



R.Cristofolini - G.Puglisi - G.Petino - N. Zizzo  
- D.D'Agata - C.Modica - B.Reitano -  
A.Scandura - G.Amata

**“L'evento e la complessità - Rischio vulcanico e valutazione del danno nell'unità territoriale etnea”**  
a cura di Giuseppe Amata

Editrice C.U.E.C.M.  
Anno 1989  
Pagg.174  
Formato cm. 14 x 21  
Prezzo lire 18.000 - € 9,30

---

## **VALUTAZIONE PRELIMINARE DEL PERICOLO DA MANIFESTAZIONI VULCANICHE ALL'ETNA**

Di Renato Cristofolini e Giuseppe Pugliesi

### Introduzione

Questo lavoro è rivolto alla valutazione del pericolo da manifestazioni vulcaniche all'Etna, inteso come individuazione di zone variamente soggette ad essere interessate dall'apertura di bocche eruttive o ad essere ricoperte da colate, come contributo alla definizione del rischio vulcanico nella regione. Come è noto, l'Etna nelle ultime migliaia di anni (Mongibello Recente; Romano, 1982; Guest, 1982) ha avuto essenzialmente un'attività persistente alle bocche sommitali, generalmente di bassa potenza, intervallata da manifestazioni avventizie di maggiore intensità, consistenti in emissioni di colate laviche accompagnate da modesta attività esplosiva alle bocche (Indice di esplosività solo eccezionalmente  $> 1$ ). Pertanto nella valutazione della pericolosità sono da considerare come eventi effettivamente importanti solo la possibilità di apertura di bocche avventizie e di invasione di estensione di territorio da parte di colate, essendo altre manifestazioni, come episodi esplosivi o colate di fango, di rilevanza assai minore.

Un catalogo di eruzioni datate dall'Etna, dal 1284 d.C. fino ad oggi, è presentato in tabella I. Esso è stato compilato sostanzialmente sulla base dell'analisi delle stesse fonti e secondo i criteri già seguiti da Cristofolini e Puglisi (1984): (a) sono state considerate sommitali le eruzioni con punto di emissione principale sopra i 3.000 metri s.l.m. e (b) sono state considerate come una sola eruzione successioni di fasi eruttive, separate da brevi intervalli di riposo e che hanno interessato le stesse strutture del vulcano con meccanismi eruttivi sostanzialmente omogenei. Tuttavia, in questa sede, le eruzioni avventizie sono state suddivise a seconda del versante dove è ubicato l'apparato eruttivo; pertanto, eventi avvenuti nello stesso anno, ma in settori diversi

del vulcano, sono stati indicati separatamente, benché in alcuni casi i dati sui volumi, le durate ed i tassi di emissione siano cumulativi. Inoltre, nel presente catalogo, sono state incluse eruzioni (con la data indicata da Romano e Sturiale, 1982) la cui datazione è dubbia, ma verosimilmente avvenute nel secondo millennio d.C., per le quali sono desumibili dati come lunghezza, volume, posizione delle bocche. Sono state così raccolte un centinaio di eruzioni; dall'esame dell'elenco si può verificare che tra gli eventi registrati prima del XVIII secolo prevalgono quelli da bocche avventizie, mentre nei tempi più recenti aumenta la proporzione di eruzioni sommitali registrate, nonché il numero complessivo di eruzioni nell'unità di tempo (Cristofolini *et al.*, 1987). Nel catalogo appaiono anche via via meglio registrati eventi di minore durata e con colate di piccola estensione che hanno interessato il vulcano a quote elevate, in conseguenza di una più sistematica ed accurata osservazione delle manifestazioni eruttive (periodo scientifico; sec. Tanguy, 1980). Dal confronto di diverse compilazioni (Alessi, 1835; Gottini *et al.*, 1980; Romano e Sturiale, 1982; Tanguy, 1980; Tanguy e Patané, 1984; Wadge *et al.*, 1975; Wadge e Guest, 1981; Waltershausen, 1880), si può osservare come per le eruzioni precedenti al 1600 sono particolarmente frequenti i casi per cui sono incerte o controverse la data e/o l'ubicazione delle bocche e/o l'estensione delle colate (cfr. Tanguy, 1980; Tanguy *et al.*, 1985; Tanguy e Wilson, 1973). L'insieme di queste considerazioni suggerisce che la qualità e la completezza dei dati registrati siano ampiamente variabili nel tempo ed in generale con le condizioni di osservabilità dei fenomeni eruttivi: ciò comporta che l'interpretazione di questi dati secondo modelli matematico-statistici (cfr. Mulargia *-et al.*, 1986), senza tenere conto della struttura del catalogo, può condurre a suggerire variazioni nel regime di attività eruttiva non necessariamente corrispondenti alla realtà.

Tuttavia queste limitazioni e carenze del catalogo hanno un significato limitato per le valutazioni di questo lavoro, volto a definire la pericolosità da manifestazioni vulcaniche che incidano su aree popolate e di interesse socio-economico, ai fini della definizione del rischio, dato che le eruzioni sommitali (con bocche a quota > 3.000 metri s.l.m.) solo eccezionalmente danno origine a colate di lunghezza superiore a 6 km (AA. VV., 1979 e dati inediti).

## *1. Distribuzione dell'attività vulcanica nell'area etnea*

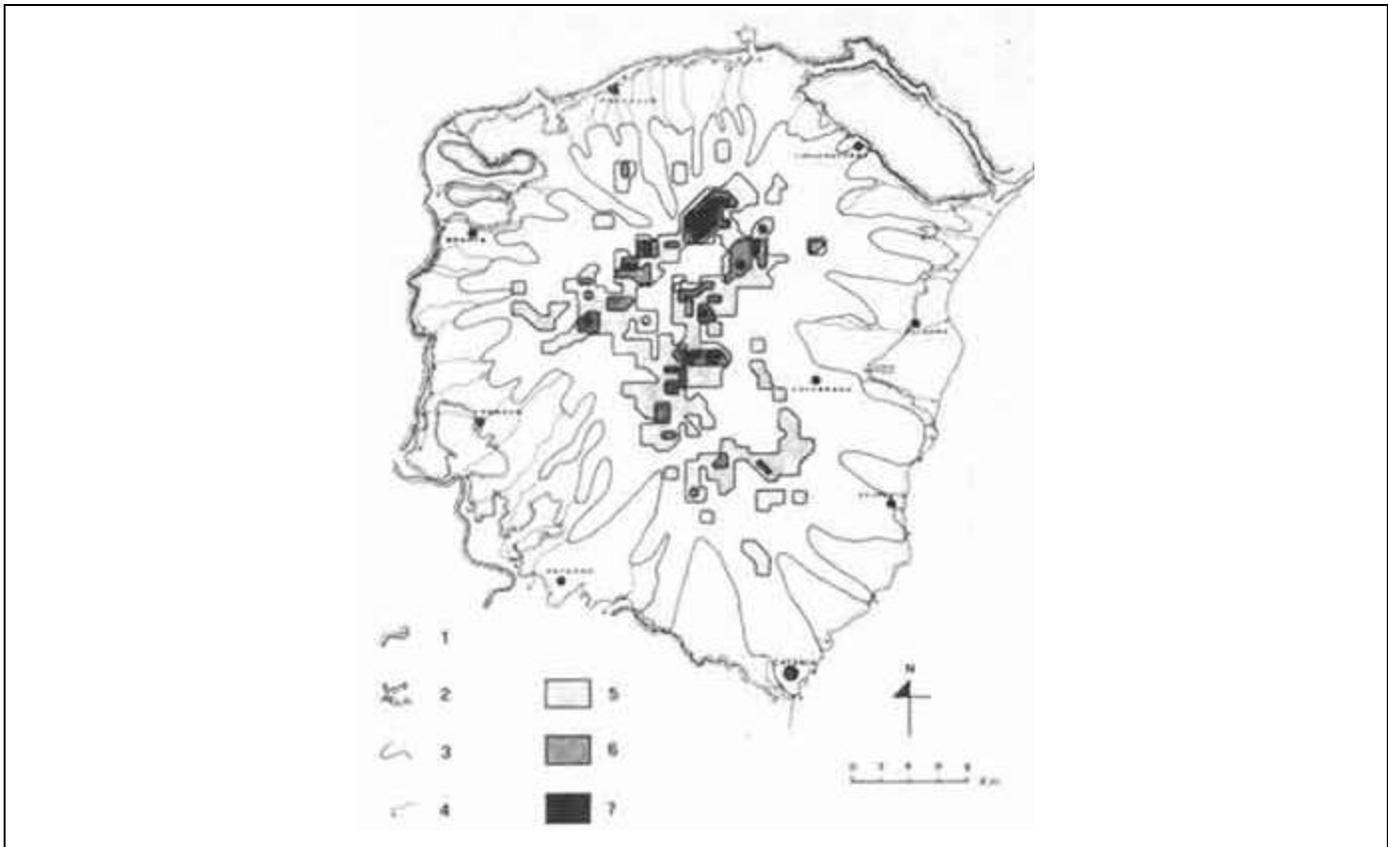
Il lavoro è stato impostato secondo le due linee indipendenti: da una parte si è considerata nelle linee generali la distribuzione delle bocche eruttive avventizie del vulcano e dei vincoli morfologici all'espandimento delle colate sulla base della cartografia topografica e geologica esistente, dall'altro è stata individuata per l'area etnea la «vocazione» dei diversi punti ad essere ricoperti da colate, sulla base dei dati degli ultimi secoli.

### *1.1. Distribuzione degli apparati eruttivi avventizi*

Una carta della densità di distribuzione di apparati avventizi è stata ottenuta sovrapponendo alla Carta Geologica dell'Etna (scala 1:50000; AA. VV., 1979) un reticolo a maglia quadrata con lato corrispondente a 0,5 km e attribuendo a ciascun nodo il numero di apparati ricadenti nel

quadrato di 1 km<sup>2</sup>; sono state quindi interpolate le curve che separano i campi con  $d = 0$ ,  $d = 1-2$ ,  $d = 3-5$ ,  $d > 5$  (fig. 1).

**FIG.1—DENSITA' DEGLI APPARATI AVVENTIZI PER KM<sup>2</sup> (D) ED ANDAMENTO DI COLATE POTENZIALI**



- 1) Costrizioni morfologiche all'espandimento delle vulcaniti.
- 2) Limite della copertura vulcanica.
- 3) Limite del campo di invasione potenziale di colate laviche.
- 4) Prosecuzione delle linee potenziali di flusso oltre il campo 3.
- 5) Aree con  $1 < d \leq 3$ . 6) Aree con  $d \leq 5$ . 7) Aree con  $d > 5$ .

In conseguenza del più fitto reticolo, la carta appare più dettagliata di quelle precedenti (Rittmann, 1963; Guest e Murray, 1979; Frazzetta e Romano, 1978), ma conferma le linee dello schema già riconosciuto dagli Autori precedenti. Tenendo conto dell'alto tasso di copertura della superficie del vulcano da parte di colate laviche, che tendono a mascherare le strutture preesistenti, la maggior parte degli apparati considerati per la redazione di questa carta è certamente connessa con l'attività del Mongibello Recente (AA. VV., 1979; Ducan e Chester, 1984; Romano, 1982), che ha avuto inizio poche migliaia di anni fa (circa 5.000) e, benché un considerevole numero di apparati anche di eruzioni degli ultimi secoli sia stato obliterato da espandimenti lavici più recenti, la loro distribuzione appare comunque indicativa del campo di sforzi regionale e locale agente in corrispondenza del vulcano (cfr. Nakamura, 1977). In particolare, la distribuzione delle zone a massima densità di apparati si accorda con la presenza, a Nord della sommità dell'Etna, di una fascia diretta tra NESW e NNE-SSW, dove l'attività avventizia recente appare particolarmente concentrata (cfr. Kieffer, 1975). La distribuzione degli apparati suggerisce inoltre immediatamente il diverso livello di possibilità di apertura di bocche eruttive cui sono soggette le varie zone: il campo con almeno un apparato per km<sup>2</sup> si estende su un'area di oltre 150 km<sup>2</sup> pari a circa il 14% della superficie ricoperta da vulcaniti. Ammettendo in prima approssimazione che il regime complessivo di attività del Mongibello Recente non abbia subito variazioni importanti, ed estrapolando il tasso di attività degli ultimi

450 anni (Cristofolini e Puglisi, 1984), si può ritenere che quest'area (e le zone immediatamente adiacenti) possa essere interessata mediamente dall'apertura di 1,2 bocche avventizie ogni dieci anni.

Un risultato significativo della carta di densità degli apparati eruttivi è che ampie aree con almeno un apparato per chilometro quadrato si trovano a quote inferiori a 1.000 metri, ben al di fuori dell'edificio del Mongibello (Cristofolini *et al.*, 1982; Romano, 1982), che si eleva da una quota di circa 1.700 metri sopra una base costituita dai prodotti dei centri più antichi, ed in prossimità di aree densamente abitate, soprattutto sul versante sud-orientale, ed intensamente coltivate.

### 1.2. *Andamento delle colate potenziali*

Nella stessa carta di fig. 1 è stato anche indicato il campo interessato da percorsi possibili di colate, costruito nell'ipotesi che esse provengano da bocche situate al margine del campo a minore densità di apparati eruttivi e raggiungano una lunghezza media, valutata per i diversi versanti e per fasce altitudinali in cui sono situate le bocche (tab. 2), essenzialmente sulla base di quanto riportato, per colate di cui siano noti la posizione delle bocche ed il percorso, nella Carta Geologica dell'Etna (AA. VV., 1979).

I percorsi potenziali sono stati definiti tenendo conto dei principali condizionamenti topografici (cfr. Guest e Murray, 1979) ed il campo complessivo è stato ottenuto come inviluppo delle singole colate, assunte arbitrariamente (e per eccesso) di ampiezza di 2 km a cavallo della linea indicativa del percorso potenziale. Oltre il campo di estensione media delle colate potenziali è stato proseguito l'andamento delle linee di flusso fino al margine della copertura vulcanica. Salvo che per il margine orientale, limitato dal mare Jonio, il bordo della copertura corrisponde essenzialmente alle valli dei principali corsi d'acqua della zona (Simeto, Alcantara, Fogliarino), con il fianco esterno in contropendenza, che sono in grado di canalizzare lungo il loro asse le colate che vi giungano.

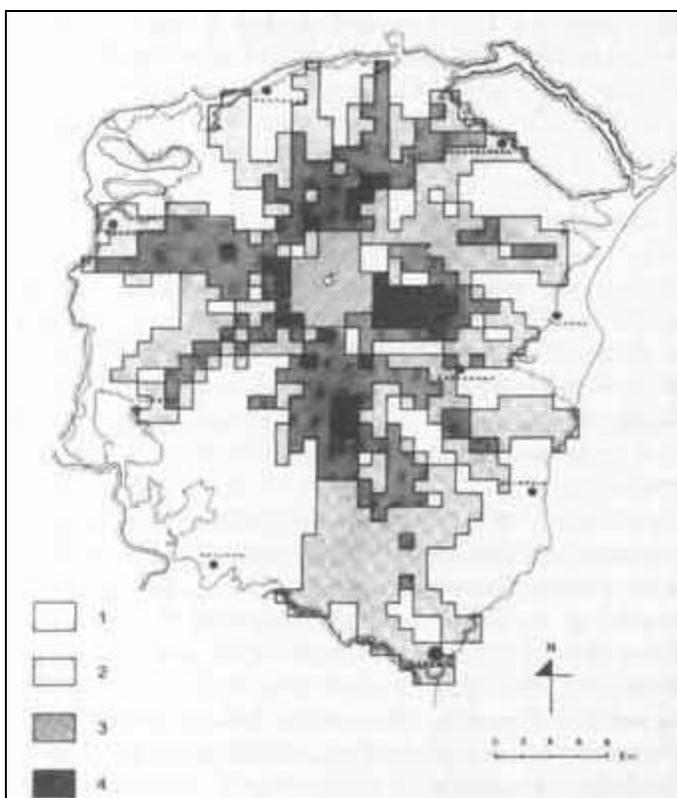
Tenendo conto della distribuzione delle bocche avventizie e della loro frequenza, si può indicare che zone all'interno del campo di estensione media di colate possono essere interessate da espansioni di lava in media poco più di una volta ogni dieci anni. La probabilità dell'evento non è tuttavia omogeneamente distribuita in tutto il campo, essendo ovviamente maggiore, anche se difficilmente quantificabile, per zone immediatamente a valle di aree a maggior densità di bocche. Benché la valutazione del rischio vulcanico nella zona etnea sia al di fuori degli scopi di questo lavoro, appare importante mettere in rilievo come il campo così ottenuto insista su zone intensamente urbanizzate e di elevato interesse socio-economico.

### 1.3. *Copertura di colate recenti nell'area etnea*

Da un sommario esame della Carta Geologica dell'Etna (AA. VV., 1979) si può rilevare l'ampia estensione della copertura di lave attribuite all'attività del Mongibello Recente; ciò è già stato

messo in rilievo da Guest e Murray (1979), che hanno suggerito una legge di espansione delle coperture di colate recenti sulla base di una curva cumulativa di superfici invase nel tempo. Questo approccio tuttavia non dà indicazioni sulla maggiore o minore predisposizione delle singole aree ad essere interessate da colate. Pertanto, in questa sede, anche per avere un controllo indipendente dalle considerazioni tratte sulla base della carta della copertura potenziale media, si è proceduto a valutare, per ogni riquadro individuato dal reticolato chilometrico della Carta topografica dell'I.G.M., il numero di volte che esso è stato totalmente o parzialmente (per almeno il 10% della sua superficie) interessato da colate etnee datate (AA. VV., 1979) a partire dal XIII secolo. Da questa elaborazione è stata esclusa la zona sommitale etnea, soggetta ad una probabilità di invasione da parte di colate estremamente elevate, in cui affiorano quasi esclusivamente prodotti dell'ultimo secolo. Si è ottenuta così una carta di frequenza di invasione di colate laviche negli ultimi settecento anni (fig. 2).

**FIG. 2 – DENSITA' DI COPERTURA LAVICA PER KM2 DAL XIII SEC. AL 1985**



La carta è stata elaborata valutando il numero di colate che ricoprono anche parzialmente ciascuna maglia di un Km di lato; nell'elaborazione è stata esclusa l'area in prossimità del cratere centrale interessata quasi del tutto da prodotti emessi dalle bocche sommitali e nella quale, comunque, la densità di copertura è in genere elevata e difficilmente determinabile per l'intervallo di tempo considerato: 1) Nessuna colata. 2) Una colata. 3) 2-3 colate. 4) 4 o più colate.

Dall'analisi di questa carta emerge che, escludendo la zona sommitale, per una superficie di 32 km<sup>2</sup> oltre il 56% dell'area interessata da affioramenti di vulcaniti è stato coperto da almeno una colata ed oltre il 23% da almeno due colate, a partire dal XIII secolo. Estendendo l'esame a tutto il periodo di attività del Mongibello Recente, valutabile in circa 5.000 anni (Duncan e Chester, 1984; Romano, 1982), si può osservare (AA. VV., 1979) che oltre l'80% della superficie del vulcano è ricoperta da questi prodotti. Se si guarda alla distribuzione spaziale delle zone interessate dall'attività degli ultimi sette secoli, si nota immediatamente che essa si accorda con quella delle bocche avventizie e che, a parte settori a quote medio-alte di minore rilevanza

economica, ne esistono di significativi, interessati da espandimenti lavici nella storia recentissima del vulcano, che ricadono in una fascia altimetrica fino al livello del mare a forte sviluppo urbano, soprattutto nel versante orientale e sud-orientale.

## *2. Confronti e discussione*

Il confronto delle due carte consente di constatarne una fondamentale coerenza; in particolare, per oltre 400 km<sup>2</sup> si ha sovrapposizione del campo ricoperto da una o più colate degli ultimi secoli con quello di estensione media delle colate potenziali o con quello comprendente uno o più apparati per km l. La discordanza maggiore si ha sul versante sud-occidentale, non interessato da manifestazioni recenti, dove il campo delle colate potenziali si estende per circa 45 km l oltre la zona ricoperta da colate degli ultimi secoli, mentre in tutti gli altri casi la mancata sovrapposizione riguarda estensioni minori e marginali. Ciò suggerisce che la distribuzione degli apparati eruttivi datati e non datati e la conseguente analisi dei percorsi possibili delle colate, in funzione dei vincoli morfologici e della lunghezza media di espandimenti reali, siano un efficace strumento per la definizione di larga massima e non quantificata del livello di pericolosità da manifestazioni eruttive all'Etna.