

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

5. - Le datazioni $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ della successione vulcanica etnea

- $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isotopic dating of Etna volcanic succession

DE BENI E. (*), WIJBRANS J. (**)

L'attività eruttiva del vulcano Etna è stata osservata sin da tempi preistorici e documentata nelle cronache storiche a partire dal VII secolo a.C. circa (TANGUY, 1981, BRANCA & DEL CARLO, 2004). Le prime osservazioni strettamente vulcanologiche risalgono alla fine del 17° secolo e riguardano la catastrofica eruzione del 1669. Durante il 19° secolo, i geologi Charles Lyell, Sartorius von Waltershausen e Carlo Gemellaro cercarono di applicare i principi base della stratigrafia, proposti un secolo prima da James Hutton, alla successione vulcanica dell'Etna per ricostruirne l'evoluzione geologica. Tuttavia l'impossibilità di utilizzare la biostratigrafia rendeva tale operazione una ricostruzione strettamente stratigrafica priva di limiti temporali. Solo a partire dagli anni '50 l'utilizzo degli spettrometri di massa nelle datazioni radio-isotopiche, permise di determinare l'età delle rocce vulcaniche. I geologi ebbero finalmente lo strumento chiave per la ricostruzione cronostratigrafica delle successioni vulcaniche. A partire dagli anni '70, sono state determinate circa 50 datazioni radio-isotopiche sulle vulcaniti dell'Etna usando tecniche differenti, con lo scopo di scandire temporalmente l'evoluzione geologica del vulcano. Le prime datazioni radio-isotopiche vennero realizzate da CONDOMINES & TANGUY (1976) e da CONDOMINES *et alii* (1982), usando la tecnica del disequilibrio ^{230}Th - ^{238}U . Tali risultati erano però in contrasto con la successione stratigrafica presentata nella carta geologica del M. Etna pubblicata nel 1979 (ROMANO *et alii*, 1979). Una decina di anni dopo, l'evoluzione geologica dell'Etna, suddivisa in 4 fasi, proposta da ROMANO (1982), venne scandita temporalmente

dalle datazioni radio-isotopiche ottenute da GILLOT *et alii* (1994) usando la tecnica del K/Ar. Furono datati 16 campioni prelevati da differenti "settori strutturali" dell'Etna (GILLOT *et alii*, 1994). Nonostante queste età rappresentassero un primo passo verso la scansione temporale della ricostruzione stratigrafica di ROMANO (1982), esse non furono sufficienti per chiarire la complessa successione vulcanica etnea. Successivamente TRIC *et alii* (1994), pubblicarono 17 ulteriori datazioni K/Ar sulle vulcaniti dell'Etna, ma non presentarono un'adeguata documentazione geografica e stratigrafica in merito all'analisi dei campioni, quindi i loro risultati non furono utili. COLTELLI *et alii* (2000), ricostruirono la tefrostratigrafia dell'Etna degli ultimi 100 ka datando numerosi livelli guida piroclastici più recenti di 50 ka con la tecnica del C^{14} . Inoltre Blard *et alii* (2005), datarono 6 campioni usando la tecnica del K/Ar con lo scopo di misurare l' ^{3}He fossile cosmogenico, per poi usarlo come paleoaltimetro. Sebbene tutti questi dati geocronologici rappresentino un buon punto di partenza per comprendere l'evoluzione geologica del vulcano, sorsero non pochi problemi quando fu necessario assegnare delle età alle differenti fasi della ricostruzione stratigrafica proposta da BRANCA *et alii* (2004). In particolare, campioni delle stesse unità stratigrafiche, misurati con i metodi Th-U o K/Ar, avevano età differenti e presentavano, a volte, ampi margini di incertezza, fino al 50% dell'età calcolata. Infine alcuni campioni mancavano di una precisa posizione geografica rendendo impossibile l'uso di queste datazioni per scandire la nuova stratigrafia.

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

(**) Faculty of Earth and Life Sciences, VU University, Amsterdam (The Netherlands)

Per questi motivi, durante la realizzazione della nuova carta geologica del vulcano Etna (BRANCA *et alii*, 2011a), è stato pianificato un programma di datazioni radio-isotopiche. Dal 2002 a oggi sono stati datati 41 campioni con la tecnica $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ del riscaldamento incrementale su pasta di fondo, 40 provenienti dalla successione vulcanica etnea e 1 campione dalle vulcaniti del *Plateau Ibleo* (SCHMINCKE *et alii*, 1997). Gli obiettivi principali erano: i) assegnare un'età alla maggior parte delle unità litostratigrafiche definite nella nuova carta geologica del vulcano Etna (BRANCA *et alii*, 2011a); ii) chiarire la posizione stratigrafica incerta di corpi vulcanici isolati caratterizzati da dubbi rapporti stratigrafici; iii) definire gli *hiatus* temporali che marcano le principali discontinuità riconosciute nella successione vulcanica dell'Etna; iv) delineare l'intervallo di tempo tra la fine del vulcanismo ibleo e l'inizio dell'attività eruttiva nella regione etnea. Tutti i risultati brevemente presentati in questo capitolo sono ampiamente presentati e discussi nelle seguenti pubblicazioni: DE BENI, 2004; DE BENI *et alii*, 2005; BRANCA *et alii*, 2008; BRANCA *et alii*, 2009a; DE BENI & GROPELLI, 2010, DE BENI *et alii*, 2011.

5.1. - LA CRONOSTRATIGRAFIA DELL'ETNA

In tabella 3 sono riportate le informazioni principali riguardanti i 41 campioni datati, quali: la posizione geografica e stratigrafica, l'età e il corrispondente errore (2σ), il valore di MSWD (*Mean Square of Weighted*) parametro statistico che indica la coerenza del risultato. La localizzazione dei campioni e la loro posizione nelle rispettive sezioni stratigrafiche è rappresentata nelle figure 83, 84, 85, 86.

Sulla base della ricostruzione stratigrafica della successione vulcanica dell'Etna proposta da BRANCA *et alii* (2011a), sono stati selezionati alcuni campioni chiave per datare i diversi passaggi dell'evoluzione geologica (tab. 3). In particolare: 4 campioni sono stati selezionati dal Supersistema Tholeiiti Basali (sigla campioni: OW, ACI, AD, NK), 11 campioni dal Supersistema Timpe (sigla campioni: RN, AG, PI, TC, VP, IN, MB, CA, MT, VS, NA), 15 campioni dal Supersistema Valle del Bove (sigla campione: TR, TD, RC, ZB, ER, CE, CG, FC, SA₂, SVB199, CV₂, CV, SH, P2, P1) e 10 campioni dal Supersistema Stratovulcano (sigla campione: LB, LN, CS, BT, DM, LL, RZ, ZT, MC, ED). Infine, un campione è stato raccolto anche dalla successione vulcanica del *Plateau Ibleo* (sigla campione: IS).

I risultati delle datazioni radioisotopiche dei prodotti dell'Etna hanno permesso di delimitare cronologicamente l'evoluzione geologica del vulcano (fig. 87) dai prodotti più antichi eruttati (appartenenti al Supersistema Tholeiiti Basali), fino al Supersistema Stratovulcano.

L'età del campione IS di $1585,6 \pm 110,6$ ka (DE BENI, 2004), proveniente dall'affioramento più settentrionale delle vulcaniti iblee, è in accordo con le datazioni radio-isotopiche di TRUA *et alii* (1997) riferite a un campione prelevato in località Vallone Loddiero. Questi dati confermano un *gap* temporale di circa 1 Ma tra la fine dagli eventi eruttivi iblei e la messa in posto delle più antiche vulcaniti etnee. Tuttavia, la presenza di corpi vulcanici nel sottosuolo della Piana di Catania (LONGARETTI *et alii*, 1991; GRASSO & BEN AVRAHAM, 1992), potrebbe ridurre questo *gap*.

In merito alla storia eruttiva dell'Etna (fig. 87), esistono evidenze di uno *hiatus* di circa 160 ka tra le più antiche vulcaniti sottomarine del Sintema Acitrezza ($542,2 \pm 85,5$ ka, campione OW e $496,1 \pm 86,6$ ka, campione ACI) e le prime colate laviche subaeree del Sintema Adrano ($332,4 \pm 43,4$ ka, campione AD). L'attività vulcanica era dunque discontinua durante il Supersistema Tholeiiti Basali e fino all'inizio del Supersistema Timpe. In questo lasso di tempo la sedimentazione all'interno del bacino dell'avanfossa cessò come conseguenza del sollevamento regionale (DI STEFANO & BRANCA, 2002).

Tra il Sintema Adrano ($320,0 \pm 48,4$ ka, campione NK) e il successivo Sintema Acireale ($180,2 \pm 19,2$ ka, campione RN; $225,0 \pm 15,0$ e $221,0 \pm 18,0$ ka, n. 14 campione di GILLOT *et alii*, 1994) si verificò uno *hiatus* di 140-100 ka. Questo intervallo di tempo è probabilmente minore di quello calcolato, ma non è stato possibile prelevare campioni più antichi, situati alla base del Sintema Acireale, poiché si trovano sotto il livello del mare (BRANCA *et alii*, 2011b). Pertanto non è ben definita la durata dello *hiatus* che separa i Supersistemi Tholeiiti Basali e Timpa.

Verso la fine del Sintema Acireale (130 ka) avviene uno spostamento del sistema d'alimentazione del vulcano verso la porzione centrale dell'attuale edificio dell'Etna, esiste quindi una discordanza angolare che marca il passaggio al Sintema S. Alfio (129 ka). L'attività eruttiva del Sintema S. Alfio continuò fino a circa 112 ka attraverso sistemi di fessure localizzati lungo il basso versante di SE dell'Etna.

I prodotti di ciascun vulcano appartenente al Supersistema Valle del Bove (fig. 87) sono stati datati: risulta che i vulcani Trifoglietto, Tarderìa e Rocche fossero in attività contemporaneamente. Anche se l'età dell'inizio della loro attività è incerta, in quanto la base di questi vulcani non è esposta, è stata calcolata un'età di $107,2 \pm 11,4$ ka (campione TR) per la porzione medio-alta della successione vulcanica del Trifoglietto e un'età di $105,8 \pm 9,0$ ka (campione TD) e $101,9 \pm 7,6$ ka (campione RC), rispettivamente, per il tetto dei vulcani Tarderìa e Rocche. Inoltre è stato datato a $99,1 \pm 10,6$ ka il deposito di pomice di caduta (campione CG) che ricopre il vulcano Rocche; esso

Tab. 3 - *Tabella comprensiva dei 41 campioni datati ove viene specificato il tipo di materiale datato, la località di affioramento, le coordinate geografiche in UTM/WGS 84, la quota in m s.l.m., l'età calcolata in ka, l'errore dell'età in 2σ, MSWD (Mean Square of Weighted, parametro statistico che indica la coerenza del risultato), la posizione stratigrafica in riferimento a BRANCA et alii (2011a), e i riferimenti bibliografici.*

- Data table summarizing: the sample type, the location name, the geographic coordinates in UTM/WGS 84, the elevation in m a.s.l., the weighted plateau age in ka, the error in 2σ, MSWD, the stratigraphical position of the sample from BRANCA et alii (2011a), and the references.

SIGLA CAMPIONE	TIPO	LOCALITÀ	COORDINATE UTM-WGS84 (m)	QUOTA m s.l.m	ETÀ Ka	ERRORE 2σ	MSWD	POSIZIONE STRATIGRAFICA (riferita a BRANCA et alii, 2011a)				Bibliografia di riferimento	
								Supersistema	Sistema	Unità litosomatica	Unità litostratigrafica (Formazione)		
CA	Colata	Piedimonte	516734 4183968	220	10.4	2.6	1.13	Stratovulcano	Il Piano	Mongibello Vulcano	Pietracanzone	DE BENI et alii, 2011	
MC	Colata	Mt. Barca	4836714180231	595	28.7	12.6	0.27		Concazze	Ellittico Vulcano	Piano Provenzana	BRANCA et alii, 2009	
ZT	Colata	Parete N della VdB (Serracozzo)	504510 4178426	2005	29.1	10.6	0.58		Concazze	Ellittico Vulcano	Pizzi Deneri	DE BENI et alii, 2011	
RZ	Colata	Randazzo	497730 4193894	655	30.8	21.2	0.08		Concazze	Ellittico Vulcano	Piano Provenzana	DE BENI et alii, 2011	
LL	Colata	Parete N della VdB (Rocca della Valle)	502214 4179327	2650	32.5	17.8	0.46		Concazze	Ellittico Vulcano	Pizzi Deneri	DE BENI et alii, 2011	
DM	Colata	Top della Timpa di Don Masi	515258 4160691	80	32.9	10.6	0.28		Concazze	Ellittico Vulcano	Piano Provenzana	DE BENI et alii, 2011	
BT	Colata	Bronte	482214 4179723	480	40.9	14.4	0.03		Concazze	Ellittico Vulcano	Piano Provenzana	BRANCA et alii, 2009	
CS	Colata	Top della Val Calanna (C. da Cassone)	506435 4173683	1335	41.3	6.2	0.60		Concazze	Ellittico Vulcano	Serra delle Concazze	BRANCA et alii, 2008	
LN	Colata	Mt. La Nave	492456 4186445	1150	42.1	10.4	0.23		Concazze	Ellittico Vulcano	Piano Provenzana	DE BENI et alii, 2011	
LB	Colata	Parete N della VdB (Rocca della Valle)	502268 4179055	2520	56.6	15.4	0.47		Concazze	Ellittico Vulcano	Serra delle Concazze	DE BENI et alii, 2011	
P1	Dicco	Parete ovest della VdB	501995 4174171	2055	65.3	4.4	0.74		Valle del Bove	Zappini	Cuvigghiuini Vulcano	Canalone della Montagnola	DE BENI, 2004
P2	Dicco	Parete ovest della VdB	502044 4174251	2020	69.7	4.6	0.46			Zappini	Cuvigghiuini Vulcano	Canalone della Montagnola	DE BENI, 2004
SH	Colata	Parete ovest della VdB	501071 4174799	2335	70.2	3.0	0.32	Zappini		Cuvigghiuini Vulcano	Canalone della Montagnola	DE BENI et alii, 2011	
CV	Colata	Parete ovest della VdB	501947 4174028	2135	79.0	6.0	1.51	Zappini		Cuvigghiuini Vulcano	Canalone della Montagnola	DE BENI, 2004	
CV2	Colata	Parete ovest della VdB	501947 4174028	2135	79.6	4.2	1.68	Zappini		Cuvigghiuini Vulcano	Canalone della Montagnola	DE BENI et alii, 2011	
SVB199	Neck	Serra Giannicola Grande	502342 4175685	2190	85.3	7.0	0.85	Zappini		Giannicola Vulcano	Serra Giannicola Grande	DE BENI, 2004	
SA 2	Colata	Parete ovest della VdB	501952 4174083	2125	85.6	6.8	1.56	Zappini		Salifizio Vulcano	Serra del Salifizio	DE BENI et alii, 2011	
FC	Colata	Val Calanna	506713 4173919	1100	93.0	6.0	0.38	Zappini		Mt. Cerasa Vulcano	Mt. Fior di Cosimo	BRANCA et alii, 2008	
CG	Pomici	Parete nord della VdB	506039 4177581	1368	99.1	10.6	0.59	Croce Menza		Trifoglietto Vulcano	Cava Grande lithohorizon	DE BENI et alii, 2005	
CE	Colata	Parete N della VdB (Mt. Cerasa)	506295 4177588	1380	99.9	8.6	0.20	Zappini		Mt. Cerasa Vulcano	Mt. Scorsone	DE BENI et alii, 2011	
ER	Colata	Parete N della VdB (Mt. Cerasa)	506202 4177796	1535	100.4	11.6	0.15	Zappini		Mt. Cerasa Vulcano	Mt. Scorsone	DE BENI et alii, 2011	
ZB	Colata	Parete N della VdB (Serracozzo)	504621 4177777	1730	101.8	14.6	0.20	Zappini		Mt. Cerasa Vulcano	Mt. Scorsone	DE BENI et alii, 2011	
RC	Colata	Parete nord della VdB	505997 4177479	1397	101.9	7.6	0.30	Croce Menza		Rocche Vulcano	Rocche	DE BENI et alii, 2005	
TD	Colata	Tardereria	503950 4169253	1155	105.8	9.0	0.32	Croce Menza		Tardereria Vulcano	Contrada Passo Cannelli	BRANCA et alii, 2008	
TR	Colata	Parete ovest della VdB	502181 4174615	1835	107.2	11.4	0.74	Croce Menza		Trifoglietto Vulcano	Piano del Trifoglietto	DE BENI et alii, 2011	
NA	Colata	Timpa di Acicatena	511920 4161735	250	111.9	9.2	0.50	Timpe		Sant'Alfio		Valverde	DE BENI et alii, 2011
VS	Colata	Mt. D'Oro	510917 4158070	360	121.2	15.0	0.34			Sant'Alfio		Valverde	BRANCA et alii, 2008a
MT	Colata	Moscarello Timpa	511860 4176649	510	126.4	4.8	0.36			Sant'Alfio		Moscarello	DE BENI et alii, 2005
CA	Colata	Base della Val Calanna	506614 4173960	1110	128.7	7.6	0.88		Sant'Alfio		Calanna	BRANCA et alii, 2008a	
MB	Colata	Moscarello Timpa	512991 4174369	255	129.9	4.8	0.87		Acireale		Timpa	DE BENI et alii, 2005	
IN	Colata	Santa Caterina	515193 4161956	65	132.6	4.8	0.38		Acireale		Timpa	DE BENI et alii, 2011	
VP	Colata	A nord di Catania	507793 4155037	207	134.2	6.6	0.83		Acireale		Timpa	DE BENI et alii, 2005	
TC	Colata	Olivo San Mauro	513351 4157774	195	145.8	14.0	0.20		Acireale		Timpa	BRANCA et alii, 2008a	
PI	Colata	Ripa di Piscio	508863 4181057	1230	147.7	18.0	0.50		Acireale		Timpa	DE BENI et alii, 2011	
AG	Colata	Acque Grandi	515314 4160791	5	154.9	17.0	0.49		Acireale		Timpa	DE BENI et alii, 2011	
RN	Colata	Ripa della Naca	510155 4181172	920	180.2	19.2	0.37		Acireale		Timpa di Don Masi	DE BENI et alii, 2011	
NK	Neck	Motta S. Anastasia	497494 4151650	290	320.0	48.4	0.87		Tholeiiti Basali	Adrano		S. Maria di Licodia	DE BENI et alii, 2011
AD	Colata	Adrano	485412 4167395	510	332.4	43.4	0.25	Adrano			S. Maria di Licodia	DE BENI et alii, 2011	
ACI	Lava a pillow	Lato NE della rupe del Castello di Acicastello	513243 4156396	2	496.1	86.8	0.20	Acì Trezza			Acì Castello	BRANCA et alii, 2008a	
OW	Lava a pillow	Acicastello	513120 4156972	30	542.2	85.8	0.83	Acì Trezza			Acì Castello	DE BENI et alii, 2011	
IS	Colata	Spasa (Piana di Catania)	481836 4137499	10	1585.6	110.6	6.28	Successione vulcanica del Plateau Ibleo			DE BENI, 2004		

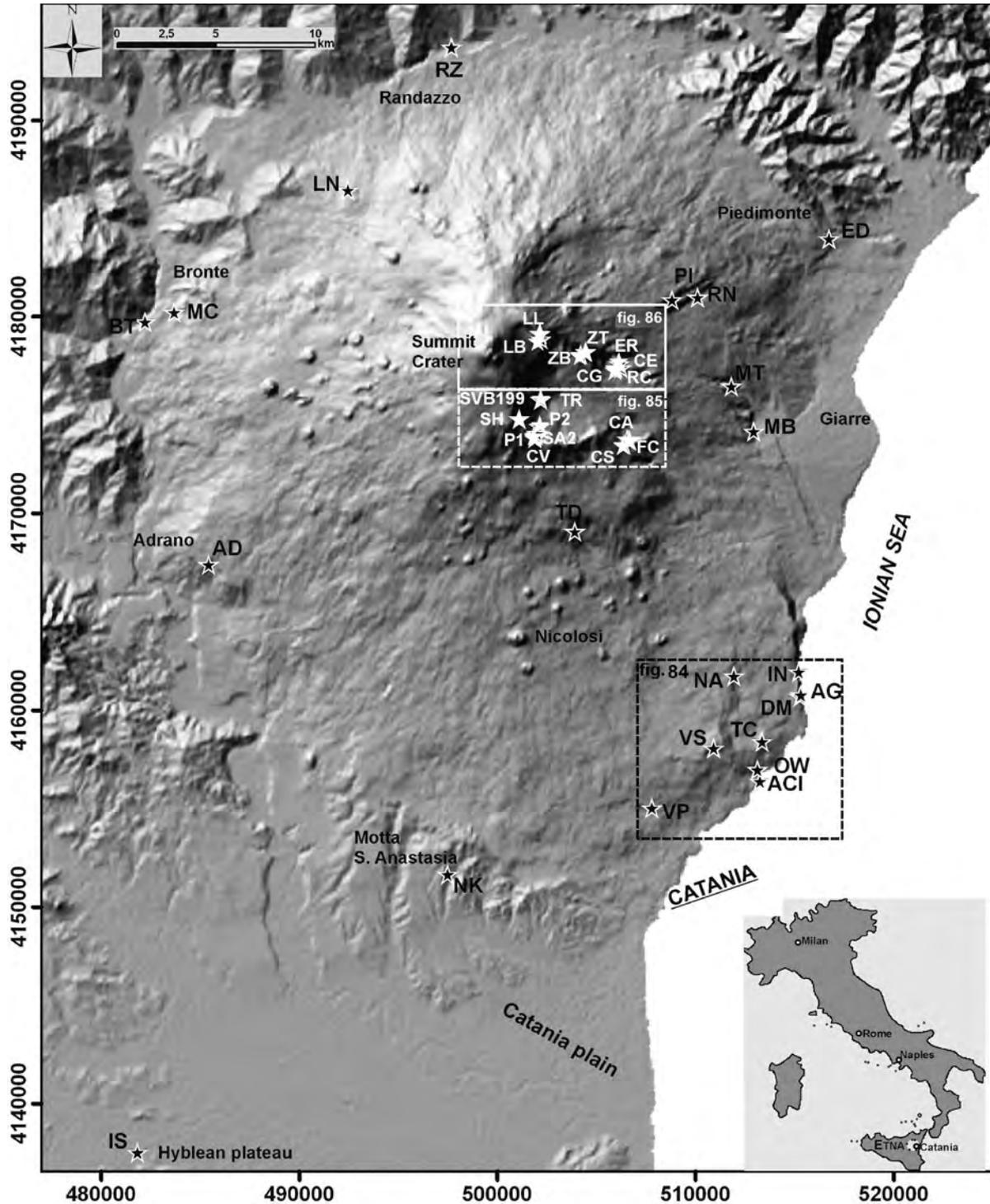


Fig. 83 - Modello digitale dell'Etna rappresentato come rilievo ombreggiato del terreno, le stelle indicano la posizione dei campioni. Il riquadro nero tratteggiato indica l'area rappresentata in figura 84, mentre i riquadri bianchi delimitano le aree della figura 85 (linea tratteggiata), e della figura 86 (linea continua).
Il riquadro in basso a destra indica la posizione dell'Etna in Italia.

- Mt. Etna shaded relief: stars indicate the samples location, dashed black line indicates the location of the figure 84, dashed and solid white lines indicate the location of samples shown in figures 85 and 86, respectively. The inset shows the location of Etna within Italy.

rappresenta il più vecchio livello guida di tefra riconosciuto sull'Etna, distribuito lungo la costa ionica (Unità B di COLTELLI *et alii*, 2000). In accordo con DEL CARLO *et alii* (2004), questo livello guida rappresenta il deposito piroclastico relativo all'eruzione pliniana avvenuta alla fine dell'attività eruttiva del

Trifoglietto (lito-orizzonte Cava Grande di BRANCA *et alii*, 2011b). Inoltre, considerando che la più recente datazione del Sintema S. Alfio (campione NA) è $111,9 \pm 9,2$ ka e il campione più antico del vulcano Trifoglietto ha un'età di $107,2 \pm 11,4$ ka (campione TR), si può asserire che non esiste *hiatus* tra i Supersintemi

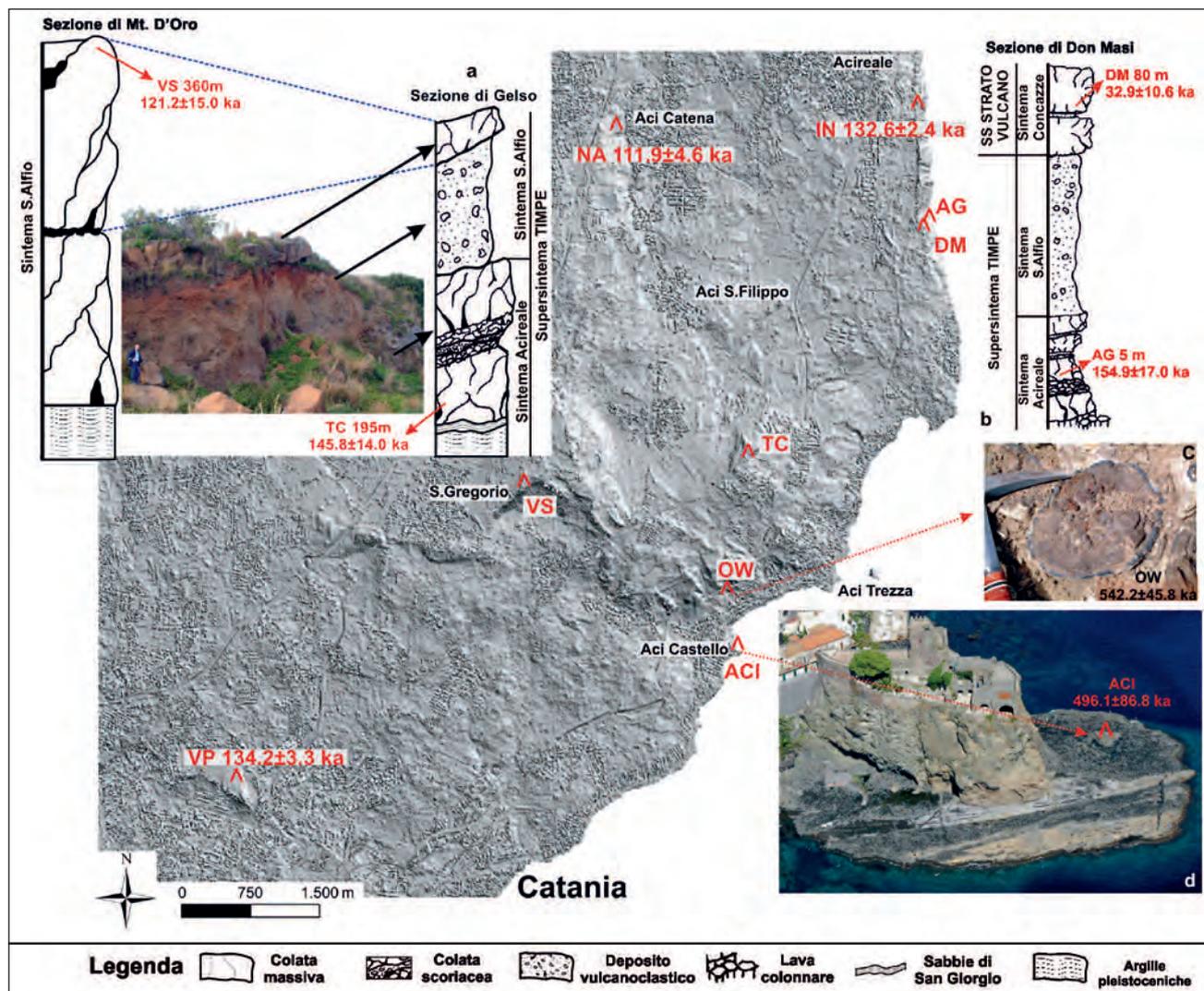


Fig. 84 - Modello digitale del basso fianco SE dell'Etna rappresentato come rilievo ombreggiato del terreno, le stelle indicano la posizione dei campioni. I riquadri rappresentano: a) le sezioni di Mt. D'Oro e Gelso modificate da BRANCA *et alii* (2008); b) la sezione di Don Masi modificata da BRANCA *et alii* (2008); c) lave a *pillow* affioranti nei pressi del cimitero di Acitrezza; d) vista aerea del Castello Normanno di Acicastello.

- Shaded relief of the lower SE flank of Mt. Etna on which stars indicate samples location. Inserts in clockwise direction: a) Mt. D'Oro and Gelso sections modified from Branca *et alii* (2008); b) Don Masi section modified from Branca *et alii* (2008); c) pillow lava cropping out close to the cemetery of Acitrezza; d) aerial view of the Norman Acicastello castle rock.

Timpe e Valle del Bove. I vulcani che formano il Sintema Zappini sono praticamente coevi e caratterizzati da brevi periodi di attività. Il vulcano Monte Cerasa è stato attivo tra $101,8 \pm 14,6$ ka (campione ZB) e $93,0 \pm 6,0$ ka (campione FC). Il vulcano Salifizio è stato attivo $85,6 \pm 6,8$ ka, nello stesso periodo nel quale si verificava l'intrusione di un ampio dicco nel vulcano Giannicola (SVB199 $85,3 \pm 7,0$ ka). L'attività eruttiva del vulcano Cuvigghiuini iniziò $79,6 \pm 4,2$ ka (campione CV2) e continuò almeno fino a $65,3 \pm 4,4$ ka età del dicco più giovane che lo attraversa (campione P1, età del secondo dicco P2 = $69,7 \pm 4,6$ ka).

Infine, le età calcolate per i campioni prelevati lungo la parete settentrionale della Valle del Bove ha permesso di circoscrivere l'attività eruttiva del vulcano Ellittico (Sintema Concazze). In particolare, la datazione del campione LB, situato vicino

alla base del vulcano Ellittico, mostra che esso è stato attivo già circa $56,6 \pm 15,4$ ka. Inoltre, considerando che il vulcano Cuvigghiuini è stato attivo fino a $65,3 \pm 4,4$ ka e oltretutto per un breve periodo, si può asserire che la discontinuità tra i Sintemi Zappini e Concazze è geometrica piuttosto che temporale. La datazione dei campioni prelevati lungo i bassi versanti dell'edificio dell'Etna indica che il vulcano Ellittico ha raggiunto la sua massima espansione areale circa 40 ka fa. L'attività del vulcano Ellittico si concluse circa 15 ka con una serie di eruzioni pliniane che generarono una caldera (Unità D di COLTELLI *et alii*, 2000), come accadde per il vulcano Trifoglietto.

Sono state datate 19 delle 25 unità vulcaniche di BRANCA *et alii* (2011a) (fig. 87). Tra le 6 unità non datate la formazione Torre del Filosofo com-

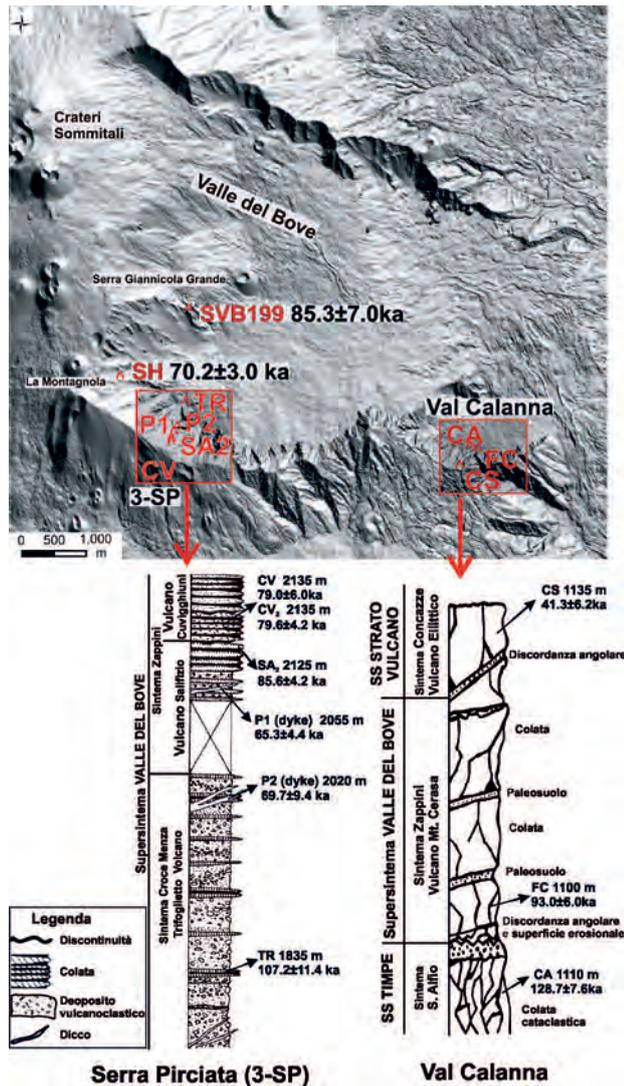


Fig. 85 - Modello digitale della Valle del Bove e della Val Calanna rappresentato come rilievo ombreggiato del terreno, le stelle indicano la posizione dei campioni. La sezione della Val Calanna è stata modificata a partire da BRANCA *et alii* (2008), quella di Serra Pirciata (3-SP) da BRANCA *et alii* (2011a). SS=Supersintema.

- Shaded relief of the Valle del Bove-Val Calanna, stars indicate sample locations within the southern wall. Val Calanna section modified from BRANCA *et alii* (2008) and Serra Pirciata section (3-SP) modified from BRANCA *et alii* (2011a). SS=Supersynthem.

prende vulcaniti storiche (<2 ka), le formazioni Pietracannone e Portella Giumenta sono state precedentemente datate da COLTELLI *et alii* (2000) con il C¹⁴. L'età delle altre unità può essere assegnata sulla base di chiare e solide evidenze stratigrafiche. Infatti le formazioni Serra Cuvigghiani, Acqua della Rocca e Valle degli Zappini presentano rapporti stratigrafici diretti alla base e/o al tetto con unità litostratigrafiche cronologicamente ben delimitate. Per questa ragione non è stato fondamentale datarle infatti è noto il loro intervallo di messa in posto. Infine si è tentato di datare una colata autoclastica, della formazione Monte Calvario (Vulcano Ellittico, vedi figura 87), con alterazione

idrotermale. Sfortunatamente, l'età ottenuta è risultata inverosimile rispetto alla sua posizione stratigrafica, probabilmente a causa di fluidi idrotermali che hanno eccessivamente alterato il campione. In ogni caso la formazione Monte Calvario è ben delimitata al tetto dall'Ignimbrite Biancavilla-Montalto, un membro della formazione Portella Giumenta datata circa 15 ka da COLTELLI *et alii* (2000), e alla base dalla formazione Piano Provenzana. In particolare, le colate laviche di Monte Calvario poggiano su una colata lavica della formazione Piano Provenzana che ricopre un paleo suolo datato 18,0±0,4 ka da KIEFFER (1975). Pertanto, l'età della formazione Monte Calvario è compresa tra 15 e 18 ka.

È quindi possibile stabilire direttamente l'età della messa in posto dell'80% delle unità vulcaniche litostratigrafiche definite da BRANCA *et alii* (2011a), da 542 a 10 ka fa, e l'intervallo di deposizione per le altre. La mancanza di datazioni più recenti di 10 ka è dovuta al limite analitico del metodo di datazione ⁴⁰Ar/³⁹Ar per rocce basaltiche recenti e povere in K (TURRIN *et alii*, 2008), come quelle del vulcano Etna.

In generale, i risultati ottenuti sono in accordo con l'assetto stratigrafico di BRANCA *et alii* (2011a), come mostrato nelle sezioni stratigrafiche delle figure 84, 85, 86. La sezione Rocca Capra, situata nella parete settentrionale della Valle del Bove, potrebbe sembrare un'eccezione (fig. 86). Tuttavia, considerando il margine di incertezza delle età, si può affermare che esse siano in accordo con la stratigrafia poiché l'età misurata di 4 campioni è condensata in un intervallo di tempo di 3 ka. Le colate laviche e i depositi piroclastici di quest'area si sono messi dunque in posto in un breve lasso di tempo, indistinguibile con la tecnica Ar/Ar.

5.2. - CONCLUSIONI

La successione stratigrafica del vulcano Etna è formata da 25 unità vulcaniche litostratigrafiche definite da BRANCA *et alii* (2011a). Molte delle unità (19 su 25) sono state direttamente datate con successo usando la tecnica del riscaldamento incrementale ⁴⁰Ar/³⁹Ar, coprendo un periodo di tempo compreso tra 542 ka fino a 10 ka, corrispondente al 98% della storia geologica dell'Etna. La bontà dei risultati (v. tab. 3) è confermata dal valore MSWD variabile tra 0,03 e 1,7, eccezion fatta per il campione IS (MSWD 6,28), il cui risultato è comunque validato dai risultati di TRUA *et alii* (1997). Inoltre, l'età ottenuta per il campione più recente, 10,4±2,6 ka, rappresenta un eccellente risultato (vedi per confronto TURRIN *et alii*, 2008) considerando il basso contenuto di Ar radiogenico accumulato. In conclusione le data-

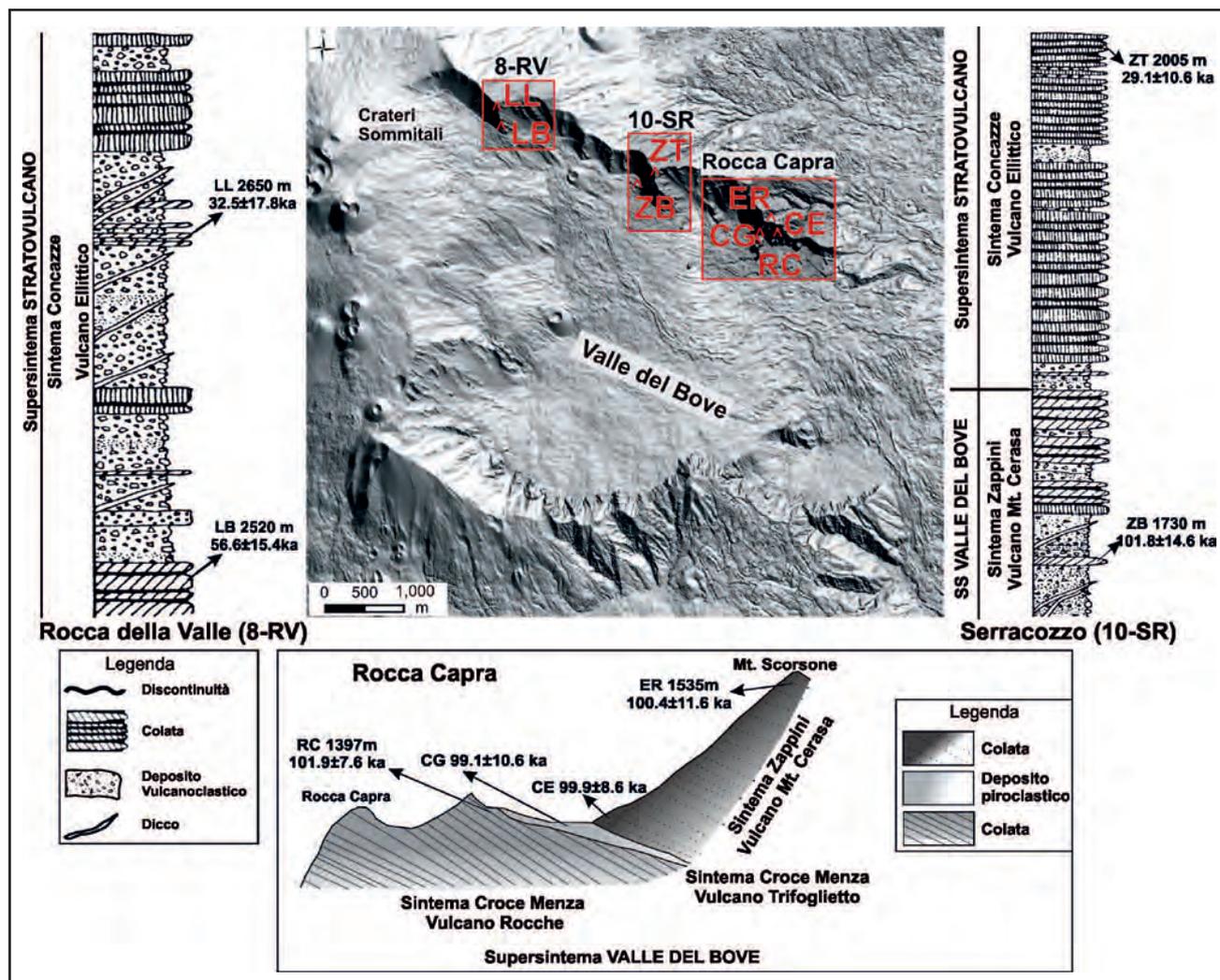


Fig. 86 - Modello digitale della Valle del Bove, parete N, rappresentato come rilievo ombreggiato del terreno, le stelle indicano la posizione dei campioni. Le sezioni di Rocca della Valle (8-RV) e Serracozzo (10-SR) sono state modificate a partire BRANCA *et alii* (2011a), mentre quella di Rocca Capra da DE BENI *et alii* (2005). SS=Supersintema.
 - Shaded relief of the Valle del Bove area and surroundings, stars indicate sample locations within the northern wall. Inserts in clockwise direction: Rocca della Valle (8-RV) and Serracozzo (10-SR) sections modified from BRANCA *et alii*, (2011a), Rocca Capra section modified from DE BENI *et alii*, (2005). SS=Supersynthem.

zioni dei prodotti etnei rappresentano un sostanziale passo in avanti nelle datazioni $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ di basalti recenti.

I dati geocronologici, integrati con i dati stratigrafici di BRANCA *et alii* (2011a), hanno permesso di scandire temporalmente le fasi di attività riconosciute all'interno della successione vulcanica dell'Etna, di definire lo *hiatus* temporale che marca le maggiori discontinuità e di comprenderne il significato geologico (fig. 87), e di chiarire la posizione stratigrafica dubbia di alcune unità litostratigrafiche, come riassunto nei punti seguenti.

- Nella parte più antica della storia eruttiva, durante il Supersintema Basale Tholeiitico, si è verificato uno *hiatus* di circa 160 ka tra la messa in posto delle più remote eruzioni sottomarine (Sintema Acitrezza) e le prime colate laviche subaeree (Sintema Adrano).

- la discontinuità tra i Supersintemi Tholeiiti Basali e Timpe è relativa a processi erosivi la cui durata di 140-100 ka è considerata come massima poiché la porzione più antica della base del Supersintema Timpe si trova sotto il livello del mare.

- Durante il Supersintema Timpe (verso la fine del Sintema Acireale), a partire da circa 134 ka fa, l'attività eruttiva nella regione etnea divenne, per la prima volta, continua. Successivamente vi sono solo brevi *hiatus*, di conseguenza le discontinuità osservate hanno un significato per lo più geometrico.

- I vulcani del Supersintema Valle del Bove, che sono parzialmente coevi, sono caratterizzati da brevi periodi di attività. Essi furono attivi da almeno 107 ka fa fino a circa 65 ka fa. La sovrapposizione di 7 centri vulcanici durante questo lasso di tempo ha prodotto lo sviluppo del primo edificio poligenico di tipo centrale all'Etna.

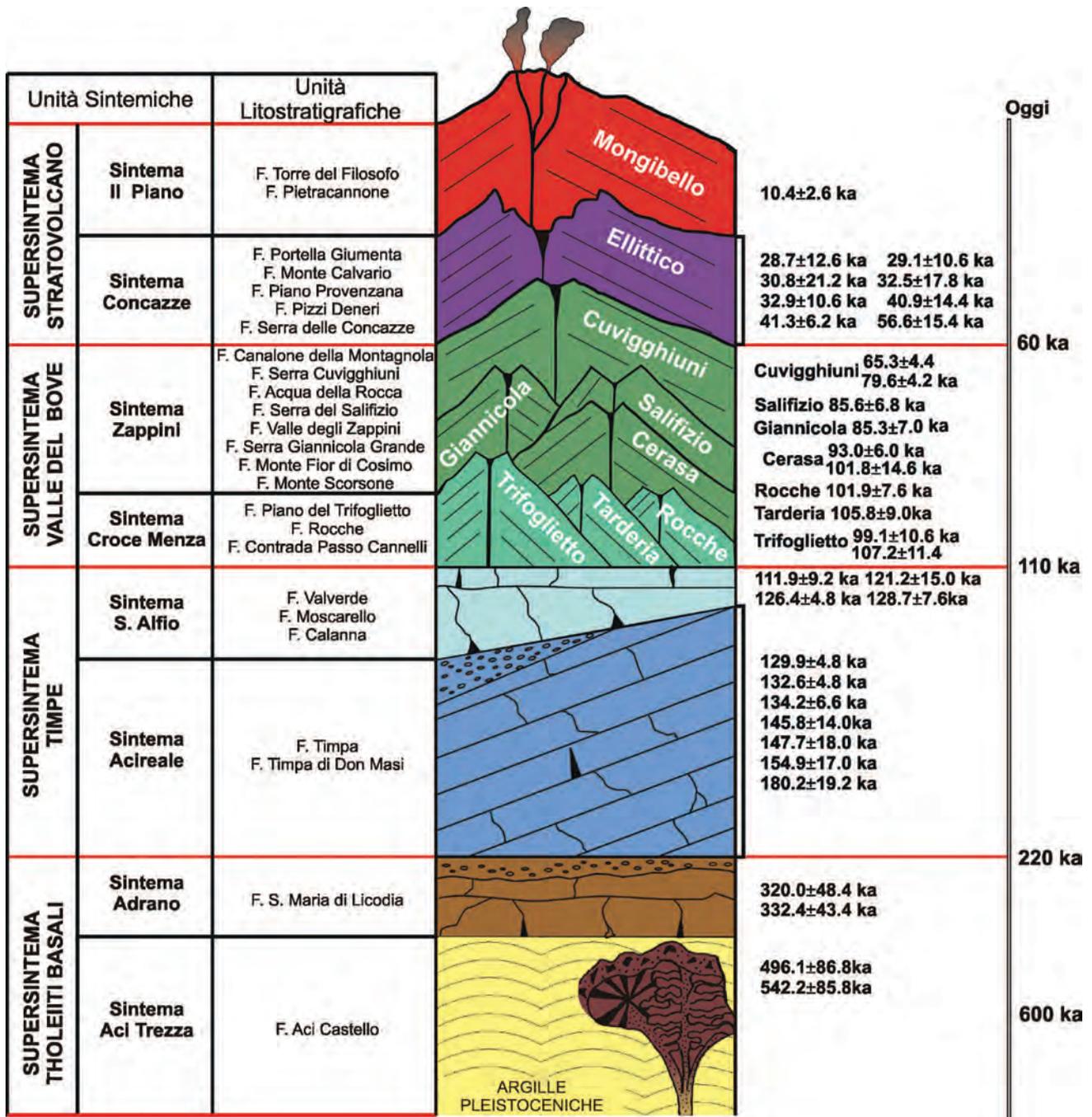


Fig. 87 - Ricostruzione cronostatigrafica della successione vulcanica etnea basata sull'assetto stratigrafico proposto da BRANCA *et alii* (2011a e b). F=formazione.
- Schematic chronological reconstruction of Etna volcanic succession according to the stratigraphic setting proposed by BRANCA *et alii*, (2011a and b). F=formation.

- Il Supersistema Stratovolcano rappresenta il principale edificio vulcanico. Esso inizia a edificarsi attraverso le eruzioni del vulcano Ellittico che sono datate circa 57 ka fa. Questo edificio, raggiunse la sua massima espansione areale circa 40 ka fa e continuò la sua attività fino a 15 ka fa quando una serie di eru-

zioni pliniane produssero un'ampia caldera sommitale, chiamata Cratere Ellittico. L'attività riprese all'interno della caldera e si espanse all'esterno fino a coprire il precedente edificio dell'Ellittico, formando la successione vulcanica del Sintema Il Piano che rappresenta l'attuale centro vulcanico attivo.