

Carta Geologica del Vulcano Etna - *Geological Map of Etna Volcano*

3. - Metodologia applicata alla realizzazione della nuova carta geologica del Vulcano Etna

- *Methodological approach to the new geological map of Etna volcano*

BRANCA S. (*), COLTELLI M. (*), GROPELLI G. (**)

Il distretto vulcanico del M. Etna si è sviluppato attraverso la sovrapposizione di prodotti vulcanici principalmente effusivi e subordinatamente esplosivi. La successione vulcanica, che include anche depositi vulcanoclastici, registra le fasi costruttive e distruttive della storia geologica di questo vasto vulcano composito. Per ricostruire la complessa correlazione spaziale e temporale tra i prodotti vulcanici si è deciso di utilizzare differenti unità stratigrafiche, le cui relazioni sono descritte nello schema dei rapporti stratigrafici (fig. 28). Infatti lo schema stratigrafico proposto per il distretto vulcanico del M. Etna deriva dalla combinazione di tre differenti categorie di unità stratigrafiche: litostratigrafiche, sintemiche e litosomatiche. Ciascun tipo di unità stratigrafica si basa su una propria definizione in accordo con le linee guida dell'*International Stratigraphic Guide* (ISG) (SALVADOR, 1994). La litostratigrafia rappresenta il principale criterio stratigrafico usato per identificare le unità vulcaniche durante il rilevamento geologico. Inoltre, sono state adottate le unità sintemiche o a limiti inconformi (UBU), basate sul riconoscimento delle superfici di inconformità all'interno della successione vulcanica; ciò ha permesso di raggruppare diverse unità litostratigrafiche in differenti sistemi. Infine sono state utilizzate le unità litosomatiche, denominate vulcani, per meglio rappresentare la collocazione spaziale degli apparati eruttivi riconosciuti sulla base dei loro elementi morfostrutturali.

Per la realizzazione della carta geologica del vulcano Etna (BRANCA *et alii*, 2011a) la campagna di rilevamento geologico è stata realizzata alla scala 1:5.000 per quel che riguarda le pareti subverticali della Valle del Bove e alla scala 1:10.000 per i fianchi, meno acclivi, del vulcano. Per il rile-

vamento di campagna, sono state utilizzate carte topografiche alla scala 1:10.000 della Regione Siciliana e della Provincia Regionale di Catania e foto aeree a colori acquisite nel 1987 dalla Regione Siciliana, Assessorato del Territorio e dell'Ambiente. In aggiunta, la mappatura delle colate laviche storiche è stata ottenuta usando ortofoto RGB ad alta risoluzione (25 cm) e un DEM con 1 m di risoluzione realizzato dal Centro Aerospaziale Tedesco (DLR), Institute of Planetary Research di Berlino, in collaborazione con l'INGV Osservatorio Etneo (GWINNER *et alii*, 2006), a partire da dati digitali stereoscopici acquisiti nel luglio 2005 e aggiornati nella porzione sommitale nell'agosto del 2007. Inoltre è stato eseguito un confronto fra numerose foto aeree relative agli anni: i) 1954, 1967, 1983 e 1989 dell'I.G.M.; ii) 1979 dell'IIV; iii) 1987 della Regione Sicilia, e diverse ortofoto del 1999 della Provincia Regionale di Catania e del 2005 e 2007 (INGV-CT), allo scopo di migliorare la ricostruzione dei campi lavici sviluppatasi nella porzione più elevata del vulcano e all'interno della depressione della Valle del Bove.

3.1. - UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE

In questo lavoro sono state utilizzate le unità litostratigrafiche seguendo le procedure e gli standard proposti da SALVADOR (1994), riguardanti anche la denominazione di unità formali e informali. La successione vulcanica dell'Etna è stata organizzata in unità litostratigrafiche di diverso rango, dalle formazioni ai membri e, in alcuni casi, colate (cfr. la carta geologica). Per individuare la posizione delle unità litostratigrafiche all'interno della successione e la relazione tra le diverse unità rilevate nel corso del la-

(*) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Etneo, Piazza Roma 2, Catania (Italia)

(**) CNR-Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali – sezione di Milano, Via Mangiagalli 34, 20133 Milano (Italia)

Unità Sintemica		Unità Litosomatica	Unità Litostratigrafica	Intervallo di incertezza stratigrafica Intervallo deposizionale		
Supersintema Stratovolcano	Sintema Il Piano	vulcano Mongibello	Prodotti Vulcanici 3 2 1	Prodotti Sedimentari formazione Torre del Filosofo 3: 1971AD -Presente 2: 1669AD - 1971 AD 1: 122 a.C. - 1669 AD		
				formazione Pietracannone membro Superiore: 3.9 ka - 122 BC membro Inferiore: 15 ka - 3.9 ka membro Cubania (a) membro Milo (b) membro Chiancone (c)		
	Sintema Concazze	vulcano Ellittico		formazione Portella Giumenta membro Ignimbrite Biancavilla-Montallo (c) membro Osservatorio Etneo (b) membro Ragabo (a)		
				formazione Monte Calvario		
				formazione Simeto membro Contrada Ragaglia (b) membro Piano D'Aragona (a)		
				formazione Piano Provenzana membro Tagliaborsa (b) membro Tripodo (a)		
				Formazione Pizzi Deneri membro Superiore (b) membro Inferiore (a)		
				Formazione Serra delle Concazze		
	Supersintema Valle del Bove	Sintema Zappini	vulcano Cuvigghiuni		Formazione Canalone della Montagnola	
			vulcano Salifizio		formazione Serra Cuvigghiuni membro Laghetto (a)	
				formazione Acqua della Rocca		
			Formazione Serra del Salifizio			
		Formazione Valle degli Zappini				
vulcano Giannicola			Formazione Serra Giannicola Grande membro Belvedere (a)			
vulcano Monte Cerasa			formazione Monte Fior di Cosimo			
			Formazione Monte Scorsona			
Sintema Croce Menza		vulcano Trifoglietto		formazione Piano del Trifoglietto		
		vulcano Rocche		formazione Rocche membro Rocca Capra (b) membro Rocca Palombe (a)		
	vulcano Tarderìa		formazione Contrada Passo Cannelli			
Supersintema Timpe	Sintema S. Alfio		formazione Valverde			
			formazione Moscarello			
			formazione Calanna			
	Sintema Acireale		formazione S. Maria Ammalati membro Timpa S. Tecla (a) membro Piano Carrubba (b)			
			formazione Timpa membro Leucalia (c) membro Paternò (b) membro S. Maria la Scala (a)			
	formazione Timpa di Don Masi membro S. Caterina (b) membro Fermata S. Venera (a)					
Supersintema Tholeiiti basali	Sintema Adrano		formazione San Placido			
			formazione S. Maria di Licodia membro Motta S. Anastasia (a)			
	Sintema Aci Trezza		Conglomerati di M. Tirti			
			Sabbie di San Giorgio			
	formazione Aci Castello membro Isole Ciclopi (a)					

Fig. 28 - Schema dei rapporti stratigrafici ricostruiti per il distretto vulcanico del M. Etna. Nello schema non sono incluse le unità che non hanno relazioni stratigrafiche dirette con il distretto vulcanico etneo (modificato da BRANCA *et alii*, 2011a).
- Scheme of the stratigraphic relationships reconstructed for Mt. Etna volcanic district. The units without direct relationships with those belonging to the Etnean district are absent.

voro di campagna sono state misurate e descritte numerose sezioni stratigrafiche lungo le ripide pareti della depressione della Valle del Bove (figg. 29, 30, 31 e cfr. Appendice 2) e lungo le scarpate di faglia della Timpa di Acireale, Timpa di S. Tecla e Timpa di Moscarello, dove affiorano le rocce vulcaniche appartenenti alle unità più antiche.

L'identificazione delle unità litostratigrafiche è fondamentale durante il rilevamento di campagna, poiché le caratteristiche litologiche e le relazioni stratigrafiche dei corpi rocciosi sono le uniche proprietà immediatamente riconoscibili sul terreno, mentre i dati di laboratorio (analisi petrografiche, geochimiche, radiometriche, etc.) permettono di caratterizzare più in dettaglio l'unità litostratigrafica. Seguendo le indicazioni dell'ISG, (SALVADOR, 1994) si è cercato di ridurre quanto più possibile il numero delle unità informali; dove era possibile riconoscere la completa successione, incluso i limiti inferiore e superiore, è stata definita un'unità formale (cfr. la legenda della CARTA GEOLOGICA e del SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009a).

L'estensione o l'incertezza temporale delle unità litostratigrafiche sono graficamente rappresentate nello schema dei rapporti stratigrafici (v. fig. 28) da una barra collocata sul lato destro di colore blu e rosso. Questa rappresentazione grafica è stata utilizzata per distinguere le due diverse cause dell'estensione verticale delle unità litostratigrafiche, dovute a prolungata deposizione e a incertezze temporali. La prima causa di indeterminazione, denominata "intervallo di deposizione" (barre blu), si riferisce a una durata prolungata nella messa in posto dell'unità, generalmente riferita a depositi rimaneggiati eteropici e distali, che risultano, quindi,

generalmente in eteropia con le formazioni vulcaniche. La seconda causa, denominata "intervallo di incertezza stratigrafica" (barre rosse), si riferisce all'indeterminazione temporale e/o stratigrafica dell'unità stessa, dovuta alla mancanza di rapporti geometrici diretti con le altre unità.

In aggiunta al rango formazione sono state applicate anche le unità litostratigrafiche di rango membro e colata; in particolare, a un corpo roccioso è stato attribuito il rango membro quando è stato possibile identificare un lito-orizzonte guida (per es. il litoorizzonte FS divide la formazione Pietracannone in un membro superiore e uno inferiore) o quando sono state individuate all'interno di una formazione notevoli differenze litologiche (ad es. per distinguere un corpo lavico subvulcanico da una successione di colate laviche appartenente alla stessa formazione, oppure per distinguere diverse successioni piroclastiche o epiclastiche dal resto della formazione) e, infine, per identificare un corpo roccioso con una precisa posizione stratigrafica all'interno della formazione.

Nella nuova carta geologica del vulcano Etna sono state identificate 27 formazioni, alcune delle quali includono membri e colate. La composizione dei prodotti vulcanici è basata sulle analisi petrografiche di campioni rappresentativi e sui dati geochimici di letteratura (CORSARO & POMPILIO, 2004; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009a). La maggior parte delle unità litostratigrafiche sono state datate utilizzando il metodo $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ per le lave e il metodo C^{14} per i depositi di tefra (COLTELLI *et alii*, 2000; DE BENI & WIJBRANS, questo volume). Le formazioni vulcaniche e vulcanoclastiche sono state contrassegnate con un numero dall'1 al 27. Per i membri è stata aggiunta una lettera minuscola al numero della formazione (ad es. 26a). Il rango colata o strato è contrassegnato da due lettere.

Le formazioni più recenti, i cui prodotti vulcanici appaiono ben esposti lungo i versanti dell'Etna (formazioni Torre del Filosofo, Pietracannone, Monte Calvario e Piano Provenzana), sono state mappate utilizzando il rango colata, che comprende tutti i prodotti vulcanici generati durante un singolo evento eruttivo relativo a eruzioni laterali o sommitali. Per quanto riguarda queste formazioni sono stati ricostruiti i rapporti stratigrafici e l'areale di distribuzione di 430 colate laviche e dei relativi depositi piroclastici sulla base delle loro principali caratteristiche, quali litologia, morfologia, posizione delle bocche e altre informazioni aggiuntive riportate in Appendice. In particolare all'interno della formazione Torre del Filosofo sono state inserite 112 colate, 245 nella formazione Pietracannone, 15 nella formazione Monte Calvario e 58 in quella Piano Provenzana. Nella carta geologica, i prodotti vulcanici relativi a ciascuna colata

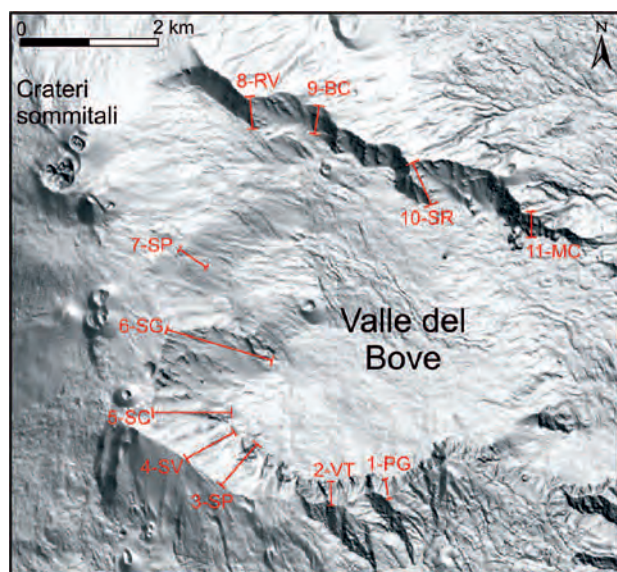


Fig. 29 - Ubicazione delle sezioni stratigrafiche di dettaglio lungo le pareti della Valle del Bove (modificato da BRANCA *et alii*, 2011a).
- Location of the stratigraphic sections along the Valle del Bove walls.

sono graficamente distinti in 3 facies: i) depositi piroclastici di caduta prossimali (cono di scorie e/o bastione di scorie saldate); ii) depositi piroclastici di caduta distali; iii) colate laviche.

Il vulcano più recente (Mongibello) ricopre l'88% dell'intero edificio vulcanico etneo. L'unica discontinuità presente nei prodotti della successione vulcanica degli ultimi 15 ka, non associata a una variazione litologica, è relativa alla caldera de Il Piano, formata dall'eruzione pliniana del 122 a.C. L'associato deposito di caduta consente di identi-

ficare due formazioni, la formazione Pietracannone, inclusa tra le caldere dell'Ellittico e de Il Piano, e la formazione Torre del Filosofo, costituita dalle vulcaniti eruttate dopo il 122 a.C. All'interno della formazione Pietracannone (che ricopre il 54% dell'edificio dell'Etna) è possibile distinguere due membri (inferiore e superiore) sulla base di un lito-orizzonte rappresentato da un deposito di lapilli scoriacei di ricaduta di composizione basaltico-picritica disperso nel fianco orientale del vulcano (strato FS di COLTELLI *et alii*, 2000). Sem-

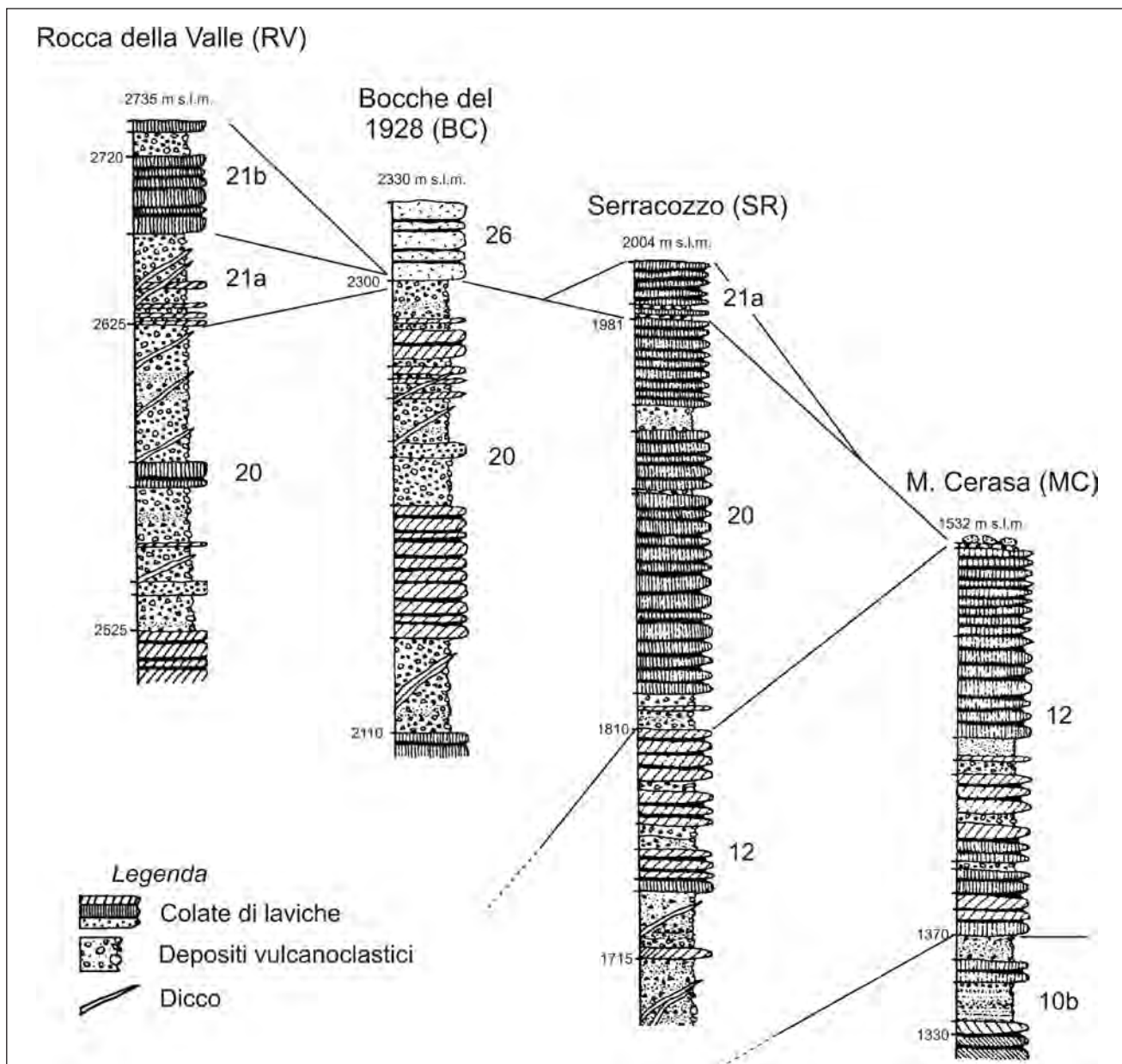


Fig. 30 - Correlazioni delle sezioni stratigrafiche della parete settentrionale della Valle del Bove (modificata da BRANCA *et alii*, 2011a). I numeri corrispondono a quelle delle unità litostratigrafiche riportate nella carta geologica: 26 = formazione Pietracannone; 25a = formazione Portella Giumenta - membro Osservatorio Etneo; 21a = Formazione Pizzi Deneri - membro inferiore; 21b = Formazione Pizzi Deneri - membro superiore; 20 = Formazione Serra delle Concazze; 12 = Formazione Monte Scorsone; 10b = formazione Rocche - membro Rocca Capra.

- Correlation of stratigraphic sections along the northern wall of the Valle del Bove (modified after BRANCA *et alii*, 2011a). The numbers correspond with those of the lithostratigraphic units of the geological map: 26 = Pietracannone formation; 25a = Portella Giumenta formation - Osservatorio Etneo member; 21a = Pizzi Deneri Formation - Lower member; 21b = Pizzi Deneri Formation - Upper member; 20 = Serra delle Concazze Formation; 12 = Monte Scorsone Formation; 10b = Rocche formation - Rocca Capra member.

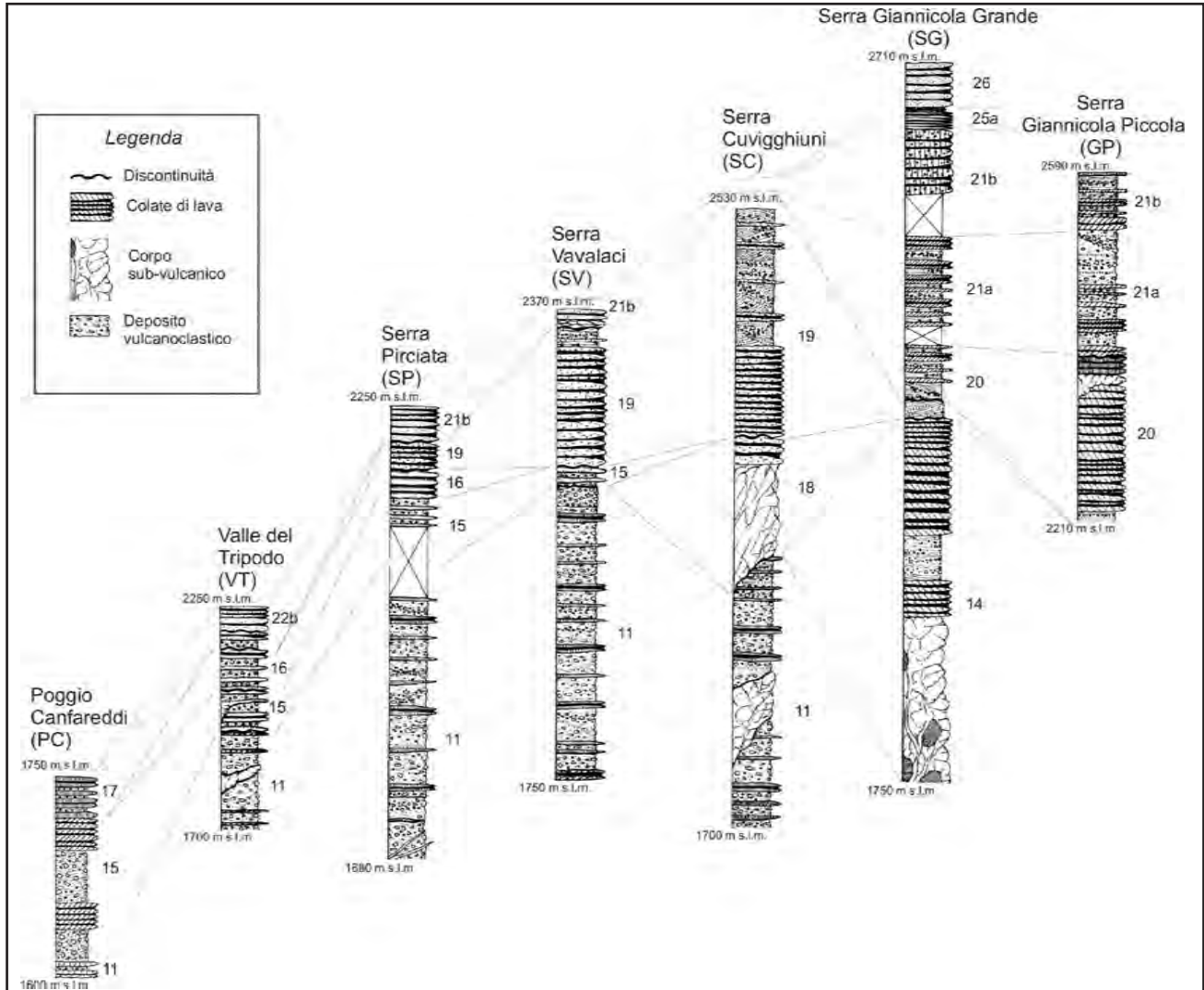


Fig. 31 - Correlazioni delle sezioni stratigrafiche della parete sud-occidentale della Valle del Bove (modificata da BRANCA *et alii*, 2011a). La sezione stratigrafica di Serra Giannicola Piccola, realizzata nel 1990, è stata coperta dall'attività eruttiva recente. I numeri corrispondono a quelle delle unità litostratigrafiche riportate nella carta geologica: 26 = formazione Pietracannone; 25a = formazione Portella Giumenta - membro Osservatorio Etneo; 21a = Formazione Pizzi Deneri - membro inferiore; 21b = Formazione Pizzi Deneri - membro superiore; 20 = Formazione Serra delle Concazze; 19 = Formazione Canalone della Montagnola; 18 = formazione Serra Cuvigghiuni; 17 = formazione Acqua della Rocca; 16 = Formazione Serra del Salifizio; 15 = Formazione Valle degli Zappini; 14 = Formazione Serra Giannicola Grande; 11 = formazione Piano del Trifoglietto.

- Correlation of stratigraphic sections along the south-western wall of the Valle del Bove (modified after BRANCA *et alii*, 2011a). The Serra Giannicola Piccola stratigraphic section (SGP), logged in 1990, is at present covered by more recent lava flows. The numbers correspond with those of the lithostratigraphic units of the geological map: 26 = Pietracannone formation; 25a = Portella Giumenta formation - Osservatorio Etneo member; 21a = Pizzi Deneri Formation - Lower member; 21b = Pizzi Deneri Formation - Upper member; 20 = Serra delle Concazze Formation; 19 = Canalone della Montagnola Formation; 18 = Serra Cuvigghiuni formation; 17 = Acqua della Rocca formation; 16 = Serra del Salifizio Formation; 15 = Valle degli Zappini Formation; 14 = Serra Giannicola Grande Formation; 11 = Piano del Trifoglietto formation.

pre nella formazione Pietracannone sono state di fondamentale importanza le indagini tefrostratigrafiche condotte da COLTELLI *et alii* (2000) e DEL CARLO *et alii* (2004) per la ricostruzione stratigrafica delle colate laviche (fig. 32) attraverso l'identificazione di alcuni depositi piroclastici di caduta, estesi arealmente, che sono stati utilizzati come orizzonti stratigrafici (*marker bed*). In particolare, i livelli di tefra olocenici M1, TV, FL, FG di DEL CARLO *et alii* (2004) sono stati usati per le correlazioni stratigrafiche e le datazioni relative di colate laviche, altrimenti difficili a causa della loro limitata distribuzione areale.

Le vulcaniti successive all'eruzione del 122 a.C. sono colate laviche e depositi piroclastici che, a seguito della loro limitata variabilità litologica e della loro quasi continua successione temporale, sono stati raggruppati in una sola unità litostratigrafica, chiamata formazione Torre del Filosofo, che ricopre il 34% dell'intero edificio etneo. Per quanto riguarda quest'ultima formazione si è posto un problema di rappresentazione cartografica che conciliasse la pratica stratigrafica con la leggibilità della carta e la preservazione delle informazioni raccolte durante il rilevamento. Infatti, benché la regola generale preveda di assegnare un unico co-

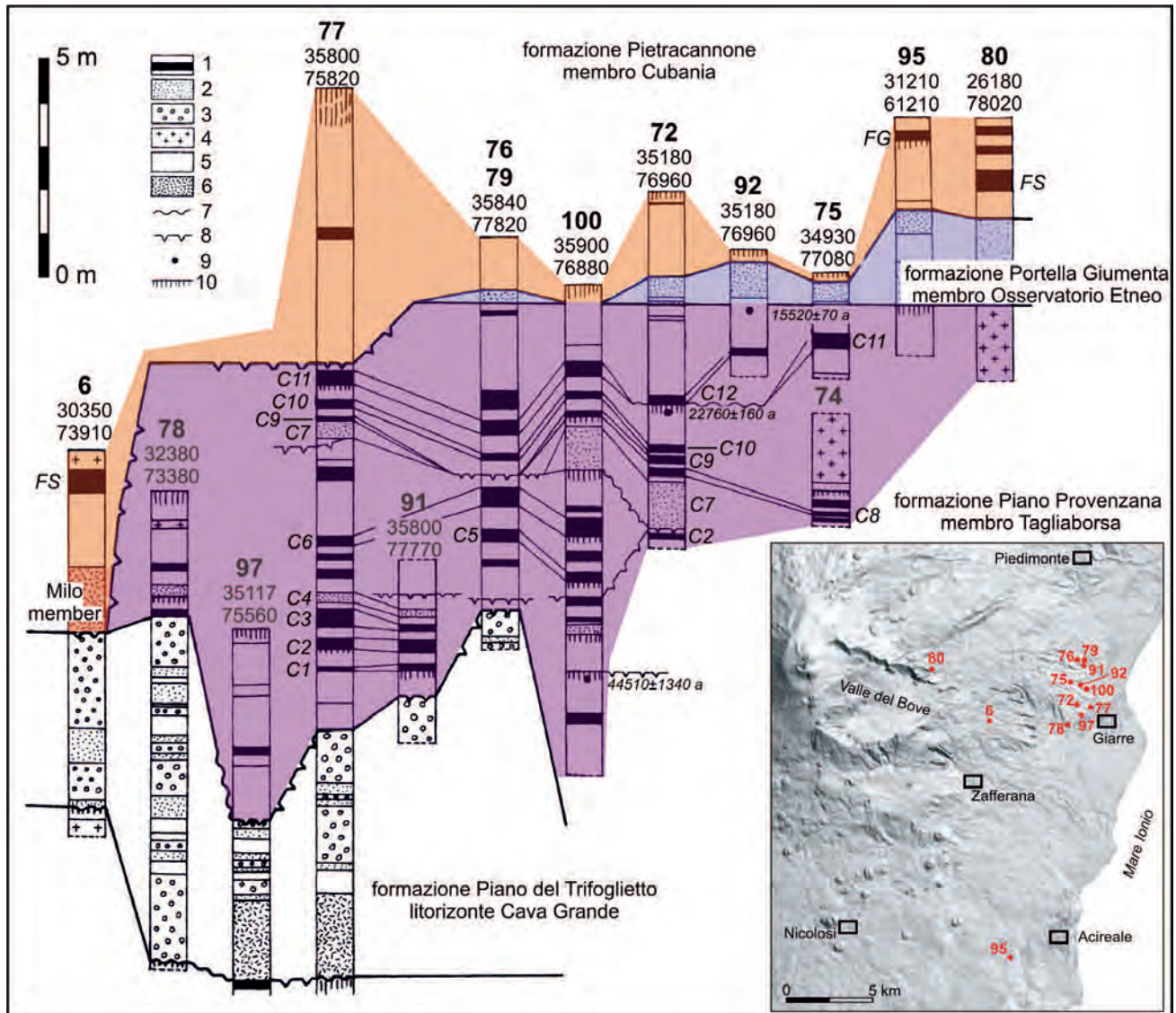


Fig. 32 - Correlazioni stratigrafiche dei depositi piroclastici dell'Etna e localizzazione delle sezioni (modificato da BRANCA *et alii*, 2011a). Le coordinate delle sezioni sono quelle della carta topografica alla scala 1:10.000 della Regione Siciliana. I livelli di tefra sono siglati con lettere e/o numeri (per dettagli cfr. DEL CARLO *et alii*, 2004)

- Stratigraphic correlation of Etna pyroclastic deposits and location of the stratigraphic sections (modified from BRANCA *et alii*, 2011a). The number of the sections is followed by the Italian National System Kilometric coordinates of the 10,000 scale topographic maps of Regione Siciliana. Tephra layers are labelled with letters and/or numbers (for detailed explanation see DEL CARLO *et alii*, 2004).

lore a ciascuna unità formazionale (fig. 33a) e vista anche l'impossibilità (e illeggibilità) di rappresentare tutte le colate con colori distinti (fig. 33b), è stata preferita una soluzione cartografica alternativa (fig. 33c) che raggruppasse le 112 colate in 3 intervalli temporali sulla base della loro relativa posizione stratigrafica. Pertanto sulla carta geologica le colate hanno una campitura in funzione dell'intervallo temporale, ma allo stesso tempo ciascuna colata viene rappresentata con i propri limiti che ne permettono la delimitazione e tramite l'acronimo è possibile risalire al nome (Tabella 1 sulla carta geologica) e alla descrizione (in Appendice). La soluzione qui proposta ha permesso di ottenere un'accettabile rappresentazione della distribuzione

spazio-temporale dell'attività eruttiva recente, che rappresenta uno degli obiettivi fondamentali della carta geologica dell'Etna fin da quella del WALTERSHAUSEN, (1843-61). Sebbene l'uso degli intervalli temporali non sia conforme con le procedure stratigrafiche standard, tuttavia si dovrebbe considerare in questo e in simili contesti come un pratico strumento per visualizzare in chiave geologica un complesso *data set* di colate laviche. Infatti, la suddivisione in intervalli temporali permette di raffigurare le colate laviche secondo il metodo litostratigrafico *standard*, rappresentando l'evoluzione temporale e spaziale dell'attività vulcanica recente per mezzo della differente gamma di colori. Gli intervalli temporali sono stati definiti attraverso l'individuazione dei

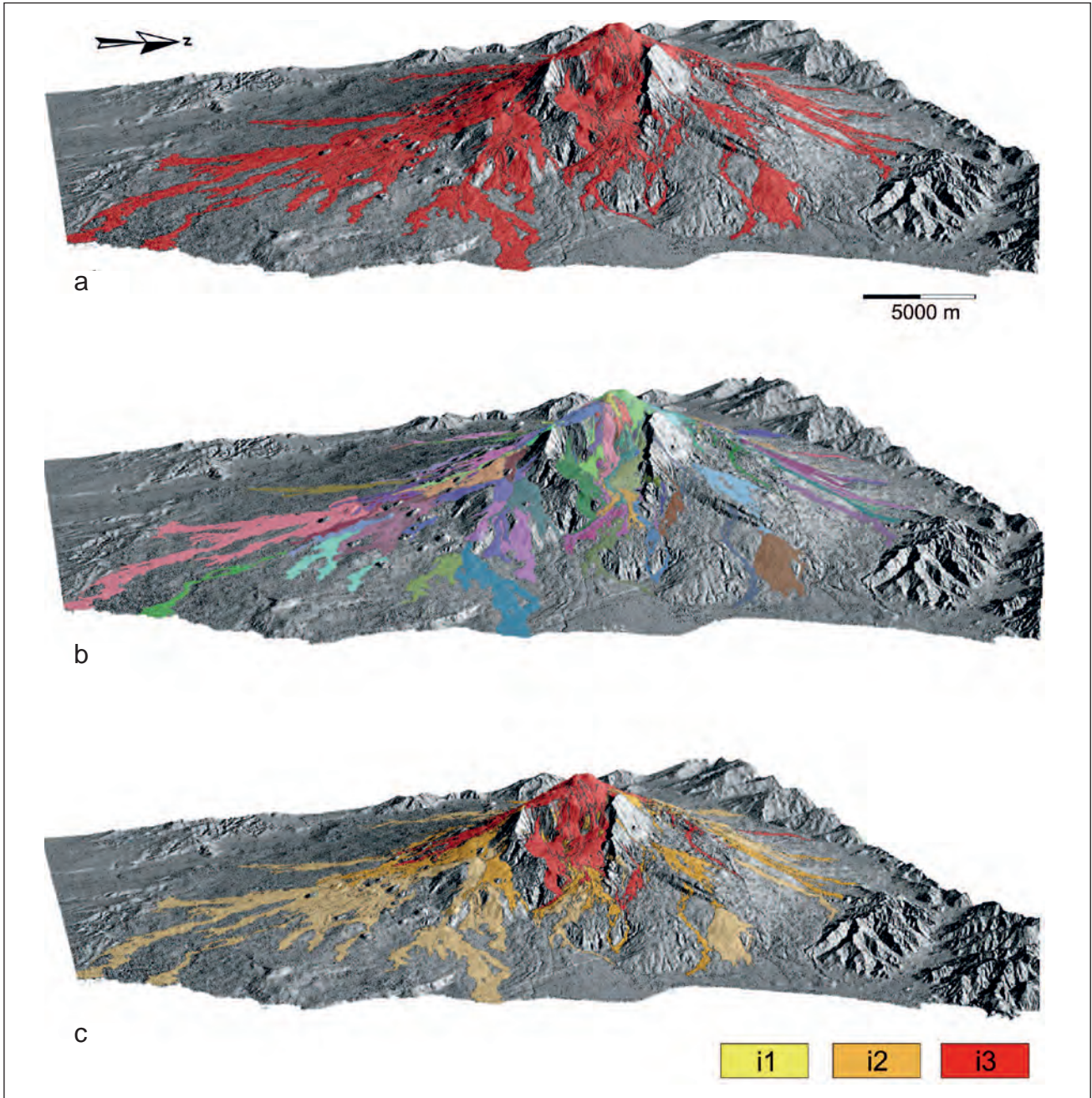


Fig. 33 - Vista 3D da est dell'Etna che mostra le differenti rappresentazioni cartografiche del rango colata della formazione Torre del Filosofo: a) i prodotti vulcanici sono rappresentati con un unico colore e le varie colate sono definite solo dai limiti stratigrafici; b) ogni colata è rappresentata da un colore diverso con il risultato che si ottiene una mappa illeggibile a causa dell'elevato numero di colate (112); c) gruppi di colate rappresentate con differenti colori secondo la suddivisione in intervalli temporali. In ogni intervallo temporale ogni colata è identificata dai propri limiti stratigrafici (modificato da BRANCA *et alii*, 2011a). - 3D eastern views of Etna from showing the different representations of the flow ranks belonging to the Torre del Filosofo formation: a) volcanics of Torre del Filosofo formation are displayed with a unique colour and each flow is represented only by its boundary; b) every flow is displayed with a different colour producing an illegible map because of the 112 different colour/flows reported; c) groups of flows are displayed with different colours according to the proposed subdivision into three time intervals and each flow is represented by its boundary.

principali eventi eruttivi che identificano i periodi più significativi dell'attività eruttiva degli ultimi 2 ka sulla base dell'attuale conoscenza della storia del vulcano. In particolare tali eventi sono: 1) la colata dell'eruzione laterale del 1669 d.C. che marca la fine di un periodo caratterizzato da numerose eruzioni con grossi volumi di lave emesse (HUGHES *et alii*, 1990); 2) la colata dell'eruzione laterale del 1971 che marca, nel periodo più recente, un im-

portante aumento nella frequenza delle eruzioni sia laterali che sommitali (BRANCA & DEL CARLO, 2004 e 2005). I prodotti relativi a queste importanti eruzioni non potevano rappresentare i limiti di membri all'interno della stessa formazione a causa della somiglianza litologica tra le colate laviche di intervalli diversi e della mancanza di livelli guida di importanza litostratigrafica.

Per quanto riguarda l'attività eruttiva storica ap-

partenente all'intervallo temporale 1 della formazione Torre del Filosofo (dal 122 a.C. al 1669 d.C.), a ogni colata lavica è stato attribuito l'anno di eruzione solo nel caso di riferimenti geografici precisi e certi nella cronaca originale. In aggiunta, grazie alla collaborazione con Jean-Claude Tanguy, sono stati usati i dati delle datazioni archeomagnetiche e ^{226}Ra - ^{230}Th pubblicate in TANGUY *et alii* (2007 e 2012) e presentati in BRANCA & TANGUY (questo volume), allo scopo di circoscrivere l'età delle colate laviche degli ultimi 2 ka per le quali non sono disponibili fonti storiche.

All'interno del deposito piroclastico di caduta accumulatosi in area sommitale dopo il 1971 d.C. (intervallo temporale 3), relativo agli eventi di fontana di lava eruttati dai crateri sommitali, sono stati distinti quelli verificatisi tra il 1999 e il 2001 da quelli più recenti tra il 2006 e maggio 2007. Infine, il cono sommitale dell'Etna è ricoperto da depositi piroclastici prossimali eruttati durante l'attività post 1971 d.C. (intervallo temporale 3). Questi depositi, generati da numerosissimi episodi eruttivi, non sono distinguibili in carta e pertanto sono indicati con la sigla generica (i^3) di questo intervallo temporale.

Infine, sono stati distinti i depositi sedimentari vulcanoclastici da quelli vulcanici di origine primaria includendoli in proprie unità litostatigrafiche laddove era possibile, al fine di documentare la relazione tra l'attività vulcanica e i processi sedimentari di erosione e deposizione.

Le principali caratteristiche di ciascuna unità litostatigrafica sono descritte nel capitolo successivo.

3.2. - UNITÀ SINTEMICHE

Le UBU sono state proposte da CHANG (1975) e il loro uso è stato raccomandato da SALVADOR (1987; 1994). PASQUARÉ *et alii* (1992) hanno sostenuto fortemente il loro utilizzo come strumento per una ricostruzione stratigrafica oggettiva di successioni vulcaniche e il loro suggerimento è stato adottato da diversi autori (CALVARI *et alii* 1994; COLTELLI *et alii*, 1994; LANZAFAME *et alii* 1994; MANETTI *et alii*, 1995a, b; ROSSI *et alii*, 1996; BELLUCCI *et alii*, 1999; CALANCHI *et alii*, 1999; BRANCA & CATALANO, 2000; TRANNE *et alii*, 2002a, b; LUCCHI *et alii*, 2003 e 2010; DE ASTIS *et alii*, 2006; GIANNANDREA *et alii*, 2006; FUNICIELLO & GIORDANO, 2008; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2009a, b; 2010a, b e in stampa; BELLOTTI *et alii*, 2010; DE RITA & GIORDANO, 2010; GROPELLI & NORINI, 2011).

All'interno delle successioni vulcaniche ci sono numerose inconformità, di diverso rango, dovute a differenti cause: periodi di quiescenza, fasi erosive, spostamento nello spazio del sistema d'alimentazione del vulcano, brusche variazioni dello stile eruttivo ed eventi vulcano-tettonici, come cal-

dere o collassi laterali. Le inconformità nelle aree prossimali sono comunemente rappresentate da discontinuità angolari associate o meno a *hiatus* temporali e generate dallo spostamento del sistema d'alimentazione superficiale del vulcano o da importanti variazioni nella morfologia e/o struttura dei centri eruttivi (fig. 34). Al contrario, nelle aree distali le discontinuità sono principalmente rappresentate da superfici di erosione dovute alla riorganizzazione di reticoli fluviali come conseguenza dello spostamento del centro eruttivo o, a lungo termine, dovute a rilevanti deformazioni tettoniche regionali (BRANCA & CATALANO, 2000). L'identificazione di superfici di inconformità all'interno della successione vulcanica ha permesso di raggruppare le unità litostatigrafiche in sintemi, ciascuno di essi costituendo una ben definita fase nell'evoluzione geologica del vulcano. Per definire i sintemi, è necessario riconoscere le discontinuità più importanti in base all'estensione geografica (tracciabile almeno a scala dell'area vulcanica), alla durata dello *hiatus* e alla loro rilevanza geologica e geometrica. Inoltre bisogna escludere tutte le discontinuità geometriche secondarie o minori formate dalla pressoché continua e progressiva messa in posto delle vulcaniti lungo superfici leggermente discordanti e quindi prive di significato regionale a scala del vulcano e associate a un limitato *hiatus* temporale. In particolare, per la definizione dei supersintemi (sintemi di rango superiore) sono state utilizzate come limiti le discontinuità relative allo spostamento del sistema d'alimentazione del vulcano, talvolta collegate a uno *hiatus* deposizionale oppure a una brusca variazione dello stile eruttivo (per es. da eruzioni di tipo fissurale a centrale). Conseguentemente, i supersintemi possono essere riferiti alle principali fasi del vulcanismo che sono ipoteticamente collegate alle variazioni del regime tettonico regionale (BRANCA *et alii*, 2004a; BELLOTTI *et alii*, 2006). Infine, all'interno di ogni sintema rientrano anche i depositi sedimentari (sia quelli non vulcanici che quelli vulcanoclastici) in quanto rappresentano i processi deposizionali che marcano le discontinuità di tipo erosivo e deposizionale riconosciute all'interno della successione vulcanica e che quindi aiutano a definire il rango delle superfici di discontinuità.

Rispetto all'iniziale definizione delle UBU applicata alle successioni sedimentarie (CHANG, 1975; SALVADOR, 1987 e 1994), la loro applicazione in aree vulcaniche presenta alcuni problemi relativi alla scala (temporale e spaziale) dei fenomeni, in quanto gli *hiatus* che separano le differenti unità hanno solitamente una breve durata (generalmente da giorni ad alcune decine di migliaia di anni) e una limitata estensione areale rispetto a quello che si

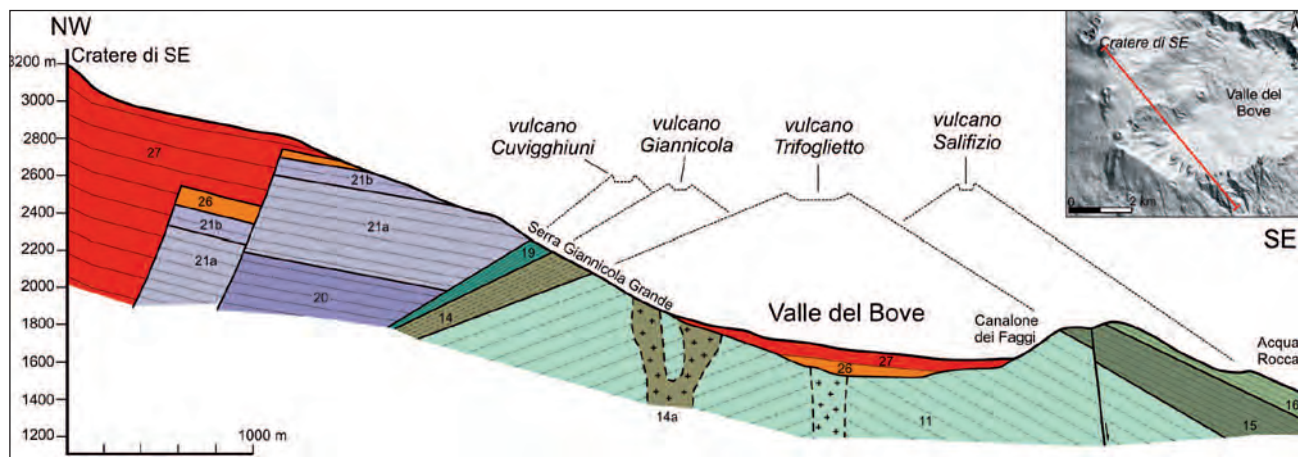


Fig. 34 - Sezione geologica lungo la parete sud-occidentale della Valle del Bove dal Cratere di SE (NO) all'Acqua Rocca (SE) (modificata da BRANCA *et alii*, 2011a). È stato ricostruito il profilo delle unità litosomatiche (vulcani). I numeri corrispondono a quelle delle unità litostratigrafiche riportate nella carta geologica: 27) formazione Torre del Filosofo; 26) formazione Pietracannone; 21a) Formazione Pizzi Deneri - membro inferiore; 21b) Formazione Pizzi Deneri - membro superiore; 20) Formazione Serra delle Concazze; 19) Formazione Canalone della Montagnola; 16) Formazione Serra del Salifizio; 15) Formazione Valle degli Zappini; 14) Formazione Serra Giannicola Grande; 14a) Formazione Serra Giannicola Grande - membro Belvedere

- Geological cross section along the south-western wall of the Valle del Bove from the SE crater (NW) to Acqua Rocca locality (SE) (modified from BRANCA *et al.*, 2011a). The paleomorphology of the main litosomatic units (volcanoes) is reconstructed. The numbers correspond to those of the lithostratigraphic units of the geological map: 27) Torre del Filosofo formation; 26) Pietracannone formation; 21a) Pizzi Deneri Formation - Lower member; 21b) Pizzi Deneri Formation - Upper member; 20) Serra delle Concazze Formation; 19) Canalone della Montagnola Formation; 16) Serra del Salifizio Formation; 15) Valle degli Zappini Formation; 14) Serra Giannicola Grande Formation; 14a) Serra Giannicola Grande Formation - Belvedere member.

verifica nelle successioni sedimentarie. Pertanto, le UBU sono di solito pertinenti soltanto a successioni vulcaniche locali, a meno che non venga identificata un'estesa inconformità che individua un'importante fase della storia geologica di una regione, come ad esempio le variazioni eustatiche del livello del mare (DE RITA *et alii*, 2002; LUCCHI *et alii*, 2004, 2007 e 2010; FUNICIELLO *et alii*, 2008; PALLADINO *et alii*, 2010).

Come spiegato precedentemente, nella nuova carta geologica del vulcano Etna sono stati usati due ranghi di UBU: sintema e supersintema (cfr. fig. 28). I sintemi più antichi sono separati da *hiatus* temporali associati a un periodo erosivo e a una discordanza angolare (Sintemi Aci Trezza, Adrano e Acireale). Successivamente le discontinuità diventano soprattutto angolari evidenziando un locale spostamento dell'attività eruttiva associato a limitate superfici di erosione (Sintemi Acireale, S. Alfio, Croce Menza e Zappini) (fig. 35). Infine un'importante discordanza angolare divide i Sintemi Zappini e Concazze evidenziando l'ultimo principale spostamento del sistema di alimentazione superficiale del vulcano che segna l'inizio dell'attività dei centri eruttivi maggiori (vulcani Ellittico e Mongibello) (fig. 35).

La discontinuità più recente definita sull'Etna separa i Sintemi Concazze e Il Piano ed è costituita da un collasso calderico avvenuto ca. 15 ka fa, i cui depositi rappresentano il livello *marker* di questa inconformità. Sebbene il collasso laterale della Valle del Bove, che avvenne circa 10 ka fa (CALVARI *et alii*, 1998; 2004), rappresenti la discontinuità mor-

fologica più importante ed evidente dell'intero edificio etneo, non è stato possibile considerare tale inconformità come limite di sintema, perché essa non può essere estesa al di fuori della Valle del Bove. Infatti, il deposito vulcanoclastico associato alla formazione del collasso laterale (membro Milo della formazione Pietracannone) è caratterizzato da un'esposizione piuttosto limitata (solo 4.3 km² lungo il fianco orientale) e manca un qualsiasi orizzonte stratigrafico collegato a questo importante evento vulcano-tettonico all'interno della successione etnea. Neppure il più recente collasso calderico dell'Etna, avvenuto nel corso dell'eruzione pliniana del 122 a.C., è stato considerato come un



Fig. 35 - Ripresa aerea da est della parete sud-occidentale della Valle del Bove (da BRANCA *et alii*, 2011a) dove affiorano le discontinuità che delimitano i sintemi Il Piano (d), Concazze (c), Zappini (b) e Croce Menza (a).

- Aerial view from east of the south-western wall of the Valle del Bove (from BRANCA *et alii*, 2011a), where the unconformities that separate the Il Piano (d), Concazze (c), Zappini (b) and Croce Menza (a) synthems are exposed.

limite di sintema perché il periodo di tempo in cui l'attività eruttiva rimase all'interno della caldera sommitale è limitato a meno di 4 secoli (la prima eruzione laterale, che è stata identificata, avvenne nel 252 d.C.). Pertanto si tratta di un periodo di tempo troppo breve per generare una discontinuità erosiva in aree medie e distali e il deposito di caduta pliniano, ben esposto sul fianco sud-orientale, manca di una qualsiasi superficie di connessione con il resto dei versanti del vulcano.

Le principali caratteristiche di ciascun sintema e le relative discontinuità sono descritte nel capitolo successivo.

3.3. - UNITÀ LITOSOMATICHE

Seguendo le indicazioni di PASQUARÈ *et alii* (1992), sono stati utilizzati i litosomi come unità stratigrafiche informali allo scopo di definire i centri vulcanici ancora morfologicamente identificabili. In questo modo in un'area vulcanica è possibile evidenziare e definire i principali centri eruttivi e, nel caso di un vulcano composito come l'Etna, alcune fondamentali strutture morfo-vulcaniche (ad es. stratoconi). Nella definizione originale (WHEELER & MALLORY, 1953), le unità litosomatiche sono adimensionali ed escluse dalla gerarchia. Esse rappresentano ammassi rocciosi uniformi definiti dalla combinazione di elementi litologici e morfologici che nell'insieme individuano un corpo geneticamente omogeneo a valore cartografico e caratterizzato da ben definiti rapporti geometrici con corpi adiacenti.

Nella carta geologica del vulcano Etna i lito-

somi, essendo unità adimensionali, sono stati identificati e attribuiti solo per quegli edifici la cui morfologia sia ancora ricostruibile e la cui attività poligenica abbia permesso la costruzione di un edificio di notevoli dimensioni, quali uno stratocono o stratovulcano. Dal punto di vista nomenclaturale, il litosoma è stato denominato con il termine "vulcano", seguito dal nome geografico. Questa soluzione ha anche permesso di mantenere i nomi storici assegnati ai centri eruttivi poligenici, come quelli riconosciuti per la prima volta da WALTERSHAUSEN (1880). Per i due supersintemi più antichi non è stato possibile identificare unità litosomatiche, poiché l'attività vulcanica perdurava a lungo formando principalmente centri vulcanici monogenetici di tipo fissurale e, successivamente, un primitivo vulcano a scudo il cui edificio è quasi completamente ricoperto dai prodotti vulcanici più recenti sulla terraferma, mentre il suo fianco orientale si trova al di sotto del livello del mare (CHIOCCI *et alii*, 2011). Al contrario, nel Supersintema Valle del Bove sono stati riconosciuti all'interno dell'area omonima sette stratoconi sovrainposti, chiamati Vulcano Tarderìa, Rocche, Trifoglietto, Monte Cerasa, Giannicola, Salifizio e Cuvigghiuni. Infine, il Supersintema Stratovulcano comprende due estesi stratovulcani, i Vulcani Ellittico e Mongibello, che formano rispettivamente il principale volume dell'edificio etneo e il più giovane, e tuttora attivo, centro vulcanico etneo che mantella, con i suoi prodotti, gran parte dei precedenti edifici.

Le principali caratteristiche di ciascun litosoma sono descritte nel capitolo successivo.