

72. Caldere e crateri

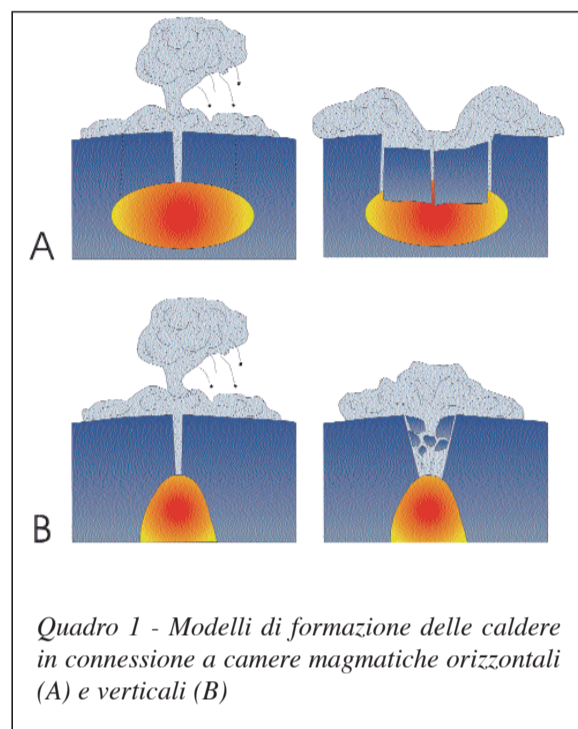
DONATELLA DE RITA

Università degli Studi «Roma Tre»

Questa tavola è dedicata all'illustrazione di due dei più importanti morfotipi delle aree vulcaniche: le caldere ed i crateri. Entrambe le forme sono più o meno circolari, a rilievo negativo e connesse a fenomenologie esplosive.

Il termine «caldera» deriva dal portoghese *caldeira* (che vuol dire «caldai») ed è stato usato nel passato per indicare qualsiasi «depressione naturale» a fondo piatto, limitata da ripidi bastioni di forma più o meno circolare. Il primo ad introdurlo in ambito geologico è stato Leopold Von Buch più di un

secolo fa e da allora questo termine è stato utilizzato in maniera equivoca, dando luogo a diverse interpretazioni e controversie. Hans Reck (WILLIAMS, 1941) stabilì criteri più o meno oggettivi per l'univoca identificazione di una caldera. Egli suggerì che: 1) tutte le caldere sono connesse ad attività vulcanica; 2) esse sono caratterizzate da forme circolari più o meno regolari; 3) le caldere differiscono dai crateri nelle dimensioni e per il fatto che invece di essere connesse direttamente al condotto (crateri), sono connesse al tetto dei serbatoi magmatici; 4) la differenza principale tra crateri e caldera sta nel fatto che mentre



Quadro 1 - Modelli di formazione delle caldere in connessione a camere magmatiche orizzontali (A) e verticali (B)

il cratere è l'espressione in superficie del condotto, la caldera non lo è mai; 5) la caldera è un'area di collasso prodotta dallo svuotamento parziale o totale

del tetto del serbatoio magmatico ed è il risultato dei cambiamenti di stato o di volume nel serbatoio sottostante; 6) la caldera è sempre una forma vulcanica negativa.

Nel 1879 il vulcanologo francese Ferdinand Fouqué stabilì per la prima volta una precisa relazione tra un'eruzione e la relativa formazione della caldera: questa può formarsi sia per la decapitazione del cono vulcanico ad opera dell'esplosione sia per il collasso della parte sommitale del vulcano a causa dello svuotamento della camera magmatica sottostante. Nel 1941 Howel Williams ipotizzò che la causa più probabile della genesi delle caldere fosse lo svuotamento del serbatoio magmatico con il conseguente collasso del tetto.

L'ipotesi di Williams è attualmente quella maggiormente accreditata dai ricercatori, anche se non mancano sostenitori della tesi che le caldere si originino per esplosione del vulcano. Il meccanismo di formazione di una caldera è illustrato schematicamente nel **quadro 1**. I due modelli si riferiscono a due diverse tipologie di collasso, connesse al diverso sviluppo delle camere magmatiche sottostanti: orizzontale (a) e verticale (b).

Il termine «cratere» viene utilizzato per indicare l'espressione in superficie del condotto alimentare di un vulcano esplosivo. La forma del cratere è direttamente relazionata al grado di esplosività.

In Italia la natura altamente esplosiva della maggior parte dei vulcani quaternari ha dato origine ad edifici complessi con crateri spesso coalescenti, la cui attività si è per lo più conclusa con la formazione di caldere.

Una delle forme calderiche più evidenti è quella del vulcano di Roccamonfina (**quadro 2**), al confine tra la Campania ed il Lazio. La caldera di Roccamonfina si formò circa 385 000 anni fa, al tetto dell'omonimo stratovulcano, alla fine di un lungo periodo di attività esplosiva. Ha una forma ellittica, con un diametro maggiore di circa 6,5 km allungato in direzione NO-SE, ed aperta sul lato orientale. Il margine occidentale infatti è un semicerchio quasi perfetto, con quote che variano tra 933 e 650 m, la cui continuità si interrompe in corrispondenza di una faglia orientata NE-SO; quest'ultima costituisce il prolungamento verso l'edificio vulcanico della faglia a carattere

regionale che limita a nord la struttura sedimentaria del monte Massico. Tale forma «a ferro di cavallo» indica che il collasso interessò la parte orientale dell'edificio, lasciando pressoché intatta quella occidentale ancora ben riconoscibile sia per il pendio scosceso sia per lo sviluppo radiale centrifugo del reticolo idrografico.

Nel **quadro 3a** i tre profili e gli schemi planimetrici accanto mostrano i successivi stadi di sviluppo della caldera di Roccamonfina, il cui collasso è stato determinato dall'azione di una faglia, orientata in direzione NE-SO, che ha ribassato il settore orientale dell'edificio. Oltre a questo lineamento, il bordo della caldera non è più distinguibile e gran parte dell'originale morfologia del vulcano è mascherata dall'attività successiva al collasso. Gli schemi del **quadro 3b** mostrano l'evoluzione morfologica della caldera. Analoghe a quella di Roccamonfina sono le caldere di Vico e del Somma-Vesuvio.

La tettonica regionale controllò sicuramente l'attività dei vulcani quaternari dell'Italia centrale: le caldere al tetto degli edifici hanno forme complesse, dovute alla concomitanza di fenomeni esplosivi ed attività tettonica. La caldera del vulcano Vulture in Basilicata (**quadro 4**), ad esempio, ha una configurazione complessa che ha suscitato notevoli discussioni in ambito scientifico. Alcuni autori



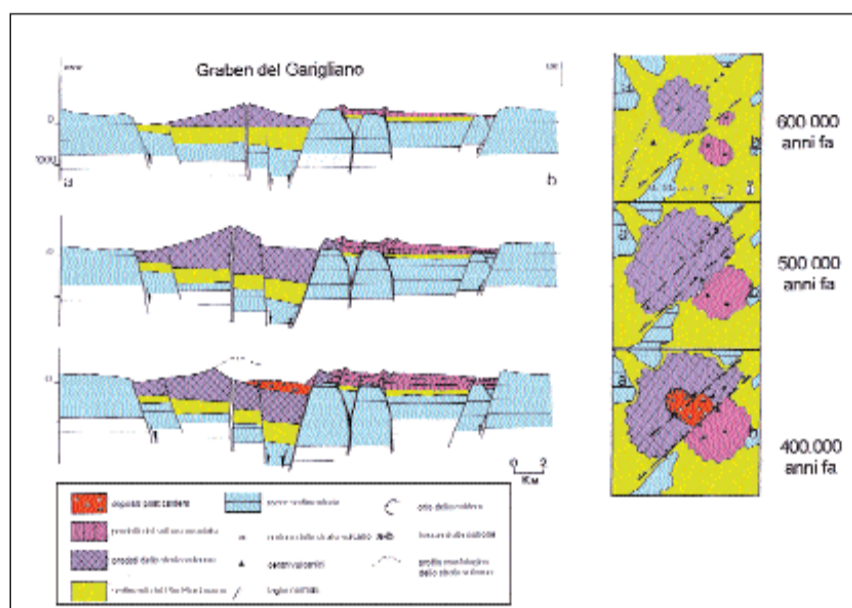
Quadro 2 - F. 172 - Caserta - Serie 100V

(GUEST *et alii*, 1988) sostengono che la sua formazione sia stata causata da ingenti processi di frana verificatisi sul fianco di un vulcano che doveva aver raggiunto i 1 500-1 600 m di altezza. Questa ipotesi è giustificata dalla forma «a ferro di cavallo», aperta verso ovest, circoscritta dai rilievi del monte Vulture e di monte San Michele, con quote comprese tra i 700 ed i 1 300 metri, ed incisa profondamente dal corso d'acqua della valle dei Grigi. La stessa morfologia è invece interpretata da altri autori (AA.VV., 1999) come un'antica caldera, con un diametro di circa 4,5 km, delimitata a Nord da una scarpata alta circa 400 m, mentre verso Sud il bordo meridionale non è più identificabile, perché mascherato dall'attività dei più recenti centri di Montecchio. Dentro questa depressione si riconoscono le tracce di un edificio più giovane, a sua volta interessato da un collasso calderico. Questa caldera più recente, detta di Monticchio, ha un diametro di circa 3 km ed è facilmente individuabile seguendo l'andamento semicircolare dei rilievi di Cozza Pelata, Serr'Alto, Prete della Scimmia e la stretta dorsale (allungata in direzione NE-SO) con la cima più alta della Croce (943 m s.l.m.); al suo interno si trovano due piccoli laghi, detti anch'essi di Monticchio, che sono due crateri dovuti ad esplosioni idromagmatiche, cioè connesse al contatto tra il magma e l'acqua dell'acquifero regionale. La forma dei due laghetti non è perfettamente circolare, ma lievemente allungata in direzione NO-SE indicando che probabilmente si tratta in entrambi i casi di almeno due crateri coalescenti. Entrambe le forme sono delimitate da bastioni bassi e dal rilievo dolce, che, nel caso del cratere più orientale, si appoggia al

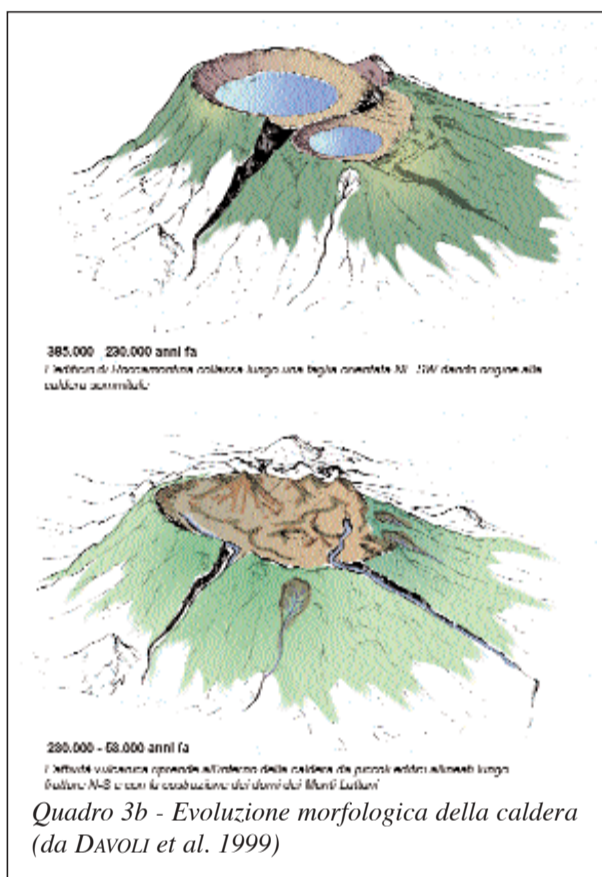
margine della caldera perdendo la sua definizione.

Anche la caldera di Latera (v. tavola 70. «Edifici vulcanici estinti del Lazio») nel distretto vulcanico vulsino, al confine tra il Lazio e la Toscana, ha una forma complessa; il suo contorno è ellittico, con un diametro massimo, orientato in direzione NE-SO, di circa 10 km ed una quota media del fondo di 350 m sul livello del mare. Mentre il margine nordorientale è abbastanza ben delineato, quello sudoccidentale appare aperto «a ferro di cavallo» e mascherato dai prodotti dell'attività postcalderica. L'andamento movimentato del margine indica che si tratta di una caldera poligenica, cioè identificatasi in più fasi durante un arco di tempo compreso tra 280 000 e 180 000 anni fa, in connessione a più eventi esplosivi che causarono collassi del tetto del serbatoio sottostante. All'interno dell'area calderica, una serie di conici di scorie allineati a semicerchio (monte Becco, monte Spinaio, poggio Seccante, monte Calveglio, ecc.) individuano una seconda forma calderica più giovane in cui si trova il piccolo lago di Mezzano (**quadro 5**), che corrisponde ad un cratere dovuto ad un'eruzione freatomagmatica. Esplorazioni profonde effettuate dall'ENEL con finalità geotermiche hanno permesso di calcolare che in questo settore il substrato sedimentario è collassato per oltre 1 000 metri.

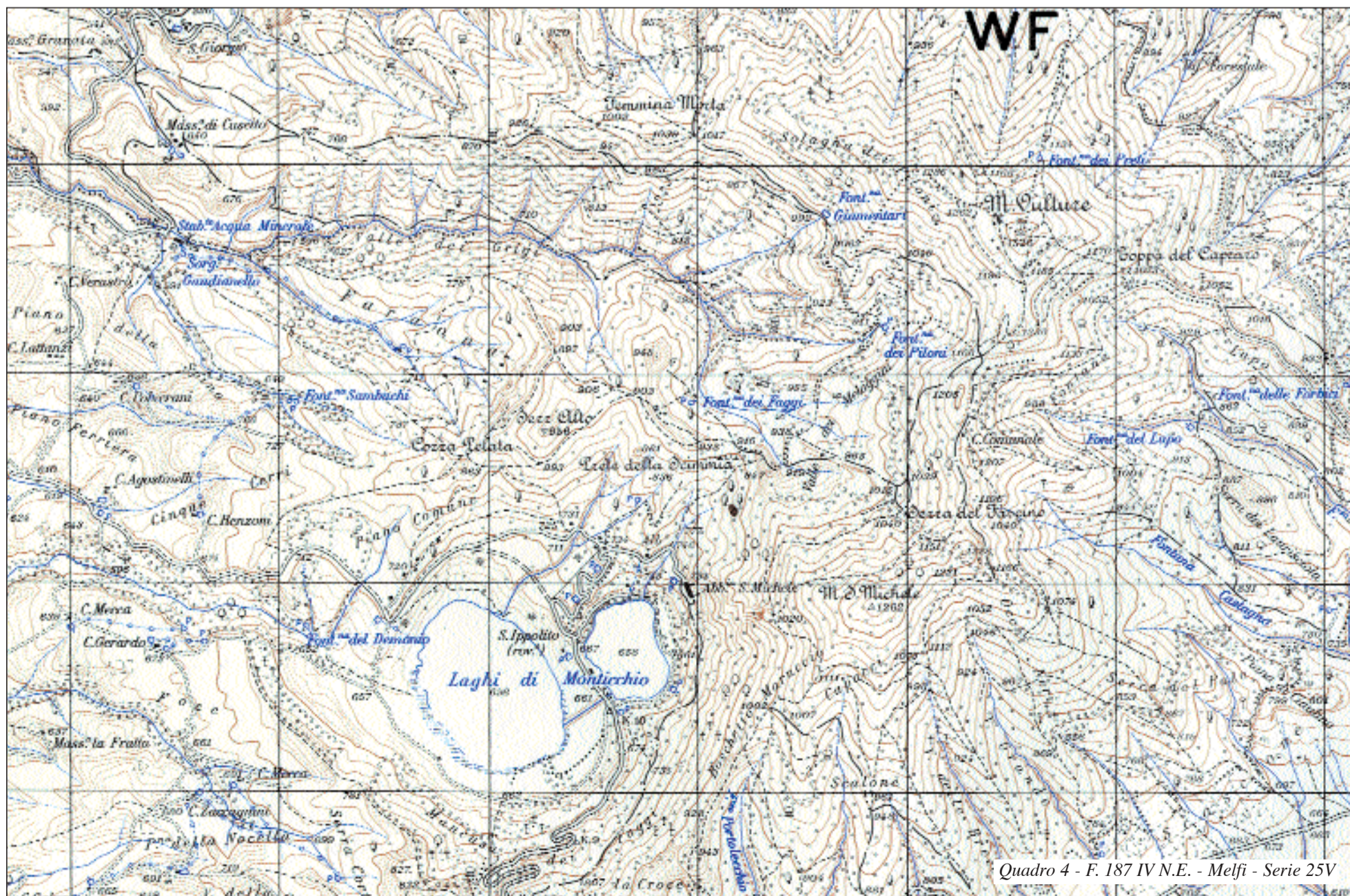
Il lago di Mezzano è un tipico lago craterico dalla forma quasi perfettamente circolare e delimitato da bassi bastioni dalla morfologia dolce. Si tratta di un *maar* (cfr. tavola 71. «Forme vulcaniche minori»), cioè di un cratere la cui unica esplosione fu dovuta all'interazione del magma in risalita con gli acquiferi superficiali. I prodotti emessi sono quasi esclusivamente costituiti da ceneri fini e blocchi di ricaduta balistica, e si sono accumulati tutto intorno alla depressione craterica costituendone i margini. Mentre il margine interno è molto ripido, quasi verticale, quello esterno è molto più dolce, indicando un'inclinazione dei prodotti che raramente supera i 10-15°. Una configurazione analoga è riconoscibile per la piccola depressione di Lagaccione, a sudest di Latera (**quadro 6**), che fino a tempi storici ha ospitato un lago, poi prosciugato per utilizzarne il fondo a scopo agricolo. Anche Lagaccione mostra una geometria quasi perfettamente circolare, anche se rispetto a Mezzano presenta una maggiore irregolarità, dovuta allo sviluppo di un reticolo idrografico, assente nel caso di Mezzano. Ciò è probabilmente connesso



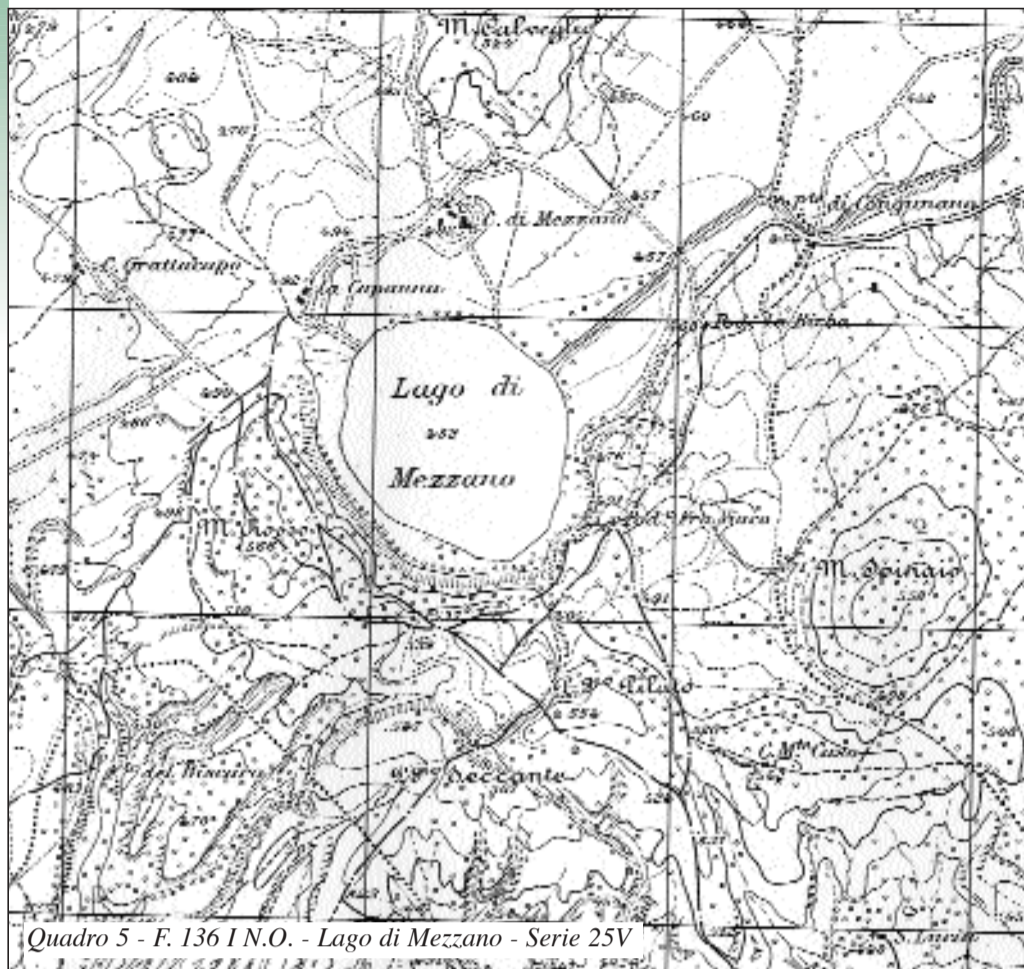
Quadro 3a - Profili schematici e schemi planimetrici dell'evoluzione della caldera di Roccamonfina (da DE RITA e GIORDANO 1996)



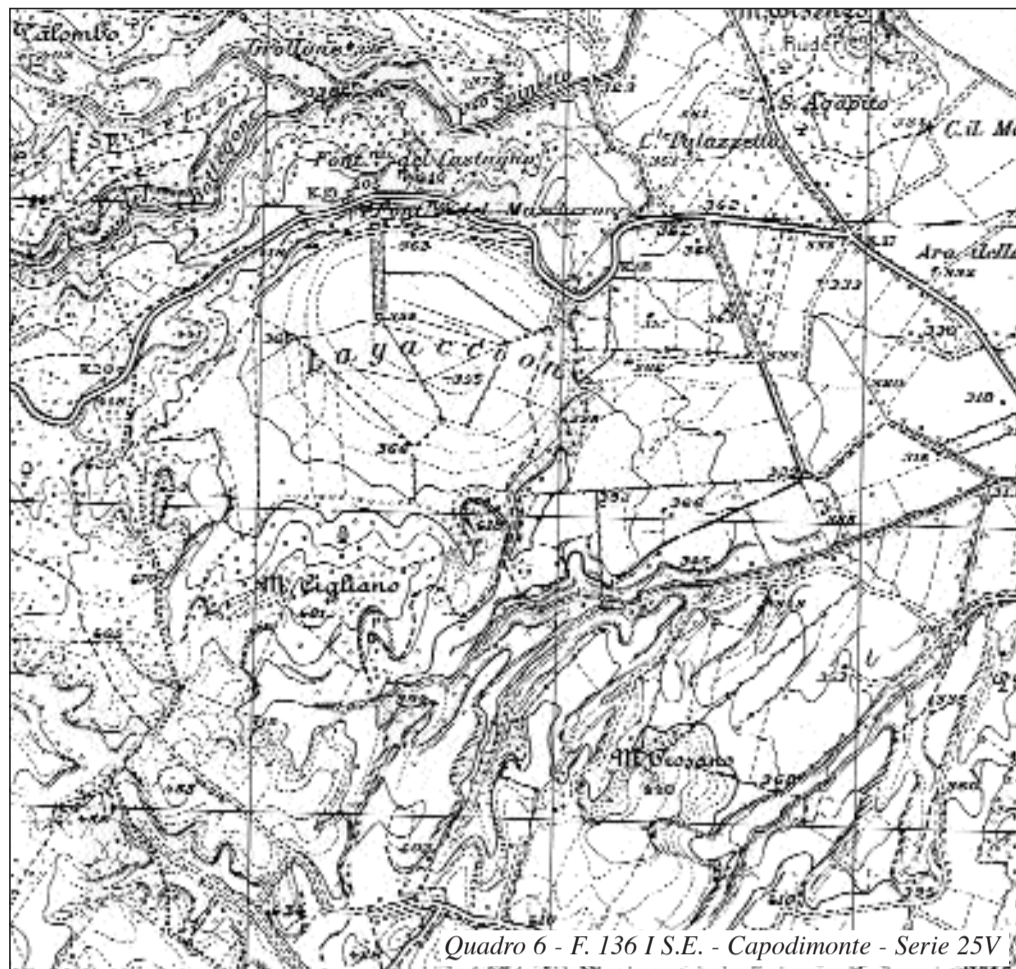
Quadro 3b - Evoluzione morfologica della caldera (da DAVOLI et al. 1999)



Quadro 4 - F. 187 IV N.E. - Melfi - Serie 25V



Quadro 5 - F. 136 I N.O. - Lago di Mezzano - Serie 25V



Quadro 6 - F. 136 I S.E. - Capodimonte - Serie 25V

alla diversa posizione di sviluppo dei due crateri nell'ambito dell'area vulcanica: Mezzano si sviluppò all'interno di un'area calderica, mentre Lagaccione si trova sulle pendici esterne del vulcano.

Nel settore orientale del distretto vulcanico vulsino, ed in particolare al margine sudorientale del lago di Bolsena, si trova un altro cratere che nel passato ha ospitato un lago: si tratta del cratere di Montefiascone (quadro 7), che fu prodotto da un'unica esplosione dovuta al contatto tra il magma e l'acqua del lago di Bolsena. La sua forma non appare così ben delineata come quella di Lagaccione e di Mezzano, perché il cratere si sviluppò ai margini dell'ampia depressione vulcano-tettonica di Bolsena. La conca lacustre di Bolsena, come quella di Bracciano (cfr. tavola 70. «Edifici vulcanici estinti del Lazio»), può essere classificata a tutti gli effetti come «caldera»; la sua genesi è infatti connessa allo svuotamento del serbatoio magmatico sottostante. Però il collasso avvenne lungo direttrici tettoniche di estensione e di importanza regionale, e ciò indica che la tettonica ebbe un ruolo determinante nel causarne il collasso. Per questo motivo tali depressioni sono più correttamente chiamate «depressioni vulcano-tettoniche».

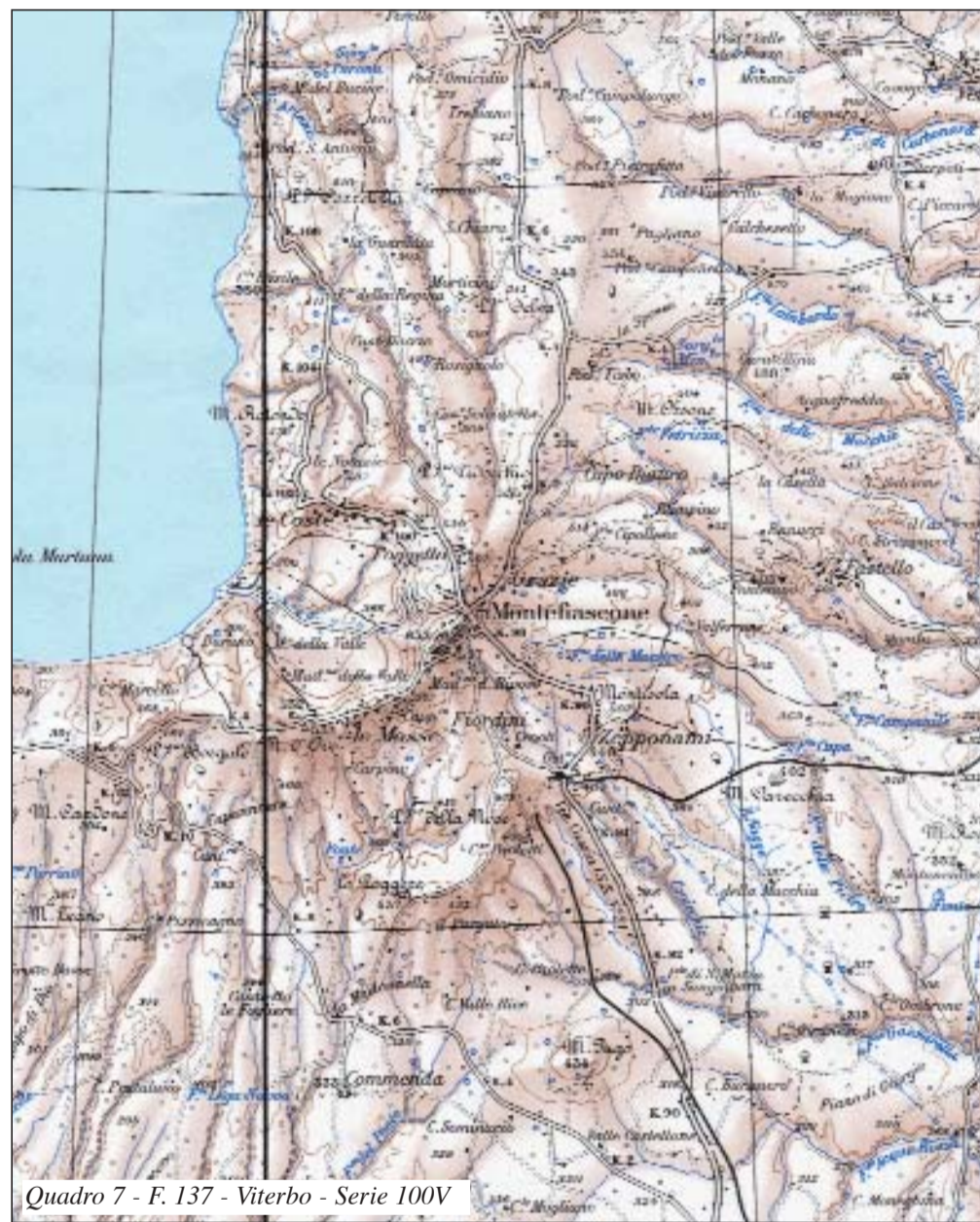
La conca di Bolsena ha un diametro medio di circa 12 km. Il margine orientale ha un andamento irregolare, con sviluppo centrifugo del reticolo idrografico disturbato da brusche modifiche dei corsi d'acqua in direzione nord-sud (quadro 7a). Tali deviazioni sono dovute alla presenza di fratture orientate in direzione nord-sud, lungo le quali si è verificato il collasso della depressione.

Non tutti i crateri idromagmatici hanno forme circolari corrispondenti ad un'unica eruzione. Anzi, la maggior parte dei crateri dei vulcani italiani mostra forme coalescenti, dovute cioè all'esplosione più o meno contemporanea di più crateri vicini o addirittura sovrapposti ed allineati lungo fratture a carattere regionale. Un esempio molto significativo è rappresentato dai laghi craterici maggiori del distretto dei colli Albani, a sud di Roma: Nemi, Albano ed Ariccia (quadri 8, 9 e 10). Questi crateri, insieme ad altri più piccoli, si formarono nelle fasi finali dell'attività del distretto vulcanico dei colli Albani a partire da circa 150 000 anni fa. Alcuni, come Castiglione, Valle Marciana, Giuturna, hanno una forma circolare più o meno regolare e furono prodotti da un unico evento esplosivo che edificò, con la deposizione di ceneri e piroclasti, bassi bastioni dai pendii dolci (anelli di tufo); altri, come Albano, Nemi ed Ariccia, furono prodotti da più esplosioni verificatesi più o meno contemporaneamente lungo fratture orientate nord-sud nel caso di Nemi ed Ariccia e NO-SE nel caso di Albano.

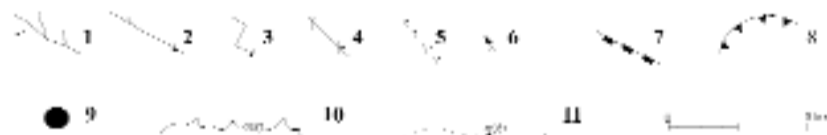
Nemi (quadro 10) ha una forma «ad otto» con il cratere settentrionale, attualmente prosciugato, che lascia presupporre almeno due eventi esplosivi



Quadro 7a - Schema morfologico strutturale (da BUONASORTE et al. 1991)



Quadro 7 - F. 137 - Viterbo - Serie 100V



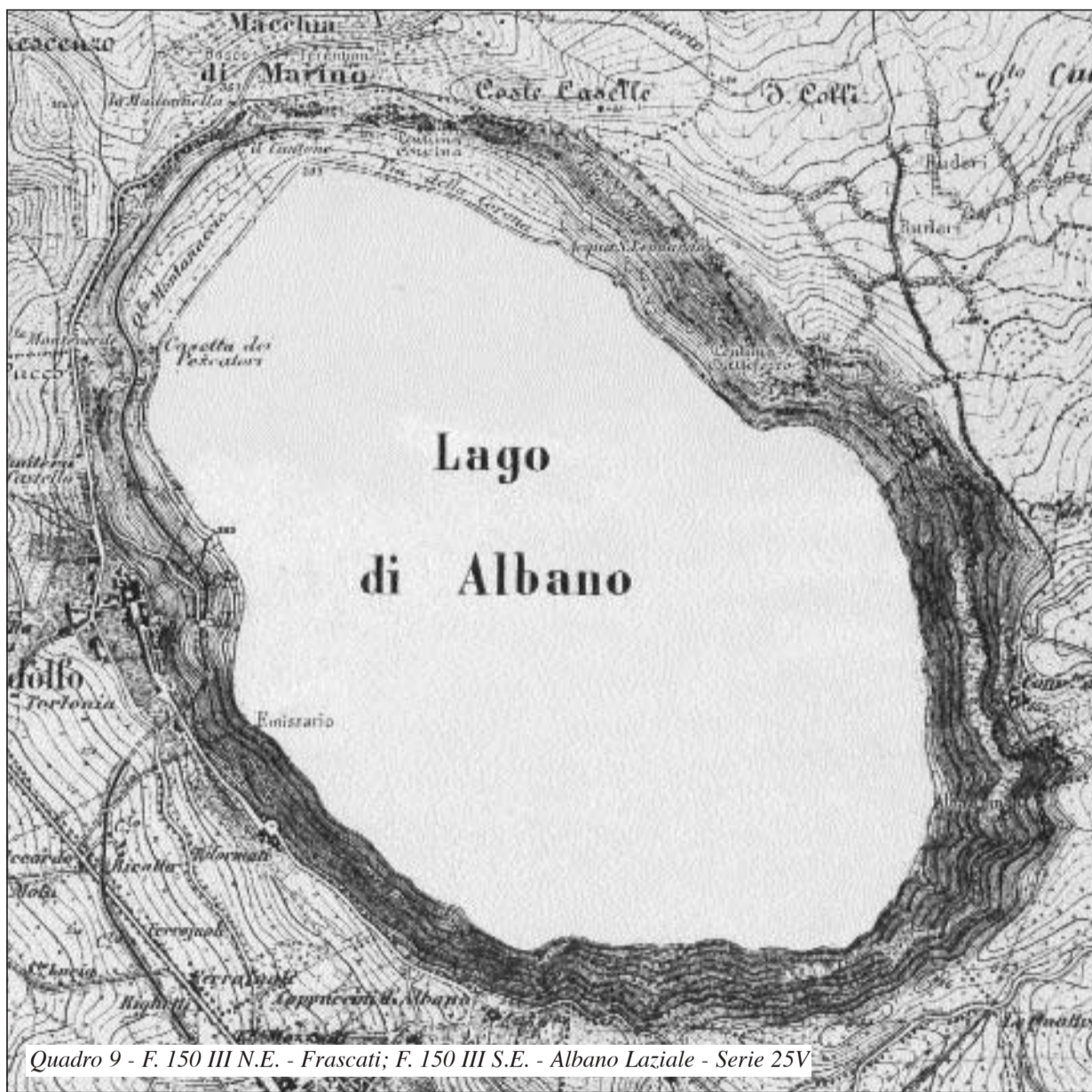
Legenda: 1. Corsi d'acqua perenni. 2. Valli strette ed incise. 3. Corsi d'acqua deviati. 4. Ridges rettilinei. 5. Valli rettilinee a forma di V. 6. Sorgenti con emissioni gassose. 7. Scarpate. 8. Bordi di depressioni vulcano-tettoniche. 9. Coni di scorie. 10. Isoipse. 11. Isobate

vi significativi. La morfologia dei margini dei crateri è molto articolata e sottolineata da ripide scarpate molto evidenti nei margini interni. Il bordo sudorientale del cratere risulta maggiormente rialzato rispetto a quello occidentale, come è evidenziato dall'andamento delle isoipse che salgono in quota molto rapidamente con andamento irregolare. Ciò è dovuto al fatto che questo bordo craterico si è sviluppato a ridosso di una serie di coni di scorie (cfr. tavola 71. «Forme vulcaniche minori») già esistenti e che si erano sviluppati all'interno della caldera del Tuscolano-Artemisio.

La complessa morfologia di Albano e gli studi stratigrafici condotti sui suoi prodotti indicano che l'attuale conca lacustre è il risultato della coalescenza di cinque crateri che furono attivi, con breve stasi tra l'uno e l'altro, da nord



Quadro 8 - F. 150 - Roma - Serie 100V



Quadro 9 - F. 150 III N.E. - Frascati; F. 150 III S.E. - Albano Laziale - Serie 25V



Quadro 10 - F. 150 II S.O. - Velletri; F. 150 III S.E. - Albano Laziale - Serie 25V

verso sud. La forma della conca lacustre è molto ben definita nel margine meridionale, dove l'esplosione intersecò il margine dell'edificio delle Faete. Questo giustifica la ripidità del margine interno del/i cratere/i e la scarsa defi-

nizione di quello esterno che si addossa alle pendici dell'edificio preesistente. Il bordo settentrionale scavato alla periferia dell'edificio delle Faete è molto meno definito ed in generale si trova a quote più basse.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., "Puglia e Monte Vulture", *Guide geologiche regionali*, Vol 8 (1), Milano, BE-MA editrice, 1999.
 BUONASORTE G., CICCACCI S., DE RITA D., FREDI P., LUPA PALMIERI E., (1991), "Some relations between morphological characteristics and geological structure in the Volsini volcanic complex (Northern Latium, Italy)", *Zeitschrift für Geomorphologie Sup.* 82, pp. 59-71.
 DAVOLI L., DEL MONTE M., DE RITA D., FREDI P., "Geomorphology and tectonics in the Roccamonfina Volcano (Campania, Central Italy)", *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.*, sup. 114, 1999, pp. 11-28.
 DE RITA D., GIORDANO G., "Volcanological and structural evolution of Roccamonfina

volcano (southern Italy) and structural origin of the summit caldera", in MC GUIRE W. C., JONES A. P., NEUBERT J. (A CURA DI) "Volcano instability on the Earth and other planets", *Geological Society, London, Special Publications*, 1996, pp. 110,209-224.
 FOUQUÉ F., *Santorini et ses éruptions*, Paris, Masson, 1879.
 GUEST J. E., DUNCAN A. M., CHESTER D. K., "Monte Vulture volcano (Basilicata, Italy) an analysis of morphology and volcanoclastic facies", *Bulletin of Volcanology*, 50, 1988, pp. 244-257.
 WILLIAMS H., "Calderas and their origin", *University of California Publications Bulletin of Department of Geological Sciences* 25, 1941, pp. 239-346.