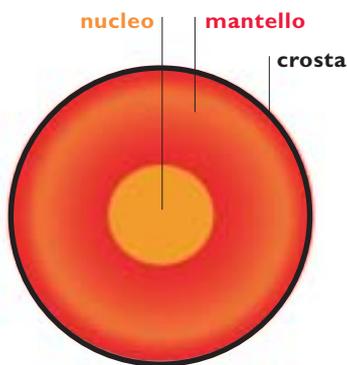


Calogero Murgia

Come difendersi dalle Eruzioni vulcaniche effusive



Sezione della terra

La prima sfera forma il "mantello" che è costituito da materiale fuso e viscoso contenuto a pressioni elevatissime.

Il mantello si estende dal limite inferiore della crosta terrestre, 100 Km., fino a 5.900 Km. di profondità.

L'altra sfera completa il globo e forma il cosiddetto nucleo.

La Terra è costituita da un sottile guscio solido (crosta) che contiene una smisurata massa allo stato di fusione. Questa massa è suddivisa in due sfere ideali concentriche a quella formata dalla crosta terrestre. La superficie indurita ha uno spessore di appena 100 Km, si trova a "poggiare" sopra lo strato di materiale fuso del mantello ed è frammentata in più parti denominate **zolle** o **placche**. Lo spessore della crosta (100 Km), rispetto alle dimensioni del raggio del pianeta (6.371 Km), è veramente esiguo ed è paragonabile a quello del velo che ricopre una cipolla.

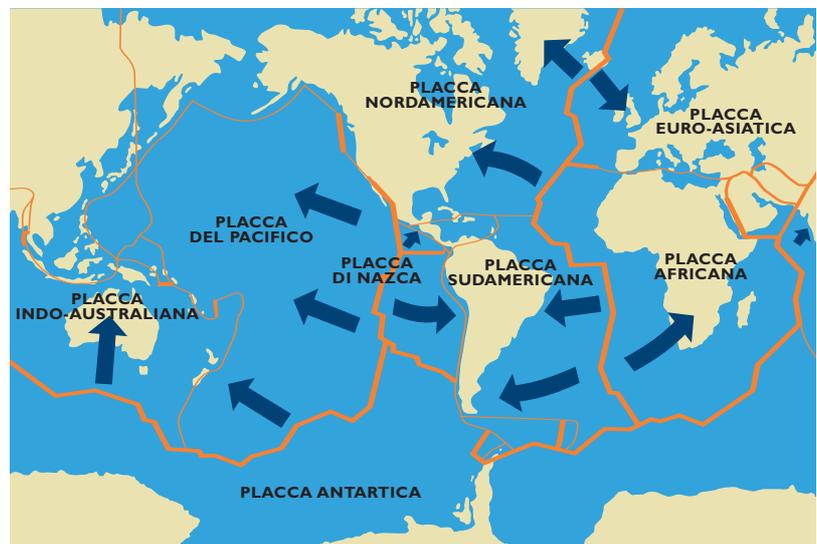
Ai margini delle zolle, in corrispondenza delle contiguità tra loro, possono esistere dei punti deboli della crosta che consentono al materiale fuso del mantello di infiltrarsi e risalire verso l'esterno, dando così luogo alla formazione ed all'attività dei vulcani.

Con il termine magma si designano delle masse fuse che contengono disciolte grandi quantità di gas (vapore d'acqua, anidride carbonica, idrogeno solforato, acido solfidrico, anidride solforosa ecc.).

L'attività vulcanica riguarda tutti i fenomeni collegati con l'ascesa in superficie dei magmi.

Fattori che hanno un effetto importante sul limite aerale dei flussi della lava sono: la viscosità della massa fusa, il flusso emesso, la velocità di uscita ed infine le caratteristiche geomorfologiche del terreno.

La viscosità dipende dalla composizione chimica e dalla temperatura della lava fusa; ed aumenta rapidamente mentre la lava si raffredda.



Come difendersi dalle **Eruzioni vulcaniche effusive**



Contenuto Silice	Tipi di lave	Viscosità	Fluidità
Minimo	Basiche	Minima	Massima
Massimo	Acide	Massima	Minima



La viscosità delle lave cresce con l'aumentare del contenuto di silice, così che la loro fluidità cresce dalle più acide alle più basiche.

La fluidità del basalto è massima alla temperatura compresa tra 1.000° e 1.200°C riscontrabile alle bocche di emissione. Quando la temperatura si riduce ad un valore inferiore a 700° C, la lava si solidifica e non è più in grado di fluire.

La distanza che la lava può raggiungere prima di solidificare, dipende, quindi, dalla velocità di flusso e dal tasso di raffreddamento.

Le lave emesse dai vulcani hanno comportamenti dipendenti dalla loro composizione chimica e si è soliti contraddistinguerle in **acide** e **basiche** in funzione della quantità di silice contenuta.

Occorre innanzi tutto tenere conto della grande differenza tra l'attività legata ai magmi fluidi (basici) e quella legata ai magmi viscosi (acidi).

Il magma, che negli strati profondi della crosta è sottoposto ad elevatissime pressioni, contiene disciolte grandi quantità di gas inglobate nella massa.

Approssimandosi alla superficie la pressione diminuisce ed i gas iniziano a liberarsi esattamente come accade all'anidride carbonica disciolta in una bottiglia di spumante invisibile fino a quando, tolto il tappo, si abbassa la tensione e si sprigionano innumerevoli bollicine che frizzano, rompendosi appena raggiungono la superficie del liquido.

Nei magmi fluidi, **lave basiche**, l'attività esplosiva è molto ridotta, poiché la minore tenacia della massa fusa consente la facile liberazione dei gas in essa disciolti.

Viceversa, in quelli viscosi, **lave acide**, la liberazione dei gas è ostacolata dalla coesione del magma ed avviene in maniera improvvisa ed esplosiva provocando il lancio di brandelli di lava incandescenti.

In Italia, lungo i margini di interazione tra la zolla africana e quella euro-asiatica, si trovano le aree vulcaniche del napoletano, dell'arcipelago delle Eolie e dell'Etna.

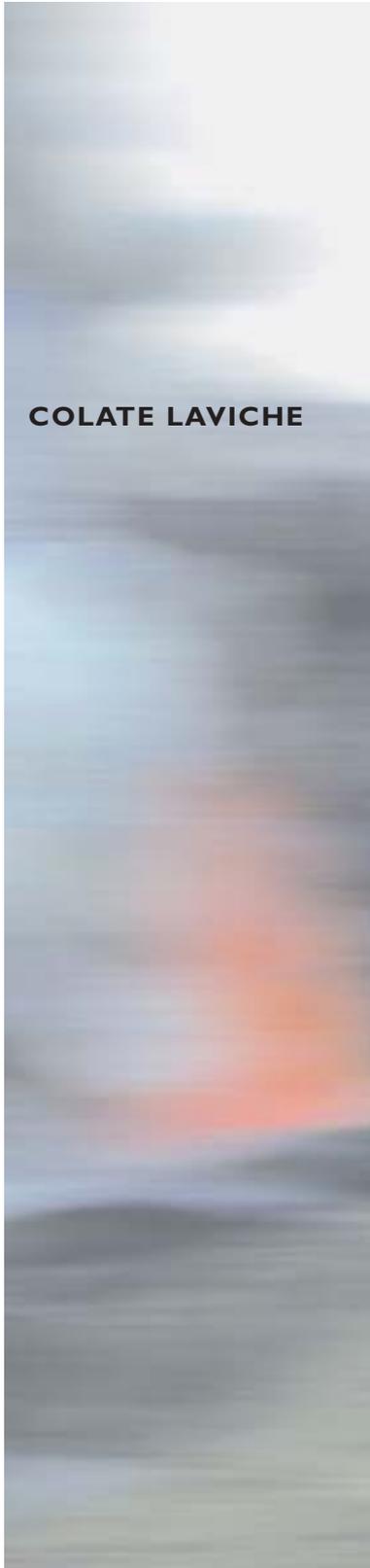
Anche qui si evidenziano differenziazioni di comportamento e così i magmi dell'Etna sono un misto di lave acide e basiche e danno luogo spesso ad attività esplosiva nei crateri sommitali ed effusiva in quelli sub-terminali.

Il Vesuvio, apparentemente tranquillo dal 1944, epoca della sue ultime eruzioni, manifesta periodicamente eruzioni particolarmente esplosive, del tipo di quella che nel 79 d.C. ha causato il seppellimento sotto una spessa coltre di cenere delle città di Pompei ed Ercolano.

Stromboli e Vulcano, siti nelle omonime isole dell'arcipelago delle Eolie, danno luogo ad eruzioni a carattere prevalentemente esplosivo.

Dal punto di vista del soccorso alle popolazioni, i vulcani con attività esplosiva sono quelli più pericolosi. Ciò fondamentalmente per:

Come difendersi
dalle **Eruzioni vulcaniche**
effusive



COLATE LAVICHE

repentinità dell'evento, che non consente di porre in atto provvedimenti di difesa, sia pure limitati, come quello dello sgombero degli abitanti dalle zone potenzialmente interessate;

dimensioni del fenomeno, che interessa pressoché contemporaneamente larghissime zone di territorio.

Numerosi sono i pericoli che si manifestano in occasione di un'eruzione vulcanica e tutto dipende dalla maniera con cui il magma raggiunge la superficie.

Sostanzialmente, il materiale eruttato affiora sotto forma:

- di lava;
- di materiale solido lanciato nell'atmosfera;
- di nube ardente (colata piroclastica).

La lava è materiale fuso che proviene dal mantello, raggiunge la superficie, si sparge come un liquido e solidifica in rocce.

L'emissione di lava è il fenomeno più frequente che si riscontra durante le eruzioni e consente margini di tempo sufficienti ad evitare pericoli per la vita umana, giacché la velocità di avanzamento è relativamente modesta e permette di porsi in salvo.

La differenza di comportamento tra le lave acide e quelle basiche è dovuta al diverso grado di fluidità che rende le seconde più veloci rispetto alle prime. Quelle molto fluide hanno tendenza ad aggirare gli ostacoli, le più viscosi a travolgerli.

Innanzitutto alla presenza di un ostacolo, la lava rallenta e allarga il proprio fronte alla ricerca di una pendenza che le permetta di proseguire verso quote più basse. Al ridursi della velocità di avanzamento, la colata tende ad accumularsi crescendo in altezza.

Il maggiore carico magmatico provoca il cedimento di una o più porzioni dei fianchi della colata e la formazione di un nuovo braccio lavico (digitazione).

Frequentemente la digitazione curva per seguire la linea di pendenza del braccio da cui si è originata e vi si ricongiunge formando una "sacca", dalla quale eventuali persone presenti non potrebbero allontanarsi perché circondate dal magma caldo.

Le colate laviche solo raramente raggiungono velocità elevate. La velocità massima si registra alle bocche effusive, dove può assumere valori di avanzamento dell'ordine dei 15 Km/h.

Scendendo verso valle ed allontanandosi dalle bocche, la colata si raffredda gradualmente e aumenta di viscosità così che: si allarga, cresce in altezza, spesso si suddivide in vari rami, formando uno o più fronti che avanzano piuttosto lentamente raggiungendo velocità di appena qualche metro l'ora.

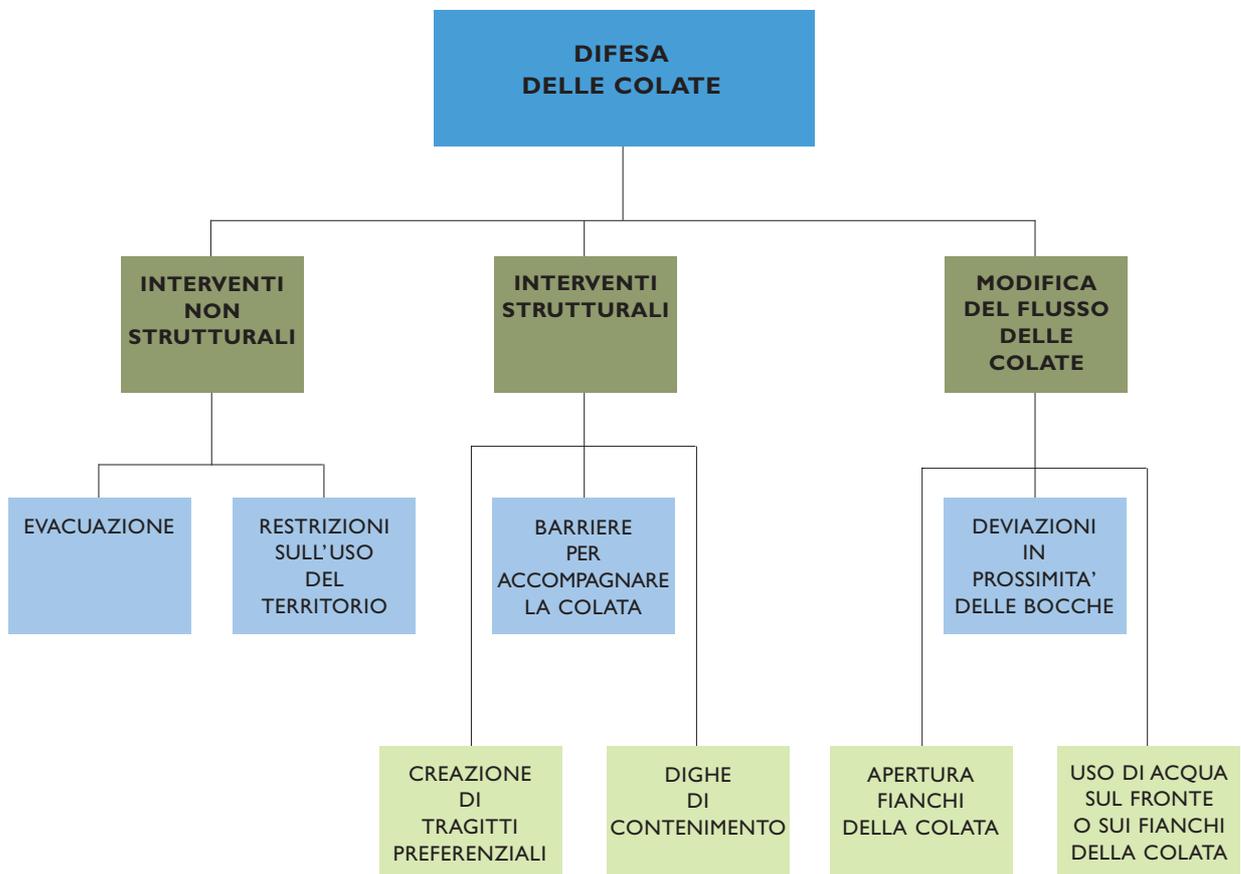
L'avanzamento dei fronti è inesorabile: tutto ciò che si trova lungo la traiettoria è travolto e sommerso sotto consistenti spessori di lava. I fattori che influenzano l'andamento di una colata al fronte sono:

- inclinazione del pendio;
- natura del terreno;
- temperatura, peso specifico e viscosità della lava;
- volume di lava emesso;
- velocità della colata lavica.



DIFESA DALLE COLATE

La difesa dalle colate può essere affrontata con diversi sistemi. Il più immediato è quello di evacuare gli occupanti dalla zona soggetta alla colata e di porre restrizioni - più o meno estese - all'uso del territorio. Un secondo modo di agire che potremmo definire strutturale prevede più alternative di intervento che nel corso degli anni, con risultati variabili, sono state tutte praticate e sperimentate sull'Etna.



Come difendersi
dalle **Eruzioni vulcaniche**
effusive

**ROTTURA DEI FIANCHI
DELLA COLATA**

Intervento eseguito nel 1983 con l'ausilio di cariche esplosive. L'idea tumultuosamente sostenuta dal prefetto Elveno Pastorelli, all'epoca capo del dipartimento della protezione civile, prevedeva di abbattere con cariche esplosive il costone di contenimento laterale della colata in un punto in cui il canale lavico scorreva sopraelevato rispetto al terreno circostante. In quell'occasione i vigili del fuoco si sono occupati di non fare mai venire meno l'acqua occorrente a raffreddare i "fornelli" entro i quali con dispositivi ad aria compressa sarebbero state introdotte al momento opportuno le cariche esplosive. Il trasporto dell'acqua in alta quota con autobotti "stradali" lungo piste sterrate ha richiesto grande perizia, capacità e coraggio, specialmente quando si doveva scavalcare la colata attraversando il cielo della cavità dalla quale sgorgava la lava.

L'esperienza, anche se ritenuto riuscito, non ha raggiunto effetti di rilievo. Difficoltà di contenimento delle temperature entro i fori predisposti per introdurre l'esplosivo, hanno consigliato gli specialisti a sistemare le cariche solamente nella parte alta ottenendo con l'esplosione l'apertura di un tratto del fianco della colata. La breccia formatasi è stata limitata agli strati alti del bordo del canale di scorrimento, da dove per qualche tempo la lava è debordata in quantità modesta rispetto alla portata complessiva. La sottile lamina si è raffreddata gradualmente fino a ricostituire la continuità del canale. Nella sessa circostanza la lava, già qualche giorno prima di quello previsto per il tentativo di deviazione, è uscita dall'argine in maniera naturale ed ha invaso il cantiere.

**USO D'ACQUA
SULLA COLATA**

Grande è stato in quell'occasione il lavoro dei vigili del fuoco, che con getti d'acqua, per tutta la notte, hanno cercato di far coagulare le sbavature di lava.

Il ricorso all'acqua è un'utopia continuamente proposta, ma che può essere presa in considerazione solo quando le quantità di magma sono limitate a modestissime sbavature; questo perché è rilevante la quantità di calore in gioco, che per essere abbassata richiede quantità esorbitanti di acqua, impossibili da avere senza un vicino bacino inesauribile.

La roccia è uno scarso conduttore di calore. E' facilmente riscontrabile che uno strato di lava dello spessore di qualche metro si mantenga caldo per anni, specie quando è compatto e non è fratturato. Ciò avviene anche se la superficie è esposta alle intemperie e raffreddata continuamente da acqua.

Il ricorso all'acqua per modellare a piacimento la colata è stato adottato nell'isola di Heimaey (Islanda), in occasione della violenta eruzione iniziata il 23 gennaio 1973, che ha interessato la città di Vestmannaeyjar. Questa eruzione è famosa perché gli islandesi spruzzarono acqua di mare sulle colate laviche, riuscendone a fermare l'avanzata.

Quando la colata ha minacciato di bloccare l'imboccatura del porto peschereccio, infrastruttura importante per l'economia della città, si è pensato di utilizzare l'acqua di mare per spruzzarla sulla lava incandescente, con l'intenzione di produrre attraverso il raffreddamento, l'addensamento del flusso e una superficie rigida sul fronte, in grado di costringere i flussi lavici a bloccarsi, ad

Come difendersi
dalle **Eruzioni vulcaniche**
effusive

accumularsi dietro alla barriera e fluire in una nuova direzione. A tale scopo fu allestito un sistema di 43 grandi pompe in grado di erogare complessivamente una portata di circa 1000 litri/sec e posata una rete di tubi (oltre 30 Km) dalla costa fino alle colate. Le operazioni di raffreddamento hanno avuto inizio il 7 febbraio 1973 e sono terminate il 10 luglio 1973. In totale, per riuscire nell'intento, sono stati utilizzati circa 6 milioni di metri cubici d'acqua di mare. Ogni metro cubico d'acqua è in grado di raffreddare circa 0.82 m³ di lava portandola alla temperatura di 100°C, ma il totale magma eruttato è stato in quella circostanza di ben 250 milioni di m³.



Come difendersi
dalle **Eruzioni vulcaniche**
effusive

**DIGHE
PER CONTENERE
LE COLATE**

**DEVIAZIONE
IN PROSSIMITA'
DEL CRATERE**

Nel 1992 vigili del fuoco e militari, con l'ausilio di pochi mezzi privati, hanno eretto un argine in terra di 30 metri di altezza destinato a contenere, all'interno della "Val Calanna", la consistente quantità di lava che, scavalcato il bordo della "Valle del Bove", si sarebbe inesorabilmente diretta verso l'abitato di Zafferana.

Lo scopo da raggiungere era essenzialmente quello di contenere per il maggior tempo possibile il magma, sperando in un imminente arresto dell'eruzione. La sterile opposizione, per la difesa dell'ambiente, ha impedito di ampliare di qualche metro in altezza la diga ottenendo una più grande capacità del bacino, con il solo risultato che la lava, dopo avere ricoperto la valle, ha potuto estendere il danno, soprattutto ambientale, anche oltre i suoi limiti.

L'argine ha assolto pienamente la sua funzione per oltre tre mesi, durante i quali la lava copiosa si è accumulata nel bacino artificialmente realizzato. Il giorno 8 aprile 1992 un sottile braccio lavico ne ha superato il bordo ed ha iniziato ad alimentare una consistente colata in direzione del vicino abitato di Zafferana Etnea.

Secondo alcune linee di pensiero, la grande quantità di magma, confinato in un'area relativamente ristretta, ha favorito la formazione di "ingrottamenti" che attraverso il mantenimento delle alte temperature hanno consentito alla lava di raggiungere distanze ben oltre i limiti normalmente riscontrabili.

Questo tipo d'intervento è stato eseguito, per la prima volta al mondo, nel gennaio del 1992, dopo che la lava ha scavalcato la diga in terra realizzata in Val Calanna e cominciava a minacciare piuttosto seriamente il paese di Zafferana.

L'idea ispiratrice prevedeva di fare fluire la lava lungo un percorso parallelo a quello originario intervenendo con esplosivo all'altezza della frattura eruttiva costringendo la colata a ricominciare il cammino verso valle. L'operazione poteva essere ripetuta più volte agendo in maniera che le nuove colate rimanessero sempre confinate all'interno della valle del Bove.

Con non poche difficoltà, un bravissimo operaio, in meno di 24 ore, è riuscito a portare in quota a 2.700 m. s.l.m., una ruspa con la quale, in seguito, ha spianato la zona, preparato lo scavo di un profondo canale, predisposto le opere occorrenti al posizionamento dell'esplosivo.

Per evitare che l'esplosivo potesse spendere l'energia polverizzando la roccia, lo si è fatto agire su lastre di acciaio dello spessore di 2 cm, in maniera da ottenere un violento colpo sulla parete, indebolita con un anticipo di una frazione di secondo, dagli effetti di speciali ordigni di derivazione militare capaci di creare strette cavità sub verticali.

Grossi blocchi sono stati collocati vicino all'inizio di un ingrottamento con lo scopo di farli cadere sull'imboccatura e favorire l'interruzione dell'alimentazione del minaccioso braccio lavico.

Per proteggere l'esplosivo dagli effetti del forte calore emanato, si è dovuto coibentare il tratto di parete scarificata messo a nudo, con stuoie in lana di vetro continuamente bagnate dai vigili del fuoco che utilizzavano acqua che poteva essere trasportata esclusivamente con l'ausilio degli elicotteri.

L'esplosivo stesso (oltre 7.000 Kg) è stato posto entro cassoni coibentati

Come difendersi dalle **Eruzioni vulcaniche effusive**



la cui sistemazione e costipazione nei siti previsti, ha visto operare in perfetta armonia vigili del fuoco e guastatori della Marina militare.

L'operazione è perfettamente riuscita. La lava ha cominciato a sgorgare copiosamente dalla breccia aperta sulla parete. La ruspa ha cominciato a spingere i blocchi predisposti entro l'imbocco dell'ingrottamento riuscendo a bloccare l'alimentazione verso valle.

La nuova colata si è affiancata a quella originaria e pressoché immediatamente si è arrestato l'avanzamento del fronte lavico giunto nel frattempo a contatto con le case più periferiche di Zafferana.

CREAZIONE DI PERCORSI E BARRIERE PER ACCOMPAGNARE LA COLATA

L'Etna, sconfitto per come sopra descritto, ha cambiato strategia rendendo impossibile nel corso dell'eruzione del 2002 il ripetersi di un intervento alle bocche. Infatti, l'eruzione del 2001 è stata costantemente accompagnata da violente esplosioni che impedivano di accostarsi alle bocche eruttive.

Ci si è dovuti adeguare ponendo in atto provvedimenti volti ad accompagnare la colata impedendole di distruggere le infrastrutture. Inizialmente si è cercato di bloccare l'avanzata della colata con argini in terra posti quasi ortogonalmente alla stessa. Il convincimento era quello che il fronte avanzato della colata a contatto con la barriera, potesse raffreddarsi aumentando di spessore, rafforzando così l'argine e spostandosi rispetto alla traiettoria originale seguendo la nuova direzione imposta. In effetti, la lava, piuttosto viscosa, è cresciuta in altezza superando agevolmente l'argine.

Dopo l'iniziale insuccesso, gli argini successivi sono stati realizzati modificando integralmente la tecnica. Le nuove barriere dovevano "accompagnare" la colata, formando con la stessa un angolo inferiore a 20° in una zona in cui il declivio del terreno era tale da consentire la possibilità di espansione a ventaglio della colata. Contemporaneamente si è proceduto scavando un canale in maniera da utilizzare il materiale di scavo per innalzare gli argini e da costringere la colata a ridurre il proprio spessore, in maniera da impedire lo scavalco della barriera.

Il sistema ha funzionato e si è riusciti a fronteggiare la situazione in occasione di successive tre distinte colate provenienti ogni volta da direzioni diverse durante le quali la lava è stata costretta ad abbandonare la direzione seguita risparmiando le infrastrutture fondamentali per l'economia del paese di Nicolosi.