilitazione

zione della coltre superficiale”. A queste specifiche cartografie legate allo studio di particolari eventi, si affiancano tipologie di carte geotematiche divenute oramai dei veri riferimenti tanto da comporsi in autonome collane editoriali. Tra queste una breve descrizione degli aspetti cartografici almeno su quelle per le quali è stata studiata e pubblicata una specifica normativa di ordine cartografico-editoriale.

2.4.1. – *La Carta Geomorfológica ufficiale alla scala 1:50.000*

Come noto, la carta geomorfológica descrive l'evoluzione del rilievo, attraverso la rappresentazione delle forme di accumulo e di erosione e dei processi esogeni ed endogeni che le hanno prodotte. Anch'essa come la carta geológica adotta simboli da forme che sintetizzano graficamente il fenomeno da descrivere. Sono invece necessarie, per una corretta rappresentazione, differenti scale cromatiche per descrivere lo "stato di attività" dei fenomeni che sono riportati su una sintesi geológica del substrato. È del 1994 la pubblicazione della "Guida al rilevamento della Carta Geomorfológica d'Italia alla scala 1:50.000" sul Quaderno serie III n. 4 di normative del Progetto CARG del Servizio Geológico d'Italia. In essa è presente una traccia di simbologia finalizzata sia alle esigenze di rappresentazione del dato di campagna a cura del rilevatore che di indicazione cartografica per la gestione delle forme da riportare in sede di allestimento per la stampa del generico foglio. Su queste indicazioni sono stati pubblicati i primi due Fogli sperimentali, il n. 063 Belluno ed il n. 389 Anagni, della corrispondente collana editoriale ufficiale della Carta Geomorfológica d'Italia alla scala 1:50.000. Nel 2007 sul Quaderno n. 10 di normative del Progetto CARG, viene pubblicata la "Guida alla rappresentazione cartografica" della Carta Geomorfológica d'Italia alla scala 1:50.000 quasi in contemporanea con la stampa del Foglio n. 367 Tagliacozzo, ambedue realizzati direttamente dagli addetti del Settore Cartografico del Servizio. Sono presenti e graficamente descritte nella guida le circa 450 forme previste nella carta geomorfológica ufficiale che sono catalogate ed accorpate, come per la guida del 1996, secondo le metodologie applicative, tra puntuali, lineari, areali e variabili unitamente alle prime indicazioni per il trattamento numerico del dato. Particolare cura è riservata alla definizione dello schema impianto colori con l'indicazione dei "piani" da utilizzare per la corretta differenziazione dello "stato di attività" del fenomeno descritto insieme ai criteri ed ai relativi cromatismi da impiegare nell'accorpamento e semplificazione per la litologia del substrato. Uno studio particolare è stato infine necessario per le descrizioni di legenda da organizzare in funzione delle tre possibili colonne "attivo, non attivo od altro stato" e della tipologia "areale, lineare, puntuale" del fenomeno con possibilità di presenza "certa od incerta". Tenuto conto e sperimentata direttamente l'estrema complessità di semplificazione del dato geomorfológico rilevato alle scale 25.000 dell'IGM oppure sul 10.000 CTR, la normativa di rappresentazione cartografica definita e concordata dal Servizio Geológico d'Italia, abbandona gli orientamenti di un tempo in cui si prevedeva l'esagerazione dell'informazione ritenuta importante oppure la sua soppressione se secondaria, indirizzandosi alla diretta sostituzione ad esempio di elementi areali con quelli puntuali qualora i primi, causa la limitata estensione dovuta alla riduzione in scala, non permettano una corretta gestione delle forme previste per la loro rappresentazione (fig. 17).

2.4.2. – *La Carta Idrogeológica ufficiale alla scala 1:50.000*

La particolarità nella rappresentazione della carta idrogeológica sta nel descrivere fenomeni che sono per la grande maggioranza in continua, repentina o lenta evoluzione, contrariamente a quelli invece riportati sulla geológica. Ad esempio la diversa portata di un determinato corso d'acqua, in ampliamento per apporto di un ulteriore corpo idrico oppure in riduzione per dispersione o emungimento, ma anche la variazione in determinati periodi temporali (indicati come regimi stagionali) sono elementi essenziali e da riportare in questo tipo di cartografia geotematica. Ovviamente tali variazioni delle informazioni scientifiche da rappresentare, vengono ricostruite attraverso un'istantanea dell'area oggetto di indagine cercando di generalizzarne i contenuti per dare un quadro il più esaustivo possibile sulla situazione e delle dinamiche idrogeologiche studiate. Anche in questo caso, la rappresentazione cartografica utilizza una simbologia volta ad affiancare le forme grafiche che sintetizzano il fenomeno, tipo frecce della direzione di flusso della falda libera, insieme alla lettura combinata dei dati presenti in molti casi riportati direttamente nel simbolo, come ad esempio le indicazioni dei parametri raccolti dalle stazioni pluviometriche.

La carta idrogeológica ufficiale alla scala 1:50.000 prodotta dal Servizio fa riferimento ancora a Fogli sperimentali di datazione non recente quali il n. 291 Pergola del 1976 o il n. 611 Mistretta, quest'ultima realizzata con il contributo del CNR. Un primo approccio ad una possibile normativa è pubblicato nel Quaderno serie II n. 1 del 1985 con il titolo "Norme per la cartografia idrogeológica e del rischio geológico" che contiene un elenco piuttosto nutrito di simbologia per la rappresentazione cartografica. Unico concreto riferimento recente è il Foglio n. 389 Anagni pubblicato nel 1993 anticipando la sperimentazione della "Carta idrogeológica d'Italia 1:50.000 - Guida al rilevamento e alla rappresentazione" inserito nel Quaderno serie III° n. 5 del 1995. Nella Linea Guida, oltre affrontare le consuete questioni cartografiche circa la forma, dimensione e cromatismo della simbologia lineare e puntuale, accompagnata spesso da informazioni alfanumeriche per definire variabilità di quantità, viene trattato il tema della rappresentazione dei Complessi Idrogeologici. Questi sono distinti in funzione del "grado di permeabilità relativa", attraverso la scelta di cromatismi da adottare nelle campiture dei poligoni di eguale grado presenti nella carta, a cui sovrapporre il rapporto con la litologia delle medesime aree, distinte con una sovrapposizione di differenti trame scelte in gran parte tra quelle già note nella simbologia geológica come ad esempio il "mattonato" per il calcare oppure tratteggi orizzontali alternati per le marne ecc. Questo aspetto nella sperimentazione condotta è stato oggetto di particolare approfondimento in termini di rappresentazione alla scala 1:50.000, sia per la difficoltà nella lettura delle descritte trame sovrapposte sia per le indicazioni scientifiche circa i campi di differenziazione a suo tempo non ancora del tutto consolidate. È questo uno degli aspetti trattati nel volume 82 delle Memorie descrittive della Carta Geológica d'Italia dal titolo

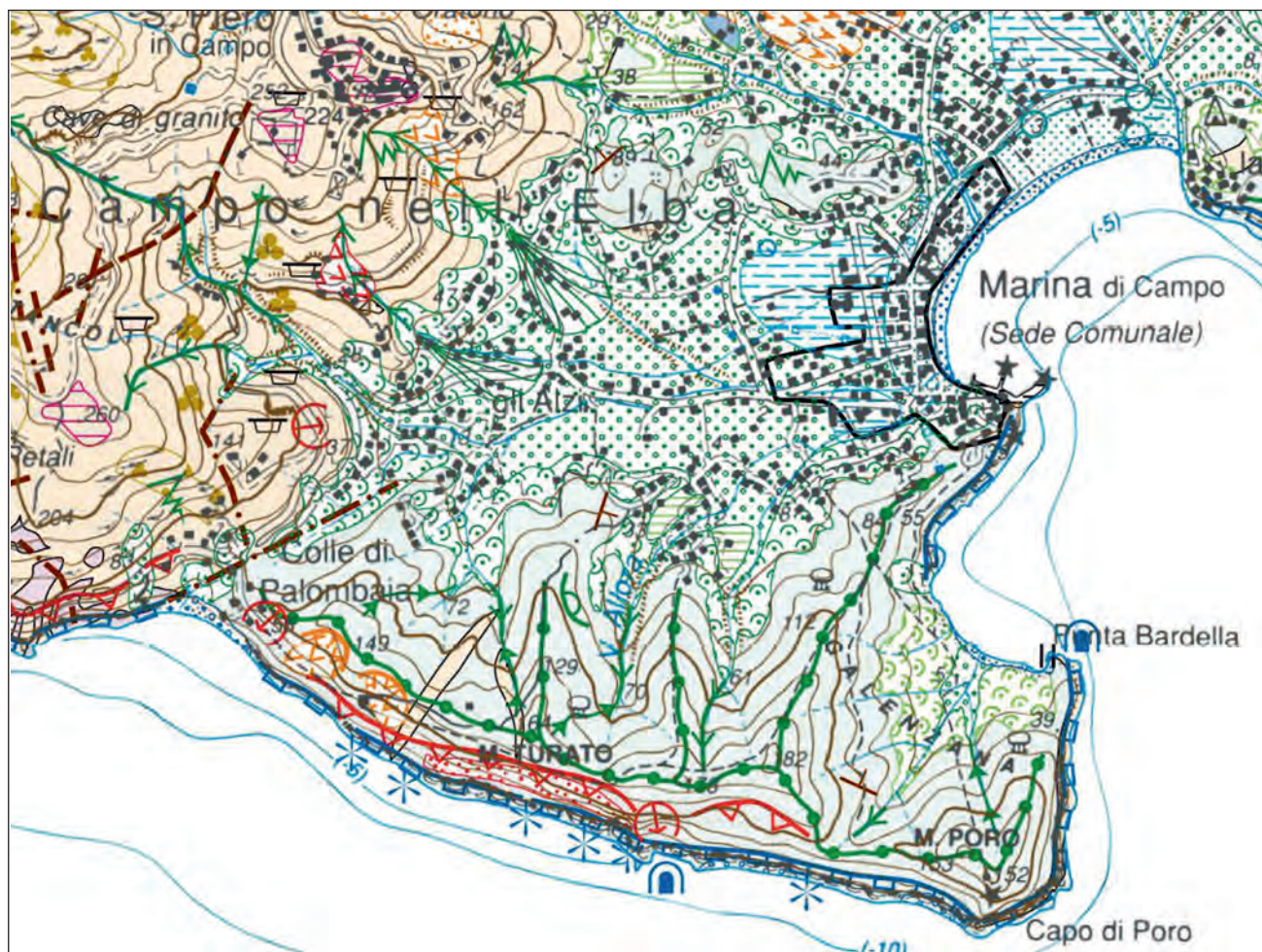


Fig. 17 – Dettaglio del Foglio geomorfologico 316-317-328-329 Isola d'Elba alla scala 1:50.000.
– Detail of the geomorphological Sheet 316-317-328-329 Isola d'Elba at the scale 1:50,000.

“Studi sperimentali finalizzati alla cartografia idrogeologica”, pubblicato nel 2008, a cui si rinvia per maggiori approfondimenti, nel quale vengono messi a confronto gli studi effettuati e le cartografie derivate su diverse aree campione. Nello stesso volume si affronta anche il tema della gestione numerica del dato idrogeologico, oggi in corso di approfondimento attraverso la creazione di una banca dati idrogeologica trattata in altra parte del presente volume (fig. 18).

2.4.3. – La Carta Gravimetrica ufficiale alla scala 1:50.000

La Carta Gravimetrica descrive informazioni del sottosuolo individuando l'andamento di strutture geologiche sepolte o corpi sotterranei causate da variazioni laterali di densità.

In particolare nella carta gravimetrica ufficiale prodotta dal Servizio Geologico d'Italia sono riportate, nella normalità, le “Anomalie di Bouguer” che descrivono le variazioni locali dell'accelerazione di gravità rispetto ai valori teorici di “gravità normale”.

La necessità di legare il dato gravimetrico a quello geologico ha portato la produzione della collana cartografica alla scala 1:100.000 alla stampa del dato gravimetrico su pellicola trasparente indeformabile da

registrare, attraverso la cornice del campo carta sul corrispondente foglio geologico. L'esperienza, condotta peraltro in numerosi fogli della citata collana, non poteva essere riproposta nel nuovo 50.000 del territorio nazionale sia per l'impossibilità di produrre la descritta pellicola che, per esigenze editoriali di distribuzione e diffusione del dato. Sulla scorta della sperimentazione condotta per il foglio gravimetrico-strutturale n. 301 Fabriano del 1981 e sul foglio n. 373 Cerveteri (pubblicata sul sito web del Servizio) si è optato, concordando la scelta con il Servizio Geofisica, per il supporto “opaco” con necessità di semplificare il “sottostante” dato geologico. Dal punto di vista cartografico è quest'ultimo aspetto cui dedicare particolare cura, a causa della complessità, per raggiungere una corretta sintesi del dato ufficiale, magari già pubblicato, anche se aiuta molto la sua conservazione-manipolazione con sistemi numerici e la relativa possibilità di valutare i risultati in ragione di diverse ipotesi di accorpamento. Nel 2008 viene pubblicato il primo foglio ufficiale della Carta Gravimetrica d'Italia alla scala 1:50.000, il n. 374 Roma (pressoché in contemporanea con il corrispondente Geologico del Progetto CARG) in cui sono applicati i nuovi criteri descritti. Resta invece inalterato, rispetto alle esperienze storiche condotte, il criterio di

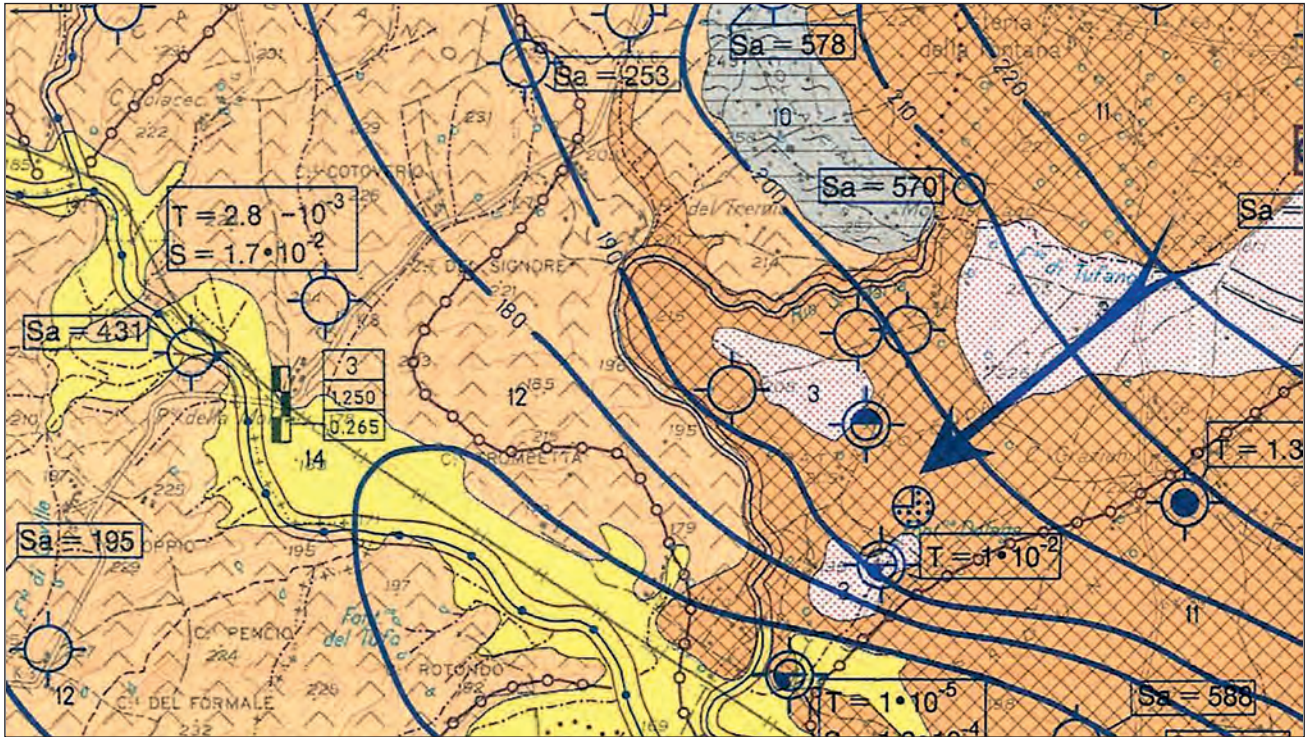


Fig. 18 - Dettaglio del Foglio idrogeologico 389 Anagni alla scala 1:50.000.
- Detail of the hydrogeological Sheet 389 Anagni at the scale 1:50,000.

approccio e pubblicazione dell'informazione gravimetrica con evidenziate le "anomalie di Bouguer" con relativi "minimi" e "massimi" e i numerosi punti di "stazione gravimetrica". L'impostazione di inquadratura marginale, in linea con le composizioni previste nelle altre tipologie di carte ufficiali del Servizio, suddivide i due campi di legenda previsti ad ovest con le

informazioni presenti nel campo carta e ad est con la serie di "mappe derivate" dell'area studiata con applicazione di vari filtri. È presente nell'allegata Nota illustrativa del citato Foglio n. 374 Roma la prima normativa di ordine cartografico per la pubblicazione di questa tipologia di carte ufficiali, cui si rinvia per maggiori approfondimenti (fig. 19).



Fig. 19 - Dettaglio del Foglio gravimetrico 374 Roma alla scala 1:50.000.
- Detail of the gravimetric Sheet 374 Roma at the scale 1:50,000.

3. - LE NORMATIVE GEOLOGICHE

GALLUZZO F. (*)

3.1. – LA GUIDA AL RILEVAMENTO: QUADERNO DEL SGN, SERIE III, N. 1

La realizzazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 ha preso l'avvio contemporaneamente alle attività della "Commissione per la cartografia geologica e geomorfologica" del CNR, istituita per redigere le normative per il rilevamento. La Commissione ha lavorato tre anni, affiancata dal Servizio Geologico, dalla Commissione Italiana di Stratigrafia (che ha successivamente redatto la "Guida Italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica", pubblicata nel 2003) costituita presso la Società Geologica Italiana, da svariate società e gruppi scientifici (es., AIQUA, Società Paleontologica Italiana, Gruppo di sedimentologia, Gruppo di geologia strutturale, ecc.) e con contributi settoriali di innumerevoli studiosi di vari enti e università. Il risultato di questo grande lavoro è la "Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Guida al rilevamento" (PASQUARÈ *et alii*, 1992).

Complessivamente la Guida tiene conto delle moderne vedute scientifiche applicate alla cartografia, senza però perdere di vista i suoi fini più strettamente applicativi, esigenza questa più volte emersa anche nel corso di innumerevoli riunioni e convegni organizzati allo scopo. Utile è anche il tentativo di mettere ordine nella pratica soprattutto stratigrafica, indicando gli usi scorretti dei termini anche al fine di evitare la proliferazione delle unità stratigrafiche. La Guida assume inoltre un'importante funzione didattica; si possono citare, a tale proposito, le tabelle comparative e le descrizioni dei vari tipi di unità utilizzate in stratigrafia: dalle "classiche" unità litostratigrafiche (anche informali), biostratigrafiche, cronostratigrafiche e geocronologiche, alle unità a limiti inconformi (UBSU), ciclostratigrafiche, pedostratigrafiche e magnetostratigrafiche. Fondamentali sono poi le indicazioni per definire i criteri e le metodologie per il rilevamento e la rappresentazione cartografica delle aree sommerse della piattaforma comprese nei fogli alla scala 1:50.000; per la prima volta le aree marine vengono riconosciute come parte integrante delle carte geologiche ufficiali. Da ricordare inoltre le prime indicazioni per l'informatizzazione delle carte, che costituiscono le basi sulle quali sono poi state impostate le successive linee guida per l'organizzazione della banca dati CARG (CARA *et alii*, 1995; ARTIOLI *et alii*, 1997). Di seguito sono concisamente riportati gli aspetti più innovativi e importanti della Guida.

Nel campo della Stratigrafia, l'aspetto più innovativo riguarda l'indicazione di utilizzare, a fianco delle "classiche" unità litostratigrafiche, le "unità stratigrafiche a limiti inconformi" (UBSU) per i depositi vulcanici e del Quaternario continentale. Per le vulcaniti la scelta di considerare le UBSU come le più adatte per caratteriz-

zare l'evoluzione degli apparati vulcanici è proceduta senza significativi contrasti. Non così per i depositi quaternari continentali, per la decisa contrapposizione di molti quaternaristi fautori delle unità allostratigrafiche, indicate a loro volta come le più adatte ne "La carta geologica di pianura in scala 1:50.000. Linee guida per il rilevamento e la cartografia" (BINI *et alii*, 1999). Senza entrare qui nel merito delle diverse argomentazioni a favore di una o dell'altra unità stratigrafica, si sottolinea come la questione fu risolta a favore delle UBSU nel documento "Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale" redatto da GALLUZZO *et alii* (2001). Oggi si può dire che l'utilizzo delle UBSU sia stato comunemente accettato, con notevoli vantaggi per lo studio dei depositi quaternari, le loro correlazioni e la comprensione dell'evoluzione morfo-strutturale dei bacini continentali.

Un intero capitolo viene dedicato ai criteri della Geologia strutturale, colmando una lacuna sicuramente presente in molte delle carte ufficiali precedenti. Oltre agli elementi planari tradizionali (stratificazione - con indicazione della pendenza misurata - e faglie), si aggiungono la foliazione e i giunti, mentre tra gli elementi lineari, oltre agli assi delle pieghe vengono indicati gli assi delle mesopieghe (con senso di asimmetria) e i vari tipi di lineazione. La maggiore importanza della Geologia strutturale nella nuova cartografia alla scala 1:50.000 trova espressione nella definizione di "unità tettonica", che diviene elemento fondamentale nella strutturazione delle legende dei fogli in aree fortemente/polideformate. Tra gli schemi a cornice dei fogli verranno poi generalmente inseriti gli schemi tettonici nei quali, in vari casi, i principali lineamenti saranno differenziati anche in base alla cronologia della deformazione.

Nel campo del Sedimentario, la Guida auspica l'integrazione della litostratigrafia con i criteri derivati dalla stratigrafia sequenziale, in particolare per le successioni torbiditiche e carbonatiche, mettendo in evidenza la necessità di individuare le superfici di inconformità e di massima ingressione marina o di brusco innalzamento del livello del mare e di un'attenta analisi di facies.

Una raccomandazione molto importante, con notevoli risvolti anche dal punto di vista applicativo, è quella relativa alla descrizione delle successioni torbiditiche silicoclastiche che deve essere basata, tra l'altro, sui rapporti arenaria/pelite. La conseguente suddivisione delle unità torbiditiche in più formazioni, membri, litofacies, litozone e livelli guida (vedi ad esempio i fogli dell'Appennino settentrionale) è stata poi determinante anche per comprendere l'assetto strutturale di ampi settori della catena. L'analisi di facies ha poi permesso l'individuazione e la differenziazione delle successioni carbonatiche deposte in diversi ambiti paleoambientali, permettendo, come ad esempio nei fogli abruzzesi, accurate ricostruzioni paleogeografiche.

Un intero capitolo viene dedicato anche alla cartografia del Quaternario continentale che, con il Progetto CARG, assume un'importanza analoga a quella del sub-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

strato. Dal punto di vista della pratica di rilevamento viene posta in evidenza l'importanza nella descrizione degli affioramenti e delle sezioni tipo, dell'analisi morfologica e morfostratigrafica, dell'analisi strutturale degli elementi neotettonici - con i risvolti sismotettonici, paleosismologici e di fagliazione superficiale.

Nella scelta delle unità stratigrafiche di riferimento, si riprende la questione discussa nel capitolo "Aspetti stratigrafici della guida", sottolineando come le UBSU possono essere utilizzate efficacemente in ambito cartografico procedendo con lievi ritocchi nella loro definizione, in particolare prevedendo la possibilità che i loro limiti siano localizzati e tracciati anche sulla base della continuità laterale dei corpi sedimentari. Raccomandazioni vengono poi date circa l'uso appropriato dei diversi gradi gerarchici (supersistema, sistema e subsistema).

Una parte è dedicata alle problematiche del rilevamento geologico in aree di pianura che, con il Progetto CARG, vedono aumentare considerevolmente la loro importanza e quindi le risorse, anche finanziarie, per il loro studio. La tematica viene successivamente sviluppata nelle già citate linee guida per le aree di pianura di BINI *et alii* (1999), dove vengono approfondite le indicazioni metodologiche per le datazioni, i rilievi di campagna, le indagini dirette (sondaggi) e

indirette (prove penetrometriche, geofisiche, ecc.), campionamenti e quant'altro necessario per realizzare una carta di superficie e ricostruire i corpi sedimentari in profondità. Per questi ultimi, se importanti dal punto di vista stratigrafico e sufficientemente documentati, le linee guida prevedono la possibilità di redigere un'apposita carta del sottosuolo. I fogli di pianura della Regione Emilia-Romagna - capo fila in questo ambito - hanno tutti una carta del sottosuolo alla scala 1:50.000 che accompagna la carta geologica di superficie (fig. 20, 21).

Infine, importanti indicazioni riguardano la descrizione delle unità cartografate e la loro rappresentazione cartografica che deve prevedere, oltre al colore di fondo dell'UBSU o dell'unità litostratigrafica, dei soprassegni che individuino le litofacies (alluvionali, lacustri, ecc.) oppure le litologie (sabbie, ghiaie, ecc.). In questo modo, i depositi quaternari assumono una precisa connotazione cronostatigrafica indicata dall'appartenenza a una determinata UBSU e una dettagliata rappresentazione litologica e ambientale, fondamentale anche per i fini applicativi.

Nel capitolo relativo al Vulcanico, particolare attenzione viene data dalla Guida ai criteri per il loro rilevamento che, partendo dalla ricostruzione del rilievo

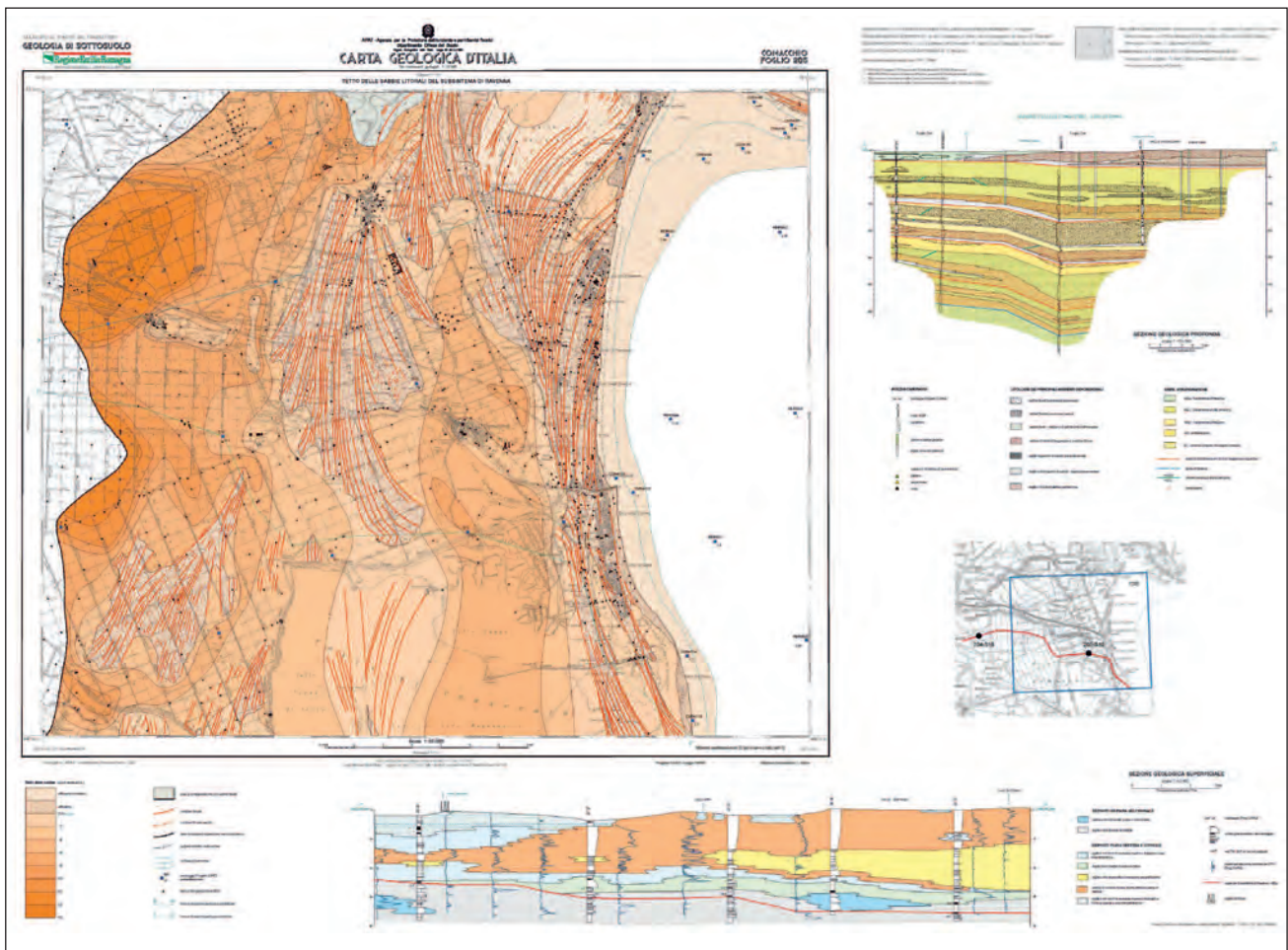


Fig. 20 - Geologia di sottosuolo, Foglio 205 Comacchio, 2009.
- Subsurface geology, sheet 205 Comacchio, 2009.

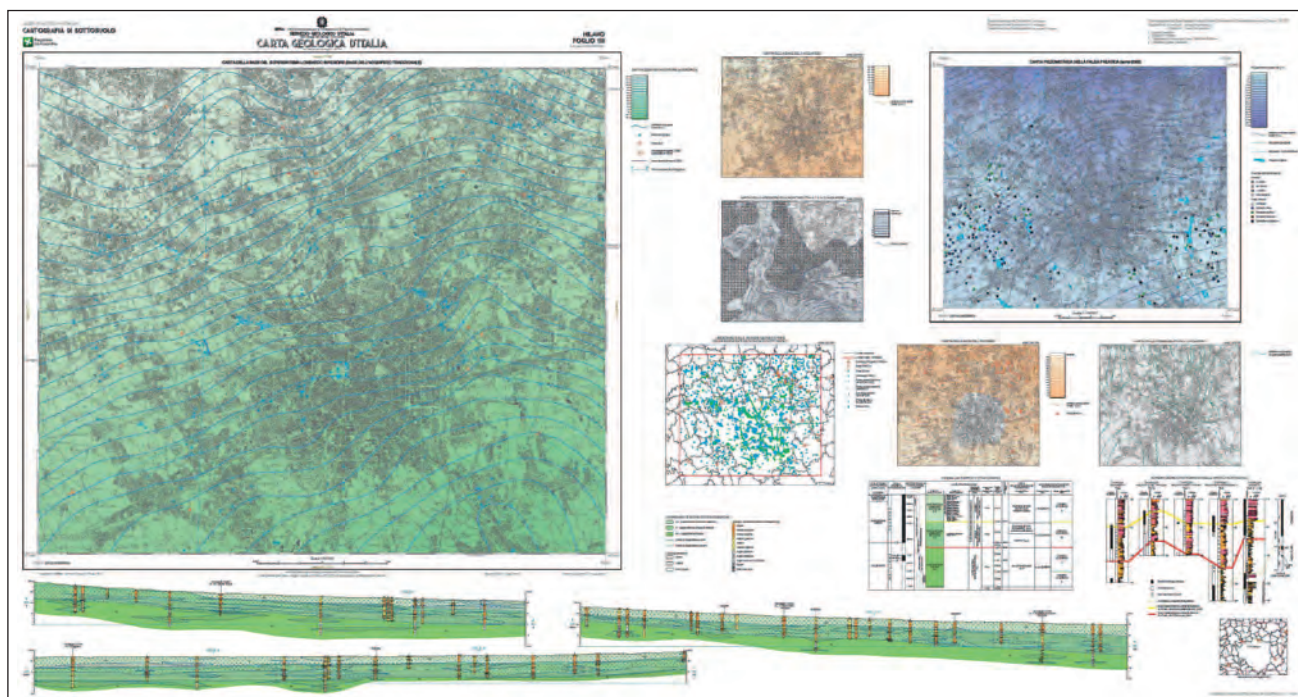


Fig. 21 – Cartografia di sottosuolo, Foglio 118 Milano, 2016. – *Subsurface cartography, sheet 118 Milano, 2016.*

pre-vulcanico, dovrà prendere in considerazione la geometria dei corpi vulcanici, iniziando dall'individuazione delle discontinuità maggiori per proseguire con quelle minori, più locali, esaminandone i caratteri litologici, strutturali e geocronologici, per arrivare all'individuazione e differenziazione delle varie unità che costituiscono le successioni vulcaniche e alla loro gerarchizzazione. Una particolare raccomandazione, di fatto poi raccolta durante la realizzazione dei fogli in aree vulcaniche, è rivolta allo studio dei depositi sedimentari legati al vulcanismo (epiclastiti, depositi da flusso, ecc.).

Dal punto di vista stratigrafico, si sottolinea l'esigenza che anche per la cartografia in aree vulcaniche vengano seguiti i codici stratigrafici vigenti invece che i criteri prevalentemente litologici e chimico-fisici adottati in precedenza. Come accennato sopra, viene raccomandato l'uso delle UBSU, senza escludere altri tipi di unità (litostratigrafiche, strati guida, ecc.) in particolari e specifici contesti. Importanti sono le indicazioni per il corretto utilizzo dei supersintemi, sintemi e subintemi, nonché delle unità litostratigrafiche e delle unità informali, tra le quali i litosomi.

La peculiarità delle rocce del Cristallino e il fatto che solo in alcuni casi obbediscano al principio di sovrapposizione, mentre in genere rispettano il principio di intersezione, fa sì che la Guida individui nelle unità litostratigrafiche le più adatte a rappresentare cartograficamente le rocce intrusive, metamorfiche e ofiolitiche. Si sottolinea la necessità di conoscere il contesto regionale e in particolare l'assetto strutturale, perché proprio sulle grandi unità tettoniche si devono basare le distinzioni cartografiche di primo livello. Un comune carattere dominante (es., sovrimpronta tettono-metamorfica) permetterà poi di raggruppare più

unità litostratigrafiche, che costituiranno le unità base del rilevamento di campagna. La Guida si sofferma poi sugli obiettivi della rappresentazione cartografica, sui criteri per la denominazione delle unità cartografate e sui contenuti della carta, differenziando tali argomenti per i corpi intrusivi, per le aureole metamorfiche di contatto, per i complessi metamorfici regionali e per le ofioliti.

Per quel che riguarda gli elementi di Geologia applicata che devono essere contenuti nella nuova cartografia alla scala 1:50.000, la Guida, pur ribadendo le ovvie differenze tra la carta geologica di base e le carte geotematiche, sottolinea come sarebbe altamente produttivo procedere al rilevamento congiunto di dati geologici e tematici. La carta geologica al 50.000 deve avere comunque un contenuto tematico minimo, che potrà però avere più spazio nella carta di rilevamento, che deve essere almeno alla scala 1:10.000, nelle Note illustrative e nella banca dati. Particolare enfasi viene data alla descrizione dei caratteri litologici, allo scopo di acquisire comunque informazioni utili dal punto di vista geotecnico. Per far questo la Guida raccomanda di descrivere già in legenda, oltre alle informazioni abituali su litologia, tessitura, stratificazione e rapporti giaciture, anche stato di fatturazione, cementazione e alterazione della roccia e, nelle unità torbiditiche, rapporto tra porzione competente e incompetente. Particolare attenzione deve essere data alle unità prevalentemente argillose, soprattutto se a struttura caotica. Importante è anche segnalare in carta le zone cataclastiche e le zone fortemente fratturate con indicazione delle famiglie principali di diaclasi. Corposa è la parte dedicata alle coperture detritiche, da rappresentare in base alla loro estensione e potenza, e ai fenomeni gravitativi, da distinguere in base al grado di attività: frana con indizi di

attività in atto, frana senza indizi di attività in atto, frana antica. Sulla carta devono essere riportate, per la loro importanza, anche le Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV), da rappresentare con apposito sovrassegno.

La Guida si sofferma poi sulle modalità di rappresentazione delle risorse del sottosuolo (attività esplorativa ed estrattiva), delle acque sotterranee (sorgenti e pozzi) e degli elementi geomorfologici, con cenni anche a quella che può essere definita “Geologia antropica”. Infine, si sottolinea l'importanza delle Note illustrative per contenere le informazioni che non è stato possibile mettere in carta: dalla descrizione delle frane più importanti e storiche ai dati sulla stabilità dei versanti e sull'erosione del suolo, dai fenomeni di subsidenza ai terremoti e ai fenomeni alluvionali più disastrosi, senza tralasciare stratigrafie di pozzi per acqua e idrocarburi, risorse del sottosuolo, dati idrogeologici, ecc. Da sottolineare che, in fase di redazione finale, alcuni fogli geologici comprendenti grandi città (es. Foglio 557 Cagliari), conterranno nelle Note illustrative parti dedicate specificamente alla Geologia urbana (fig. 22).

Come detto sopra, con il Progetto CARG le aree sommerse della piattaforma italiana diventano parte integrante delle carte geologiche alla scala 1:50.000. Per questo la Guida dà indicazioni sui criteri di Geologia marina da utilizzare per il rilevamento e la rappresentazione delle aree sommerse. Per prima cosa si sottolinea come nella cartografia alla scala 1:50.000 si debbano rappresentare le informazioni geologiche relative al fondo e all'immediato sottofondo marino, lasciando alla cartografia alla scala 1:250.000 – e a specifica normativa – la raccolta dei dati sulle strutture più profonde. Gli studi si baseranno sull'analisi di profili di sismica a riflessione i quali, realizzati a reticolo, permetteranno la ricostruzione tridimensionale delle unità sismo-stratigrafiche, gerarchizzabili in sequenze deposizioni, sistemi deposizionali e parasequenze sulla base dei principi della stratigrafia sequenziale. Dovendosi rappresentare solo la distribuzione dei litotipi superficiali, appartenenti alla sequenza deposizionale soprastante la superficie d'erosione creatasi 18.000-20.000 anni fa durante l'ultimo basso stazionamento del livello del mare, nel corso dell'ultima glaciazione,



Fig. 22 – Galleria dell'acquedotto sotterraneo di Cagliari.
– Cagliari's aqueduct tunnel.

la Guida enfatizza l'utilizzo di metodologie con massima risoluzione sismica. La descrizione dei sedimenti superficiali non consolidati deve comprendere fondamentalmente le caratteristiche tessiturali e il loro spessore, mentre i fondali rocciosi verranno caratterizzati secondo i criteri litostratigrafici analogamente a quanto avviene a terra. Sulla carta alla scala 1:50.000 devono essere rappresentati anche i principali elementi morfologici e tettonici, eventuali sorgenti e manifestazioni idrotermali e gassose, aree interessate da attività antropica, principali biocenosi significative e, in appositi schemi, le tracce dei rilievi acustici e dei punti di campionamento (con carotieri, benne, indagini dirette, ecc.). Da sottolineare che la Guida prevede che le Note illustrative contengano un intero e separato capitolo dedicato alle indagini di Geologia marina.

La Guida si conclude con un esteso Glossario e la Simbologia, nella quale spicca il gran numero di informazioni relative alla Geologia strutturale.

3.2. – AGGIORNAMENTI DELLA GUIDA AL RILEVAMENTO

Nel corso dei rilevamenti dei fogli è emersa l'esigenza di integrare in alcune parti la Guida al rilevamento, per renderla meglio rispondente a quanto richiesto dagli operatori che la sperimentavano, per chiarire in via definitiva alcune questioni rimaste in sospeso, per sopperire ad alcune carenze iniziali (vedi in questo senso anche le Linee guida per il rilevamento delle aree di pianura di BINI *et alii*, 1999, già citate). Il Servizio Geologico d'Italia ha così predisposto – sentito anche il Comitato geologico - e diffuso tra gli operatori nel corso degli anni, una serie di documenti, a valle di riunioni, incontri, discussioni, confronti, avvenuti anche in sede congressuale, che sono poi stati raccolti in un apposito Quaderno (GALLUZZO *et alii*, 2009). Di seguito sono esposti gli aspetti più importanti.

Il primo documento, dal titolo “Indicazioni per la compilazione della legenda” (GALLUZZO, 1999a), pone l'accento sulla necessità che le legende dei fogli abbiano un linguaggio non da specialisti ma facilmente comprensibile a tutti. La descrizione deve procedere per gradi, mettendo prioritariamente in evidenza i dati macroscopici generali (litologia, colore, spessore, geometrie, rapporti, ecc.) e successivamente le informazioni di maggior dettaglio. Le unità stratigrafiche devono essere elencate dalla più giovane alla più antica, anche nel caso di legende strutturate in unità tettoniche, nel qual caso si deve partire da quella più alta geometricamente.

Nel documento viene meglio esplicitato quanto già deciso nelle linee guida predisposte per la banca dati geologici (ARTIOLI *et alii*, 1997) circa l'uso delle sigle per l'individuazione univoca delle unità stratigrafiche: due lettere per gruppi e supersintemi; tre lettere per formazioni e sintemi; le tre lettere della formazione/sintema più un numero a pedice per membri e subsintemi; le tre lettere della formazione più una lettera a pedice per litofacies, strati, lenti, ecc. L'uso di sigle univoche per ogni unità stratigrafica, che riflette le nuove esigenze dettate dall'organizzazione delle

banche dati, opera un deciso cambiamento rispetto alle carte ufficiali precedenti, sia alla scala 100.000 che alla scala 1:50.000 pre-CARG. Da sottolineare che la Guida al rilevamento non dava indicazioni precise in tal senso, limitandosi a suggerire l'uso di sigle con riferimenti cronostratigrafici nella parte dedicata alla Scala geocronologica.

Il secondo documento, dal titolo "Indicazioni per compilazione delle note illustrative" (GALLUZZO, 1999b), fissa i capitoli minimi sui quali impostare la nota illustrativa di un foglio alla scala 1:50.000 e dà indicazioni generali sui possibili contenuti. Si sottolinea l'importanza delle note per riportarvi tutte le informazioni e le sintesi che non possono trovare posto sulla carta, utilizzando anche schemi, diagrammi, tabelle, foto e, se necessario, stralci di rilevamenti a scala maggiore del 50.000. In questo senso, la nota illustrativa diviene parte integrante del foglio. Da sottolineare l'importanza che viene data alla note illustrative come sede ideale per istituire nuove formazioni, proponendone la formalizzazione attraverso un *worksheet* (allegato al documento) messo a punto dalla Commissione Italiana di Stratigrafia della Società Geologica Italiana.

Con una successiva nota del 2001, viene richiesto agli operatori di inserire nelle note illustrative un *abstract* esteso e la legenda del foglio in inglese, al fine di rendere fruibili i documenti anche a un'utenza straniera.

Del 2001 è il documento "Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale" (GALLUZZO *et alii*, 2001), attraverso il quale, come detto sopra, viene presa la decisione definitiva a favore delle UBSU quali unità stratigrafiche che, per vari motivi, meglio permettono di rappresentare in carta le caratteristiche dei depositi e l'evoluzione dei bacini, nel rispetto dei dettami stratigrafici internazionali. Il documento dà anche indicazioni generali per la gerarchizzazione delle UBSU in rapporto all'estensione e importanza delle discontinuità che li delimitano: regionali per i supersintemi, a livello di bacini di asta fluviale per i sintemi e locali per i subsintemi.

Il documento poi cerca di mettere ordine sulle modalità di rappresentazione in legenda dei depositi di copertura recenti, sull'uso dei termini "unità non distinte in base al bacino di appartenenza" e "unità ubiquitarie", sulla rappresentazione delle coltri eluvio-colluviali (da riportare sul 50.000 solo se di una certa estensione e spessore importante, per non nascondere troppo il substrato) e sulla numerazione dei depositi terrazzati, in ordine crescente dal più giovane al più antico per facilitarne la correlazione e il coordinamento a scala di bacino.

Importanti sono poi le indicazioni sulle frane, per la rappresentazione delle quali non tutti i rilevatori avevano ben interpretato i dettami del Quadro 1, in particolare per quel che riguardava l'uso dei termini di corpo di frana "con indizi di evoluzione" e "senza indizi di evoluzione" in rapporto ai termini di "attivo" e "quiescente". Alcuni operatori, addirittura, ritenevano di non poter effettuare tali suddivisioni, essendo all'uopo necessari accurati studi che esulavano da quelli per una carta geologica. Il documento stabilisce che vengano rappresentati solo il "corpo di frana" e i

"corpo di frana antico", differenziati in base al colore rosso e azzurro del tegolato.

A quest'ultimo documento, seguono le "Indicazioni per la rappresentazione cartografica del Quaternario continentale" (GALLUZZO *et alii*, 2003), resesi necessarie in conseguenza delle nuove esigenze manifestate in sede di informatizzazione dei dati relativi ai depositi quaternari. Le innovazioni principali riguardano l'uso delle tessiture, inizialmente previste solo per i depositi alluvionali e ora estese anche ad altri tipi di deposito (eolico, lacustre, palustre, marino), e il loro colore, che diviene univocamente collegato alla genesi: rosso per i depositi di versante dovuti alla gravità, blu per i depositi fluviali, fluvioglaciali e di versante dovuti al dilavamento, viola per i depositi glaciali, azzurro per i depositi di origine marina, verde per i depositi di origine lacustre e palustre, bistro per i depositi eolici e grigio per i depositi di origine antropica.

Il documento mette anche ordine nelle sigle delle unità quaternarie da utilizzare in carta, modificando e integrando il "Dizionario delle Unità Quaternarie" del Quadro n. 6 (ARTIOLI *et alii*, 1997) e prevedendo accorgimenti per differenziare depositi senza una precisa connotazione stratigrafica, di uguale genesi ma di età differente.

Con il documento "Elementi di Geologia applicata sulle carte geologiche alla scala 1:50.000" (GALLUZZO, 2005), partendo dalla constatazione tra ciò che è stato correttamente fatto e ciò invece che è stato più o meno disatteso, si ribadisce l'importanza di rappresentare in carta e di descrivere nelle note illustrative gli elementi di Geologia applicata minimali indicati nel Quadro 1.

Nello stesso anno vengono predisposte anche le "Indicazioni per la cartografia delle aree vulcaniche" (RICCI & VITA, 2005), allo scopo di fornire un indirizzo metodologico più definito e chiaro in merito alla cartografia dei terreni vulcanici. Si ribadisce l'uso delle UBSU e la necessità di riconoscere l'importanza (estensione della superficie, evidenza, durata dello *hiatus*) delle discontinuità che le delimitano per definirne il rango. Le UBSU possono essere affiancate dalle unità litostratigrafiche, anche informali (ad es. i litosomi, utili per definire i differenti centri vulcanici). Il documento si sofferma anche sull'uso scorretto che in alcuni casi è stato fatto delle UBSU, suggerendo soluzioni alternative in accordo con i dettami della Stratigrafia. Si aggiungono indicazioni per una corretta nomenclatura e per una corretta assegnazione delle sigle, in particolare per la rappresentazione in carta e in banca dati dell'unità definita "insieme di colate".

Indicazioni vengono date anche per le note illustrative, nelle quali non può mancare una parte relativa alla pericolosità vulcanica nel caso di vulcani attivi, e per la classificazione delle rocce, basata sul diagramma TAS integrato dagli schemi proposti da INNOCENTI *et alii* (1999). Infine, vengono riportate le modifiche e integrazioni per quel che riguarda la simbologia degli elementi vulcanici. Al documento viene allegato un utile "Glossario dei termini utilizzati nella geologia del Vulcanico".

4. – BIOSTRATIGRAFIA

FIorentino A. (*), PAMPALONI M.L. (*),
PICHEZZI R.M. (*), ROSSI M. (*)

Nell'ambito del Progetto CARG il criterio seguito per il rilevamento geologico è quello litostratigrafico basato sulla distinzione in unità definite in base alle caratteristiche litologiche, paleontologiche, sedimentologiche, petrografiche e mineralogiche riconoscibili sul terreno. Viene quindi offerta agli operatori del progetto la possibilità di realizzare studi biostratigrafici in diverse aree della penisola strutturalmente molto diversificate, con successioni sedimentarie di età dal Paleozoico all'Attuale, deposte in ambienti che variano dalla piattaforma al bacino. Ciò ha comportato lo studio di aree geografiche e unità poco conosciute o non particolarmente consone a uno studio di grande dettaglio biostratigrafico a causa della scarsità di fossili o del loro stato di conservazione.

La biostratigrafia, insieme alla litostratigrafia e alla cronostratigrafia – geocronologia, è una delle categorie fondamentali della stratigrafia definite nel II Congresso Internazionale di Bologna nel 1881. Essa si occupa dello studio e distribuzione stratigrafica dei resti fossili presenti all'interno delle rocce sedimentarie e, al pari degli altri strumenti della geologia, è un elemento fondamentale e fondante nella definizione delle caratteristiche di una unità litostratigrafica. Sia il "Codice di Nomenclatura Stratigrafica" (CINS, AZZAROLI & CITA, 1968), sia l'"International Stratigraphic Guide" (ISG, HEDBERG, 1976), sia la "Guida Italiana alla Classificazione e alla Terminologia Stratigrafica" (GERMANI & ANGIOLINI, 2003), nonché la "Carta Geologica d'Italia – 1.50.00. Guida al rilevamento (PASQUARÈ *et alii*, 1992) considerano i fossili come un criterio utile per il riconoscimento delle unità litostratigrafiche come già avvenuto in passato per le formazioni storiche della geologia italiana (es. Rosso Ammonitico). Lo studio, sia sul terreno che in laboratorio, dei macro e microfossili riveste grande importanza in quanto, rappresentando la migliore testimonianza dell'evoluzione biologica ed essendo esclusivi di intervalli di tempo ben definiti, sono uno dei principali strumenti di datazione e di correlazione di unità appartenenti a bacini e regioni diverse.

Al fine di consentire l'archiviazione sistematica dei dati raccolti nel corso del rilevamento, nell'ambito della normativa e delle procedure del Progetto CARG, sono stati previsti studi biostratigrafici sulle unità cartografate nei fogli attraverso la raccolta di reperti fossili, di campioni litologici e di analisi su preparati per l'esame delle microfaccies e dei microfossili da conservarsi a documentazione del foglio. I dati relativi alla ubicazione e descrizione dei campioni prelevati nel corso del rilevamento, ai risultati delle analisi micro-macropaleontologiche e sedimentologiche, alle determinazioni biostratigrafiche e geocronologiche vengono poi inseriti nel database ASC (Automazione Schede Campione,

BATTAGLINI & CARTA, in questo volume) che si è rivelato uno strumento utile per la loro conservazione e in un prossimo futuro per la consultabilità e disponibilità presso l'intera comunità scientifica.

La classificazione biostratigrafica ha come scopo quello di suddividere e ricostruire una sezione stratigrafica per mezzo di unità biostratigrafiche in base al loro contenuto fossilifero. Si tratta di unità descrittive e la loro estensione temporale e geografica può variare nel tempo in base alle nuove conoscenze tassonomiche e alla distribuzione dei fossili. L'unità biostratigrafica fondamentale è la biozona, cioè un pacco di strati caratterizzato da un peculiare contenuto in fossili. Per la definizione di una unità biostratigrafica non ci si può riferire ad un singolo campione bensì a sezioni stratigrafiche.

La successione di biozone per una determinata provincia biogeografica per un determinato intervallo di tempo viene rappresentata in una scala biostratigrafica che al suo interno può comprendere diversi tipi di biozone. Attualmente si cerca di costruire scale biostratigrafiche integrate basate sulla correlazione tra bioeventi relativi a differenti gruppi fossili in modo che l'intervallo temporale al quale attribuire un corpo roccioso sia deducibile anche in assenza del gruppo fossile principale. Quando possibile le scale biostratigrafiche integrate sono calibrate col metodo magnetostratigrafico (es. scale basate su foraminiferi planctonici e nannofossili correlate alla scala magnetostratigrafica, fig. 23). Nell'ambito di un foglio geologico è quindi fondamentale indicare all'interno delle Note illustrative la scala biostratigrafica di riferimento al fine di agevolare una migliore correlazione tra i vari fogli. Per una maggiore omogeneizzazione dei dati è inoltre auspicabile, quando possibile, costruire una scala biostratigrafica regionale (es. CATANZARITI *et alii*, 2002; CHIOCCHINI *et alii*, 2008).

Nel corso del Progetto CARG, è stata privilegiata a fini biostratigrafici soprattutto l'analisi di microassociazioni, mentre altri ambiti della paleontologia sono stati approfonditi più di rado, specialmente per quanto riguarda i macrofossili. I principali gruppi di microfossili utilizzati sono: i foraminiferi planctonici e bentonici che insieme ai nannofossili sono risultati i più usati (figg. 24, 25), i macroforaminiferi, le calpionelle, i radiolari, gli ostracodi, i conodonti, le alghe calcaree e i pollini. Le analisi eseguite per ogni foglio riflettono in larga misura la composizione del gruppo di lavoro che lo ha realizzato; ne deriva una attenzione maggiore o esclusiva a alcuni intervalli di tempo e/o a singoli gruppi di fossili.

Le analisi micro e macropaleontologiche originali hanno permesso comunque di verificare l'affidabilità e la correlabilità di alcuni schemi biostratigrafici già pubblicati o di produrne di nuovi, come già avvenuto per alcuni fogli sperimentali alla scala 1:50.000 degli anni '70 (fogli 389 Anagni, ALBERTI *et alii*, 1975 e 376 Subiaco, DAMIANI *et alii*, 1998) o per il foglio 438 Bari (PIERI *et alii*, 2011) (fig. 26).

Gli schemi biostratigrafici ai quali viene fatto più frequentemente riferimento, oltre all'uso del volume *Plankton Stratigraphy* (BOLLI *et alii*, 1985), sono:

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

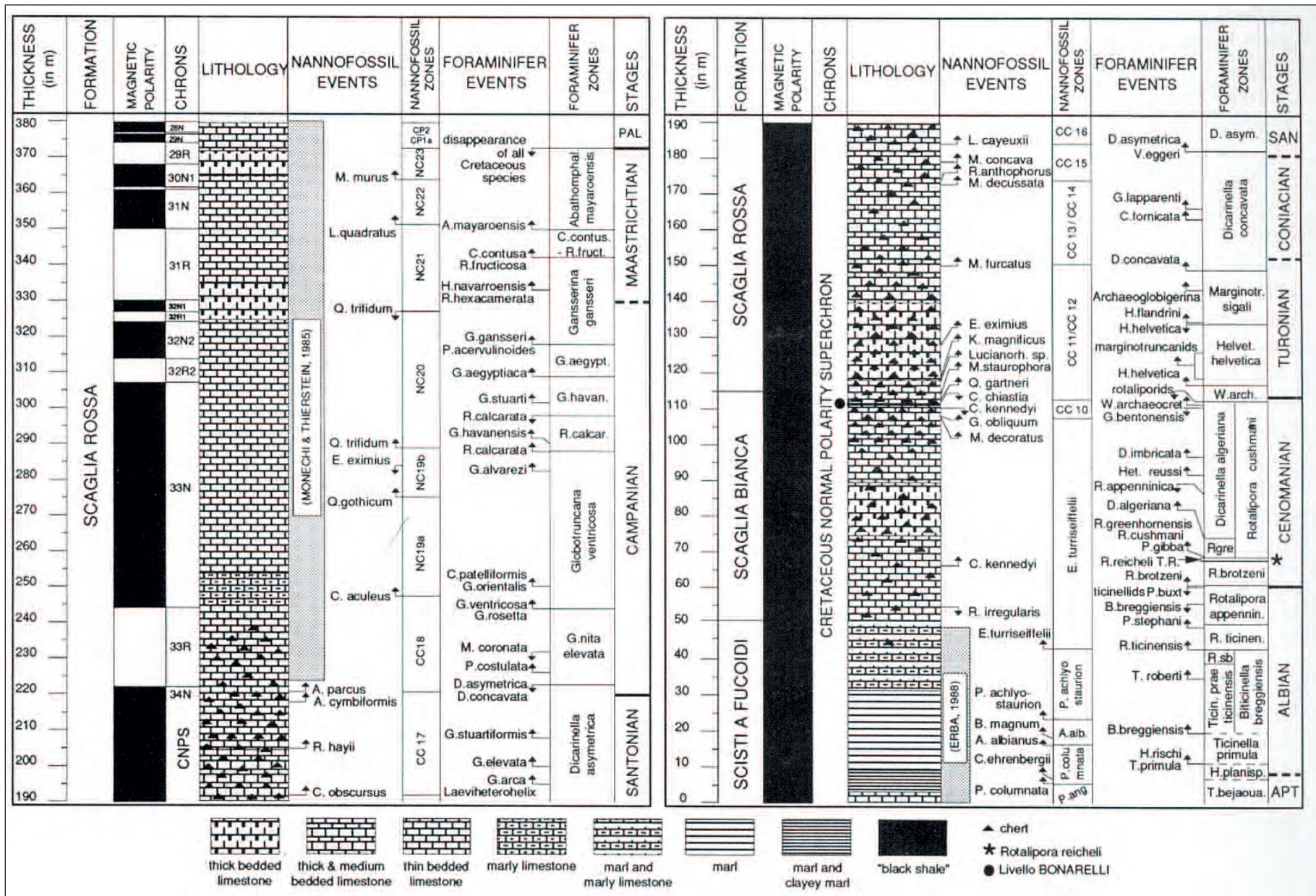


Fig. 23 - Schema crono-biostratigrafico integrato (da PREMOLI SILVA & SLITER, 1995).
 - Integrated chrono-biostratigraphic scheme (from PREMOLI SILVA & SLITER, 1995).

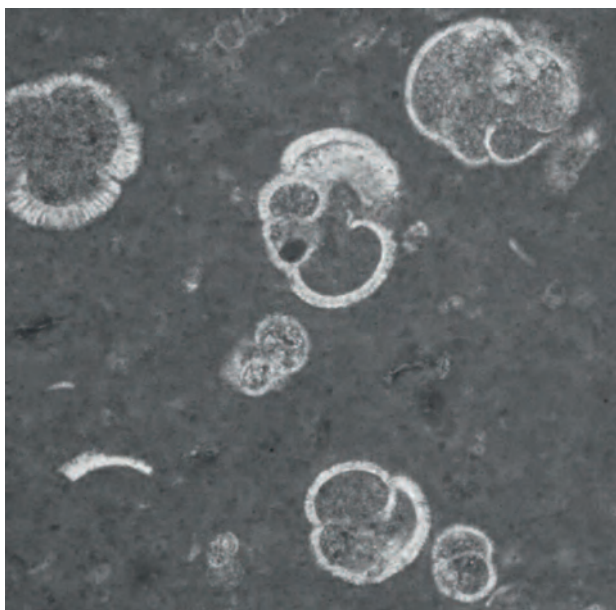


Fig. 24 - Microfacies a foraminiferi planctonici, scaglia variegata, foglio 280 Fossombrone.

- *Planktonic foraminifers microfacies, scaglia variegata, sheet 280 Fossombrone.*

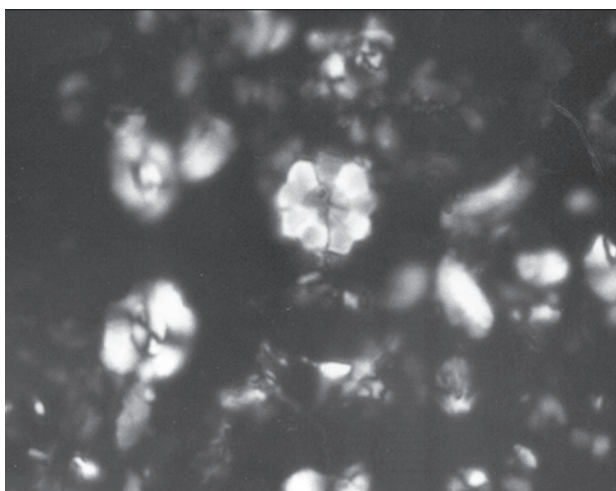


Fig. 25 - Associazione a nannofossili calcarei, Marne a Fucoidi, foglio 347 Rieti.

- *Calcareous nannofossil assemblage, Marne a Fucoidi, sheet 347 Rieti.*

a) per i nannofossili: per il Mesozoico MATTIOLI & ERBA (1999) e SISSINGH (1977); per il Terziario MARTINI (1971), con l'ulteriore adattamento Mediterraneo elaborato per l'Oligocene da CATANZARITI *et alii* (1997) e per l'Oligo-Miocene da FORNACIARI & RIO (1996) e FORNACIARI *et alii* (1996); Plio-Pleistocene RIO *et alii* (1990);

b) per i foraminiferi planctonici: per il Cretaceo PREMOLI SILVA & SLITER (1995), per il Paleocene e Eocene PREMOLI SILVA *et alii* (2003), per l'Oligocene IACCARINO & PREMOLI SILVA (2005), per il Mio-Pliocene IACCARINO (1985), IACCARINO & PREMOLI SILVA (2007) e SPROVIERI *et alii* (2002);

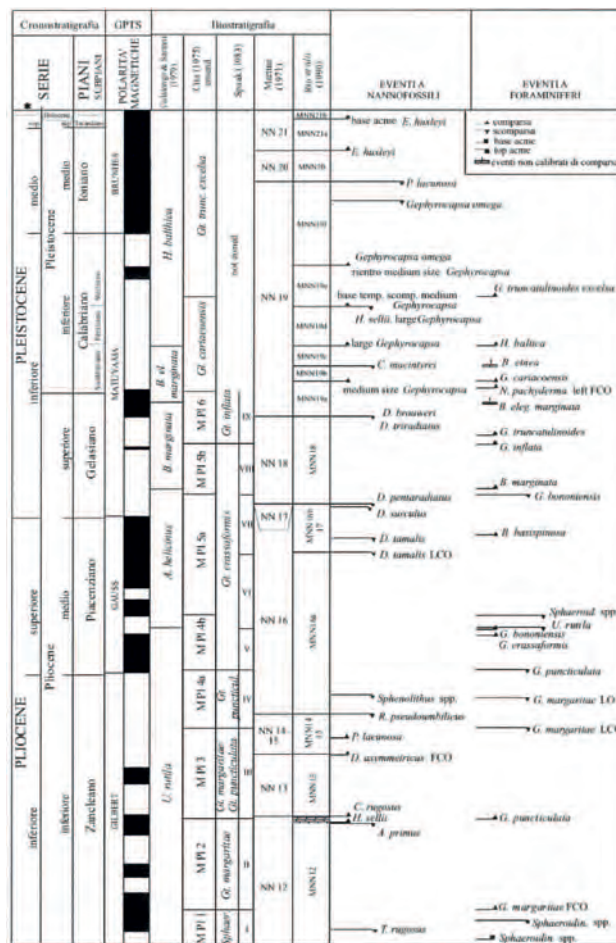


Fig. 26 - Schema biostratigrafico integrato (da PIERI *et alii*, 2011).
- *Integrated biostratigraphic scheme (from PIERI *et alii*, 2011).*

c) per le successioni di piattaforma carbonatica: DE CASTRO (1991), CHIOCCHINI *et alii* (1994), successivamente aggiornato e integrato da CHIOCCHINI *et alii* (2008), per il Mesozoico e SERRA-KIEL *et alii* (1998), per i macroforaminiferi del Terziario.

In molti casi si è fatto ricorso alla biostratigrafia solo quando rappresentava l'unico strumento per risolvere particolari problemi come la datazione e la successione di eventi tettonici. Sarebbe stato opportuno un maggiore coordinamento dei gruppi di lavoro, con una più stretta collaborazione tra biostratigrafi e rilevatori e anche tra gli stessi biostratigrafi operanti in fogli diversi, anche al fine di evitare discrepanze tra gli elaborati.

Sul modello di quanto già realizzato in altri paesi i dati in possesso del Servizio potrebbero essere implementati con l'integrazione di quelli provenienti da collezioni museali e/o universitarie. Successivamente si potrebbe prevedere di mettere in rete tutte le informazioni inserite condividendole con quelle delle banche dati di altri paesi europei, al fine di rendere consultabile un repertorio molto ampio relativo a una vasta area geografica e a successioni estremamente diversificate.

5. – GUIDA ITALIANA ALLA CLASSIFICAZIONE E ALLA TERMINOLOGIA STRATIGRAFICA E IL CATALOGO DELLE FORMAZIONI GEOLOGICHE ITALIANE

PAMPALONI M.L. (*), PICHEZZI R.M. (*)

A partire dal 1988, con l'inizio dei lavori del Progetto CARG, il progetto tuttora in corso per la realizzazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e della banca dati associata, il Servizio Geologico d'Italia ha sostenuto una serie di attività finalizzate alla definizione della normativa da adottare. Il Servizio Geologico, consapevole della rilevanza scientifica, della ricaduta delle scelte cartografiche a livello territoriale e delle difficoltà che un progetto di tale portata aveva in sé nell'omogeneizzare i dati prodotti a livello nazionale, ha promosso l'istituzione di Commissioni e Gruppi di lavoro nazionali per definire norme comuni e ampiamente accettate, in seguito pubblicate in 12 volumi nei Quaderni serie III.

Vale la pena ricordare che già a partire dalla fine degli anni '60 il Servizio Geologico d'Italia aveva disposto la realizzazione della normativa per la realizzazione di una prima tranche di 14 fogli geologici e geotematici sperimentali alla scala 1:50.000, proprio in previsione di un progetto cartografico unitario che avrebbe visto compiutamente la sua attuazione nel Progetto CARG. Era stata appena completata la Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, anche grazie alla consistente collaborazione scientifica e finanziaria di vari Istituti universitari ed Enti di Ricerca, oltre che a un finanziamento straordinario concesso per il decennio 1960-1970 (Legge 3 gennaio 1960, n. 15), e subito era apparso evidente come fosse necessario un nuovo progetto unitario ad una scala maggiore per rispondere alle nuove esigenze sociali di pianificazione territoriale, anche in considerazione delle tecniche scientifiche sempre più all'avanguardia nel campo delle Scienze della Terra, che proprio in quegli anni ricevevano un notevole impulso.

In quegli anni furono elaborate dal Servizio Geologico d'Italia, sempre con il contributo scientifico di Università, Enti di Ricerca e Gruppi di Lavoro, una serie di norme per la realizzazione della cartografia alla scala 1:50.000 tenendo conto delle esperienze acquisite durante i rilevamenti della cartografia geologica 1:100.000 e della preparazione dei primi fogli sperimentali. Questa attività normativa, attuata in stretta collaborazione con il Comitato Geologico, ha portato alla pubblicazione di numerosi documenti quali le *Norme generali per il rilevamento della Carta geologica alla scala 1:50.000* (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1976), lo "Schema cromatico per l'impianto colori" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1968-1980) ed il *Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica* (AZZAROLI & CITA, 1968). Tra il 1968 e il 1972 il Servizio Geologico d'Italia aveva inoltre pubblicato 6 fascicoli delle *Formazioni geologiche* sulla collana editoriale *Studi Illustrativi della Carta Geologica d'Italia* con l'intento di raccogliere le definizioni delle unità litostratigrafiche, uniformandone i criteri e il tipo di descrizione

secondo uno schema elaborato e ampiamente discusso in seno alla Commissione stratigrafica del Comitato geologico istituita nel 1968 proprio allo scopo di coordinare le attività stratigrafiche inerenti la cartografia geologica.

Per la realizzazione del progetto cartografico unitario alla scala 1:50.000 (CARG), così come già avvenuto alla fine degli '60 per la cartografia sperimentale alla scala 1:50.000 e alla luce delle nuove tecniche introdotte nella pratica stratigrafica a partire dalla fine degli anni '80, era necessario aggiornare il Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica (AZZAROLI & CITA, 1968) e realizzare un nuovo Catalogo delle formazioni geologiche italiane per definire e illustrare le formazioni da utilizzate durante le nuove attività di rilevamento. Questa esigenza era particolarmente sentita dal momento che era apparso chiaro quanto fosse necessario adeguare la normativa stratigrafica agli standard internazionali nell'ottica di trovare e adottare, nell'ambito della complessa costituzione geologica italiana, quelle soluzioni più utili e scientificamente valide per la loro rappresentazione.

A tal fine sono state promosse una serie di attività riguardanti la stratigrafia s.l. attraverso la stipula di Accordi di Programma e Convenzioni con il CNR e sotto la supervisione scientifica della Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) nella persona della Prof.ssa Maria Bianca Cita. Si vuole qui ricordare che la CIS è stata istituita nell'ambito della Società Geologica Italiana nel 1988 proprio per iniziativa del suo vicepresidente M.B. Cita, al fine di coordinare le attività italiane in campo stratigrafico.

Descriveremo qui di seguito sinteticamente i due documenti prodotti nell'ambito della collaborazione appena descritta.

La *Guida Italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica*, pubblicata sul volume 9 dei Quaderni serie III (GERMANI & ANGIOLINI, 2003) e disponibile *online* all'indirizzo <http://193.206.192.231/suolo/Accordocarg/default.htm>, ha reso accessibile il mondo della stratigrafia a tutti i ricercatori coinvolti negli studi e nella realizzazione della nuova cartografia finalizzata alla comprensione della complessa realtà geologica italiana.

La Guida, che si rifà alla seconda edizione dell'*International Stratigraphic Guide* (SALVADOR, 1994), rappresenta un utile strumento nella definizione e descrizione corretta di nuove unità stratigrafiche attraverso l'uso di procedure *standard*, relativamente alla terminologia e alla classificazione, valide per tutta la comunità scientifica italiana e soprattutto nella redazione della carta geologica e delle relative Note illustrative.

Rispetto alla prima edizione del "Codice Italiano di Nomenclatura Stratigrafica" di AZZAROLI & CITA (1968) la Guida si presenta rinnovata anche in virtù delle nuove tecniche introdotte nella pratica stratigrafica dalla fine degli anni '80; alcuni capitoli sono stati riscritti riportando le definizioni più aggiornate e la descrizione delle nuove metodologie di studio mentre altri sono stati inseriti ex novo (magnetostatigrafia, limiti inconformi, stratigrafia sequenziale, stratigrafia chimica, ciclostratigrafia orbitale). Interessanti inoltre sono i numerosi esempi tratti dalla geologia regionale italiana

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

al fine di migliorare la comprensione dei criteri adottati nel testo oltre che a dimostrare l'applicazione dei criteri e delle norme nel contesto geologico italiano.

La Guida è stata fatta circolare in tre diverse versioni preliminari tra esperti stratigrafi, rilevatori e docenti universitari che hanno profuso consigli e suggerimenti atti a migliorarne il contenuto, in modo da ottenere un documento ampiamente accettato dalla comunità scientifica italiana; successivamente così come già avvenuto per il citato Codice (AZZAROLI & CITA, 1968), è stata oggetto di un attento esame da parte dei componenti della Commissione Italiana di Stratigrafia che ne hanno licenziato la versione definitiva per la stampa.

Il *Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane* rappresenta l'aggiornamento, ragionato e illustrato, delle unità litostratigrafiche sedimentarie da utilizzare nell'ambito delle Scienze della Terra e nella rappresentazione cartografica del territorio nazionale. Sempre nell'ambito del coordinamento delle attività stratigrafiche è stata intrapresa anche la validazione delle unità litostratigrafiche in uso in Italia. Si tratta di un utile strumento di riferimento e di pronta consultazione circa le caratteristiche delle unità riconosciute sul terreno che fissa gli standard per la definizione di unità di nuova istituzione e i termini per l'eventuale revisione di unità già esistenti. Attraverso la definizione più completa delle unità litostratigrafiche rende inoltre più agevoli le correlazioni regionali, risolve incertezze e problemi nomenclaturali ed evita il proliferare di unità litostratigrafiche mal definite e poco utilizzate.

Attraverso il censimento e l'analisi ragionata delle unità litostratigrafiche sedimentarie cartografabili, proposte e utilizzate in articoli e carte dagli anni '70 al 2000, è stato possibile razionalizzare, catalogare e formalizzare un gran numero di unità litostratigrafiche, sia tra quelle già in uso in letteratura che di nuova definizione, nell'ambito dei rilevamenti per la realizzazione del Progetto CARG.

Per la realizzazione del Catalogo è stato necessario preparare, discutere e approvare un Piano Operativo di Lavoro che prevedeva l'impiego di contrattisti operanti presso le università di: Milano sotto la guida della Prof.ssa Maria Bianca Cita e del Prof. Maurizio Gaetani (relativamente alle unità litostratigrafiche affioranti in Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Veneto, Trentino - Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia, Sicilia), Firenze sotto la guida del Prof. Ernesto Abbate (regioni Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Marche, Umbria, Sardegna) e "La Sapienza" di Roma sotto la guida della Prof.ssa Maria Alessandra Conti (regioni Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria).

Inoltre molte schede sono state compilate da esperti stratigrafi delle diverse aree geologiche che hanno messo a disposizione della comunità scientifica la loro lunga e provata esperienza anche in occasione delle molteplici riunioni di coordinamento con i diversi Comitati d'Area del Progetto CARG.

Per la descrizione il più possibile oggettiva delle unità litostratigrafiche è stata elaborata una scheda (*worksheet*) (fig. 27) che si compone di due parti: la prima contiene le informazioni generali sull'unità e la descri-

NOME DELLA FORMAZIONE	
A. NOME DELLA FORMAZIONE:	
Sigla:	
Formalizzazione: <i>proposta. esclusa (unità informale). non indicata.</i>	
Autore/i:	
Riferimento bibliografico:	
Eventuali revisioni:	
Altri lavori:	
Unità di rango superiore:	
Unità di rango inferiore:	
B. CARTA GEOLOGICA NELLA QUALE COMPARE:	
Autore/i della carta:	
Data di pubblicazione:	
Scala della carta:	
Note illustrative di riferimento:	
Monografia allegata alla carta:	
C. SINONIMIE E PRIORITÀ:	
D. SEZIONE-TIPO: <i>Designata: Non designata</i>	
Foglio/Quadrante/Tavoletta/Sezione della sezione-tipo:	
Coordinate della base della sezione-tipo:	
Latitudine: <i>Longitudine:</i>	
Sezioni stratigrafiche di supporto:	
Affioramenti tipici:	
E. ESTENSIONE DEGLI AFFIORAMENTI: <i>meno di 10 kmq (desunta dall'area complessiva) tra 10 e 100 kmq (desunta dalla carta - cfr. B) oltre 100 kmq</i>	
Regione:	
F. CARATTERI LITologici DI TERRENO:	
CARATTERI LITologici DI LABORATORIO:	
G. SPESSORE DELL'UNITÀ E SUE VARIAZIONI:	
<i>Geometria esterna:</i>	
H. RAPPORTI STRATIGRAFICI	
Formazione/i sottostante/i:	
<i>Natura dei limiti:</i>	
<i>Criteri utilizzati per fissare i limiti:</i>	
<i>Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:</i>	
<i>Altre considerazioni:</i>	
Formazione/i sovrastante/i:	
<i>Natura dei limiti:</i>	
<i>Criteri utilizzati per fissare i limiti:</i>	
<i>Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:</i>	
<i>Altre considerazioni:</i>	
Formazione/i eteropica/e:	
<i>Natura dei limiti:</i>	
<i>Criteri utilizzati per fissare i limiti:</i>	
<i>Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:</i>	
<i>Altre considerazioni:</i>	
Formazione incassante:	
<i>Natura dei limiti:</i>	
<i>Criteri utilizzati per fissare i limiti:</i>	
<i>Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:</i>	
<i>Altre considerazioni:</i>	
I. FOSSILI:	
Macrofossili:	
Microfossili:	
L. ATTRIBUZIONE CRONOLOGICA	
<i>su base bio- o lito-stratigrafica:</i>	
<i>età radiometrica:</i>	
M. AMBIENTE DEPOSIZIONALE:	
N. DOMINIO PALEOGEOGRAFICO DI APPARTENENZA:	
O. UNITÀ STRUTTURALE DI APPARTENENZA:	
COMMENTI DI INTEGRAZIONE ALLE VOCI:	
OSSERVAZIONI DEL COMPILATORE:	
Bibliografia:	
Elenco allegati:	
WORKSHEET N°	
COMPILATORE:	
DATA DI COMPILAZIONE:	

Fig. 27 - *Worksheet*.

zione dei requisiti utili alla sua formalizzazione;

la seconda parte contiene la revisione critica di esperti regionali e stratigrafi nonché il giudizio finale della Commissione Italiana di Stratigrafia per la sua approvazione.

A seguito delle revisioni le unità sono state divise in tre categorie: formalizzabili, non formalizzabili (nomi da abbandonare) e in *stand-by* cioè non formalizzabili allo stato attuale delle conoscenze, ma da rivedere dopo opportune aggiunte e integrazioni.

Inoltre per le unità tradizionali, cioè quelle unità entrate ormai nell'uso comune ma non definite secondo la normativa standard, è stata creata una "testatina" ad hoc contenente le seguenti informazioni essenziali innanzitutto agli operatori del Progetto CARG: rango (gruppo, formazione, membro), età, regione, sigla, cartografia geologica alla scala 1:100.000 e alla scala 1:50.000 in cui affiora l'unità e area di affioramento, mentre la descrizione in affioramento dell'"*area tipo*" (descrizione litologica, limiti con le unità adiacenti, spessori, età, ecc.) ed altre indicazioni ritenute utili sono riportate nel testo a seguire.

Il Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane è pubblicato in 7 fascicoli sui Quaderni serie III del Servizio Geologico d'Italia (Unità Validate, Unità Non Validate e Unità Tradizionali).

È stato inoltre creato un database contenente il catalogo ragionato per età, regione, status e stato di avanzamento con accesso a tutte le schede compilate in formato .pdf comprese quelle non pubblicate sui Quaderni serie III. È possibile inoltre consultare e interrogare all'indirizzo <http://193.206.192.231/suolo/Accordo-carg/default.htm> il Catalogo *on-line* del materiale ricavato dalla letteratura geologica recente e meno recente e dai fogli Carg, archiviato e predisposto in apposite schede, corredate da testo e figure in formato .pdf e interrogabili secondo le seguenti chiavi di ricerca: nome, sigla, regione di affioramento, età, *status* della scheda, status della formazione e data di messa in rete della scheda (fig. 28).

In questa pagina è possibile interrogare l'archivio delle formazioni premendo il tasto "cerca".
Guida alle chiavi di ricerca

Accesso al Catalogo

Nome della formazione Qualifica

Sigla Servizio Geologico Nazionale Qualifica

Altre chiavi di ricerca

Regioni (sono consentite scelte multiple, se non si seleziona nessuna voce verranno considerate tutte le regioni)

Età (sono consentite scelte multiple, se non si seleziona nessuna voce verranno considerate tutte le età)

Localizzazione della scheda Qualifica

Data messa on line della scheda Qualifica

Data di messa in rete della scheda giorno anno mese giorno

Cerca Cancella

Fig. 28 – Schermata di consultazione del Catalogo online.
— Consultation screen of the online catalog.

6. - APPLICAZIONE SPERIMENTALE DELLA STRATIGRAFIA A LIMITI INCONFORMI PER LE AREE VULCANICHE

BONOMO R. (*), RICCI V. (*), VITA L. (*)

Nell'ambito del progetto di cartografia geologica nazionale alla scala 1:50.000 le aree vulcaniche quaternarie sono state per la prima volta rilevate e cartografate utilizzando la stratigrafia a limiti inconformi (UBSU o *Unconformity-Bounded Stratigraphic Units*). Le USBU rappresentano un tipo indipendente di unità stratigrafiche, individuate mediante le discontinuità che delimitano un corpo roccioso alla base e al tetto (cfr. ISSC, 1987; SALVADOR, 1994); sono quindi entità geometriche oggettive. Rappresentano in genere *hiatus* deposizionali che marcano eventi importanti nella storia geologica di un'area, attraverso superfici erosive, discordanze, paleosuoli e depositi epiclastici, che interrompono la successione dell'attività eruttiva. Possono contenere, sia in successione verticale che laterale, depositi o rocce di varia natura, identificati o meno in qualunque tipo di unità stratigrafica. Per tale motivo e per la loro estensione da un ambiente deposizionale ad un altro, costituiscono un potente strumento di correlazione e sintesi tra ambienti geologici diversi.

L'applicazione di tale innovativa metodologia stratigrafica è stata suggerita dalla Commissione Italiana per la Cartografia Geologica e Geomorfologica del CNR nelle Guida al Rilevamento per il CARG (PASQUARÉ *et alii*, 1992), come prioritaria ove possibile.

Le carte geologiche dei maggiori distretti vulcanici italiani pubblicate negli ultimi anni (Vesuvio: SANTACROCE & SBRANA, 2003; Vulture: GIANNANDREA *et alii*, 2006; Colli Albani: GIORDANO *et alii*, 2010; Ischia: REGIONE CAMPANIA, 2011; Etna: BRANCA *et alii*, 2015), nonché la carta geologica dell'area urbana di Roma (FUNICIELLO *et alii*, 2008), scaturiscono dall'applicazione della metodologia proposta in ambito CARG e da sintesi o approfondimenti stratigrafici dei rilievi realizzati per la nuova Carta Geologica d'Italia.

6.1. – CONFRONTO METODOLOGICO IN CORSO D'OPERA TRA GLI AUTORI DEI FOGLI CARG

L'esperienza progressivamente acquisita durante le fasi di realizzazione dei diversi Fogli e le problematiche emerse nella applicazione della metodologia alle diverse espressioni e contesti geodinamici del vulcanismo italiano, sono state messe in condivisione tra gli Autori dei Fogli e il Servizio Geologico d'Italia. Sono stati organizzati *workshop* (CARTA & LETTIERI, 2009), giornate di studio, incontri informali e seminari di campagna allo scopo di confrontare, e ove possibile uniformare, i criteri da ciascuno adottati nella interpretazione della metodologia proposta dalla Commissione CNR.

Questo confronto ha messo in luce applicazioni della metodologia qualche volta diversificate in fun-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

zione del contesto vulcanico da rappresentare. Si è ritenuto accettabile, in fase di sperimentazione, una certa elasticità nell'adattare alla realtà specifica un tipo di stratigrafia poco conosciuta e inedita per la cartografia geologica ufficiale dei depositi vulcanici quaternari. Sono state evidenziate le necessarie eccezioni da ricondurre alle peculiarità del vulcanismo italiano, che hanno comportato adattamenti per un uso maggiormente flessibile delle UBSU, in accordo con GERMANI & ANGIOLINI (2003), rispetto ai dettami relativi alla loro originaria adozione in ambiti di estese aree cratoniche. Si è comunque avuto cura di salvaguardare l'omogeneità stratigrafica a livello di distretto vulcanico.

Esperienze, singolarità e criteri derivanti da una prima fase sperimentale hanno trovato spazio nell'aggiornamento delle linee guida per il rilevamento delle aree vulcaniche del Progetto CARG (GALLUZZO *et alii*, 2009).

6.2. – DIVERSE APPLICAZIONI DELLA NORMATIVA

Nell'intraprendere il rilevamento dei Fogli gli Autori hanno avuto la possibilità di scegliere tra diversi strumenti stratigrafici: prioritariamente le UBSU (con il Sintema come unità base ed eventualmente Supersintema e Subsintema come rango gerarchico superiore e inferiore), ma anche le tradizionali unità litostratigrafiche e altre unità informali ritenute eventualmente utili a meglio descrivere la storia vulcanica di un'area, come litosomi, litofacies, livelli guida.

Per la rappresentazione delle aree vulcaniche sostanzialmente sono stati utilizzati tre tipi di approcci metodologici: l'esclusiva applicazione delle Unità a Limiti Inconformi (nei fogli Rionero in Vulture e Melfi); l'uso delle sole Unità Litostratigrafiche (es. fogli Orosei e Augusta); un approccio stratigrafico integrato con l'uso di UBSU, Unità Litostratigrafiche ed unità informali (fogli ricadenti nel distretto Etno, Ustica, Isole Pontine e i distretti della fascia peritirrenica). Ovviamente in ambito vulcanico le unità litostratigrafiche vengono spesso intese come associazioni di facies deposizionali, non avendo le caratteristiche di uniformità litologica e di estensione areale tipiche di quelle sedimentarie, essendo condizionate dal carattere episodico e dalla limitata continuità laterale dei depositi eruttivi.

6.3. – NOVITÀ E RISULTATI

I Fogli che interessano il vulcano del M. Vulture, (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, *in stampa*; PRINCIPE & GIANNANDREA, 2006, 2008) hanno dimostrato possibile utilizzare in maniera esclusiva unità a limiti inconformi, portando risultati innovativi e permettendo la completa integrazione a scala regionale della storia eruttiva del vulcano con le successioni sedimentarie (fig. 29). Le inconformità significative utilizzate per definire le UBSU rappresentano importanti *hiatus* deposizionali che hanno permesso di individuare unità con il rango di Sintema, se riconosciute alla scala del vulcano e/o degli estesi bacini sedimentari continentali confinanti con il vulcano, ovvero di Supersintema se estese a scala

regionale. Nello specifico, le superfici che individuano i supersintemi e alcuni sintemi sono in relazione a eventi connessi a fasi tettoniche e/o eustatiche. (SCHIATTARELLA *et alii*, 2005; PRINCIPE & GIANNANDREA, 2008).

Nella maggior parte dei Fogli vulcanici finora prodotti è stata adottata una metodologia stratigrafica che integra proficuamente le UBSU con le unità litostratigrafiche. Ulteriore novità è stata l'associazione di unità informali come i litosomi (intesi come corpi geneticamente omogenei, cartografabili e morfologicamente distinguibili; cfr. PASQUARÉ *et alii*, 1992; GALLUZZO *et alii*, 2009) a quelle formali. I litosomi si sono rivelati validi strumenti di sintesi nella ricostruzione della successione vulcanica di un determinato centro eruttivo e in alcuni casi anche nella rappresentazione cartografica.

Un esempio di stratigrafia così integrata è dato dai fogli 387 Albano Laziale (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009) e 446-447 Napoli (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, *in stampa*). Nella legenda del foglio Albano Laziale, le UBSU sono utilizzate generalmente come contenitori delle unità litostratigrafiche rappresentate in carta; la descrizione delle UBSU contiene informazioni indispensabili alla loro identificazione sul terreno: la natura della superficie, le sue variazioni laterali e le località di affioramento. Inoltre, gli Autori del Foglio hanno inserito l'interpretazione del fenomeno che le ha originate, nello specifico le variazioni eustatiche del livello marino (DE RITA & GIORDANO, 2009; DE RITA *et alii*, 2004). I litosomi non sono rappresentati con tasselli di legenda, ma sono stati comunque utilizzati per la sintesi dei rapporti stratigrafici riconducendo le singole unità litostratigrafiche ai diversi centri eruttivi che le hanno originate (fig. 30).

Nella legenda del foglio "Napoli" sono presenti come tasselli sia unità litostratigrafiche, sia litosomi, sia unità sintemiche (subsintemi), (fig. 31). Le unità sintemiche di rango maggiore (sintemi e supersintemi) costituiscono contenitori delle altre unità. I subsintemi sono stati cartografati per rappresentare successioni vulcano-sedimentarie o vulcanoclastiche distali, comprensive di depositi relativi a vari eventi eruttivi afferenti al sintema Vesuviano-Flegreo.

La nuova metodologia adottata nei Fogli in aree vulcaniche della Carta Geologica d'Italia ha costituito, nelle sue varie espressioni, un arricchimento di informazioni per le ricostruzioni stratigrafiche, mettendo in rilievo anche le fasi di non-deposizione, consentendo la loro correlazione con eventi tettonici e/o climatici a scala regionale e con eventi significativi alla scala del vulcano o dei bacini limitrofi. Anche nel caso di distretti vulcanici affiancati, i cui prodotti sono spesso interdigitati, è stato utile per le correlazioni avvalersi tra l'altro di *unconformity* rappresentate dalle superfici dei terrazzi marini, fluviali, ecc. Vi è quindi una maggiore integrazione tra gli aspetti specifici della geologia delle aree vulcaniche ed il mondo geologico circostante, che ha portato a considerare la storia vulcanica di un'area come elemento di un insieme geologico multifattoriale (come già evidenziato in DE RITA *et alii*, 2000).

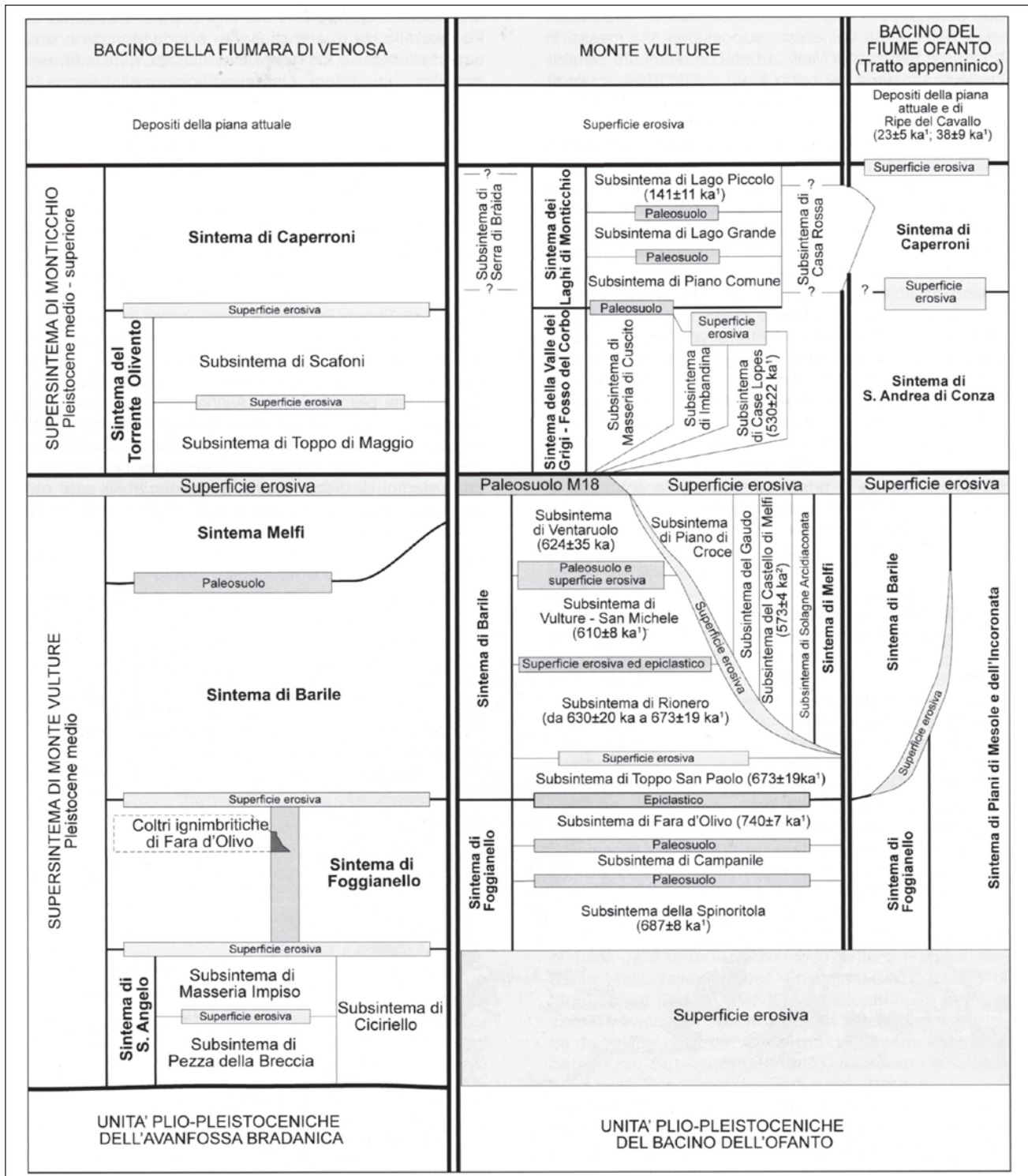


Fig. 29 – Schema stratigrafico delle unità sintematiche cartografate al M. Vulture e nei bacini idrografici del Fiume Ofanto e della Fiumara di Venosa (Fogli 451 Melfi e 452 Rionero in Vulture). Da PRINCIPE & GIANNANDREA, 2008.
 – Stratigraphic scheme of the UBSU of the Mt. Vulture and hydrographic basins of Ofanto river and Venosa torrent (sheets 451 Melfi and 452 Rionero in Vulture). From PRINCIPE & GIANNANDREA, 2008.

Infine, sulla base dell'esperienza finora acquisita nella realizzazione dei fogli in aree vulcaniche, si ritiene di poter sottolineare che solo dall'integrazione delle informazioni provenienti dalle diverse competenze (anche con l'ausilio dei livelli guida al di fuori della loro ristretta area di pertinenza) può nascere

un'architettura stratigrafica valida per un'intera area in studio. Ciò comporta anche che la scelta del rango da attribuire alle UBSU sia ragionevole rispetto alle discontinuità individuate nel rilevamento, così da evitare forti disomogeneità o incomparabilità gerarchiche fra settori adiacenti.

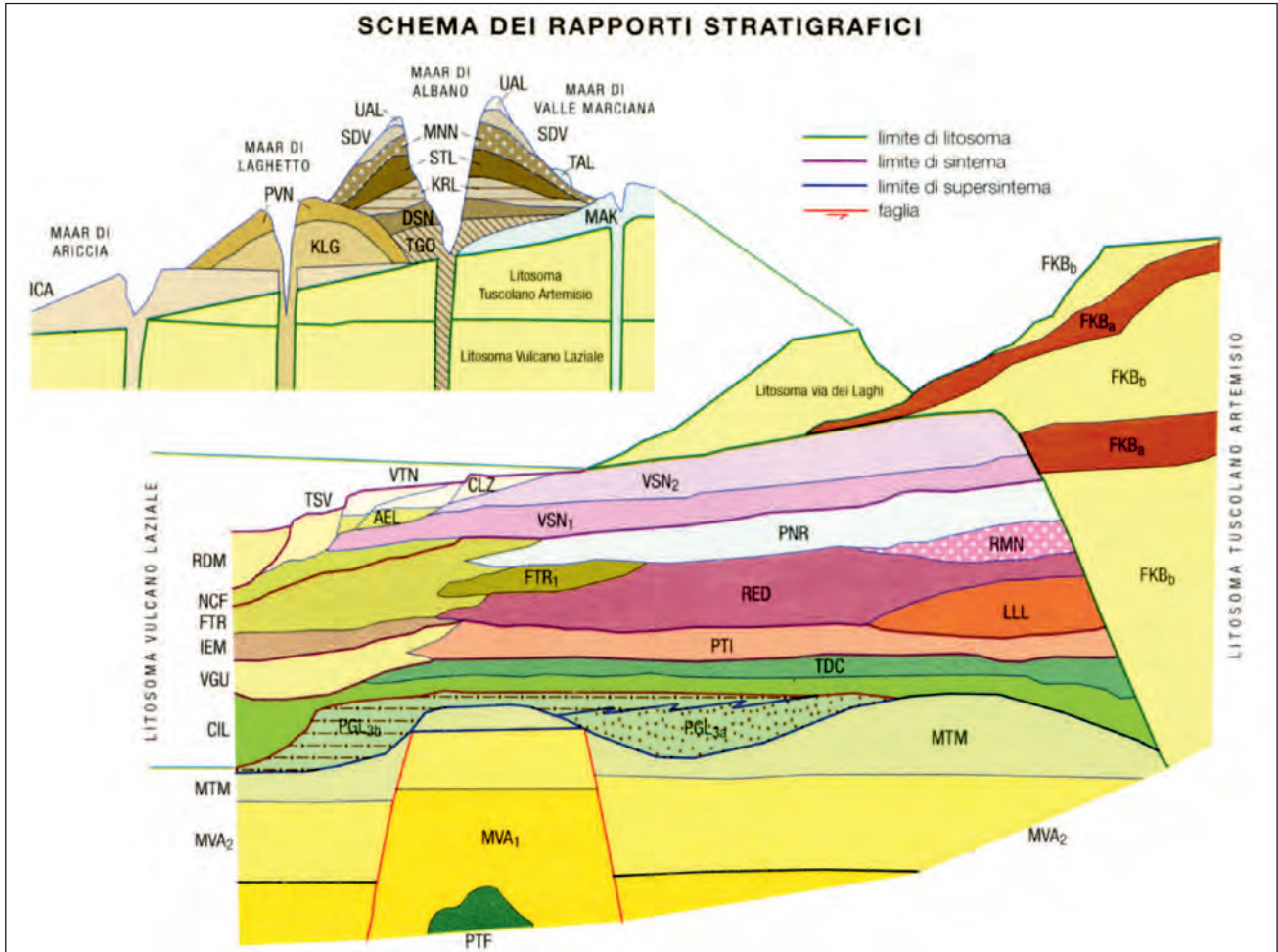


Fig. 30 – Schema dei rapporti stratigrafici tra le unità del Foglio 387 “Albano Laziale”.
– Stratigraphic relationship scheme among the units of Sheet 387 “Albano Laziale”.

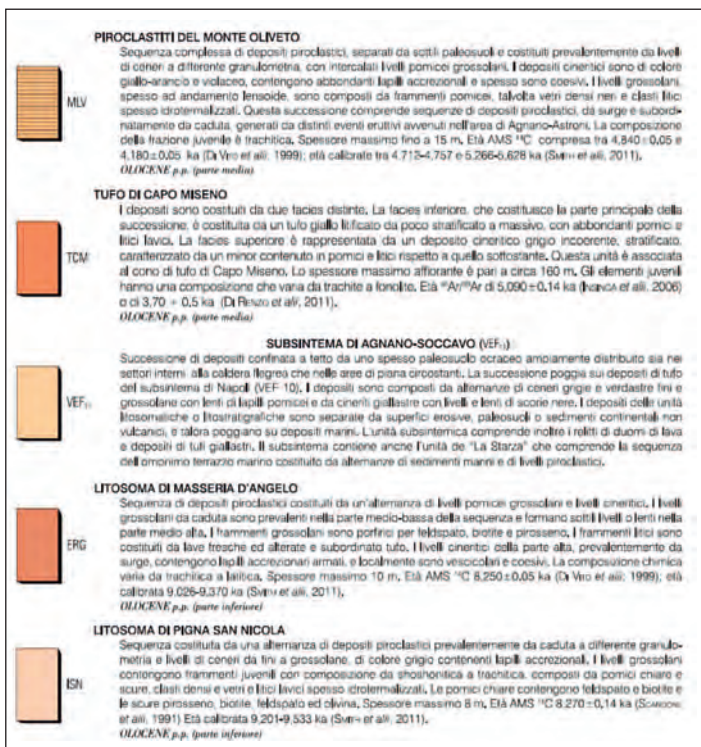


Fig. 31 – Stralcio di bozza di legenda del Foglio 446-447 Napoli.
– Detail from the proof copy of the legend of Sheet 446-447 Napoli.

7. – LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA DELLE AREE SOMMERSE NEL PROGETTO CARG

D'ANGELO S. (*)

7.1. – PREMESSA

Nella carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 la linea di costa rappresentava un limite delle aree rilevabili dal punto di vista geologico; i vecchi Fogli costieri mostravano vaste distese di mare azzurro, qualche volta variegato da tonalità diverse a seconda delle fasce batimetriche. Ma già alla fine degli anni '70 l'attenzione alla sedimentologia dei bassi fondali, stimolata dalla ricerca di sabbie metallifere, portò alla produzione di carte tematiche di supporto alla carta geologica di base, in aree sommerse di interesse minerario (MAINO *et alii*, 1983).

Nel frattempo però la geologia marina si affermava, grazie al rapido sviluppo della metodologia di rilevamento a mare. Dallo studio delle strutture profonde per le ricerche petrolifere si è passati a investigare, con la giusta risoluzione, la parte più superficiale delle successioni, utilizzando strumenti sempre più adatti allo studio dell'evoluzione geologica recente dei fondali marini.

7.2. – I PRIMI RILEVAMENTI DIRETTI E INDIRETTI

Negli anni '60, una piccola squadra di geologi subacquei del Servizio Geologico d'Italia ha iniziato ad investigare i fondali marini al largo dell'arcipelago toscano con gli strumenti, spesso personali, allora a disposizione (fig. 32).

Gli strumenti utilizzati per il rilevamento geologico subacqueo all'inizio degli anni '60 erano, seppure in versioni e materiali più antiquati, gli stessi usati attualmente: autorespiratori, maschera, bussola, profonditàmetro, martello, scalpello e lavagnetta (fig. 33).

Successivamente le potenzialità della ricerca in mare con l'aiuto di metodi indiretti (quali ecografi, sonar, geofoni, carotieri, benne, telecamere filo-guidate, ecc.) hanno subito una rapida evoluzione. Il CNR, dal 1976 al 1982, ha promosso il "Progetto finalizzato oceanografia e fondi marini", suddiviso in due sottoprogetti (Risorse minerarie e Gestione della piattaforma continentale). Il Servizio Geologico d'Italia ha partecipato a questo progetto nazionale formando un Gruppo per la geologia marina che ha continuato ad investigare i fondali marini su scala più ampia e con metodi indiretti. Gli inizi hanno avuto un che di pionieristico, in parte per quanto riguarda imprevidi nell'uso della strumentazione a volte sperimentale (come ad esempio l'uso di calze da donna per impedire la perdita della frazione più fine dei sedimenti in fondo al carotiere), ma soprattutto per quanto riguarda il posizionamento della nave. Prima dell'avvento del posizionamento satellitare la

nave veniva localizzata col metodo della triangolazione topografica, il che presupponeva che la nave dovesse essere sempre "a vista" e i topografi spesso appollaiati su uno scoglio dalla mattina alla sera (fig. 34).

7.3. – LA CONOSCENZA DELLE AREE MARINE NELL'AMBITO DEL RILEVAMENTO A SCALA NAZIONALE

Il Progetto CARG, e il passaggio del Servizio Geologico d'Italia dal contesto minerario a quello ambientale alla fine degli anni '80, ha impresso un notevole impulso agli studi di geologia delle aree marine, mettendo in evidenza la continuità degli elementi geologici, morfologici e tettonici tra aree emerse e sommerse e fornendo nuovi elementi all'interpretazione delle strutture geologiche.

Il rilevamento geologico sistematico delle aree marine prende avvio con la legge n. 183/89 sulla "Difesa del suolo". La cartografia geologica nazionale viene estesa per la prima volta anche alla piattaforma continentale e alle aree sommerse in generale.

Le aree sommerse ricadenti nel taglio dei fogli geologici sono state quindi considerate come una parte del territorio ed è stata riconosciuta la loro rilevanza per una più completa conoscenza geologica. La cartografia dei fondali marini cessa di essere considerata un tematismo e diventa parte integrante della conoscenza geologica di base (PASQUARÉ *et alii*, 1992) ⁽¹⁾.

La nuova carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 è pertanto un prodotto univoco e integrato, comprensivo sia delle aree emerse che di quelle sommerse: la linea di costa non costituisce un limite geologico (fig. 35).

Questa nuova concezione costituisce una vera "spinta culturale" nel campo della cartografia geologica e viene apprezzata anche in ambito internazionale. Dall'inizio del Progetto CARG la comunità dei geologi marini, nei vari istituti di ricerca italiani, si è evoluta intorno a un progetto di carattere nazionale, formando nuove figure di rilevatori e cartografi, esperti nel rilevamento strumentale e subacqueo e nella cartografia digitale.

Sono state definite delle linee guida per il rilevamento delle aree sommerse, che si aggiornano di pari passo con l'evoluzione degli strumenti di acquisizione, e tutelano la qualità scientifica dei dati rilevati. I criteri di cartografia applicati assicurano la coerenza interna dei fogli, permettendo la continuità dell'analisi geologica fra aree emerse e sommerse. Non per ultimo, la banca dati è stata concepita anch'essa in modo unitario e permette di includere ogni dato raccolto nel corso delle costose campagne di rilevamento a mare, senza costrizioni spazio-temporali: con l'organizzazione "per livelli" è possibile conservare anche quei dati che per sovrapposizione o discontinuità spaziale, non possono comparire contemporaneamente sulla carta ed è possibile ovviamente aggiornarli con nuovi dati.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Nella prima edizione delle Linee Guida per la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Quaderni serie III, 1992) erano già stati individuati i contenuti geologici necessari a descrivere le aree marine comprese nei Fogli.



Fig. 32 – Il primo gruppo di rilevamento cartografico geominerario subacqueo nelle acque dello Scoglio d’Africa (o Formiche di Montecristo - Toscana), 1967. Da sinistra: S. Giammarino (Univ. di Genova), L. Salvati, S. Barletta e G.L. Del Bono (Servizio Geologico d’Italia).
 – The first team of underwater geo-mining cartographic survey in the Scoglio d’Africa (Tuscany), 1967. From the left: S. Giammarino (Genova University), L. Salvati, S. Barletta e G.L. Del Bono (Geological Survey of Italy).



Fig. 34 – Una delle stazioni di posizionamento nave da terra col metodo della triangolazione con teodolite.

– Vessel positioning station from the ground with the theodolite triangulation method.

7.4. – LE LINEE GUIDA PER IL RILEVAMENTO E LA RAPPRESENTAZIONE DELLE AREE SOMMERSE

In conseguenza dell’articolata orogenesi, ancora attiva, e delle oscillazioni eustatiche del livello del mare in epoche recenti, sia l’assetto morfologico che quello geologico dei mari italiani risultano molto variabili all’interno del territorio sommerso nazionale, dando luogo a domini fisiografici peculiari e imponenti (fig. 36) e a caratteristiche geologiche che, pur se spesso nascoste a una investigazione diretta, chiariscono e completano i modelli interpretativi delle aree emerse. Ne sono un esempio l’estensione e la profondità dei corpi vulcanici dell’arco eoliano, se messe in relazione con la loro porzione emersa che costituisce l’arcipelago omonimo; oppure la costituzione del delta del Po durante i diversi cicli di regressione/trasgressione succedutisi nel Quaternario.

È stato necessario un grande lavoro di organizzazione e armonizzazione per garantire una uniformità di criteri nella rappresentazione di questi elementi; lavoro svolto all’inizio da una Commissione CNR/Servizio Geologico ⁽²⁾ e poi dal Gruppo di lavoro per la Geologia marina ⁽³⁾, fino alla pubblicazione delle “linee guida per il rilevamento geologico, la cartografia e l’informatizzazione dei dati delle aree marine” (BATTAGLINI & D’ANGELO, 2009).

Data la predominanza dei processi di deposizione nell’ambiente marino di piattaforma, l’analisi stratigrafico-sequenziale delle registrazioni geofisiche ha consentito di operare utili correlazioni con le UBSU riconosciute nello studio dei depositi del Quaternario



Fig. 33 – Il geologo subacqueo prende appunti sulla lavagnetta stagna, dopo aver fatto il punto con bussola e profundimetro.
 – The geologist diver takes notes on the watertight drawing tablet, after making the position with compass and depth gauge.

(2) Nel 1996 è stata istituita al CNR una Commissione di studio per la cartografia geologica marina, presieduta dal Prof. R. Catalano (Univ. Palermo), che ha prodotto un rapporto finale: “Linee guida al rilevamento geologico nelle aree marine da sottoporre al Servizio Geologico Italiano”. Il rapporto è stato redatto dai membri della Commissione di studio: R. Catalano, C. Bartolini, A. Fabbri, P. Lembo, M. Marani, E. Marsella, M. Roveri, A. Ulzega.

(3) Nel 2000 è stato istituito dal Servizio geologico d’Italia, su indicazione del Comitato Geologico (verbale n. 53 del 5/6 aprile 2000), il Gruppo di lavoro di geologia marina (GLM) coordinato da S. D’Angelo e costituito da un membro del Comitato Geologico e dai rappresentanti referenti per la geologia marina del progetto CARG. Scopo del GLM è stata la revisione della normativa per la cartografia geologica delle aree marine del Quaderno n.1 (1992), in base alle indicazioni della Commissione Catalano e all’esperienza sul campo dei Direttori di rilevamento CARG delle aree marine.



Fig. 35 – Sullo sfondo: stralcio del F. 197 Amalfi della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, 1965; in primo piano: stralcio del F. 486 Foce del Sele della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (2009).
 – On the background: part of the sheet Amalfi of the Italy's Geological Map at the 1:100,000 scale, 1965; on the foreground: part of the sheet Foce del Sele of the Italian Geological Map at the 1:50,000 scale (2009).

delle aree emerse. Il perfezionamento dei modelli digitali del terreno (DTM), ottenuti con i dati *Multibeam*, ha consentito lo studio geomorfologico di dettaglio delle aree erosive di scarpata e delle aree vulcaniche, mentre la tecnologia *Sidescan Sonar*, associata ai rilievi ROV (telecamere filoguidate) e ai campionamenti del fondale (carotaggi, bennate e dragaggi), ha assicurato una dettagliata cartografia dei sistemi deposizionali e una caratterizzazione sedimentologica dei fondali, oltre a una utile analisi della dinamica sedimentaria recente e attuale. Anche la mappatura delle principali biocenosi attuali, in particolare della Posidonia e del Coralligeno, ha fornito utili informazioni sulla composizione e sulle caratteristiche fisiche dei sedimenti ad esse associati (fig. 37).

Gli elementi fondamentali, relativi alle aree sommerse, contenuti nella carta geologica alla scala 1:50.000 sono:

- caratterizzazione stratigrafica e sedimentologica dei fondali;
- dati batimetrici;
- dati morfologici;
- dati tettonici;
- dati e sintesi stratigrafiche;
- dati e sintesi del substrato roccioso;
- correlazioni con le UBSU;
- tipologia e ubicazione dei campionamenti e delle indagini geofisiche.

7.5. – LE DIVERSE CARATTERISTICHE DELLE AREE SOMMERSE ITALIANE

Dalla lettura delle carte geologiche comprensive di aree sommerse si possono ricavare delle interessanti conclusioni. Si analizzano qui alcuni esempi delle diverse situazioni geologiche e fisiografiche rappresentati nelle carte geologiche alla scala 1:50.000 pubblicate.

Il Foglio 486 Foce del Sele (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009a), in cui l'area sommersa occupa una parte preponderante, rappresenta il lembo più esterno della Piana del Sele, dove affiorano depositi continentali di ambiente fluviale e marino-costiero del Pleistocene medio - Olocene e una piattaforma continentale piuttosto estesa. I depositi vengono distinti in unità litologiche, suddivise nell'area emersa in sistemi secondo i principi delle UBSU e inquadrati nell'area sommersa secondo i principi della stratigrafia sequenziale. Le sezioni geologiche che tagliano sia la parte emersa che quella sommersa, e il blocco-diagramma riportati a bordo carta illustrano, grazie all'ausilio delle registrazioni sismiche a mare, i rapporti geometrici fra le unità che si sono succedute e intersecate durante le oscillazioni eustatiche tardo pleistoceniche - oloceniche. I principali elementi geomorfologici riconosciuti nell'area sommersa (onde di sedimento, *megaripple*, linee di drenaggio) mostrano un vivace dinamismo delle correnti di fondo nella parte



Fig. 36 – Rilievo ombreggiato dei mari italiani; stralcio da: HEEZEN & HARP (1965) - The Floor of the Oceans Map. Geological Society of America. - Shaded relief of the Italian Seas; part of : HEEZEN & HARP (1965) - The Floor of the Oceans Map. Geological Society of America.



Fig. 37 – *Posidonia oceanica* e concrezioni coralligene ai piedi di una falesia sommersa nell'Isola di Procida (foto M. Putignano). (REGIONE CAMPANIA, 2012). - *Posidonia oceanica* and coralligenous concretions at the foot of a submerged cliff in the Isle of Procida (photo M. Putignano).

esterna della piattaforma. L'affioramento di depositi del *systems tracts* di basso stazionamento e di caduta nella parte alta della scarpata continentale a sud del foglio indica una diminuzione di apporti terrigeni dall'entroterra e una generale spostamento dell'accumulo di sedimenti attuali verso nord (fig. 38).

Il Foglio 258-271 San Remo (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2010) rappresenta unità tettoniche che testimoniano le ultime fasi dell'orogenesi alpina, orlate da una piattaforma continentale poco estesa e articolata, interessata da movimenti di massa e interrotta da canyon attivi. Lo schema morfologico a margine del foglio,

ricavato da un DTM, mostra come questa piattaforma si sia imposta direttamente su un versante molto ripido delle Alpi Marittime. I sistemi deposizionali nelle aree sommerse seguono le articolazioni del substrato, interessato da diverse fasi deformative che arrivano fino al Pliocene e da una neotettonica evidente nelle morfostutture che ricadono nella scarpata (testate di canyon in rapida erosione, scarpate rettilinee, frane sottomarine) (fig. 39).

L'assetto fisiografico dell'area marino-costiera del Foglio 428 Arzachena (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2005) risente della sommersione di valli e ambiti costieri pre-tirreniani, con l'impostazione delle insenature a rias e dell'Arcipelago della Maddalena. La mappa a bordo foglio delle investigazioni sismiche e dei punti di campionamento testimonia la necessità di integrare diversi metodi di rilevamento nelle aree sommerse (*Sidescan Sonar*, campionature mirate e rilievo subacqueo nelle aree sottocosta più articolate, *Subbottom Profiler*, *Sparker* e ben-nate correlate nelle aree di piattaforma). La distribuzione dei sedimenti indica nella parte prossimale una sedimentazione terrigena e una dispersione dei sedimenti, ad opera delle correnti di fondo e della dinamica delle masse d'acqua mobilizzate dalle mareggiate lungo i canali tra le isole. Nella parte distale la sedimentazione è più scarsa e si imposta su una morfologia attualmente molto regolare, dove però le linee di uguale spessore (isopache) dei sedimenti olocenici indicano, al di sotto dei sedimenti attuali, la presenza di grandi depressioni in corrispondenza delle principali insenature, dovute a processi erosivi avvenuti durante la regressione würmiana (fig. 40).

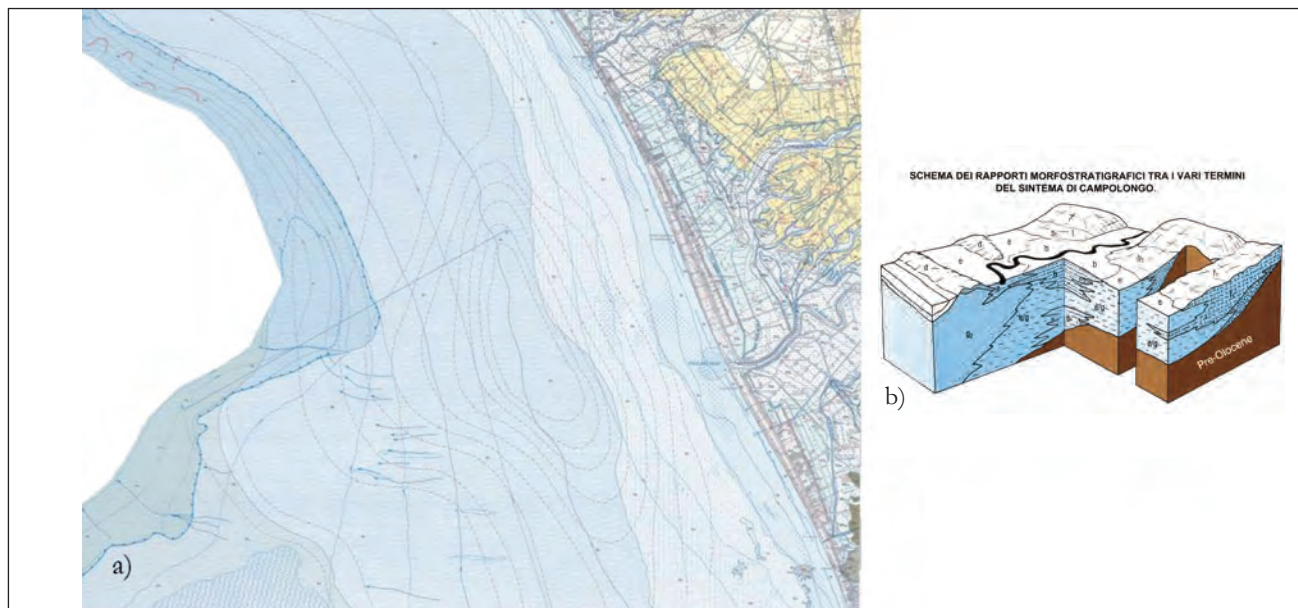


Fig. 38 – a) Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - F. 486 Foce del Sele; b) blocco diagramma dei rapporti stratigrafici.
 – a) *Italy's Geological Map at the 1:50,000 scale – sheet N. 486 Foce del Sele*; b) *block diagram of stratigraphic relationships.*

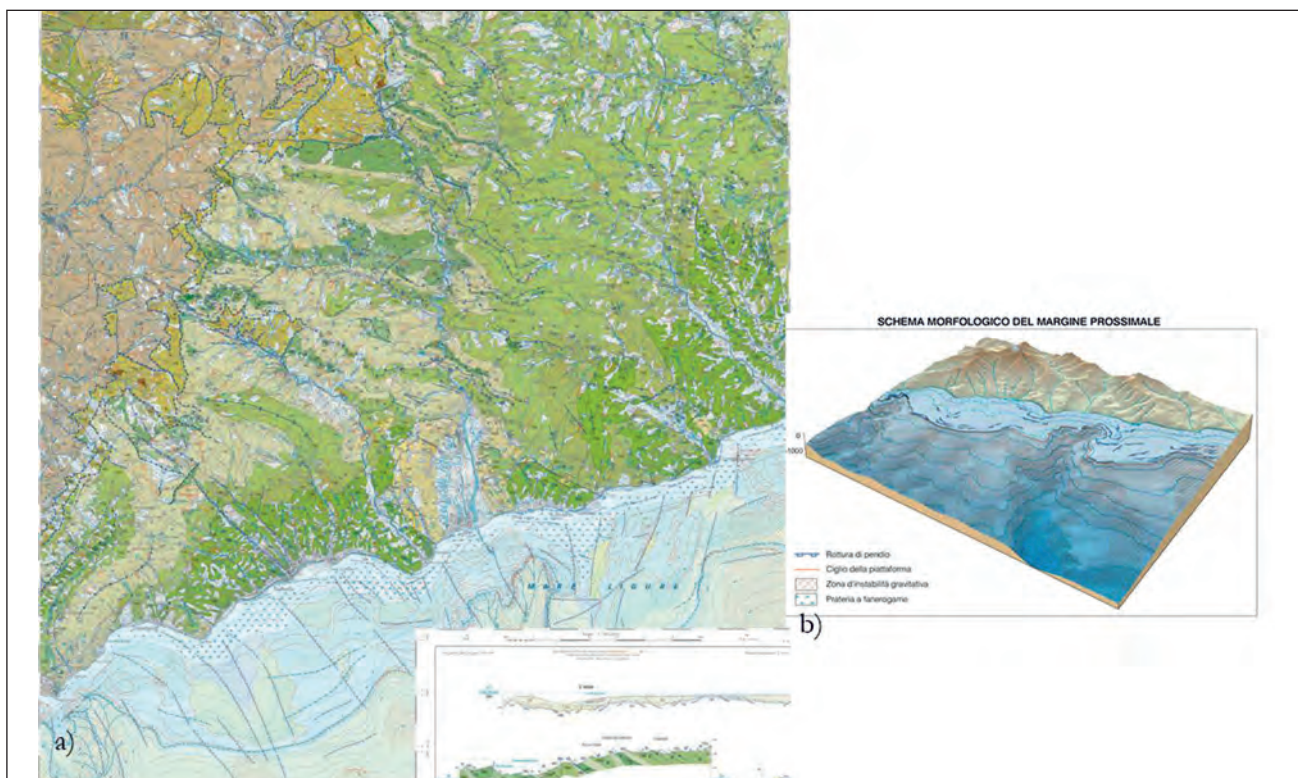


Fig. 39 – a) Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - F. 258-271 San Remo; b) blocco diagramma del DTM interpretato.
 – a) *Italy's Geological Map at the 1:50,000 scale – sheet N. 258-271 San Remo*; b) *block diagram of the interpreted DTM.*

Nel Foglio 99 Iseo (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2011) sono state investigate e cartografate anche le aree sommerse dell'omonimo Lago, i cui sedimenti sono stati descritti come unità litologiche inquadrare stratigraficamente secondo il principio delle UBSU, in continuità con i depositi rappresentati nella parte emersa.

7.6. – LA CARTOGRAFIA DELLE AREE SOMMERSE

La scala 1:50.000 si è rivelata la più idonea, anche per le aree marine, ad illustrare, con un dettaglio utile ai geologi operanti in diversi settori, le caratteristiche salienti dei fondali marini; in base ad essa è più immediato organizzare in maniera mirata ulteriori e più ap-

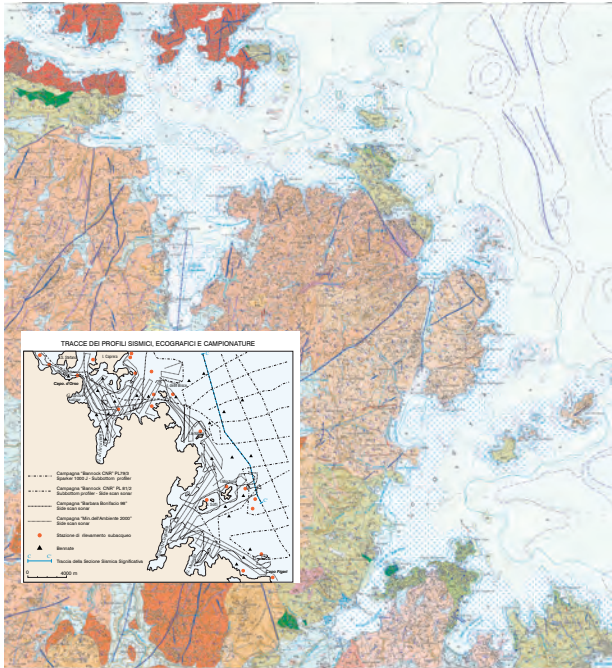


Fig. 40 – Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - F. 428 "Arzachena" e schema della tipologia e localizzazione delle indagini a mare.
– Italy's Geological Map at the 1:50,000 scale – sheet N. 428 "Arzachena" and typology and position of the survey at sea.

profonditi programmi di indagine in ambiente marino-costiero. Le informazioni che si ricavano dalla carta, ma anche dalle note illustrative e soprattutto dalla banca dati, danno preziose indicazioni ad esperti o utenti di altre discipline che orbitano intorno al tema "mare": la conoscenza "istituzionale" della geologia dei fondali marini è stata, ad esempio, fondamentale nella definizione dello "stato del mare" nell'ambito della Direttiva Quadro dell'UE sulle "strategie marine".

Le attività di cartografia geologica marina del Servizio Geologico d'Italia si sono estese anche ad altre scale di rappresentazione. È stata realizzata una "Carta geologica dei Mari italiani alla scala 1:250.000" dell'Adriatico (D'ANGELO & FIORENTINO, questo volume) e si è contribuito alla redazione di "Linee guida per il rilevamento geologico subacqueo alla scala 1:10.000" della Regione Campania (MONTI *et alii*, 2003). Il principio di correlazione terra-mare caratterizza anche la Carta geologica del Geoparco del Cilento, Vallo di Diano e Alburni alla scala 1:110.000 che include i paesaggi sottomarini e il dettaglio dell'Area marina protetta di Santa Maria di Castellabate, alla scala 1:30.000 (LETTIERI & MURARO, questo volume; ISPRA & PARCO NAZIONALE DEL CILENTO, 2013). Infine, il Servizio Geologico d'Italia contribuisce alla stesura di una cartografia geologica numerica dei fondali marini d'Europa alla scala 1:250.000 nell'ambito del Progetto Europeo EMODNet Geology.

In tutti questi casi l'impostazione concettuale delle linee guida per le aree marine della nuova carta geologica d'Italia si è rivelata esaustiva ed efficace, capace di adattarsi ai diversi ambiti della cartografia geologica delle aree sommerse.

8. – STUDIO E RAPPRESENTAZIONE DEI DEPOSITI QUATERNARI NELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA AL 50.000

CHIARINI E. (*), LA POSTA E. (*)

L'interesse per lo studio dei depositi del Quaternario rappresenta senza dubbio l'elemento di maggiore novità nella Carta Geologica d'Italia al 50.000.

Nei tre anni di dibattito all'interno della comunità scientifica, necessari per la stesura del Quaderno n. 1 del Progetto CARG (PASQUARÈ *et alii*, 1992), la Commissione per la Cartografia Geologica e Geomorfologica, presieduta dal Prof. Pasquarè, ha coinvolto i maggiori esperti delle diverse tematiche che ruotano intorno al complesso tema della geologia del Quaternario a scala nazionale. L'intento era quello di restituire ad una materia alquanto trascurata nella precedente edizione della cartografia al 100.000 pari dignità rispetto alla geologia del substrato, per il suo interesse scientifico ed applicativo e in quanto irrinunciabile supporto nell'elaborazione di modelli evolutivi multidisciplinari.

Occorre ricordare che nel 2009 l'*Executive Committee* della *International Union of Geological Sciences* (IUGS), su sollecitazione della *International Commission on Stratigraphy* (ICS), ha ratificato lo spostamento della base del Sistema Quaternario da 1.8 Ma a 2.58 Ma (FINNEY, 2010), estendendo notevolmente l'ambito di ricerca degli specialisti.

Complessità dei rapporti stratigrafici, accentuate variazioni verticali e laterali di facies, spessore frequentemente modesto e distribuzione areale frammentaria, sia per l'originaria discontinuità delle aree di accumulo, sia per successivi fenomeni erosivi, condizionano le scelte metodologiche ed il livello di dettaglio necessari per il rilevamento e lo studio dei corpi geologici continentali.

Per affrontare simili peculiarità occorre battere a tappeto il territorio, perché i corpi quaternari hanno limiti non estrapolabili, diversamente dalle unità del substrato, ed è necessaria una nuova figura di rilevatore che, oltre ad avere esperienza nel rilevamento tradizionale e nella fotointerpretazione, abbia un adeguato bagaglio culturale con competenze nella sedimentologia dei depositi continentali e costieri, geomorfologia, paleontologia, geocronologia, tefrostratigrafia, pedologia, paleobotanica e palinologia, che gli consentano di ricostruire l'ambiente di sedimentazione ed il contesto paleoclimatico e geocronologico. L'analisi geomorfologica, in particolare, è uno strumento fondamentale nello studio dei depositi quaternari, in quanto permette di tener conto degli elementi fisici e di riferirli ad un ambito paleogeografico, anche se occorre la massima cautela nel dedurre natura ed estensione di un corpo sedimentario antico basandosi unicamente su considerazioni

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

morfologiche o sulla fotointerpretazione, soprattutto quando il limite superiore delle unità coincide con la superficie topografica attuale. Ci si riferisce ad esempio agli ambienti costieri ed alluvionali, in cui le superfici terrazzate possono sottendere unità diverse o addirittura il substrato e quindi non costituire il limite stratigrafico dell'unità. Il rilevamento di campagna e i successivi studi multidisciplinari sono pertanto imprescindibili per una corretta analisi e rappresentazione cartografica dei depositi quaternari.

Lo studio dei depositi continentali deve necessariamente estendersi alle aree di provenienza dei sedimenti e, per la ricostruzione del quadro stratigrafico dell'intero bacino, anche oltre i limiti del singolo foglio; le discontinuità limite principali possono essere individuate solo in una fase avanzata del rilevamento, dopo aver acquisito un'ottima conoscenza della geometria e dei rapporti tra i singoli corpi, in alcuni casi studiati per la prima volta.

Le unità stratigrafiche di riferimento per il Quaternario dovranno essere in grado di rappresentare corpi geologici discontinui, delimitati da superfici diacrone; successioni complesse, caratterizzate da litologie monotone spesso prodotte da distinti eventi deposizionali, che possono essere individuati solo attraverso il riconoscimento delle discontinuità erosive che li delimitano. Le unità litostratigrafiche, utilizzate anche per il Quaternario nella cartografia al 100.000, solo in alcuni casi possono rappresentare la scansione degli eventi con il dettaglio necessario. Le unità in grado di esprimere nel modo più idoneo la peculiarità delle unità quaternarie sono le UBSU (*Unconformity-Bounded Stratigraphic Units*) (SALVADOR, 1987; 1994), che si riferiscono ad un corpo roccioso definito ed identificato sulla base delle discontinuità che lo delimitano. Tali discontinuità possono corrispondere sia a superfici di erosione che di accumulo e possono rappresentare sia l'evento iniziale del ciclo di sedimentazione di un'unità che quello iniziale dell'unità successiva.

Qualora i depositi lo consentano e siano presenti elementi di datazione, sarà opportuno precisare l'inquadramento cronologico delle unità tramite l'esecuzione di datazioni assolute con metodi geocronologici adeguati. Particolare rilevanza riveste il ritrovamento di livelli di origine vulcanica, intercalati all'interno delle sequenze sedimentarie. Essi costituiscono eventi sincroni, diffusi su ampie aree, che permettono di datare i sedimenti ad essi associati e di correlare successioni anche lontane.

Fasi erosive e fasi sedimentarie possono oltretutto avere, a seconda della loro estensione spaziale e temporale, una diversa importanza gerarchica: da quella a scala locale, riferita a cicli sedimentari minori, a quella di portata regionale, per processi connessi ad importanti eventi climatici o geodinamici. Il riconoscimento del ruolo gerarchico delle superfici limite scaturisce dall'elaborazione di tutti i dati di rilevamento e di approfondimento analitico e pertanto può essere introdotto nell'interpretazione solo nelle fasi finali. A seconda del rango delle superfici limite, le unità assumono la denominazione di supersintema, sintema e subsintema.

Le unità sintemiche consentono l'inserimento al loro interno di altre unità stratigrafiche (fig. 41), ad es. litostratigrafiche nel caso di corpi a litologia omogenea di una certa importanza, che non possano essere classificati come UBSU perché privi di discontinuità significative, oppure di unità informali. I rapporti fra le unità stratigrafiche di un dato bacino sedimentario e la loro espressione morfologica possono essere illustrati in uno schema dei rapporti stratigrafici o morfostratigrafici (fig. 42), mentre agli schemi di correlazione è demandato il confronto delle storie evolutive, solo in parte simili, di bacini sedimentari diversi. Considerata l'elevata variabilità delle facies e la scarsa continuità laterale dei depositi continentali, la formalizzazione delle unità non può basarsi sull'istituzione di sezioni-tipo, come nella geologia del substrato, ma richiede l'analisi del maggior numero possibile di sezioni di dettaglio al fine di ricostruire lo sviluppo tridimensionale dei corpi sedimentari e i rapporti con le altre unità.

Una supervisione a carattere nazionale, soprattutto in particolari contesti quali quelli glaciali, costieri, delle grandi pianure e delle conche intermontane, si rende necessaria per evitare discrepanze immotivate tra i rilevamenti di regioni contigue e per correlare, ove esistano elementi di riferimento, le unità di bacini diversi. Nel Progetto CARG il Servizio Geologico d'Italia, con il supporto, in alcuni casi, di specifici comitati d'area, svolge questo ruolo di raccordo tra i diversi enti realizzatori, con l'obiettivo di armonizzare la classificazione stratigrafica di successioni sedimentarie affioranti in fogli geologici diversi. Alle attività del Comitato della Pianura Padana, ad esempio, hanno concorso, oltre ai referenti dei fogli della Regione Emilia Romagna, anche gli esperti dei limitrofi settori alpino e appenninico, le cui scelte in termini di attribuzione del rango alle superfici di discontinuità, e quindi alle unità sintemiche che da queste derivano, hanno ricadute dirette sulla struttura generale della classificazione stratigrafica delle successioni del bacino padano.

A circa 25 anni dalla stampa del Quaderno n. 1 e dall'inizio del Progetto CARG gran parte dei bacini sedimentari quaternari sono stati rilevati interamente o in parte: Bacini delle Prealpi Lombarde, Pianura Padana, Pianura Veneto-Friulana, Bacino Tiberino, Bacino del Mugello, Bacino di Rieti, Bacino del Fucino e molti altri bacini intermontani dell'Appennino settentrionale, centrale e meridionale, Piana Campana, Tavoliere delle Puglie, bacini costieri della Calabria e della Sicilia, Piana di Catania, Campidano, etc.

Interessanti sperimentazioni sono state portate avanti in prossimità dei distretti vulcanici più importanti, in particolare nei settori etneo, vesuviano, del Vulture, dei Campi Flegrei, della Provincia magmatica romana (Sabatini, Colli Albani, Vulsini, Vicani), delle isole Eolie. L'occorrenza, all'interno delle successioni continentali, di prodotti vulcanici riferibili a diversi eventi dei quali è nota la collocazione temporale, ha permesso di mettere a punto legende composite, in cui spesso si integrano unità stratigrafiche di tipo diverso. Dallo studio di queste aree sono scaturiti preziosi ar-

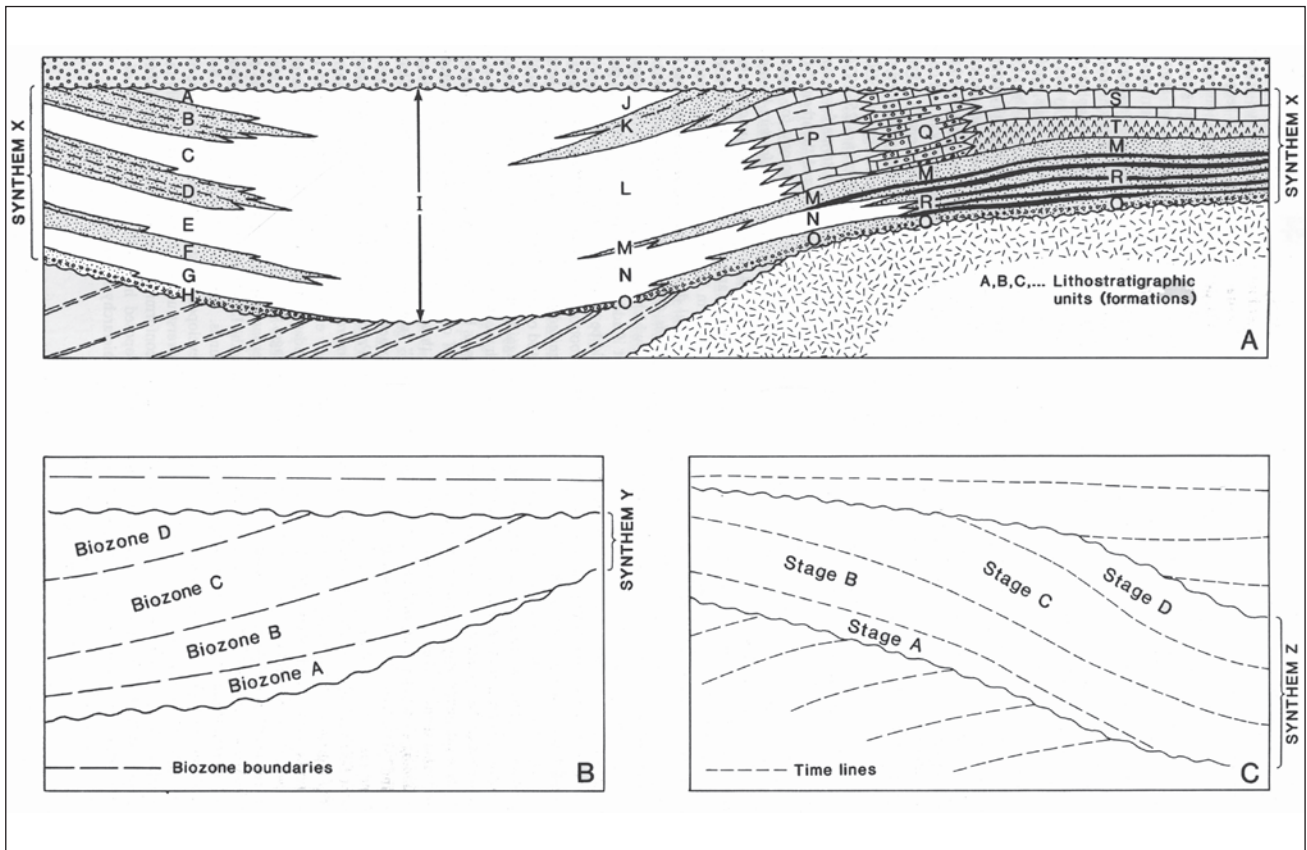


Fig. 41 – Relazione tra le unità a limiti inconformi e gli altri tipi di unità stratigrafiche: A) litostratigrafiche, B) biostratigrafiche, C) cronostratigrafiche (da SALVADOR, 1987).
– Relationship of unconformity-bounded units to other kinds of stratigraphic units included within them: A) lithostratigraphic, B) biostratigraphic, C) chronostratigraphic (after SALVADOR, 1987).

chivi di dati stratigrafici, che rappresentano importanti elementi di riferimento per i fogli limitrofi. Considerata la prossimità di gran parte di questi centri al litorale tirrenico, nei fogli ricadenti in queste aree è stato, tra l'altro, registrato un interessante intreccio che scaturisce dalla lettura integrata delle oscillazioni del livello del mare, della sedimentazione continentale e delle fasi di attività vulcanica.

In ambito alpino i nuovi criteri metodologici ed il proficuo confronto fra diverse scuole di pensiero promossi dal Progetto CARG hanno consentito da un lato il definitivo abbandono, nella cartografia geologica ufficiale, del classico modello delle 4 glaciazioni (PENCK & BRUCKNER, 1909), a favore di un approccio che, in luogo degli eventi climatici, considera i corpi sedimentari, classificati in unità stratigrafiche; dall'altro lato hanno permesso la definizione di una piattaforma terminologica comune in cui termini quali LGM, Postglaciale e pre-LGM hanno finalmente assunto un significato univoco nel contesto della ricerca scientifica in Italia.

L'analisi dei fogli realizzati nell'ambito del Progetto CARG (CHIARINI *et alii*, 2008; LA POSTA *et alii*, 2008) ha mostrato come nella Carta Geologica d'Italia al 50.000 le UBSU siano le unità più utilizzate per il Quaternario, anche se persistono successioni classificate con criteri litostratigrafici, per una oggettiva difficoltà di individuazione delle superfici di discontinuità che separano i diversi eventi sedimentari

ma anche, in alcuni casi, per la mancanza di specialisti di geologia del Quaternario nei gruppi di lavoro. Talora si ricorre ancora all'impiego delle categorie senza formali connotazioni stratigrafiche (BATTAGLINI *et alii*, 2009a; 2009b), basate sulla genesi dei depositi, soprattutto per i depositi alluvionali e marini terrazzati e per i depositi olocenici.

Nelle molteplici realtà geologiche del territorio nazionale l'estrema variabilità che caratterizza i record continentali e una diversa considerazione degli elementi di correlazione e del rango delle discontinuità, da parte dei gruppi di lavoro che hanno partecipato al Progetto CARG, ha in alcuni casi prodotto approcci metodologici molto diversi e di conseguenza una cartografia poco omogenea: dai criteri di sintesi che hanno condotto, sulla base degli elementi di correlazione disponibili, all'individuazione di unità sintemiche valide in tutto il bacino sedimentario e nei sistemi vallivi ad esso collegati, agli approcci più analitici, estremamente rigorosi, che in mancanza di elementi di correlazione certi hanno portato al riconoscimento di successioni di unità distinte per ogni bacino idrografico e/o glaciale. Queste problematiche sono state accentuate dal diverso stato di avanzamento dei rilevamenti di fogli che insistono su grandi bacini, che non sempre ha permesso di valutare le implicazioni delle scelte operate in fogli periferici rispetto alla struttura generale della

classificazione stratigrafica. In quest'analisi, tuttavia, non si può non considerare l'estrema complessità delle successioni, all'interno delle quali superfici di discontinuità riconosciute in settori periferici possono trasformarsi in superfici di continuità stratigrafica nei settori centrali del bacino.

Nonostante l'eterogeneità dei criteri, il Progetto CARG, con l'adozione delle unità a limiti inconformi, ha favorito la distinzione di eventi sedimentari di diverso rango e significato. Inoltre con la realizzazione di moltissimi sondaggi e l'impiego di tecniche di analisi innovative ha reso possibile la determinazione delle geometrie profonde dei bacini continentali, l'intercettazione e lo studio dei depositi

che ne testimoniano le fasi più antiche, l'elaborazione di stratigrafie di dettaglio, che ne sintetizzano la storia evolutiva. Infine, un gran numero di datazioni radiometriche, effettuate nell'ambito del Progetto, hanno permesso la definizione dei contesti cronologici, con ricadute importanti anche sullo studio della tettonica recente.

In sintesi il Progetto CARG ha in gran parte realizzato, anche per quanto riguarda il Quaternario, l'auspicio degli specialisti che hanno partecipato alla realizzazione del Quaderno n. 1: un notevole progresso delle conoscenze scientifiche, testimoniato dal sensibile incremento della letteratura specialistica prodotta negli ultimi 20 anni.

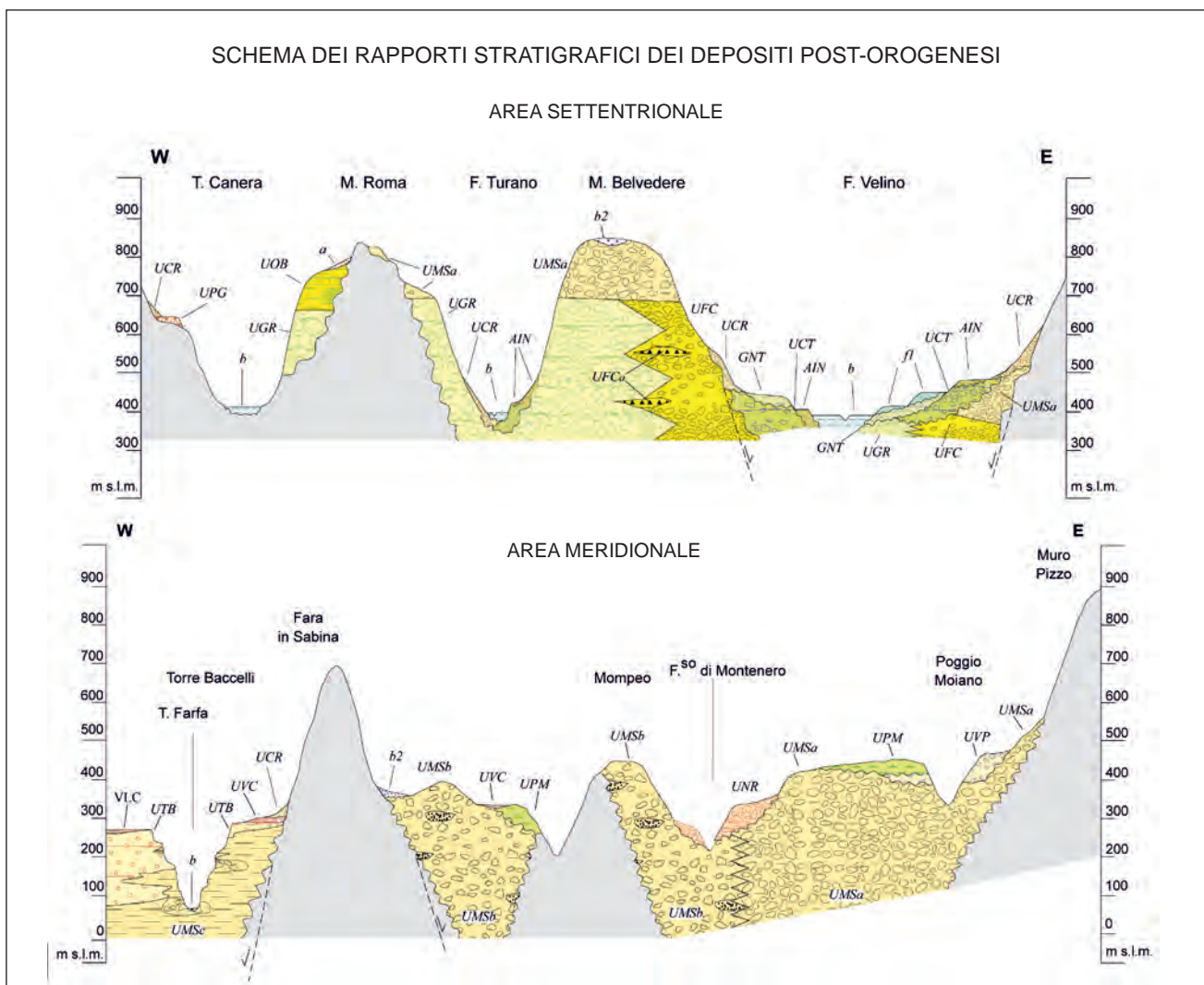


Fig. 42 – Esempio di schema dei rapporti morfostratigrafici dei depositi quaternari realizzato nell'ambito del Progetto CARG (COSENTINO *et alii*, 2014).
– Example of a morphostratigraphic scheme of quaternary deposits realized within the Progetto CARG.

9. – LA LEGENDA DELLE UNITÀ DI BASAMENTO METAMORFICO-CRISTALLINO

MARTARELLI L. (*), PANTALONI M. (*), MARINO M. (*)

La necessità di uniformare le Legende dei fogli nei quali ricadono unità di basamento metamorfico-cristallino e di sancire l'uso delle unità nell'ambito delle attività di realizzazione dei fogli geologici in scala 1:50.000 del progetto CARG è stata affrontata ampiamente dal Gruppo Basamento Cristallino del Comitato d'area per le Alpi centrali, orientali ed occidentali. Tale problematica è stata esaminata in parallelo anche nell'ambito dei Comitati d'area interessati alla cartografia geologica del basamento metamorfico-cristallino sardo e dell'Arco calabro-peloritano.

Uno dei nodi da risolvere riguardava la difficoltà di una diretta applicabilità delle risoluzioni adottate dalla Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) per le unità di basamento, anche per questioni legate allo specifico tipo di meccanismi di deposizione, alla conseguente geometria dei corpi, ecc., e la problematica dell'inadeguatezza delle linee guida disponibili per il rilevamento del basamento cristallino. Deve essere inoltre considerato che le norme concernenti il criterio puramente stratigrafico possono essere applicate integralmente solo nelle aree dove il metamorfismo è di basso grado e non ha alterato molto le litologie e i rapporti geometrici originari. A tal proposito, la definizione di tipologie di unità formali quali Formazione e Membro difficilmente si applicano in ambito metamorfico e plutonico. Infatti, le unità del basamento sono in genere distinte in base alle caratteristiche litologiche derivanti da elementi minero-petrografici e/o geologico-strutturali, che inducono a prendere in considerazione una prima classificazione in unità tettoniche, tettono-stratigrafiche o tettono-metamorfiche. Inoltre, le unità metamorfiche e plutoniche potranno essere difficilmente riferite ad una sezione tipo e saranno pertanto inquadrare, laddove possibile, rispetto ad un'area o ad una località tipo, come previsto dai codici.

Quindi, nell'impostazione delle Legende per le sequenze metamorfiche e le rocce plutoniche si è scelto di adottare le indicazioni generali riportate nei seguenti schemi 1 e 2 (ed esemplificate nelle figg. 43-46), con distinzione delle unità dal generale al particolare, dove, ovviamente, il problema chiave è l'individuazione della litologia principale (corrispondente al rango della Formazione), mentre le unità gerarchicamente superiori potranno essere o meno distinte e le unità gerarchicamente inferiori avranno rango di litofacies/petrofacies, essendo sconsigliata una distinzione a livello di Membro in quanto, come sopra accennato, difficilmente applicabile a tali ambienti petrogenetici.

Schema 1 - Sequenze metamorfiche
Sistema tettonico (es. Australpino);
Falda (se definibile);

Unità tettonica/tettono-metamorfica/tettono-stratigrafica (es. Unità T/TM/TS di "nome_unità");

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA



Fig. 43 – Esempio di Legenda per sequenze metamorfiche. Nel presente stralcio tratto dal Foglio 070 Monte Cervino (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2015) sono stati distinti il Sistema tettonico, la falda, la litologia principale ed un litotipo consistente in intercalazioni.

– Example for metamorphic sequence key legend, distinguished into the Tectonic system, the nappe, the main lithology and an intercalated lithotype .

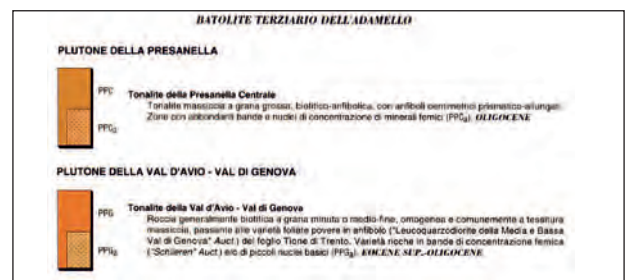


Fig. 44 – Esempio di Legenda per rocce plutoniche. Nel presente stralcio tratto dal Foglio 058 Monte Adamello (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2008) sono stati distinti il batolite, il corpo plutonico, la litologia principale e alcuni litotipi rappresentati da zone o varietà particolari.

– Example for plutonic rocks key, distinguished into the Batholith, the plutonic rock body, the main lithology and different kinds of lithotypes .

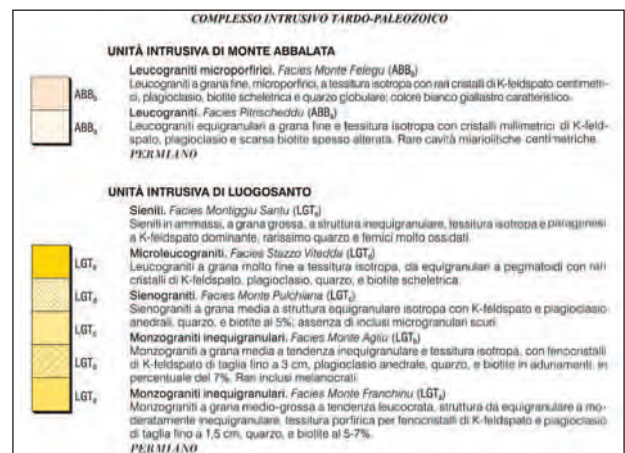


Fig. 45 – Esempio di Legenda per rocce plutoniche. Nel presente stralcio tratto dal Foglio 443 Tempio Pausania (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2014) sono stati distinti il Complesso intrusivo, il corpo plutonico e la litologia principale distinta in due o più litofacies.

– Example for plutonic rocks key legend, distinguished into the Plutonic complex, the plutonic rock body and the main lithology differentiated into two or more lithofacies.

Litologia principale rappresentativa/caratterizzante (es. "nome_litotipo" di "nome_località_tipo"; sigla tre lettere maiuscole);

Litotipi peculiari (litofacies/petrofacies) (es. "nome_petrofacies" di "nome_località_tipo"; sigla tre lettere maiuscole e lettera minuscola a pedice).

Schema 2 - Rocce plutoniche
Magmatismo (es. Magmatismo Terziario Alpino);
Batolite (es. Batolite dell'Adamello);
Corpo plutonico (es. Lamelle tonalitiche);
Litologia principale rappresentativa/caratterizzante (sigla tre lettere maiuscole) (es. "nome_litotipo" di "nome_località_tipo");

Litotipi peculiari (litofacies/petrofacies) (es. "nome_petrofacies" di "nome_località_tipo"; sigla tre lettere maiuscole e lettera minuscola a pedice).

Rispetto a tali schemi, a causa dell'adozione di differenti criteri di rilevamento da parte delle Scuole accademiche locali nella realizzazione della cartografia geologica, nell'ambito del basamento sardo sono stati a volte distinte, anche se in senso non formale, unità corrispondenti al rango di Membro (fig. 45) e nell'ambito dell'Arco calabro-peloritano è stato assegnato il rango corrispondente alla Formazione a livello di "complesso" plutonico o metamorfico (fig. 46).

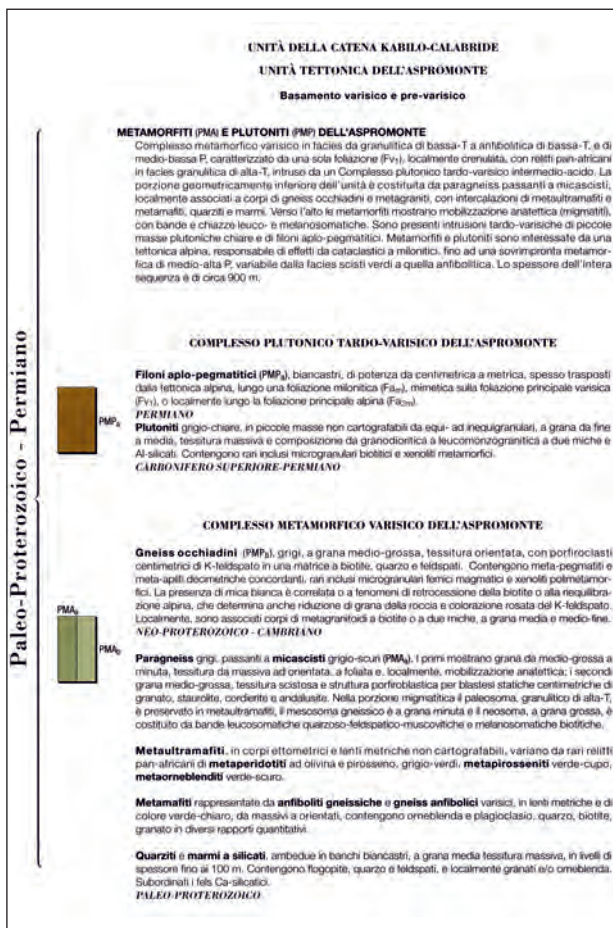


Fig. 46 – Esempio di Legenda per unità tettonica composta da metamorfite e plutoniti nell'Arco Calabro-Peloritano, tratto da Foglio 587-600 Milazzo-Barcellona P.G. (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2011). Nell'ambito dell'unità tettonica dell'Aspromonte sono stati distinti un complesso plutonico e uno metamorfico, indicati con sigle di tre lettere, all'interno dei quali sono cartografate le litofacies principali. Altre litofacies caratterizzanti sono descritte in legenda ma non distinte in carta.

– Example of a key legend for a tectonic unit composed of metamorphic and plutonic terrains in the Calabro-Peloritan Arc. A plutonic complex and a metamorphic complex have been distinguished (three letters abbreviation) within the Aspromonte tectonic unit, in which the main lithofacies have been separated and mapped. Further lithofacies are described but not mapped.

10. – ATTIVITÀ DI COORDINAMENTO STRATIGRAFICO DEI COMITATI D'AREA

PERINI P. (*), MARINO M. (*)

In data 1 ottobre 1993 viene istituito, con DPCM n. 239, il Comitato per il coordinamento nazionale della cartografia geologica e geotematica, cui vengono assegnati i seguenti compiti:

- esprimere parere sulle proposte di aree prioritarie che dovranno essere rilevate nei futuri programmi di cartografia geologica;
- esprimere pareri e proporre programmi di cartografia geologica e geotematica;
- proporre la costituzione di comitati di coordinamento per aree geologiche e geotematismi omogenei e per il coordinamento dei fogli di confine tra due regioni amministrative;
- vigilare sull'applicazione della normativa e proporre modifiche alla stessa che si renderanno necessarie nel corso del lavoro;
- promuovere corsi e seminari di specializzazione per rilevatori e analisti;
- esprimere pareri sulle procedure di informatizzazione dei dati geologici;
- proporre le modifiche e le integrazioni alle convenzioni relative ai progetti di nuova cartografia geologica sentiti i singoli responsabili di progetto.

Il 4 febbraio 1994 viene emanato il DPCM in cui vengono nominati i membri del Comitato. Il DPCM 23 agosto 1995 emana nuove disposizioni per il Comitato della cartografia geologica e geotematica, che assume la denominazione di Comitato Geologico. Con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 10 febbraio 2004 viene istituito, presso il Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT (oggi ISPRA), il nuovo Comitato Geologico, quale organo consultivo in carica per cinque anni. Nello stesso Decreto sono indicati la composizione e i compiti assegnati, tra i quali figurano la facoltà di esprimere parere scientifico sui dati geologici e sugli elaborati cartografici da inviare alla stampa e di partecipare alle riunioni di coordinamento ed alle attività di controllo dei progetti in corso di realizzazione. Il Comitato Geologico si avvale di "Comitati di coordinamento per aree geologiche e geotematismi omogenei" (Comitati di area) (DPCM 1 ottobre 1993, art. 2, comma c), articolati come segue:

- Alpi centrali, orientali ed occidentali;
- Pianura Padana;
- Appennino settentrionale;
- Appennino centrale;
- Appennino meridionale;
- Sicilia e Arco Calabro-Peloritano;
- Sardegna.

I Comitati di area furono quindi istituiti al fine di coordinare ed integrare le nuove conoscenze acquisite nel corso delle attività svolte dai contraenti del Progetto

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

CARG. La maggior parte dei lavori si sono svolti nell'arco temporale dal 2001 al 2006, quando un adeguato numero di fogli aveva raggiunto uno stato di avanzamento del rilevamento tale da mettere a disposizione una significativa mole di dati. All'interno di ciascun comitato, a seconda delle specifiche problematiche che si sono dovute affrontare, sono state meglio definite le funzioni, gli scopi ed i gruppi di lavoro, seppur all'interno del quadro di riferimento generale volto ad uniformare la rappresentazione cartografica e la nomenclatura stratigrafica in uso nel Progetto CARG.

La disamina dei dati, effettuata anche con il supporto della Commissione Italiana di Stratigrafia (CIS) coinvolta nella compilazione del Catalogo delle formazioni geologiche italiane (<http://193.206.192.231/suolo/Accordocarg/default.htm>), ha permesso di identificare le principali questioni da affrontare e suddividerle nelle seguenti categorie:

- proliferazione delle unità litostratigrafiche (ad esempio utilizzo di nomi differenti per la stessa unità, diverse attribuzioni cronologiche che hanno generato nuove formazioni, appartenenza dell'unità litostratigrafica a differenti unità tettoniche);
- grado di gerarchizzazione da attribuire alle unità litostratigrafiche;
- utilizzo di nomi formazionali storici/tradizionali;
- individuazione di standard metodologici e di linee guida per affrontare problemi stratigrafici;
- continuità dei limiti stratigrafici e delle strutture tettoniche al contatto tra i fogli.

Il compito di coordinamento è stato principalmente rivolto alla definizione di schemi stratigrafici coerenti e condivisi, all'aggiornamento del *dataset* integrato di

unità litostratigrafiche utilizzabili nel CARG anche in seguito alle innovazioni apportate da istituti internazionali (IGC) e a specifiche problematiche legate alle particolari condizioni geologiche.

Dal punto di vista metodologico, in ogni comitato sono state esaminate tutte le formazioni per le quali non esisteva una visione comune e, con il supporto dell'analisi bibliografica ed il confronto tra gli esperti coinvolti (rilevatori, stratigrafi, paleontologi), sono state elaborate delle soluzioni che permettessero la creazione di un quadro omogeneo basato sul criterio litostratigrafico. Il lavoro di revisione ha contribuito in modo sostanziale all'inserimento di Gruppi e Formazioni nel "Catalogo delle formazioni", in particolare nei fascicoli dedicati alle unità tradizionali (Volume 7, fascicoli VI e VII), dove i risultati delle attività svolte dai Comitati d'area sono stati inseriti nelle schede descrittive a supporto della definizione stratigrafica e come materiale iconografico. Affrontando il problema da un punto di vista regionale è risultato particolarmente efficace elevare il rango dei corpi rocciosi per conservare il livello dei dati raccolti e armonizzare variazioni latero-verticali di facies che, osservate a livello di singolo foglio, potevano essere considerate formazioni autonome. Esempi di questa operazione sono costituiti dalla costituzione dei gruppi dei Calcari Grigi (fig. 47), Argille Variegate, Gessoso-solfifera e formazioni messiniane, gruppo del Bugarone.

I lavori dei comitati hanno rappresentato anche l'occasione per aggiornare, condividere ed estendere le conoscenze. Ad esempio, per definire uno schema litostratigrafico per la piattaforma carbonatica mesozoica dell'Appennino meridionale è stato utilizzato

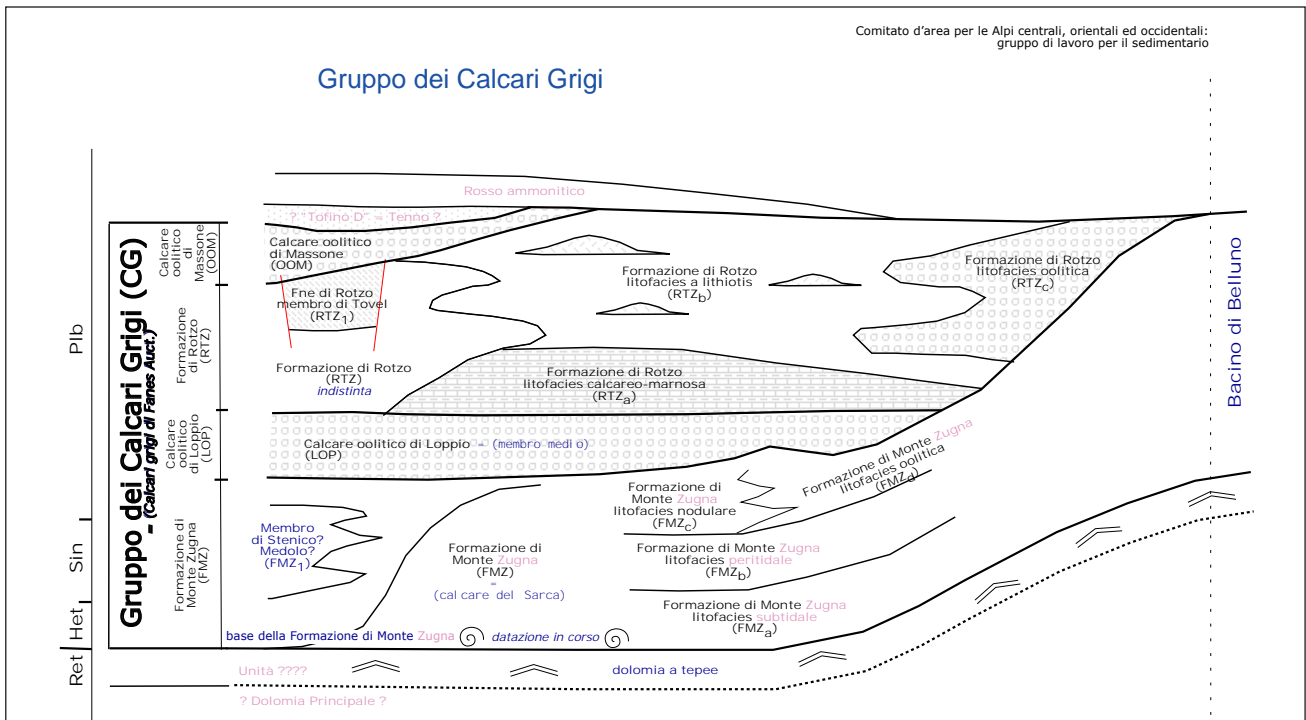


Fig. 47 – Schema litostratigrafico del Gruppo dei Calcari Grigi elaborato dal Comitato d'Area Alpi Centrali, Orientali ed Occidentali.
– *Litostratigraphic scheme of Calcari Grigi Group issued by the Coordination committee for Central, Eastern and Western Alps.*
(<http://difesasuolo.isprambiente.it/carg/comitatiarea/alpi/verbale07.pdf>)

come base dati di partenza quanto già ottenuto dal rilevamento CARG effettuato nella piattaforma carbonatica laziale abruzzese; in seguito al lavoro di sintesi è stato possibile elaborare uno schema litostratigrafico di riferimento (fig. 48).

Un'ulteriore tipologia di problema discusso è stato la disomogeneità di approccio (litostratigrafia vs stratigrafia a limiti inconformi) usata in diversi fogli per rappresentare correttamente l'architettura stratigrafica di bacini sedimentari tipo il Bacino Terziario Piemontese. Il Comitato d'Area dell'Appennino settentrionale ha proposto "l'introduzione di un nuovo segno convenzionale di tipo lineare che consenta di rappresentare, anche in carta, e non solo negli schemi, le superfici di discontinuità che stanno alla base del riconoscimento delle unità deposizionali" (superfici di discontinuità), poi approvato e pubblicato nel Quaderno 12.

Il Comitato di Area dell'Appennino centrale ha dedicato parte delle sue attività alla correlazione tra i depositi degli apparati vulcanici laziali ed i depositi sedimentari quaternari per l'identificazione delle principali superfici di discontinuità che hanno permesso di identificare le unità a limiti inconformi utili per il coordinamento esteso a tutto il Lazio. Nell'Appennino meridionale i dati a disposizione sono stati utilizzati per ricostruire le relazioni a scala di singolo bacino o tra differenti bacini (fig. 49) come nel caso di quelli dell'Ofanto e di Potenza.

Tutti i risultati conseguiti sono riportati nei verbali di riunione e negli schemi (disponibili sul sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/ suolo-e-territorio-1/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica/comitati-di-coordinamento>) ovvero in articoli pubblicati su riviste ovvero sui Quaderni Serie III Catalogo delle Formazioni o presentati in occasione di *workshop*.

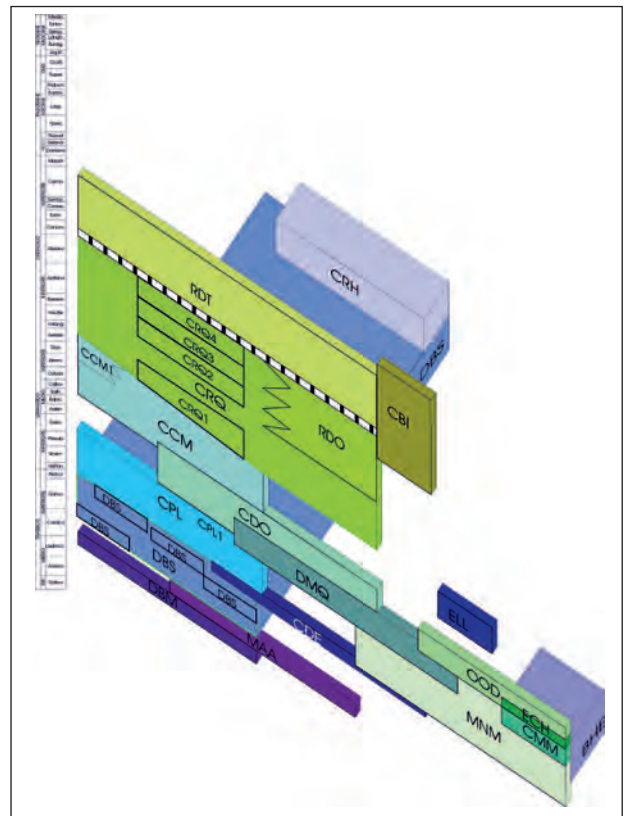


Fig. 48 – Schema litostratigrafico delle formazioni utilizzabili nei domini di piattaforma carbonatica s.l. dell'Appennino meridionale; le distribuzioni cronostratigrafiche sono specificate nel sito http://difesasuolo.isprambiente.it/carg/comitatiarea/appmer/app_merid_verbale14_dic_05.pdf.
 – Lithostratigraphic scheme of the formations used in Southern Apennines carbonate platform domains s.l.; chronostratigraphic ranges are reported at http://difesasuolo.isprambiente.it/carg/comitatiarea/appmer/app_merid_verbale14_dic_05.pdf.

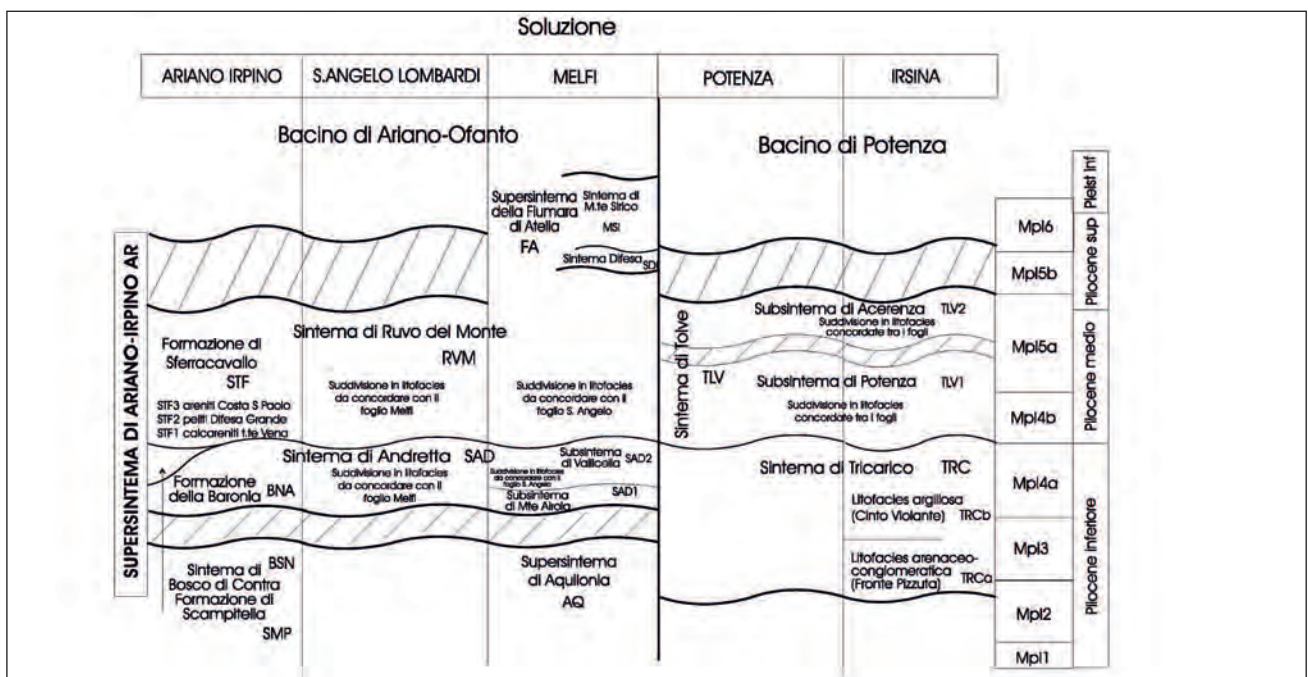


Fig. 49 – Schema di correlazione dei depositi continentali tra i bacini dell'Ofanto e di Potenza nell'Appennino meridionale.
 – Correlation scheme of the continental deposits of the Ofanto and Potenza basins in the Southern Apennines.

11. - INNOVAZIONE E SPERIMENTAZIONE NELL'AMBITO DEL PROGETTO. L'ESEMPIO DEL FOGLIO 132-152-153 BARDONECCHIA

FIORASO G. (*), MOSCA P. (*)

11.1. – INTRODUZIONE

Con l'avvio del progetto della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto CARG) avvenuto nell'ultimo decennio del secolo scorso, anche per il territorio piemontese è sorta l'opportunità di aggiornare il quadro della cartografia geologica a grande scala, in molti casi fermo - soprattutto per quel che riguarda vaste aree della catena alpina occidentale - alla prima edizione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Sempre più crescente era infatti l'esigenza di disporre di un documento cartografico aggiornato, anche alla luce delle approfondite conoscenze scientifiche nel frattempo acquisite negli ultimi decenni nell'ampio panorama delle scienze della terra. Al contempo si mostrava pressante la richiesta di una cartografia di dettaglio capace di fornire informazioni e soprattutto risposte in merito ai complessi quesiti tecnici posti dalla progettazione e realizzazione di numerose grandi infrastrutture, viarie ed energetiche, in ambito alpino. È quindi nata l'idea di riprendere un nuovo percorso di cartografia geologica partendo proprio dal Foglio 132-152-153 Bardonecchia, situato nel cuore della catena alpina occidentale e specificatamente nell'alta Valle di Susa: oltre a rappresentare una delle più complete geotraverse del settore interno delle Alpi Occidentali, questa vallata costituisce una delle maggiori direttrici di comunicazione transalpine.

Il Foglio Bardonecchia è ubicato nelle Alpi Cozie settentrionali e si estende su un'area di circa 480 km², a cavallo del confine italo-francese. Nell'ambito della convenzione stipulata nel 1995 tra il Servizio Geologico Nazionale e la Regione Piemonte per la realizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, l'ente regionale ha affidato all'allora Centro di Studi per la Geodinamica delle Catene Collisionali (ora Istituto di Geoscienze e Georisorse) del CNR l'incarico del rilevamento del Foglio. Le operazioni di terreno si sono svolte negli anni 1995-1998 sotto la supervisione scientifica di Riccardo Polino per il substrato pre-Quaternario e di Francesco Carraro per le successioni continentali. Completata la fase analitica, la riduzione alla scala 1:50.000 e l'allestimento cartografico, il Foglio è stato quindi dato alle stampe nel 2002 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2002; DELA PIERRE *et alii*, 2002).

Dal punto di vista orografico il Foglio comprende il tratto dell'alta Valle di Susa (fatta eccezione per il solo ramo della Dora di Cesana), parte della Val Cenischia e il segmento centrale dell'alta Val Chisone. Questi territori erano stati precedentemente oggetto di rilievi cartografici ufficiali da parte del Servizio Geologico d'Italia

nell'ambito delle attività svolte per la realizzazione dei fogli 54 Oulx (R. UFFICIO GEOLOGICO, 1911) e 55 Susa (R. UFFICIO GEOLOGICO, 1910) alla scala 1:100.000.

La realizzazione del Foglio Bardonecchia ha sicuramente rappresentato un punto fondamentale nella cartografia geologica alpina, dovendo per la prima volta affrontare e applicare, talvolta con notevoli sforzi e difficoltà, le nuove metodologie di rilevamento, interpretazione, rappresentazione cartografica e informatizzazione, parte delle quali appositamente messe a punto dal Servizio Geologico d'Italia nell'ambito del neonato progetto CARG, altre non del tutto consolidate o ancora in fase embrionale o sperimentale. Un impegno notevole che tuttavia si è tradotto in una cartografia significativamente innovativa rispetto ai prodotti cartografici pregressi, sia per quel che riguarda la rappresentazione grafica dei vari tematismi, sia in relazione alla strutturazione della legenda relativa al substrato pre-Quaternario e alle formazioni superficiali.

11.2. – SUBSTRATO PRE-QUATERNARIO

Nell'area del Foglio affiorano estesamente successioni ascrivibili ai classici domini paleogeografici Ligure-piemontese (di ambiente oceanico), pre-Piemontese o Piemontese (di margine continentale) e Brianzonese. Queste successioni, la cui descrizione e interpretazione in letteratura è stata variamente affrontata usando di volta in volta criteri stratigrafici, metamorfici e strutturali, sono state attribuite nel Foglio a diverse unità "tettonostratigrafiche" (UTS), una classe di unità stratigrafiche appositamente ideata per rappresentare "volumi rocciosi delimitati da contatti tettonici e contraddistinti da una successione stratigrafica, e/o una sovraimpronta metamorfica e/o un assetto strutturale interno significativamente differenti da quelli dei volumi adiacenti" (DELA PIERRE *et alii*, 1997).

Il rilevamento geologico, effettuato alla scala 1:10.000, è stato inizialmente condotto attraverso il riconoscimento e la descrizione delle caratteristiche litostratigrafiche dei corpi rocciosi affioranti, seguito poi dalla definizione di varie UTS delimitate e separate da discontinuità tettoniche duttili o fragili. Al proprio interno, ciascuna unità tettonostratigrafica risulta costituita in tal senso da una o più unità litostratigrafiche potenzialmente formalizzabili. Nella fase di sintesi cartografica alla scala 1:50.000, sono state quindi raggruppate quelle UTS che mostravano un assetto stratigrafico e un contesto paleotettonico tra loro confrontabile (fig 50).

Per quanto riguarda in particolare le potenti ed estese successioni a prevalenti calcescisti, riportate come "calcescisti di tipi svariati (*schistes lustrés*)" nei precedenti fogli geologici alla scala 1:100.000 e generalmente ascritti al dominio Ligure-Piemontese della letteratura, il rilevamento ha consentito di individuare al loro interno successioni litostratigrafiche ad affinità oceanica o continentale sulla base della presenza di ofioliti, della loro posizione nella successione litostratigrafica e dell'organizzazione spaziale delle diverse litofacies. All'interno della zona dei calcescisti

(*) CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Torino

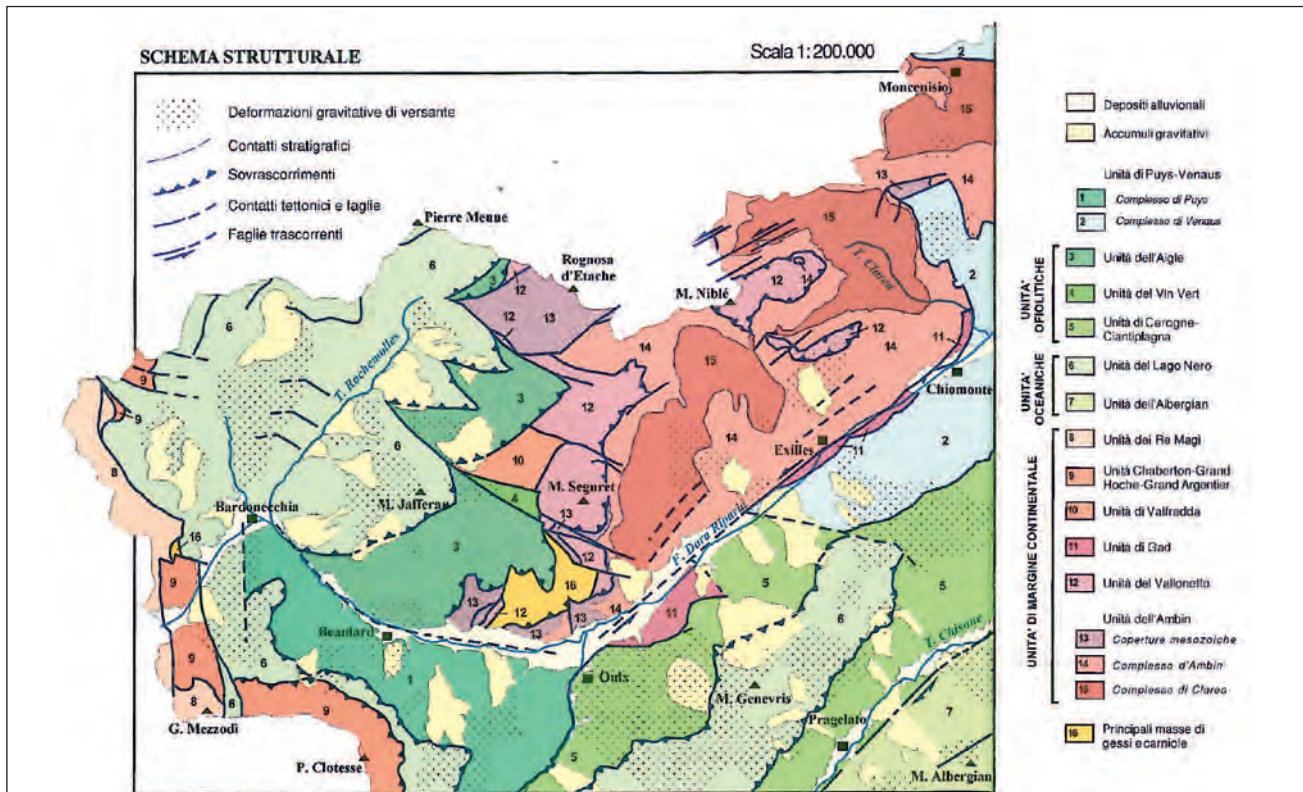


Fig. 50 – Schema strutturale del Foglio 132-152-153 Bardonecchia.
– Tectonic sketch map of Sheet 132-152-153 Bardonecchia.

s.l. è stato pertanto possibile riconoscere e suddividere *i*) un gruppo di UTS oceaniche, caratterizzate da una successione sedimentaria deposta su crosta oceanica (UTS del Lago Nero e dell'Albergian); *ii*) un gruppo di UTS ofiolitiche, cioè contenenti ofioliti ma la cui deposizione su crosta oceanica non è certa (es.: UTS di Roche de l'Aigle, del Vin Vert e di Cerogne-Ciantiplagna); *iii*) unità di metasedimenti carbonatici senza ofioliti (UTS *incertae sedis*) che non mostrano precisi vincoli stratigrafici e cronologici e il cui ambiente deposizionale può essere genericamente individuato nella fossa convergente a causa della ricca componente terrigena (UTS di Puy-Venaus). Nelle unità di margine continentale sono state invece inserite sia le unità di basamento mono- e poli-metamorfico sia quelle di copertura mesozoica, ossia le UTS dell'Ambin, del Vallonetto, di Gad, di Valfredda, dello Chaberton - Grand Hoche - Grand Argentier e dei Re Magi.

Nelle fasi di studio analitico, per ogni UTS sono state quindi ricostruite le relative evoluzioni PT testimoniando la storia metamorfica alpina. Sono stati così identificati dei complessi tettono-metamorfici (CTM), costituiti da UTS che, per quanto di differente pertinenza paleogeografica, sono caratterizzate da una comune evoluzione metamorfica di età alpina. Come discusso anche in MALUSÀ *et alii* (2002) le UTS dei Re Magi (dominio Brianzone) e dello Chaberton - Grand Hoche - Grand Argentier (dominio pre-Piemontese), prive di evidenze di metamorfismo di alta pressione e caratterizzate da una sovrainpronta metamorfica di grado molto basso, sono state ascritte a un unico CTM; un secondo CTM raggruppa le UTS caratterizzate da

un evento metamorfico, il cui picco si è sviluppato in condizioni tipiche degli scisti blu a lawsonite, come ad esempio osservato nelle UTS di Valfredda (dominio pre-Piemontese), del Vin Vert e del Lago Nero (dominio Ligure-Piemontese); un terzo CTM è infine formato dalle UTS di margine continentale dell'Ambin e del Vallonetto e dalla UTS ofiolitica dell'Aigle, caratterizzate da un evento metamorfico il cui picco ha raggiunto condizioni tipiche degli scisti blu a epidoto.

11.3. – LE FORMAZIONI SUPERFICIALI

Le specificità insite nel rilevamento e nell'interpretazione stratigrafica delle formazioni depostesi in ambito continentale, caratterizzate da una scansione degli episodi erosivo-deposizionali assai più fitta e complessa rispetto ad altri ambienti sedimentari, ha spinto gli operatori del progetto CARG a scegliere inizialmente come unità di riferimento le "unità allostratigrafiche", definite come "*a mappable stratiform body of sedimentary rock that is defined and identified on the basis of its bounding discontinuities*" (NACSN, 1983). È stato certamente un salto interpretativo notevole rispetto alle classico criterio lito- e cronostratigrafico che fino a quel momento aveva guidato buona parte della produzione cartografica italiana. Dovendo operare in un ambito francamente montano, nel quale il riconoscimento delle superfici di discontinuità - elemento chiave per la definizione delle unità in questione - era ed è senza dubbio difficile e assai più complesso rispetto alle aree pedemontane e di pianura, l'applicazione di questo nuovo approccio stratigrafico

ha dovuto affrontare una lunga fase sperimentale. Nel caso della Valle di Susa il criterio allostratigrafico è stato applicato essenzialmente alla successione dei depositi glacigenici, diffusamente presenti lungo tutti i versanti vallivi, consentendo il riconoscimento 4 unità (alloformazioni di Frénèe, Fenils, Devéis, e Chiomonte) legate al *Last Glacial Maximum* e alle successive fasi di ritiro glaciale e di una unità (allogruppo di Clot Sesian) conservata nelle fasce più elevate dei versanti e riferibile alla penultima glaciazione. La scelta di adottare le alloformazioni anziché le unità sintemiche (UBSU, *Unconformity Bounded Stratigraphic Units*; ISSC, 1994), come invece suggerito dai quaderni del Servizio Geologico d'Italia (PASQUARÉ *et alii*, 1992), era stata giustificata dalla maggior diffusione in ambito stratigrafico delle prime rispetto alle seconde e da una presunta maggiore adattabilità delle alloformazioni nell'ambito delle successioni quaternarie (GIARDINO & FIORASO, 1998).

L'applicazione dei nuovi criteri stratigrafici ha richiesto inoltre l'introduzione di un secondo elemento di novità: la distinzione, all'interno delle successioni quaternarie, degli apporti sedimentari in funzione dei bacini di alimentazione. Ciò si è reso necessario per poter garantire una maggiore obiettività interpretativa nelle aree in cui la correlazione fisica diretta dei corpi stratigrafici è materialmente impossibile e dove la disponibilità di datazioni assolute è scarsa o del tutto assente. In tal senso nell'ambito del Foglio Bardonecchia

sono state distinte successioni di depositi riferite al bacino della Dora Riparia, del Cenischia e, limitatamente all'episodio della Piccola Età Glaciale, ai bacini tributari. Un criterio che in seguito è stato sistematicamente applicato anche nelle aree contigue al bacino della Valle di Susa e comprese nei fogli 154 Susa, 155 Torino Ovest, 156 Torino Est e 157 Trino in scala 1:50.000.

A rendere in molti casi assai complessa la definizione sia del quadro lito-strutturale del substrato pre-Quaternario sia di quello stratigrafico riguardante le successioni continentali ha sicuramente contribuito la diffusa presenza di imponenti fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante e di grandi frane in roccia. L'alta Valle di Susa e l'alta Val Chisone ospitano infatti la maggiore concentrazione di dissesti gravitativi profondi del Parco alpino, talvolta con fenomeni collocabili al limite con i fenomeni di tettonica gravitativa (FIORASO *et alii*, 2010). La presenza di tali manifestazioni in taluni casi può tradursi in una significativa traslazione geometrica - talvolta nell'ordine delle centinaia di metri - della geologia "di superficie". Ciò ha richiesto da parte di tutti gli operatori del progetto CARG una specifica attenzione a queste complesse, e tuttora non del tutto comprese, fenomenologie. Parallelamente all'accurata perimetrazione delle deformazioni gravitative, si è resa necessaria la creazione ex novo di una specifica classe di simbolismi relativi alle particolari manifestazioni morfologiche geneticamente connesse al collasso dei versanti (fig. 51).



Fig. 51 – Stralcio del Foglio 132-152-153 Bardonecchia relativo al settore spartiacque tra la Valle di Susa e la Val Chisone. Sono evidenti le campiture areali relative alla distribuzione delle deformazioni gravitativa profonda di versante e il corteo di simbolismi lineari che evidenziano i settori caratterizzati dallo sdoppiamento del profilo di cresta. In giallo sono rappresentate le grandi frane in roccia del Cassas e del Sapé d'Exilles.
– Detail of the Sheet 132-152-153 Bardonecchia along the Susa-Chisone drainage divide. Note the pattern of the deep-seated gravitational slope deformations and symbols related to the multiple crested ridges. In yellow the Cassas and the Sapé d'Exilles large rock slides.

11.4. – CONCLUSIONI

Quello realizzato per la stesura del Foglio Bardonecchia è stato indubbiamente uno sforzo interpretativo, prima, e cartografico, poi, assai significativo, che ha consentito di realizzare un documento per molti versi innovativo: per la densità delle informazioni in esso contenute e per quella che può essere definita una sorta di stratificazione grafica delle stesse. Una chiave rappresentativa che ha consentito di mantenere distinti, su specifici e autonomi piani di lettura, l'oggettività del dato di terreno e l'architettura interpretativa del territorio rappresentato, elementi essenziali per una moderna rappresentazione geologica del territorio.

12. – I PRIMI FOGLI SPERIMENTALI PRECEDENTI IL PROGETTO CARG

GALLUZZO F. (*), PICHEZZI R.M. (*)

Sebbene la copertura geologica del territorio italiano si completi verso la metà degli anni '70 del secolo scorso, già all'inizio di quegli anni il Comitato geologico del Servizio Geologico d'Italia, presieduto da Ardito Desio, pone l'accento sulla necessità e opportunità di procedere alla realizzazione di carte alla scala 1:50.000, per dotare il Paese di una cartografia veramente utile a livello operativo, vista la fragilità del territorio. Inizia così il nuovo progetto per la realizzazione della cartografia geologica ufficiale alla scala 1:50.000, inizialmente con alcuni fogli sperimentali geologici e geotematici, che vengono rilevati e stampati a partire dai primi anni '70 dal Servizio Geologico d'Italia e da altri Enti finanziatori.

Contemporaneamente al rilevamento dei primi fogli, vari gruppi di specialisti lavorano alla redazione delle nuove normative, poi pubblicate come "Norme generali per il rilevamento e la compilazione della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1976). Le Norme prevedono l'utilizzo delle unità litostratigrafiche per il rilevamento dei corpi rocciosi e danno indicazioni per la loro definizione, classificazione, nomenclatura ed eventuale formalizzazione (AZZAROLI & CITA, 1968; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1968-1980), per la loro descrizione in legenda e per la scala cronostratigrafica di riferimento. Per l'identificazione delle unità litostratigrafiche si prevede, analogamente a quanto realizzato per i fogli alla scala 1:100.000, di utilizzare sigle differenziate per i diversi tipi di rocce fondamentalmente basate: sui riferimenti cronostratigrafici o le litologie per le rocce sedimentarie, sui tipi litologici per le rocce metamorfiche, sulle classificazioni petrografiche servendosi di lettere greche, eventualmente affiancate ai riferimenti cronostratigrafici, per le rocce vulcaniche e plutoniche. In più, per facilitare l'individuazione delle unità litostratigrafiche sulla carta, a

ogni casella della legenda sarà affiancato un numero, in ordine crescente dal più giovane al più antico.

Per il rilevamento geologico non viene indicata una scala precisa, anche se doveva trattarsi di una scala inferiore al 50.000 e comunque pubblicata dall'Istituto Geografico Militare. Nella pratica, la scala a cui effettuare i rilevamenti rimane quella al 25.000, come nei fogli alla scala 1:100.000.

Le Norme si soffermano poi, anche con un certo dettaglio, sui terreni vulcanici, sulle ofioliti e pietre verdi, sulle rocce metamorfiche e plutoniche, trattando non soltanto gli aspetti di rappresentazione cartografica ma anche i criteri di classificazione, la nomenclatura e i contesti regionali, questi ultimi in particolare per le ofioliti e pietre verdi. Indicazioni vengono date anche sulla strutturazione delle note illustrative - che sono parte integrante del foglio, di formato 23x12 cm e composte da 44 cartelle - e sulla simbologia (fig. 52).

Altri gruppi di lavoro lavorano alla redazione di normative che riguardano il Quaternario continentale e le rocce sedimentarie, carbonatiche e terrigene. Queste normative vengono poi pubblicate nel 1985, nei Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie II, n. 1, sotto forma di documenti che forniscono indicazioni e raccomandazioni generali.

I primi fogli geologici alla scala 1:50.000 vengono realizzati in Sicilia, regione nella quale quasi tutti i fogli alla scala 1:100.000 risalgono alla prima edizione realizzata negli anni '80 dell'800. Si tratta del Foglio 611 Mistretta, rilevato dall'Università di Catania, e dei fogli 636 Agrigento e 652 Capo Passero, realizzati dall'Ente Minerario Siciliano. Tutti e tre i fogli sono dati alle stampe nel 1972. I tre fogli hanno la legenda impostata su criteri litostratigrafici, che descrivono in modo sufficientemente valido le rocce del substrato ma in modo del tutto inadeguato, secondo i criteri attuali, i depositi continentali quaternari, per i quali a volte non sono presenti neanche i caratteri tessiturali (es., le "alluvioni"). Da notare le giaciture con i valori della pendenza nel foglio 652 Capo Passero, evidentemente per differenziare le deboli giaciture nelle formazioni dell'avampese ibileo. Una certa "modernità" mostra il Foglio 611 Mistretta, dove sia in legenda che nello schema dei rapporti stratigrafici si fa riferimento a trasgressioni e a contatti tettonici tra falde. Tra gli elementi a cornice, risalta lo schema tettonico del Foglio (fig. 53).

Più o meno contemporaneo a quelli siciliani è il Foglio 027 Bolzano, realizzato dalla Regione Trentino Alto-Adige e da varie università ed enti, pubblicato nel 1972 ma con note illustrative del 1974. Di poco posteriore è il limitrofo Foglio 028 La Marmolada, realizzato dall'Università di Ferrara e stampato nel 1977. I fogli alla scala 1:100.000 di riferimento sono i Fogli Bolzano, del 1956, e M. Marmolada, stampato nel 1970; il 50.000 La Marmolada ricade anche in una piccola porzione del 100.000 Pieve di Cadore (poi Cortina d'Ampezzo), del 1940. L'impianto stratigrafico dei due fogli alla scala 1:50.000 è analogo e, rispetto al Foglio M. Marmolada - il più recente dei tre 100.000 -, presenta varie innova-

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

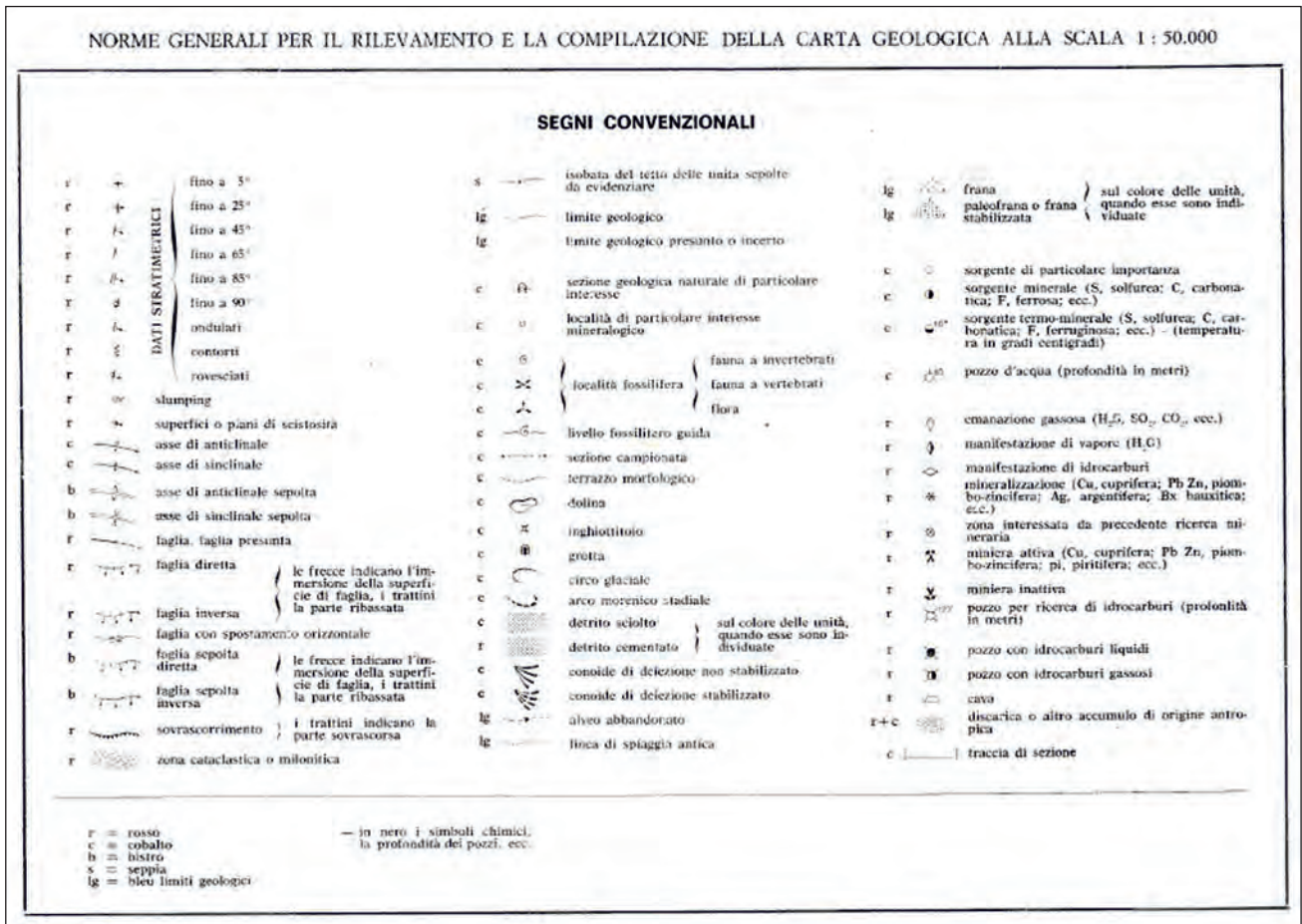


Fig. 52 – Simbologia utilizzata nei fogli alla scala 1:50.000 pre-CARG.
 – Symbols used in sheets at 1: 50,000 scale preliminary to the C.A.R.G.

zioni, permesse anche dalla maggiore scala. Tra queste possiamo citare: la distinzione in membri e orizzonti della Formazione di Werfen e il riconoscimento della discordanza anisica; la maggiore differenziazione delle formazioni carbonatiche medio-triassiche; la migliore caratterizzazione delle vulcaniti triassiche, anche dal punto di vista dei meccanismi genetici e deposizionali; una maggiore attenzione (comunque ancora insufficiente, anche in considerazione della loro notevole estensione) alle unità quaternarie dal punto di vista stratigrafico e dei processi di deposizione. Inoltre, una tettonica più precisa, ottenuta anche attraverso la migliore caratterizzazione stratigrafica.

Sempre negli anni '70, il Servizio Geologico d'Italia, con la collaborazione dell'Università di Camerino, realizza nelle Marche i fogli 290 Cagli, 291 Pergola e 301 Fabriano, stampati tra il 1974 e il 1979. Nell'area di questi fogli affiora la ben nota successione umbro-marchigiana oggetto di studio da parte di numerosissimi Autori. La suddivisione litostratigrafica riportata nei tre fogli riprende in gran parte quella dei precedenti fogli alla scala 100.000 nei quali ricadono, pubblicati pochi anni prima tra gli anni 1966 e 1968; maggiori differenze si hanno con il Foglio Gubbio, in quanto pubblicato nel 1951. Tale suddivisione resta sostanzialmente tuttora valida, anche se diverse unità nel corso degli anni

hanno cambiato rango e nome. Per quanto concerne le unità giurassiche, nei tre fogli è stata evidenziata la loro differente evoluzione nell'ambito del bacino di sedimentazione e ne sono state delineate le caratteristiche paleogeografiche. Pertanto tali unità sono state attribuite a tre distinte successioni: "successioni complete", "successioni ridotte" e "successioni condensate" (in quest'ultima non è stata però riconosciuta l'estesa lacuna stratigrafica che va dal Bajociano superiore al Kimmerdgiano inferiore *p.p.*). Si ha una buona differenziazione delle unità della "scaglia", mentre eccessivamente semplificata è la formazione marnoso-arenacea, soprattutto nei Fogli Cagli e Pergola, dove viene riportata come un'unica formazione. Vengono comunque differenziate le unità terrigene (es. marne e arenarie di M. Vicino, arenarie di S. Donato) che successivamente, con il progredire delle conoscenze, troveranno la corretta collocazione come unità di *wedge-top basin*. Poca importanza continua a essere data ai depositi continentali quaternari. Infine, da sottolineare come l'assetto strutturale ancora rifletta la visione sostanzialmente a pieghe e pieghe-faglie con la quale veniva rappresentato, in quegli anni, l'Appennino umbro-marchigiano: non ci sono sovrascorrimenti e gli elementi compressivi sono individuati come faglie inverse ad alto angolo, con movimento verso NE.

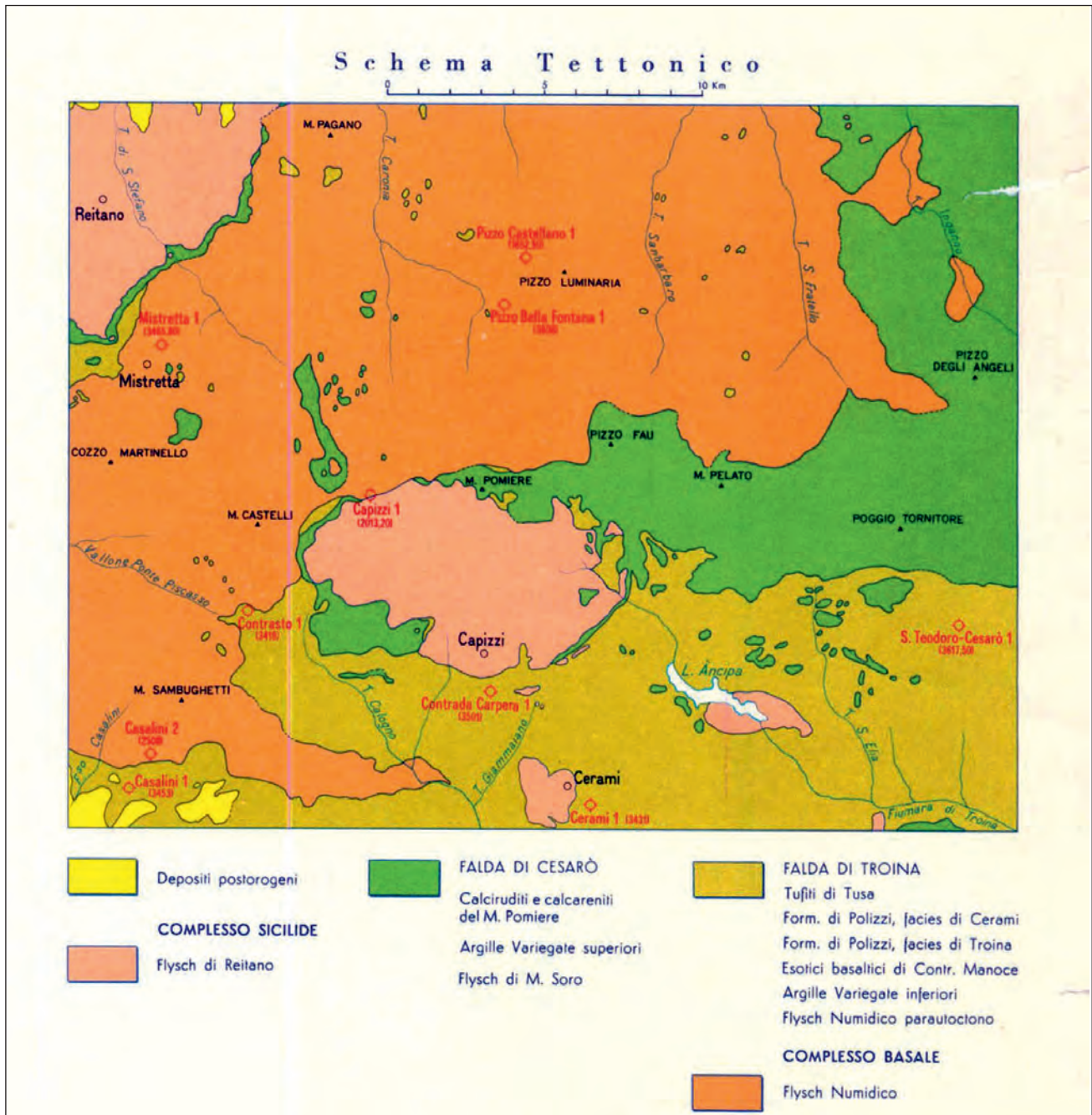


Fig. 53 – Schema tettonico del foglio n. 611 Mistretta alla scala 1:50.000.
– Tectonic sketch of the sheet 611 Mistretta at the scale 1:50,000.

Negli anni '70 i geologi del Servizio Geologico d'Italia lavorano anche nel Lazio nell'ambito dei due fogli limitrofi 389 Anagni, stampato nel 1975, e 376 Subiaco, stampato nel 1998 dopo una lunga fase di preparazione delle Note Illustrative e di realizzazione cartografica.

Il Foglio Anagni ricade nei fogli alla scala 1:100.000 Alatri del 1939, e Frosinone del 1966. Rispetto a quest'ultimo presenta una migliore caratterizzazione stratigrafica sia della successione carbonatica di piattaforma cretaceo-miocenica sia di quella terrigena miocenica. Grazie alle numerose successioni stratigrafiche campio-

nate nell'area del foglio è stato possibile effettuare una biostratigrafia di dettaglio, che ha portato alla creazione di schemi biozonali inseriti all'interno delle Note Illustrative stesse, e uno studio sulla descrizione e interpretazione delle principali facies carbonatiche mesozoiche dei Monti Lepini. Da sottolineare la differenziazione di quattro litofacies nell'unità arenaceo-pelitica del F. Sacco, l'individuazione, la differenziazione e l'attribuzione - anche se dubitativamente - al Messiniano-Pliocene dell'unità di Gavignano e Gorga (in tempi più recenti riconosciuta come appartenente a un bacino di *piggy-back*) e l'individuazione di vari apparati vulcanici

nella valle del F. Sacco. Un passo indietro si ha invece nell'interpretazione del fronte compressivo dei Monti Lepini, correttamente interpretato come sovrascorrimento nel 100.000 Frosinone e come faglia inversa ad alto angolo, anche se con notevole rigetto, nel 50.000 Anagni.

Il Foglio 376 Subiaco corrisponde a parte dei quadranti settentrionali del foglio Alatri alla scala 1:100.000. I rilevamenti sono stati eseguiti dal Servizio Geologico d'Italia precedentemente all'inizio del progetto CARG, ma la lunga fase di allestimento per la stampa si è in parte sovrapposta al periodo di stesura delle nuove linee guida per la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 utilizzate nel Progetto CARG (PASQUARÈ *et alii*, 1992). Il foglio è stato così adeguato, dove possibile, alle nuove normative. Inoltre, alla luce dei dati acquisiti durante il rilevamento del limitrofo Foglio Tagliacozzo, iniziato nella seconda metà degli anni '80, sono stati apportati aggiornamenti alla biostratigrafia, riassunta in uno schema biozonale riportato all'interno delle Note Illustrative. Interessante nel Foglio Subiaco è lo schema dei rapporti stratigrafici delle unità triassiche e liassiche che presentano caratteristiche litostratigrafiche e paleoambientali diverse (fig. 54). Molto sviluppata, con una visione "moderna", è la parte strutturale, in particolare per quel che riguarda la tettonica a *thrust* e l'individuazione e rappresentazione in carta delle faglie "con dislocazioni complesse per riattivazioni". Originale in questo senso è anche la nota illustrativa, dove in un apposito schema gli elementi tettonici più importanti e significativi sono "numerati" e descritti separatamente.

Tra il 1972 e il 1977 procedono anche i rilevamenti del Foglio 332 Scansano, poi pubblicato nel 1981, che si colloca a cavallo di vari fogli alla scala 1:100.000 ubicati nel settore meridionale della Toscana e pubblicati come prime edizioni nel 1905 e seconde edizioni tra il 1965 e il 1970. Il Foglio Scansano è realizzato dal Servizio Geologico d'Italia con la collaborazione di varie università. Gli Autori del foglio sottolineano che a causa delle notevoli difficoltà incontrate nel rilevamento non è stato possibile acquisire dati sufficienti per formulare

valide ipotesi stratigrafiche e tettoniche. Il foglio riflette comunque una visione autoctonista dell'area, riproducendo sostanzialmente il modello dei fogli alla scala 1:100.000.

Publicato nel 1988 è il Foglio 373 Cerveteri, rilevato in due diversi periodi (1971-1973 e 1978-1979) anch'esso dal Servizio Geologico d'Italia. Il Foglio, la cui area ricade nella cosiddetta "Campagna Romana", riporta una suddivisione stratigrafica del Plio-Pleistocene che rappresenta un deciso progresso rispetto all'omonimo foglio alla scala 1:100.000 realizzato negli anni '60, essendo caratterizzate in modo sufficientemente dettagliato sia le successioni marine che vulcaniche, come evidenziato in uno schema riportato all'interno delle Note Illustrative.

Un taglio più "moderno" hanno i fogli alla scala 1:50.000 pubblicati a partire dagli anni '90.

Il Foglio 063 Belluno, stampato nel 1996, ricade interamente nell'omonimo foglio alla scala 1:100.000, edito nel 1941. Esso viene realizzato partendo da rilievi di base dell'AGIP e con rilevamenti di dettaglio e contributi, editi e inediti, effettuati negli anni dalle università di Padova, Ferrara e Milano. Notevoli sono quindi le innovazioni in particolare per quanto riguarda la tettonica e la stratigrafia. Da segnalare l'attenzione ai depositi quaternari, in particolare glaciali. Particolarmente innovativo è l'approccio alla descrizione dell'assetto strutturale, che viene esposto con l'ausilio dello schema tettonico nel foglio e di vari disegni, schemi e profili geologici, anche a colori, nelle note illustrative.

L'ultimo foglio realizzato prima del Progetto CARG è il Foglio 367 Tagliacozzo, ricadente interamente nell'area del Foglio geologico alla scala 1:100.000 Avezzano, edito nel 1934. Realizzato dal Servizio Geologico d'Italia, con rilevamenti eseguiti tra il 1984 e il 1991, è stato però stampato solo nel 2005. Il notevole ritardo è dovuto soprattutto al fatto che proprio sul Foglio Tagliacozzo è stata avviata la fase di sperimentazione che ha poi portato alla stesura delle nuove normative per l'informatizzazione e l'allestimento per la stampa del Progetto CARG. Come il Foglio Subiaco, anche il Foglio Tagliacozzo è stato per quanto possibile adeguato alle nuove normative dei 50.000, in particolare per quel che riguarda i criteri di rappresentazione degli elementi strutturali (ad es., stratificazione con valore dell'immersione e non con classi di pendenza) e la denominazione delle unità litostratigrafiche. Da sottolineare le innovazioni dal punto di vista stratigrafico (v. ad esempio la suddivisione in litofacies e sublitofacies della formazione nota in letteratura come breccie della Renga), l'attenzione alla suddivisione delle successioni continentali plio-pleistoceniche (ben ventuno unità) e i progressi nella conoscenza dell'assetto strutturale dell'area (fig. 55), con l'individuazione di varie unità strutturali, con la migliore e completa definizione del fronte dei Monti Simbruini e con la caratterizzazione della tettonica trascorrente nella Val Roveto e nei Monti Carseolani. Particolare attenzione è stata data anche agli aspetti più strettamente biostratigrafici che sono stati sintetizzati in schemi biozonali riportati all'interno delle Note Illustrative.

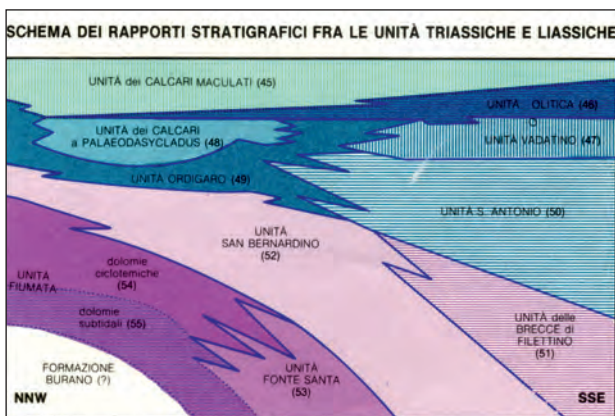


Fig. 54 – Schema dei rapporti stratigrafici latero-verticali fra le unità triassiche e liassiche presenti nel Foglio n. 376 Subiaco alla scala 1:50.000.
– Sketch showing the lateral-vertical stratigraphic relationships between the Triassic and Liassic units in the sheet n. 376 Subiaco at the scale 1:50,000.

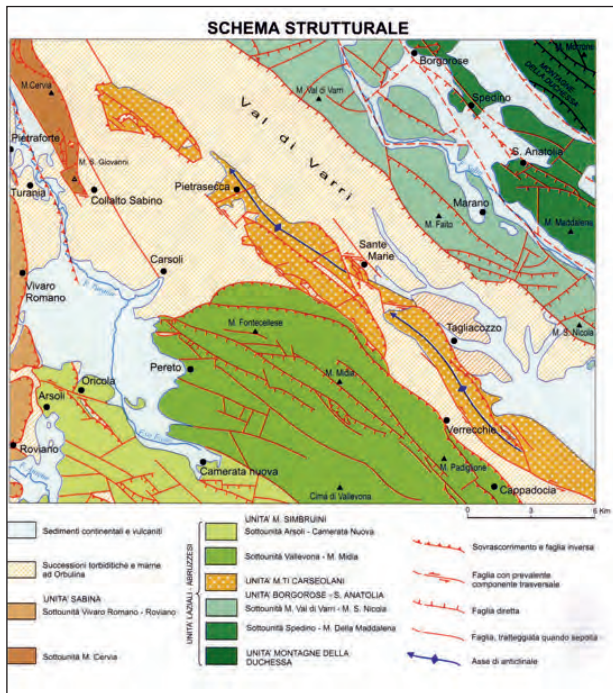


Fig. 55 – Schema strutturale del Foglio 367 Tagliacozzo alla scala 1:50.000.
– Structural sketch of the sheet 367 Tagliacozzo at the scale 1:50,000.

13. – IL FOGLIO 280 FOSSOMBRONE

PANTALONI M. (*), PICHEZZI R.M. (*)

Il foglio 280 Fossombrone della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2016b) ricade nel settore marchigiano dell'Appennino Settentrionale, nelle province di Pesaro-Urbino e Ancona. Esso comprende la dorsale Monte Pietralata - Monte Paganuccio, la dorsale dei Monti delle Cesane, il bacino Montecalvo in Foglia - Isola del Piano, la dorsale Colbordolo - Fontecorniale, il bacino Cartoceto - Ser-rungarina e la media valle del fiume Metauro.

All'inizio degli anni '80 il foglio faceva parte del progetto di rilevamento di un gruppo di fogli geologici sperimentali alla scala 1:50.000 da parte del Servizio Geologico d'Italia nel settore marchigiano, progetto che venne interrotto, per esigenze del Servizio, nella seconda metà di quegli anni. Di questi lavori rimasero i rilevamenti effettuati in scala 1:25.000 da Vincenzo Catenacci relativi alle strutture del Monte Paganuccio - Monte Pietralata e dei Monti delle Cesane.

Nei primi anni '90, nell'ambito della sperimentazione sulle Linee guida al rilevamento per il Progetto CARG (PASQUARÉ *et alii*, 1992), il Servizio Geologico

d'Italia avviò un progetto pilota individuando nell'area del Furlo un'area campione nella quale sperimentare il recupero dei dati dei precedenti rilevamenti. Il rilevamento definitivo del foglio venne riavviato dal Servizio Geologico d'Italia nel 1995, con contributi dell'Istituto di Dinamica Ambientale dell'Università di Urbino e del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Siena. Il foglio Fossombrone è quindi frutto di nuovi rilevamenti effettuati alla scala 1:10.000 nel periodo compreso tra il 1995 e il 2002, corredati da nuove sezioni stratigrafiche di dettaglio e nuove campionature per analisi paleontologiche e micropaleontologiche⁽¹⁾ (fig. 56). Per il rilevamento è stato seguito il criterio litostratigrafico ed alcune formazioni sono state suddivise in sottounità litostratigrafiche (membri e litofacies), (PANTALONI *et alii*, 2016b).

Il foglio, caratterizzato da un ampio intervallo cronostratigrafico dal Giurassico inferiore all'attuale registrato nei litotipi sedimentari e da un'evoluzione tettonica dei suoi bacini costituenti un ciclo orogenetico completo, può essere suddiviso in tre settori geologicamente distinti (fig. 57): un settore sud-occidentale in cui affiorano prevalentemente rocce di natura carbonatica che costituiscono le anticlinali Monte Pietralata - Monte Paganuccio e dei Monti delle Cesane, appartenenti alla dorsale marchigiana; un settore nord-orientale, al margine delle strutture carbonatiche, dove affiorano successioni torbidiache ed evaporitiche cenozoiche, appartenenti all'avanfossa marchigiana, ed un settore orientale costituito da successioni plio-pleistoceniche marine e da depositi alluvionali dei fiumi Metauro e Cesano, organizzati in vari ordini di terrazzi.

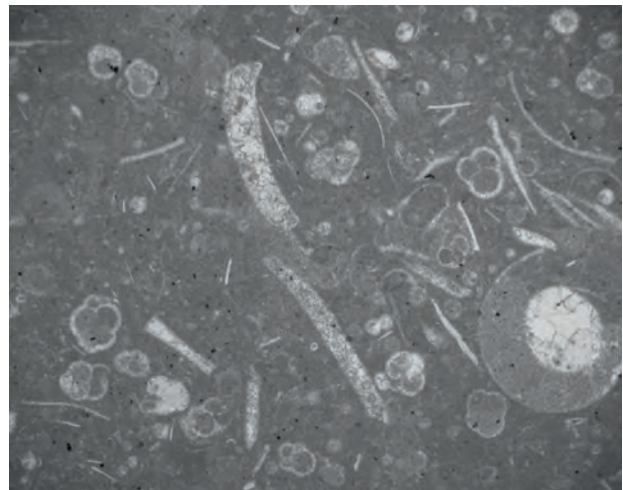


Fig. 56 – Wackestone a *Globuligerina oxfordiana* (GRIGELIS), radiolari e filamenti, embrioni di ammoniti ed echinidi; formazione fosso del Presale, Bajociano inferiore, Cava S. Anna, Gola del Furlo.
– Wackestone containing *Globuligerina oxfordiana* (GRIGELIS), radiolarians and filaments; fosso del Presale formation, Lower Bajocian, S. Anna quarry, Furlo gorge.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(1) Coordinatore scientifico: Rita Maria Pichezzi; Direttore di rilevamento: Marco Pantaloni; Rilevatori: F. Bonciani, F. Borraccini, I. Callegari, F. Cecca, G. Conte, G. Cornamusi, C. D'Ambrogio, M. De Donatis, R. Graziano, M. Pantaloni, G. Pappafico. Analisti: M.L. Pampaloni, R.M. Pichezzi, M. Rossi.

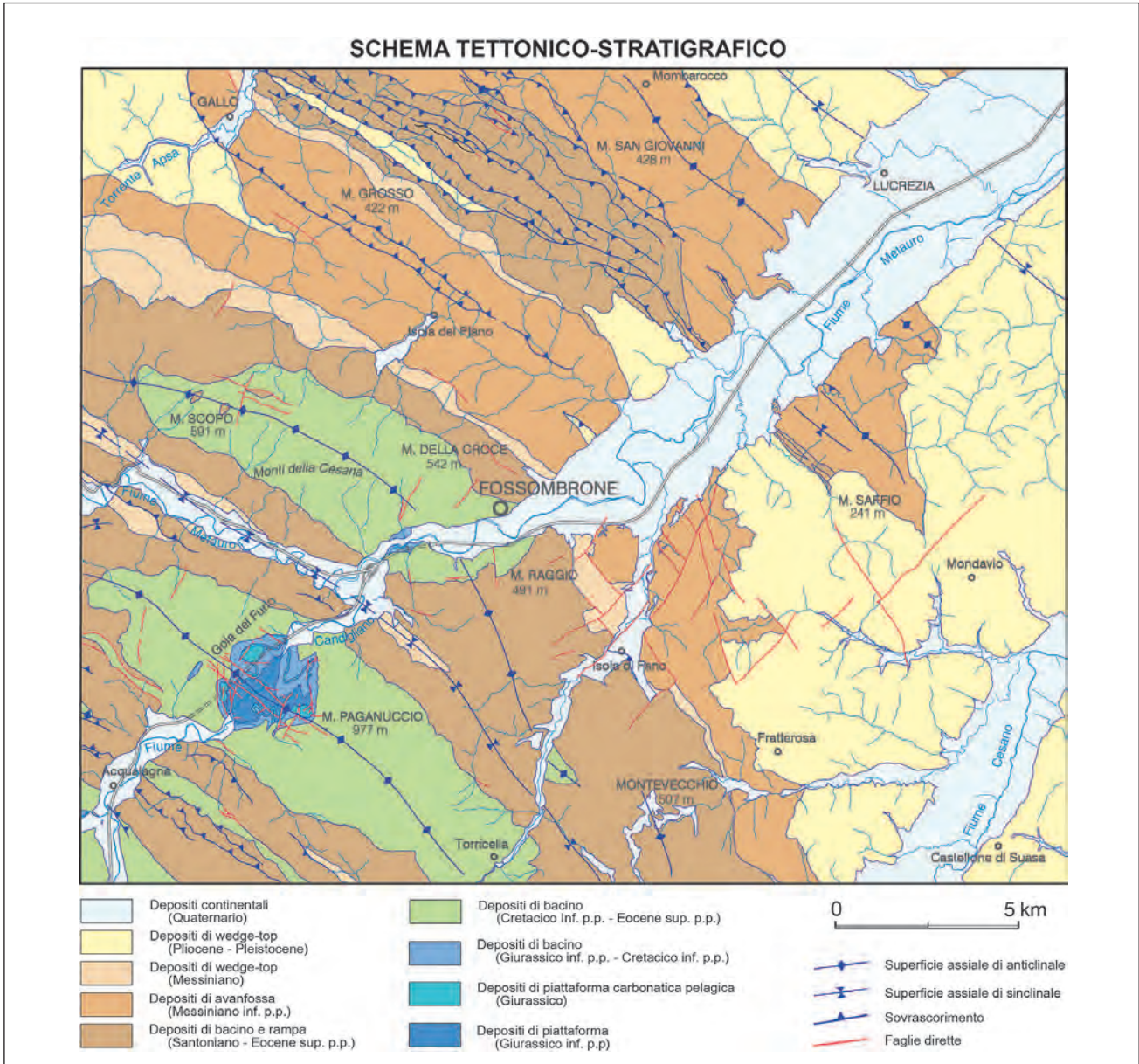


Fig. 57 – Schema tettonico-stratigrafico del foglio 280 Fossombrone.
- Tectono-stratigraphic schema of the 280 Fossombrone sheet.

L'Appennino marchigiano è il risultato dell'evoluzione geodinamica dell'area mediterranea, dalla fase di apertura della Tetide, alla chiusura dell'oceano ligure-piemontese, iniziata nel Cretacico, fino alla collisione ensialica, iniziata nell'Eocene medio, tra Africa (placca Adria) ed Europa (blocco sardo-corso). Nell'Appennino settentrionale questa evoluzione è stata registrata dalle unità litostratigrafiche che costituiscono la successione umbro-marchigiana.

I termini più antichi affioranti nell'area del foglio 280 Fossombrone sono rappresentati dai depositi di piattaforma carbonatica del Calcarea Massiccio che caratterizzano sia le successioni di bacino che quelle di piattaforma differenziate, a partire dal Giurassico inferiore. La formazione di zone a sedimentazione pelagica e di alti strutturali a minor subsidenza è strettamente connessa al fenomeno di annegamento

che, a scala regionale, ha determinato la differenziazione del bacino umbro-marchigiano dalla piattaforma carbonatica laziale-abruzzese.

Nel bacino pelagico umbro-marchigiano si vengono quindi a differenziare settori di alto strutturale sui quali persistono condizioni di sedimentazione tipo piattaforma, che evolvono poi verso condizioni di piattaforma carbonatica pelagica, caratterizzati da successioni condensate e lacunose, contraddistinte da litotipi calcarei e calcareo-marnosi (gruppo del Bugarone). Con la deposizione della Maiolica le differenze morfologiche create dal rifting liassico tendono ad annullarsi e le successioni di piattaforma pelagica evolvono, per annegamento "tardivo", a successioni di bacino (fig. 58).

Nelle zone già ribassate si instaura una sedimentazione pelagica che prosegue senza interruzioni (Corniola, Rosso Ammonitico, Calcari e Marne a Posidonia,

Calcarei Diasprigni), come già detto, fino alla deposizione della Maiolica. Termina così la sedimentazione quasi esclusivamente carbonatica e inizia l'apporto di sedimenti argillosi e detritici. Questo importante mutamento delle condizioni ambientali, marcato dalla deposizione delle Marne a Fucoidi, Scaglia Bianca, Scaglia Rossa, scaglia variegata e Scaglia Cinerea, caratterizza il bacino umbro-marchigiano fino all'Aquitano p.p. quando cominciano a risentirsi gli effetti della migrazione verso E del sistema catena-avanfossa.

Con la deposizione del Bisciario e dello Schlier gli apporti silicoclastici si fanno più marcati indicando il graduale avvicinamento del fronte della catena a questa porzione di bacino umbro-marchigiano. Questa migrazione, prodotta dalla collisione tra placca Adria e blocco sardo-corso, ha determinato, dall'Oligocene fino al Plio-Pleistocene, lo sviluppo di successioni torbiditiche di avanfossa e di *wedge-top basin*.

Nell'area del foglio i depositi di avanfossa sono costituiti dai sedimenti della formazione marnoso-arenacea marchigiana che si sono depositi in bacini con geometria articolata ed estensione più ridotta rispetto ai bacini di sedimentazione del Macigno e della formazione marnoso-arenacea romagnola. La successione prosegue registrando la crisi di salinità e l'evento "lago-mare" che hanno interessato l'area mediterranea durante il Messiniano (Gessoso-Solfifera, Formazione a Colombacci), e termina con i sedimenti argilloso-siltosi e arenacei della formazione delle Argille Azzurre.

I progressi compiuti nella conoscenza geologica di questo settore dell'Appennino settentrionale hanno consentito di ridefinire le caratteristiche delle unità litostatigrafiche. Rispetto alle unità cartografate nel foglio 109 Pesaro della 2^a edizione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1969), nel quale ricade gran parte del foglio Fossombrone, alcune unità formazionali sono state divise, altre accorpate. Per quanto attiene la terminologia stratigrafica, nell'ambito del Foglio 280 Fossombrone sono stati utilizzati termini litostatigrafici formali e informali, seguendo la "Guida Italiana alla Classificazione e alla Terminologia Stratigrafica" (GERMANI & ANGIOLINI, 2003)

Durante il rilevamento geologico e la fase di revisione sono state effettuate campionature nelle diverse unità mirate alla definizione cronostatigrafica delle stesse, sia attraverso lo studio dei foraminiferi che del nannoplancton calcareo. La porzione giurassica della successione è stata inoltre accuratamente datata per mezzo della biostratigrafia ad ammoniti.

Dal punto di vista strutturale, l'area del foglio 280 Fossombrone è caratterizzata da coppie di anticlinali asimmetriche e sinclinali scollate dal basamento per *buckling* e tagliate da una serie di *thrust* e *back-thrust*. I sovrascorrimenti, dei quali i principali si sono originati per scollamento a livello delle evaporiti triassiche, si sono propagati verso l'avampaese attraverso piani con geometria a *ramp* e *flat* che interessano l'intera successione.



Fig. 58 – La gola del Furlo.
– Furlò gorge.

14. – IL FOGLIO 345 VITERBO

BONOMO R. (*), RICCI V. (*), VITA L. (*)

Il Foglio 345 Viterbo ricade per larga parte nel Lazio settentrionale in destra della Valle del Tevere ed è costituito per circa l'80% da depositi vulcanici riferibili al vulcanismo dell'area tosco-laziale, impostatosi in una fascia strutturalmente depressa parallela alla costa tirrenica e compresa tra questa e i rilievi carbonatici mesozoici dell'Appennino centrale. In particolare nel settore nord-occidentale del Foglio affiorano espansioni di vulcaniti riferibili all'attività dei centri di Bolsena e Montefiascone del Distretto Vulsino, mentre in quello meridionale si sovrappongono i prodotti del Distretto Vicano su quelli più antichi del Cimino; l'area centro-orientale del Foglio è interessata dai depositi sedimentari plio-quadernari post-orogeni e del bacino alluvionale del fiume Tevere.

Il coordinamento scientifico⁽¹⁾ è stato affidato al Prof. G. Nappi dell'Istituto di Vulcanologia e Geochimica dell'Università di Urbino, che negli anni precedenti aveva svolto diverse ricerche geovulcanologiche nell'area del Foglio con rilevamenti parziali a grande scala, di cui ci si è avvalsi con gli opportuni aggiornamenti ed integrazioni. Gli scriventi hanno curato la parte vulcanica del settore sud-orientale del Foglio, e parzialmente di quello nord-orientale, con rilievi di campagna alla scala 1:10.000. L'Università degli Studi della Tuscia, sotto la direzione del Prof. U. Chiochini, ha contribuito con la parte sedimentaria.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area è stata interessata dalla distensione post-orogenica dal Messiniano al Plio-Pleistocene e poi coinvolta da un parziale sollevamento riferibile alla risalita dei domi del Distretto Vulcanico Cimino. Le principali direttrici tettoniche e vulcano-tettoniche hanno andamento appenninico, come l'importante elemento strutturale del Graben Paglia-Tevere, e subordinatamente antiappenninico.

Le vulcaniti del Distretto Cimino hanno composizioni che vanno da acide ad intermedie; le vulcaniti dei distretti Vicano e Vulsino sono caratterizzate da composizioni tipicamente potassiche e ultrapotassiche.

Con l'ausilio dei livelli *marker* vulcanici presenti nell'area del Foglio è stato possibile ricavare delle correlazioni con le discontinuità di ordine maggiore definite in aree costiere, individuate sulla base delle sequenze marine, interdigitate con depositi vulcanoclastici, in relazione alle oscillazioni eustatiche ad alta frequenza del Pleistocene (DE RITA *et alii*, 2002). Tali *unconformity* sono state poi correlate anche con quelle individuate da MANCINI *et alii* (2003-04), per la media Valle del Tevere, che ha risentito della concomitanza di più fattori parzialmente indipendenti dalla dinamica costiera (vulcano-tettonica, aree di subsidenza locale, svi-

luppo del sistema fluviale, ecc.). Quindi, le unità litostratigrafiche, che nel vulcanico includono in genere associazioni di più litofacies deposizionali o di più eventi, sono state rappresentate in carta e, dove possibile, inserite in unità a limiti inconformi (UBSU) utilizzate in legenda solo come contenitori (BONOMO *et alii*, questo volume). L'esatta ricostruzione della sequenza di tutti i singoli eventi eruttivi originati dai numerosi centri vulcanici appartenenti ai tre distretti è risultata complessa, anche in considerazione delle caratteristiche discontinue e della distribuzione areale spesso limitata dei depositi, che impediscono la sovrapposizione stratigrafica diretta. Comunque rispetto ai dati di letteratura disponibili, spesso marcatamente di carattere petrologico e/o strutturale, il lavoro di campagna e le analisi petrochimiche e radiometriche hanno consentito una caratterizzazione delle unità e una ricostruzione geologico-stratigrafica di grande dettaglio (fig. 59), oltre a una suddivisione in periodi di attività vulcanica, caratterizzati da meccanismi deposizionali e centri di provenienza diversi, ottenuta anche tramite l'uso di livelli guida.

Nella realizzazione del Foglio sono emerse alcune importanti novità stratigrafiche, tra cui la mappatura inedita di affioramenti di alcune unità piroclastiche (Nenfro *Auctt.*, Tufo Rosso a Scorie Nere vicano e Ignimbrite A vicani, ed altre) in posizione distale rispetto alle aree sorgenti vulsine e vicane; il riconoscimento di nuove unità laviche, alcune delle quali con peculiari caratteri chimico-petrografici (lave ad Haüyna di provenienza vicana, melilitite a Leucite di provenienza vulsina); l'individuazione, nell'area centro-orientale del Foglio, di un bacino subsidente di probabile espressione vulcano-tettonica, la cui attività è stata contemporanea a quella dei limitrofi distretti vulcanici vulsino e vicano e in cui si è messa in posto una potente successione vulcano-sedimentaria (unità del Torrente Vezza, TZV in figura 59); il ritrovamento di appoggi stratigrafici tra unità cimine non precedentemente segnalati.

Nell'ambito di una collaborazione tecnico-scientifica tra il Servizio Geologico d'Italia e l'IGG del CNR di Pisa, M.A. Laurenzi ha condotto una campagna di datazioni ⁴⁰Ar-³⁹Ar mirata a ridefinire l'intero intervallo di attività delle unità vulcaniche cimine individuate per il Foglio. Le nuove analisi, indirizzate dalle evidenze di campagna e dalle risultanze chimico-petrografiche curate dal Prof. M. Mattioli (Università degli Studi di Urbino), hanno permesso di restringere l'intervallo di attività in cui si è delineata la rapida evoluzione magmatologica del Distretto Cimino, da poco più di 400 ka (secondo i dati K/Ar di NICOLETTI, 1969, e di successive parziali datazioni) a meno di 80 ka (LAURENZI *et alii*, 2014). I relativi prodotti presentano un *range* composizionale caratterizzato dal progressivo passaggio da termini trachitici ai meno evoluti latitico-shoshonitici.

Nell'area del Distretto Cimino è stata inoltre ricostruita la paleo-morfologia quaternaria del substrato

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Direttore di rilevamento aree sedimentarie: U. Chiochini. Rilevatori: F. Antonelli, R. Bonomo, F. Cavallucci, D. Cavicchia, F. Ippoliti, D. Lardini, S. Madonna, I. Marini, M. Mattioli, C. Paletta, R. Piersanti, A. Renzulli, V. Ricci, L. Valentini, L. Vita. Analisti: M. Barbieri, M. Chiochini, U. Chiochini, A. Di Stefano, A. Fiorentino, M. A. Laurenzi, M. Mattioli, M. Potetti.

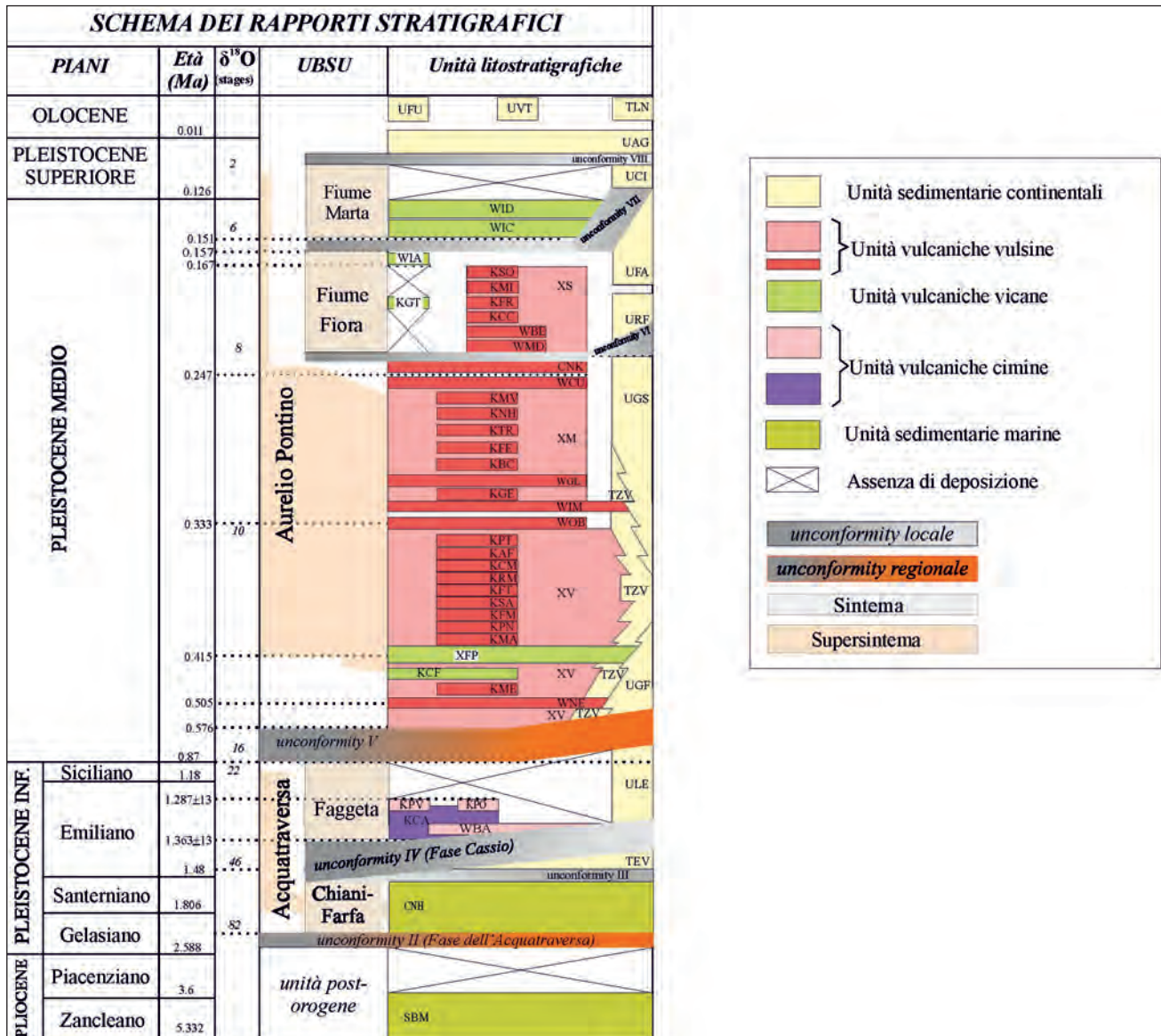


Fig. 59 – Schema dei rapporti stratigrafici tra le unità plio-quadernarie del foglio 345 Viterbo. Le sigle delle unità vulcaniche sono contraddistinte da iniziale K per le lave; W per i flussi piroclastici; X per i depositi piroclastici di caduta (cfr. NAPPI *et alii*).

– Stratigraphic relationship scheme of the Pliocene – Quaternary units of sheet 345 Viterbo. Volcanic units are represented by acronyms with initial K when lavic, W and X when pyroclastic, respectively from flow and fallout deposits.

precedente la messa in posto dell'Ignimbrite Cimina sulla base dell'elaborazione delle stratigrafie di 232 perforazioni provenienti dalla Banca Dati L.464/84 del Servizio Geologico d'Italia (CAMPOBASSO *et alii*, 2007). I dati standardizzati, elaborati da C. D'Ambrogi del Servizio Geologico d'Italia, utilizzando il *software* di modellazione tridimensionale Move (MVE Ltd.), hanno fornito per la stessa area anche la ricostruzione delle isopache del deposito piroclastico (fig. 60). Dall'esame dell'elaborato grafico risultante, gli spessori maggiori dell'Ignimbrite Cimina sembrano allinearsi lungo una direzione appenninica e accumularsi in paleo-depressioni.

Tra le peculiarità geologiche applicative dell'area si segnala una diffusa attività estrattiva e la presenza di diverse sorgenti di acque termali che hanno dato luogo a distese

di rocce travertinose e che hanno favorito anche lo sviluppo di indagini nel sottosuolo per la ricerca di energia geotermica. I dati geofisici confermano la presenza di un alto strutturale delimitato da faglie normali nella fascia ad ovest di Viterbo in cui sono comprese tali manifestazioni termali (CHIOCCHINI, 2006). L'area è altresì interessata da una radioattività naturale con livello di fondo molto alto, legata al contenuto di uranio e radio nelle rocce vulcaniche affioranti nell'area. La radiazione γ di fondo è prodotta essenzialmente dalle rocce piroclastiche, in particolare dal Tufo Rosso a Scorie Nere vicano (BONOMO *et alii*, 2014). L'incidenza delle caratteristiche geologiche si risente anche sulla qualità delle acque e si evidenzia nella concentrazione di alcuni elementi potenzialmente pericolosi quali il Radio, l'Arsenico e i fluoruri.

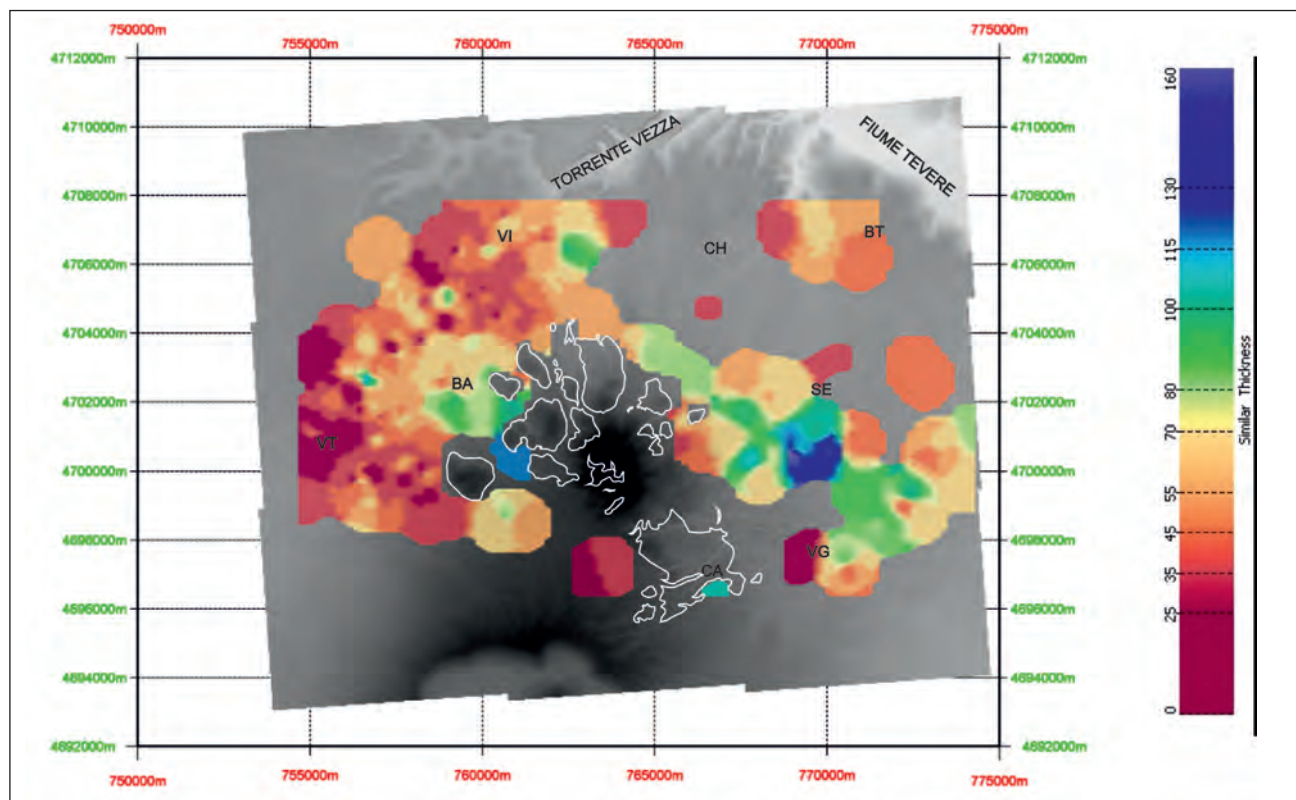


Fig. 60 – Schema delle isopache dell'Ignimbrite Cimina. La *palette* di colori indica le variazioni di spessore in metri; le linee bianche delimitano i domi cimini, le sigle agli abitati: BA Bagnaia, BT Bassano in Teverina, CA Canepina, CH Chia, SE Sant'Eutizio, VG Vignanello, VT Viterbo.

– Sketch of the Cimina ignimbrite isopachs. The colours vary depending on the thickness of the deposits, expressed in metres; white boundaries define the areas corresponding to the cimini domes, the acronyms some villages of the area: BA Bagnaia, BT Bassano in Teverina, CA Canepina, CH Chia, SE Sant'Eutizio, VG Vignanello, VT Viterbo.

15. – IL FOGLIO 347 RIETI

CAPOTORTI F. (*), GALLUZZO F. (*)

Gli studi nelle aree del Foglio 347 Rieti iniziano, da parte del Servizio Geologico d'Italia, negli anni '90, come attività di ricerca focalizzate sugli aspetti stratigrafici e sedimentologici delle zone di "alto strutturale" giurassico che caratterizzano il settore settentrionale dei Monti Sabini. In particolare, le prime ricerche si concentrano nella zona di Monte Lacerone, sulla quale era già esistente un'ampia letteratura ad iniziare dagli anni '60 (FARINACCI, 1967).

Il rilevamento vero e proprio del Foglio Rieti inizia nella seconda metà degli anni '90 e prosegue per circa un decennio. Oltre al Servizio Geologico d'Italia vi ha partecipato l'Università di Roma "La Sapienza". Per il rilevamento sono state seguite le normative del Quadro 1, s. III, del SGN (PASQUARÈ *et alii*, 1992) e successive integrazioni. In particolare, sono state utilizzate le unità litostratigrafiche per il rilevamento delle successioni carbonatiche e le *Unconformity-bounded stratigraphic units* (UBSU) per i depositi continentali quaternari.

Il Foglio Rieti comprende il settore settentrionale dei Monti Sabini, a ovest, ed un'ampia porzione dei Monti Reatini, a est. Le due catene sono separate dalla piana di Rieti, attraversata dal fiume Velino; questo si immette poi nel fiume Nera formando le cascate delle Marmore. Il fiume Nera attraversa poi la porzione nord-orientale della piana di Terni, che separa i Monti Sabini dai Monti Martani, dei quali ricade nel foglio l'estremità meridionale. Nello spigolo NE del foglio, infine, è presente una parte della piana di Leonessa.

L'area del Foglio Rieti ricade in gran parte nel Foglio geologico 138 Terni alla scala 1:100.000, edito nel 1970; solo la fascia orientale è compresa nel Foglio geologico 139 L'Aquila alla scala 1:100.000, edito nel 1955.

La geologia del foglio, per ciò che riguarda le unità del substrato, è caratterizzata interamente da unità di bacino e scarpata inferiore, facenti parte della nota successione umbro-marchigiana-sabina dell'Appennino centro-settentrionale. Solo i terreni più antichi affioranti, del Triassico superiore e Giurassico basale, sono ancora quelli di paleopiattaforma carbonatica pre-rifting tetideo. In linea generale si riconosce, nelle successioni pelagiche affioranti, un aumento della

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

(1) Coordinatore scientifico: F. Galluzzo. Rilevatori substrato: R. Bonomo, F. Capotorti, R. Di Stefano, F. Galluzzo, M. Marino, R. Graziano, M. Santantonio. Rilevatori Quaternario: V. Comerici, L. Guerrieri, A. Michetti.

quantità di risedimenti, provenienti dalla contigua piattaforma laziale-abruzzese, spostandosi dai Monti Sabini, ad ovest, ai Monti Reatini ad est (fig. 61). In questo senso una piuttosto evidente linea di demarcazione fra successione “pulita” e successione “detritica” è rappresentata dall’attuale *thrust* del M.te Palloroso - M.te Calcarone.

Uno degli aspetti più rilevanti emerso durante le fasi di rilevamento è l’individuazione di un’estesa piattaforma carbonatica pelagica giurassica, di origine *sin-rifting*, che è stata denominata “Plateau sabino” (SANTANTONIO & GALLUZZO, 1996; GALLUZZO & SANTANTONIO, 2002) per le sue dimensioni decisamente maggiori rispetto a quelle degli altri alti strutturali umbro-marchigiani riconosciuti in Appennino e più vicine a quelle di elementi di rango superiore quali, ad esempio, il Plateau di Trento. Il Plateau sabino era limitato a est da un’importante faglia diretta (o sistema di faglie dirette) denominata “Paleofaglia sabina”, caratterizzata da un notevole rigetto (intorno ai 2.000 m) determinato in base allo spessore



Fig. 61 – Monte Terminilletto: bancate di risedimenti nelle formazioni medio-giurassiche/basso cretache dei Monti Reatini.
– Terminilletto Mount: bed-risediments in the Medium-Jurassic/Low-Cretaceous formations of the Reatini Mountains.

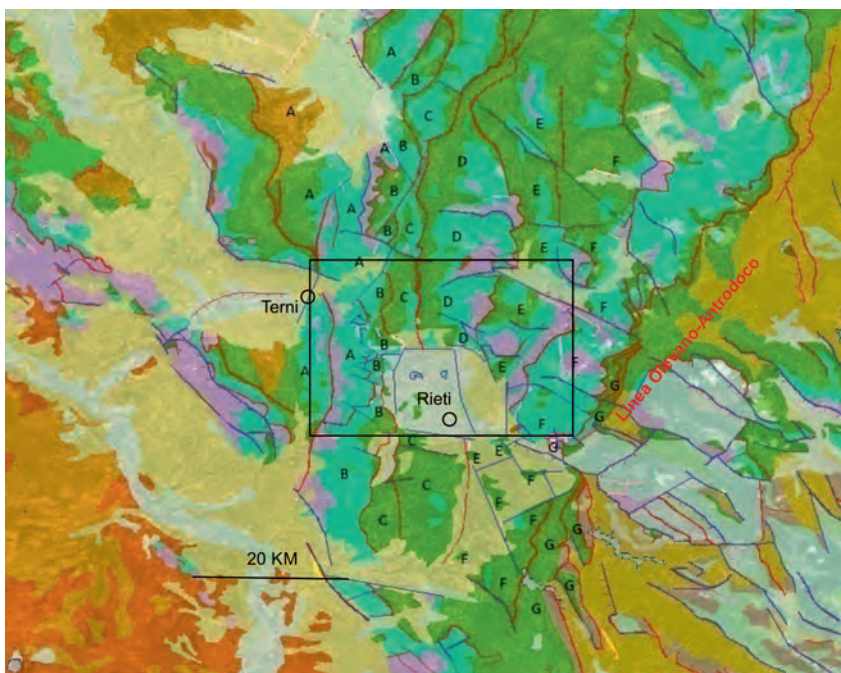


Fig. 62 – Schema strutturale del Foglio 347 Rieti e delle aree limitrofe. Con le lettere da A a G sono riportate le unità strutturali facenti parte della porzione sud orientale dell’Arco Appennino settentrionale.
– Structural scheme of the Sheet 347 Rieti and surrounding areas. Letters from A to G indicate structural units of the south-eastern portion of the Northern Apennines Arc.

della successione bacinale giurassica (in particolare della Corniola) e alla distribuzione, alle dimensioni e alla diffusione di olistoliti di Calcare Massiccio (paleopiattaforma *pre-rifting*), inglobati nei vari termini della successione stessa. Analoghe zone (alcune del tutto inedite) di “alto” giurassico, anche se di dimensioni “normali”, con relative paleoscarpate, sono state individuate anche in varie zone dei Monti Reatini, testimoniando l’articolata e complessa paleogeografia giurassica dell’intera area.

Dal rilevamento del Foglio Rieti provengono contributi importanti e originali anche per quel che riguarda l’assetto strutturale. Nei Monti Sabini è stato ricostruito con precisione l’andamento in superficie e le geometrie dell’importante elemento trascorrente destro, di estensione regionale, noto in letteratura come “Faglia sabina” (ALFONSI *et alii*, 1991a, 1991b); questa riprende la “Paleofaglia sabina”, fornendo così un esempio dell’interconnessione tra tettonica neogenica e tettonica giurassica (GALLUZZO & SANTANTONIO, 2002).

La ricostruzione, piuttosto precisa, malgrado l’azione delle successiva tettonica distensiva pleistocenica, dell’andamento delle varie superfici di sovrascorrimento che attraversano le strutture sabine e reatine, ha permesso di individuare sei unità tettoniche ad andamento meridiano o NNE-SSO che attraversano il foglio (fig. 62). Queste unità fanno parte della fascia sud-orientale di sovrascorrimenti che costituiscono il grande arco fuori sequenza dell’Appennino settentrionale (PATACCA *et alii*, 1991), che ha nel contiguo Foglio 348 Antrodoco parte della sua terminazione orientale (linea Olevano-Antrodoco) (CIPOLLARI & COSENTINO, 1991).

Le unità tettoniche così distinte si ricollegano a quelle individuate nei limitrofi Fogli Spoleto e Cittaducale, rispettivamente a nord e a sud del Foglio Rieti, permettendo così una migliore definizione dell’assetto strutturale regionale.

Importanti sono stati anche gli studi effettuati sui depositi continentali quaternari. Questi studi, a compendio di un’ampia letteratura riguardante soprattutto la piana di Rieti e confrontati con quelli derivanti dai fogli limitrofi, hanno permesso una dettagliata stratigrafia e una ricostruzione dell’evoluzione morfo-strutturale quaternaria delle piane intramontane di Terni, Rieti e Leonessa. Fra gli ulteriori depositi quaternari individuati vanno menzionati i depositi di origine glaciale rilevati nel massiccio del Monte Terminillo, nella parte sud orientale del foglio.

16. – IL FOGLIO 348 ANTRODOCO

CAPOTORTI F. (*), CHIARINI E. (*),
LA POSTA E. (*), MURARO C. (*)

Il foglio 348 Antrodoco della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 è l'ultimo in ordine di tempo dei fogli interamente rilevati dal Servizio Geologico d'Italia ed è tuttora in corso di realizzazione. Questo foglio fu scelto all'inizio degli anni 2000 in quanto ritenuto una "palestra" per i rilevatori del Servizio Geologico a causa della complessità e la molteplicità degli aspetti stratigrafici e strutturali, per la sua posizione nel contesto paleogeografico e geodinamico dell'Appennino e per la sua collocazione nell'ambito del Progetto CARG. L'area ricade all'interno del Foglio L'Aquila in scala 1:100.000 edito nel 1955.

L'assetto geologico del foglio (fig. 63) risulta molto complesso poiché ricade a cavallo di alcuni dei principali domini paleogeografici dell'Appennino centrale, quali l'estremo settore nord-occidentale della Piattaforma Carbonatica Laziale-Abruzzese e le zone della Sabina e Gran Sasso di transizione al dominio pelagico Umbro-Marchigiano. I litotipi sedimentari affioranti nel foglio, di età compresa tra il Triassico sup. ed il Neogene, registrano un'evoluzione tettonico-sedimentaria

corrispondente a un ciclo orogenetico completo e mostrano un'estrema variabilità delle *facies* sia in senso laterale che verticale. Sono infatti riferibili a differenti paleoambienti deposizionali quali: il bacino pelagico, lo *slope*, le piattaforme carbonatiche pelagiche (PCP *sensu* SANTANTONIO, 1994), le *facies* di transizione tra bacino e piattaforma carbonatica, la piattaforma carbonatica (con tutti i suoi subambienti), le rampe carbonatiche ed il bacino di avanfossa; in totale sono state così riconosciute oltre sessanta unità stratigrafiche del substrato (fra formazioni, membri e litofacies). La complessità stratigrafica è strettamente collegata a quella strutturale in quanto nel foglio ricadono anche due fra le principali strutture tettoniche appenniniche: l'arco dell'Appennino settentrionale, e più specificatamente le strutture legate alla sua rampa obliqua destra (*Linea Olevano-Antrodoco-Monti Sibillini*, OAS, *Auctt.*) e l'arco del Gran Sasso nella sua terminazione occidentale (*thrust* del M. Mozzano). Altre importanti strutture tettoniche presenti, sia di tipo compressivo che distensivo, sono: il *thrust* del Monte Gabbia-Monte Calvo (TGC), il sistema di faglie dell'Alto Aterno, le faglie di Leonessa e del Boragine e la faglia di Antrodoco. Gran parte delle strutture elencate hanno evidenziato problemi nella definizione sia dei rigetti che del *timing* di attivazione, ma in generale le analisi di *facies* hanno permesso di verificare come per esse è risultato di fondamentale im-

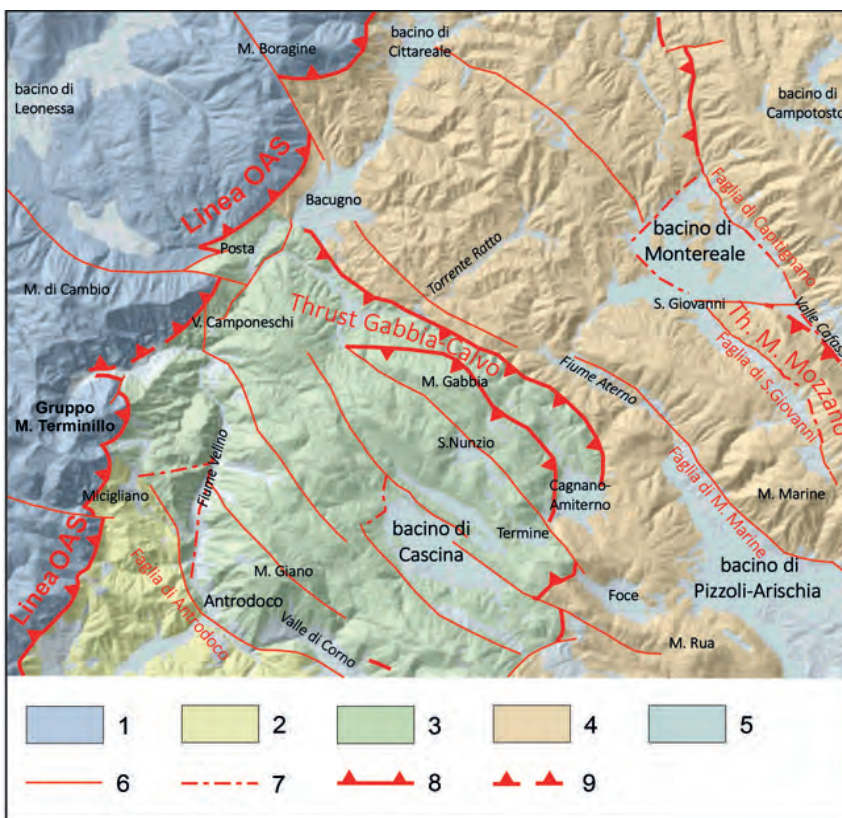


Fig. 63 – Schema strutturale semplificato del Foglio Antrodoco. 1) Area Monti Reatini; 2) Area Monte Nuria; 3) Area Monte Gabbia/Monte Gabbia; 4) Area Monti Rua/Marine/Mozziano e Area del flysch della Laga; 5) Depositi quaternari; 6) Faglia certa; 7) Faglia incerta o sepolta; 8) Sovrascorrimento certo; 9) Sovrascorrimento incerto o sepolto.
– Simplified structural sketch of the Antrodoco Sheet. 1) Reatini Mountain Area; 2) Mount Nuria Area; 3) Mount Gabbia/Mount Gabbia Area; 4) Rua/Marine/Mozziano Mountains Area and Laga flysch Area; 5) Quaternary deposits; 6) Certain fault; 7) Uncertain or buried fault; 8) Certain thrust; 9) Uncertain or buried thrust.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Responsabile scientifico: F. Capotorti. Direttori del rilevamento: F. Capotorti (substrato), E. Chiarini (Quaternario). Rilevatori substrato: D. Berti, F. Capotorti, C. D'Ambrogi, R. Di Stefano, M. Marino, C. Muraro, P. Perini, V. Ricci, S. Silvestri. Rilevatori Quaternario: A.M. Blumetti, E. Chiarini, L. Guerrieri, E. La Posta, F. Papisodaro. Analisi micropaleontologiche e nannoplanton: M. Chiochini, A. Fiorentino, R.M. Pichezzi, M. Rossi

portanza il condizionamento di una paleotettonica disgiuntiva *sin-rifting*, *post-rifting* e *pre-thrusting* agente in più riprese dal Giurassico al Miocene. La strutturazione in catena è stata ulteriormente complicata da riattivazioni *synchronous-thrusting* o fuori sequenza di alcuni dei principali sovrascorrimenti, come la stessa *linea Olevano-AnTRODoco-Posta* (PATACCA *et alii*, 1991; CIPOLLARI & COSENTINO, 1991) ed il *thrust* del Gran Sasso (PATACCA *et alii*, 1991). La definitiva conformazione geologico-strutturale nel foglio è infine opera della tettonica trascorrente e, in special modo, di estensiva pleistocenica che segue nell'onda orogenetica quella compressiva in migrazione verso est.

Dal punto di vista stratigrafico il Foglio Antrodoco può essere suddiviso in quattro aree, costituite da differenti successioni, ognuna caratterizzata da una peculiare evoluzione tettono-sedimentaria. Solo a partire dall'Oligocene, e ancor più nel Miocene, la successione sedimentaria *pre-thrusting* e *sin-thrusting* diventa abbastanza simile in tutto il foglio, in quanto i sedimenti da questo momento in poi tendono a rettificare gli antichi dislivelli strutturali, con conseguente omogeneizzazione delle *facies* e, successivamente, ad essere espressione di un ambiente di avanfossa topograficamente molto complesso.

L'area dei Monti Reatini occupa tutta la fascia occidentale del foglio ed è delimitata verso E dalla linea d'accavallamento OAS. La sua successione è caratterizzata inizialmente da *facies* di piattaforma carbonatica che nel Sinemuriano *p.p.*, a causa del *rifting* tetideo, passano a quelle di scarpata/bacino, comprendendo tutti i classici termini umbro-sabini dalla Dolomia principale del Triassico sup. sino alle marne con Cerrognana del Miocene medio. Nella successione dei Monti Reatini sono state riconosciute anche tre PCP formatesi a seguito della tettonica disgiuntiva del Giurassico inf. e caratterizzate da una sedimentazione condensata e/o lacunosa al di sopra del Calcarea Massiccio (Gruppo del Bugarone). Tali PCP affiorano al Monte Tolentino/Colle Forcella, al Monte Cambio ed al Monte Boragine.

L'area del Monte Nuria occupa una limitata parte del settore sud-occidentale del foglio ed è limitata a N dalla faglia di Antrodoco e ad O dalla linea OAS. Gran parte della sua successione sedimentaria affiora, a sud, nel limitrofo Foglio 358 Pescorocchiano. Nel Foglio Antrodoco è caratterizzata da esigui affioramenti di piattaforma carbonatica interna del Cretacico sup. *p.p.* cui si sovrappone una successione condensata di scaglia post-annegamento della piattaforma dal Coniaciano *p.p.* all'Oligocene, che passa a sedimenti miocenici di rampa carbonatica da intermedia a esterna-prossimale e ai successivi termini alto tortoniani-basso messiniani di evoluzione in avanfossa. Il ciclo sedimentario è chiuso da diffusi affioramenti di breccie continentali pleistoceniche discordanti sul substrato.

L'area del Monte Giano-Monte Gabbia occupa gran parte dell'area centro-meridionale del foglio ed è limitata a N (in parte) ed E dall'accavallamento TGC e a SO e O dalla faglia diretta di Antrodoco e dalla linea OAS. È caratterizzata da una successione di piattaforma carbonatica piuttosto peculiare, espressione di notevoli variazioni laterali e verticali degli ambienti deposizionali che testimoniano una complessa evoluzione paleogeografica. In-

fatti, da *facies* di piattaforma interna/rampa prossimale del Triassico sup. - Bajociano *p.p.*, si passa ad una *facies* bacinale di PCP nel Bajociano *p.p.*, cui segue un lungo *hiatus* sedimentario di circa 15 Ma. La sedimentazione riprende in *facies* di *slope* nel Kimmeridgiano *p.p.* fino al Titoniano inf. e poi di nuovo in *facies* di piattaforma carbonatica (di margine, avanmargine e laguna) dal Titoniano sup. fino all'inizio del Cretacico sup. Dal Cenomaniano al Coniaciano *p.p.* l'area del Monte Giano - Monte Gabbia subisce in più fasi, lungo fasce parallele, prima una mancanza di sedimentazione e poi un annegamento eterocrono della piattaforma, con sviluppo di *facies* variabili dal gradino ribassato-scarpata, allo *slope*, all'alto strutturale pelagico (fig. 64). L'annegamento è legato in parte a fattori eustatici e ambientali, ma in special modo a fattori tettonici disgiuntivi. Importanti ulteriori fasi tettoniche disgiuntive si registrano anche nel Paleocene e nell'Eocene. Tutta l'area diviene una rampa carbonatica più o meno profonda dall'Oligocene e fino al Miocene medio, per poi evolvere a bacino di avanfossa nel Messiniano basale. Anche in quest'area il ciclo sedimentario è chiuso da affioramenti di breccie continentali pleistoceniche discordanti sul substrato ed affioranti sui crinali del Monte Giano.

L'area del Monte Rua-Monte Marine-Monte Mozzano e del flysch della Laga occupa la parte sud-orientale e centro-settentrionale del foglio ed è limitata a S-SO dal *thrust* TGC e a NO ancora dalla linea OAS. La sua successione sedimentaria *pre-flysch* è parte della successione di transizione del Gran Sasso-Cittareale di CENTAMORE *et alii* (1991) ed è simile a quella dei Monti Reatini per storia evolutiva e *facies* sedimentarie, anche se caratterizzata da più ingenti quantità di risedimenti provenienti dalla piattaforma. La successione è chiusa da sedimenti terrigeni tortoniano-messiniani (parte alta delle marne con Cerrognana, unità marnoso-argillosa e flysch della Laga) che occupano tutta la parte NE del foglio (unità di Acquasanta-Montagna dei Fiori di CENTAMORE *et alii*, 1991). All'interno dell'area è pure presente una PCP giurassica, individuata sul Monte Marine.



Fig. 64 – Zona di Vallemare: *on-lap* della “scaglia” condensata d’annegamento sui sedimenti cretatici di piattaforma e *slope* del complesso M. Giano-M. Gabbia. – Vallemare zone. *on-lap* of condensed-drowning “scaglia” on the Cretacic platform and slope sediments of the M. Giano-M. Gabbia complex.

Il Foglio Antrodoto presenta anche aspetti rilevanti di geologia del Quaternario. Oltre il 20% del territorio è occupato dai depositi di riempimento dei bacini intermontani più importanti (bacini di Montereale, Pizzoli-Arischia e Cascina), alcuni dei quali solo in parte compresi nel foglio (conche di Leonessa e di Campo-tosto), e dei bacini minori presenti lungo la Valle del fiume Velino (Cittareale, Bacugno) o nel settore centro-meridionale (Cagnano Amiterno, Termine, Santo Nunzio e Foce), cui si aggiungono i terreni quaternari disposti lungo i principali assi vallivi (valli del fiume Aterno, del Velino, del Torrente Ratto, Valle di Corno). I depositi hanno età comprese fra il Pleistocene inf. e l'Olocene e sono rappresentati da sedimenti clastici in *facies* lacustre, di versante, di conoide e di piana alluvionale e da sedimenti glaciali e crionivali. Le *facies* lacustri sono presenti principalmente nel sottosuolo e testimoniano le fasi iniziali in cui la subsidenza del bacino, legata all'attività delle faglie bordiere, superava il tasso di sedimentazione. Fra le *facies* di versante si annoverano estesi accumuli di frana e paleofrana (Valle di Cafasse-Torrente Faschiano, Villa Camponeschi, Valle del Velino, Micigliano; MARTINO *et alii*, 2004). I depositi alluvionali o di origine mista alluvionale-gravitativa, che rappresentano circa la metà del Quaternario affiorante, scandiscono le tappe fondamentali dell'evoluzione dei reticoli idrografici, a partire dal Pleistocene inf. fino all'Attuale. Sul massiccio di M. Terminillo, infine, una serie di cordoni morenici, in posizione via via più arretrata all'interno delle valli o in prossimità dei circhi, documentano diverse pulsazioni glaciali avvenute a partire dal *Last Glacial Maximum* (24.000-22.000 anni BP), nel Pleistocene sup. (GIRAUDI, 1998; 2005).

Approfonditi studi interdisciplinari e campagne di sondaggi nelle conche intermontane principali hanno permesso di caratterizzare dal punto di vista cronologico e paleoambientale i sedimenti quaternari, consentendo l'istituzione di due gruppi distinti di unità stratigrafiche, uno per ciascuno dei due bacini idrografici principali (Aterno e Velino), cui si aggiungono le unità affioranti nelle conche tettoniche del settore centro-meridionale, per un totale di oltre 25 unità a limiti informali, litostratigrafiche o informali.

Un ulteriore aspetto interessante del Foglio Antrodoto è la riconosciuta attività quaternaria delle faglie normali, in particolare del sistema di faglie presente nell'alto bacino dell'Aterno (BLUMETTI, 1995; GALADINI & MESSINA, 2004), di lunghezza complessiva superiore a 20 km. Ai rami meridionali del sistema, la faglia del M. Pettino e la faglia del M. Marine, sono associate evidenze di attività tardo-quaternaria ed olocenica. La faglia di M. Marine ha guidato l'evoluzione della conca di Pizzoli-Arischia; i rami settentrionali, le faglie di S. Giovanni e di Capitignano, considerate una sorgente sismogenetica capace di generare forti terremoti (LAVECCHIA *et alii*, 2012), hanno invece condizionato l'evoluzione della conca di Montereale (CHIARINI *et alii*, 2014). Gli studi avviati nell'ambito del Foglio Antrodoto hanno permesso la mappatura di dettaglio di tali strutture neotettoniche ed evidenziato la fagliatura di depositi del Pleistocene sup. lungo il ramo di San Giovanni, dando impulso a nuovi studi paleosismologici.

17. - IL FOGLIO 355 RONCIGLIONE

CAMPOBASSO C. (*), VITA L. (*)

Il Foglio 355 Ronciglione (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2016a; NAPPI *et alii*, 2016) è nato della collaborazione tra il Servizio Geologico d'Italia, l'Istituto di Vulcanologia e Geochimica dell'Università di Urbino e l'Università della Tuscia di Viterbo, con lo scopo di completare e rendere fruibili i numerosi rilievi e studi precedentemente condotti da geologi delle citate strutture di ricerca nelle aree vulcaniche e sedimentarie sviluppate tra la il settore settentrionale della Provincia di Roma ed il settore meridionale della Provincia di Viterbo. Approfondimenti di carattere vulcanologico, petrografico e sedimentologico, nonché una generale revisione e sistematizzazione dei rilevamenti, sono stati necessari per l'adeguamento dei dati scientifici disponibili alla nuova normativa adottata per la realizzazione dei fogli del Progetto CARG (PASQUARÉ *et alii*, 1992). Il coordinamento scientifico è stato affidato al Prof. G. Nappi dell'Università di Urbino⁽¹⁾.

Il foglio in questione ricade in un'area prevalentemente coperta dalla struttura vulcanica di Vico e dai suoi prodotti, cui si associano in misura significativa anche i depositi dei limitrofi Distretti vulcanici quaternari Cimino e Sabatino settentrionale; il substrato sedimentario affiora solo nel settore meridionale del Foglio ed è rappresentato da unità pre-orogeniche terrigene di età Cretacico-Eocene e da depositi tardo-orogenici di età messiniana (fig. 65).

Le unità pre-orogeniche in affioramento sono costituite per la gran parte dai depositi torbiditici, noti in letteratura come Flysch della Tolfa, su cui poggiano in contatto trasgressivo unità tardo-orogeniche rappresentate da una successione pelitica con intercalazioni di corpi lenticolari conglomeratici presenti a varie altezze stratigrafiche. Su tale substrato, disarticolato in *horst* e *graben* ad andamento prevalentemente appenninico dalle fasi tettoniche distensive plioceniche, si svilupparono bacini a sedimentazione marina entro o ai margini dei quali, a partire dal Pleistocene inferiore, iniziò una intensa attività vulcanica. I prodotti più antichi di tale attività giacciono su un substrato costituito da argille e sabbie plioceniche del *graben* Siena-Radicofani e sono rappresentati dai domi, ignimbriti ed effusioni laviche

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾Direzione rilevamento: G. Nappi (vulcanico), U. Chiochini (sedimentario). Rilevatori aree vulcaniche: L. Salvati, C. Campobasso, L. Vita (Servizio Geologico d'Italia); D. Lardini, G. Nappi, L. Valentini (Università di Urbino). Rilevatori aree sedimentarie: U. Chiochini, S. Madonna (Università della Tuscia); C. Campobasso, L. Salvati (Servizio Geologico d'Italia). Revisione dei rilevamenti per il vulcanico: G. Nappi, M. Mattioli (Università di Urbino). Revisione dei rilevamenti per il sedimentario: U. Chiochini, S. Madonna.

Analisi petrografiche e geochimica delle vulcaniti: M. Mattioli, L. Valentini (Università di Urbino).

Analisi petrografiche delle areniti: U. Chiochini.

Analisi micropaleontologiche: A. Fiorentino (Servizio Geologico d'Italia), M. Potetti (Università di Camerino), E. Gliozzi (Università di RomaTre).

Analisi isotopiche ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr su gusci di molluschi: M. Barbieri (Sapienza Università di Roma).

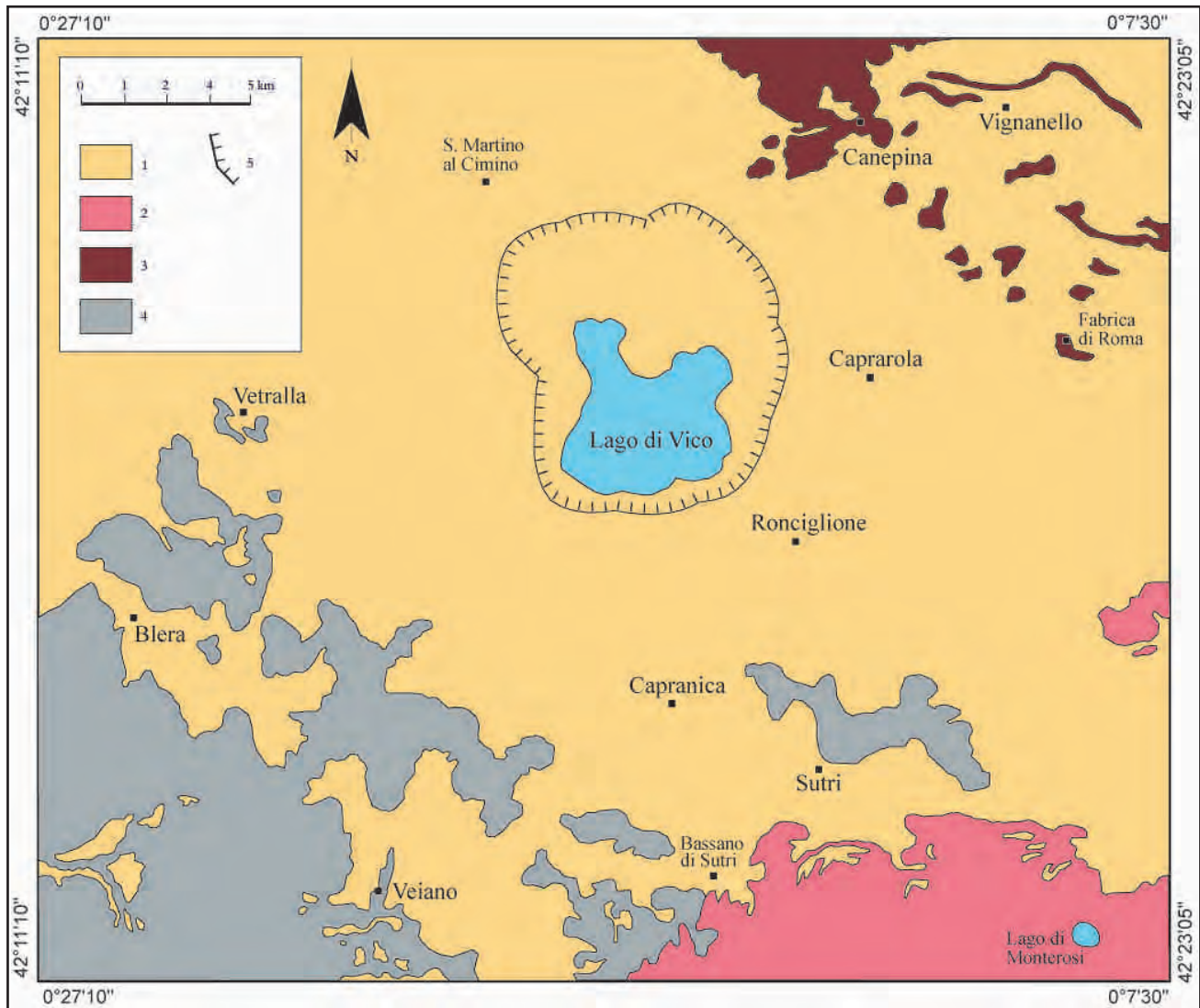


Fig. 65 – Aree di affioramento dei prodotti vulcanici e del substrato sedimentario nell'area del foglio 355 Ronciglione. 1 = vulcaniti del Distretto Vicano, 2 = vulcaniti del Distretto Sabatino; 3 = vulcaniti del Distretto Cimino, 4 = unità del substrato sedimentario; 5 = recinto calderico. In: NAPPI *et alii* (2016).
 – Sheet 355 Ronciglione: 1 = Vicano district volcanic rocks; 2 = Sabatino district volcanic rocks; 3 = Cimino district volcanic rocks; 4 = sedimentary units; 5 = caldera.

del Distretto Vulcanico Cimino (Provincia Magmatica Toscana). I prodotti del Distretto Vicano (Provincia Magmatica Romana) si sovrappongono stratigraficamente ad essi e si sviluppano intorno a un centro principale nel corso del Pleistocene medio; i depositi vulcanici sabatini, anch'essi appartenenti alla Provincia Magmatica Romana, si mettono in posto a partire da centri eruttivi maggiormente dispersi arealmente (NAPPI *et alii*, 2016), circa nello stesso intervallo di tempo di quelli vicani.

L'area del foglio offre eccellenti esposizioni stratigrafiche delle successioni vulcaniche dei tre Distretti, che hanno permesso di riconoscerne le diverse fasi di attività consentendone lo studio in relazione alla tettonica ed alle oscillazioni del livello del mare durante il Quaternario (DE RITA *et alii*, 2002; GIROTTI & MANCINI, 2003). Pertanto le unità vulcaniche rappresentate in carta, di tipo litostratigrafico e in un solo caso litosomatiche, sono state organizzate in Legenda all'interno di unità stratigrafiche a limiti inconformi (UBSU) di

vario ordine gerarchico (cfr. BONOMO *et alii*, questo capitolo paragrafo 14). La presenza di superfici di *unconformity* di significato regionale ha consentito di distinguere due supersintemi (Acquatraversa e Aurelio-Pontino) e cinque differenti sintemi che rappresentano gli stadi principali nell'evoluzione geo-vulcanologica dei Distretti Cimino, Sabatino e Vicano (fig. 66). Nell'area del Foglio il supersintema Acquatraversa è rappresentato unicamente dal sintema Faggeta la cui superficie basale è di tipo erosivo e corrisponde alla superficie topografica esistente prima dell'inizio dell'attività vulcanica del Distretto Cimino (NAPPI *et alii*, 2016). Il sintema contiene tutti i prodotti sviluppatasi, durante il Pleistocene inferiore, nelle tre fasi eruttive del Distretto Cimino e costituisce l'unità UBSU stratigraficamente più bassa. Tale unità è limitata al tetto dalla superficie di *unconformity* basale del supersintema Aurelio-Pontino che, in accordo a FUNICIELLO & GIORDANO (2008), è una superficie erosiva che segna il passaggio da una progressiva fase di sollevamento regionale (supersin-

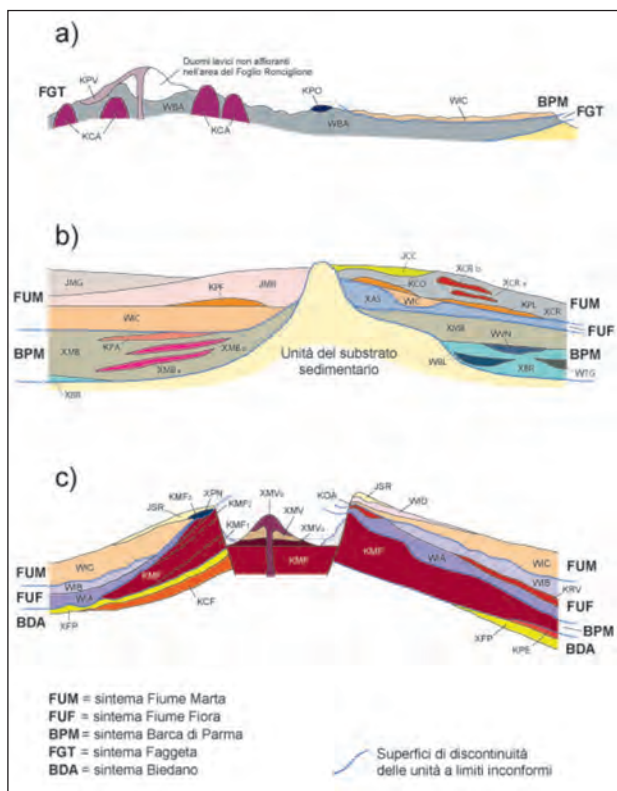


Fig. 66 - Schemi dei rapporti stratigrafici dei Distretti Vulcanici Cimino (a), Sabatino (b) e Vicano (c). In: NAPPI *et alii*, (2016).
 - Stratigraphic schema of volcanic districts: a) Cimino; b) Sabatino; c) Vicano.

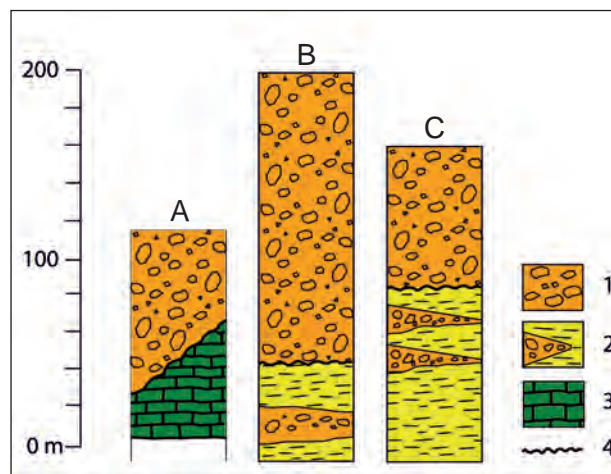


Fig. 67 - Sezioni stratigrafiche stimate dell'unità di Poggio Terzolo. 1 = membro conglomeratico di La Banditella; 2 = membro pelitico-conglomeratico di Monte Monastero; 3 = Flysch della Tolfa; 4 = discontinuità. In: NAPPI *et alii* (2016).
 - Stratigraphic sections of Poggio Terzolo sedimentary unit.

tema Aquatraversa) alla definitiva continentalizzazione dell'area (supersistema Aurelio-Pontino). Essa racchiude, dal basso verso l'alto, i depositi continentali dei sistemi Biedano, Barca di Parma, fiume Fiora e fiume Marta.

Oltre alle novità stratigrafiche introdotte dall'uso delle unità UBSU e dei litosomi, i nuovi rilievi condotti nell'area meridionale del Foglio hanno portato ad approfondimenti e a nuove conoscenze della successione vulcanica del Distretto Sabatino settentrionale e dei suoi rapporti con alcune coeve unità del Distretto Vicano, per i quali si rimanda anche a NAPPI & MATTIOLI (2003).

Da evidenziare sono infine gli approfondimenti sulle unità sedimentarie, studiate attraverso numerose sezioni di dettaglio (Flysch della Tolfa, unità di Poggio Terzolo) o affioramenti inediti (arenarie di Manciano; anche in CHIOCCHINI, 1998). Questi studi hanno portato, tra l'altro, a novità di rilievo sulle unità terrigene pre-orogene del Foglio (Flysch della Tolfa), sia per gli aspetti biostratigrafici sia per quelli petrografici, sedimentologici e di analisi di facies, consentendone la caratterizzazione in carta in distinti membri e litofacies. Lo studio di dettaglio della successione pelitico-conglomeratica tardo-orogena (unità di Poggio Terzolo) mediante analisi sedimentologiche e di facies ha consentito di ricostruirne i rapporti litostratigrafici interni e con le unità più antiche (fig. 67) nonché l'ambiente di deposizione e l'andamento delle paleocorrenti.

Le attività e l'impegno profuso dai geologi del Servizio Geologico d'Italia negli anni di lavoro che

sono stati necessari per la caratterizzazione vulcanologica e sedimentologica delle aree su cui si sviluppa il Foglio 355 Ronciglione, supportate dalla notevole valenza scientifica mostrata dai colleghi delle Università coinvolte in questo Progetto di cartografia ufficiale, hanno reso possibile la realizzazione di un prodotto in grado di fornire nuovi elementi al mondo della ricerca in ambito geologico/vulcanologico, ed hanno evidenziato come la sinergia tra strutture di ricerca per obiettivi di comune valenza possa portare a risultati importanti ed utili alla collettività.

18. - IL FOGLIO 386 FIUMICINO

D'AMBROGI C. (*)

Il Foglio 386 Fiumicino della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000⁽¹⁾ è costituito da una piccola porzione di area emersa (76 km²) e da un'ampia porzione marina; esso si colloca lungo la fascia costiera tirrenica, circa 30 km a SO della città di Roma, in corrispondenza dell'area deltizia del fiume Tevere.

Tale settore costiero è caratterizzato da un'intensa antropizzazione, per la presenza dei centri abitati di Ostia e Fiumicino, degli insediamenti abitativi della periferia di Roma e dell'Aeroporto Internazionale Leonardo da Vinci, nonché da importanti siti archeologici quali Ostia Antica, il Porto di Traiano, la Necropoli di Porto - Isola Sacra.

(*) Servizio Geologico d'Italia, ISPRA

⁽¹⁾ Il foglio è stato realizzato nell'ambito del Progetto CARG come integrazione dei rilevamenti della parte a terra, eseguiti dal Servizio Geologico d'Italia (C. D'Ambrogi, V. Ricci), con i dati derivanti dalle indagini condotte nella parte a mare dall'Università "Sapienza" di Roma, nell'ambito della Convenzione tra Servizio Geologico d'Italia e Regione Lazio (Coordinatore scientifico: F.L. Chiocci; Direttore rilevamento: G.B. La Monica; Rilevatori: F. Falese, P. Tortora).

La realizzazione del foglio geologico ha dovuto tenere conto di questi aspetti, connessi all'attività antropica, oltre che delle caratteristiche geologiche connesse alla dinamica del fiume Tevere, corso d'acqua con un'area deltizia seconda per estensione solo a quella del fiume Po.

Lo studio della evoluzione di quest'area si è basato sull'applicazione delle unità a limiti inconformi (UBSU), tenendo conto che l'unità principale e più sviluppata è tutt'ora in formazione. Tale unità nella maggior parte dei margini continentali (dove non sono presenti corsi d'acqua significativi) raggiunge spessori di poche decine di metri ricoprendo solo parzialmente il margine continentale, permettendo l'affioramento di depositi di cicli precedenti sia a terra che a mare. Nel caso del Foglio Fiumicino questa unità raggiunge invece spessori di oltre 70 m e ricopre in maniera quasi completa il Foglio.

Le particolari caratteristiche dell'area, totalmente pianeggiante, fortemente antropizzata e in larga parte sommersa, hanno reso necessario un approccio metodologico specifico alla raccolta dei dati, attraverso l'analisi integrata di quelli provenienti dalle aree emerse con quelli delle aree sommerse.

Per la parte a terra, analogamente a quanto fatto nell'ambito del Progetto CARG in grandi aree di pianura (es.: Foglio 148-149 Chioggia-Malamocco; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2007; Foglio 203 Poggio Renatico; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009) si è fatto ricorso all'interpretazione delle foto aeree, all'acquisizione di cartografia storica, all'analisi delle emergenze archeologiche e alla raccolta dei dati di sottosuolo (stratigrafie di sondaggi e prospezioni geofisiche).

Per la parte sommersa sono stati utilizzati: l'analisi e l'interpretazione di dati geofisici (rilievi con ecoscandaglio ed ecoscandaglio multifascio, rilievi con sonar a scansione laterale, rilievi di sismica monocanale ad alta risoluzione e rilievi di sismica multicanale a grande penetrazione), nonché di dati sedimentologici (campionamenti del fondo marino mediante benna e carotiere a gravità) acquisiti da diverse fonti.

Per la definizione e caratterizzazione dell'assetto stratigrafico della parte a terra, gli scarsissimi dati di superficie (per l'assenza di affioramenti) sono stati integrati con la raccolta di dati di sottosuolo; sono state recuperate 188 stratigrafie di sondaggio provenienti da: Banca Dati L. 464/84 del Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, archivio del Servizio Geologico della Provincia di Roma, Regione Lazio, archivi di Società private, nonché da lavori pubblicati. Nonostante la buona densità complessiva (2,5 sondaggi per km²), la distribuzione dei sondaggi è tuttora estremamente disomogenea. La profondità media è di 30 metri, con profondità massima di 194 metri, il numero medio di intervalli descritti è 8.

Questi dati preesistenti sono stati arricchiti con le informazioni derivanti da 1 sondaggio a carotaggio continuo (Pesce Luna), della profondità di 100 metri (fig. 68), perforato appositamente per la realizzazione del Foglio con l'obiettivo di ottenere la migliore carat-

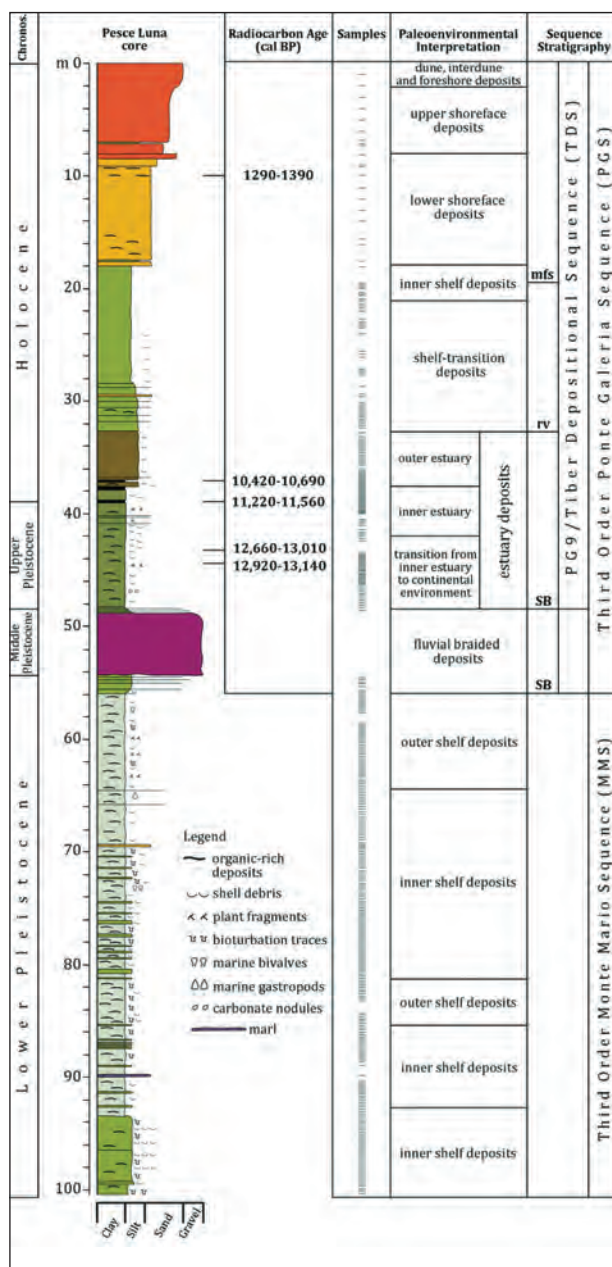


Fig. 68 – Colonna stratigrafica del sondaggio Pesca Luna (vedere fig. 69 per ubicazione). Sono indicati gli ambienti deposizionali e l'interpretazione stratigrafica sequenziale. SB: limite di sequenza; rv superficie di ravinement; mfs superficie di maximum flooding (MILLI *et alii*, 2013).

– Stratigraphic column of Pesca Luna core (see fig. 69 for location) showing the depositional environment and the sequence stratigraphic interpretation. SB: sequence boundary; rv: ravinement surface; mfs: maximum flooding surface.

terizzazione stratigrafica dei depositi dell'ultimo ciclo glacio-eustatico, intercettandone la base in corrispondenza della zona depocentrale della paleo-valle del fiume Tevere, così come ipotizzata in letteratura (BELLOTTI *et alii*, 1995).

Le analisi biostratigrafiche⁽²⁾ (foraminiferi e ostracodi), polliniche e su macroresti vegetali, e le datazioni

⁽²⁾ Foraminiferi: Letizia Di Bella, Rita Maria Pichezzi, Maria Gabriella Carboni; ostracodi: Virgilio Frezza; pollini: Donatella Magri, Federico Di Rita; macroresti vegetali: Alessandra Celant; datazioni radiocarbonio: Gilberto Calderoni; sedimentologia: Salvatore Milli, Piero Bellotti, Chiara D'Ambrogi, Valeria Ricci.

al radiocarbonio eseguite sul sondaggio a carotaggio continuo, insieme alla caratterizzazione sedimentologica, hanno consentito di ottenere nuovi vincoli per la ricostruzione dell'evoluzione dell'area deltizia (MILLI *et alii*, 2013) e reso possibile una migliore definizione dell'andamento della superficie di *unconformity* relativa alla paleo-valle del Tevere (fig. 69).

Tale superficie, corrispondente all'ultimo massimo glaciale, ottenuta dall'integrazione dei dati di letteratura, del sondaggio Pesce Luna, e grazie ai vincoli offerti dall'interpretazione della porzione terminale di una linea sismica a riflessione eseguita lungo l'alveo del fiume Tevere⁽³⁾ (BIGI *et alii*, 2014), verrà mappata attraverso isobate, nel foglio di sottosuolo allegato al foglio geologico.

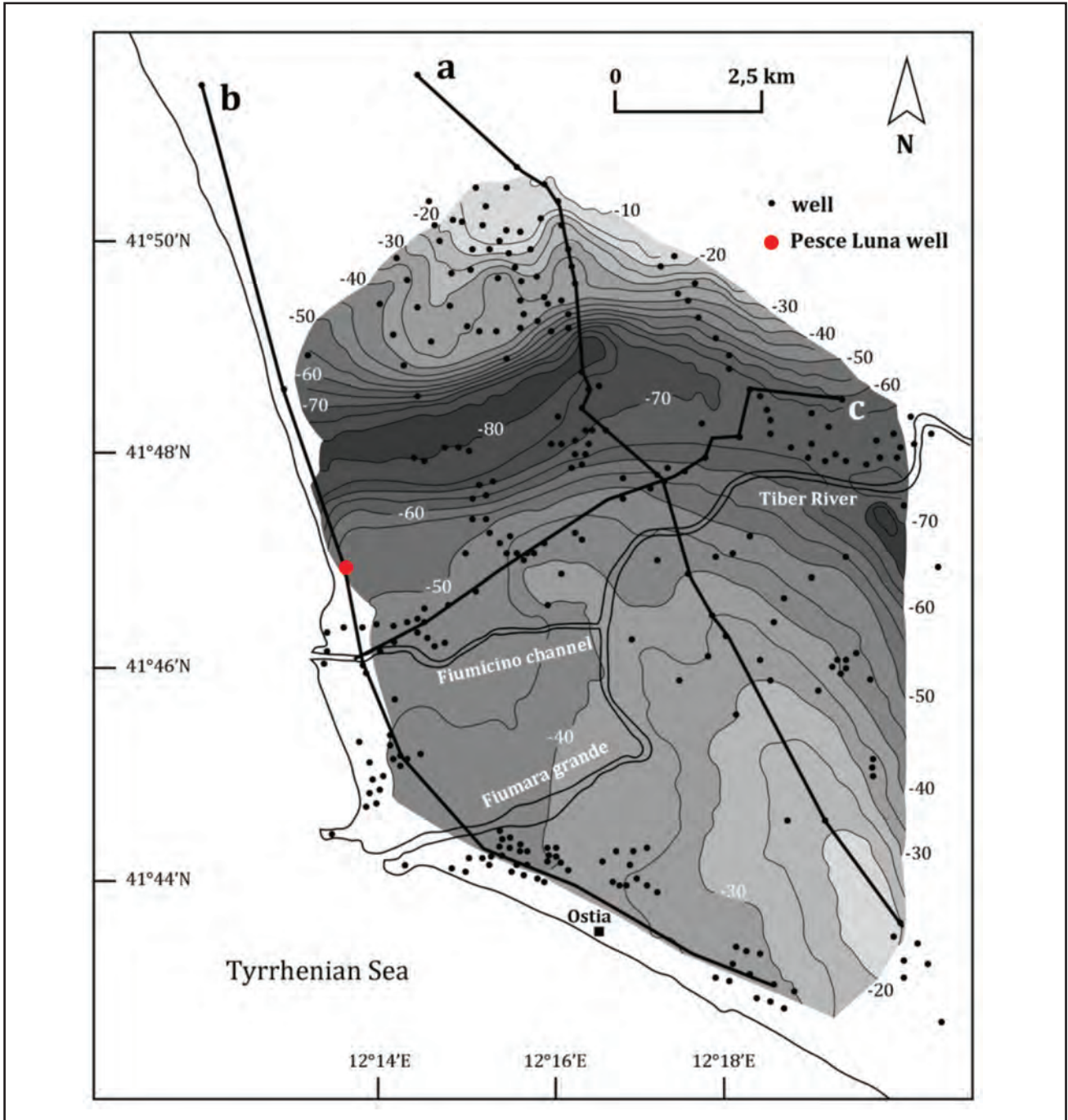


Fig. 69 – Mappa delle isobate (in metri s.l.m.) della superficie di *unconformity* alla base della Sequenza deposizionale PGS (modificata da MILLI *et alii*, 2013).
– *Isobath map (meters a.s.l.) of the depositional sequence PGS basal unconformity.*

⁽³⁾ Linea acquisita nel 2002 nell'ambito del progetto "Tettonica recente e rischio sismico nell'area romana" (resp. Prof. Carlo Doglioni) e riprocessata nel 2006 presso l'ISMAR – CNR (dott.ssa Valentina Ferrante).