



INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO

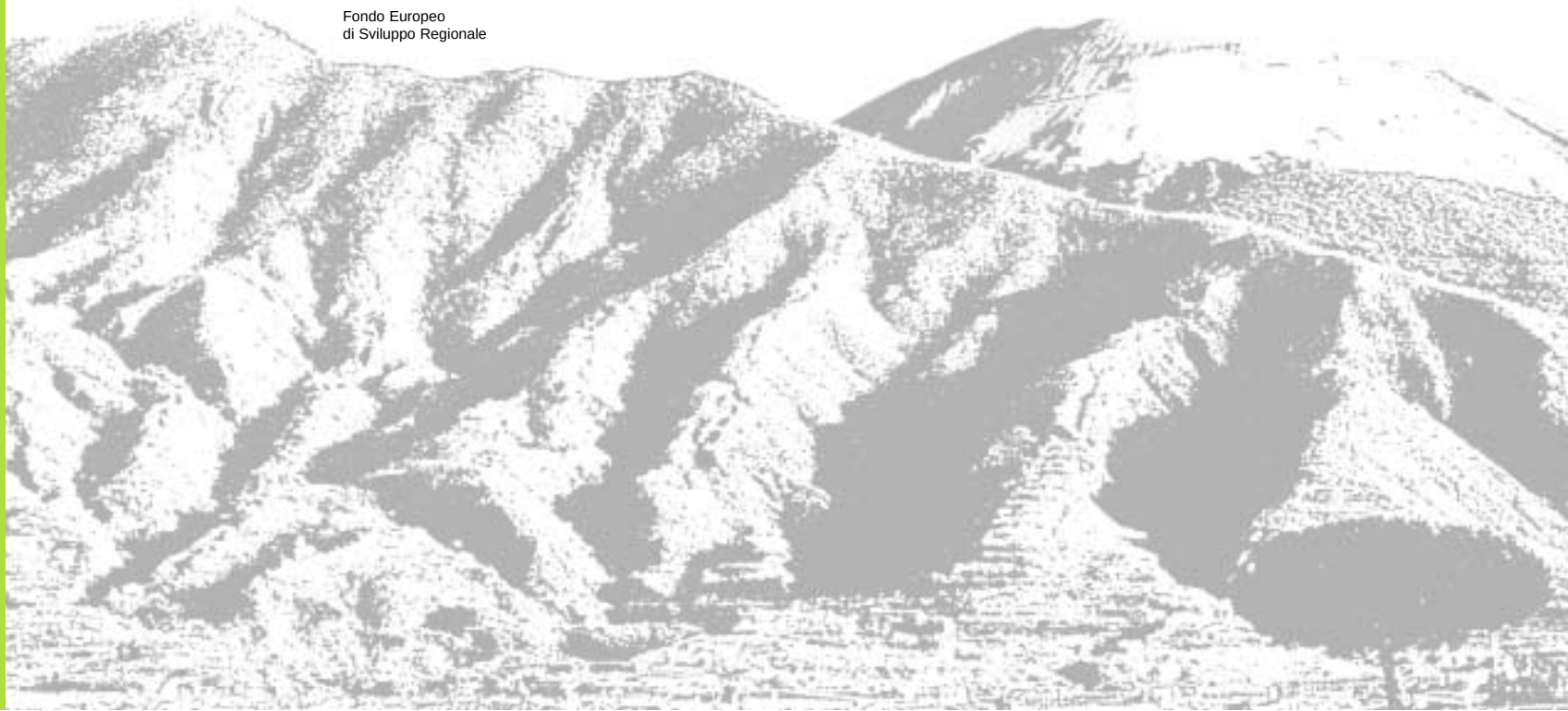
a cura di Carlo Bifulco



Ente Parco
nazionale del Vesuvio



COMUNITÀ EUROPEA
Fondo Europeo
di Sviluppo Regionale



- Studi e Ricerche del Parco nazionale del Vesuvio -



COMUNITÀ EUROPEA
Fondo Europeo
di Sviluppo Regionale

Ente Parco nazionale del Vesuvio
piazza Municipio, 8
I-80040 - San Sebastiano al Vesuvio (Napoli)

CITAZIONI BIBLIOGRAFICHE CONSIGLIATE

Citazione generale dell'opera:

BIFULCO C. (a cura di), *Interventi di ingegneria naturalistica nel Parco nazionale del Vesuvio*, Ente Parco nazionale del Vesuvio, San Sebastiano al Vesuvio (Napoli) 2001, pp. 192 + XVI.

Citazione di un testo monografico:

CARLINO S., *Le alluvioni e le colate di fango successive alle eruzioni. Storia e considerazioni sul rischio*, in: BIFULCO C. (a cura di), *Interventi di ingegneria naturalistica nel Parco nazionale del Vesuvio*, Ente Parco nazionale del Vesuvio, San Sebastiano al Vesuvio (Napoli) 2001, pp. 43-69.

ISBN 88-87925-05-4

© 2001 - Ente Parco nazionale del Vesuvio

Editing
Mariaelena Lazzaro

Progetto grafico, impaginazione e copertina
Alessandra Darsena (Borghini & Stocchetti, Cercola, Napoli)

INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO

a cura di
Carlo Bifulco



a cura di Carlo Bifulco

AUTORI DEI TESTI

Carlo Bifulco

Parco nazionale del Vesuvio
piazza Municipio, 8 -I-80040
San Sebastiano al Vesuvio (Napoli)
E-mail: carlo.bifulco@tin.it

Stefano Carlino

via Tito Angelini 13, I-80129 Napoli
E-mail: stefanocarlinolibero.it

Paolo Cornellini

AIPIN Lazio
via Scandriglia, 7 -I-80040 Roma

Giuseppe Doronzo

via F. Terracciano 198, I-80038
Pomigliano d'Arco (Napoli)
E-mail: g.doronzo@inwind.it

Gino Menegazzi

via G. Capaldo, 7 -I-80128 Napoli
E-mail: ingmenegazzi@hotmail.com

Giuseppe Rolandi

Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia
Università degli Studi di Napoli Federico II
via Mezzocannone, 8 -I-80134 Napoli
E-mail: rolandi@biol.dgbm.unina.it

Giuliano Sauli

AIPIN
corso Italia, 23 -I-34122 Trieste
E-mail: aipin@aipin.it

Ho preso visione dei lavori di preparazione alla pubblicazione di questo volume e ho così avuto modo di apprezzarne l'impegno e il significato. Non sono in grado, naturalmente, di esprimermi sui contributi di carattere squisitamente tecnico che in esso si sono raccolti: ma quel che ne emerge è di certo la portata notevolissima di un'impresa come quella della gestione del Parco nazionale del Vesuvio.

"Far lavorare 187 persone provenienti dalle esperienze più disparate, sulla base di un progetto tanto generico da poter essere presentato contemporaneamente per cinque parchi nazionali differenti": passare dalla intuizione alla sperimentazione dell'intervento sul Vesuvio con i metodi e le tecniche dell'ingegneria naturalistica.

Questa sperimentazione è in pieno sviluppo; nella pubblicazione vengono analizzati i precedenti storici e i dati caratteristici dell'area; si presenta l'ingegneria naturalistica come disciplina in cui "domina lo sforzo di trovare soluzioni semplici per i problemi difficili"; si documenta l'impegno volto a porre riparo alle innumerevoli forzature e violenze usate sul territorio.

È quindi ben comprensibile che a questa pubblicazione siano stati attribuiti, attraverso il Ministero dell'ambiente, fondi comunitari. La sistemazione e valorizzazione di un'area come quella del Vesuvio è una causa di interesse europeo, di straordinario valore ambientale e storico-culturale.

on. Giorgio Napolitano
Presidente Commissione Affari Costituzionali del Parlamento Europeo

INDICE

XI	<i>PRESENTAZIONE</i> <i>Aldo Cosentino - Direttore Generale del Servizio Conservazione della Natura</i> <i>Ministero dell'ambiente</i>
XIII	<i>INTRODUZIONE</i> <i>Maurizio Fraissinet - Presidente Parco nazionale del Vesuvio</i>
3	L'INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO Carlo Bifulco
15	IL RISCHIO VULCANICO E IDRAULICO AL SOMMA-VESUVIO. ANALISI E CONFRONTO Giuseppe Rolandi
43	LE ALLUVIONI E LE COLATE DI FANGO SUCCESSIVE ALLE ERUZIONI DEL VESUVIO. STORIA E CONSIDERAZIONI DEL RISCHIO Stefano Carlino
71	L'INGEGNERIA NATURALISTICA NELLE AREE MEDITERRANEE Paolo Cornellini, Giuliano Sauli
87	TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO: ESPERIENZE DEL PRESENTE E DEL PASSATO Paolo Cornellini, Gino Menegazzi
143	MONITORAGGIO DELLE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO Giuseppe Doronzo, Gino Menegazzi, Carlo Bifulco

PRESENTAZIONE

La tutela e la salvaguardia delle aree naturali e delle specie in esse viventi sono precipuo obiettivo di ogni popolo che non voglia annoverare negli annali della sua storia il disconoscimento del valore della vita nel suo più ampio significato. Proteggere e valorizzare tali territori è compito istituzionale del Ministero dell'ambiente attraverso la gestione del sistema nazionale delle Aree protette; ma quanto realizzato all'interno delle stesse, attraverso le sapienti cure dettate dall'ingegneria naturalistica, è qualcosa che va oltre, che può essere ascritto tra le più minuziose opere di restauro.

Alle pendici e sulle pendici di uno dei vulcani più famosi del mondo, nei territori del Parco nazionale del Vesuvio, si è inteso ridare vita, con mano decisa e delicata, a sentieri abbandonati e versanti dimenticati. Con maestria ed umiltà sono stati abbattuti i muri della settorialità per far rifiorire gli stradelli, costruire ponti, con il solo, prezioso ausilio di materiale vivo e piccoli mezzi tecnici. Quest'esperienza, desueta in questi ambienti, è frutto di un incontro trasversale tra varie discipline e specialisti: a ciò si sono adoprati ingegneri, geologi, esperti di botanica e maestranze impiegate nei progetti di lavori socialmente utili.

Questo libro, la cui pubblicazione è stata vivamente incoraggiata da parte del Servizio da me diretto, ha il merito di divulgare i primi risultati di un'opera ancora in corso, la cui realizzazione ha pochissimi antecedenti nell'area mediterranea; difatti, l'ingegneria naturalistica, che ha trovato ampio raggio di applicazione in territori montani e collinari, era pressoché sconosciuta in queste aree. Il racconto di queste esperienze e delle caratteristiche geomorfologiche dell'ambiente Vesuvio rende merito di quanto, con pazienza e dedizione, è stato realizzato, nel rispetto dell'ecosistema, per ridare dignità ad una terra che vuole rinascere offrendo realtà concrete di sviluppo alle giovani generazioni che vogliono rinsaldare il rapporto culturale e delle tradizioni con le proprie origini attraverso l'impegno lavorativo e di crescita professionale.

Aldo Cosentino

Direttore Generale del Servizio Conservazione della Natura - Ministero dell'ambiente

INTRODUZIONE

L'immaginario collettivo di un vulcano attivo è fatto, in genere, di scenari tragici di distruzione. Dapprima il fuoco e, poi, l'acqua, quale conseguenza degli effetti delle eruzioni esplosive, hanno causato e continuano a causare migliaia di morti, la distruzione di interi villaggi, lo sconvolgimento di territori. Ne sa qualcosa il Vesuvio, il vulcano che si è reso protagonista di alcune delle più catastrofiche eruzioni della storia del pianeta in termini di vite umane riportate alle popolazioni dell'epoca.

Chi, però, vive sui vulcani ha imparato a convivere aguzzando l'ingegno e tentando di evitare, nei limiti del possibile, le sciagure. Nell'eventualità, poi, l'uomo abita lo stesso vulcano da più di duemila anni, quale è il caso del Vesuvio, la convivenza diviene nel tempo, un modello da studiare.

È il Vesuvio, infatti, il vulcano in cui è nata la scienza della vulcanologia, è stato messo in funzione il primo sismografo della storia, è stato studiato il processo di colonizzazione dei suoli lavici da parte della vegetazione, è stata impiantata una delle più floride agricolture del paese. Ebbene il Vesuvio è anche il vulcano su cui si sono sperimentate e realizzate con successo, nel corso del tempo, alcune imponenti e interessanti opere ingegneristiche, che vanno dalla costruzione dei Regi Lagni, alla realizzazione di una serie di briglie costruite cercando di frenare, oltre l'acqua, anche i flussi lavici.

Tutto questo viene studiato e descritto in questo libro da una serie di esperti, molti dei quali collaboratori dell'Ente Parco nazionale del Vesuvio. Si è realizzata così un'opera sicuramente originale e interessante.

L'istituzione di un Parco nazionale comporta molti aspetti, uno di questi è quello della gestione del territorio. Il territorio di un Parco nazionale, ad esempio, non dovrebbe più essere soggetto a frane, oppure dovrebbe essere un luogo elettivo per l'applicazione della ingegneria naturalistica.

L'Ente Parco nazionale del Vesuvio crede in questo concetto, e ha realizzato nel territorio del Parco numerosi interventi di ingegneria naturalistica che, dando lavoro a decine di operai, hanno di fatto evitato le luttuose frane degli anni passati e hanno permesso di continuare una antica tradizione vesuviana di intervento intelligente sul territorio.

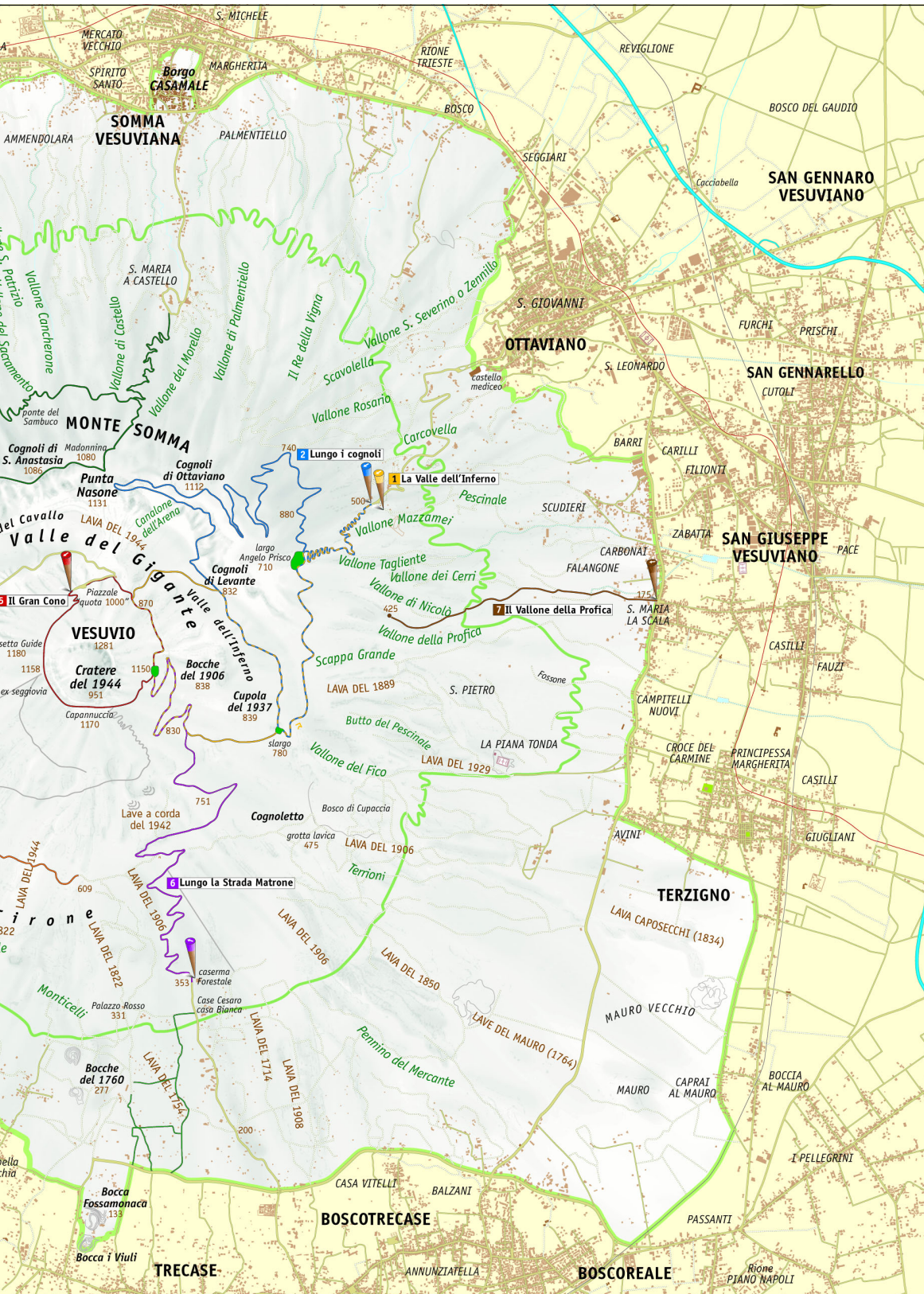
Il contributo della Comunità Europea, ottenuto grazie alla sensibilità del Ministro dell'ambiente, e del Direttore Generale del Servizio Conservazione della Natura, ci hanno permesso di realizzare questa opera originale e, nel contempo, estremamente educativa e interessante.

Istituire e gestire un'area protetta oggi significa tante cose, una di queste è la corretta manutenzione del territorio e la capacità di fare scuola per interventi da ripetere anche fuori di esso.

Con questo libro, mi sembra, si dimostri che il Parco nazionale del Vesuvio sta lavorando esattamente in questa direzione. Non posso terminare quindi senza aver ringraziato i vari autori che hanno voluto mettere a disposizione le loro competenze per la riuscita dell'iniziativa.

Maurizio Fraissinet
Presidente Ente Parco nazionale del Vesuvio





IL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO

- zona 1: di rilevante valore naturalistico, paesaggistico e culturale con limitato o inesistente grado di antropizzazione
- zona 2: di valore naturalistico, paesaggistico e culturale con maggior grado di antropizzazione

INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA
NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO





L'INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO

Carlo Bifulco

Direttore Generale del Parco nazionale del Vesuvio

In televisione è stato trasmesso, numerose volte, un film americano che molti ricorderanno: il titolo nella versione italiana è “Operazione sottoveste” ma, forse, menzionare il fatto che racconta di un sottomarino rosa richiama più rapidamente alla memoria una delle tante volte che sarà capitato di vederlo. È la storia di un comandante che deve riportare a casa un sottomarino in condizioni non proprio perfette, anzi, si dovrebbe dire, abbastanza malridotto, attraversando una zona di guerra dove i giapponesi stanno prendendo il sopravvento. A rendergli le cose più difficili è l'incontro, nel suo viaggio, di un reparto femminile americano che deve essere sgomberato da un'isola che, presto, sarà conquistata dai giapponesi e che ha solo il sottomarino come mezzo per abbandonarla.

Già all'inizio della storia il comandante ha dovuto imbarcare un ufficiale decisamente gagà e sprovvisto di voglia di lavorare, fortemente sospinto dagli alti gradi del padre della sua fidanzata. Il fine comune, la voglia di tornare a casa, permette al comandante di rendere disponibili le sue ottime capacità commerciali, che spesso rasentano il furto, per recuperare in contesti non proprio amichevoli pezzi di ricambio e generi di prima necessità necessari per il viaggio.

In questo film molte sono le situazioni in cui si deve prendere una decisione per superare un momento critico. Situazione critica che diventa esilarante grazie alla capacità di riutilizzare gli elementi a disposizione, che sicuramente non sono quelli canonici, risolvendo comunque il problema.

In sala macchine un indumento intimo femminile, un busto elastico da donna, sostituisce in un meccanismo di distribuzione in avaria, una molla introvabile.

Il minio che serve per ridipingere il sottomarino, e che non è nella quantità sufficiente, viene mischiato con la biacca, ottenendo il colore rosa con il quale comunque si vernicia il sottomarino.

Un berretto militare sulla testa di un maiale rubato, tenuto al centro tra due marinai alla guida di un camion, è sufficiente per farlo passare, ad un posto di blocco, per un marinaio ubriaco.

Quando è quasi terminato il viaggio, una nave da guerra americana comincia a lanciare bombe di profondità contro il sottomarino, con la convinzione che i suoi occupanti siano giapponesi.

L'attacco finisce e il film può avere il suo indispensabile *happy end*, quando il comandante, che non ha più la radio, decide di mandare in superficie, attraverso i tubi di lancio dei siluri, dei reggiseni e delle mutande da donna, dalle misure decisamente americane, in modo da fornire una prova decisiva che a bordo non ci siano giapponesi.

In definitiva il comandante e i suoi uomini riutilizzano attrezzature che normalmen-

DI NECESSITÀ VIRTÙ



Il Gran Cono

foto di C. Bifulco

Il crinale del Somma

foto di C. Bifulco



te sarebbero considerate improprie e sfruttano gli oggetti a disposizione al di fuori della consuetudine. Rompendo gli schemi precostituiti nelle nostre connessioni mnemoniche, in modo così imprevisto, che una inarrestabile ilarità accompagna lo svolgimento dell'avventura.

COS'È LA CREATIVITÀ?

I problemi dell'esercizio e della gestione di un sistema complesso, come far navigare in mezzo al nemico un sottomarino malandato, sono risolti con quelle che oggi verrebbero chiamate soluzioni creative. Dove la creatività sta appunto nel dare valore alle funzioni secondarie di un oggetto per sfruttarne le caratteristiche anche al di fuori del contesto del suo normale utilizzo. Dove la creatività è la capacità di riformulare e ristrutturare, di smembrare, rimembrare e ricomporre oggetti, processi logici, procedure. Essere creativi diventa importante soprattutto nei momenti in cui c'è carenza di risorse, come nel caso di una guerra. Normalmente si dice che la necessità aguzza l'ingegno.

Un'altra situazione di crisi si verifica quando ci si trova con una sovrabbondanza di una sola risorsa tra tutte quelle necessarie; questa è una situazione più spesso frequente nella gestione di un sistema. Un esempio potrebbe essere quello di un pasticciere che, dovendo confezionare una torta, abbia a disposizione solo uova e zucchero, ma non la farina.

Così come progettare una ricetta, anche progettare un sistema, nel mondo dell'impresa, viene considerato il momento del ciclo di vita di un prodotto più ricco di esperienza e di motivazione. Spesso il momento della progettazione è anche il momento in cui chi investe è più disponibile a mettere a disposizione risorse, anche senza aver visto ancora il risultato tangibile del progetto, affascinato dalle ipotesi e dalle soluzioni immaginate. Invece, chi cura la gestione e l'esercizio di un sistema, si trova, sovente, a fare i conti con le magagne della progettazione e gli imprevisti che vengono fuori durante la realizzazione del progetto. Al gestore spetta trovare soluzioni brillanti e, soprattutto, economiche per risolvere i problemi lasciati in sospeso, poiché in esercizio i budget sono sempre ridotti alla mera sussistenza. Tante volte chi gestisce si trova a fare i conti con le delusioni di chi ha molto investito ed è rimasto altrettanto deluso dall'attuazione delle idee da cui era stato affascinato.

PERCHÉ TESAURIZZARE IL SAPERE

Se pensiamo a Leonardo da Vinci, al suo genio, scopriamo che anche alcune sue invenzioni avevano dei "buchi", o meglio, ci accorgiamo che anche la sua creatività, quella che si sostanzia in una creazione nuova ed originale, spesso si fermava all'intuizione di un ingegno poliedrico inesauribile. Chi ha realizzato l'elicottero, così come è oggi, ha applicato tutte le conoscenze che si sono accumulate, a partire dall'idea di Leonardo, lungo un percorso pieno di insuccessi e incidenti.

Il concetto occidentale di creatività, legato fortemente all'individuo geniale, trova il suo contraltare nell'idea orientale in cui la creazione si ottiene assemblando le tante idee che possono nascere dal confronto collettivo finalizzato alla risoluzione di un problema. Le teorie sulla qualità totale importate dal Giappone e, in genere, malamente scimmiettate, possono esemplificare questo modo di pensare.

In effetti, i lunghi momenti dell'esercizio e della gestione di un sistema, di un servizio, sono decisamente i più fecondi per la tesaurizzazione delle esperienze e delle competenze. Se non si vuole rimanere legati al genio individuale del singolo si devono destinare maggiori risorse per non lasciare solo nella memoria delle persone l'esperienza accumulata negli anni.

IL CASO DEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO

Nel 1997 il Parco nazionale del Vesuvio si trovava a dover affrontare un tipico problema di gestione: far lavorare 187 persone provenienti dalle esperienze più disparate, sulla base di un progetto tanto generico da poter essere presentato contemporaneamente

per cinque parchi nazionali, differenti per localizzazione e caratteristiche, con un addestramento svolto praticamente solo in aula. Una sovrabbondanza di una sola risorsa, in un ente che mancava di sue strutture e di suoi tecnici e che doveva acquisire le attrezzature necessarie per far lavorare tutte queste persone.

Era già una vecchia idea quella di intervenire sul Vesuvio con l'ingegneria naturalistica. La si potrebbe rintracciare nei documenti scritti sul Parco nazionale del Vesuvio nel 1992, oppure, nella corrispondenza con l'Associazione italiana per l'ingegneria naturalistica nata allora da pochissimi anni. Il degrado dei versanti del Somma e del Vesuvio è cosa intuibile da chiunque salga sul cono del vulcano e osservi le profonde incisioni create dalle piogge lungo i suoi fianchi.

L'idea di intervenire sul Vesuvio, con i metodi e le tecniche di ingegneria naturalistica, era nata con l'esperienza dell'inventario forestale nazionale e con la collaborazione con l'Istituto per l'assistentamento forestale e l'alpicoltura. Quella che allora era una intuizione diventava un'opportunità.

Ci si è ritrovati, ogni giorno, a lavorare per rendere proficuo il lavoro che centottantasette persone rendevano disponibile. Ci si è impegnati ad individuare gli elementi a disposizione da riutilizzare, procurandoci un po' alla volta quelli che erano stati dimenticati, oppure, non erano stati previsti nel progetto. Con un atteggiamento fortemente pragmatico, cercando di trovare soluzioni semplici a problemi complessi.

Sono stati messi insieme legno morto, piante vive, il terreno e la roccia del Vesuvio, il lavoro degli operai, le idee e gli schemi degli ingegneri. Giorno dopo giorno, sul lavoro, sono state prima sgrossate e poi affinate le competenze specifiche degli operai impiegati nella realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica. Alcune di queste sono state presentate nell'ambito del "VI Convegno internazionale dei giardini e parchi storici" organizzato nel 2000 dal Ministero per i beni e le attività culturali e dalla Soprintendenza di Napoli e da quella di Caserta e Benevento e nell'ambito della "XIX Giornata dell'ambiente" organizzata, nel 2001, dall'Accademia dei Lincei.

Nella stessa maniera, con più grande genialità, erano state messe insieme delle materie che ancora oggi nelle università, a parte qualche eccezione, non vengono mai studiate insieme. Oggi sono a disposizione, infatti, dati sulle proprietà tecnologiche delle piante che normalmente ai botanici non interessano e dati sui materiali che, normalmente, gli ingegneri non utilizzano, dando corpo alla disciplina dell'ingegneria naturalistica, che a molti fa ancora storcere il naso.

L'esempio classico che illustra come l'ingegneria naturalistica sia una disciplina dove impera lo sforzo di "trovare soluzioni semplici per i problemi difficili" è quello della tecnica della semina con coltre protettiva. Operando secondo questa tecnica, sul terreno seminato, viene disposto uno strato di paglia che è possibile fissare in varie maniere. Quello che è un semplice strato di paglia assolve a tante funzioni: protegge i semi dalla voracità degli uccelli, riduce drasticamente gli effetti del vento e della pioggia sui semi, protegge i semi ed il terreno dalla insolazione diretta diminuendo sbalzi di temperatura e di umidità, fornisce con la sua decomposizione nutrimento anche ai suoli privi di *humus* e attira la pedofauna. Di fatto protegge e accelera, decisamente, i processi che si avrebbero con la sola semina. Su un terreno nudo, una pioggia violenta dilaverebbe facilmente con le acque di ruscellamento i semi che non fossero già stati predati. Tutte le funzioni svolte dalla paglia, considerata normalmente uno scarto di lavorazione, in questo contesto ne fanno l'elemento fondamentale della tecnica.

L'esperienza dell'ing. Schiechl', oltre alla sistematizzazione dell'ingegneria naturalistica ci fornisce ancora un dato estremamente rilevante che ci permette di inquadrare, al

COS'È L'INGEGNERIA NATURALISTICA?



Il bosco mesofilo del Vesuvio
foto di C. Bifulco



Talea di *Salix caprea*
foto di C. Bifulco

meglio, la validità ecologica, oltre che tecnica, di questi interventi. Infatti andando a riesaminare 106 sistemazioni a verde, dopo che erano passati da due a quattordici anni dalla loro messa in opera, è stata rilevata la presenza di 28 alberi, 41 arbusti, 329 piante non graminoidi e graminacee e 82 crittogame, per un totale di 480 specie. Questo il risultato, a fronte dell'impiego di sole 124 specie utilizzate per la sistemazione a verde, e di queste specie, alcune scomparse dalle aree oggetto di sistemazione.

Utilizzare le caratteristiche secondarie della paglia, sparpagliandola sul terreno ha dato soluzione ai problemi dell'erosione e dell'attecchimento delle semine, e permette dopo l'installazione di una flora pioniera, l'evoluzione verso una formazione *climax*.

Mettere insieme materie che non vengono studiate insieme nelle università, ha anche permesso, in chi le abbia applicate, il superamento di sterili settorialismi, forgiando una nuova classe di tecnici pronti, se non altro, ad essere meno soggetti ai dogmatismi e più disposti ad ascoltare con profitto le esperienze altrui.

L'ingegneria spesso considera, tra le sue opere più importanti, quelle dalle dimensioni più imponenti. Ad esempio deviare il corso dei fiumi è stato sempre una manifestazione grandiosa della capacità dell'uomo di soggiogare la natura. Un discorso a parte e decisamente più complesso andrebbe affrontato sulla ricerca delle applicazioni delle nuove tecnologie che spesso ha trovato, nella volontà di sopraffazione e nelle guerre, potenti acceleratori e finanziatori. In ogni caso, in genere, le applicazioni della tecnologia che sono state usate per modificare l'ambiente sono sempre state giustificate con la convenienza dell'uomo, anche se poi i risultati di tante grandi opere non sono stati di reale vantaggio per la collettività. Tante dighe, anche se costruite solo con terra battuta, senza cemento armato, hanno creato deserti e disastri ambientali.



Orchidea tra le lave

foto di C. Bifulco

EFFETTI DELL'INTERVENTO ANTROPICO

Formazioni arbustive sul crinale del Somma

foto di C. Bifulco

Orobanche tra le lave a corda

foto di C. Bifulco



Tante sono state le forzature, innumerevoli le violenze usate sul territorio anche per raggiungere un fine utile e giusto; molte volte l'ignoranza, spesso inconsapevole, altre volte colpevole, ha prodotto disastri irreversibili. Il territorio che abitiamo è un sistema decisamente complesso del quale conosciamo solo alcune leggi, e di queste, ne applichiamo consapevolmente un numero ancora inferiore. Il nostro è un mondo in cui il contagio dal morbo della mucca pazza può essere evitato solo manipolando il mercato, attraverso una psicosi collettiva montata dagli organi di informazione, per un evento che, fino ad ora, ha fatto meno morti di un week-end sulle autostrade italiane.

Per desertificare le sponde africane del Mediterraneo i Romani non hanno avuto bisogno delle moderne tecnologie. A loro è stato sufficiente disboscare le foreste del Nordafrica per impiantare coltivazioni di grano. Il fragile equilibrio climatico della zona, senza più quelle riserve di umidità che sono le foreste ha inaridito le fonti; le coltivazioni, dopo poco tempo, non hanno più avuto l'acqua a loro necessaria. Oggi delle centinaia di città romane del Nordafrica rimangono solo poche rovine, che si trovano in quella che ora è un'arida steppa, e fantastici mosaici, che si possono vedere solo nei musei. Ancora oggi l'inizio della desertificazione si innesca con il taglio delle foreste e, nel Mediterraneo, il trend percentuale della diminuzione della superficie forestale è maggiore che per le foreste tropicali.

Le capacità della natura di riprendersi il territorio che le è stato sottratto sono notevoli. Tante sono le immagini di costruzioni imponenti abbandonate e seppellite dal verde della giungla. Nei luoghi umidi è facile riottenere il verde. Sulle sponde del Mediterraneo è più facile ottenere l'aridità.

Se una montagna frana il suo profilo resterà diverso. Ad esempio, i lapilli del cono del Vesuvio e della cresta del Somma saranno sempre in movimento, ad ogni passo che li calpesterà rotoleranno giù; sarà molto difficile che su un suolo instabile e senza *humus*, esposto al vento, alla pioggia e al caldo sole estivo si creino le condizioni per fare attecchire una pianta. Così i percorsi delle acque di ruscellamento e i lapilli rotolanti resteranno sottoposti alle forze atmosferiche e all'erosione per secoli. Non è nostra intenzione forzare il paesaggio del cono del Vesuvio, colorandolo a forza con il verde delle piante. Ma sui versanti del vulcano, anche a bassa quota, e anche sui versanti dei monti vicini, poggiata sulla roccia madre, spesso, si trova la famosa coltre di piroclastiti: è sufficiente un piccolo sbrancamento per innescare frane e smottamenti.

I PRINCIPALI DATI DEGLI INTERVENTI NEL PARCO

Chi scrive è il responsabile della gestione tecnica, amministrativa e finanziaria del Parco nazionale del Vesuvio; l'esecuzione delle opere di ingegneria naturalistica hanno avuto impulso strategico, sono state studiate e sono state seguite insieme a tutte le attività che tecnici e operai hanno progettato e realizzato; in particolare si è assunta la responsabilità delle scelte relative alle sperimentazioni e delle scelte delle specie da impiegare. Di questa esperienza, che sarà illustrata in dettaglio nei capitoli seguenti, è comunque opportuno sintetizzare alcuni dati che ritengo essenziali e riepilogativi di quanto pensato ed attuato.

Il materiale vivo messo a dimora è stato costituito da selvaggioni, semi di piante erbacee, talee, giovani alberi e arbusti radicati.

I selvaggioni, giovani piante di un anno, reperite sul luogo, in genere piante germinate da seme sulla sede di stradelli e sentieri, appartengono alle specie: *Castanea sativa* (castagno) e *Quercus ilex* (leccio). Le specie erbacee utilizzate nelle semine sono state reperite sul mercato; sono stati realizzati, sul posto, miscugli composti da sementi di: *Vicia sativa*, *Melilotus alba*, *Melilotus officinalis*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Brachypodium pinnatum*. Sono state reperite in loco, acquistate o donate da agricoltori vesuviani, talee di: *Salix alba*

(salice bianco), *Salix alba vitellina* (salice bianco vitellino), *Salix caprea* (salicone), *Salix viminalis* (salice da vimini), *Populus tremula* (pioppo tremolo), *Corylus avellana* (nocciolo).

Sono state acquistate da vivai scelti con gara piante radicate delle specie:

Acer campestre (acero campestre)
Alnus cordata (ontano napoletano)
Celtis australis (bagolaro)
Cercis siliquastrum (albero di giuda)
Colutea arborescens (vescicaria)
Cornus sanguinea (sanguinello)
Corylus avellana (nocciolo)
Cotinus coggygria (sommaco)
Crataegus monogyna (biancospino)
Cytisus scoparius (ginestra dei carbonai)
Euonymus europaeus (fusaggine)
Fraxinus ornus (orniello)
Laburnum anagyroides (laburno)
Laurus nobilis (alloro)
Ligustrum vulgare (ligustro)
Lonicera caprifolium (caprifoglio)
Populus alba (pioppo bianco)
Populus tremula (tremolo)
Quercus suber (sughera)
Salix alba (salice bianco)
Salix caprea (salicone)
Sorbus domestica (sorbo)
Tamarix gallica (tamerice)
Vitex agnus-castus (agnocasto)

Sono state affrontate problematiche relative alla ricostruzione di sedi carrabili, alla realizzazione di sentieri, al contenimento del trasporto di solidi, al consolidamento al piede delle scarpate. Sono stati realizzati interventi su versanti con pendenze dal 35% al 55% delle seguenti tipologie:

compattamento ed inerbimento del fondo degli stradelli ed inserimento di rompitratte;
canalette drenanti in legname e pietrame;
briglie in pietrame e legname;
graticci di pali;
graticci di pali modello "1906";
graticciate;
gradonate;
grate vive;
grate vive "Vesuvio";
muri a secco;
palizzate;
palificate vive;
palificate vive doppie;
palificate vive doppie a soglia;
palificate vive sec. "Florineth";
palificata vive a doppia parete "Vesuvio";
fosse di assorbimento.



**Lo stato attuale degli accessi al Gran Cono
nella Riserva Tirone-Alto Vesuvio gestita
dall'ex Azienda di Stato foreste demaniali**
foto di C. Bifulco





Sono stati analizzati i costi di realizzazione delle opere eseguite senza macchinari quali escavatori e “ragni”, ma con il solo impiego di motoseghe, decespugliatori, piccole trivelle, individuando le caratteristiche economiche di questi lavori quando se ne esalta la loro realizzazione con un uso intensivo di mano d'opera.

Sono stati poi definiti i prezzi degli interventi tipo, prezzi che sono stati ulteriormente aggiornati per future applicazioni.

È stato effettuato il monitoraggio delle opere realizzate ed è stato predisposto un programma di manutenzione delle stese di tipo adeguativo, migliorativo ed evolutivo.

LE CRITICITÀ

Le maggiori criticità, come era intuibile, sono state relative all'approvvigionamento del materiale vivo, ai tempi delle procedure di gara, alla gestione degli arrivi dello stesso ed alla sua utilizzazione in cantiere. Le conseguenze di questa criticità si sono rilevate come risultato finale in una percentuale di attecchimento di alcune specie non proprio esaltante. Per ovviare a tale scopo e per abbattere i costi di approvvigionamento ed avere materiale a disposizione con continuità e un poco per volta si è provveduto a affittare dei fondi dove sono stati impiantati salici di diverse specie.

Nell'ambito dei bandi per la realizzazione di ricerche da parte di terzi nel Parco nazionale del Vesuvio si è proposto come tema l'analisi delle cenosi dove sono presenti leguminose pioniere e mellifere, il loro studio, anche ai fini applicativi in ingegneria naturalistica, soprattutto in relazione alle piante della specie *Melilotus* e alla *Colutea arborescens*; purtroppo questa occasione non è stata colta, per cui, questa ricerca è stata per il momento rimandata. Si è pensato di recuperare fiorume di piante ruderali dalla pulizia delle strade per avere materiali adatti alla colonizzazione di macereti e rupi, e si stanno individuando le forme di esecuzione di questa idea. Sono state informate le associazioni degli agricoltori della nostra disponibilità ad acquistare direttamente talee di salice al fine di presentarci ai coltivatori in maniera istituzionale e diventare clienti ufficiali per l'acquisizione di talee.

UNA ESPERIENZA E TRE NUOVE SFIDE

La nostra attuale soddisfazione è che, quando piove un po' più forte, in territori limitrofi la Prefettura lancia allarmi di vario colore, mentre noi possiamo verificare che le opere di ingegneria naturalistica realizzate nel Parco tengono bene. Queste opere sono anche il nostro biglietto da visita, la dimostrazione di come vorremmo operare su tutto il Vesuvio e sul Monte Somma se ne avessimo le risorse. Queste opere sono anche il biglietto da visita di chi le ha realizzate, dei tecnici che hanno coordinato le operazioni e di quelli che una volta erano disoccupati respinti dal mondo del lavoro, che non ha saputo offrire loro alternative, mentre oggi sono pronti ad offrire una professionalità che nel meridione d'Italia non ha uguali.

Questo volume nasce grazie ad un finanziamento europeo messo a disposizione dalla Direzione Generale del Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'ambiente. Vi hanno contribuito quanti hanno lavorato nel Parco nazionale del Vesuvio utilizzando l'ingegneria naturalistica. A questi scritti si accompagnano dei contributi che raccontano anche la geologia del vulcano, per comprendere come di fronte alla sua forza esplosiva non vi sia rimedio e per cogliere quanto siano utili, invece, gli interventi di ingegneria naturalistica nella normale gestione dei versanti del vulcano.

Questo volume vuole illustrare i primi risultati di un'esperienza, che è ancora in corso, in un ambito geografico dove di simili se ne riscontrano pochissime. Vuole mettere a disposizione una serie di dati tecnici ed economici permettendo il confronto di questo lavoro con quelli dello stesso e di altri generi. Vuole mostrare le peculiarità positive delle realizzazioni dell'ingegneria naturalistica in ambienti mediterranei. Vuole illustrare i con-

tributi originali nella realizzazione di varianti rispetto agli schemi consolidati, come ad esempio la grata viva “Vesuvio”, battezzata così dall’ing. Paolo Cornellini durante una sua visita ai cantieri.

In questo volume, limitato ad alcuni aspetti applicativi dell’ingegneria naturalistica, i contributi di chi è abituato a vedere il Vesuvio, lo studio e gli interventi sul territorio secondo punti di vista diversi danno la sensazione di quanto sia importante una visione “di sistema”, di quanto sia veramente necessario superare il settorialismo delle competenze, nell’affrontare i problemi del risanamento idrogeologico dei versanti in modo pratico.

Una nuova sfida potrebbe vedere l’applicazione delle proprietà che hanno le piante di depurare le acque per ridare dignità ai tanti corsi d’acqua trasformati in fogne a cielo aperto.

Una nuova sfida potrebbe vedere l’impostazione metodologica con cui si progettano gli interventi di ingegneria naturalistica contaminare anche altri ambiti.

Una nuova sfida per il Parco nazionale del Vesuvio sarà utilizzare queste tecniche per realizzare i corridoi ecologici che, passando per le campagne e riqualificandone gli aspetti naturalistici, lo ricolleghino anche fisicamente al sistema dei parchi appenninici italiani, rompendo l’assedio dell’urbanizzazione e riqualificando anche i centri abitati devastati dall’abusivismo.

¹ Cfr. H.M. Schiechl, *Bioingegneria forestale, basi, materiali da costruzioni vivi, metodi*, Castaldi, Feltre 1989, p. 9.

NOTE

- AA.VV., *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica*, Regione Emilia Romagna, Regione Veneto, Bologna 1993.
- AA.VV., *Ricerca sulle implicazioni ambientali di opere in gabbioni e materassi Reno in ambito fluviale*, aprile 1993-novembre 1994, Officine Maccaferri, Bologna 1995.
- ASSOCIAZIONE ITALIANA PER L'INGEGNERIA NATURALISTICA (a cura di), *Sistemazioni in ambito fluviale*, Il verde editoriale, Varese 1995.
- BENINI G., *Sistemazioni idraulico forestali*, Cleup, Padova 1985.
- GISOTTI G., *Geologia e pedologia, nell'assetto del territorio*, Edagricole, Bologna 1983.
- JANNUZZI F. (a cura di), *L'ingegneria naturalistica nel recupero del paesaggio ambientale: l'uso di elementi costruttivi vivi*, Atti del Workshop, Area di ricerca del CNR, Napoli 1994.
- MALCEVSKI S. (a cura di), *Rapporti tra studi di impatto ambientale ed Ingegneria Naturalistica, implicazioni per gli adeguamenti progettuali nelle opere di interesse pubblico*, Atti del Workshop, Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica, Trieste 1993.
- SCHIECHTL H. M., *Bioingegneria forestale, basi, materiali da costruzioni vivi, metodi*, Ed. Castaldi, Feltre 1989.
- SCHIECHTL H. M., STERN R., *Ingegneria Naturalistica, manuale delle opere in terra*, Ed. Castaldi, Feltre 1992.
- UFFICIO DELLE OPERE CIVILI DEL CANTONE DI BERNA (a cura di), *Opere di Ingegneria Naturalistica sulle sponde*, Ministero dell'ambiente, Roma 1993.
- SAULI G., SIBEN S. (a cura di), *Tecniche di rinaturazione e di Ingegneria Naturalistica, esperienze europee*, Patron, Bologna 1995.

BIBLIOGRAFIA



Settore occidentale della caldera del Somma

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



IL RISCHIO VULCANICO E IDRAULICO AL SOMMA VESUVIO. ANALISI E CONFRONTO

Giuseppe Rolandi

Vulcanologo, docente universitario

Il Somma-Vesuvio si erge imponente presso il margine meridionale della Pianura Campana, la quale, come è noto, si caratterizza, sotto il profilo geologico-strutturale, come un blocco ribassato tettonicamente per faglie dirette rispetto alla porzione di Appennino che la circonda, dal monte Massico a nord, ai monti Tifata, di Avella e di Sarno ad est ed ai Lattari a sud, e che prende il nome di *Graben Campano* (fig. 1).

Lo sprofondamento, iniziato circa due milioni di anni fa, in concomitanza con il sollevamento della catena appenninica alla fine del Pliocene, e protrattosi per gran parte dell'Era Quaternaria, non è stato uniforme, come testimoniato dalla presenza, nell'ambito del graben, di blocchi calcarei che hanno subito un ribassamento di minore entità rispetto ad altri. Su uno di questi blocchi, marcato alle estremità da chiare evidenze di disloca-

LA STORIA ERUTTIVA

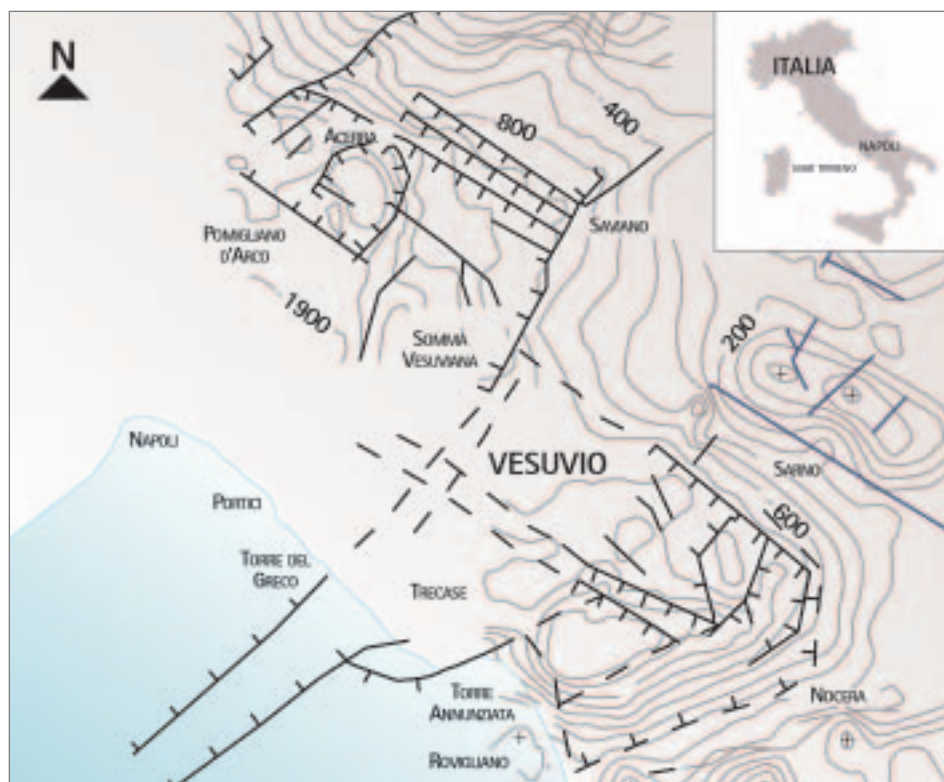


Figura 1

Schema tettonico del margine meridionale tirrenico della Piana Campana.

Si nota il duplice sistema di faglie antitetiche, ad andamento regionale, che interseca il substrato dell'area nella quale è ubicato il Somma-Vesuvio.

zione per faglia, è ubicato, con la sua ampia base, il nostro vulcano (fig. 1).

La sua base, tuttavia, non poggia direttamente sul substrato calcareo, bensì su di un basamento vulcanico che si estende in profondità per almeno 1.800 m e che corrisponde, molto probabilmente, ad un edificio vulcanico più antico, la cui attività risalirebbe ad almeno 400.000 anni fa, e del quale non si hanno evidenze dirette in superficie.

Questo antico vulcano, difatti, rimase probabilmente sepolto al di sotto di una potente coltre di prodotti, derivanti da una attività vulcanica di enormi proporzioni, nota con il nome di attività dell'*Ignimbrite Campana*, che, circa 38.000 anni fa, inondarono tutta la regione, colmandola con una coltre tufacea di rilevante spessore, meglio nota come *Tufo Grigio Campano*¹.

La storia eruttiva più recente del nostro vulcano inizia, quindi, dopo questa immane eruzione, ed è, a partire da questo momento, che possiamo seguire le varie tappe della sua evoluzione, che lo porteranno ad assumere, via via nel tempo, quella caratteristica forma bicuspidata, famosa in tutto il mondo e tanto cara ai napoletani.

LE ERUZIONI PLINIANE ANTICHE DEL SOMMA E LA FORMAZIONE DELLA CALDERA

Dopo le grandi eruzioni ignimbritiche, riprese, nella stessa area, l'antica attività vulcanica, a carattere prevalentemente effusivo, che, in poco più di 10.000 anni, portò alla formazione di un nuovo vulcano, alto circa 2.000 m, a forma conica, con un'ampia base dal diametro di circa 16 km (fig. 2a).

La presenza di fratture e/o faglie ad andamento regionale che dissecano l'apparato vulcanico (fig. 1) ha favorito, accanto all'attività dal cratere centrale, anche il formarsi di piccoli apparati *eccentrici* sui fianchi del vulcano, e *subterminali*, alla base dello stesso, di età antica e recente (fig. 3). A tale riguardo è interessante osservare la segnalazione di una bocca eruttiva subterminale ubicata a Cercola, in località San Gennariello, presso la mas-

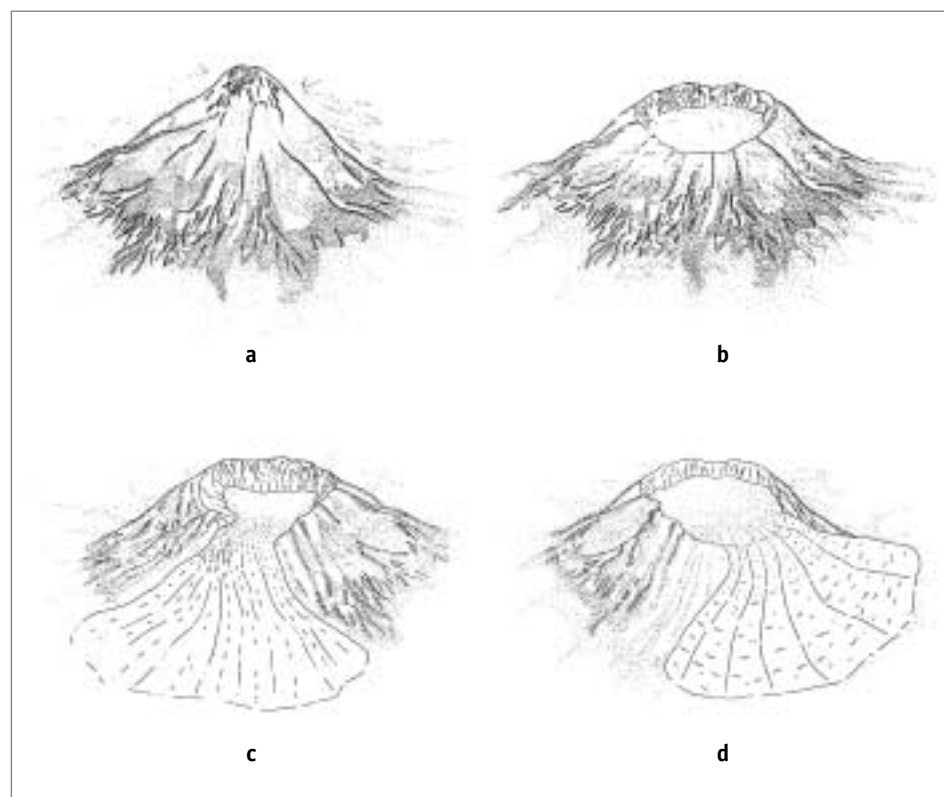


Figura 2

Fasi di formazione della caldera del Somma:
a) probabile morfologia del Somma
25.000 anni dal presente;
b) decapitazione del vulcano
conseguente all'attività esplosiva pliniana,
nel periodo 17.000-8.000 anni dal presente;
c) sventramento del vulcano nel settore occi-
dentale, verificatosi circa 3.500 anni fa,
durante la fase finale dell'eruzione di Avellino,
a forte carattere freatomagmatico;
d) ulteriore ampliamento verso est
dello sventramento del vulcano
verificatosi durante l'eruzione del 79 d.C.

seria Cozzolino. In questa località un sondaggio stratigrafico eseguito dallo scrivente ha messo in evidenza, dopo circa 13 m di terreni piroclastici alluvionali, la presenza dei materiali scoriacei di questa sconosciuta bocca eruttiva. Come si può osservare dalla fig. 3, questo piccolo centro eruttivo risulta perfettamente allineato con il conetto di Pollena, ubicato sul fianco settentrionale del Somma (fig. 4), e, in generale, sembra evidenziarsi una certa continuità tra gli allineamenti dei centri eruttivi antichi, con quelli dell'attività recente, che seguono, nel complesso, gli andamenti delle faglie a carattere regionale (fig. 1).

Circa 25.000 anni fa² si ebbe una prima consistente eruzione esplosiva, i cui prodotti si deposero verso sud-est, in direzione di Salerno (*eruzione di Codola*), sovrapponendosi a quelli dell'Ignimbrite Campana³.

Per un certo periodo di tempo, probabilmente, il vulcano ritornò al suo vecchio tipo di attività effusiva ma, circa 17.000 anni fa, prese l'avvio una nuova fase a carattere fortemente esplosivo, che produsse almeno tre grandi eruzioni, cosiddette *pliniane*: eruzioni di *Sarno* (17.000 anni), *Novelle* (15.000 anni), *Ottaviano* (8.000 anni). Nei periodi che separano queste eruzioni non si ebbe un ritorno all'attività effusiva, vale a dire che, in quasi 9.000 anni di attività, il vulcano diede solamente eruzioni esplosive di tipo pliniano, che fecero diminuire drasticamente la sua altezza (fig. 2b) non potendosi ricostruire le parti dell'edificio smantellatesi durante le eruzioni esplosive⁴.

Circa 3.500 anni fa si verificò una quinta eruzione pliniana, nota con il nome di *eruzione di Avellino* perché i suoi prodotti esplosivi sono giunti fino in questa località, ubicata a circa 40 km dal centro eruttivo. Questa eruzione si segnala per un fatto importante: è, infatti, la prima delle eruzioni pliniane del Somma a mostrare una notevole interazione di *magma-acqua* verso la fase finale⁵. Quando si verifica una tale fenomenologia fuoriescono dal cratere dei velocissimi flussi, essenzialmente costituiti da magma solidificato e frammentato e da vapore acqueo (*base surge*), che discendono dal vulcano con la velocità di un uragano, espandendosi a grande distanza; nel caso dell'eruzione di Avellino i prodotti di questa fase si diressero verso nord, giungendo fino ad Orta di Atella e San Felice a Cancelli (Caserta), e verso sud, fino al mare (fig. 6). L'enorme produzione di vapore originò, probabilmente, una sovrappressione tale da sventrare verso ovest il vulcano, già decapitato dalle precedenti eruzioni, facendogli assumere la forma di una caldera, in particolare di una *Caldera Avalanche* (fig. 2c).

Il vulcano calderizzato continuò ancora la sua attività, in maniera non parossistica, debolmente esplosiva, per altri 800 anni, durante i quali si ebbero tre fasi eruttive; l'ultima terminò 2.700 anni fa circa. Seguì, poi, un periodo di riposo che ebbe termine, dopo circa 700 anni, con la famosa eruzione del 79 d.C. Questo tipo di eruzioni meno energetiche, che si concludono con un periodo di riposo e si collocano tra due eruzioni pliniane, vengono chiamate di tipo *interpliniano*; nella fattispecie, l'attività successiva all'eruzione pliniana di Avellino viene indicata come *attività interpliniana protostorica*⁶. A quest'ultima è da ascrivere, molto probabilmente, anche la formazione del cono subterminale dei Camaldoli della Torre (fig. 5).

Ed eccoci giunti ad affrontare due punti molto dibattuti e controversi: il vulcano, prima dell'eruzione del 79 d.C., era effettivamente in uno stato calderico? Vi era, inoltre, un secondo apparato al suo interno, tale da formare una morfologia bicuspidata?

Dall'analisi delle varie fonti storiche e dall'esame delle caratteristiche morfologiche del vulcano tenteremo di dare una risposta a questi interrogativi.

Nel 1879 fu rinvenuta a Pompei, nella Casa del Centenario, una pittura murale, oggi conservata nel Museo nazionale di Napoli (fig. 7), che rappresenta il vulcano con una parete ripida cui segue una zona piana, che mostra, al centro, una depressione craterica a forma di "8": quest'ultimo dettaglio è reso più evidente nella fig. 8a. Nelle figg. 8b e 8c è

Figura 3

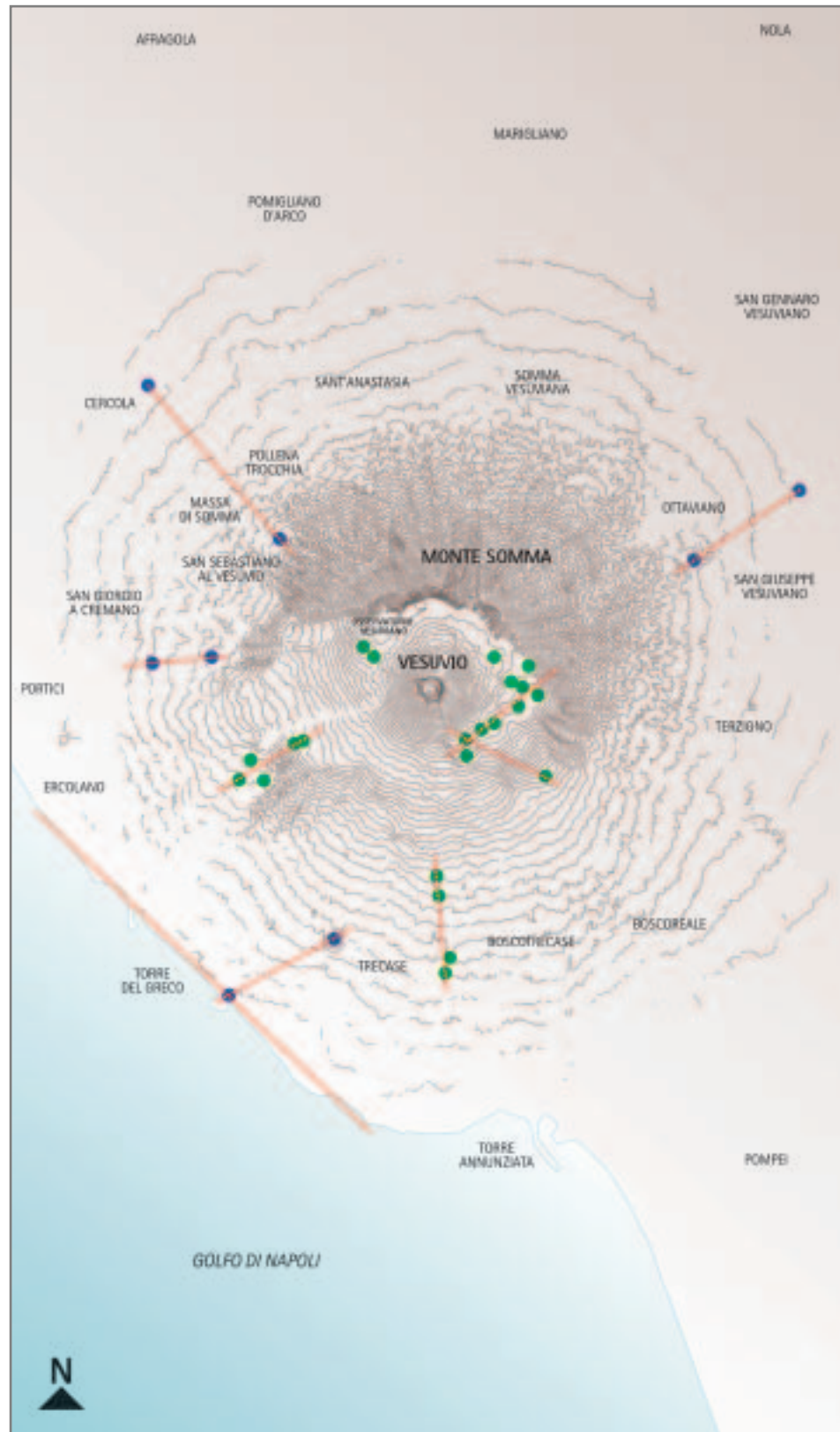
Sistema di fratture che dissecano il vulcano nelle zone di minore resistenza, desunto in base agli allineamenti dei piccoli apparati eccentrici e subterminali, antichi e recenti.

Viene mostrata, in particolare, l'esistenza di una piccola bocca subterminale sconosciuta, in località San Gennariello, presso Cercola, unitamente ad altre piccole strutture vulcaniche presenti nella zona di Ottaviano.

Gli allineamenti sembrano essere disposti lungo le stesse direzioni delle faglie appenniniche riportate in fig. 1.

Legenda:

- Bocche eruttive dell'attività interpliniana medioevale e storica recente ●
- Bocche eruttive dell'attività antica del Somma ●
- Probabili linee di frattura —



**Figura 4**

Bastioni di scorie dell'attività eccentrica del conetto di Pollena, ubicato sul fianco settentrionale del vulcano (vedi fig. 3), la cui età è certamente più antica di 17.000 anni dal presente.

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

**Figura 5**

Conetto subterminale scoriaceo dei Camaldoli della Torre (Torre del Greco). L'età assoluta di questi prodotti, certamente più antichi di quelli del 79 d.C., non è ancora nota.

foto di G. Rolandi

stato fatto il tentativo di rendere più aderente alla realtà la morfologia del vulcano raffigurata nell'affresco pompeiano⁷. Da questa rappresentazione si potrebbe dedurre che colui che eseguì il dipinto osservava, da sud, un vulcano calderizzato e monocuspide.

Tuttavia, un altro dipinto murale, questa volta rinvenuto ad Ercolano, ci mostra una visione del vulcano da ovest, dal golfo di Napoli, dove lo stesso appare bicuspidato (fig. 8d). Si osserva, in particolare, che la struttura che dovrebbe rappresentare il vulcano più interno, ha in realtà una morfologia piuttosto tondeggiante, inusuale per un apparato vulcanico.

Cercheremo, a questo punto, di dare una spiegazione di quella che appare come una palese contraddizione, tale da far avanzare seri dubbi a più di uno studioso sulla validità delle pitture murali come prove testimoniali della morfologia del vulcano prima del 79 d.C.: la fig. 9 ci mostra una foto del vulcano attuale, visto da est (Terzigno), al quale è stato asportato il cono centrale; indubbiamente, la somiglianza con un edificio vulcanico calderizzato è notevole. La fig. 10 ci mostra un'altra foto del vulcano attuale, ripreso da ovest, e privato della struttura del cono vesuviano e del Colle Umberto, con in evidenza la collina del Salvatore, costituita principalmente da materiale dell'eruzione di Avellino e, quindi, preesistente all'eruzione del 79 d.C.; questa potrebbe rappresentare la vista del vulcano da ovest per colui che ritrasse il dipinto di fig. 8d in epoca precedente il 79⁸.

Dunque, nelle due rappresentazioni (figg. 7 e 8d) non vi sarebbe alcuna contraddizione: sono diversi soltanto i punti di osservazione rispetto ai quali il vulcano è stato raffigurato. Da ciò viene confermato che lo stesso vulcano, prima dell'eruzione del 79 d.C., era *monocuspide* e *calderizzato*.

Ed è, difatti, proprio questa, esattamente, la descrizione che ne fa Strabone in un suo passo famoso: «*Super haec loca situs est Vesuvius, agris cinctus opimis, dempto vertice, qui magna sui parte, planus totus sterili est, adaspectus cinereus, cavernasque ostendit fistularum plenas, et lapidum colore fuliginoso, ut pote ab igne exarsum. Ut coniuncturam facile possis facere: ista loca quondam arsisse et cra-*

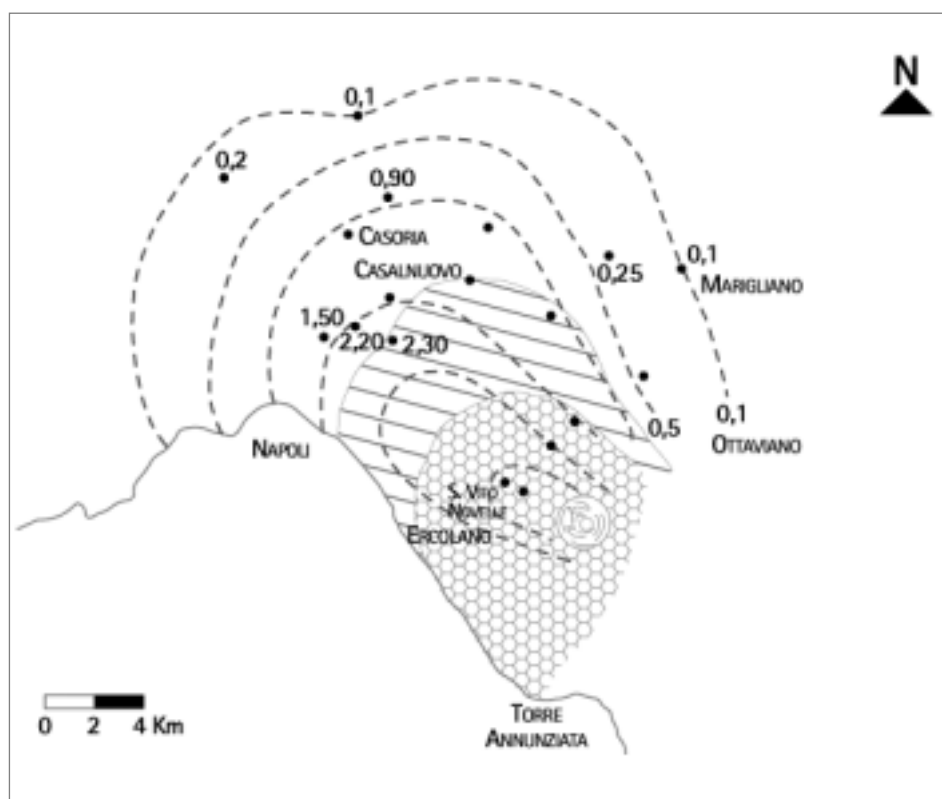
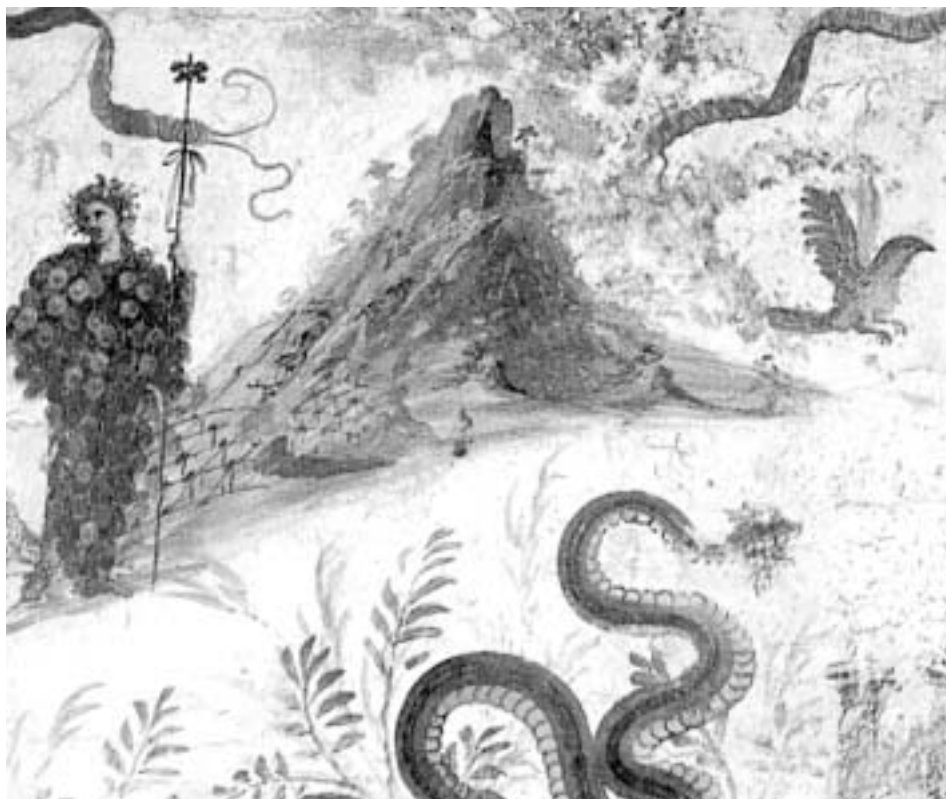
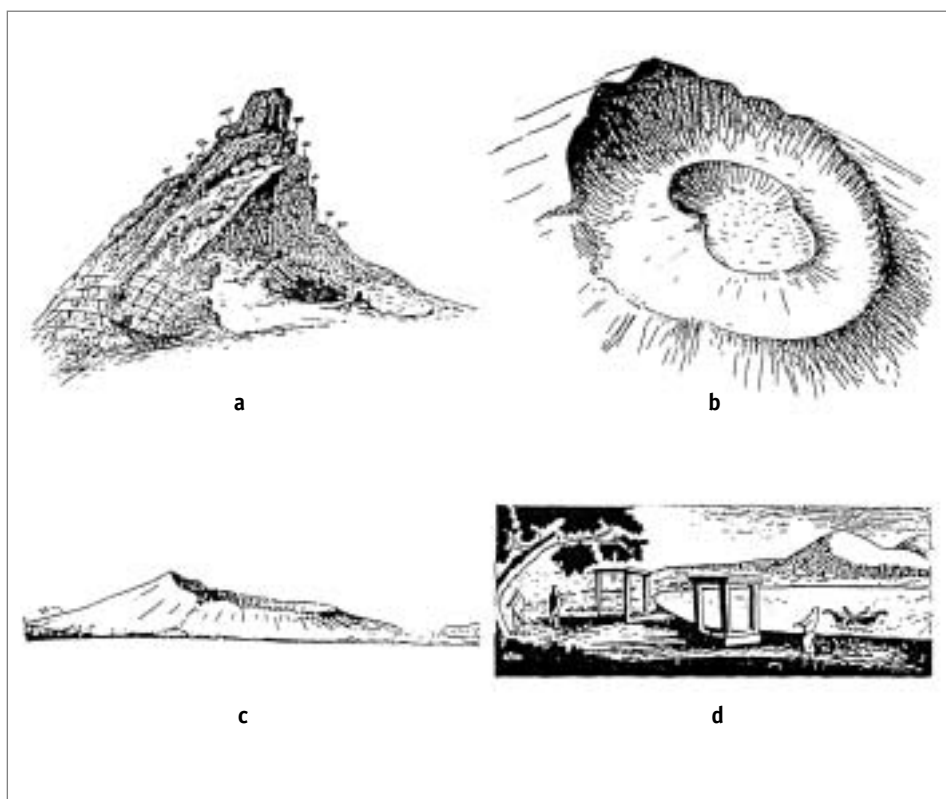


Figura 6

Distribuzione dei prodotti dell'attività freatomagmatica (*base surge*) dell'eruzione di Avellino, che provocarono lo sventramento del settore occidentale del vulcano circa 3.500 anni fa (vedi anche la fig. 2c).

**Figura 7**

Affresco scoperto nel 1879 a Pompei nella Casa del Centenario, che ritrae Bacco e il Vesuvio; attualmente è conservato al Museo Archeologico nazionale di Napoli. Si nota, in particolare, il prospetto di un solo vulcano, il "Somma", che appare in gran parte smantellato, chiamato dagli antichi pompeiani "Vesuvio".

**Figura 8**

Probabile configurazione del vulcano prima del 79 d.C.:
 a) disegno del vulcano come rappresentato nell'affresco di fig. 7, con in evidenza il cratere a forma di "8";
 b) e c) rappresentazioni della probabile morfologia del vulcano riprodotti in base all'affresco di fig. 7;
 d) veduta dal golfo di Napoli del vulcano prima del 79 d.C. (riproduzione di un dipinto di provenienza ercolanense).
 Si osserva il profilo calderico del Somma, ed una contigua morfologia tondeggiante più piccola, che potrebbe essere identificata nella collina del Salvatore, già esistente a quell'epoca, e che non sarebbe, quindi, da identificare necessariamente con il Vesuvio.

Figura 9

Veduta del vulcano da Terzigno;
la foto, dalla quale è stato eliminato il cono
del Vesuvio, mette in evidenza la morfologia
calderica del Somma da est.

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

**Figura 10**

Veduta del vulcano da Ercolano;
la foto dalla quale sono stati eliminati il cono
del Vesuvio ed il Colle Umberto, mette in
risalto il profilo della caldera del Somma
da ovest, e la contigua collina del Salvatore.

foto di G. Rolandi



teras ignis habuisse, deinde materia deficiente restineta fuisse.»⁹.

Fino a qualche tempo fa era opinione diffusa che un nuovo cono vulcanico si fosse formato all'interno della caldera in concomitanza dell'eruzione del 79 d.C. Questa ipotesi è priva di fondamento, non solo, come abbiamo avuto modo di osservare, per le testimonianze storiche, ma anche in relazione a considerazioni di carattere più strettamente vulcanologico. Infatti, appare evidente che un'eruzione pliniana di siffatta violenza non poteva costruire un nuovo edificio vulcanico al suo interno, ma solo distruggere quello esistente, e, difatti, con l'eruzione del 79 d.C. la caldera si estese ulteriormente verso est (fig. 2d).

Tra il 79 ed il 472, epoca, quest'ultima, in cui si verificò un nuovo parossismo pliniano, si ebbero delle deboli eruzioni esplosive che costituiscono l'*attività interpliniana storica antica*¹⁰. Anche in questo lasso di tempo le cronache ci dicono che non si era formato alcun cono vulcanico all'interno della caldera del Somma: «*Totus mons formam habet amphiteatri. Culmina montis eius multas arbore habente vitesque, ipse interior ambitus igni permittitur.*»¹¹. Un'altra testimonianza recita: «*Distat mons Neapoli stadiis 70 obversus illi a septentrione. Admodum praeptus est: imus quidem eius ambitus grata nemorum opacitate blanditur; superior vero praecipitiis, summaque horret asperitate. In medio fere vertice hiatus apparet tam altus, ut ad imas montis radices pervadere videatur. Si quis ibi audeat intro despicere huic ignem videre licet: cuius fiamma alias in se volvitur, nemini incolarum molesta.*»¹².

Dopo circa 200 anni di riposo, ci fu l'eruzione pliniana del 472 d.C., anch'essa portatrice di enormi distruzioni e devastazioni nella regione del vulcano, e, ancora una volta, è difficile far coincidere la nascita di un nuovo vulcano all'interno della caldera con questa violenta eruzione¹³.

È interessante osservare ancora, al riguardo, che nelle catacombe di San Gennaro, ricavate nel Tufo Giallo della collina di Capodimonte, in epoca paleocristiana, fu scoperto uno strato su cui è affrescato il Santo, risalente al VI sec., con alle spalle due rilievi, uno dei quali è il Somma, l'altro viene ritenuto essere il Vesuvio. Anche in questo caso riteniamo che si tratti, invece, di una rappresentazione dei profili del Somma e della collina del Salvatore, i quali, visti dalla collina di Capodimonte, ubicata a nord dell'antica Neapolis, e a nord-ovest del Somma, potevano dare all'artista la visione di due cime contigue, una delle quali, tuttavia, non necessariamente doveva essere il Vesuvio. In alternativa riteniamo che possa trattarsi del cono vesuviano che iniziava a formarsi nella caldera del Somma durante la successiva fase interpliniana.

Infatti dopo l'eruzione del 472, iniziò, nel 512, una lunga fase eruttiva di tipo interpliniano, nota come *attività interpliniana medioevale*, che terminò nel 1139¹⁴. Durante questi settecento anni, l'attività effusiva ebbe un carattere predominante, come testimoniato da numerose cronache; nel 1036, ad esempio, l'Anonimo Cassinese scriveva: «*Sexto Kal. Febr. Mons Vesuvius eructavit incendium ita ut usque ad mare discurreret*»¹⁵.

Solo attraverso questo tipo di attività prolungata nel tempo si poteva costruire un edificio vulcanico all'interno della caldera ed originare, in tal modo, una morfologia bicuspidale come quella attuale¹⁶.

Vale la pena segnalare che durante il periodo eruttivo interpliniano medioevale, che alternava fasi moderatamente esplosive ad altre effusive dal cratere centrale, si verificò anche un'*attività subterminale*, che portò alla nascita dei conetti del Viulo e del Fossamonaca, ubicati in prossimità del centro abitato di Trecase (fig. 3).

Crediamo, a questo punto, che sia interessante dare anche qualche cenno sull'origine dei nomi Somma e Vesuvio e, nel contempo, analizzare l'iter che ha portato, nel tempo, ad indicare il vulcano come Somma-Vesuvio.

Il nome *Vesuvio* è stato attestato in numerosi scrittori e poeti romani¹⁷. L'analisi delle

L'ATTIVITÀ DEL SOMMA NELL'EPOCA STORICA ANTICA E LA NASCITA DEL VESUVIO

ESEGESI DEI NOMI SOMMA E VESUVIO

origini del suo nome viene riportata in un bellissimo lavoro del Parascandola, al quale si rimanda per una analisi più approfondita¹⁸.

È opinione diffusa che alla parola “Vesuvio” sia associato il significato di fuoco o Montagna di fuoco. Secondo il Rosini, infatti, tale parola non deriverebbe né dal greco né dal latino, ma sarebbe di origine caldaica¹⁹: *Hessah*, od *Hesah*, nella quale, tramutando ambedue le “H” in “F”, equivalente a “V”, sostituibile a sua volta con “B”, diventerebbe “Vesav”. Poiché nelle vocali tirrene vi è la prevalenza della “U”, si perviene alla parola “Vesuv”, la quale acquisendo una terminazione aggettivale diviene “Vesuvius” o “Besubius”, che significa appunto “Igneo” o “Ignivomano”.

Significati del tutto simili della parola “Vesuvio” vengono presi in considerazione anche da Renna²⁰.

Il Parascandola condivide in linea di massima l'interpretazione data dal Rosini; fa osservare, tuttavia, che tale nome, associato ad una radice significante fuoco, farebbe ammettere che le popolazioni che vivevano nei dintorni della montagna avessero una precisa idea circa la sua natura vulcanica, cosa che non appariva a lui probabile, e che, come abbiamo osservato, corrisponde al vero, essendo il vulcano in uno stato di riposo da lungo tempo, prima del 79 d.C.²¹.

Questo studioso si sofferma, inoltre, sul fatto che nel dizionario corografico d'Italia esistano molti nomi con la radice Vesuvio: Vesubia, Torrente della Liguria e delle Alpi Marittime; Vesubiani, antiche popolazioni liguri, etc²². Potrebbe darsi, quindi, che il nome Vesuvio derivi dai solchi che incidono i pendii del vulcano, a loro volta, ricchi di vegetazione. In questo caso l'origine potrebbe essere greca: βεσσηεις che significa “boscoso”, oppure: βεσσα, simile a βαθος, valle selvosa, profonda, burrone. Inserendo il digramma Γ tra η e ει, e “V” al posto di “β”, si ha βεσσηΓεις, “Vesseveis” e quindi “Vesuvius”.

Il Parascandola propende maggiormente per questa seconda interpretazione, in quanto sarebbe più consona allo stato in cui il vulcano si trovava durante il lungo periodo di riposo precedente l'eruzione del 79 d.C., quello, cioè, di una montagna boscosa, incisa da solchi di erosione, ricca di acque, e con una profonda cavità craterica centrale.

Anche il nome *Somma* non presenta una derivazione dal significato univoco, al punto che ancora oggi la sua origine è oggetto di approfondite discussioni che si articolano, sostanzialmente, intorno a diverse ipotesi:

nel 313 a.C., Quinto Fabio Labeone assalì e devastò la città di Nola. A proposito del suo arbitrato, che assegnò l'agro nolano a Roma, annullando in tal modo il contenzioso sorto tra Napoli e Nola, Marco Tullio Cicerone parla di *Summus jus*, *Summa iniuria*²³, al contrario di Valerio Massimo che plaude a questa iniziativa²⁴;

Somma potrebbe derivare dalla *Somma abbondanza* di vino e di frutta che, fin dall'antichità, ha caratterizzato il versante settentrionale del vulcano²⁵;

Somma potrebbe, ancora, derivare da *Sommano Plutone*, dio degli inferi, o da Giove *Sommano* (Jupiter Summanus);

Somma, secondo il Della Corte, sarebbe, invece, attinente ad un fenomeno linguistico in virtù del quale, dalla contemporanea presenza, nel termine latino, di un aggettivo ed un nome, ci ritroviamo in italiano il solo aggettivo dissociato dal nome²⁶. Nella fattispecie, l'aggettivo *Summa* sarebbe stato seguito, in origine, dal sostantivo *Villa*, soppresso successivamente. La *Summa Villa* è quella della *Gens Octavia*, nella quale sarebbe morto Cesare Ottaviano Augusto nel 14 d.C. e i cui ruderi sono stati identificati a circa 9 m di profondità, nei pressi del convento di Santa Maria del Pozzo a Somma Vesuviana, ubicata, quindi, come scrive Tacito, “*ad Nola*”, ossia nelle adiacenze della città più importante per l'intera area;

Somma non sarebbe, secondo il Cantone, l'aggettivo, bensì il sostantivo che assume il

significato di “*ultima parte di una zona*” (*Summa* sinonimo di *plaga*, da cui in seguito il *territorio plagiense* della *tabula chorografica* del Capasso), intesa come estremo lembo o confine nei rapporti con il capoluogo²⁷;

D'Avino, riprendendo il ragionamento di Della Corte, ritiene che il sostantivo scomparso debba identificarsi con *pars* del *predium* della Gens Octavia²⁸;

non si può escludere, infine, ed è questa l'opinione dello scrivente, che la *Summa pars*, da cui trae origine il nome Somma, sia riferita proprio alla porzione più alta dell'edificio vulcanico calderizzato, rappresentata, già a quell'epoca, dal versante settentrionale (fig. 7).

Prescindendo da quella che possa essere l'esatta derivazione del nome Somma, osserviamo che le ipotesi più significative in tal senso sono, in ogni caso, legate a vicende storiche riconducibili alla seconda metà dell'ultimo secolo prima della nascita di Cristo, epoca in cui il vulcano, come si è osservato, veniva identificato con il nome *Vesuvius*. Osserviamo, inoltre, che la sua prima citazione letteraria apparve soltanto verso la fine del 1° millennio e, precisamente nel 937, nei documenti del ducato napoletano²⁹. Si ha poi traccia di una seconda citazione, nel 1123, ad opera di Landolfo Sagace nell'*Historia romana*, citata nel testo di Giovanni Villano³⁰.

In conclusione, ci sembra interessante rimarcare che la formazione del nuovo cono eruttivo durante l'epoca medioevale all'interno del Somma calderizzato, se da un lato non fece cambiare l'abitudine dei napoletani a chiamare ancora il vulcano con il nome Vesuvio, abitudine che, del resto, si mantiene ancora oggi, dall'altro, ha indotto gli studiosi ad indicare il relitto dell'antico vulcano con il nome di “Somma”, e di riservare, invece, al cono più recente il nome di “Vesuvio”.

L'ATTIVITÀ DEL VESUVIO NELL'EPOCA STORICA MODERNA

Dopo il 1139 ci furono circa 500 anni di inattività, fino a quando, nel 1631, si verificò, questa volta dal cono vesuviano, l'ultima delle eruzioni a carattere pliniano, che fece più di seimila vittime tra una popolazione che non fu in grado di cogliere i segnali precursori dell'eruzione, che si erano manifestati chiaramente, avendo ormai perso la memoria storica del comportamento distruttivo del vulcano durante i cinquecento anni di inattività³¹.

Nel 1649 iniziò un lungo periodo di attività effusiva, debolmente esplosiva, che va sotto il nome di *attività interpliniana storica recente*. Di essa si hanno numerosissime cronache che hanno permesso di definire dettagliatamente la sua particolare ciclicità eruttiva, nota come *ciclicità vesuviana*.

In circa 300 anni si sono verificati 17 *cicli vesuviani* intervallati da un periodo di riposo che oscilla dai 7 ai 30 anni. Ciascun ciclo è chiuso da una *fase parossistica* a carattere effusivo subterminale (1760) o misto, effusivo-esplosivo (1872, 1906, 1944).

L'ultimo ciclo vesuviano iniziò nel 1913, ovvero, 7 anni dopo l'eruzione del 1906, e si concluse con la fase parossistica del 1944, che concluse anche quest'ultima attività interpliniana.

Sono trascorsi, ormai, 56 anni da quest'eruzione per cui è ragionevole pensare che il Vesuvio sia al di fuori del periodo di riposo vulcanico che intercorre tra due cicli (7-30 anni); prende corpo, così, la possibilità che esso si trovi, attualmente, all'inizio del periodo di riposo che, come abbiamo osservato, segue puntualmente la fase interpliniana (fig. 11).

IL RISCHIO VULCANICO AL SOMMA-VESUVIO

Nella conoscenza della storia eruttiva del Somma-Vesuvio ci sono le premesse per alcune considerazioni sul rischio vulcanico nell'area vesuviana, definito, a sua volta, attraverso la ben nota relazione basata sul prodotto tra la probabilità che si verifichi un determinato fenomeno vulcanico ed i relativi danni che esso è in grado di provocare.

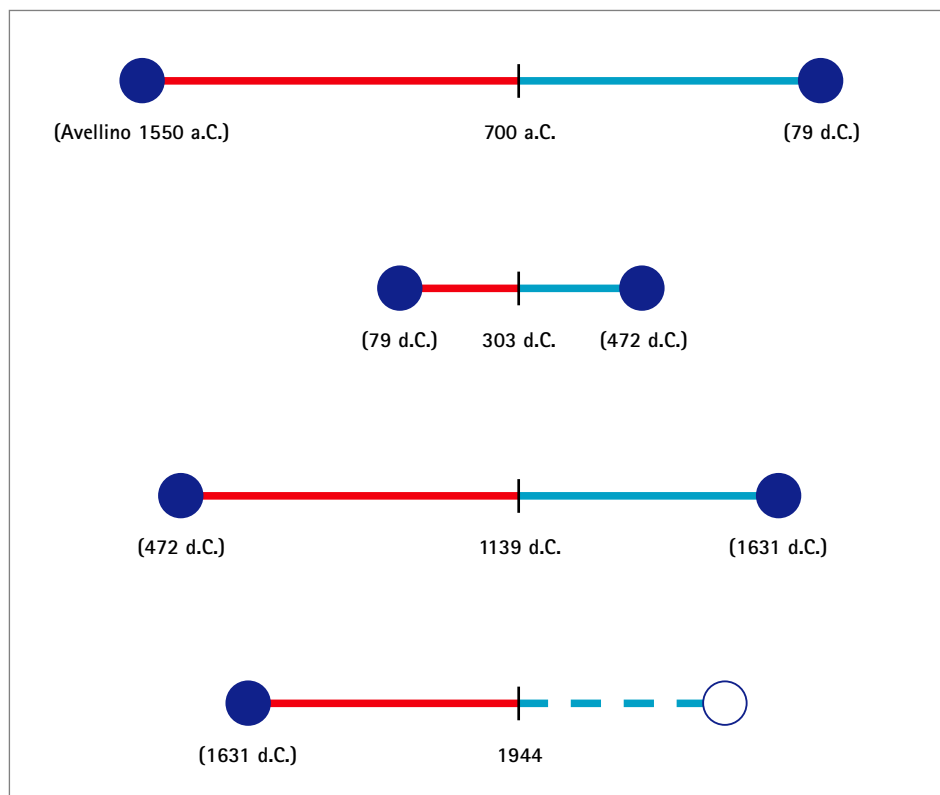
In base a tale definizione, evidentemente, la densità ed il numero di insediamenti urbani dislocati nell'ambito della fascia pedemontana vesuviana, unitamente al fatto che il nostro vulcano è stato attivo in epoca storica, conferiscono al Vesuvio la poco invidia-

Figura 11

Diagramma schematico dell'evoluzione dell'attività vulcanica del Somma-Vesuvio negli ultimi 3.500 anni.

Il diagramma mette in evidenza, in particolare, che, dopo l'eruzione del 1944 che chiuse il ciclo vesuviano iniziato nel 1913, il vulcano potrebbe essere entrato in un periodo di riposo.

- Eruzione pliniana ●
- Eruzione pliniana presunta ○
- Periodo di riposo interpliniana —
- Periodo di riposo —
- Periodo di riposo presunto - - -



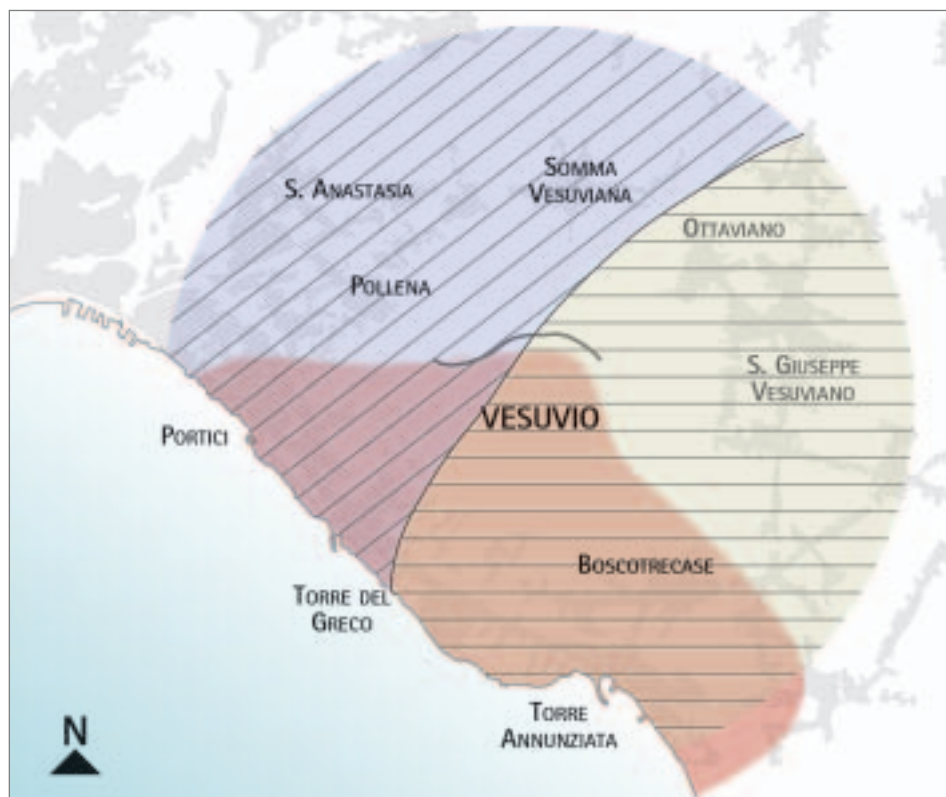
bile qualifica di vulcano ad alto rischio. E, tuttavia, una componente che ci consente di definire meglio questo aspetto di rischio, oltre a fattori di tipo antropico-urbanistico, risiede proprio nella possibilità di determinare con precisione la probabilità che il vulcano presenta attualmente di fare eruzione.

Lo scenario eruttivo predisposto dai responsabili della protezione civile scaturisce, ad esempio, da alcuni studi vulcanologici tendenti ad accreditare una ripresa dell'attività del Vesuvio a medio termine (decine di anni); in tale evenienza, l'eruzione massima attesa sarebbe simile, per fenomenologia eruttiva, e per volume di magma emesso, all'eruzione del 1631³². Sulla base di tale ipotesi, è stato quindi predisposto un piano di emergenza relativo al rischio vulcanico per l'area vesuviana mediante una zonazione scaturita dai dati relativi alla distribuzione areale di prodotti esplosivi di eruzioni di magnitudo simile a quella massima attesa (fig. 12).

Si è dell'opinione, invece, che esiste al momento una sostanziale incertezza nel determinare, con approssimazione sufficiente, la possibilità di eruzione al Vesuvio, e che non sarebbe del tutto da escludere, come si è appena osservato, che l'attuale stasi eruttiva non sarebbe altro che l'inizio di un lungo periodo di riposo.

Un piano organico per la mitigazione del rischio vulcanico del Vesuvio dovrebbe, pertanto, privilegiare anche tutte quelle iniziative a lungo termine, nella fattispecie, rappresentate dal trasferimento di una porzione consistente della popolazione vesuviana, in zone adiacenti a quelle ritenute ad alto rischio, e non certamente lungo l'intera penisola, attuata spontaneamente, e nell'arco di un periodo di tempo sufficientemente lungo, per esempio, almeno un trentennio, supportata da consistenti misure incentivanti da parte del governo.

È noto, invece, che fino ad ora è stato privilegiato il solo scenario eruttivo a breve

**Figura 12**

Zonazione dell'area vesuviana a differente rischio vulcanico al Somma-Vesuvio.

Osservatorio Vesuviano, 1985 (modificata)

-  alta probabilità di materiali da caduta
-  bassa probabilità di materiali da caduta
-  alta probabilità di flussi piroclastici

termine, del quale, il piano di evacuazione ad esso collegato, ne rappresenta il risvolto più emblematico.

L'analisi dell'evoluzione vulcanologica e vulcano-tettonica del Somma-Vesuvio ci consente di avere una più approfondita conoscenza delle sue attuali caratteristiche morfologiche, che sono riconducibili a quelle di un *vulcano a recinto* dalle fattezze inconfondibili che ne fanno uno splendido esempio nell'ambito di questo genere di apparati vulcanici.

Il vulcano più antico, il *Somma*, mostra, nel settore settentrionale, la parete calderica, nella quale sono visibili le alternanze laviche e piroclastiche tipiche di un *vulcano-strato*, attraversate, con inclinazione variabile, da un bellissimo sistema di *dicchi* (fig. 13), costituenti parte dell'originario sistema di alimentazione delle attività laterali del Somma. Tale parete ha nella *Punta Nasone* il punto più alto, che raggiunge i 1.132 m s.l.m.

Il coronamento della parete calderica appare, inoltre, alquanto articolato ed irregolare; ciò è da porre in relazione con l'azione di decapitazione che subì il Somma in seguito alle eruzioni pliniane del periodo 17.000-8.000 anni dal presente. Tali articolazioni, rimarcate viepiù dall'erosione meteorica, si evidenziano, in maniera particolare, attraverso una serie di dossi ubicati sulla cresta del muro calderico, noti con il nome di *cognoli*, che, da oriente ad occidente, prendono i seguenti nomi: *Cognoli di Ottaviano* (1.112 m), *di Sant'Anastasia* (1.038 m), *di Trocchia* (1.028 m), *di Giacca* (961 m) (fig. 13).

Con la nascita del Vesuvio, in epoca medioevale, si è andata, man mano, conformando la tipica morfologia bicuspidata, nella quale il Vesuvio stesso si è mostrato, nel tempo, altimetricamente più elevato della cerchia del Somma, prima dell'eruzione del 1631, ovvero meno elevato rispetto alla medesima, come è accaduto, ad esempio, in occasione delle violente fasi esplosive dell'eruzione del 1631, che lo hanno in gran parte decapitato. Attualmente raggiunge una quota di 1.282 m.

I CARATTERI MORFOLOGICI

Con la formazione del cono vesuviano poggiato sulla platea calderica del Somma si formò, inoltre, un'ampia valle di separazione tra la stessa parete calderica e il versante settentrionale del cono vesuviano, che prende il nome di *Valle del Gigante*, lunga circa 5 km, la quale si suddivide nell'*Atrio del Cavallo*, ad ovest, e nella *Valle dell'Inferno*, ad est; tale suddivisione rimarca anche il drenaggio antitetico che si osserva nell'ambito della intera valle attraverso il convogliamento dei deflussi, rispettivamente, verso ovest e verso est (fig. 14).

Dopo la formazione del cono vesuviano e prima dell'eruzione del 1631, la valle di separazione tra i due edifici era molto profonda; essa si è riempita, man mano, durante la successiva fase interpliniana, sistematicamente invasa dalle lave emesse durante le fasi effusive dei vari cicli vesuviani. Tuttavia, poiché la maggior parte di queste lave si impaludavano regolarmente, gli originari alti morfologici, in entrambe le estremità della valle, si sono andati via via accentuando prendendo, rispettivamente, i nomi di *Fosso della Vetrana*³³, ad ovest, e *Burrone della Cupaccia*, ad est.

Il *Vesuvio* non è concentrico con il Somma, ma è spostato di 250 m, verso sud, rispetto all'antico centro eruttivo; ciò è dovuto, probabilmente, alla migrazione dello stesso asse eruttivo avvenuta già a partire dall'eruzione del 79 d.C., che, come detto, sventrò ulteriormente l'edificio del Somma verso sud-sudest. La situazione è rimasta inalterata fino alla fase interpliniana medioevale che ha portato alla nascita dello stesso Vesuvio. L'antico piano calderico del Somma, che funse da platea per il cono vesuviano, doveva certamente essere inclinato di circa 6° verso sud, inclinazione che, ancora oggi, è possibile rilevare. La base del cono vesuviano non ha occupato, in realtà, tutto il piano craterico formatosi definitivamente con l'eruzione del 79 d.C., ma ha lasciato, a sud, lungo una quota di circa 500 m, una ristretta zona marginale subpianeggiante che, estendendosi da ovest verso est, prende i nomi di: *Piano delle Ginestre*, nella porzione di arco che sottende Ercolano, *Pedementina* e *le Piane*, a monte di Torre del Greco, *Piano del Demanio*, all'altezza di Trecase e Boscoreale (fig. 15). Questa piana costituisce, in pratica, una sorta di gigantesca *berma di pendio* naturale, sulla quale si sono sistematicamente riversate le colate laviche dirette nel settore meridionale durante l'attività interpliniana di epoca storica; si ricordano quelle del 1764, 1794, 1822, 1860 e 1906.

Verso ovest, il Piano delle Ginestre è separato dal Fosso della Vetrana dalla più volte citata *collina del Salvatore*, detta anche *Colle Canteroni*, sulla quale fu costruito, nel 1841, l'Osservatorio Vesuviano (fig. 10). La collina del Salvatore, formata, come sappiamo, in gran parte dai prodotti delle eruzioni di Avellino e del 79 d.C., costituisce, in realtà, un'altura che si protende verso l'interno della zona calderizzata, troncata, ad un certo punto, da due cupole laviche formatesi durante l'attività interpliniana recente, precisamente ascrivibili al ciclo vesuviano 1874-1906, e che prendono, rispettivamente, il nome di *Colle Umberto* (1891-1893) e *Colle Margherita* (1895-1898).

LA BONIFICA IDRAULICA DEL SOMMA-VESUVIO NELLA SECONDA METÀ DELL'OTTOCENTO

L'aver inquadrato con dovizia di particolari le caratteristiche geomorfologiche del Somma-Vesuvio, costituisce, evidentemente, una premessa indispensabile per una chiara comprensione delle peculiarità che caratterizzano le forme del paesaggio del nostro vulcano e che, al tempo stesso, determinano le condizioni per l'instaurarsi di un diffuso rischio idraulico lungo le sue pendici, e, soprattutto, nelle adiacenti zone pedemontane.

Per questo motivo, già a partire dai secoli passati, si è periodicamente provveduto all'adozione di misure di salvaguardia sotto il profilo idraulico, attraverso la costruzione di opere di canalizzazione, vasche di assorbimento e di decantazione, collettori artificiali, etc.

Questi interventi furono, in realtà, il risultato della realizzazione di un complesso progetto idraulico iniziato nel 1855 dal Corpo degli ingegneri del Regno di Napoli e prosegui-

to, dallo stesso organismo tecnico sotto il governo italiano, nella seconda metà del secolo.

Appare, a questo punto, interessante risalire, attraverso un breve *excursus* storico, alle tappe fondamentali che hanno portato alla realizzazione di questa grande opera idraulica realizzata nell'area vesuviana, la quale si inserisce nel solco dell'altra eccezionale opera idraulica, quella dei Regi Lagni, realizzata due secoli prima da Domenico Fontana, che possiamo, a ragione, considerare come il fondatore della scuola di ingegneria idraulica napoletana.

IL BACINO IDROGRAFICO DEI REGI LAGNI

Fin dai tempi più remoti le abbondanti piogge nell'area del Somma-Vesuvio hanno gonfiato a dismisura i suoi alvei e trasportato a valle enormi quantità di acqua, con portate solide spesso rilevanti, tali da compromettere pesantemente la sicurezza dei centri abitati posti a valle, a causa della deposizione di queste devastanti colate fangose.

Tali eventi si verificavano non solo nella regione settentrionale del Somma-Vesuvio, ma anche in tutto l'arco appenninico, e contribuivano, in assenza di sistemazioni idrauliche a monte, a mantenere su gran parte della Piana Campana un regime paludoso, le cui condizioni, alla fine del XVI secolo, apparivano così preoccupanti da indurre il governo vicereale spagnolo ad intraprendere, agli inizi del XVII secolo, la più grossa opera di ingegneria idraulica di quell'epoca: *I Regi Lagni*³⁴.

Con tale sistema verranno, più tardi, ad interagire anche i torrenti provenienti dalla falda del Somma e, quindi, riteniamo utile premettere un inquadramento territoriale ed una breve analisi storica degli interventi idraulici realizzati per la sistemazione di questo ampio bacino idrografico.

Il bacino idrografico dei Regi Lagni, uno dei più importanti della regione Campania, si estende per circa 110.000 ettari, in direzione est-ovest, da Nola verso Acerra e, quindi, al mare, raggiungendo il litorale tra la foce del Volturno ed il lago di Patria.

Il collettore principale dei Regi Lagni (cfr. la mappa in appendice) si diparte dalla località Ponte delle Tavole, presso Marigliano, e, disegnando un'ampia ansa intorno ad Acerra, in prossimità della forcina di Casapuzzano, si riporta nella zona centrale della Piana Campana. In questo primo tratto, lungo circa 25 km, nel canale confluiscono in destra idraulica i lagni Gaudio, Boscofangone e Tora, provenienti dalle valli ubicate tra i monti del Baianese, e dal M. Fellino, mentre in sinistra idraulica vi confluiscono le acque provenienti dal vallo di Lauro (alvei Quindici e Frezza), e dal Somma-Vesuvio (alvei Campagna e Spirito Santo).

Alla stretta di Casapuzzano confluisce anche il Lago Gorgone, nel quale, presso Cancellò, confluiscono, a loro volta, anche le acque delle sorgenti del Mofito, e del Calabritto, nonché le acque di torrenti provenienti da San Felice a Cancellò e dalle prime propaggini dei monti del Beneventano.

Piegando leggermente verso nord-ovest, il collettore principale (Lagno Maestro) giunge in prossimità di Ponte Selice, per poi disporsi quasi parallelamente al Volturno, raggiungendo, dopo circa 25 km, la costa, nel tratto compreso tra il Lago Patria e Castel Volturno.

Una particolarità di quest'opera consiste nel fatto che il canale centrale è affiancato da due controfossi, ed è da essi separato da due argini in terra. La funzione di tali canali laterali è quella di non caricare, nei periodi piovosi, il canale centrale, già colmo delle acque provenienti dalle zone montane (acque alte), anche delle acque piovane ricadenti sulla pianura (acque basse). Le acque dei canali laterali vengono reimmesse, via via, nel canale centrale, nei punti dove la pendenza lo consente, prevalentemente dalla destra idraulica; i punti di immissione sono ubicati presso la forcina di Casapuzzano, presso il ponte di Sant'Antonio, ed alla Croce dei Lagni, dove confluisce anche il canale Apramo. Il canale in sinistra idraulica si estende invece dall'origine, ininterrottamente fino alla foce.

È possibile che il nome dei Regi Lagni risalga dall'antico tortuoso torrente Clanio, come si evince dal seguente brano tratto da uno scritto del Caporale: «in parte originato

Figura 13

La Valle del Gigante, lunga circa 5 km, con in evidenza la parete calderica settentrionale del Somma, ed i vari dossi, detti *cognoli*, che rimarkano la sua cresta. La valle è a doppio displuvio, e prende il nome di Atrio del Cavallo, verso ovest, e Valle dell'Inferno, verso est. Lo spartiacque, che agli inizi del Novecento era poco più ad est di Punta del Nasone, dopo l'eruzione del 1944, con la quale si ebbe la completa invasione dell'Atrio del Cavallo da parte della lava, migrò ancora più ad est.

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



dall'agro nolano, in parte ingrossato dalle sorgenti del Ruillo e del Mefito, bagna l'agro acerrano e, traendo per l'avversano, si scarica in mare»³⁵.

Il corso d'acqua, privo com'era di canalizzazioni, rappresentava un grave problema per tutta l'area dei laghi, generando il malsano impaludamento della piana, causa prima del mancato insediamento umano sul territorio e del conseguente allontanamento, su fasce estreme del bacino, di centri urbani stratificati.

Le condizioni del territorio alla fine del XVI secolo apparivano particolarmente preoccupanti. Alla difficile urbanizzazione del territorio si aggiungeva, infatti, la grave deficienza ambientale determinata dallo stato dei laghi: le acque erano impedito nel loro decorso attraverso gli alvei dagli ingombri provocati da ogni genere di depositi ed infestavano i territori circostanti, allagando le strade e creando dei veri e propri pantani.

Il libero deflusso delle acque era ulteriormente ostacolato dalla precaria condizione della foce del Patria che, proprietà di privati e priva di qualsiasi manutenzione, era intasata di sedimenti e contribuiva sensibilmente a compromettere il già turbato equilibrio idraulico della pianura campana fino a Nola³⁶. In tale anomala situazione è da ricercare il motivo per cui, nell'ultimo decennio del XVI secolo, si cercò di creare uno sbocco a mare alternativo, provvedendo, nel contempo, a rettificare le sinuosità dell'alveo, da Nola al lago Patria.

Il progetto, elaborato da Domenico Fontana, ebbe inizio nel 1601, e fu, dallo stesso, portato avanti tra alterne vicende, per tutto il decennio successivo, periodo nel quale fu realizzata, tuttavia, solo in parte l'ambiziosa opera di bonifica. Nel 1610 era, infatti, terminato soltanto il prosciugamento delle paludi, opera, comunque importantissima, che aveva consentito il recupero all'agricoltura di buona parte della Pianura Campana³⁷.

Oltre a questi lavori principali furono attuati anche interventi complementari atti a migliorare la rete di drenaggio periferica, il consolidamento degli argini e la risistemazio-

**Figura 14**

La zona di contatto tra il cono vesuviano, ed il relitto calderico del Somma, si estende tra i 400, ed i 500 m s.l.m., individuando, a partire da ovest, il Piano delle Ginestre (tratto tra Ercolano e Torre del Greco), la Pedementina (tratto tra Torre del Greco e Torre Annunziata), ed il Piano del Demanio (tratto tra Torre Annunziata e Boscotrecase).

foto di G. Rolandi

ne della vegetazione. Si provvide, altresì, alla ristrutturazione del sistema di ponti, indispensabile per favorire le vie di comunicazione, ampliando le campate di quelli esistenti e costruendone di nuovi per l'attraversamento dei controfossi.

Interventi di tale importanza migliorarono sostanzialmente le condizioni igienico-sanitarie dei luoghi; ci fu un notevole incremento demografico, con sviluppo di nuovi insediamenti abitativi ed il ripopolamento di quelli antichi. Esempio emblematico è quello di Acerra, che, spopolatasi a causa della malaria nel XVI secolo, per la migliorata vivibilità della zona vide raddoppiare, in un secolo, il numero dei suoi abitanti³⁸.

L'efficienza della nuova struttura idraulica, che così profondamente aveva mutato la fruibilità del territorio, non tardò ad esser messa in crisi dalla mancanza di un'adeguata manutenzione che limitasse i danni indotti dall'azione erosiva esercitata dall'acqua sugli argini, dalla formazione di depositi calcarei dovuti all'elevata durezza delle acque sorgive e dallo scarico dei rifiuti accumulati sugli argini dai proprietari delle masserie circostanti.

Questa situazione determinò frequenti inondazioni delle campagne e ristagni delle acque nei canali, parte dei quali utilizzati per la macerazione della canapa, con gravi problemi per la popolazione residente.

Per contenere tali inconvenienti, tra il 1749 ed il 1870, furono realizzati degli interventi atti a garantire il deflusso delle acque a mare, e, al fine di ostacolare l'azione erosiva esercitata sugli argini, nel 1749, per iniziativa di Carlo di Borbone, veniva avviata la sistemazione delle sponde con la collocazione di filari di pioppi, che continuò per alcuni decenni.

La bonifica dei Regi Lagni, come si è osservato, riguardò inizialmente il cuore della Piana Campana, costituita dal fertilissimo territorio di *Terra di Lavoro*; ad oltre cento anni dall'inizio del progetto, tuttavia, non era stata ancora estesa alle aree adiacenti, né

L'OPERA DI AFAN DE RIVERA

tantomeno alla fascia pedemontana del Somma-Vesuvio che, particolarmente sul versante settentrionale, soffriva della mancanza di un riequilibrio idraulico delle acque provenienti da monte e conservava, di conseguenza, ancora un regime palustre.

Il genio di Domenico Fontana e l'efficienza mostrata dal governo spagnolo e da Carlo di Borbone non trovarono, evidentemente, riscontro tra i governanti e tra gli ingegneri napoletani della fine del Settecento; vigea, anzi, una tale carenza professionale e culturale, unitamente ad un diffuso disordine tecnico, che poneva i nostri ingegneri ed architetti assolutamente non all'altezza delle altre scuole che si andavano affermando nell'Europa del XVIII secolo; a testimonianza di ciò, basti pensare alla disastrosa condizione in cui versavano le poche strade del Regno in questo periodo.

Nel 1806 Ferdinando IV di Borbone, avendo ripreso le armi contro i Francesi, fu deposto da Gioacchino Murat e costretto a riparare, nuovamente, in Sicilia. Con la conquista del Regno di Napoli da parte dei Francesi si ebbe, come è noto, una significativa svolta rispetto al passato regime borbonico, tale da sconvolgere il vecchio assetto economico-amministrativo attraverso un generale processo di modernizzazione dell'apparato statale, inimmaginabile per quell'epoca, non solo nel Regno di Napoli ma anche nel resto della penisola italiana.

Questa nuova linfa rivoluzionaria, che scosse dalle fondamenta un sistema di governo diventato ormai obsoleto, investì anche la gestione tecnica degli interventi sul territorio, con la creazione di un efficiente organismo: il *Corpo dei ponti e strade* che, ispirandosi all'omonimo modello francese del *Corps des ponts et chaussées*, vide la luce il 18 novembre 1808.

Vennero chiamati a far parte di questa nuova istituzione i migliori ingegneri ed architetti del Regno, i quali, divisi in fasce di competenza, dovevano occuparsi di tutti i lavori pubblici riguardanti la manutenzione delle strade, dei ponti e delle opere di bonifica, sotto la giurisdizione del Ministero degli interni.

Un'altra innovazione fondamentale, che completò il processo di riordino delle strutture tecniche del Regno, fu la istituzione, il 4 marzo del 1811, della Scuola di Applicazione, anch'essa sorta a modello dell'École Nationale et d'Application des Ponts et chaussées, che costituirà la struttura portante per la formazione dei futuri ingegneri napoletani, non più affidata all'empirismo ed all'improvvisazione, ma basata su solide conoscenze scientifiche.

Il 22 febbraio 1811 assunse la direzione generale di *Ponti e strade* Pietro Colletta e, subito dopo, nel 1812, venne, tra l'altro, affidata a tale organismo la cura e la manutenzione dei Regi Lagni. Fu così attuato il miglioramento e l'ampliamento della rete di canali, furono incanalate le sorgenti di Carditello e fu bonificato il pantano di Acerra, unitamente alle paludi di Candelaro, Aurno, Lorianò, Maddaloni, Sant' Arcangelo, Porrobianco, Ponterotto.

Nel 1816, in occasione della restaurazione borbonica, il Colletta dovette lasciare il suo incarico. Caduto, difatti, Napoleone e fatto fucilare Gioacchino Murat, il sovrano si riappropriò del Regno di Napoli, abrogò la Costituzione concessa nel 1812 alla Sicilia e fuse i due Regni in uno solo, proclamandosi Ferdinando I, re delle due Sicilie.

Si mettono in luce, in questo periodo, l'ingegno e la capacità di Carlo Afan de Rivera, la cui opera è stata mirabilmente analizzata recentemente da A. Di. Biasio³⁹.

Carlo Afan de Rivera nacque a Gaeta nel 1779; egli fu un lealista avendo seguito i Borbone in Sicilia, tuttavia, a differenza di coloro che puntavano ad un ritorno all'antico, si pronunciò subito per la assoluta necessità di confermare la struttura di *Ponti e strade* creata dal governo francese, nonché di mantenere in vita la Scuola di Applicazione. Afan de Rivera ribadisce in numerosi articoli le sue idee intorno al consolidamento e al potenziamento delle strutture tecniche create dai Francesi, ma trova, in ciò, un tenace

oppositore nel colonnello del Genio Francesco Piscicelli. Questi, pur essendo stato membro del Corpo degli ingegneri napoletani fin dal 1810, era fautore di un cambiamento totale di tale organismo. In un primo tempo, fu il Piscicelli, al quale era stata affidata la direzione del Corpo degli ingegneri, ad affermare la sua posizione a discapito di quella del de Rivera, dando, così, inizio a quella che apparve subito come una vera e propria involuzione rispetto al recente passato francese: con regio decreto il *Corpo dei ponti e strade* venne, infatti, soppiantato da una Direzione generale, affidata allo stesso Piscicelli, alle dirette dipendenze del Ministero degli interni e, di lì a poco, fu soppressa anche la Scuola di Applicazione.

Nel 1824, tuttavia, preso atto del totale fallimento della riforma Piscicelli, re Ferdinando nominò Afan de Rivera direttore generale dei *Ponti e strade*; e fu questa una svolta epocale per l'ingegneria napoletana.

I problemi del paludismo della Piana Campana, in relazione al disordine idraulico-forestale delle montagne, vengono tenuti nella massima considerazione dal de Rivera che sosteneva, a ragione, che la razionalizzazione e l'efficienza della rete stradale nella pianura risultavano ostacolate dalla presenza della palude. La soluzione dei problemi idraulici nelle terre paludose è, dunque, il punto cardine della sua politica territoriale che fu realizzata non solo con il riequilibrio idraulico e con colmate ma, anche favorendo l'insediamento della popolazione nelle zone bonificate.

Nel 1826 Afan de Rivera ripristinò il Corpo dei ponti e strade facendone una struttura razionale ed efficiente, in grado di attuare le sue idee circa la soluzione dei problemi del paludismo della Piana Campana. Nel 1839 furono intrapresi numerosi interventi sui Regi Lagni e la sistemazione del basso corso del fiume Volturno con la creazione di nuovi alvei, in seguito ai quali fu possibile realizzare la costruzione di nuove strade e l'utilizzo agricolo di ampie zone non più paludose⁴⁰. Nel 1852 Afan de Rivera potenziò ulteriormente il Corpo dei ponti e strade, ma quello fu anche l'anno che vide la sua morte.

Grazie all'opera di Afan de Rivera che, pur tra innumerevoli vicissitudini, aveva saputo sviluppare con competenza e tenacia il *Corpo di ponti e strade* sorto nel decennio francese, al momento dell'unificazione del Paese questo organismo tecnico, di concezione interamente napoletana, costituiva una delle strutture più efficienti e prestigiose nella gestione del territorio della nuova nazione che stava nascendo.

Durante i ventisei anni di reggenza del *Corpo dei ponti e strade* da parte di Afan de Rivera, pur essendosi costituito nel Regno di Napoli uno stuolo di valenti ingegneri, non era stata ancora varata una legge generale sulla bonifica delle paludi, nonostante lo stesso Afan de Rivera si fosse battuto con tutte le sue forze per la realizzazione delle opere di risanamento delle zone paludose.

Finalmente, l'11 maggio 1855 e, successivamente, il 28 luglio 1859 il governo borbonico emanò le opportune leggi sulla bonifica, cui si affiancarono quelle successive del 18 giugno 1899 e del 21 marzo 1900.

I lavori furono estesi anche all'area del Somma-Vesuvio, e riguardarono, in maniera esclusiva, i settori settentrionale ed occidentale del vulcano; quello meridionale, in prima istanza, non fu preso in considerazione, poiché non era stata riscontrata una precarietà eccessiva nella sua condizione idraulica, per le portate solide meno abbondanti e per la brevità dei percorsi degli alvei, data la vicinanza del mare nel quale sboccano direttamente.

In effetti, come già si è osservato, il disordine idraulico era molto più diffuso nel settore settentrionale dove le aste torrentizie, essendo prive di un recapito finale, favorivano la dispersione delle acque nella sottostante piana, impaludandola. Nello stesso tempo, anche il settore montano versava nel più completo disordine idraulico, con esaltazione

**GLI INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE
DEL RISCHIO IDRAULICO AL SOMMA-VESUVIO
NEL PERIODO 1855-1906**

dei fenomeni erosivi.

Era, quindi, urgente intervenire a monte e a valle, sia aumentando la stabilità dei pendii con interventi di ingegneria naturalistica (graticciate, fascinate, palizzate) ampiamente impiegati già dalla fine del XIX secolo, sia mitigando le pendenze degli alvei, creando gli opportuni collegamenti con il sistema dei Regi Lagni, realizzando artificialmente nuove linee scolanti.

La zona montana fu bonificata sotto il profilo idraulico mediante l'esecuzione delle seguenti opere:

briglie di ritenuta, per limitare il trasporto solido verso valle, pervenendo, nel contempo, alla consolidazione delle sponde degli alvei, costituiti da materiale piroclastico facilmente soggetto a franamento;

briglie di salto, per diminuire la pendenza e, quindi, la velocità delle acque defluenti; vasche di sedimentazione, per abbattere le portate solide dei corsi d'acqua ed ubicate nelle zone con brusca rottura di pendenza per evitare la eccessiva deposizione nei canali adduttori di valle ed il relativo pericolo di intasamento;

vasche di assorbimento, per quei corsi d'acqua che non si immettono in linee scolanti dotate di recapito, in mancanza delle quali si provocherebbero forti alluvionamenti;

argini contenitori, per mitigare il rischio di esondazione nella pianura dove, generalmente, gli alvei torrentizi erano poco incassati;

briglie di fondo, per attenuare l'erosione del fondo dell'alveo.

Fanno bella mostra sulle pendici del vulcano alcune opere che, sebbene ristrutturate recentemente, nella fattispecie ricalcano fedelmente lo stile delle opere idrauliche borboniche (fig. 15).

La zona di valle fu anch'essa oggetto di grandi opere di canalizzazione, che, direttamente od indirettamente, convogliavano le acque verso il sistema dei Regi Lagni. Fu costruito, inoltre, un nuovo collettore artificiale, l'Alveo di Pollena, con recapito direttamente a mare.

Il dettaglio di queste opere, relativamente ai diversi settori d'appartenenza, è il seguente (cfr. la mappa in appendice):

- settore orientale: *recapiti in vasche di assorbimento*; per gli alvei adduttori dei bacini ricadenti in questo settore: Camaldoli, Campetiello, Pepparuli, Zabatta e San Leonardo, con i relativi affluenti, furono progettati altrettanti recapiti in vasche d'assorbimento, ubicate nei punti in cui gli alvei iniziavano il loro tratto a bassa pendenza. Questo accorgimento era stato scelto in virtù del fatto che le aste terminali risultavano ubicate a distanze considerevoli sia dal sistema dei Regi Lagni, sia dal mare;

- settore nord-nordorientale: *recapiti nei Regi Lagni*; verso nord-est furono costruiti due collettori che facevano confluire nei Regi Lagni le acque dei bacini presenti in questo settore: l'Alberolungo, che raccoglie le acque dei torrenti Piazzolla, Santa Teresa, Macedonio e Costantinopoli, ed il Campagna, che raccoglie le acque dei torrenti Purgatorio e Leone; ciascun torrente è ingrossato, ovviamente, dai relativi affluenti. Più a nord, il solo torrente Santo Spirito, dopo un percorso di 12 km, recapitava le sue acque nei Regi Lagni, presso Licignano, dopo aver ricevuto, alla sezione di sbocco della relativa area bacinale di monte, le acque dei vari affluenti – Sorbo, Olivella, etc. –;

- settore nord-occidentale: *recapiti nel collettore artificiale dell'Alveo di Pollena*; l'Alveo di Pollena è un collettore artificiale della lunghezza di 6 km che riceve, in sinistra idraulica, le acque dei torrenti Maddalena-Trocchia, Pollena, Molara, San Domenico, Faraoe, impedendo, di fatto, l'alimentazione del paludismo nella fascia pedemontana, dal momento che le acque vennero convogliate direttamente a mare, all'altezza dei Granili.

Per quel che concerne, infine, i settori occidentale e meridionale, si è già detto che, a causa delle limitate portate dei corsi d'acqua e del ridotto carico solido, non fu ritenuto

**Figura 15**

Opera idraulica “borbonica” al Somma:
briglia a 4 salti costruita nel 1906
nell'alveo di Trocchia e
recentemente ristrutturata.

foto di G. Rolandi

urgente porre mano alla bonifica idraulica di questi settori, i cui colatori avevano, peraltro, sbocco diretto a mare.

Tra il 1855 ed il 1906 fu, dunque, concepito ed attuato, in maniera a dir poco geniale, un progetto complessivo che risolse organicamente i rapporti idraulici montagna-pianura, assunto tanto caro ad Afan de Rivera.

Si trattò, come si può ben comprendere, di un intervento idraulico di grossa rilevanza, le cui strutture sopra menzionate sono ancora oggi, nelle loro grandi linee, perfettamente operanti, a testimonianza della bontà del progetto concepito da Afan de Rivera.

IL RISCHIO VULCANICO E IDRAULICO AL SOMMA-VESUVIO

L'analisi della storia eruttiva del Somma-Vesuvio, e delle sue caratteristiche morfologiche, che, evidentemente, sono l'espressione diretta del tipo di attività che ha caratterizzato il vulcano negli ultimi 25.000 anni, ci ha consentito di porre a confronto due problematiche di rischio, vulcanico ed idraulico, importantissime nei riguardi di un apparato vulcanico ubicato in un'area densamente abitata.

In relazione con gli aspetti connessi alle problematiche di rischio vulcanico, è stato evidenziato come l'area vesuviana, a forte densità abitativa, venga ad essere considerata ad alto rischio, per la presenza in essa del vulcano più famoso del mondo, il Somma-Vesuvio, a sua volta ritenuto ad elevata pericolosità vulcanica.

In tale contesto, il motivo dominante delle varie ricerche su tale delicato argomento, dovrebbe essere rivolto a definire più scenari di rischio, con conseguenti misure di salvaguardia, che dovrebbero ragionevolmente scaturire da un ampio confronto su diverse proposte operative.

È stato evidenziato, a tale riguardo, che molto è stato fatto in tal senso, ma che si è inteso privilegiare, purtroppo, la sola ipotesi di scenario di rischio vulcanico a breve termine, il che ha comportato la sollecita elaborazione del piano di evacuazione dell'area vesuviana, con evidenti ripercussioni sulle condizioni di vivibilità quotidiana per le popolazioni che vivono in essa, continuamente allertate da episodi, spesso banali, e perciò sottoposte continuamente a pericolosi aumenti di tensione.

Il piano, invero, sembra riflettere in pieno un clima di emergenza esteso all'intera area vesuviana, in relazione ad un rischio vulcanico incombente, ed è evidente che tale clima non potrà protrarsi per lungo tempo in assenza di presupposti concreti che facciano presagire l'imminenza di un evento eruttivo.

Per quel che concerne il rischio idraulico, d'altro canto, si è avuto modo di osservare come questa problematica fosse particolarmente sentita già nel XIX secolo, e come stesse particolarmente a cuore ad un uomo solerte e capace, quale era Afan de Rivera.

Se, per ipotesi, fossimo sollecitati ad esprimere un giudizio sullo stato di efficienza attuale delle opere idrauliche al Somma-Vesuvio, non esiteremmo a rispondere che queste erano molto più efficienti alla fine dell'Ottocento. Ciò equivale a dire, in sostanza, che è aumentata la pericolosità idraulica⁴¹ e che, essendo aumentati a dismisura gli insediamenti abitativi, è aumentato, di conseguenza, anche il rischio idraulico nell'area vesuviana.

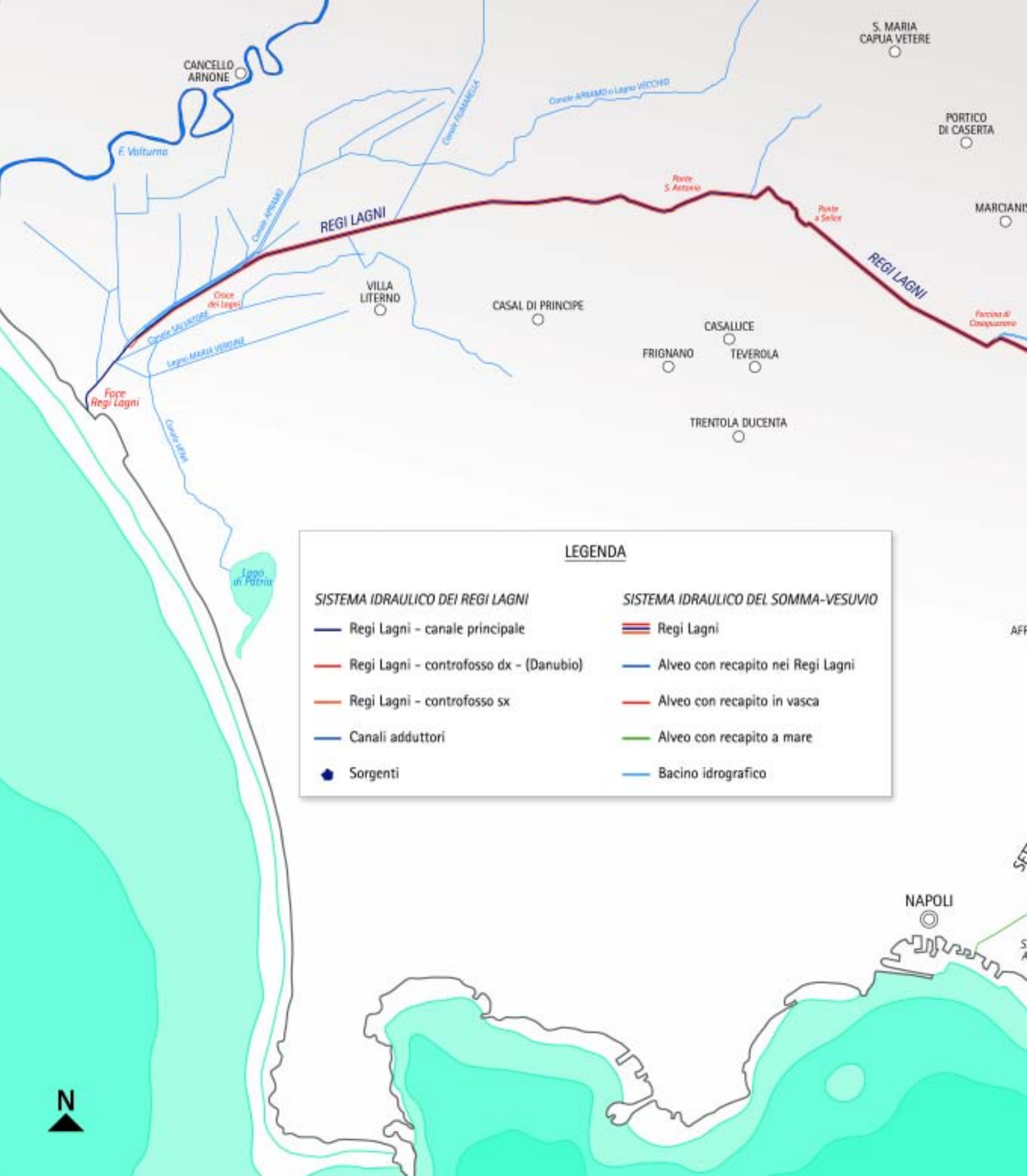
Si giunge così al paradosso di mantenere periodicamente allertata una popolazione su fatti connessi ad un rischio vulcanico, che potrebbe essere anche non incombente, e di trascurare del tutto la messa in sicurezza del territorio vesuviano nei confronti di un tipo di rischio, quello idraulico, che potrebbe avere tempi di ritorno più brevi.

Vale la pena rimarcare, ulteriormente, un altro importante aspetto, e cioè, che le opere di ingegneria idraulica progettate da Afan de Rivera trovarono piena attuazione nel periodo 1850-1906, durante il quale il vulcano, come sappiamo, era in piena attività eruttiva interpliniana. Non è da escludere, quindi, che per il loro dimensionamento siano stati

tenuti in debito conto anche gli effetti collaterali di tali eruzioni, quali piogge, colate fangose, etc. Le ampie sezioni di alcuni alvei ne sarebbero la conferma. Ed, in effetti, numerose testimonianze storiche sono concordi nell'esaltare proprio il ruolo di tale importante rete drenante nella mitigazione degli effetti devastanti sul territorio vesuviano nelle fasi finali dell'eruzione del 1906.

Di tutto ciò, purtroppo, si è persa la memoria storica. Come spiegare altrimenti le diffuse e pericolose opere di tombatura, interessanti ampi tratti di alvei scolanti verso valle, che, in tal modo, hanno perso gran parte della loro azione mitigatrice? E che pensare, poi, della realizzazione di una linea ferroviaria per l'alta velocità, a mezza costa sul pendio del vulcano, ubicata, per intenderci, in una zona ad alto rischio vulcanico, e perciò, certamente in antitesi con le citate misure di salvaguardia?

Verrebbe da pensare che viviamo proprio in uno strano paese e che, purtroppo, all'orizzonte non sembra profilarsi nemmeno la figura di un novello Afan de Rivera. Ce ne sarebbe estremo bisogno.





NOTE

- ¹ Cfr. B. DE VIVO, G. ROLANDI, P. B. GANS, A. CALVERT, W. A. BOHRSON, F. J. SPERA AND H. E. BELKIN, *New constraints on the piroclastic eruptive history of the Campanian volcanic Plain (Italy)*, in «Mineralogy and Petrology», 2001.
- ² L'età di questi prodotti e di quelli che indicheremo in seguito è stata ottenuta con il metodo di datazione del C¹⁴.
- ³ Cfr. G. ROLANDI, *The eruptive History of Somma-Vesuvius. Volcanism and archeology* in M. CORTINI AND B. DEVIVO (eds.), *Mediterranean area*, Research Singpost, 1977.
- ⁴ Cfr. IDEM e inoltre, G. ROLANDI, S. MARAFFI, P. PETROSINO, L. LIRER, *The Ottaviano eruption of Somma-Vesuvio (8000 y b.p.): a magmatic alternating fall and flow forming eruption*, in «Journ. of Volcanol. and Geoth. Res.», 58b, 1993, pp. 43-65.
- ⁵ Cfr. G. ROLANDI, G. MASTOLORENZO, A. M. BARRELLA, A. BORRELLI, *The Avellino plinian eruption of Somma-Vesuvius (3760 y b.p.): the progressive evolution from magmatic to hydromagmatic style*, in «Journ. of Volcanol. and Geoth. Res.», 58a, 1993, pp. 67-88.
- ⁶ Cfr. G. ROLANDI, P. PETROSINO, J. MC GEEHIN, *The interplinian activity at Somma-Vesuvius in the last 3500 b. p. years*, in «Journ. of Volcanol. and Geoth. Res.», 82, 1998, pp.19-52.
- ⁷ Cfr. A. SCHERILLO, *Il Vesuvio prima e dopo Plinio*, in AA. VV., *La regione sotterrata dal Vesuvio. Studi e prospettive*, a cura di A. De Franciscis, Atti del Convegno internazionale, 11-15 nov. 1979, Napoli 1982, pp. 945-955.
- ⁸ Cfr. G. ROLANDI, G. MASTOLORENZO, A. M. BARRELLA, A. BORRELLI, *The Avellino plinian*, cit.
- ⁹ Cfr. STRABONE, I, 2, 18 C26.
- ¹⁰ Cfr. G. ROLANDI, P. PETROSINO, J. MC GEEHIN, *The interplinian activity*, cit.
- ¹¹ «Il monte, nel suo complesso, ha la forma di un anfiteatro. Sui suoi fianchi ci sono molti alberi e viti, ed un passaggio interno dà accesso al fuoco.», C. DIONE, *Historiae Romanae*, LXVI, pp. 21-25
- ¹² «Il monte dista 70 stadi a sud di Napoli. È molto scosceso: la sua parte bassa è allietata dalla fresca ombra dei boschi; quella alta, invece, è spaventosa per i burroni e la grandissima asperità. Al centro della sommità c'è un abisso così profondo che sembra giungere alle profonde radici del monte. Se si osasse guardare dall'alto già si potrebbe vedere il fuoco. La sua fiamma si arrotola su per sé stessa e non è assolutamente rovinosa per gli abitanti.», P. DA CESAREA, *De Bello Gotthico*, II, 4.
- ¹³ Cfr. G. ROLANDI, R. MUNNO, I. POSTIGLIONE, *The A.D. 472 eruption of Somma*, Sottoposto al «Bull. of Volcanol.», 2001.
- ¹⁴ Cfr. G. ROLANDI, P. PETROSINO, J. MC GEEHIN, *The interplinian activity*, cit.
- ¹⁵ «Nel sesto giorno delle Calende di febbraio il Vesuvio eruttò un incendio [lava] tale che defluì fino al mare».
- ¹⁶ Cfr. G. ROLANDI, P. PETROSINO, J. MC GEEHIN, *The interplinian activity*, cit.
- ¹⁷ Cfr. E. RENNA, *Vesuvius mons*, Procaccini, Napoli 1992; a pag. 40 dello stesso testo è possibile rinvenire l'immagine riportata in fig. 8d.
- ¹⁸ Cfr. A. PARASCANDOLA, *L'attività e la forma del Vesuvio nell'antichità e l'origine del suo nome*, in «Gli Abissi», 1, n. 1, 1935.
- ¹⁹ Cfr. C. ROSINI, *Dissertationis Isagogicae ad herculanensium voluminum explanationem*, I, Napoli 1797.
- ²⁰ Cfr. E. RENNA, *Vesuvius mons*, cit.
- ²¹ Cfr. A. PARASCANDOLA, *L'attività e la forma*, cit.
- ²² Cfr. A. AMATI, *Dizionario corografico dell'Italia*, VIII: 238, Milano 1878.
- ²³ Cfr. M.T. CICERONE, *De officiis*, lib. VIII, cap. X.
- ²⁴ Cfr. M. VALERIO, *Memorabilia*, lib. VII, cap.III.
- ²⁵ Cfr. G. MARTORELLI, *De regia theca calamaria*, Napoli 1756.
- ²⁶ Cfr. M. DELLA CORTE, *Augustiana*, in «Atti della reale accademia di Archeol., Lett., Belle Arti», Nuova serie, XIII, 1993.
- ²⁷ Cfr. S. CANTONE, *A proposito di dove morì Augusto*, Pomigliano d'Arco 1993.
- ²⁸ Cfr. R. D'AVINO, *La reale villa di Augusto in Somma Vesuviana*, Napoli 1979, pp. 1-54; cfr. inoltre IDEM, *Note su presenze romane a Somma*, II, Marigliano 1998, pp. 1-48.
- ²⁹ Cfr. B. CAPASSO, *Monumenta ad Neapolitani Ducatus historiam pertinentia*, Napoli 1881.
- ³⁰ Cfr. G. VILLANO, *Croniche di Parthenope*, I. I, c. X, Napoli 1680.
- ³¹ Cfr. G. ROLANDI, A. M. BARRELLA, A. BORRELLI, *The 1631 eruption of Vesuvius* in «Journ of Volcanol. and Geoth. Res.», 58c, 1993, pp.183-201.
- ³² Cfr. F. BARBERI (Coord.), *Commissione protezione civile-Piano Nazionale Emergenza area vesuviana*, Prefettura di Napoli, 25 novembre 1995.
- ³³ Il nome Fosso della Vetrana trae origine dal fatto che le lave che si riversavano nell'Atrio del Cavallo giungevano a questo salto morfologico con la crosta irrigidita, e pertanto, riversandosi verso valle, emanavano un rumore simile ad una rottura di vetri.
- ³⁴ Cfr. G. FIENGO, *I Regi Lagni e la bonifica della Campania Felix durante il vicereame spagnolo*, Leo S. Olschki, Firenze 1988.
- ³⁵ G. CAPORALE, *Dell'Agro acerrano e della sua condizione sanitaria*, Stabilimento tipografico T. Cattrau, Napoli 1859, pp. 228-232.
- ³⁶ IDEM.
- ³⁷ Cfr. G. FIENGO, *I Regi Lagni*, cit.
- ³⁸ Cfr. G. CAPORALE, *Dell'Agro acerrano*, cit.
- ³⁹ Cfr. A. DI BIASIO, *Carlo Afan de Rivera e il Corpo dei ponti e strade*, Istituto per la storia del Risorgimento Italiano-Comitato di Latina, Amministrazione provinciale, Latina 1991 e la bibliografia ivi contenuta.
- ⁴⁰ Cfr. C. AFAN DE RIVERA, *Memorie intorno al bonificamento del bacino inferiore del Volturno*, Stamperia del Fibreno, Napoli 1840.

BIBLIOGRAFIA

- ⁴¹ Cfr. P. DE VITA, A. VALLARIO, *Il Rischio idrogeologico del Somma-Vesuvio*, Mem. Soc. Geol. It., 51, 1996, pp. 1075-1085.
- AFAN DE RIVERA C., *Memorie intorno al bonificazione del bacino inferiore del Volturno*, Stamperia del Fibreno, Napoli 1840.
- AMATI A., *Dizionario corografico dell'Italia*, VIII: 238, Milano 1878.
- BARBERI F. (Coord.), *Commissione protezione civile- Piano Nazionale Emergenza area vesuviana*, Prefettura di Napoli, 25 novembre, 1995.
- CANTONE S., *A proposito di dove morì Augusto*, Pomigliano, 1993.
- CAPASSO B., *Monumenta ad Neapolitani Ducatus historiam pertinentia*, Napoli 1881.
- CAPORALE G., *Dell'Agro acerrano e della sua condizione sanitaria*, Stabilimento tipografico T. Cattrau, Napoli 1859.
- CICERONE M.T., *De officiis*, lib. VIII, cap. X.
- DA CESAREA P., *De Bello Gothico*, II, 4.
- D'AVINO R., *La reale villa di Augusto in Somma Vesuviana*, Napoli 1979, pp. 1-54.
- D'AVINO R., *Note su presenze romane a Somma*, II, Marigliano 1998, pp. 1-48.
- DELLA CORTE M., *Augustiana*, in «Atti della reale accademia di Archeol., Lett., Belle Arti», Nuova serie, XIII, 1993.
- DE VITA P., VALLARIO A., *Il Rischio idrogeologico del Somma-Vesuvio*, Mem. Soc. Geol. It., 51, 1996, pp. 1075-1085.
- DE VIVO B., ROLANDI G., GANS P. B., CALVERT A., BOHRSON W. A., SPERA F. J. AND BELKIN H. E., *New constraints on the piroclastic eruptive history of the Campanian volcanic Plain (Italy)*, in «Mineralogy and Petrology», 2001.
- DI BIASIO A., *Carlo Afan de Rivera e il Corpo dei ponti e strade*, Istituto per la storia del Risorgimento Italiano-Comitato di Latina, Amministrazione provinciale, Latina 1991.
- FIENGO G., *I Regi Lagni e la bonifica della Campania Felix durante il vicereame spagnolo*, Leo S. Olschki, Firenze 1988.
- MARTORELLI G., *De regia theca calamaria*, Napoli 1756.
- PARASCANDOLA A., *L'attività e la forma del Vesuvio nell'antichità e l'origine del suo nome*, in «Gli Abissi», 1, n. 1, 1935.
- Relazione del Comitato centrale di soccorso per l'eruzione del 1906*, Portici 1908.
- RENNA E., *Vesuvius mons*, Procaccini, Napoli 1992.
- ROLANDI G., *The eruptive History of Somma-Vesuvius. Volcanism and archeology* in M. CORTINI AND B. DEVIVO (eds.), *Mediterranean area*, Research Singpost, 1977.
- ROLANDI G., MASTOLORENZO G., BARRELLA A. M., BORRELLI A., *The Avellino plinian eruption of Somma Vesuvius (3760 y b.p.): the progressive evolution from magmatic to hydromagmatic style*, in «Journ. of Volcanol. and Geoth. Res.», 58a, 1993, pp. 67-88.
- ROLANDI G., MARAFFI S., PETROSINO P., LIRER L., *The Ottaviano eruption of Somma-Vesuvio (8000 y b.p.): a magmatic alternating fall and flow forming eruption*, in «Journ. of Volcanol. and Geoth. Res.», 58b, 1993, pp. 43-65.
- ROLANDI G., BARRELLA A. M., BORRELLI A., *The 1631 eruption of Vesuvius* in «Journ of Volcanol. and Geoth. Res.», 58c, 1993, pp. 183-201.
- ROLANDI G., PETROSINO P., MC GEEHIN J., *The interplinian activity at Somma-Vesuvius in the last 3500 b. p. years*, in «Journ. of Volcanol. and Geoth. Res.», 82, 1998, pp. 19-52.
- ROLANDI G., MUNNO R., POSTIGLIONE I., *The A.D. 472 eruption of Somma*, Sottoposto al Bull. of Volcanol., 2001.
- ROSINI C., *Dissertationis Isagogicae ad herculanensium voluminum explanationem*, I, Napoli 1797.
- SAGACIS LANDOLPHI, *Historia romana*, a cura di A. Crivellucci, 1, Roma 1912.
- SCHERILLO A., *Il Vesuvio prima e dopo Plinio*, in AA. VV., *La regione sotterrata dal Vesuvio. Studi e prospettive*, a cura di A. DE FRANCISCIS, Atti del Convegno internazionale, 11-15 nov. 1979, Napoli 1982, pp. 945-955.
- STRABONE, I, 2, 18 C26.
- VALERIO M., *Memorabilia*, lib. VII, cap. III.
- VILLANO G., *Croniche di Parthenope*, I. I, cap. X, Napoli 1680.



Lave a corda

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



LE ALLUVIONI E LE COLATE DI FANGO SUCCESSIVE ALLE ERUZIONI DEL VESUVIO STORIA E CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO

Stefano Carlino

Vulcanologo, libero professionista

Quando sentiamo parlare di lava richiamiamo alla mente la roccia fusa e fiammeggiante prodotta dalle fratture o dai crateri di un vulcano, risultato finale di una complessa dinamica interna del nostro pianeta. L'origine di questa parola risale, tuttavia, ad un fenomeno che, sebbene sia in molti casi indirettamente legato all'attività vulcanica, non è peculiare di quest'ultima. Fin dai tempi dei Borboni, difatti, il termine *lava* veniva utilizzato per descrivere le colate di fango e detriti (*lave di fango*) che si formavano in seguito alle alluvioni nell'area campana, sia nelle zone alle falde del Vesuvio che in quelle alle base dei massicci carbonatici limitrofi. Solo molti anni dopo il 1631, anno in cui il Vesuvio si risveglia da un lungo periodo di quiescenza, tale lava assumerà il significato che oggi conosciamo. Tuttavia i fenomeni alluvionali sono, spesso, strettamente concatenati all'attività eruttiva e, in modo più specifico, all'attività esplosiva. Questa attività è caratterizzata dall'emissione di ceneri, pomici e lapilli, materiali poco coerenti, derivanti dalla frammentazione del magma che, nel corso di un'eruzione, quando giunge nella parte sommitale del condotto, a causa della liberazione improvvisa dei gas depressurizzati, viene sgretolato in elementi di diversa grandezza. L'insieme dei prodotti derivanti dall'attività vulcanica esplosiva, prende il nome di piroclastiti. I depositi piroclastici (figg. 1 e 2) ricoprono le superfici dei vulcani, con spessori che vanno da pochi centimetri fino ad oltre centinaia di metri.

Durante l'attività vulcanica esplosiva, che ha spesso interessato il Vesuvio in tempi storici ed antichi, ingenti masse di piroclastiti si accumulano in prossimità delle bocche eruttive, o a distanza relativamente piccola da esse, generando ammassi caratterizzati da un'elevata instabilità gravitativa. Tale instabilità è determinata da un insieme di condizioni fisiche, interne ed esterne all'apparato vulcanico. Elementi come la scarsa coerenza dei materiali vulcanici derivanti dalla frammentazione del magma, le elevate pendenze che spesso si riscontrano sugli apparati vulcanici (20°-30°) e la sismicità che accompagna e segue una fase eruttiva, possono contribuire a determinare condizioni di equilibrio precario dei depositi che rivestono i vulcani ed i rilievi circostanti. A rendere ancora più instabile questo delicato equilibrio intervengono le piogge che, di sovente, seguono gli eventi vulcanici esplosivi di una certa energia. Queste piogge sono innescate dal cambiamento dello stato termico atmosferico in prossimità del vulcano a seguito dell'eruzione, nonché dalla presenza delle ceneri che raggiungono altezze di diversi chilometri fungendo da nuclei di condensazione del vapor acqueo.

Quando i materiali accumulati sui pendii in prossimità del vulcano raggiungono le condizioni critiche di stabilità, le piogge innescano la mobilitazione del deposito, con la formazione di colate di fango e *lahar*.

INTRODUZIONE

Figura 1

Prodotti di eruzioni effusive sul Gran Cono:
versante occidentale del Gran Cono
del Vesuvio ricoperto dalle ceneri
e dai lapilli dell'ultima eruzione.

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



In fig. 3 è mostrato uno schema dei fenomeni da flusso, da caduta e da colata di fango tipici di un'eruzione esplosiva. Il magma, una volta giunto in prossimità della bocca craterica, viene frammentato ed espulso con violenza verso l'alto a causa della pressione esercitata dai gas depressurizzati durante la risalita. All'uscita della bocca eruttiva la spinta dei gas porta ulteriormente i prodotti frammentati verso l'alto. Gas, ceneri, pomici e lapilli formano, a questo punto, una miscela ad elevata temperatura che risale sotto forma di colonna eruttiva o pliniana – o nube vulcanica –, fino a diversi chilometri di altezza dal cratere. La nube vulcanica è meno densa dell'aria circostante e ciò rende possibile la sua risalita verso l'alto, fino ad un punto, detto livello di galleggiamento neutro, in cui la nube raggiunge una densità uguale a quella atmosferica. A questo punto la miscela di gas e ceneri è libera di espandersi lateralmente, generando in tal modo la classica morfologia a forma di pino o di fungo. I prodotti in quota, trasportati dai venti, sono costituiti da pomici (frammenti leggeri di magma ricco in gas) che, grazie al loro basso rapporto peso/volume, riescono ad essere trasportate dai venti in quota, ricadendo per gravità a distanza dal centro eruttivo (*pyroclastic fall*). La nube eruttiva, in molti casi, per fenomeni che dipendono sia dal peso della nube stessa che dalle tipologie dei meccanismi eruttivi, può collassare sui fianchi del vulcano e determinare la formazione dei cosiddetti flussi piroclastici (*pyroclastic flow*). Si tratta di fenomeni estremamente distruttivi, che si muovono a guisa di valanga, trasportati per gravità sui pendii del vulcano, a velocità di centinaia di chilometri orari e con temperature dell'ordine dei 200-300 °C.

L'accumulo dei prodotti da *flow* e da *fall* sulle pendici del vulcano produce spessori considerevoli di materiali sciolti che, al sopraggiungere delle piogge, possono rimobilizzarsi sotto forma di colate di fango.

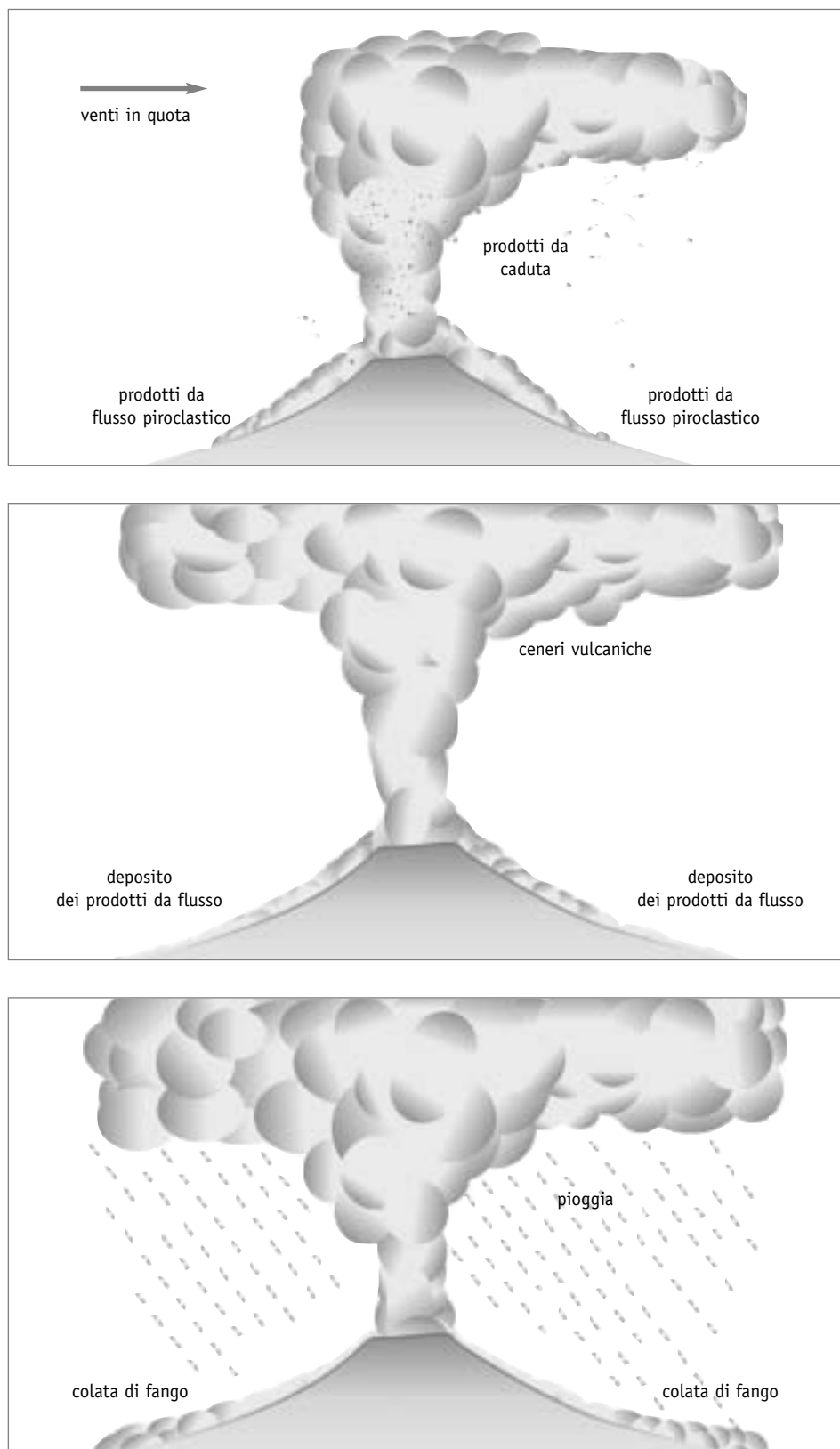
Depositi di questo tipo si rinvencono di frequente in diversi settori del complesso vulcanico Somma-Vesuvio ed in aree ad esso limitrofe, fino a distanze di alcuni chilometri dal centro eruttivo. Tali depositi sono l'evidente testimonianza delle innumerevoli alluvioni verificatesi successivamente o nel corso dell'attività del Vesuvio, conseguenza del continuo instaurarsi di condizioni idrologiche superficiali, caratterizzate dall'improvvisa

Figura 2

Bomba vulcanica.

Foto di G. Menegazzi



**Figura 3**

Eruzione esplosiva: schema dei fenomeni da flusso, da caduta e da colata di fango.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE
DEI DEPOSITI DA *LAHAR*
E DA COLATA DI FANGO

Il termine *lahar* è di origine indonesiana e fu utilizzato per la prima volta a Escher, nel 1922, per descrivere i flussi di fango originatisi da un'eruzione vulcanica avvenuta in un lago. Questo termine viene oggi comunemente usato per indicare qualsiasi tipo di flusso fangoso contenente materiale vulcanico. Tuttavia, in molti casi, si adopera l'aggettivo *lahar* quando si parla di grosse colate di materiale vulcanico, talvolta ancora caldo, per distinguerlo dalle colate di fango che, generalmente, coinvolgono volumi minori di detrito e che sono sempre scaturite in seguito alle piogge. In generale tutti i flussi di fango sono condizionati da meccanismi di trasporto e sedimentazione simili a quelli delle frane (*debris flow*) di materiale non vulcanico. Questi si muovono per effetto della gravità ed il moto stesso è vincolato da parametri come lo sforzo di taglio, la concentrazione del flusso e la pendenza della superficie di scorrimento.

I depositi da colata di fango risentono fortemente del controllo topografico, per cui frequentemente si incanalano in depressioni o si accumulano allo sbocco di valli. Al loro interno, in taluni casi, si possono rinvenire dei tronchi carbonizzati o delle strutture da degassazione, indici evidenti che al momento della messa in posto il deposito aveva ancora temperature elevate.

La granulometria dei depositi è quasi sempre molto eterogenea, con un basso grado di cernita e con clasti di dimensioni spesso elevate. La matrice interstiziale è generalmente in percentuali molto basse, mentre gli elementi grossolani si trovano dispersi in maniera casuale all'interno del deposito. In alcuni casi possono formarsi degli accumuli di materiale grossolano in punti dove la corrente di trasporto, incontrando degli ostacoli, perde velocità ed energia. Gli stessi accumuli possono ritrovarsi nelle anse di canali curviformi, dove la forza centrifuga tende a depositare i materiali più pesanti. I depositi vicini al punto di formazione presentano, di solito, una struttura massiva o stratificata, con poca matrice e clasti caratterizzati dai bordi poco arrotondati. Nelle aree più distali, il flusso diventa estremamente concentrato, con elementi detritici maggiormente arrotondati.

Gli spessori dei depositi da colata o da *lahar* possono essere estremamente variabili, da pochi metri fino a diverse decine di metri, con ispessimenti nella parte anteriore del flusso.

Quando un vulcano esplosivo dà luogo ad un'eruzione si generano una serie di condizioni caratterizzate da un diverso grado di pericolosità e capaci di causare danni fisici alle strutture, danni diretti ed indiretti sull'uomo, sulla natura e sull'economia di intere comunità. In tab. 1 vengono mostrati i diversi possibili effetti delle eruzioni, per differenti classi di pericolosità – diretta ed indiretta –.

TABELLA 1

CLASSE DI PERICOLOSITÀ	ESEMPIO DI EFFETTI PLAUSIBILI
Diretta e immediata	Pericoli potenziali per colate di lava, flussi piroclastici, esplosioni, terremoti, etc. Pericolo potenziale per inalazione di cenere e gas (irritazione delle vie respiratorie per SO², HC¹, o HF, peggioramento di pre-esistenti malattie delle vie respiratorie; asfissia per CO², intossicazione da H²S o CO; soffocamento per cenere vulcanica), ingestione di acqua contaminata da agenti chimici. Pericolo potenziale psicologico, ambientale, ed economico derivante da: propagazione di false notizie, o incertezza riguardo ai pericoli potenziali; distruzione di sistemi di servizi; distruzione delle proprietà; spostamento di grandi masse di persone in ricoveri temporanei.
Diretta e ritardata	Malattie respiratorie per prolungata respirazione o esposizione a gas tossici o ceneri.
Indiretta ed immediata	Pericoli derivanti da valanghe di fango, inondazioni, incendi e maremoti. Pericoli sanitari derivanti dallo scoppio di epidemie endemiche dovute alla distruzione dei servizi di routine di sanità ed igiene. Pericoli sanitari per l'aumento di agenti infettivi e tossici e la diminuzione dei meccanismi di difesa polmonari. Pericoli psicologici, sociali ed economici derivanti dalla distruzione della struttura della società.

CONDIZIONI DI RISCHIO
DETERMINATE DALLE COLATE DI FANGO

POSSIBILI EFFETTI DELLE ERUZIONI
da Scandone e D'Andrea (1994)

Tra gli effetti indiretti ed immediati i più pericolosi sono, senza dubbio, quelli derivanti dalle valanghe di fango e dalle inondazioni, verificatesi nel corso delle più catastrofiche eruzioni della storia. Circa il 38% delle vittime delle eruzioni vulcaniche, avvenute tra il 1900 ed il 1985, sono state infatti causate dalle valanghe o dalle colate di fango (tab. 2).

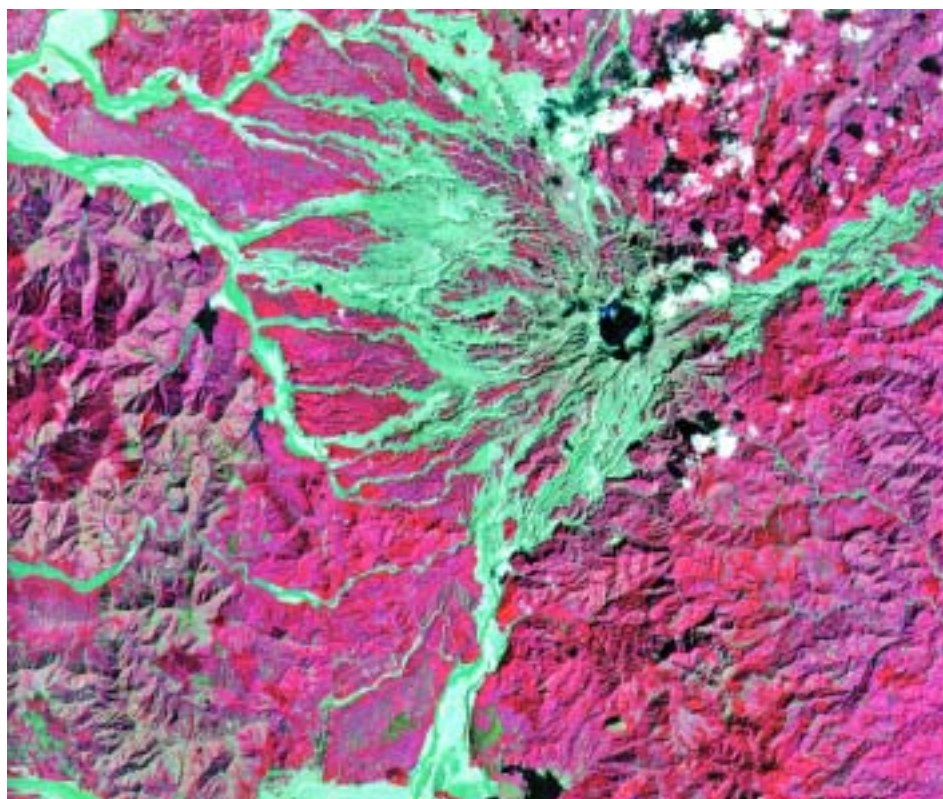
TABELLA 2

TIPO DI EVENTO	VITTIME	PERCENTUALE %
Colate di lava	85	0,11
Caduta di ceneri e proietti	3.019	3,98
Flussi piroclastici e surge	36.787	48,55
Valanghe di fango	28.438	37,53
Attività sismica	32	0,04
Maremoti	407	0,54
Gas e piogge acide	1.710	2,26
Malattie e carestie	3.163	4,17
Cause sconosciute	213	2,8
<i>totale</i>	75.774	100

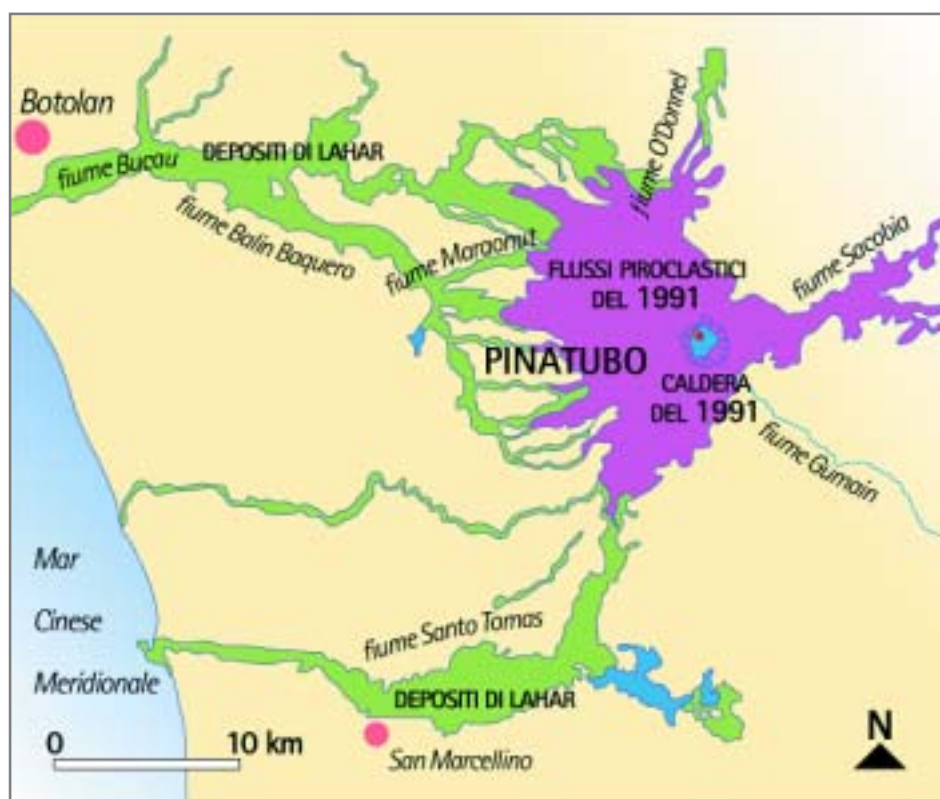
CAUSE DI MORTALITÀ NEL CORSO DI ERUZIONI
VULCANICHE NEL PERIODO 1900-1985
da Blong (1984), modificata

Figura 4

Foto aerea e ricostruzione schematica (in basso) dei depositi di *lahar* determinati in seguito all'eruzione del 1997 del vulcano Pinatubo. Si noti la distanza elevata percorsa dai *lahar* incolonnatisi lungo i fiumi e lungo le principali linee di impluvio dell'area.

**Figura 5**

Schema dei depositi di *lahar* (in verde) dell'eruzione del 1997.



Le condizioni estremamente pericolose determinate dalle colate di fango derivano dalla loro elevata energia cinetica (figg. 4 e 5), indotta dalla velocità di spostamento, generalmente dell'ordine di diverse decine di chilometri all'ora, e dalle caratteristiche granulometriche del flusso. La densità e l'energia di trasporto delle colate di fango possono essere talmente elevate da trascinare per diversi chilometri detriti con una granulometria molto eterogenea e con massi di grandi dimensioni. Non di rado capita di osservare sulle pendici del Vesuvio depositi da colata o da *lahar* che inglobano blocchi di roccia vulcanica di dimensioni superiori al metro. Eventi così rischiosi si sono verificati sul Vesuvio in tempi preistorici e storici, quando il vulcano era interessato da attività esplosiva.

Le colate di fango ed i *lahar*, che da un punto di vista fisico vanno sotto il nome generico di flussi di massa, possono generarsi in condizioni iniziali che variano dalle concentrazioni più basse (basso rapporto solido/fluido), fino ai flussi estremamente concentrati (alto rapporto solido/fluido). Anche le temperature delle colate e dei *lahar* sono assai variabili e dipendono, oltre che dalla tipologia e dalla quantità dei materiali e dei gas eruttati, dai tempi che intercorrono tra il momento della deposizione di questi ultimi ed il momento della rimobilizzazione. È evidente che, a parità di altre condizioni, maggiore è il tempo intercorso, minori saranno le temperature delle masse rimobilizzate.

Un ulteriore elemento di pericolosità delle colate di materiale piroclastico, è determinato dalla facilità con cui l'acqua riesce a miscelarsi ad esse durante il percorso del flusso verso valle. Il contenuto d'acqua è, in particolare, un elemento che determina la maggiore o minore densità e viscosità di un flusso. La mobilità di quest'ultimo, difatti, dipende strettamente dalla sua viscosità, ovvero dalla maggiore o minore capacità di scorrere su un pendio sotto l'azione del campo gravitazionale. Da questo punto di vista esistono due tipologie di flussi, detti *newtoniani* e di *Bingham*. I primi (meno viscosi) si muovono liberamente sotto l'azione della gravità, non appena insorgono le condizioni critiche di stabilità, mentre i secondi necessitano di uno sforzo aggiuntivo per potersi mobilizzare, poiché il loro comportamento è più viscoso rispetto ai flussi newtoniani. A parità di altre condizioni (pendenza del piano di scorrimento, granulometria del flusso, etc.), la capacità di moto di una colata di fango dipende dal contenuto in acqua di quest'ultima, e dalla capacità della stessa di perdere o immagazzinare acqua durante il percorso.

Diversi esperimenti eseguiti in Giappone, su alcuni vulcani attivi, hanno fornito dei dati sulle condizioni di criticità di pioggia, che determina l'innesco delle colate di fango e dei *lahar*. Yamaoka (1987) indica che, per uno spessore di 500 mm di piroclastiti mediamente cerniti, di lunghezza pari a 300 m, su un pendio di 17-18 gradi, la pioggia critica è uguale a circa 20 mm, con un'intensità approssimativa di 10 mm/h.

Ulteriori condizioni di pericolosità possono provenire dalla presenza di ghiaccio o di laghi vulcanici che rappresentano dei serbatoi naturali d'acqua. In questo caso il grado di rischio è proporzionale al volume dell'acqua disponibile.

Altri fattori che vanno considerati nel quantificare il rischio di colate di fango e *lahar* sono le pendenze dei fianchi del vulcano, la presenza di alvei e linee di impluvio nei quali possono incanalarsi i flussi e il grado di infiltrazione delle acque piovane.

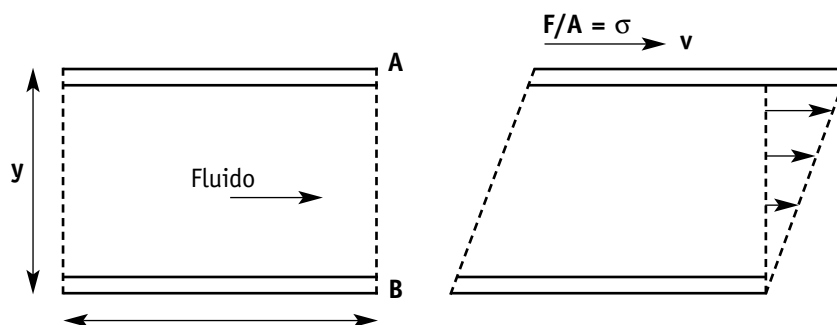
FLUSSI NEWTONIANI E FLUSSI DI BINGHAM

Le colate di fango, generalmente, contengono materiali piroclastici con struttura e granulometria piuttosto eterogenea, che formano un corpo unico costituito da una fase solida ed una liquida. In taluni casi, per fenomeni più voluminosi come i *lahar*, può essere presente una frazione di fase gassosa liberata dal materiale vulcanico ancora caldo.

Sottoforma di una miscela, bifase o trifase, le colate di fango si riversano sulle pendici dei vulcani a velocità variabili, generalmente dell'ordine di alcune decine di chilometri all'ora, fino ad oltre 100 km l'ora.

Il movimento lungo le pendici è regolato da un fattore, importantissimo nello studio del moto di fluidi, detto viscosità. Esso rappresenta la capacità di un fluido di scorrere sotto l'azione di una forza esterna o se vogliamo la resistenza che esso oppone al moto. Più un fluido è viscoso maggiore sarà la sua resistenza allo scorrimento.

Immaginiamo di avere un fluido in quiete, confinato tra due piastre A e B con in figura. Se imponiamo alla piastra A una forza che produca un moto con velocità $v = dx/dt$, all'interno del flusso si stabilirà un gradiente di velocità pari a dv/dy . Il flusso cioè comincerà a muoversi con velocità maggiore in prossimità della piastra A, secondo una legge precisa.



La forza applicata su A (F/A), sarà infatti proporzionale al gradiente di velocità dv/dy , secondo un coefficiente di proporzionalità chiamato viscosità (μ) (equazione 1).

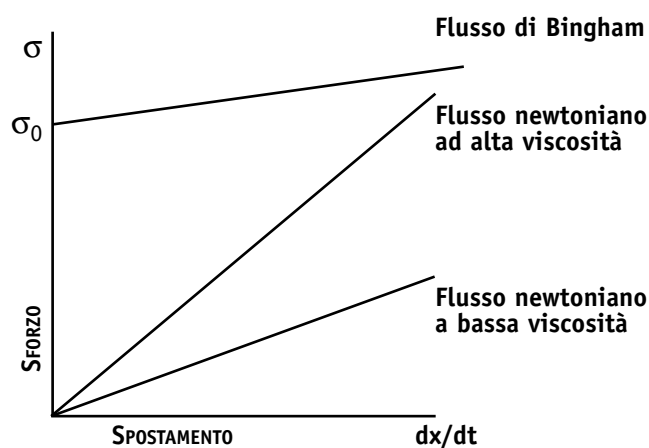
$$(1) F/A = \mu dv/dy$$

Potremmo sintetizzare dicendo che la viscosità è un coefficiente che regola il moto di un fluido quando ad esso viene applicata una forza F . L'equazione (1) può più sinteticamente essere scritta come:

$$(2) \sigma = \sigma_0 dv/dy$$

dove σ è uguale a F/A e dv/dy rappresenta la variazione di velocità lungo l'asse y .

Tutti i fluidi che obbediscono all'equazione (2) vengono definiti fluidi newtoniani, nei quali quindi la viscosità è indipendente dalla forza applicata, ed il rapporto tra forza e spostamento segue una legge lineare, come si evince dal grafico seguente:



Le colate di fango, mediamente ricche in acqua, possono essere assimilate a dei fluidi newtoniani. Esiste tuttavia un altro tipo di comportamento dei fluidi, come quello che possono assumere in alcuni casi i flussi maggiormente concentrati, come colate di fango con alto rapporto *solido/acqua*. In questo caso il fluido non reagisce, come in quelli newtoniani, alla minima forza applicata, ma si comporta in modo diverso, offrendo una maggiore resistenza al moto (flussi di Bingham). È necessario quindi uno sforzo aggiuntivo perché un fluido di Bingham possa iniziare il proprio moto, come mostrato in grafico. In questo tipo di fluido il moto è regolato dall'equazione (3):

$$(3) \sigma = \sigma_0 + \mu \, dv/dy$$

Le colate di fango, durante il loro percorso, sono in grado di assumere dei caratteri intermedi tra i flussi newtoniani ed i flussi di Bingham. In taluni casi una colata che inizialmente ha le caratteristiche di un fluido newtoniano, può divenire di tipo Bingham per la perdita d'acqua che subisce nel corso del suo spostamento da monte a valle. In questo caso la colata può arrestarsi prima, poiché non è più in grado di scorrere liberamente sotto l'azione della gravità, come per i fluidi newtoniani.

Lo studio del comportamento fisico delle colate di fango e dell'energia che queste possono produrre e trasferire alle strutture o alle persone è fondamentale ai fini della protezione civile. Attraverso un'analisi dettagliata delle caratteristiche fisiche dei materiali prodotti da un vulcano, dei volumi che possono essere rimobilizzati sotto forma di colate di fango, della morfologia del vulcano, degli eventi avvenuti in passato, della aree a maggior rischio di invasione, delle zone abitate e delle infrastrutture sottoposte a tale rischio, è possibile definire delle mappe del rischio e agire sul territorio con opportuni interventi finalizzati alla mitigazione del rischio stesso.



Figura 6

Veduta aerea del complesso vulcanico Somma-Vesuvio. Si notano bene le due strutture vulcaniche, ovvero l'antica caldera del Monte Somma, rimasta ben conservata in tutto il settore settentrionale, ed il più giovane Gran Cono del Vesuvio che sorge all'interno della caldera stessa.

Programma "IT 2000", ortofoto digitale a colori del territorio italiano per gentile concessione Compagnia Ripreseeree s.p.a.-Parma

Qualsiasi tipo di fenomenologia legata all'attività vulcanica è, in genere, difficilmente prevedibile, sia per la complessità dei processi che la generano, che per la difficoltà di definire le aree che verranno colpite da un determinato fenomeno, sia esso un flusso piroclastico, una pioggia di pomici e ceneri, o una colata fangosa di materiale piroclastico.

Sebbene le colate di fango rientrino tra queste fenomenologie, ed i loro effetti siano spesso più dannosi dell'eruzione stessa, presentano, altresì, la caratteristica di essere fortemente controllate dalla topografia. Spesso, difatti, si incanalano nelle linee di impluvio preesistenti e il loro accumulo avviene nelle zone di basso topografico. Questo loro peculiare manifestarsi consente di definire le aree a più elevato rischio di invasione in maniera più agevole rispetto ad altre fenomenologie direttamente legate all'attività vulcanica. In ogni caso, la definizione di un'area a rischio, qualsiasi esso sia, è un'operazione assai delicata che deve tener conto non solo delle caratteristiche morfologiche e geologiche specifiche ma, soprattutto, della storia, ovvero degli eventi distruttivi che si sono verificati in passato e che potrebbero ripetersi in futuro. Naturalmente l'analisi del rischio comprende anche un attento studio delle caratteristiche e del valore dei beni immobili e delle infrastrutture esposte, oltre, ovviamente, che delle vite umane sottoposte al rischio stesso. In questo contesto ci soffermeremo soltanto ad analizzare rapidamente le caratteristiche idrografiche del Somma-Vesuvio e, successivamente, si descriveranno i principali eventi alluvionali successivi alle eruzioni del Vesuvio.

Il principale lineamento del complesso vulcanico Somma-Vesuvio è, sicuramente, rappresentato dal contrasto morfologico tra i versanti del Monte Somma a nord e quelli del Vesuvio a sud. Oltre 25.000 anni fa il Monte Somma era costituito da un unico grande cono che, a causa del susseguirsi di eruzioni esplosive, è stato progressivamente demolito, dapprima nel settore sud-occidentale ed in seguito in quello meridionale. In questo modo si è venuta a delineare una struttura, detta caldera del Somma, all'interno della quale l'attività vulcanica è proseguita generando, in epoca più recente, il Gran Cono del Vesuvio.

Nel corso dei secoli la più antica struttura del Somma è stata intensamente erosa dalle acque piovane che hanno scavato, a partire dalla cinta calderica terminale, una serie di profondi valloni, detti lagni. In tal modo si è venuto a creare un esteso reticolo idrografico superficiale, che si identifica ovunque sui versanti della caldera del Somma, ben conservata in tutto il settore settentrionale, ed in alcuni baluardi di quest'ultima rimasti nei settori di Ercolano (collina dell'Osservatorio Vesuviano) e di Torre del Greco (figg. 6, 7 e 8).

Un sistema di drenaggio superficiale minore è presente sulle strutture più recenti del Vesuvio, dove gran parte dei terreni sono costituiti da lave, a differenza del settore del Somma, dove per la maggior parte affiorano i termini delle serie piroclastiche antiche.

Sia la tipologia dei terreni (lave permeabili per fratturazione sul versante vesuviano, e piroclastiti mediantemente o poco permeabili sul versante sommano), che la densità di drenaggio, molto più elevata sulla caldera del Somma, fanno di quest'ultimo il settore del vulcano maggiormente soggetto al trasporto del materiale vulcanico da parte delle acque meteoriche.

Poiché i lagni rappresentano le vie preferenziali di impluvio e deflusso delle acque superficiali, è evidente che le aree che si trovano in prossimità delle sezioni di sbocco dei principali lagni del Somma-Vesuvio sono maggiormente esposte al rischio di invasione in caso di alluvione.

Le testimonianze storiche, d'altronde, ci tramandano che proprio allo sbocco delle principali linee di impluvio del Somma-Vesuvio – Vallone Molare, Lagno di Pollena, Lagno di Trocchia, Lagno Amendolare, Lagno Spirito Santo, Lagno Macedonia, Lagno

RISCHIO SULLE PERSONE E SULLE COSE: UN ESEMPIO PER IL VESUVIO

Figure 7 e 8

Il Monte Somma visto da nord. Si nota l'esteso reticolo idrografico superficiale, tipico delle caldere di formazione relativamente recente.

foto di S. Carlino



di Resina, etc. – si sono verificati i fenomeni maggiormente disastrosi, a seguito dell'invasione dei paesi da parte delle colate di fango. I paesi più colpiti risultano essere quelli di Ottaviano, Somma Vesuviana, Ercolano, Boscoreale, e Torre del Greco.

La frequenza con cui questi fenomeni si verificano, così come l'esposizione di certe aree ai suddetti fenomeni, dipende fortemente anche dalla tipologia dell'eruzione, dalla sua energia (in termini di grado frammentazione del magma), e dalla tendenza statistica a depositare i prodotti da caduta su un versante del vulcano piuttosto che su un altro.

A partire da 1631 e fino al 1944, il Vesuvio ha avuto un tipo di attività a condotto aperto, contraddistinta da eruzioni effusive, intervallate da fenomeni parossistici di media energia. In questo periodo si registrano diversi eventi alluvionali, con la formazione di colate di fango che invadono regolarmente, dopo fasi parossistiche, i paesi alle falde del vulcano.

Questa condizione ha definito, negli anni passati, un elevato rischio alluvionale dal momento che il vulcano era in continua attività; tutt'oggi il rischio è potenzialmente elevato, poiché, se si dovesse verificare una ripresa dell'attività vulcanica, persone, abitazioni ed infrastrutture sarebbero direttamente esposte.

Per avere un'idea immediata dei danni che possono causare le alluvioni fangose sul Vesuvio, basta tornare un po' indietro con la memoria, quando il vulcano emetteva continuamente ceneri e pomici che, riversatesi sulle sue pendici, venivano rimobilizzate dalle intense piogge. Dal 1631 al 1944 i danni causati dalle alluvioni fangose furono enormi, sia in termini di vite umane che di beni immobili. Migliaia di ettari di terre coltivate furono devastate, numerose case coloniche vennero abbattute ed invase dal fango, molte persone persero la vita portate via dall'enorme massa di detriti misti ad acqua che si incanalavano verso valle lungo gli alvei del vulcano.

Una quantificazione dei rischi legati alla formazione di colate fangose ci deriva dalle numerose ricerche eseguite in proposito. Vallario, in alcuni studi effettuati sugli alvei del Monte Somma e del versante vesuviano, ha calcolato la spinta che una colata di materiale piroclastico può imprimere su cose o persone, tenendo conto di eventi pluviometrici con ritorno di 5, 10, 30, 50 e 100 anni, ed utilizzando la formula di Gaukler-Strickler per il calcolo della velocità di scorrimento dell'acqua, e di Meyer-Peter per il calcolo del trasporto solido¹. I calcoli sono stati eseguiti per l'alveo Cavallo, ubicato nel comune di Torre del Greco, sul versante meridionale del vulcano, per sezioni di sbocco poste a diverse quote. I risultati ottenuti da Vallario mostrano come già per eventi con ritorno di 5 anni, la spinta esercitata da una corrente di acqua e materiale piroclastico (pari a 252 kg) a quota 500 m s.l.m. è sufficiente a far cadere una persona posta in piedi. Se consideriamo sezioni di sbocco a quote inferiori la spinta aumenta ulteriormente fino ad oltre 1.000 kg ad altezze di circa 75 m. In tabella 3 vengono riportati i dati ottenuti dai calcoli effettuati sull'alveo Cavallo, per diversi tempi di ritorno e per diverse quote. A questo punto è evidente il rischio a cui vanno incontro persone e beni immobili se colpiti da una colata di fango, rischio che diventa progressivamente più elevato man mano che si procede verso quote più basse, in prossimità degli sbocchi terminali degli alvei, ubicati generalmente tra i 200 ed i 70 m.

Nelle aree vulcaniche attive, e in particolare in quelle caratterizzate da eruzioni esplosive, la probabilità che si verifichino eventi alluvionali – colate di fango – o *lahar* è proporzionata all'energia dell'attività vulcanica. Di fatto, le eruzioni esplosive causano l'accumulo di spessori di piroclastiti lungo il profilo del vulcano ed inducono, frequentemente, la formazione di piogge, anche intense. Entrambi questi fattori sono determinanti per la formazione di colate di fango che saranno, generalmente, tanto più voluminose e devastanti, quanto più elevata sarà l'energia sprigionata dall'eruzione esplosiva.

TABELLA 3

QUOTA SEZIONE DI SBOCCO	VELOCITÀ (m/sec)	TRASPORTO (t/sec)	SPINTA (kg)
T=5 ANNI			
100	7,69	71,49	1.171
200	7,59	74,58	873
300	7,13	62,96	625
400	6,43	44,17	428
500	5,00	15,23	252
600	3,94	5,58	149
T=10 ANNI			
100	8,37	97,24	1.513
200	8,28	100,92	1.131
300	7,79	84,91	811
400	7,03	59,45	556
500	5,47	20,51	327
600	4,31	7,52	194
T=30 ANNI			
100	9,28	143,20	2.077
200	9,22	147,53	1.559
300	8,69	123,58	1.120
400	7,86	86,29	769
500	6,10	29,79	452
600	4,80	10,93	267
T=50 ANNI			
100	9,66	167,02	2.352
200	9,61	171,55	1.768
300	9,07	143,41	1.271
400	8,20	100,03	873
500	6,37	34,56	513
600	5,01	12,68	303
T=100 ANNI			
100	10,14	201,92	2.739
200	10,11	206,58	2.063
300	9,55	172,28	1.485
400	8,64	119,94	1.020
500	6,71	41,46	599
600	5,27	15,21	354

EFFETTI DI UNA COLATA DI
MATERIALE PIROCLASTICO

Calcoli eseguiti per l'alveo Cavallo
a Torre del Greco da Vallario A., (1994)

Sebbene le masse di piroclastiti, depositatesi in seguito alle eruzioni, rappresentino un corpo geologico suscettibile di rimobilizzazione, anche in tempi di calma eruttiva, per le aree vulcaniche, generalmente quanto più questi tempi si allungano tanto più diminuisce il rischio legato alla formazione di colate fangose. La quiescenza del Vesuvio, che dura ormai da quasi sessant'anni, ha potenzialmente diminuito la possibilità che fenomeni vulcano-alluvionali, come quelli avvenuti in passato, possano nuovamente verificarsi. Ciò nonostante, ancora oggi, lungo gli alvei che attraversano il Monte Somma ed il Vesuvio è possibile osservare, a seguito di eventi piovosi, un discreto trasporto di materiale incoerente, depositatosi nel corso della recente attività vulcanica (1631-1944). Va, inoltre, considerato che il Vesuvio non è un vulcano spento ed una ripresa dell'attività, che con molta probabilità potrà manifestarsi con una eruzione sub-pliniana o pliniana, potrebbe determinare la formazione di nuovi e più intensi eventi alluvionali. Rispetto a questo problema risulta di vitale importanza il ripristino della funzionalità idraulica del reticolo superficiale del Somma-Vesuvio, con interventi di regimentazione delle acque superficiali, interventi che furono iniziati dalla Reale Scuola di Ingegneria Borbonica, durante il XVII secolo e che, a partire dagli anni del secondo dopoguerra, sono stati abbandonati a se stessi e, in molti casi, soppressi dalla cementificazione selvaggia e dagli interventi antropici.

I LAHAR DELL'ERUZIONE DEL 79 D.C. E DEL 472

La più famosa eruzione vulcanica della Terra è, senza dubbio, quella del 79 d.C. che distrusse le città di Ercolano, Pompei, Stabia ed Oplonti, alle falde meridionali del vulcano. L'eruzione venne descritta in due famose lettere che Plinio il Giovane inviò al suo amico Tacito e che rappresentano la prima e più importante testimonianza scritta di un

Fumarola sul cratere del Vesuvio

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



evento vulcanico esplosivo. L'eruzione iniziò a mezzogiorno del 24 agosto con la formazione di una nube che spinse verso l'alto le pomici e frammenti litici derivanti dalla frammentazione del magma, ricco in gas, e delle rocce sovrastanti che ostruivano il condotto vulcanico. Le pomici ricaddero a breve distanza ricoprendo con spessori superiori al metro la città di Pompei. A questa fase eruttiva seguì, dopo alcune ore di stasi, quella dei flussi piroclastici che determinò la devastazione di Pompei, Stabia ed Oplonti e la morte di oltre 2.000 persone. Sebbene la testimonianza della lettera di Plinio il Giovane si limiti a descrivere la formazione della colonna eruttiva e dei flussi successivi, dalle sezioni stratigrafiche del 79 d.C., visibili in molte località nel settore meridionale del Vesuvio, si può riconoscere nella parte più alta uno spessore elevato di colate di fango (*lahar*). Questi depositi, che in alcuni punti, come ad Ercolano, raggiungono spessori di 20 m, furono prodotti, con molta probabilità, dalle piogge successive all'eruzione, le quali contribuirono a rimuovere a valle una grande quantità di materiali incoerenti eruttati dal vulcano. Non è possibile fare una stima dei danni o delle vittime provocate dai *lahar*, ma è ragionevole supporre che si trattò di eventi caratterizzati da un grande potere distruttivo, in considerazione sia dei volumi mobilizzati, che della tipologia dei materiali in essi contenuti. Frequentemente, infatti, è possibile rinvenire all'interno di questi depositi grossi blocchi di roccia vulcanica che, in alcuni, casi hanno dimensioni ragguardevoli, spesso superiori al metro.

Dal 79 d.C. al 472, sia le ricostruzioni stratigrafiche che le testimonianze non segnalano eventi di particolare energia. Nel 472, invece, una forte eruzione esplosiva coinvolge gran parte del settore settentrionale del Vesuvio, dall'attuale abitato di Pollena Trocchia fino ad Ottaviano. Anche a questa eruzione è associata la formazione di colate di fango



Fumarola sul cratere del Vesuvio

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

che invasero diversi settori del vulcano. È probabile che la formazione di alluvioni fangose, successive all'eruzione del 472, abbia determinato il trasporto dei detriti vulcanici fino alla città di Napoli, nelle zone della Sanità, di San Carlo all'Arena e dei Vergini. Nei famosi scavi di San Lorenzo, infatti, sono stati rinvenuti degli spessori di ceneri con inglobati litici di diverse dimensioni associabili proprio all'eruzione del 472.

LE ALLUVIONI ED I LAHAR SUCCESSIVI ALLE ERUZIONI DEL VESUVIO, DAL 1631 AL 1944

Tra il 472 ed il 1631 non esistono testimonianze significative sulle eruzioni del Vesuvio; dalle interpretazioni stratigrafiche è possibile definire un periodo di attività di media energia, detta *attività interpliniana medioevale*. Ai fini delle nostre analisi ci soffermeremo sul periodo successivo, che va dal 1631 al 1944, durante il quale, sia il tipo di attività del vulcano, che le numerose e particolareggiate testimonianze storiche, ci consentono di definire più dettagliatamente i rapporti tra eruzioni e successive alluvioni. Nel periodo che va dal 1631 al 1944 il Vesuvio è stato caratterizzato da un'attività quasi continua, definita *a condotto aperto*, durante la quale si sono succedute numerose fasi eruttive, generalmente caratterizzate da manifestazioni di tipo effusivo-stromboliano. Queste fasi sono state intervallate da fenomeni parossistici di moderata energia con emissione di nubi, ceneri e lapilli.

Le eruzioni esplosive del Vesuvio, di moderata od elevata energia, hanno prodotto colate di fango che, in molti casi, si sono riversate fino a diversi chilometri di distanza dal punto di distacco. Fino agli inizi del Settecento si pensava che questo miscuglio di ceneri, lapilli e acqua derivasse direttamente dal condotto vulcanico, come segnalato in diversi brani che descrivono le eruzioni del Vesuvio, tra cui quello del 1631 di Giulio Cesare Braccini. Oggi sappiamo che il meccanismo che genera le colate di fango ed i *lahar* è simile a quello che produce le frane e che i prodotti mobilizzati sono quelli che ammantano le superfici intorno ai vulcani, i quali non sono necessaria conseguenza dall'attività del vulcano. A partire dal 1631 sono molte le testimonianze storiche e le evidenze geo-vulcanologiche che ci ricordano come il Vesuvio sia stato frequentemente interessato da fenomeni vulcano-alluvionali di varia entità.

Nel 1631 l'attività vulcanica del Vesuvio riprese dopo alcune centinaia di anni di silenzio, con un'eruzione esplosiva (sub-pliniana) che causò la morte di oltre migliaia di persone. L'eruzione iniziò la notte, tra il 15 ed il 16 dicembre, con esplosioni di moderata energia dal cratere centrale. Il risveglio del vulcano fu annunciato da continui terremoti, alcuni dei quali furono chiaramente avvertiti in tutta la città di Napoli. Il Braccini racconta che sin dal 10 dicembre si sentiva rumoreggiare la montagna e che furono osservati fenomeni precursori come l'intorbidimento dei pozzi ed il rigonfiamento del suolo.

L'eruzione del 1631 fu un tipico evento esplosivo, durante il quale non si verificò produzione di lave. Il magma proveniente dal condotto, ricco in gas, fu frammentato in prossimità del cratere centrale, producendo la formazione di nubi di ceneri, che si levarono verso l'alto a diversi chilometri di altezza o che collassarono sotto il proprio peso lungo i fianchi del vulcano sotto forma di flussi piroclastici. I fenomeni principali dell'eruzione durarono tre giorni, durante i quali circa 500.000.000 di m³ di materiale iuvenile si riversò intorno all'edificio vulcanico. Quasi tutti i paesi alle falde meridionali del vulcano furono coinvolti nell'eruzione.

Il giorno 17 vennero segnalate le prime piogge che furono determinanti sulla formazione dei *lahar*, che seguirono durante lo stesso giorno. Su questo punto esistono tuttavia alcune testimonianze discordanti. Cinque testimonianze derivanti da diversi autori confermerebbero che la mattina del 17 vi fu un'intensa pioggia². Mentre, la testimonianza del Braccini afferma il contrario, come si evince da un suo brano: « ... che essendosi il martedì mattina alli 16 di dicembre avanti giorno veduto uscire dalle radici del Monte il fuoco, e le fiam-

me, e dalle 14 ore fin'alle 16 piover ceneri per tutto il contorno, e verso Ottaviano da quell'ora fin alle 24 ore pietre, e appresso lapillo fino alle 4 di notte, e poi arena infin'a giorno, e finalmente fango per tutta la parte che è tra settentrione e levante, che durò fino alle 20 delli 17, con tutto che prima, e cioè intorno alle 8 della precedente notte si fusse veduto uscire acqua dalla antica voragine, e alle 16 poi scorrere i diluvii, senza che fusse piovuto pur una goccia: anzi con essere stato per tutto infin'a quell'ora il sole: o l'aria serena, salvo che dove era ottenebrata dal fumo e da quei densi vapori»³.

Il disaccordo delle testimonianze farebbe emergere la criticità dello stato atmosferico indotto dall'eruzione esplosiva. Le particelle di ceneri emesse durante le 24 ore dell'evento eruttivo potrebbero, infatti, aver determinato effetti di condizionamento del clima, fungendo da nuclei di condensazione del vapor acqueo e determinando delle piogge, anche intense, solo in alcuni settori del vulcano. Probabilmente il settore di Ottaviano fu quello maggiormente colpito da queste piogge, mentre nel settore occidentale, da cui il Braccini faceva le sue osservazioni, non vi furono eventi piovosi.

Queste osservazioni dimostrerebbero anche quanto complessa sia la tipologia dei fenomeni vulcano-alluvionali, poiché ai diversi fattori scatenanti associabili alla morfologia del vulcano e alla caratterizzazione dell'eruzione, si uniscono i fattori di natura climatica, la cui previsione, in presenza di un evento perturbatore come un'eruzione esplosiva, risulta davvero ardua. La grande quantità di vapor acqueo, liberata durante l'eruzione del 1631, saturò a tal punto l'atmosfera intorno al vulcano da provocare delle piogge torrenziali in alcuni settori, dove l'eruzione aveva generato un'elevata concentrazione di particelle cineritiche, che funsero da nuclei di condensazione del vapore stesso. Le piogge, che si protrassero durante tutta la giornata del 17, rimobilizzarono una grande quantità di materiali vulcanici, che si riversarono nel settore nord del Vesuvio. Eventi simili furono registrati anche sulle aree appenniniche circostanti, dove era presente una copertura di materiali incoerenti eruttati dal vulcano, nelle zone di Visciano, Lauro ed Avella. Al termine della fase esplosiva, lo svuotamento della camera magmatica e gli aggiustamenti tettonici che ne derivarono, causarono il crollo del cono vesuviano, che alla fine dell'eruzione risultò ribassato di 480 m. Una parte dei prodotti derivanti dal crollo fu spinta dalle piogge verso il litorale, invadendo gli abitati di Torre del Greco, San Giorgio a Cremano, Ercolano e Portici. I danni riportati dall'eruzione del 1631 furono gravissimi e, molti di questi, furono causati dalle colate di fango e detriti che devastarono molte aree alle falde del vulcano. Le vittime accertate furono 10.000, oltre 6.000 animali da allevamento furono uccisi, mentre si contarono danni materiali per circa 25 milioni di ducati.

Anche durante l'anno 1707 vengono segnalati fenomeni alluvionali successivi ad un'eruzione. Precisamente, il 20 luglio, il Vesuvio diede luogo ad un'eruzione terminale esplosiva, caratterizzata dall'emissione di nubi di ceneri e piroclastiti, che caddero abbondanti nei settori di Torre del Greco, Boscotrecase, Striano e Scafati. In poche ore gli spessori di ceneri raggiunsero quasi i 10 cm, determinando gravi danni alle coltivazioni. Ma molti dei danni, come descrivono alcune testimonianze, non derivarono direttamente dai prodotti depositatisi per caduta sui fianchi del vulcano, ma dalle alluvioni di fango e dai *lahar* posteriori all'eruzione: « Ma più delle nostre vigne danni ricevertero i territori d'Ottajano, e gli altri nella parte australe...ma se grave era lo stato di travaglio, per le tante perdite cagionateci dal fuoco, gravissima fu l'afflizione pe' secondo infortuni, apportatine da' torrenti delle acque piovane»⁴. Anche in questo caso infatti, l'emissione di particelle cineritiche nell'atmosfera, facilitò la condensazione del vapor acqueo con conseguenti piogge che causarono disastrose colate di fango, specie nel settore di Ottaviano.

Alcune colate di fango vengono segnalate durante le successive eruzioni del 1767 e del 1776. Per quest'ultima, in particolare, riportiamo un significativo brano tratto dall'opera

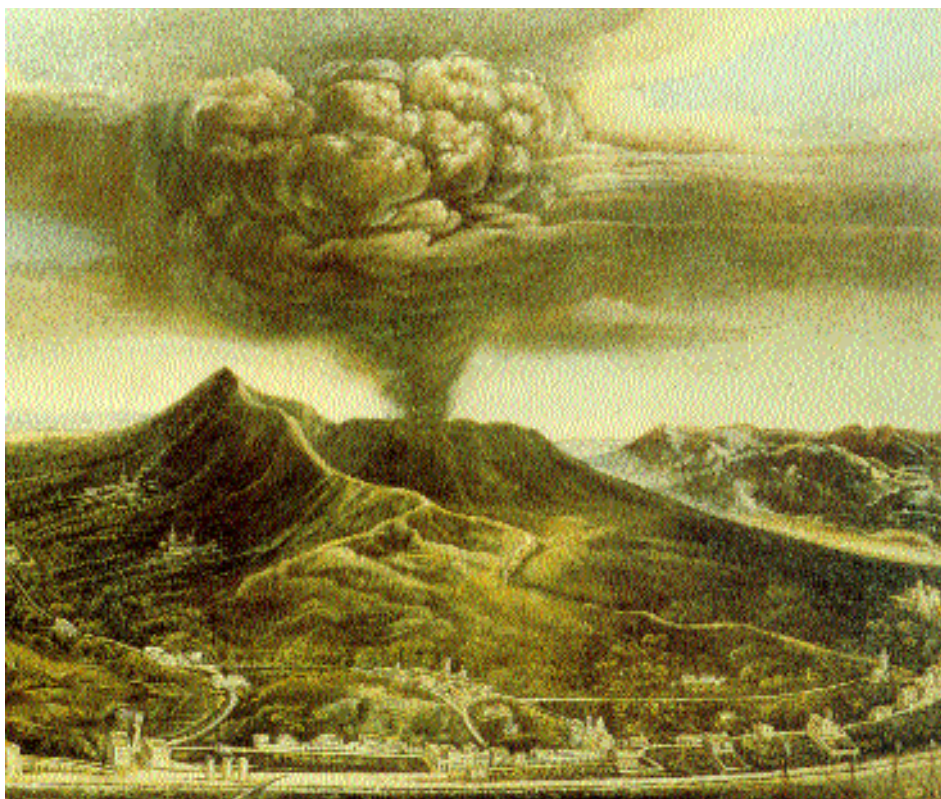
Il Vesuvio prima dell'eruzione del 1631

J. Hoefnagel. Incisione del 1758
Napoli, Museo di San Martino



Il Vesuvio dopo l'eruzione del 1631: è visibile l'abbassamento di quota subito dal Gran Cono in seguito alle esplosioni

Didier Barra. Olio su tela (part.)
Roma, collezione privata



di De Bottis nel 1786: «...incominciò a piovere, e la pioggia divenne copiosa a mezz'ora di notte, e seguirono lampi frequentissimi, e spaventosi tuoni. L'acqua dirotta che cadeva, si mescolò colla cenere, che strabocchevolmente versava il Vesuvio, e questa con quella piovve in moltissimi luoghi, che son posti dalla banda di settentrione. E questa cenere, che cadde unita coll'acqua, cagionò danni più gravi di quelli, che avevano arrecati negli antecedenti giorni le pietre, la rena, e la cenere»⁵.

È interessante notare che anche in questo frangente, come per l'evento del 1707, la maggior parte dei danni fu causata non dall'eruzione ma dalla cenere derivante da questa che, mista alla pioggia sottoforma di fango, si riversò sulle pendici del vulcano, specie nel settore settentrionale.

È evidente, inoltre, che in questo periodo risulta molto più chiaro il rapporto causa-effetto tra le eruzioni esplosive del Vesuvio e le successive alluvioni.

L'eruzione del 1794 segna la chiusura di un ciclo eruttivo durato circa 15 anni. Si tratta di un evento parossistico che durò dal 15 al 24 giugno, durante il quale furono emessi, oltre alle lave, circa 44 milioni di m³ di piroclastiti. Al termine di questa eruzione si registrarono diversi eventi alluvionali che produssero danni in tutto il settore settentrionale del Monte Somma, tra Sant'Anastasia ed Ottaviano. Le cronache coeve descrivono come durante l'eruzione, dopo ogni esplosione di ceneri e gas, l'aria intorno al vulcano, satura di pulviscolo, faceva rapidamente condensare il vapore, procurando locali precipitazioni meteoriche, specie in quei punti, direttamente coinvolti dall'esplosione, in cui le ceneri risultavano più concentrate. L'acqua mescolata al fango risultò letale per molti paesi alle falde settentrionali del vulcano. La dannosità delle colate di fango è testimoniata da diversi autori dell'epoca: « dal giorno 20 giugno fino alli 6 di luglio direttissime piogge hanno devastato i territori di Somma, Ottajano, e di Bosco e torrenti impetuosi di acqua mescolata con cenere hanno gettato a terra i ponti, rotte le starde, devastate le campagne e rovesciate molte case...queste alluvioni sono state precedute dalle acque piovane. I nuvoloni che portavano la pioggia si confondevano spesso col fumo, la cui massa aveva la principale direzione verso Ottajano»⁶. «Pochi giorni dopo l'eruzione, vi furono terribilissime troppe, una dalla via di Somma, che danneggiò molto tratto di terreni coltivati, diroccando alcune deboli abitazioni...l'altra dalla via di Ottajano, vedendosi scendere per tutta quella scoscesa del vallone, nominato del Rosario, una lava di enorme estensione, alta quasi venti palmi, e trasportare gran quantità di limo e grossissimi macigni...uno di grossissimo volume...della lunghezza di 18 palmi e della larghezza di 14»⁷. Quest'ultimo brano documenta la potenza distruttiva dei fiumi di fango (che l'autore chiama con il termine generico di lava in uso durante quel periodo) successivi all'eruzione del 1794. L'energia gravitazionale dei flussi aumentava quando questi si incanalavano nei valloni del versante del Monte Somma, tanto che le manifestazioni più distruttive si registrarono proprio nei comuni di Somma Vesuviana, di Ottaviano e di Nola.

È interessante segnalare come, successivamente al 1794, in tutte le province del Regno, si siano verificate insolite manifestazioni meteoriche, con frequenti temporali, accompagnati da tuoni ed improvvisi e copiosi scrosci di grandine. Gli eventi piovosi si susseguirono quasi ininterrottamente per circa venti giorni. Fenomeni particolarmente intensi si registrarono anche in Puglia, regione verso la quale i venti dominanti spinsero una gran quantità di cenere prodotta dall'eruzione.

L'eruzione finale del 1794 fu seguita da un breve periodo di riposo, che durò fino al 1804, anno in cui si riapre un nuovo ciclo eruttivo, caratterizzato per lo più da effusioni di lava, che durerà fino all'eruzione del 1822. Quest'ultimo evento rappresenta un parossismo di notevole energia, il maggiore di quel secolo, durante il quale ancora una volta i danni maggiori furono determinati dai *lahar*, innescati dalle piogge immediatamente successive l'eruzione, come si evince dalle numerose testimonianze scritte, tra cui quella di Monticelli e Covelli: «Non era più il fuoco, ma l'acqua, che faceva temere maggiori guasti, perché non assorbita dalla terra per l'interposizione della sabbia finissima e perché i soliti canali tro-



**Lave di fango e blocchi trasportati
nel corso delle alluvioni successive
alle eruzioni del 1906, nei pressi di Cercola**

da G. Mercalli, *Le fasi dell'eruzione vesuviana
dell'aprile del 1906, 1907*

vavansi ostruiti dalle materie eruttate... il fragore della torbida lava che di balza in balza precipitava dal monte era spaventevole»⁸. In un raggio di 9 km dal cratere centrale si depositarono circa 48.000.000 di m³ di piroclastiti. Molti di questi volumi depositati sui versanti più acclivi del Monte Somma e del Vesuvio si rimobilizzarono come colate di fango, dirigendosi verso Ottaviano, Somma Vesuviana, e Resina. Una pioggia torrenziale era caduta il giorno 28, per tutta la mattinata. Le piogge, miste ad una sabbia bruno rossiccia prima e bianchiccia poi, perdurarono nei giorni successivi, fino a quasi tutto il mese di novembre, provocando alluvioni devastanti sulle falde del vulcano. Diversi muri furono abbattuti dall'energia del fango, molte abitazioni di Resina, Boscotrecase ed Ottaviano furono invase dai detriti fino al primo piano. Le comunità locali si adoperarono per spalare via dalle strade il fango, che asciugandosi tendeva a formare una crosta superficiale durissima rendendo ancora più difficili le operazioni di soccorso.

Dopo il 1822, l'attività del vulcano perdura con manifestazioni per lo più di tipo effusivo. Vanno segnalate le eruzioni del 1834, 1839, 1850, 1855, 1861, 1868, e 1872, tutte caratterizzate da emissioni di colate laviche, sia dal cratere centrale che da bocche laterali. In questo arco di tempo non si registrano fenomeni alluvionali di rilievo.

Il periodo eruttivo iniziato nel 1822, si conclude con l'evento parossistico del 1906.

L'eruzione del 1906 è l'evento di maggiore energia del secolo: causò gravissime alluvioni, in un periodo in cui, l'opera di regimentazione idraulica del Somma-Vesuvio, voluta dai Borboni, era ormai terminata. Ci soffermeremo più approfonditamente su quest'eruzione, dal momento che essa è estremamente significativa per le conseguenze di carattere socio-politico che ebbe sulla popolazione vesuviana e per quelle distruttive che interessarono il territorio. L'evento del 1906 fu caratterizzato sia dall'emissione di lave dalla base del Cono, che dalla produzione d'ingenti volumi di piroclastiti, ammontanti a circa 200 milioni di m³. Gran parte delle piroclastiti furono disperse lungo l'asse est-nordest, interessando i comuni di San Giuseppe Vesuviano, Ottaviano e Somma, dove in alcuni punti raggiunsero spessori superiori al metro. L'eruzione iniziò il 4 aprile, con l'emissione di lava da una frattura nel settore sud-est del vulcano, a circa 1.200 m di quota. Allora il Gran Cono raggiungeva un'altezza di 1.335 m s.l.m. L'eruzione fu caratterizzata, in seguito, da grosse esplosioni di scorie e lapilli che, ricadendo sulle abitazioni del settore sud-orientale, causarono diversi danni alle abitazioni, per il crollo dei solai, e devastarono molti campi coltivati. Tra il giorno 8 ed il giorno 20 aprile, l'eruzione fu contrassegnata dall'emissione di ceneri di colore rossastro, che caddero prevalentemente nel settore nord-occidentale, tra Sant'Anastasia e Torre del Greco. Furono arrecati danni alle coltivazioni per circa 60 milioni di lire; 216 persone persero la vita ed altre 112 furono gravemente ferite; circa 34.000 persone rimasero senza casa. Molti dei danni arrecati sia alle abitazioni che alle coltivazioni furono dovuti alle alluvioni fangose che seguirono l'eruzione. Le prime piogge furono segnalate i giorni 8 e 9 aprile come si evince dalla descrizione del Mercalli (1906): «...nell'attuale eruzione la nube vulcanica produsse in diversi luoghi pioggia di acqua calda e di fango specialmente nei giorni 8 e 9 aprile». Successivamente vengono annunciati i primi torrenti di fango, che discesero verso Pollena, Resina e Torre del Greco. Molti di questi furono così impetuosi da trasportare massi con dimensioni di alcuni metri, che causarono ingenti danni alle abitazioni. Il 21 aprile una colata di fango raggiunse il settore orientale di Cercola, presso villa Attingenti, dove riuscì a colmare completamente una cava, incontrata lungo il cammino, la cui profondità si aggirava intorno ai 18 metri per una lunghezza di 100 metri. In riferimento a questo evento il Mercalli fa una considerazione degna di nota: «Ho ricordato questo fatto, perché dimostra che forse sarebbe utile scavare grandi fosse, in posizione opportuna, per difendere i paesi più minacciati dalle lave di fango».⁹

**Un grosso blocco di lava, trasportato
dai fiumi di fango del 27 e 28 aprile 1906,
presso la masseria Santa Caterina,
a Pollena Trocchia**

da G. Mercalli, *op. cit.*



Nello stesso giorno, diverse lave di fango causarono gravi danni nei comuni di Cercola, Massa e San Sebastiano. La violenza di questi fenomeni fu tale da abbattere diversi cancelli e mura di cinta. Danni notevoli furono causati dai torrenti fangosi dei giorni 27 e 28 aprile tra Cercola e Ottaviano.

Il 17 ed il 18 maggio altri fiumi di fango si riversarono verso Resina, dove alcune casette coloniali furono demolite dalla forza della corrente.

Le piogge e le alluvioni fangose continuarono nei mesi successivi. Nella notte tra il 24 ed il 25 ottobre, dopo un periodo di piogge copiosissime, il pluviometro di Portici misurò circa 78 mm di pioggia. Le piogge più dannose si ebbero verso la fine del mese di ottobre del 1908, quando, a seguito di queste, enormi fiumi di fango si riversarono in direzione di San Giovanni a Teduccio, Barra, San Giorgio a Cremano, Portici, Resina e Torre del Greco, causando sia danni alle abitazioni e alle strade, che vittime.

Le ingenti quantità di ceneri e lapilli, riversati a seguito dell'eruzione del 1906, furono la causa delle alluvioni che, per un periodo di tempo prolungato, si registrarono in tutta l'area vesuviana. Tra queste va segnalata l'alluvione del 1911, che colpì l'area di Resina, nel settore sud-occidentale del vulcano, un evento significativo che contraddistingue la periodicità di questi fenomeni, successivamente alle eruzioni esplosive del Vesuvio. L'alluvione cominciò il 21 settembre, causando la morte di dieci persone, la distruzione di molti fabbricati e l'isolamento di Resina seppellita da metri di fango. Diverse correnti di fango discesero dalle pendici del Vesuvio, procedendo ad elevata velocità, travolgendo e trascinando alberi, grosse piante ed altro, ed arrecando enormi danni alle campagne. Uno di questi torrenti, invase completamente la strada di Pugliano, fino all'altezza del primo piano delle abitazioni. I portoni furono bloccati o sfondati e i cortili vennero intasati dal fango, costringendo le famiglie ad abbandonare le abitazioni. In alcune località i fiumi di fango elevarono il livello stradale di due o tre metri, allagando e sotterrando botteghe, case, opifici e tutto quanto incontrato lungo il percorso. Le strade più danneggiate furono via Mare, via Cortile e via Trentola; i danni alle case di Resina superarono i 5 miliardi, senza contare quelli arrecati alle altre infrastrutture (strade, fognature, etc.).

Le conseguenze dell'eruzione del 1906, che si tradussero nelle ricorrenti alluvioni di materiale vulcanico nei successivi anni, furono particolarmente catastrofiche, al punto che lo stesso sistema di regimentazione dei Regi Lagni subì un duro colpo e fu praticamente quasi sommerso dalle ceneri dell'eruzione. I danni furono così ingenti da non lasciare indifferente il popolo italiano, che accorse per dare aiuto e per tentare di lenire le sofferenze della cittadinanza vesuviana. Il Governo stanziò una prima somma di £. 300.000 per i soccorsi, ed istituì un Comitato centrale per i danneggiati, presieduto dal Duca d'Aosta.

Tra i diversi provvedimenti adottati fu previsto il ripristino forestale dei bacini montani dell'edificio vulcanico del Monte Somma. Per dare inizio ai lavori fu nominato dal Ministero dei lavori pubblici, un Comitato, che studiò i tipi di interventi da eseguire, finalizzati a garantire la sicurezza dei cittadini dalle invasioni di fango. Vennero stabilite due tipologie di interventi, i primi diretti a trattenere a monte degli alvei il materiale eruttato dal Vesuvio, e i secondi finalizzati a rendere gli alvei più capienti e resistenti nei confronti della massa di materiale vulcanico trasportata dalle acque. Gli interventi proseguirono negli anni a venire, specie sul settore del Monte Somma, dove l'esteso reticolo idrografico superficiale necessitò di un lungo lavoro di manutenzione.

Gli anni successivi videro un Vesuvio ancora in attività, con eruzioni prevalentemente effusive, come quella del 1929, che produsse essenzialmente lave. Fino al 1944, non si registrano eventi alluvionali particolarmente intensi. Piccole colate di fango si hanno puntualmente dopo fasi esplosive (di piccola energia) in diverse aree del vulcano, ma si

tratta di eventi di minore energia, anche se da tenere comunque in considerazione. Diversi nubifragi vengono registrati dal 1948 in poi; in questo caso, tuttavia, si tratta di episodi legati a cicli di piogge stagionali più che all'attività del vulcano, in quel periodo quiescente, che causarono pochi danni, rispetto ad altri eventi registrati in passato, e un totale di nove vittime (tabella 4).

TABELLA 4

TIPOLOGIA DELL'EVENTO	LOCALITÀ	DATA	N° VITTIME
Nubifragio	Somma Vesuviana	1948	-
Nubifragio	Somma Vesuviana	1950	-
Nubifragio	Somma vesuviana	1950	-
Nubifragio	Torre del Greco, Ercolano	1954	-
Nubifragio	Ercolano	1960	1
Nubifragio	Torre del Greco	1961	2
Nubifragio	Torre del Greco, Portici, Torre Annunziata	1970	1
Nubifragio	Torre del Greco	1973	2
Nubifragio	Torre del Greco	1979	-
Nubifragio	Torre del Greco	1982	2
Nubifragio	Torre del Greco, Ercolano	1985	1
Nubifragio	Torre del Greco, Ercolano	1985	-

**EVENTI ALLUVIONALI AL VESUVIO
DAL 1948 AL 1985**
da G. Cosenza,
Vesuvio: metastasi di un territorio (1997)

La minore frequenza dei fenomeni alluvionali è sicuramente correlabile al tipo di attività del Vesuvio, che produsse sostanzialmente lave (oltre 500 milioni di m³, dal 1913 al 1944), a discapito dei materiali piroclastici, che furono emessi in piccole quantità durante le sporadiche fasi parossistiche. Nell'ultimo periodo eruttivo del Vesuvio, ci furono numerose emissioni lente di lava, con diversi trabocchi dal cratere centrale, che si riversavano nel settore meridionale del vulcano, tra San Sebastiano al Vesuvio e Terzigno.

Anche con l'ultima eruzione del Vesuvio, quella del 18 marzo 1944, i volumi di piroclastiti prodotti furono relativamente ridotti e, comunque, inferiori ad eventi come quelli del 1631 o del 1906.

CONCLUSIONI

Le considerazioni fatte in questo capitolo ci inducono a pensare che fino a quando il Vesuvio rimarrà nel suo stato di quiescenza, persisterà anche in un futuro immediato un basso rischio alluvionale. Ma, verosimilmente, c'è anche un altro fattore da valutare attentamente: quanto più lungo sarà il periodo di quiescenza del vulcano, tanto maggiori saranno le probabilità che quest'ultimo si risvegli con un'eruzione di grande energia. In tal caso, con un'eventuale ripresa dell'attività, il rischio reale di invasione dei paesi vesuviani da colate di fango e detriti aumenterà repentinamente.

In una siffatta situazione esiste un fattore che può essere sfruttato a nostro vantaggio: il tempo. Sebbene oggi nell'area vesuviana si riscontrino situazioni di notevole degrado del territorio sussistono, tuttavia, ancora le condizioni per poter pianificare gli interventi urbanistici e di ripristino ambientale in funzione del rischio a cui il territorio stesso è soggetto, in maniera tale da creare un'inversione di tendenza nella direzione di un più razionale sfruttamento delle risorse naturali.

Il Vesuvio, con il suo silenzio che dura ormai da oltre cinquant'anni, ci sta fornendo il tempo e, di conseguenza, l'opportunità, per poter affrontare con coerenza una situazione territoriale così complessa, altrimenti difficilmente gestibile in condizioni di emergenza.

L'area vesuviana è, oggi, contraddistinta da due diverse realtà, facenti parte del medesimo contesto geografico ed economico. Da un lato la realtà, sempre più presente, del Parco nazionale del Vesuvio, che ha di fatto indotto un arresto dell'indiscriminato sfruttamento del territorio, a favore della ripresa di uno sviluppo ecosostenibile. Dall'altro, la realtà esterna ai confini del Parco, dove l'enorme distesa di cemento dei paesi vesuviani (che in alcune aree somigliano ormai più ad un'unica grande città, che ad un insieme di

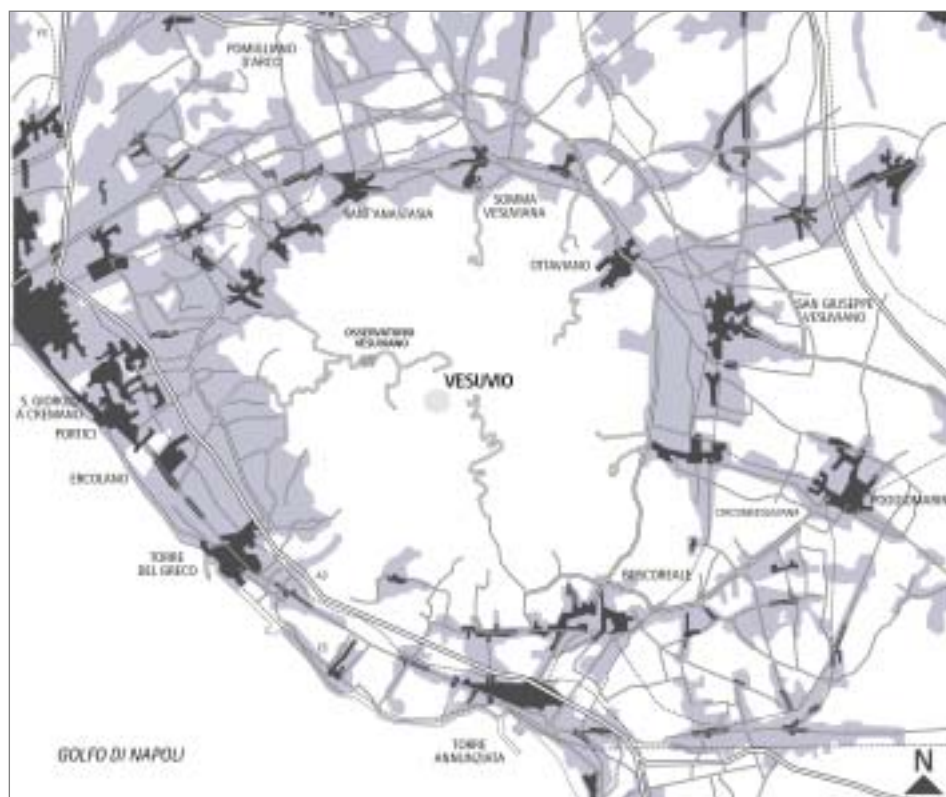


Figura 9

SVILUPPO URBANO DELL'AREA VESUVIANA, 1954-1991
da *Mons Vesuvius*, a cura di G. Luongo (1997),
(modificata)

Legenda

- Strade di attraversamento e risalita al cratere
- Strade di penetrazione
- Altre strade
- Autostrade
- Ferrovie
- Tessuto urbano 1991
- Tessuto urbano 1954/1955

**La lava del 1944 lungo l'Atrio del Cavallo:
è ben visibile il *continuum* edilizio
che caratterizza le falde del Vesuvio**

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



comuni) evidenzia la crescita disorganica verificatasi in una regione fino a pochi anni fa priva di effettiva programmazione. Questo sviluppo caotico ha enormemente aumentato il rischio vulcanico (diretto ed indiretto) dell'area vesuviana, dove paradossalmente dall'immediato dopoguerra ad oggi si è passati da una popolazione residente di circa 380.000 abitanti ad oltre 650.000 (fig. 9).

Ritornando al problema alluvioni, le considerazioni fatte evidenziano un elevato rischio di inondazione di colate di fango e detriti vulcanici, specie nei settori settentrionali del Monte Somma ed in alcuni comuni costieri come Torre del Greco, Ercolano e Portici.

La popolazione di questi comuni ha vissuto per anni nell'incubo dei fiumi di detriti, che provenivano dalle pendici del Vesuvio e devastavano ogni cosa. È dall'epoca dei Borboni che si era compresa l'importanza di mantenere costantemente efficiente il sistema di canali ed alvei del Somma-Vesuvio, al fine di mitigare gli effetti alluvionali successivi alle eruzioni. Ed è ciò che oggi dovrebbero fare gli organi di protezione civile, in collaborazione con le amministrazioni locali. Il Parco nazionale del Vesuvio, dal canto suo, è ormai da diversi anni impegnato in opere di ripristino funzionale e di manutenzione dei sentieri, degli alvei e delle aree che presentano dissesti in atto, opere che vengono eseguite con interventi di ingegneria naturalistica, il cui impatto ambientale è praticamente nullo. Indirettamente questi interventi inducono una mitigazione del rischio alluvionale. Il fine pratico, oltre che istituzionale, di tali interventi è quello di salvaguardare il patrimonio naturale, che è inteso nel senso più ampio del termine, e comprende non solo la fauna e la flora, ma anche qualsiasi singolarità geologica, paleontologica ed idrogeologica presente sul territorio.

Riprendere organicamente gli esempi messi in pratica dalla scuola di ingegneria borbonica, integrarli con le nuove esperienze accumulate, sarà un serio approccio per affrontare i rischi alluvionali connessi alle eruzioni del Vesuvio.

NOTE

¹ Cfr. A. VALLARIO, *Potenziale rischio idrogeologico al Somma-Vesuvio. Eruzione Vesuviana del 1944 – Ricordo di questo evento eruttivo 50 anni dopo*, Comune di San Sebastiano al Vesuvio 1994.

² Cfr. al riguardo: G. GIULIANI, *Trattato del Monte Vesuvio e de' suoi incendi*, Napoli 1632; G. B. MANZO, *Lettera al Sig. Antonio Bruni a Roma*, in RICCIO L. «Nuovi documenti sull'incendio vesuviano dell'anno 1631», Archivio Storico per le Province Napoletane, a. XIV, fasc. III, Napoli 1889.

³ Cfr. GIULIO CESARE BRACCINI, *Dell'incendio fattosi nel Vesuvio a XVI di dicembre MDCXXXI e delle sue cause ed effetti*, Napoli 1632.

⁴ Cfr. I. SORRENTINO, *Istoria del monte Vesuvio*, Napoli 1734.

⁵ Cfr. G. DE BOTTIS, *Istoria di vari incendi del Monte Vesuvio*, Napoli 1786.

⁶ Cfr. S. BREISLAK, A. WINSPEARE, *Memoria sull'eruzione del Vesuvio accaduta la sera de' 15 giugno*, Napoli 1794.

⁷ Cfr. G.M.C., 1794.

⁸ Cfr. T. MONTICELLI, N. COVELLI, *Storia de' fenomeni del Vesuvio*, Napoli 1823.

⁹ Cfr. G. MERCALLI, *Notizie vesuviane*, «Bollettino Società Sismologia Italiana», Modena 1892-1906.

BIBLIOGRAFIA

- ALFANO G. B., *L'incendio vesuviano dell'aprile 1906*, in «Rivista di Fisica, Matematica e Scienze naturali», a. VII, n. 84, dicembre, Pavia 1906.
- BAGNOLD R. A., *Experimentes on a gravity-free dispersion of large spheres in a Newtonian fluid under shear*, Proc. R. Soc. London, Ser. A 225, 1954, pp. 49-63.
- BAGNOLD R. A., *The flow of cohesionless grains in fluid*, «Phil. Trans. Roy. Soc. London», 249 A, 1956, pp. 235-297.
- BARBERI F., CARAPEZZA M. L., *I Labar*. in «Le Scienze, quaderni», n. 93, 1996, pp. 37.
- BARBERI F., ROSI M., SANTACROCE R., SHERIDAN M. F., *Volcanic hazard zonation: Mt. Vesuvius* in «Forecasting Volcanic Event», Elsevier Pu.Co., Amsterdam 1983, pp. 149-161.
- BLONG R. J., *Volcanic Hazards: A Sourcebook on the Effects of Eruption*. Accademic Press, Sydney 1986.
- BRACCINI G. C., *Dell'incendio fattosi nel Vesuvio a XVI di dicembre MDCXXXI e delle sue cause ed effetti*, Napoli 1632.
- BREISLAK S., WINSPEARE A., *Memoria sull'eruzione del Vesuvio accaduta la sera de' 15 giugno*, Napoli 1794.
- CAROTENUTO M., *Ercolano attraverso i secoli*, Ed. del Delfino, pp. 351-356.
- DE BOTTIS G., *Istoria di vari incendi del Monte Vesuvio*, Napoli 1786.
- GARGIULO G., *Il Vesuvio e la grande eruzione dell'aprile 1906*, Editori Colavecchia Colombari & C., Napoli 1996.
- GIULIANI G., *Trattato del Monte Vesuvio e de' suoi incendi*, Napoli 1632.
- HAMILTON W., *Observations on Mount Vesuvius, Mount Etna and other volcanoes*, Series of letters addressed to Royal Society, Cadell. London 1774.
- IMBÒ G., *L'attività eruttiva vesuviana e relative osservazioni nel corso dell'intervallo intereruttivo 1906-1944 ed in particolare del parossismo del marzo 1944*, in «Annali dell'Osservatorio vesuviano», vol. unico, Napoli 1949.
- LACROIX A., *La montagne Pelée et ses éruptions*, Paris 1904.
- LE HON H., *Histoire complète de la grande eruption du Vésuve de 1631* in «Bull. Acad. Sci. Lett. Et Beaux Arts Belgique» 20, 1865, pp. 487-538.
- KILBURN C., LUONGO G., *Active Lavas*, London 1993.
- MANZO G. B., *Lettera al Sig. Antonio Bruni a Roma*, in RICCIO L., «Nuovi documenti sull'incendio vesuviano dell'anno 1631», Archivio Storico per le Province Napoletane, a. XIV, fasc. III, Napoli 1889.
- LUONGO G. (a cura di), *Mons Vesuvius, sfide e catastrofi tra paura e scienza*, Stagioni d'Italia, Casa Editrice Fausto Fiorentino, Napoli 1997.
- MERCALLI G., *Notizie vesuviane* in «Bollettino Società Sismologia Italiana», Modena 1892-1906.
- MERCALLI G., *Intorno alla successione dei fenomeni eruttivi del Vesuvio*, Atti V Congresso Geografico Italiano, vol. 2°, sez. I, scientifica, Napoli 1905.
- MERCALLI G., *La grande eruzione vesuviana cominciata il 4 aprile 1906*, «Memorie Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei», vol. XXIV, 1906.
- MERCALLI G., *Le fasi dell'eruzione dell'aprile 1906*, «Natura ed Arte», 1906.
- MONTICELLI T., COVELLI N., *Storia de' fenomeni del Vesuvio*, Napoli 1823.
- MONTICELLI T., COVELLI N., *Prodrómo della mineralogia vesuviana*, Napoli 1825.
- NAZZARO A., *Il Vesuvio, storia eruttiva e teorie vulcanologiche*, Liguori Editore, Napoli 1997.
- NAZZARO A., *Some consideration on the state of Vesuvius in the middle ages and precursor of the 1631 eruption*, in «Annali di geofisica», vol. 41, n. 4., 1998, pp. 555-565.
- ROLANDI G., *L'eruzione vesuviana del 1631 ricostruita dall'analisi dei documenti coevi*, Ass. Stor. del Caiatino, vol. 8, 1991, pp. 107-134.
- ROLANDI G., MASTOLORENZO G., BARRELLA A. M., BORRELLI A., *The Avellino plinian eruption of Somma Vesuvius(3760 y b.p.): the progressive evolution from magmatic to hydromagmatic style*, in «Journ. of Volcanol. and Geothermal Research.», 58, 1993.
- ROLANDI G., RUSSO F., *L'eruzione del Vesuvio nel 1631* in «Boll. Soc. Geol. It», 112, 1993, pp. 315-332.
- ULISSE C., *Il degrado del territorio vesuviano. Causa ed effetti*, Atti del Convegno «Rischio vulcanico e programmazione territoriale, Ricordo di Alfred Rittman», Provincia di Napoli, Osservatorio Vesuviano, Napoli-Casamicciola, 1987.
- SORRENTINO I., *Istoria del monte Vesuvio*, Napoli 1734.
- TORTORA A., *Un'eruzione a due voci, Il 1631 tra Plinio e Braccini*, Osservatorio Vesuviano, n. 2/89, 1989.
- VALLARIO A., *Potenziale rischio idrogeologico al Somma-Vesuvio. Eruzione Vesuviana del 1944 – Ricordo di questo evento eruttivo 50 anni dopo*, Comune di San Sebastiano al Vesuvio 1994.



Palificata viva spondale a lavori ultimati
Rio Inferno (Cassino), maggio 2000
foto di P. Cornellini



L'INGEGNERIA NATURALISTICA NELLE AREE MEDITERRANEE

Paolo Cornelini¹, Giuliano Sauli²

¹ Presidente AIPIN Lazio
² Presidente nazionale AIPIN

La regione Campania con una superficie di circa 13.700 Km² e 5.800.000 abitanti presenta una situazione geomorfologica e climatica che, unita alla presenza di terreni altamente erodibili, determina una notevole propensione all'erosione diffusa ed al dissesto idrogeologico, con la conseguenza che il rischio naturale legato alle catastrofi idrogeologiche è tra i problemi più rilevanti della regione, sia per i danni prodotti che per il numero delle vittime. I fenomeni naturali di degrado del territorio risultano poi esaltati da interventi dell'uomo a scarsa o nulla compatibilità ambientale che si inseriscono in un contesto aggravato dall'abbandono o dalla scarsità di manutenzione del territorio con problematiche rilevanti che coinvolgono, oltre agli aspetti della difesa del suolo, anche quelli della pianificazione del territorio.

A oltre dieci anni dall'emanazione della legge 183/89 sulla difesa del suolo, le Autorità di Bacino comprese nel territorio della regione Campania sono quelle indicate nella tabella 1.

INTRODUZIONE

TABELLA 1					
AUTORITÀ DI BACINO	TIPO	SUPERFICIE	ABITANTI	PROVINCE	COMUNI
LIRI GARIGLIANO E VOLTURNO	NAZIONALE	5.552,3 km ²	907.719	4 (NA, CE, BN, AV)	239
SELE	INTERREGIONALE	2.433,8 km ²	218.212	2 (AV, SA)	73
OFANTO	INTERREGIONALE	617,6 km ²	36.613	2 (AV, SA)	20
FORTORE	INTERREGIONALE	242,9 km ²	15.837	2 (CE, BN)	18
CAMPANIA NORD-OCCIDENTALE	REGIONALE	1.500 km ²	3.000.000	4 (NA, CE, BN, AV)	127
CAMPANIA SARNO	REGIONALE	717,27 km ²	1.185.948	3 (NA, SA, AV)	62
CAMPANIA DESTRA SELE	REGIONALE	637 km ²	533.824	3 (AV, NA, SA)	39
CAMPANIA SINISTRA SELE	REGIONALE	1.672 km ²	177.333	1 (SA)	59
TOTALE		13.669,7 km ²		4 (NA, CE, BN, AV)	551

AUTORITÀ DI BACINO COMPRESSE
NELLA REGIONE CAMPANIA

Il decreto legge 11 giugno 1998, n. 180, *“Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”*, coordinato con la legge di conversione 3 agosto 1998, n. 267 e con il decreto legge 13 maggio 1999, n. 132, ha previsto una serie di misure urgenti a carattere strutturale e non strutturale per la difesa dal dissesto idrogeologico e per la riduzione del rischio. Il decreto in questione prevedeva, inoltre, che entro il 31 ottobre 1999, le Autorità di Bacino di rilievo nazionale ed interregionale e le regioni per i restanti bacini, in deroga alle procedure della legge 183/89, approvassero i Piani straordinari diretti a rimuovere le situazioni a rischio più alto, con l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato per l'incolumità delle persone e per la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale e con l'apposizione di misure di salvaguardia immediatamente vincolanti l'uso del territorio su tali aree. In proposito, alla data 1° gennaio 2001, tutte le Autorità di Bacino ricadenti sulla territorio della regione, ad eccezione di quelle del Fortore e dell'Ofanto, avevano elaborato il Piano straordinario ed apposto le misure di salvaguardia.

LE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

In tale contesto, ove si pone la necessità di interventi diffusi sul territorio per la difesa del suolo, le tecniche di ingegneria naturalistica rappresentano lo strumento operativo, alternativo in molti casi alle tecniche in grigio, per una pianificazione, manutenzione e trasformazione del territorio a compatibilità ambientale, con particolare attenzione alla prevenzione del dissesto idrogeologico. L'impiego di tali tecniche risulta ancor più importante nelle aree con particolari valenze ambientali quali le aree protette, ove il loro utilizzo si impone per motivi naturalistici e paesaggistici, con positive ricadute in termini occupazionali.

L'ingegneria naturalistica, nata in tempi remoti – probabilmente i primi interventi in Italia risalgono alla Repubblica di Venezia –, sviluppata particolarmente nelle regioni alpine, nell'immediato dopoguerra è stata riscoperta e ripresa su vasta scala soprattutto nell'Europa centrale (Austria e Svizzera). Le esperienze italiane, dapprima concentrate in Alto-Adige, Trentino e Veneto, si sono poi estese alle altre regioni settentrionali (Piemonte, Lombardia, Friuli) fino ad interessare, con numerosi interventi, anche l'ambito mediterraneo (Liguria, Toscana, Lazio, Marche, Campania, Sicilia, e Sardegna).

L'ingegneria naturalistica, come è noto, è una disciplina tecnica che utilizza: tecniche di rinaturazione finalizzate alla realizzazione di ambienti idonei a specie o comunità vegetali e/o animali;

le piante vive o parti di esse quali materiali da costruzione da sole o in abbinamento con altri materiali;

materiali, anche solo inerti, infrastrutture ed altri provvedimenti volti a fornire condizioni favorevoli alla vita di specie animali.

Le finalità di tali interventi, come ormai ampiamente riconosciuto, sono principalmente quattro:

tecnico-funzionale: di risoluzione di problemi tecnici come per esempio il consolidamento di una sponda fluviale o la stabilizzazione di un versante in frana;

naturalistico-ecologico: non di semplice “ripristino a verde”, ma di ricreazione delle condizioni ecologiche di base per l'innescare dei processi tendenti verso ecosistemi evoluti con il massimo di biodiversità ed eterogeneità;

estetico-paesaggistico: di reinserimento delle opere nel paesaggio naturale;

economiche: in quanto opere spesso competitive rispetto a quelle tradizionali.

I settori d'intervento vanno dal controllo del dissesto idrogeologico con il consolidamento dei versanti e le sistemazioni idrauliche, al recupero delle aree degradate, alle opere

di minimazione dell'impatto ambientale e di rinaturazione in genere e, in particolare:

- sistemazioni di versante antierosive, stabilizzanti e consolidanti;
- sistemazioni idrauliche forestali ed idrauliche agrarie;
- sistemazioni idrauliche di pianura e rinaturalizzazione di zone umide;
- realizzazione di casse d'espansione e briglie di ritenuta;
- sistemazioni costiere e dunali;
- creazione di ecosistemi filtro;
- creazione di vasche di depurazione di acque provenienti dallo scolo delle acque bianche stradali;
- mitigazione degli impatti di infrastrutture lineari (rivegetazione delle scarpate, dei rilevati, delle aree residuali);
- mitigazione dell'inquinamento acustico tramite realizzazione di fasce vegetate o barriere antirumore verdi;
- riduzione dell'inquinamento atmosferico con fasce filtro vegetate;
- rivegetazione di versanti rocciosi (cave, scarpate stradali, imbocchi di gallerie, versanti rocciosi in genere) e delle ex discariche;
- creazione di opere di mitigazione per la fauna (sovrappassi e sottopassi, zone di tutela, rampe di risalita per pesci, ecc.).

Oltre alle numerose normative regionali in materia, va ricordata l'attenzione del Ministero dell'ambiente alle tecniche di ingegneria naturalistica che risale all'inizio degli anni Novanta del Novecento e si è tradotta nella pubblicazione di testi e nella creazione di strutture per il controllo di progetti e, in particolare:

- pubblicazione del testo *Opere di Ingegneria Naturalistica sulle sponde; tecniche costruttive ed esempi nel cantone di Berna*, 1993;

- pubblicazione delle *Linee guida per Capitolati speciali per interventi di Ingegneria Naturalistica e lavori di opere a verde*, 1997;

- attività della Commissione VIA nel settore delle opere di mitigazione con tecniche di ingegneria naturalistica, con notevoli ricadute sulle opere pubbliche e con effetto di moltiplicatore nei confronti degli altri Enti pubblici;

- attività della Segreteria tecnica Difesa del Suolo con prospettive di incidenza sulle sistemazioni idrauliche e del dissesto idrogeologico per la realizzazione di opere a compatibilità ambientale.

In un progetto di ingegneria naturalistica la capacità antierosiva e di consolidamento viene affidata, in ultima analisi, alle piante vive che possono essere impiegate in varie forme quali semi, piante radicate, zolle, rizomi, talee. Nella scelta delle specie da utilizzare, tra quelle autoctone appartenenti alla serie della vegetazione potenziale regionale, coerenti dal punto di vista ecologico con l'ambiente circostante, vanno individuate quelle che presentano le migliori caratteristiche biotecniche, cioè con un apparato radicale profondo ed esteso, che crescano più velocemente e garantiscano nel tempo la protezione ed il consolidamento del suolo. Le specie legnose – le sole idonee per gli interventi di stabilizzazione o consolidamento – più adatte a operare in stazioni con caratteristiche ecologiche difficili, sono gli arbusti pionieri autoctoni che possiedono apparati radicali estesi e ramificati da consolidare fino ad uno spessore medio di circa 1,5-2 m di substrato; a tale azione puntuale o lineare di consolidamento va unita un'azione di protezione antierosiva areale del pendio tramite l'inerbimento. Le maggiori esperienze di utilizzo delle tecniche di ingegneria naturalistica sono state fatte nelle regioni dell'arco alpino caratterizzate da un clima più mesofilo (più fresco, più umido e con estati senza grossi stress idrici) di quello mediterraneo e, quindi, con situazioni eco-

IL MATERIALE DA COSTRUZIONE VIVO

logiche più favorevoli all'attecchimento delle piante.

I problemi legati all'utilizzo delle piante vive in ambito mediterraneo sono:

la presenza di un periodo estivo xerico con stress idrico, che ha determinato nelle piante mediterranee una serie di adattamenti biologici (sclerofillia, tomentosità, spinosità, etc.);

la presenza di una stagione di riposo vegetativo più corta di quella delle regioni alpine, con conseguente periodo più breve per l'utilizzo di specie con capacità di riproduzione vegetativa, quali, ad esempio, i salici o le tamerici, le cui talee si raccolgono tipicamente in tale periodo;

la difficile reperibilità delle talee e del materiale vivaistico autoctono, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

Ne deriva la necessità di maggiori accorgimenti nella scelta delle specie vegetali per gli interventi di ingegneria naturalistica, tramite idonee analisi floristiche e vegetazionali in quanto le specie autoctone di comune impiego e maggiormente reperibili nei vivai non sempre garantiscono l'attecchimento nelle condizioni ecologiche difficili dell'ambiente mediterraneo. L'utilizzo massiccio dei salici, pur compatibile, dal punto di vista ecologico, con le caratteristiche delle stazioni umide mediterranee, quali quelle dei corsi d'acqua o di montagna, va ben valutato nelle altre situazioni ambientali ove spesso tali specie, in genere igrofile, non sono proponibili per coerenza floristica, per le difficoltà di reperimento e, soprattutto, per limiti ecologici e climatici. Emerge, quindi, l'esigenza della disponibilità di specie xerofile mediterranee erbacee, arbustive ed arboree, che non sempre il mercato vivaistico pubblico o privato è in grado di soddisfare. Tale esigenza vale ancor più per le aree protette ove va garantita, per il pericolo dell'inquinamento genetico, la provenienza delle specie impiegate tramite la raccolta dal selvatico e la loro riproduzione delle specie in idonei vivai distribuiti sul territorio per fasce altitudinali. Oltre alle piante radicate da impiantare in modo tradizionale, l'osservazione del comportamento in natura di alcuni arbusti radicati che reagiscono alla messa a dimora suborizzontale e conseguente interrimento con una radicazione estesa a tutto il fusto ha permesso lo sviluppo di un filone di ricerca, con sperimentazioni previste anche nel territorio del Parco nazionale del Vesuvio, sull'utilizzo delle piante radicate mediterranee per gli interventi di ingegneria naturalistica.

PROSPETTIVE DI UTILIZZO DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA NELLA REGIONE CAMPANIA

La regione Campania presenta, in genere, condizioni geomorfologiche, idrauliche ed ecologiche favorevoli all'impiego, nella difesa del suolo, delle tecniche antierosive, consolidanti e di rinaturazione dell'ingegneria naturalistica.

Nell'ambito degli interventi di risanamento del dissesto idrogeologico le tecniche di ingegneria naturalistica trovano il loro campo di applicazione non tanto nelle emergenze catastrofiche o negli interventi immediati di sistemazione dei danni, bensì nella manutenzione del territorio, nelle sistemazioni a medio e lungo termine, nonché nella prevenzione tramite la pianificazione territoriale.

In tabella 2 viene riportata un'ipotesi di quadro tecnico-economico per interventi estensivi di prevenzione del dissesto idrogeologico in un bacino idrografico tipo. La ripartizione percentuale degli importi prende a riferimento, in assenza di dati sul bacino pilota, la ripartizione degli importi secondo la tabella 4.2 "Quadro riassuntivo dei fabbisogni per gli interventi di recupero della funzionalità dei sistemi naturali e delle aree agricole nei territori di montagna collina e pianura" elaborata dalla Segreteria tecnica Difesa del Suolo del Ministero dell'ambiente ed allegata alle linee guida per la manutenzione dei bacini idrografici per le regioni meridionali (Q.C.S. 2000-2006).

Le cifre si riferiscono ad un investimento pari a £ 10 miliardi.

TABELLA 2

	RIPARTIZIONE PERCENTUALE IMPORTI	SUDDIVISIONE IMPORTI (MILIONI DI LIRE)	COSTI UNITARI INTERVENTI (MILIONI DI LIRE)	ESTENSIONE INTERVENTI
Rimboschimenti con specie autoctone e conversione colturale degli impianti di resinose con sfoltimenti e inserimento di latifoglie autoctone.	15%	1.500	20/ha	75 ha
Sistemazioni idraulico-forestali estensive: • interventi antierosivi e stabilizzanti privilegiando l'uso delle specie arbustive autoctone ed impiegando le tecniche di ingegneria naturalistica: inerbimenti, inerbimenti potenziati, fascinate vive, gradonate vive, viminate vive seminterrate, etc.	35%	3.500	100/ha	35 ha
Rinaturazione dei corsi d'acqua • rinaturazione dei corsi d'acqua minori e ricostituzione delle fasce di vegetazione ripariale nei corsi d'acqua di pianura • ripristino delle sezioni di deflusso, con l'eventuale taglio della vegetazione in alveo salvaguardandone il ruolo nella difesa e conservazione delle sponde secondo quanto previsto nel DPR 14 aprile 1993.	15%	1.800	200/km di corso d'acqua	7,5 km
Sistemazioni estensive idraulico-agrarie: • realizzazione di fosse livellari; • realizzazione drenaggi superficiali; • sistemazione aree con fenomeni erosivi e ricostituzione del cotico erboso con tecniche di ingegneria naturalistica; • ricostruzione della rete delle siepi campestri.	20%	2.000	5/ha	400 ha
Sistemazioni idraulico-forestali intensive per la regimazione dei corsi d'acqua montani: • opere trasversali: manutenzione delle opere esistenti con sostituzione, ove possibile, di quelle in calcestruzzo con opere elastiche, realizzazione di briglie, briglie in legname e pietrame, rampe in pietrame, etc. • opere longitudinali di difesa spondale : scogliere con talee, terre rinforzate rinverdite, gabbionate rinverdite, palificate vive, coperture diffuse, talee vive, etc. • realizzazione di casse d'espansione anche di piccole dimensioni nei sottobacini, ottenendo aree da sistemare secondo principi naturalistici, anche per limitare la realizzazione di grandi vasche nel fondovalle.	10%	1.000	1.000/km di corso d'acqua	1 km
Sistemazione di frane ed aree instabili utilizzando, ove possibile, le tecniche di ingegneria naturalistica.	5%	500	1.500/ha	0,33 ha
TOTALE	100%	10.000		

***IPOTESI DI QUADRO TECNICO-ECONOMICO
PER INTERVENTI DI PREVENZIONE
DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO
IN UN BACINO IDROGRAFICO TIPO***

Per quanto riguarda, in particolare, gli interventi di sistemazione idraulica a compatibilità ambientale risulta:

- una limitata possibilità di uso delle tecniche di ingegneria naturalistica in alveo, nel corso superiore dei fiumi, per la notevole pendenza e per l'elevata velocità della corrente;

- una ampia possibilità di impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica in alveo, nel corso medio ed inferiore dei fiumi;

- una notevole possibilità di impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica al di sopra del livello di piena medio, lungo tutto il corso del fiume, anche per la necessità di rafforzare sul territorio la presenza della striscia dei saliceti arbustivi ed arborei ripariali e di riconquistare lo spazio per i boschi igrofilo a pioppi, ontani e frassini, anche con idonei espropri;

- la necessità di una manutenzione degli alvei con criteri naturalistici;

- la necessità della riqualificazione ambientale del reticolo di pianura, soprattutto lungo i canali di bonifica.

Per il pieno sviluppo del processo di risanamento con le tecniche di ingegneria naturalistica è indispensabile il verificarsi su tutto il territorio di una sinergia virtuosa tra il miglioramento del quadro istituzionale di riferimento, della capacità progettuale e realizzativa dei soggetti pubblici e privati e delle funzioni di controllo, ricerca e monitoraggio. Per conseguire l'obiettivo di un impiego corretto e diffuso dell'ingegneria naturalistica nella regione Campania è necessario quindi favorire i seguenti processi:

- approvazione di normative tecniche regionali sull'ingegneria naturalistica;

- predisposizione di linee guida per l'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica nell'ambito della pianificazione delle Autorità di Bacino;

- approvazione di normative per la possibilità del prelievo dal selvatico delle talee di salice e di altre piante con procedura semplificata, sull'esempio della regione Lombardia;

- realizzazione di cartografie tematiche sulla distribuzione nel territorio delle formazioni arboree ed arbustive impiegabili per il reperimento dal selvatico del materiale vivo;

- realizzazione di vivai specializzati nella riproduzione di specie autoctone per l'ingegneria naturalistica;

- realizzazione di corsi di aggiornamento e di formazione per personale degli enti pubblici (comuni, comunità montane, aree protette, consorzi di bonifica, regione, etc.), per i progettisti e per le imprese;

- censimento e monitoraggio delle opere di ingegneria naturalistica già realizzate;

- sviluppo di settori di ricerca e sperimentazione sulle caratteristiche biotecniche degli arbusti mediterranei.

Ipotizzando, con un calcolo di larga massima, una superficie di intervento urgente pari ad un millesimo del territorio della regione Campania (circa 14 km²), ove le tecniche intensive di ingegneria naturalistica possono essere impiegate per sanare il 20% delle tipologie del dissesto, con un costo di circa £ 150.000 al m², si avrà:

$14 \text{ km}^2 \times 0,2 = 2,8 \text{ km}^2 = 2.800.000 \text{ m}^2$
 $2.800.000 \text{ m}^2 \times £ 150.000/\text{m}^2 = £ 420 \text{ miliardi}$

considerando un periodo di 5 anni di interventi sul territorio:
 $420/5 = £ 84 \text{ miliardi/anno}$
con un indotto occupazionale diretto stimato in circa ottocentoquaranta posti di lavoro all'anno più l'indotto indiretto.

Ipotizzando, inoltre, una superficie pari al 3% della Campania (411 km²), ove l'ingegneria naturalistica può essere impiegata nella prevenzione dei dissesti con la manutenzione diffusa del territorio con le tecniche della tabella 2 – rimboschimenti, sistemazioni idraulico forestali ed idraulico agrarie estensive – con un costo medio di circa £. 8.000 al m², ne deriva:

$411.000.000 \text{ m}^2 \times £. 8.000/\text{m}^2 = £ 3.288 \text{ miliardi}$

considerando un periodo di 20 anni:
 $3.288/20 = \text{circa } £ 164 \text{ miliardi/anno}$
con un indotto occupazionale diretto stimato in milleseicentoquaranta posti di lavoro all'anno più l'indotto indiretto.

L'investimento ed il relativo indotto occupazionale diretto sarebbero quindi, a livello

TABELLA 3		
ANNI	INVESTIMENTO (MILIARDI DI LIRE)	INDOTTO OCCUPAZIONALE DIRETTO
1-5	$84 + 164 = 248$	2.480
6-20	164	1.640

**STIMA DI MASSIMA DEL COSTO DEI
POTENZIALI INTERVENTI URGENTI
E DI PREVENZIONE DEL DISSESTO
CON RELATIVO INDOTTO
OCCUPAZIONALE**

*INVESTIMENTO E INDOTTO OCCUPAZIONALE
A LIVELLO REGIONALE*

Biostuoia con talee di tamerici

Rivestimenti spondali di canali
in zona Molentargius (Cagliari)

foto di G. Sauli



**Cordonate vive di tamerici**

Intervento sperimentale miniera di Campo Pisano (Cagliari)
foto di G. Sauli

**Messa a dimora di specie della gariga costiera, in primo piano *Hatriplex halymus***

Miniera di Campo Pisano (Cagliari)
foto di G. Sauli

APPLICAZIONE
DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA
IN ZONE MEDITERRANEE
DELLA SARDEGNA NELL'AMBITO
DEL PROGETTO PILOTA UE

Si riportano due interventi tipo eseguiti dagli autori in ambito mediterraneo terrestre e idraulico. Vengono presentate le risultanze di interventi applicativi, effettuati nel corso del triennio 1993-1996, nell'ambito di un progetto pilota UE sull'impiego di tecniche di rinaturazione e ingegneria naturalistica in aree mediterranee in Sardegna.

Come è noto esistono pluridecennali esperienze in ambito centroeuropeo, mentre la novità del progetto pilota consiste nell'adattamento delle tecniche ad ambiti stenomediterranei con sperimentazione, in prevalenza, di specie della gariga costiera della Sardegna. Si è tentato per la prima volta di realizzare tecniche stabilizzanti con impiego di tallee legnose con capacità di ricaccio vegetativo, non con il gruppo dei salici tipici degli ambienti mesofili, ma con specie legate ad ambienti costieri mediterranei xerotermofili dei generi *Tamarix* ed *Atriplex*.

Gli interventi sono stati articolati in cinque moduli:

- vivaio di specie autoctone;
- rinaturazione di substrati inquinati;
- frane, aree in erosione, rimboschimenti di protezione;
- ricostruzione di biotopi umidi;
- gestione delle coperture nelle aree di *set-aside*.

Si riportano in particolare le esperienze relative al vivaio di specie autoctone

Sono state selezionate settantacinque specie autoctone tra arbusti, suffrutici, graminacee ed altre erbe di cui si riportano in tabella 4 le principali utilizzate.

TABELLA 4

SPECIE AUTOCTONE	RESISTENZA SICCITÀ	SVILUPPO VEGETATIVO	METODI DI PROPAGAZIONE
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poirot) Dur et Sch.	A	M	S-D
<i>Anagyris foetida</i> L.			S
<i>Artemisia arborescens</i> L.	A	M	T
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	M	B	D
<i>Atriplex halimus</i> L.	A	A	T
<i>Calicotome villosa</i> (Poirot) Link			S-T
<i>Cistus incanus</i> L.			S-T
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	M	B	S-T
<i>Cistus salvifolius</i> L.			S-T
<i>Cymbopogon hirtus</i> (L.) Janchen spp. Hirtus	A	A	D
<i>Euphorbia characias</i> L.	B	B	T
<i>Euphorbia dendroides</i> L.	M	M	S-T
<i>Genista corsica</i> (Loisel) DC.			S
<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) Don			T
<i>Inula viscosa</i> (L.) Aiton	A	A	S
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. ssp. <i>Macrocarpa</i> (S. et S.)			T
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. ssp. <i>Oxycedrus</i>			T
<i>Juniperus phoenicea</i> L.			T
<i>Lavandula stoechas</i> L.			S-T
<i>Limonium merxmülleri</i> Erben			S-D
<i>Lygeum spartum</i> L.	M	B	S-D
<i>Nerium oleander</i> L.	M	B	T
<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Asch. et Schweinf.	A	M	S-T-D
<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC. ssp. <i>Rupestre</i>			S-T
<i>Pistacia lentiscus</i> L.			S
<i>Plantago crassifolia</i> Forsskal	B	B	S-D
<i>Quercus coccifera</i> L.	B	B	S
<i>Santolina insularis</i> (Genn. ex Fiori) Arrigoni			T
<i>Satureja thymbra</i> L.			T
<i>Scrophularia canina</i> L.			S
<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau	A	A	T
<i>Tamarix gallica</i> L.	M	M	T

LEGENDA: Resistenza alla siccità e sviluppo vegetativo: A- alto; M- medio; B- basso.
Tipi di riproduzione: D- mediante divisione di parti radicate (rizomi, cespi, ecc.); S- mediante seme; T- mediante talea.

PRINCIPALI SPECIE AUTOCTONE SELEZIONATE
PER GLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA
NELL'AMBIENTE MEDITERRANEO DELLA SARDEGNA

Le raccolte del materiale di propagazione sono state effettuate in aree costiere-collinari della provincia di Cagliari, in stazioni con caratteristiche microclimatiche tipiche dell'areale mediterraneo. Per quanto concerne le specie utilizzate per la ricostruzione di biotopi di particolare pregio naturalistico, si è proceduto al prelievo delle "piante madri" in ecosistemi particolarmente evoluti e limitando il più possibile l'impatto ambientale dovuto alla asportazione del materiale selvatico.

La raccolta ha riguardato il seguente materiale di propagazione:

- semi di suffrutici legnosi, di erbacee non graminoidi e di graminacee;
- parti vegetali di specie legnose moltiplicabili per via vegetativa, quali talee, verghe e talee radicali;
- parti vegetali di graminacee ed erbe non graminoidi, moltiplicabili per via vegetativa, come talee radicali, di culmo e parti di stoloni;
- piante radicate di arbusti e suffrutici;
- parti di vegetazione, unitamente al terreno compenetrato dalle radici, di zolle erbose, associazioni di erbe non graminoidi, di arbusti nani e di specie suffruticose.

Inizialmente le operazioni riguardanti la radicazione delle piante sono state eseguite in una serra di 2.500 m², dotata di impianti a basso contenuto tecnologico per il mantenimento delle condizioni ottimali di temperatura, luce e umidità relativa. Per quanto riguarda la riproduzione per via gamica, a seconda delle dimensioni dei semi, si è proceduto alla semina diretta in vaso oppure in apposito semenzaio da cui le plantule sono state trapiantate dopo la germinazione. Come previsto, i risultati produttivi ottenuti con alcune specie, nella serra a basso contenuto tecnologico, sono stati insufficienti. A tal fine è stata realizzata una serra di radicazione, dotata di moderni impianti per il mantenimento delle condizioni ottimali di temperatura, luce e umidità relativa. Durante il soggiorno nei campi di coltivazione le piante sono state sottoposte alle normali cure colturali: irrigazioni, concimazioni, trattamenti antiparassitari, potature, etc.

L'obiettivo delle opere di rinaturazione di substrati inquinati è stato l'individuazione delle tecniche di ingegneria naturalistica più idonee alla rivegetazione di substrati con limitazioni dovute alla presenza di metalli in aree di discarica mineraria soggette ad erosione superficiale, nonché la selezione di specie vegetali che meglio si adattassero alle condizioni climatiche e di substrato di questi siti.

La sperimentazione del progetto pilota è stata condotta su una discarica di sterili a basso contenuto di zinco e piombo nella miniera di Campo Pisano-Iglesias.

La scarpata interessata dalle opere (circa 1.000 m² con pendenza 40°-45°) è stata suddivisa in 8 particelle longitudinali (5x25 m) che sono state rinaturate con differenti metodi, onde valutare in modo comparativo i risultati ottenuti.

Una particella è stata lasciata come testimone della situazione precedente.

Le tecniche impiegate in queste particelle sono state:

- 1) rivestimento con biofiltro preseminato e preconciato, fissato con rete metallica a maglia 10x10 cm;
- 2) fascinate e cordonate vive di tamerici, alternate a messa a dimora di arbusti autoctoni;
- 3) palizzata viva di tamerici;
- 4) copertura con stuoia in fibra di cocco e piantagione di piante erbacee perenni;
- 5) rivestimento in paglia con rizomi sminuzzati di graminacee e semina;
- 6) copertura con terra vegetale, stuoia in fibra di cocco e semina;
- 7) messa a dimora di arbusti e cespi di graminacee in vaso;
- 8) particella testimone.

Su tutte le particelle è stata, inoltre, eseguita una idrosemina di copertura. Il miscuglio utilizzato era costituito principalmente da graminacee e leguminose, selezionate tra le

specie più resistenti alle condizioni di aridità e di carenza nutrizionale. In proposito sono stati utilizzati anche degli ammendanti per il miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del substrato. È stato, inoltre, realizzato un impianto automatico per la sporadica irrigazione nella metà superiore della scarpata, allo scopo di verificare i diversi gradi di sviluppo della vegetazione in rapporto alla disponibilità idrica, principale fattore limitante. I risultati ottenuti si possono considerare più che soddisfacenti. Le diverse tecniche impiegate hanno avuto successo nella quasi totalità dei casi. I fenomeni erosivi sono nettamente diminuiti e la stabilità del terreno ha favorito anche un incremento della vegetazione spontanea. In particolare, nella realizzazione di cordunate e fascinate con talee di tamerici e arbusti radicati, si è osservato un esito positivo anche nel settore non irrigato. Ciò manifesta una netta attitudine di questa specie allo sviluppo dell'apparato radicale anche in condizioni pedologiche sfavorevoli. È da considerarsi in tal senso vicariante dei salici impiegati in ambiti più mesofili. La percentuale di fallanze degli arbusti autoctoni è stata relativamente bassa ed ha interessato principalmente le piante non irrigate. Ciò è assai indicativo circa la validità delle specie scelte, anche in considerazione del fatto che le stagioni estive sono state estremamente aride e con valori di temperatura al di sopra della media.

In conclusione si è osservato che negli interventi di stabilizzazione delle scarpate mediterranee della Sardegna va privilegiata la piantagione degli arbusti autoctoni con moderate esigenze idriche e di nutrizione, che danno migliori risultati rispetto agli interventi di ricostituzione del cotico erboso, nonostante l'impiego di ammendanti del terreno ed un costante apporto di acqua.

Vivaio di specie autoctone mediterranee

Miniera di Campo Pisano (Cagliari)

foto di G. Sauli



Il progetto, inserito nel Piano degli Interventi di ripristino e prevenzione dei danni alluvionali di cui alla legge 471/94 della Regione Lazio, ha individuato gli interventi di sistemazione idraulica del Rio Inferno con particolare attenzione all'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica, come richiesto dalla delibera della Regione Lazio n. 4340 del 28/05/96.

I lavori proposti hanno avuto, essenzialmente, il compito di restituire alla parte di asta di progetto l'efficienza idraulica con la rimozione del deposito in alveo e sulle sponde e l'ampliamento della sezione idraulica con la realizzazione di un alveo di magra sinuoso.

A seguito delle indagini floristiche e vegetazionali eseguite, nonché dall'analisi delle caratteristiche idrauliche del Rio Inferno, è stato possibile individuare gli interventi di rinaturazione e di ingegneria naturalistica per le sistemazioni antierosive e di consolidamento, con l'obiettivo dell'aumento della biodiversità del territorio attraversato dall'alveo e del miglioramento della rete ecologica esistente, con particolare riferimento alla riqualificazione delle zone umide.

Lungo il corso d'acqua sono state realizzate varie tipologie di ingegneria naturalistica: sistemazioni antierosive, di consolidamento e di rinaturalizzazione.

Nella parte più alta del bacino con una pendenza longitudinale media del fondo intorno al 2%:

- allargamento dell'alveo esistente con l'effetto di laminazione delle piene e sua meandrizazione;

- soglie in massi per la riduzione della pendenza;

- consolidamento delle sponde ricostruite con palificata viva a due pareti ($h = 1$ m) e con massi rinverditi con talee;

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DI CORSI D'ACQUA MEDITERRANEI: IL RIO INFERNO A CASSINO



Palificata viva spondale

Rio Inferno (Cassino), maggio 2000

foto di P. Cornelini

Palificata viva spondale a lavori ultimati

Rio Inferno (Cassino), marzo 2000

foto di P. Cornelini



consolidamento delle sponde ricostruite nei tratti a minor pendenza con fascinate vive; rivestimento con pietrame del fondo dell'alveo;

Nel tratto di valle il corso d'acqua attraversa un ambito prevalentemente periurbano di scarsa qualità ambientale e, quindi, i lavori oltre all'obiettivo tecnico hanno avuto la funzione di un miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica dell'area.

Il progetto ha previsto, oltre al ripristino della funzionalità idraulica con l'eliminazione della vegetazione sinantropica presente in alveo e la risagomatura, la realizzazione delle seguenti opere:

scavo della savanella del nuovo alveo di magra e stabilizzazione delle sponde con fascinate vive di salice;

stabilizzazione del piede dell'alveo di piena con la messa a dimora di talee di salice nel tratto più largo, ove sussistono le minori tensioni tangenziali in occasione delle piene; nei restanti tratti, realizzazione di fascinate vive spondali e massi rinverditi con talee; lo scopo di tale diversificazione è stato anche quello di sperimentare il comportamento delle diverse tipologie di ingegneria naturalistica;

realizzazione di un'area verde in un tratto dell'alveo lungo circa 50 m, consolidata al piede da una palificata viva a parete doppia alta circa 2 m e da una scogliera in massi riverditi.

Nell'ultimo tratto di valle, verso la confluenza nel fiume Rapido, quasi completamente cementificato, si sono effettuati interventi di compensazione al di fuori dell'alveo con la realizzazione di filari arborei di salici e pioppi.

I lavori, per un importo effettivo di circa £ 500 milioni, sono stati eseguiti nel corso dell'anno 2000 con realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica nel periodo febbraio-metà aprile 2000.

Gli interventi di manutenzione idraulica con taglio della vegetazione in alveo sono stati effettuati durante il periodo invernale 1999-2000, secondo le indicazioni del DPR 14 aprile 1993 e, durante la primavera 2000, per il rinverdimento erbaceo spontaneo dell'alveo e per il mantenimento delle formazioni legnose al di sopra il livello della piena trentennale, si era verificato un buon recupero del valore naturalistico e paesaggistico dell'alveo stesso.

Per gli interventi si è avuta la conferma della possibilità dell'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica in ambito mediterraneo e, in particolare, si è verificato l'attecchimento delle talee ed il superamento del periodo di aridità estiva molto prolungato nell'estate 2000. Solo per le talee delle scogliere del tratto di monte messe a dimora a fine aprile le percentuali di attecchimento sono state molto basse.

Si è verificata altresì la possibilità di impiego delle talee di salice in ambito mediterraneo al di fuori del periodo del riposo vegetativo che è molto ridotto (fine novembre-metà febbraio), ma in ogni caso non oltre la metà di aprile.

Per la verifica delle capacità di resistenza delle opere di ingegneria naturalistica, si sono effettuati calcoli di resistenza idraulica secondo il metodo delle tensioni tangenziali con la formula $\tau = \gamma R i$ ove τ tensione tangenziale ammissibile (kg/m^2)

γ peso specifico dell'acqua (kg/m^3)

R raggio idraulico (m)

i pendenza dell'alveo (%);

In relazione ai livelli di piena raggiunti durante le piene si sono ottenuti i valori riportati in tabella 5.

Per quanto riguarda la resistenza durante le piene, tutte le opere hanno superato quelle primaverili nonostante il limitato sviluppo vegetativo; le talee, le palificate doppie e le scogliere rinverdite hanno resistito alle piene autunnali, peraltro di natura eccezionale, in concomitanza con agli eventi alluvionali di Soverato e del Po; le fascinate vive della savanella centrale invece sono state asportate quasi completamente, un po' alla volta, dalle

ripetute piene da settembre a novembre 2000.

Tale eventualità era stata peraltro prevista dai calcoli di resistenza delle fascinate in occasione delle piene di progetto; si era comunque proposto l'intervento con dichiarate finalità non idrauliche, ma naturalistiche per favorire la costituzione di habitat igrofilo, concentrando la scarsa portata idrica disponibile nella savanella consolidata con le fascine; gli eventi di piena che avrebbero potuto mettere in crisi la stabilità della struttura avevano tempi di ritorno pluridecennali, invece, le piene eccezionali dell'autunno 2000 hanno realizzato già nel primo anno di vita dell'opera l'evento nefasto.

TABELLA 5

TIPOLOGIA INTERVENTO	PERIODO DI REALIZZAZIONE	RINVERDIMENTO	RESISTENZA ALL'EROSIONE	τ_{MAX} SOPPORTATE kg/m^2
fascinate vive	febbraio 2000	getti di 30-40 cm a fine aprile 2000 e di oltre un metro a settembre	resistito al 100% alla piena di fine aprile 2000 resistito all'80% alla piena di settembre 2000 resistito al 30% alla piena di novembre 2000 resistito al 5% alla piena di dicembre 2000	8 18 18 20
scogliera rinverdita con talee di salice	febbraio 2000	getti di 30-40 cm a fine aprile 2000 e di oltre un metro a settembre	resistito a tutte le piene	15
palificata doppia h 2 m	marzo 2000	getti di 30-40 cm a fine aprile 2000 e di oltre un metro a settembre	resistito a tutte le piene	15
palificata doppia h 1 m	marzo, metà aprile 2000	getti 30-40 cm a fine maggio 2000 e di oltre un metro a settembre.	resistito a tutte le piene	13
talee in alveo	febbraio, marzo 2000	getti 30-40 cm a fine maggio 2000 e di oltre un metro a settembre	resistito a tutte le piene	18

*PRIMI RISULTATI DEL MONITORAGGIO
SULLA RESISTENZA ALLE TENSIONI TANGENZIALI
DEGLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA
SUL RIO INFERNO*



Intervento combinato

foto di G. Di Maggio

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO: ESPERIENZE DEL PRESENTE E DEL PASSATO

Paolo Cornellini¹, Gino Menegazzi²

¹ Presidente AIPIN Lazio

² Ingegnere, libero professionista

Dall'indagine preliminare per la classificazione dei comuni italiani in base al "Livello di attenzione per il rischio idrogeologico" condotta dal Ministero dell'ambiente, in collaborazione con il Dipartimento dei Servizi tecnici Nazionali, il Dipartimento della Protezione Civile e l'ANPA, quelli campani classificati con un rischio idrogeologico molto elevato sono 291. Questi comuni rappresentano, in percentuale, il 52,8% del totale della regione, in uno scenario in cui, a parità di intensità del fenomeno, il danno prodotto è strettamente legato all'antropizzazione dell'area interessata.

Difatti, al tempo stesso, aree contrassegnate da un'alta pericolosità idraulica e forte instabilità dei versanti, anche storicamente conosciute, hanno visto una densa urbanizzazione, mentre, vasti spazi della montagna e della collina sono stati abbandonati, con conseguente diminuzione della manutenzione delle opere destinate alla difesa del suolo e relativo aumento della possibilità di innesco di fenomeni di degrado.

In tale contesto si pone la necessità di interventi sistemici nella sistemazione dei bacini idrografici, nella coscienza del reciproco condizionamento delle azioni nella parte alta, media e inferiore del bacino, come anelli di una catena, la cui resistenza dipende da quello più debole.

Un approccio basato sull'emergenza ha privilegiato, negli ultimi decenni, la realizzazione di opere intensive per la riduzione del rischio nelle zone di pianura, ove più elevato si presenta il livello di urbanizzazione, trascurando, spesso, le opere estensive ed intensive nella parte montana del bacino, dove il fenomeno erosivo inizia ad imporsi con più forza e la sistemazione agisce sulle cause del dissesto.

Invece, interventi di manutenzione diffusa sul territorio comportano, non solo, un minore impatto ambientale delle opere e una riqualificazione delle aree in erosione con un conseguente aumento della biodiversità del territorio, ma, creano occupazione in zone in fase di spopolamento con l'utilizzo di tecniche semplici, quelle proprie dell'ingegneria naturalistica, che sono ad alto impiego di manodopera. Nel territorio del Parco nazionale del Vesuvio, negli anni 1997-2000, sono state realizzate numerose opere di sistemazione antierosiva e di consolidamento dei versanti che rappresentano un notevole patrimonio di esperienze per la sistemazione di aree instabili in ambito mediterraneo montano.

Lavorare su un territorio protetto come un Parco nazionale significa, prima di ogni cosa, intervenire secondo criteri di compatibilità ambientale, dando la preferenza, ogni qual volta possibile, alle tecniche dell'ingegneria naturalistica che, come è noto, è una disciplina tecnica che utilizza le piante vive a fini antierosivi e di rinaturazione. Interventi di questo tipo non sono desueti nel territorio del Parco avendo trovato largo impiego nel passato; gli interventi sono stati realizzati con la collaborazione dei lavoratori inseriti in pro-

INTRODUZIONE

getti “LSU”, specificatamente in opere che hanno avuto come fine il riattamento e, in alcuni casi, la costruzione della rete sentieristica del Parco.

I LAVORATORI
INSERITI IN PROGETTI “LSU”

Le persone che hanno lavorato alle sistemazioni sono di diversa specializzazione e provengono da aziende differenti. Tale realtà che, in un primo tempo, sembrava un ostacolo insormontabile per un’efficace organizzazione del lavoro, è risultata invece uno stimolo ulteriore nel perseguire gli obiettivi fissati.

Coordinatori accreditati da Legambiente hanno gestito l’organizzazione dei cantieri, mentre la direzione e il coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione sono stati affidati all’ing. Gino Menegazzi.

In primo luogo, si è inteso conoscere le categorie di provenienza degli operatori; poi, si sono definite le procedure di intervento per i lavori da realizzare a breve, medio e lungo termine; infine, sono state attuate alcune modifiche *in progress* della composizione delle squadre al fine di aumentare il livello medio delle conoscenze tra gli operatori.

Va evidenziato che attraverso l’attuazione dei programmi di lavoro gli operatori non solo hanno acquisito esperienze nel settore specifico delle tecniche di ingegneria naturalistica, che comporta conoscenze nell’ambito delle costruzioni, della botanica, della geotecnica, etc., ma hanno anche riscoperto, in alcuni casi, la propria cultura contadina nel recupero di antiche esperienze e testimonianze.

Le attività svolte nell’ambito del progetto di lavori socialmente utili, negli anni 1997-1999, e dei lavori di pubblica utilità, nel corso dell’anno 2000, presso il Parco nazionale del Vesuvio, sono state dedicate alla salvaguardia, alla conservazione e alla riqualificazione del patrimonio naturalistico del Parco ponendosi, al contempo, una serie di obiettivi significativi. Primo tra tutti, quello di sviluppare un’attività di formazione per la riqualificazione degli operatori con l’acquisizione di competenze legate alle attività di manutenzione e di stabilizzazione dei versanti; a questo si lega lo sviluppo di un’imprenditorialità al servizio della valorizzazione del territorio e la crescita di entità economiche autosostenibili. Tra gli altri obiettivi, si segnala, quello di creare le condizioni necessarie per la nascita di strutture di servizi costituite dagli stessi lavoratori operanti nel progetto, quello di accrescere l’integrazione con le comunità locali in un’ottica di manutenzione, tutela e migliore fruizione del territorio, ed infine, quello di promuovere la realizzazione di reti ecologiche come infrastrutture di sostegno dello sviluppo compatibile e come sistema di offerta di beni, risorse e valori.

TABELLA 1

CATEGORIA DI PROVENIENZA	UOMINI	DONNE	TOTALE	ADDETTI AI CANTIERI	UOMINI	DONNE
Edili	45	0	45	13	13	0
Metalmeccanici	31	7	40	2	2	0
Tessili	7	8	15	3	3	0
Chimici	15	24	39	4	2	2
TOTALE				22		

CATEGORIE DI PROVENIENZA

E DISTRIBUZIONE DEI LAVORATORI

Nella categoria metalmeccanici sono accorpatisaldatori, carpentieri in ferro e operatori di macchina a controllo numerico.
Nella categoria edili sono accorpatisbianchini, elettricisti, muratori ed operatori per manufatti in calcestruzzo precompresso, nei tessili tagliatori di stoffe e pelli, nei chimici ceramisti e decoratori.

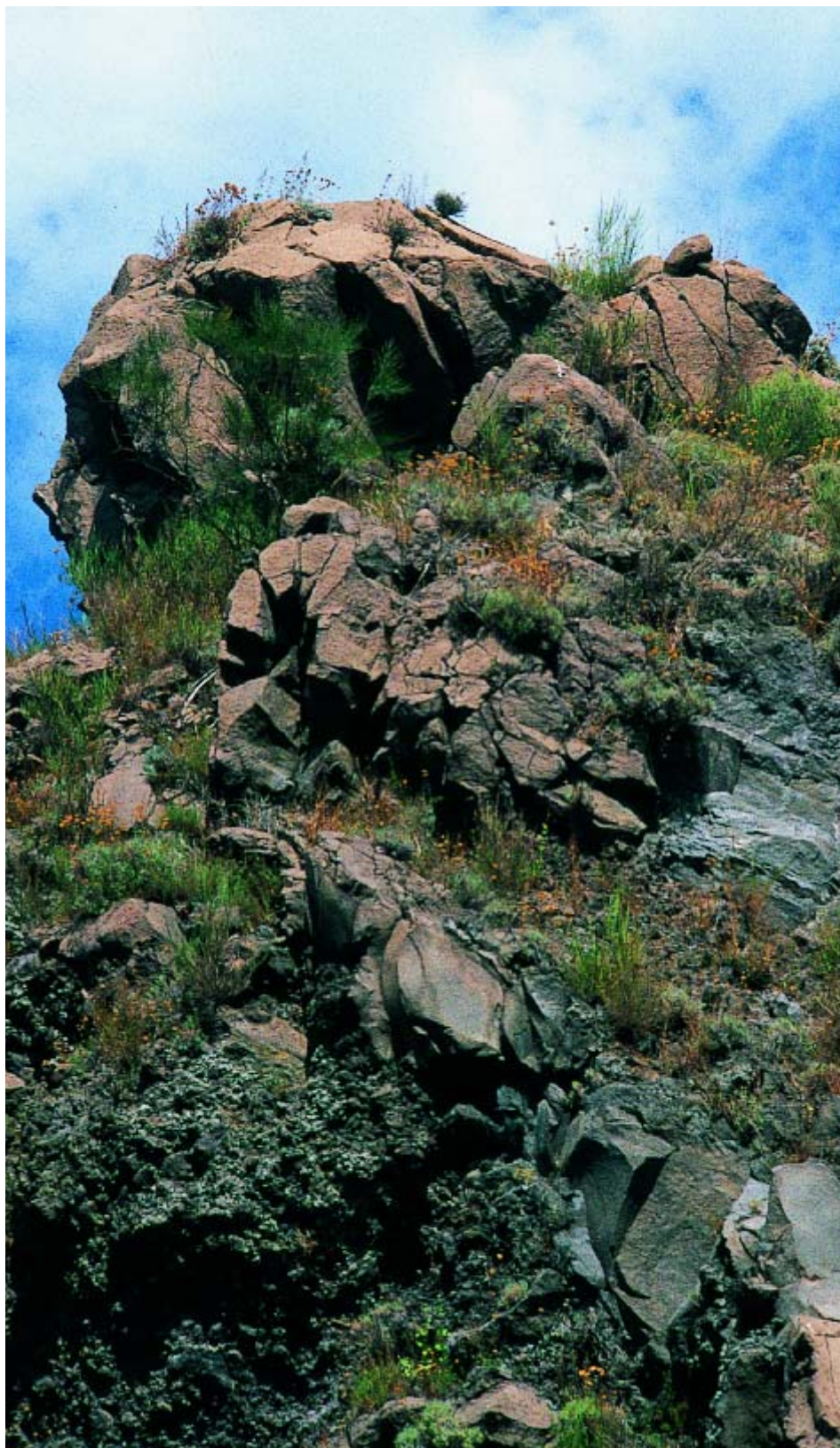


foto di Gino Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

Erosione lineare

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





Stato prima delle sistemazioni

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



Stato dopo le sistemazioni

foto di G. Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

ESPERIENZE STORICHE NELLE SISTEMAZIONI DELLE PENDICI DEL VESUVIO

A seguito di una ricerca bibliografica sugli interventi di sistemazione montana sul Vesuvio risalenti ai secoli passati, sono emerse alcune testimonianze di grande interesse sulle attività di sistemazione idraulico-forestale svolte sul complesso craterico Somma-Vesuvio a seguito delle “lave di fango” connesse alla grande eruzione del 1906. In particolare, notizie interessanti si ricavano dalla lettura de *La sistemazione idraulica forestale dei monti Somma e Vesuvio dal 1° Luglio 1906 al 30 Giugno 1913*, del sotto-ispettore forestale Pietro Lacava e da *La bonifica e la sistemazione idraulica dei torrenti del Somma e del Vesuvio*, Giornale del Genio Civile per l'anno 1912, dell'ing. Riccardo Simonetti.

Questi testi descrivono gli interventi di sistemazione e manutenzione montana, i provvedimenti legislativi, i mezzi finanziari e l'organizzazione dei servizi per l'esecuzione dei lavori, nonché le valutazioni sull'efficacia degli interventi a sette anni dalla loro realizzazione, dandoci prova di una notevole esperienza nell'impiego di tecniche ad alta compatibilità ambientale: in particolare, il decreto ministeriale emanato il 20 agosto 1912 e recante le “*Norme per la preparazione dei progetti dei lavori di sistemazione idraulico-forestale nei bacini montani*” che impone l'uso di materiali vivi e morti oggi ascrivibili all'ingegneria naturalistica. In particolare, al 12° comma, leggiamo:

«sono da impiegare: materiali rustici dei siti, pietre, legnami richiedendo alla forza della vegetazione i materiali viventi pel consolidamento dei terreni, ricorrendo anche ad opere miste in legname e sasso. Nelle frane sono da evitare le costruzioni murali, adottando invece piccole palizzate, graticciate o fascinate basse, inerbimenti e semine e piantagioni di alberi di pronto accrescimento.»

C. Simonetti in *La bonifica e la sistemazione idraulica dei torrenti del Somma e Vesuvio dal Giornale del Genio Civile, anno L, 1912*, scrive:

«L'eruzione dell'aprile 1906 fu caratterizzata da una grande quantità di ceneri e lapilli per oltre 60.000.000 m³ che, a seguito delle piogge primaverili, provocarono disastrose alluvioni con prevalenza del tipo a colata di fango».

Questi testi mettono in evidenza come gli effetti delle eruzioni effusive fossero assolutamente catastrofici, ma solo per la zona colpita; mentre quelli dell'eruzioni esplosive, con enorme gettito di lapilli e di cenere, potevano produrre effetti disastrosi su estese regioni, anche per le conseguenti discese di lave di fango.

Oggetto delle relazioni citate furono proprio gli interventi di controllo del materiale sciolto piroclastico eruttato nelle fasi iniziali del Vesuvio *che conseguentemente agli eventi meteorici, trascinato dalla veemenza delle acque, invadeva i centri abitati pedemontani con ingenti danni alla popolazione residente*¹.

La vastità dei provvedimenti adottati per la sistemazione dei bacini montani del Somma-Vesuvio rappresenta un'esperienza storica importante nella sistemazione del territorio con tecniche naturalistiche estensive, di grande interesse applicativo nelle situazioni attuali che vedono purtroppo alla ribalta i tragici recenti eventi di Sarno e Cervinara.

Gli scopi dei *provvedimenti di sistemazione forestale* furono molteplici: *trattenere nelle pendici e specialmente nelle gole dei monti la massima parte dei materiali eruttivi; provvedere al sollecito consolidamento dei detti materiali; sistemare l'alto corso dei torrenti esistenti e prevenire la formazione di nuove importanti corrosioni; sistemare le frane verificatesi, impedendo che altre se ne formino*².

L'Ufficio forestale di Caserta eseguì, in via sperimentale, alcuni tipi di opere difensive, ritenute efficaci dalla competente Commissione delle Bonifiche ed eseguite su vasta scala sulle pendici del Vesuvio. Nell'esecuzione dei lavori si ritenne opportuno, per apportare benefici socio-economici alle popolazioni danneggiate dall'eruzione, utilizzare solo manodopera locale, con un impiego di oltre trecento operai per vari anni. I materiali legnosi per i lavori furono reperiti fuori della regione vesuviana a causa dei danni subiti dai boschi duran-

te l'eruzione e per non compromettere la funzione di difesa del suolo di quelli risparmiati.
Nella tabella seguente sono riportate le piante vive autoctone impiegate negli interventi³.

TABELLA 2

PIANTE IMPIEGATE	NUMERO	SEMINE kg
Castagno	277.424	
Ontano napoletano	618.000	
Ginestre	669.225	
Nocciolo	53.000	
Talee di salici	60.000	
Talee di pioppi	84.150	
Ginestre		2.023
Leccio		36.965
		800

**PIANTE VIVE AUTOCTONE IMPIEGATE
NEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE FORESTALE
DOPO L'ERUZIONE DEL 1906**
da P. Lacava (1913)

Diversi furono i metodi adottati in funzione della natura dei materiali eruttati⁴. L'obiettivo principale fu quello di *impedire la formazione degli scorrimenti mercè la costruzione di stradette a "gira-poggi"*, per procedere poi con estesi rimboschimenti e piantagioni di arbusti. Più che di stradette si trattava in realtà di piccoli terrazzamenti larghi appena 0,5 m e protetti, a monte, da fascinate alte 0,5 m, realizzati lungo le curve di livello con una distanza tra una fila e l'altra di 20-30 m e con una leggera pendenza (circa il 2%) verso gli impluvi.
Il fondo dei *burroni*, nel caso di pendenza debole, fu consolidato con graticciate e, nel caso di pendenza forte, con fascinate, graticciate e briglie in legname e/o pietrame alte fino a 3 m⁶.

TABELLA 3

Stradelle a girapoggio	47.573 m
Graticciate	21.198 m
Fascinate	17.527 m
Briglie gradinate	5.460 m

**OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA FORESTALE
DEGLI ALTI BACINI DEI TORRENTI VESUVIANI
REALIZZATE NEL PERIODO 1906-1913**
da P. Lacava (1913)

Queste pubblicazioni di inizio Novecento dimostrano una notevole esperienza nell'utilizzo di alcune tecniche antierosive superficiali, stabilizzanti e consolidanti – semine e trapianto di zolle di specie erbacee, fascinate, graticciate, briglie in legname – che oggi, con una maggior cura alla parte viva, potremmo inserire tra quelle proprie dell'ingegneria naturalistica.
L'esigenza di un'utilizzazione più diffusa di piante vive entro le strutture venne evidenziata, d'altronde, già un secolo fa quando, a seguito del monitoraggio effettuato sugli interventi fino al 1913, emerse la necessità di modificare i graticci morti di pali di castagno con funzione di filtri drenanti in graticci vivi, *perché davano risposte migliori e splendidi risultati*⁷.
Di seguito si riportano descrizioni di due interventi realizzati nel 1906 raffrontate con gli sche-

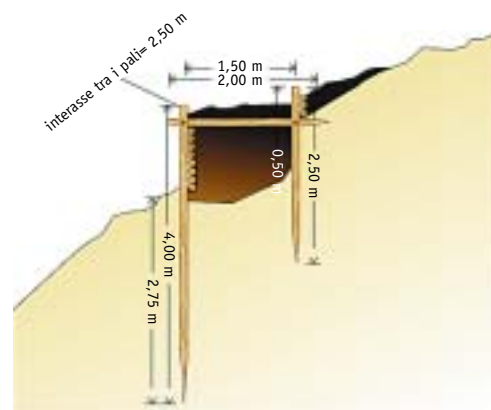
«Nella costruzione di detta graticciata furono impiegati, nel paramento a valle, pali di m 4 di lunghezza conficcati nel terreno alla distanza di circa 1 m l'uno dall'altro per m 2,75 e muniti in testa di tiranti lunghi m 2 che a loro volta vennero assientati ad una seconda serie, distante circa m 1,50 dalla prima, di altri pali di m 3 conficcati per m 2,50 nel suolo. Tutti i detti pali, opportunamente appuntiti furono, precedentemente al loro impiego, spalmati di *bläk* per conservarli il più lungamente possibile dal marcimento, ed il collegamento fra di essi fu fatto a mezzo di adatti chiodi. A far sí che l'opera costituisse un tutto insieme rigido, una longarina formata di diversi pali uniti fra loro e legati con strisce di ferro di 3 cm di larghezza, venne pur assicurata alla testata dei pali del paramento a valle.

I vari incastri della longarina furono disposti orizzontalmente e ciò perché la longarina stessa potesse maggiormente resistere all'urto del materiale che scende dall'alto»⁸.

GRATICCIATA

Schema costruttivo del 1906

TERRENO IMPOSTO
TERRENO DI RIPOSTO



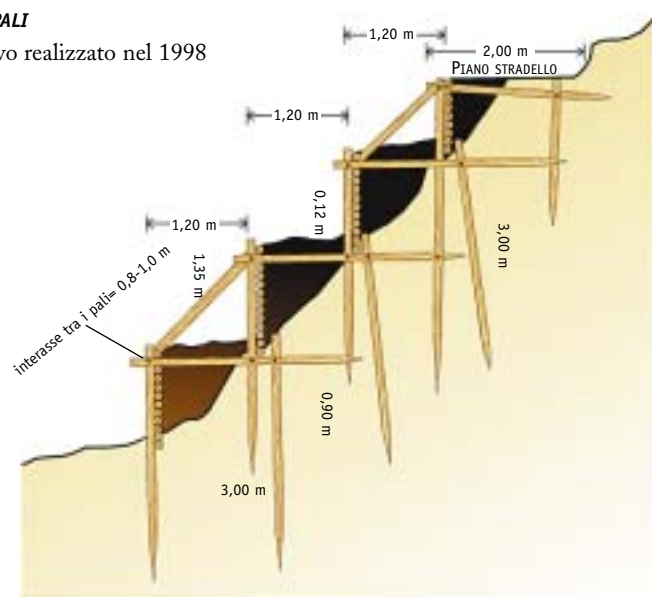
Fascinata del 1906

foto di R. Simonetti (1912)



GRATICCIATO DI PALI

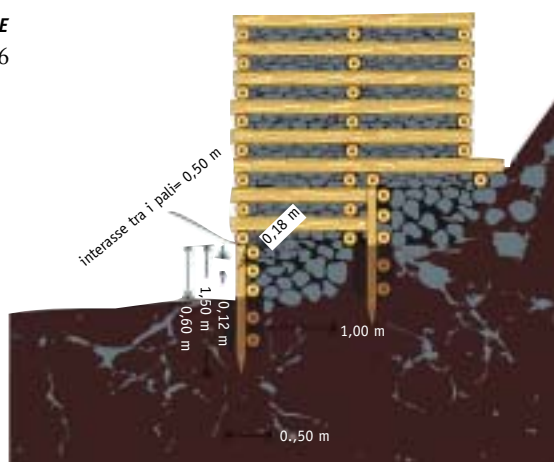
Schema costruttivo realizzato nel 1998



«Trasversalmente al burrone, e per l'intera sua sezione, si apre un solco largo e profondo m 0,50 nel quale, a distanza di 50 cm l'uno dall'altro, si conficcano una serie di pali alti m 1,50, in precedenza carbonizzati alla punta, fino a rimanere fuori dalla terra non più di 60 cm. Le testate poi si assicurano ad una longarina e nello spazio compreso tra una longarina e il fondo del fosso, precedentemente scavato, si esegue una intelaiatura con ginelle (pali di castagno da m 2,12 a 4,24 di lunghezza aventi la circonferenza in cima da 0,18 a 0,20) distanti tra loro 10 a 15 cm, dietro le quali si forma un riempimento di pietrame. Il piano che ne risulta – della larghezza di 1 metro – costituisce la platea della briglia, la cui costruzione segue immediatamente, mercè analogo affondamento di vari ordini di filari di pali, ed essi pure muniti di longarina, distanti 50 cm l'una dall'altro l'avvertenza che i pali di un filare sono più alti del precedente di 50 cm. Negli spazi che ne risultano si esegue, a cominciare dal fondo del burrone, una intelaiatura di legname, costituita di intere piante di quercia che si adagiano nel senso longitudinale con la cima a monte, e le ginelle disposte in senso trasversale sostenenti il calcio delle precedenti e assicurate con chiodi ai pali in precedenza affondati»⁹.

BRIGLIA IN PIETRA E LEGNAME

Schema costruttivo del 1906

**BRIGLIA IN PIETRA E LEGNAME**

Schema costruttivo realizzato nel 1906

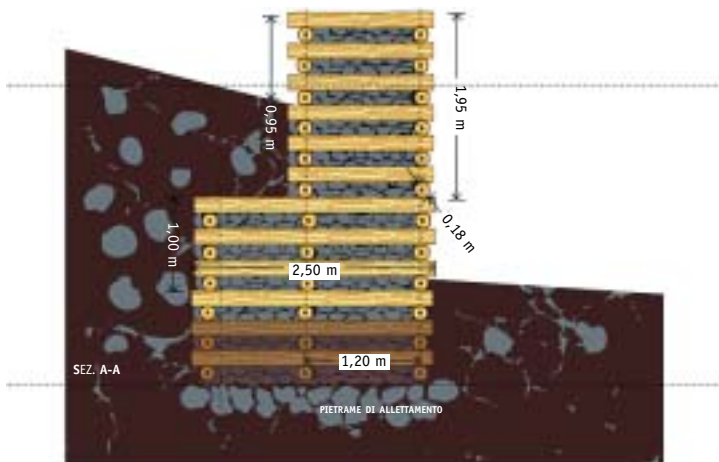
**Briglia di muratura a secco del 1906**

foto di R. Simonetti (1912)



LA SISTEMAZIONE DELLE SCARPATE DELLA RETE SENTIERISTICA

Sul Monte Somma, l'unica via di collegamento è rappresentata dallo stradello intercomunale – ex via Traversa – che effettua il periplo del complesso vulcanico ad una quota di circa 600 m s.l.m. e, dal quale, si diramano tronchi pedemontani che conducono ai tredici comuni del parco.

Tale stradello, usato in passato dai contadini e dai boscaioli, si presentava in evidente stato di dissesto, con numerosi smottamenti localizzati, che ne limitavano notevolmente e in alcuni casi ne impedivano la percorribilità.

Difatti, la presenza di materiali sciolti piroclastici sui versanti e nei canali, che fungono da impluvi, in caso di forte e prolungata pioggia, comportava dissesti con la conseguente interruzione della viabilità interna del Parco, fondamentale per la manutenzione ed il controllo del territorio. Di conseguenza, la Direzione generale del Parco si è posta, come obiettivo primario, la riapertura del sentiero insieme alla sistemazione dei versanti contigui, al fine di garantire un maggior controllo del territorio ed un intervento più tempestivo in caso di incendi boschivi.

È stato così possibile, unitamente ad un programma di avvistamento incendi, constatare, a lavori ultimati, una drastica riduzione delle aree percorse dal fuoco, con conseguenti vantaggi per la tutela dell'ambiente ed il ritorno di importanti specie faunistiche quali lo sparviere, rapace diurno nidificante da ormai due anni nel territorio del Parco.

Gli interventi sono stati effettuati, prevalentemente, sui versanti settentrionali del monte Somma, su morfologie acclivi, ove erano maggiormente presenti situazioni di dissesto e di instabilità.

Prendendo come riferimento la stazione meteorologica dell'Osservatorio Vesuviano (612 m s.l.m.), il clima risulta di tipo mediterraneo subumido con precipitazioni annuali prossime ai 1.000 mm e temperature medie annue intorno ai 13°C. L'aridità estiva, modesta in giugno, è sostanzialmente limitata ai mesi di luglio e agosto, come si evidenzia dal diagramma termopluviometrico secondo Walter e Lieth.

Il diagramma, costruito secondo Mitrakos, indica inoltre che lo stress da freddo invernale è piuttosto limitato. L'escursione termica annua media è modesta, pari a circa 15°C.

GLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA REALIZZATI

Gli interventi di ingegneria naturalistica effettuati si inseriscono nel filone delle esperienze d'inizio Novecento sul Somma-Vesuvio, nel rispetto dei dettami del D.M. 20/08/1912 sono stati utilizzati solo materiali reperiti in sito. Inizialmente si sono ricostruite, nelle situazioni idonee, alcune delle tipologie storiche, realizzando graticciate di pali uguali a quelle del 1906, ma in seguito, le tecniche si sono affinate, con il miglioramento del rendimento e della consapevolezza degli operatori che avevano imparato a lavorare il legno, le pietre vulcaniche e il materiale vivo.

È stato possibile seguire le linee d'intervento prescritte all'interno del territorio del Parco che prevedono solo attività a minimo impatto ambientale, utilizzando le tecniche proprie dell'ingegneria naturalistica e piccole attrezzature meccaniche – generatori, trapani elettrici, motoseghe a scoppio, decespugliatori a zaino e mototrivelle a scoppio –.

ELENCO DELLE LAVORAZIONI EFFETTUATE

Le lavorazioni effettuate sul complesso vulcanico Somma-Vesuvio sono le seguenti:
sistemazione dei sentieri, realizzazione di rompitratta in legno e di catene di fondo in pietra lavica;

compattazione del fondo degli stradelli ed inerbimento;

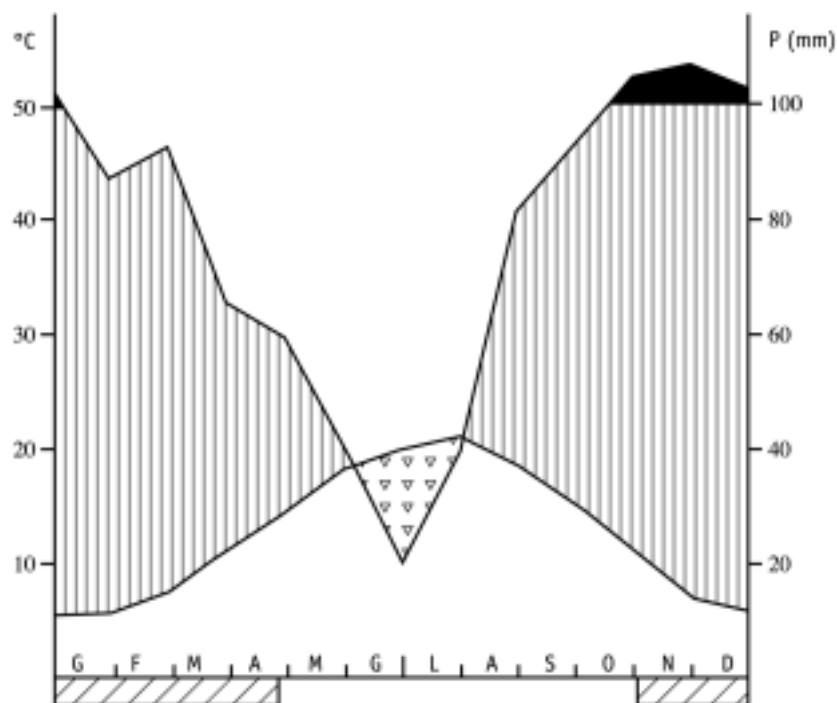
fosse di assorbimento e raccolta delle acque;

muri a secco;

palificate vive di sostegno doppie e semplici;

palificate vive di sostegno doppie e semplici "Vesuvio";

FIGURA 2

**DIAGRAMMA TERMOPLUVIOMETRICO**

Osservatorio Vesuviano (612 m s.l.m.)

Rilievi termopluviometrici relativi
agli anni 1961/1970.Il tratteggio obliquo indica periodi con
temperature minime inferiori a 0°C.

palizzate;
 palificate vive di sostegno sec. Florineth;
 grate vive "Vesuvio";
 graticci di pali;
 graticci di pali "1906";
 briglia in legname e pietrame;
 canalette in legname e pietrame;
 recupero e pulizia di antiche opere idrauliche in pietra lavica;
 opere di protezione;
 staccionate;
 manutenzione delle opere realizzate.

La realizzazione delle briglie in legname e pietrame, dei muri a secco e delle palificate doppie di sostegno, unitamente alle opere di regimazione idraulica, ha raggiunto l'obiettivo progettuale della messa in sicurezza delle scarpate per il ripristino della percorribilità dei sentieri.

Nei burroni e nei valloni, ottimi risultati sono stati ottenuti con le palificate di castagno che bene hanno resistito alle sollecitazioni meccaniche indotte dalla percorrenza dei sentieri con jeep di servizio ed autobotti leggere di peso fino a 3 t.

Importanti esperienze sono state apprese dagli anziani del luogo che, al fine di contenere il dilavamento delle acque meteoriche, realizzavano fosse di assorbimento cilindriche di profondità media di circa 80 cm. Tale antica procedura svolge una funzione importante e necessaria al fine di rallentare la velocità delle acque superficiali, minimizzando così il problema del trasporto di materiale solido.

Nella realizzazione delle nostre fosse di assorbimento, è stata utilizzata una procedu-



Corylus avellana

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

ra che tendeva a ottimizzare le attività di manutenzione, quindi, lo scavo è stato confinato lateralmente con paleria di diametro di 10-12 cm ed è stato effettuato fino ad intercettare, laddove possibile, lo strato di piroclastiti; quest'ultimo rappresenta una via privilegiata di smaltimento delle acque.

In seguito saranno descritte le principali tipologie di interventi realizzati e saranno presentate due nuove strutture. Nello specifico la palificata viva "Vesuvio" e la grata viva "Vesuvio".

La palificata viva e doppia "Vesuvio" è una variante della palificata viva doppia, nata dall'esperienza fatta ed ha in sé il vantaggio di un maggior ammorsamento al suolo in sito, con lo svantaggio però di essere più costosa. La stessa utilizza il principio di pali battuti in materiale sciolto, migliorando così sia l'interfaccia suolo/struttura sia la capacità di resistenza globale dell'opera.

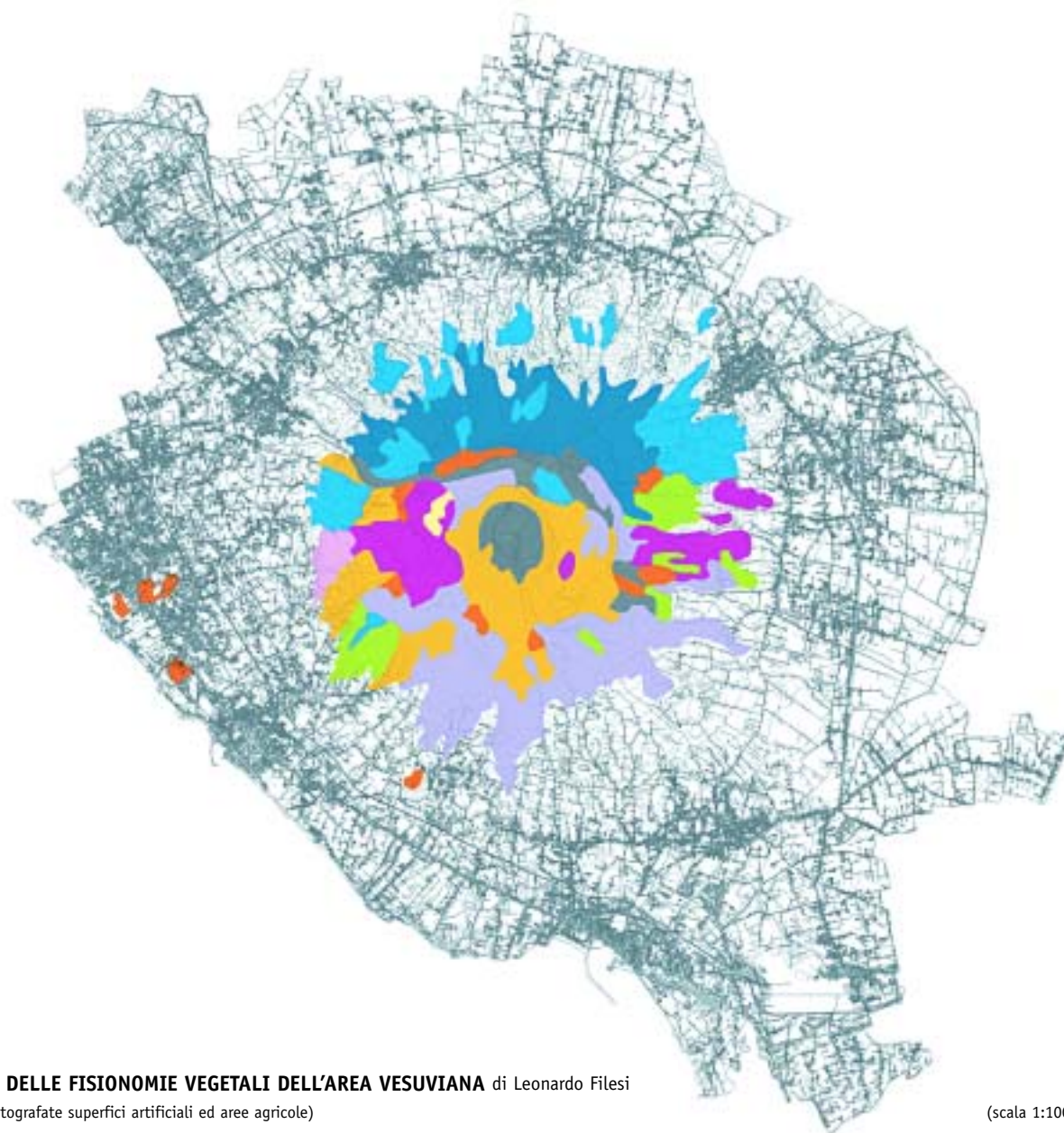
Talee Salix sp.

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

Selvaggioni di *Castanea Sativa*

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





CARTA DELLE FISIONOMIE VEGETALI DELL'AREA VESUVIANA di Leonardo Filesì

(Non cartografate superfici artificiali ed aree agricole)

(scala 1:100.000) 

- | | |
|---|--|
|  Boschi a dominanza di leccio (<i>Quercus ilex</i>) |  Cespuglieti
(specie prevalenti: <i>Spartium junceum</i> , <i>Genista aetnensis</i> ,
<i>Cytisus scoparius</i> , <i>Colutea arborescens</i>) |
|  Boschi a dominanza di castagno (<i>Castanea sativa</i>) |  Mosaico di vegetazione arbustiva ed erbacea
(<i>Spartium junceum</i> , <i>Centranthus ruber</i> e terofite) |
|  Boschi a dominanza di roverella (<i>Quercus pubescens</i>),
con presenza di leccio |  Praterie a dominanza di emicriptofite |
|  Boschi a dominanza di robinia (<i>Robinia pseudacacia</i>) |  Rocce: lave con licheni e terofite,
depositi di scorie e lapilli
con vegetazione sparsa a dominanza di camefite |
|  Pinete (<i>Pinus pinea</i> e <i>Pinus pinaster</i> prevalenti) | |
|  Pinete con evidente recupero della vegetazione legnosa spontanea | |

DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI TIPOLOGIE DI INTERVENTI

PALIFICATA VIVA A DOPPIA PARETE

È stata utilizzata per consolidare le scarpate e permettere l'ampliamento della sede degli stradelli. Si tratta di opere capaci di sopportare piccoli assestamenti del terreno senza subire alterazioni strutturali.

Per la costruzione della palificata viva è stato necessario realizzare una base di fondazione con una contropendenza media del 10%. Di seguito si è posizionato il tondame scorrecciato di castagno del diametro di 12-14 cm (attualmente la dimensione dei pali utilizzati è di diametro 14-16 cm), avendo cura di realizzare piccoli incastri tra i pali tramite il modellamento dei punti d'appoggio e fissando i pali tra loro con chiodi di 80/240-260 mm o barre in acciaio del diametro di 10 mm.

Durante la costruzione, sono state inserite talee di specie legnose dotate di capacità di propagazione vegetativa: *Salix sp. pl.*, *Corylus avellana*, *Populus tremula*.

PALIFICATA VIVA AD UNA PARETE

La struttura è stata realizzata in presenza di spazi limitati e lì dove le scelte progettuali richiedevano un'opera leggera con prevalente funzione di stabilizzazione rispetto a quella di consolidamento.

La posa dei correnti, del diametro di 12-14 cm, costituenti il solo paramento esterno, è stata realizzata per ordini sovrapposti ai trasversi, lunghi 2 m la cui infissione è stata effettuata a mezzo battitura con mazze da 5 kg.

MURO A SECCO

Tali muri sono stati realizzati utilizzando pietrame lavico, reperito in loco, disponendo gli scheggioni di pietra lavica, precedentemente sagomati a mano, dopo uno scavo di allettamento di circa 50 cm.

PALIZZATA

Nelle aree del Parco si è usufruito di tale tipologia, prevalentemente, su versanti poco ripidi. L'intervento di stabilizzazione di scarpate è consistito nella realizzazione di strutture in legname trasversali alla linea di massima pendenza, composte da picchetti infissi nel terreno, sistemazione di pali a monte dei picchetti e messa a dimora di materiale vegetale vivo nel gradone ottenuto. Si è proceduto all'infissione dei picchetti nel terreno posti a distanza reciproca di 80-200 cm, infissi nel terreno per almeno due terzi della lunghezza, con asse verticale o leggermente in contropendenza a monte.

Si è creata la sede per il tondame trasversale che, in funzione delle dimensioni e dell'altezza fuori terra, è stata in unico ordine o in più ordini sovrapposti; il tondame è stato collegato ai picchetti con l'utilizzo di chiodi. A monte sono stati ricavati piccoli gradoni (in genere 50-60 cm di profondità, per tutta la lunghezza della struttura), dove sono state messe a dimora delle piantine radicate autoctone.

BRIGLIA IN LEGNAME E PIETrame

È stata realizzata eseguendo uno scavo a mano per la costruzione di un cassone di contenimento in legname di castagno scortecciato, con pali di diametro pari a 16-22 cm tali da consentire le lavorazioni senza l'ausilio di mezzi meccanici, riempito a mano, successivamente, con materiale lapideo di varia pezzatura, reperito in loco.

Nei pali utilizzati sono stati creati degli incastri ed impiegati per le unioni chiodi e graf-
fe metalliche. Le ali sono state bene ammorsate nelle sponde e, nella parte superiore, si è
avuto cura di realizzare un rivestimento di pietra lavica con funzione antierosiva. La gawe-
ta è stata eseguita con tondame di castagno di diametro 8-10 cm.

Per rendere i trasversi solidali tra loro sono stati utilizzati tondini in acciaio ad aderenza
migliorata del tipo Feb 44K del diametro di 16 mm. Per quanto attiene alle specifiche
costruttive e alle misure, sia degli elementi singoli che dell'opera nel complesso, si fa rife-
rimento alla scheda allegata.

Lavoratori in cantiere

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



Lavoratori in cantiere

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





Lavoratori in cantiere

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



Lavoratori in cantiere

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

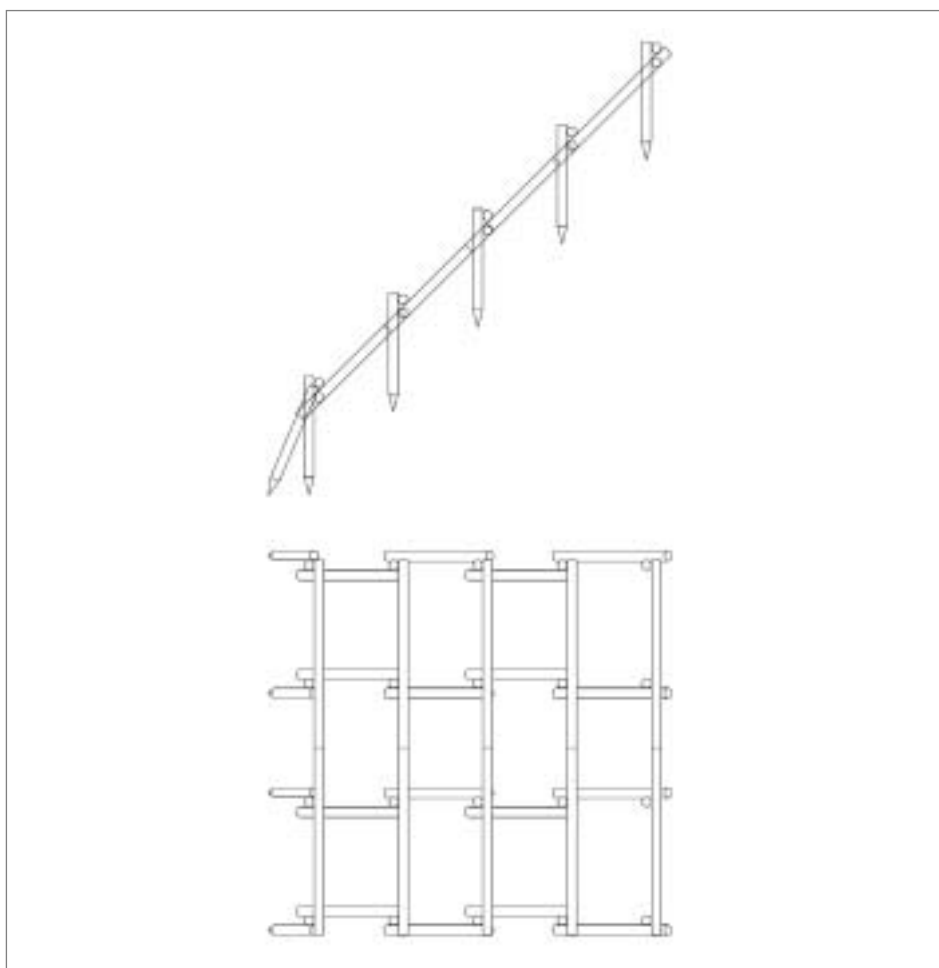
GRATA VIVA "VESUVIO" sec. MENEGAZZI

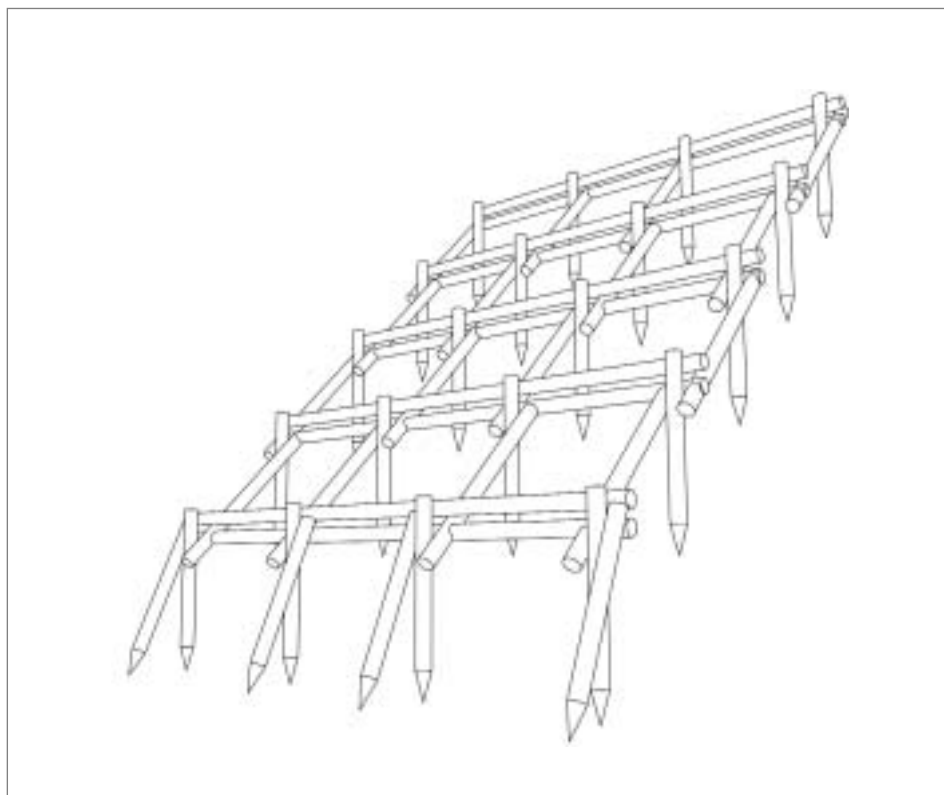
È stata utilizzata per la stabilizzazione di versanti ripidi in erosione con acclività comprese tra i 45° e 55° ed altezze non superiori ai quindici metri.

Nel terreno stabile si realizzano più palizzate, a due o tre pali longitudinali del diametro di 8-12 cm e di lunghezza minima di 2-3 m posti a distanza tra loro secondo la linea di massima pendenza di circa 2 m. Successivamente, sul pendio sono disposti tronchi collegati alle palizzate, sui quali sono fissati con chiodi e tondini ulteriori tronchi orizzontali per la costruzione della grata. Le dimensioni dei tronchi di castagno scortecciato sono di diametro di 12-14 cm e lunghezza di 2-4 m. Gli elementi verticali sono stati disposti ad una distanza di circa 1,5-2 m e quelli orizzontali ad un interasse di 1,5-2 m.

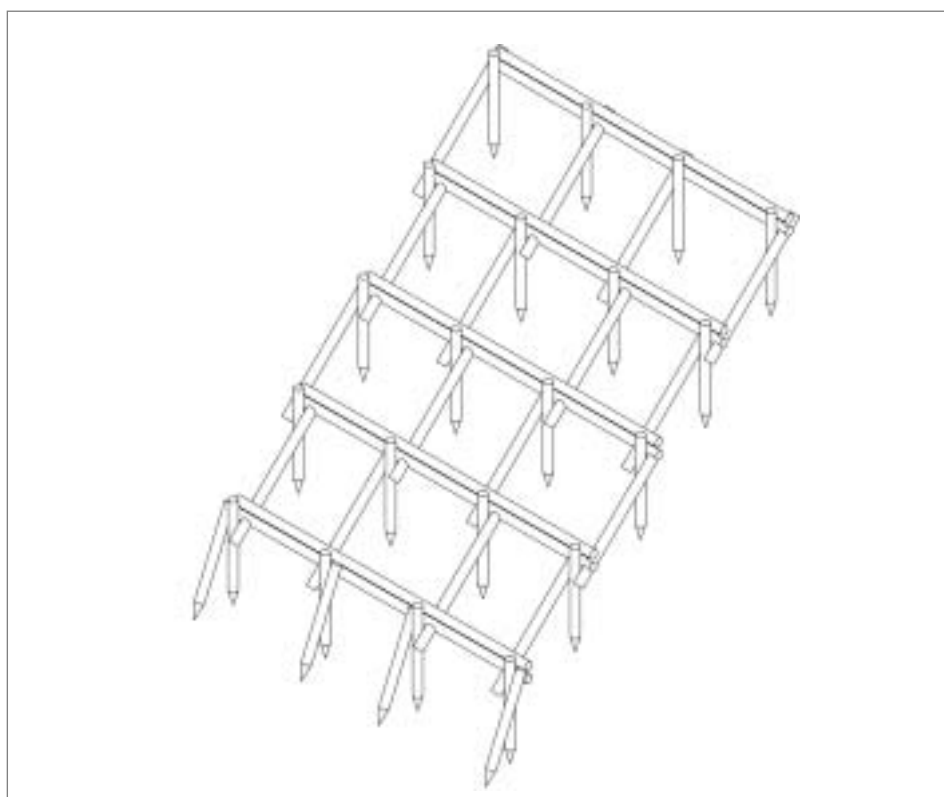
Con l'utilizzo della mototrivella a scoppio viene creato un invito per i primi 80 cm dei pali di sostegno della grata al versante che, successivamente, vengono infissi al suolo con maglio fino a rifiuto; le dimensioni di detti pali sono: diametro di 10-12 cm e lunghezza di 2 m. La grata è riempita con terreno reperito in sito e lungo i tronchi orizzontali viene disposta ramaglia a pettine ed eseguita la semina a spaglio sull'intera superficie. Sono altresì piantumati arbusti autoctoni.

SEZIONE E PIANTE





PROSPETTIVA



ASSONOMETRIA

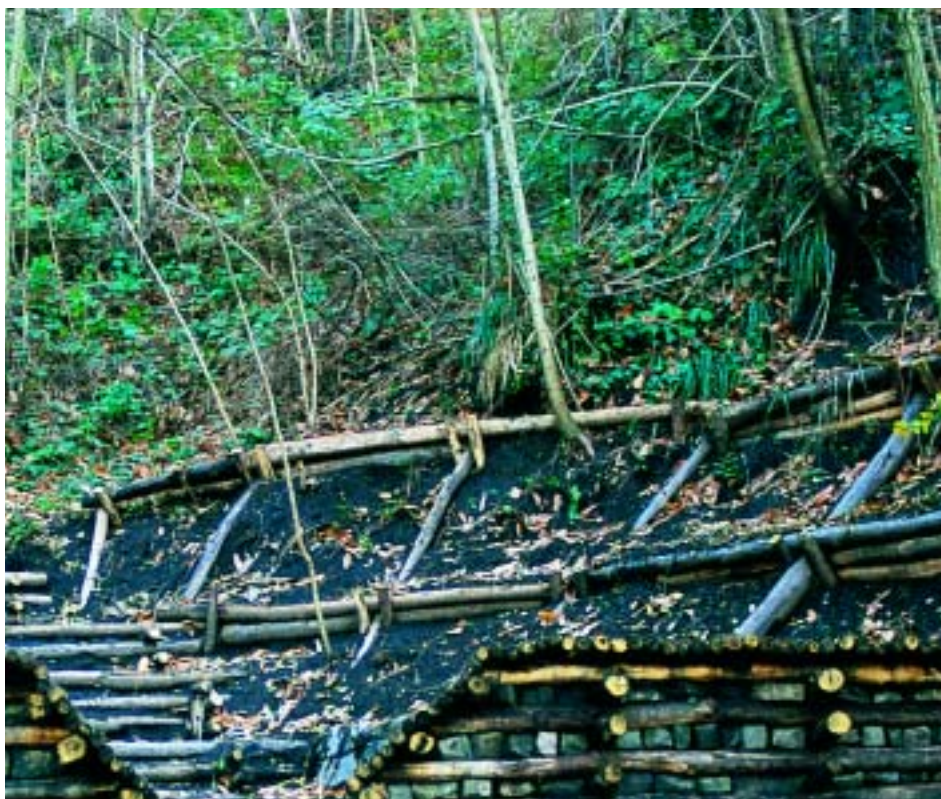
Grata viva "Vesuvio"

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



Grata viva "Vesuvio"

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





Talea di *Populus sp.*
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

Grata viva “Vesuvio”
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

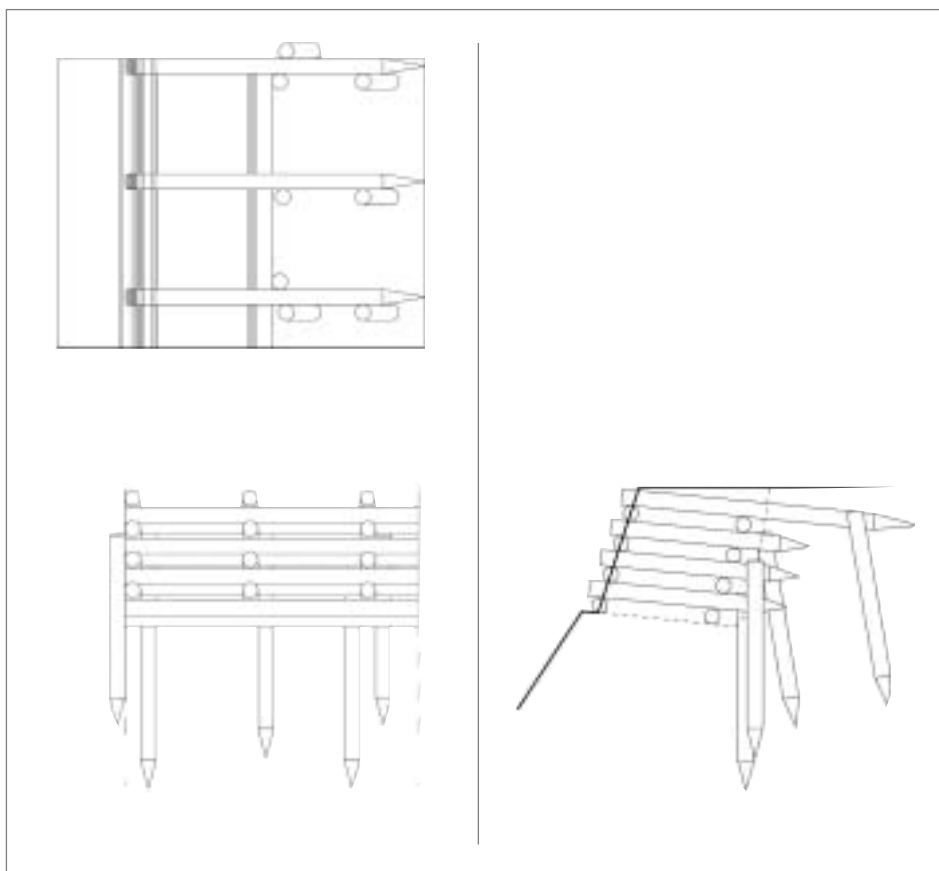
REALIZZAZIONE DI GRATA VIVA “VESUVIO” SEC. MENEGAZZI						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,4	35.770	14.308	25,69
2	Operaio qualificato	h	0	33.704		0
3	Operaio comune	h	0,4	31.018	12.407	22,28
4	Barra in acciaio	kg	3,2	1.500	4.800	8,62
5	Pali di legno durabile	m³	0,079	285.000	22.515	40,43
6	Motosega a catena	h	0,05	5.000	250	0,45
7	Autocarro fino a 40 q	h	0,02	58.000	1.160	2,08
8	Trapano	h	0,05	5.000	250	0,45
	TOTALE COSTI				55.690	100,00
	Per spese generali 15%				8.354	
	SOMMANO				64.044	
	Per utile d'impresa 10%				6.404	
	Totale				70.448	
	Arrotondamento				-48	
	Prezzo di applicazione al m³				70.400	

PALIFICATA VIVA A DOPPIA PARETE "VESUVIO" sec. MENEGAZZI

Utilizzata per il consolidamento di pendii franosi e opere di controripa o sottoscarpa a sentieri e stradelli carrabili realizzati a mezzacosta, con palificata in tondame di castagno scor-tecciato di diametro 12-16 cm. Posti alternativamente in senso longitudinale e trasversale (lunghezza di 1-1,5 m) a formare un castello in legname e fissati tra di loro con chiodi in ferro o tondini del diametro di 10 mm. I pali longitudinali, prima di essere fissati al castel-lo, vengono infissi, fino a rifiuto, a colpi di maglio, nel fronte di scavo. La palificata va inter-rata con pendenza del 10-15% verso monte e, il fronte, avrà anche un pendenza del 30-50% per garantire la miglior crescita delle piante. All'atto dello scavo e durante il posizionamen-to dei pali infissi nel versante, devono essere posti verticalmente pali aventi funzione di tirante (lunghezza di 2 m, diametro di 12-14 cm), che saranno collegati con chiodi a que-sti ultimi. L'intera struttura viene riempita con il terreno ricavato dallo scavo e, negli inter-stizi, tra i tondami orizzontali, verranno allocate talee legnose di salice, nocciolo, ontano e Pioppo o altre specie adatte alla riproduzione vegetale. Le talee dovranno sporgere per 0,10-0,25 m dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale. Ver-ranno altresì poste, sia sulla parte superiore che sul fronte esterno della palificata, piante radicate in fitocella, in misura di 5-6 al m², di specie arbustive pioniere.

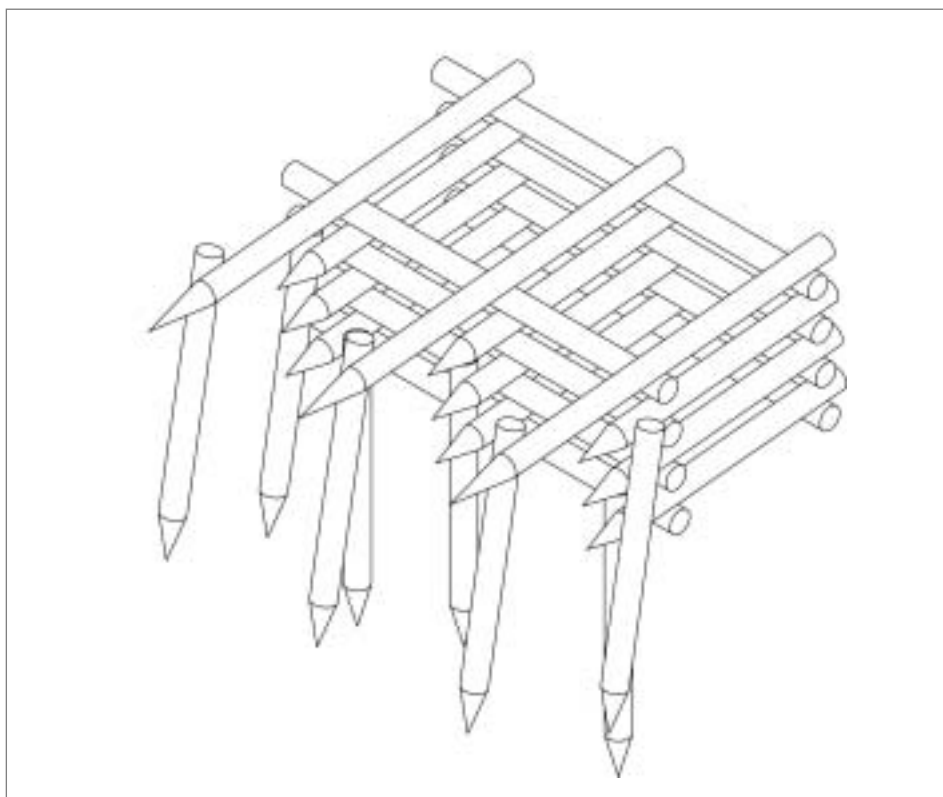
La parete doppia è costituita da una fila di tronchi longitudinali sia all'esterno che all'in-terno. La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 1,5 m.

PIANTA E SEZIONE

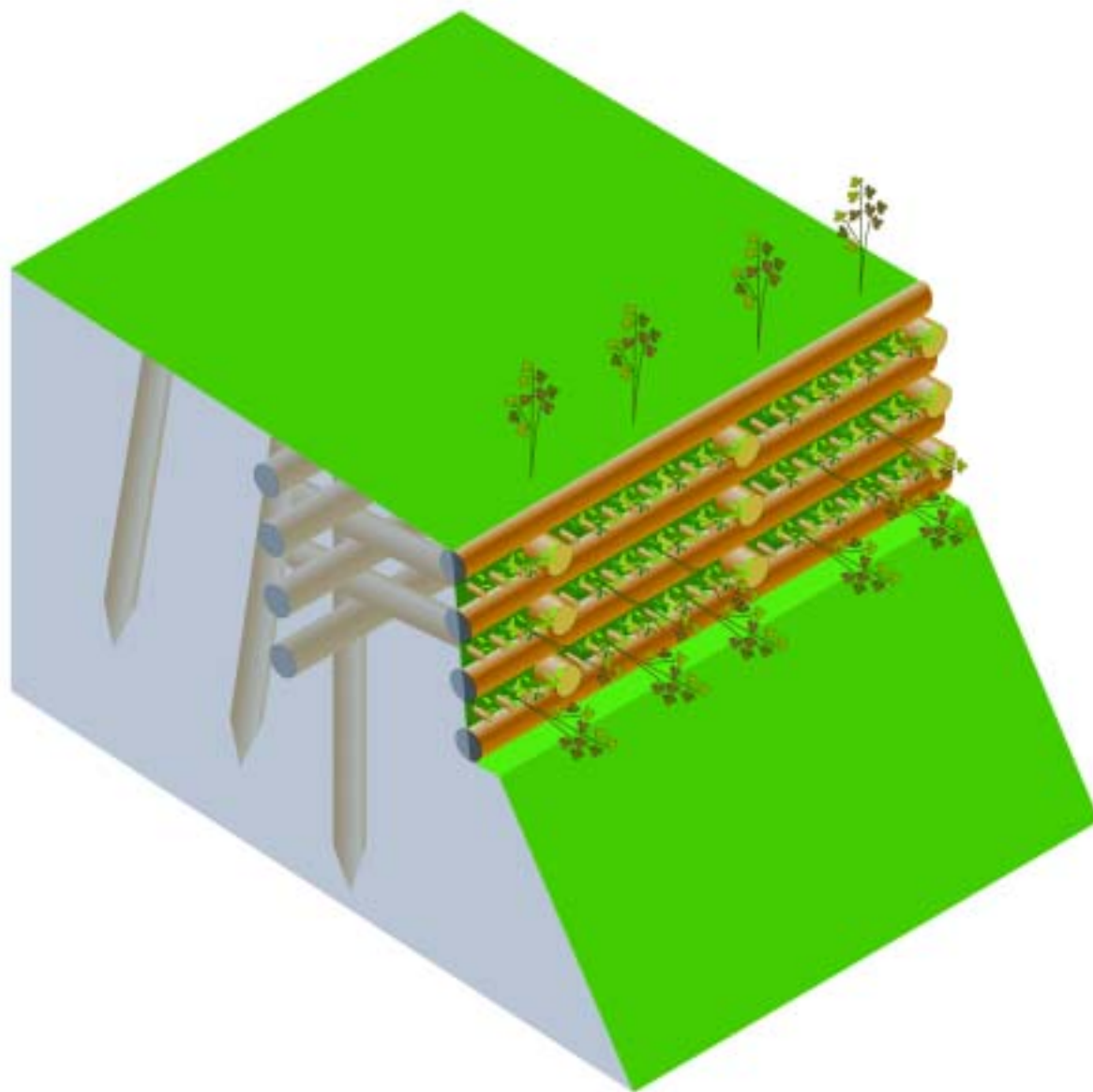




ASSONOMETRIA



ASSONOMETRIA



ASSONOMETRIA DELLA SISTEMAZIONE FINALE



Palificata viva a doppia parete "Vesuvio"

foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



Palificata viva a doppia parete "Vesuvio"

foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

REALIZZAZIONE DI PALIFICATA DI SOSTEGNO A DUE PARETI "VESUVIO" SEC. MENEGAZZI						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,4	35.770	14.308	6,77
2	Operaio qualificato	h	1,7	33.704	57.297	27,09
3	Operaio comune	h	1,7	31.018	52.731	24,93
4	Barra in acciaio	kg	8,2	1.500	12.300	5,82
5	Pali di legno durabile	m³	0,25	285.000	71.250	33,69
6	Motosega a catena	h	0,3	5.000	1.500	0,71
7	Trattore con rimorchio	h	0,02	64.500	1.290	0,61
8	Trapano	h	0,16	5.000	800	0,38
	TOTALE COSTI				211.475	100,00
	Per spese generali 15%				31.721	
	SOMMANO				243.197	
	Per utile d'impresa 10%				24.320	
	Totale				267.516	
	Arrotondamento				-16	
	Prezzo di applicazione al m²					

ANALISI DEI COSTI DI REALIZZAZIONE

Nel Parco nazionale del Vesuvio sono state messe a dimora, sia come talea che come pianta radicata, o sono in programma di sperimentazione e monitoraggio, le seguenti specie:

<i>Acer campestre</i>	<i>Corylus avellana</i>	<i>Laurus nobilis</i>
<i>Acer neapolitanum</i>	<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Alnus cordata</i>	<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Lonicera caprifolium</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Euonymus europaeus</i>	<i>Populus alba</i>
<i>Colutea arborescens</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Populus nigra</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Laburnum anagyroides</i>	<i>Populus tremula</i>

Sono stati eseguite semine di *Alnus cordata* e *Celtis australis*, unitamente a trapianti di zolle di specie erbacee prelevate da aree contigue e di selvaggioni di *Castanea sativa*, *Quercus ilex*. Buoni risultati si sono ottenuti con il reperimento in loco di semi dal selvatICO. Si è sempre riscontrato, negli interventi effettuati, anche l'attecchimento spontaneo di altre specie.

Inizialmente è stato difficile reperire gli arbusti di specie autoctone ma, in seguito, le aziende hanno incrementato l'offerta. Per risolvere definitivamente il problema dell'approvvigionamento e della provenienza delle entità floristiche, il Parco ha destinato a vivai per la riproduzione delle specie necessarie due aree con caratteristiche ecologiche diverse, prese in fitto a questo scopo.

Anche la reperibilità delle talee ha presentato difficoltà per la notevole quantità necessaria; sono stati individuati comunque alcuni siti di reperimento delle talee di salice (*Salix sp. pl.*) e di pioppo (*Populus alba*, *P. tremula*) con disponibilità di diametri ridotti.

Ulteriori problematiche sono sorte durante la fase di trasporto e conservazione delle specie vive prima della messa a dimora definitiva.

Dato l'elevato numero degli operatori in servizio nel Parco risulta difficile, per problemi di gestione del personale e di organizzazione dei cantieri, effettuare interventi solo nel periodo del riposo vegetativo, come auspicato nella realizzazione di opere di ingegneria naturalistica; sono state, quindi, adottate varie procedure: l'immissione di talee è stata effettuata, a volte, successivamente al completamento delle strutture dell'opera con la consapevolezza dei limiti dell'operazione. Tale operazione ha dato, comunque, la possibilità di fare sperimentazioni sulle dinamiche di sviluppo degli interventi ed è stata di stimolo alla ricerca di modalità di conservazione delle talee.

All'atto dell'apertura dei cantieri la vegetazione esistente è stata, di norma, tutelata in base alle procedure di lavoro che prevedono la conservazione delle specie arbustive autoctone.

La paleria utilizzata usualmente misura un diametro variabile tra 6 e 18 cm: i pali di 8-12 cm vengono utilizzati per le staccionate e per le fosse di assorbimento delle acque meteoriche, mentre pali di 16-18 cm sono usati per i rompitratta, le palificate e le briglie.

In alcune realizzazioni, a titolo sperimentale, si è fatto uso di paleria di 10-12 cm per alcune palificate, per monitorarne il comportamento nel tempo.

Si è rilevato, sul campo, che alcune palizzate dopo oltre trentanni assolvono ancora oggi la funzione di progetto; si è verificato che quelle completamente disfatte sono solo quelle realizzate in aree con forti stress termici.

La cura dei particolari costruttivi rappresenta un elemento fondamentale delle lavorazioni dove emerge maggiormente la professionalità degli operatori. Nel primo periodo, a seguito della constatazione di difetti in alcune opere, si è proceduto al loro completo rifa-

IL MATERIALE DA COSTRUZIONE VIVO

PROBLEMATICHE REALIZZATIVE DELLE OPERE

cimento con l'obiettivo di formare e trasmettere agli operai le giuste modalità operative.

Il maggior numero di errori si è riscontrato nelle dimensioni dei materiali utilizzati sia vivi che morti.

Si è proceduto, inoltre, alla realizzazione di schede degli interventi realizzati e si è avviata una campagna di monitoraggio, curata dal geologo Giuseppe Doronzo, al fine di valutare, nel tempo, le attività connesse alla definizione degli stadi funzionali ed alla variazione nel tempo delle caratteristiche delle opere realizzate.

INTERVENTI REALIZZATI SUL SENTIERO N. 3 "IL MONTE SOMMA"

Vengono di seguito riportati alcuni esempi degli interventi realizzati sul sentiero n°3 "Il Monte Somma", tratta Ercolano-Ponte del Sambuco:

pulizia dello stradello con rimozione dei detriti grossolani, massi rocciosi, tronchi e residui vegetali;

selezione della vegetazione lungo i pendii;

taglio ed asportazione della vegetazione infestante la sede dello stradello;

rimozione dei rifiuti;

configurazione dei pendii;

modellamento delle quote di calpestio e realizzazione di rompitratta;

realizzazione di palizzate, palificate vive singole e doppie, briglia con legname e pietrame, grata "Vesuvio", muri a secco, canalette in legname e pietrame, graticciata, semine, piantagioni di alberi e arbusti.

Interventi del 1971-72

foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





Selvaggioni reperite nell'area del Parco

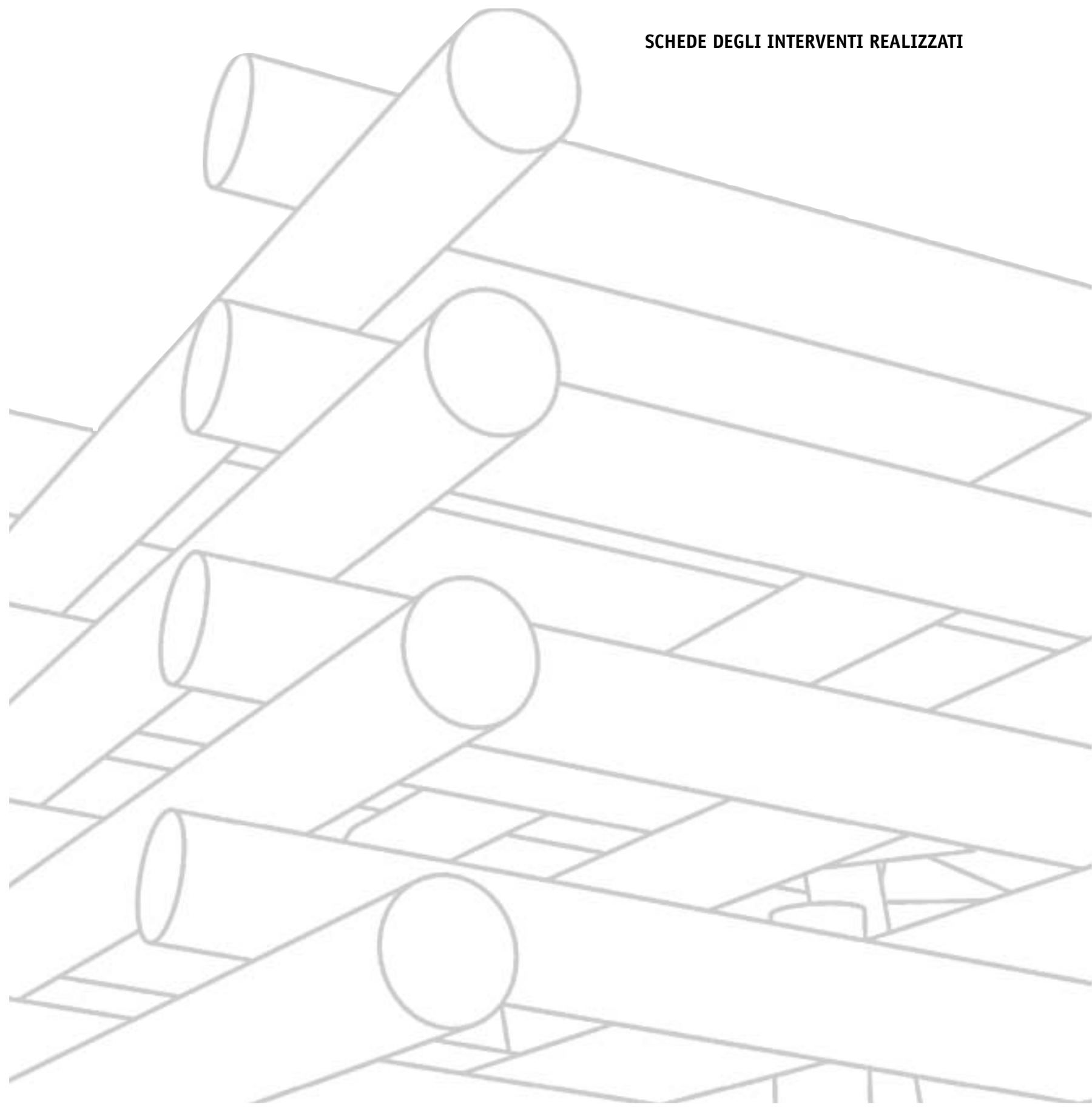
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



Alnus cordata

(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

SCHEDE DEGLI INTERVENTI REALIZZATI

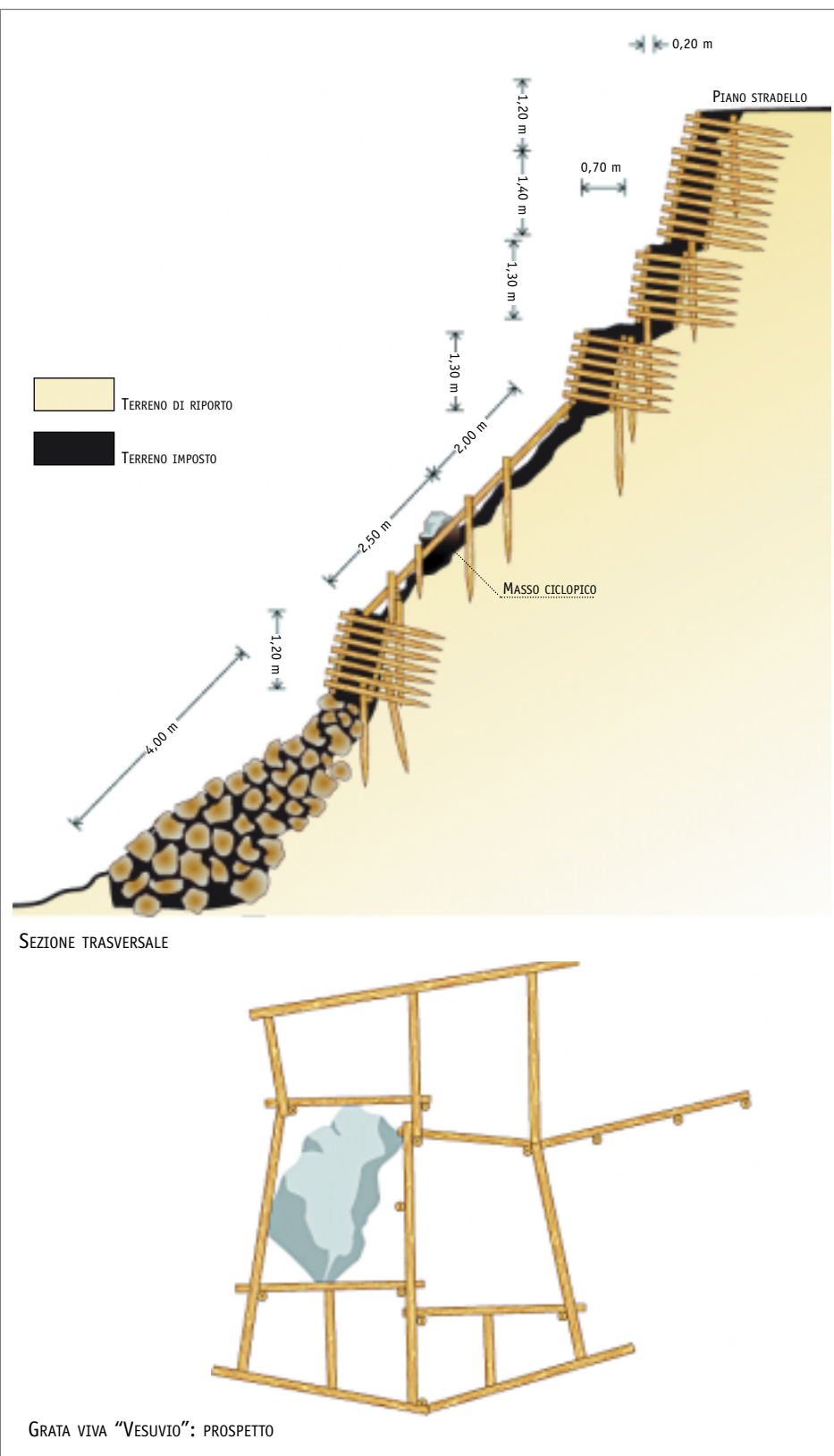


INTERVENTO COMBINATO

Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	708 m s.l.m.
Esposizione	nord-est
Progressiva dall’inizio sentiero	3.435 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito su versante di un alveo in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 45%-55%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Realizzazione di un tratto del sentiero in prossimità di un’o- pera idraulica; consolidamento del versante sottostante la sede del sentiero.
Tipologia dell’intervento	Intervento combinato costituito da: cuneo drenante, palifi- cata viva “Vesuvio”, grata viva “Vesuvio”.
Dimensioni dell’intervento	Larghezza 6 m, altezza circa 15 m
Specie vegetali impiegate	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europeus</i> , <i>Colutea arborescens</i> , <i>Coronilla emerus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Laburnum anagyroides</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Lonicera caprifolium</i> , <i>Lonicera implexa</i> (in pane di terra), sel- vaggioni di <i>Quercus ilex</i> , <i>Castanea sativa</i> ; trapianto di zolle di graminacee da aree contigue all’intervento, semina a spaglio, talee di <i>Salix alba</i> , <i>S. caprea</i> .
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio – progetto LSU
Costo dell’intervento	£ 20.666.243 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Gennaio-dicembre 2000

INTERVENTO COMBINATO

Schema costruttivo dell'opera:
cuneo drenante, palificata viva "Vesuvio",
grata viva "Vesuvio".





Intervento combinato

Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Smbuco

foto di Gino Di Maggio
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)

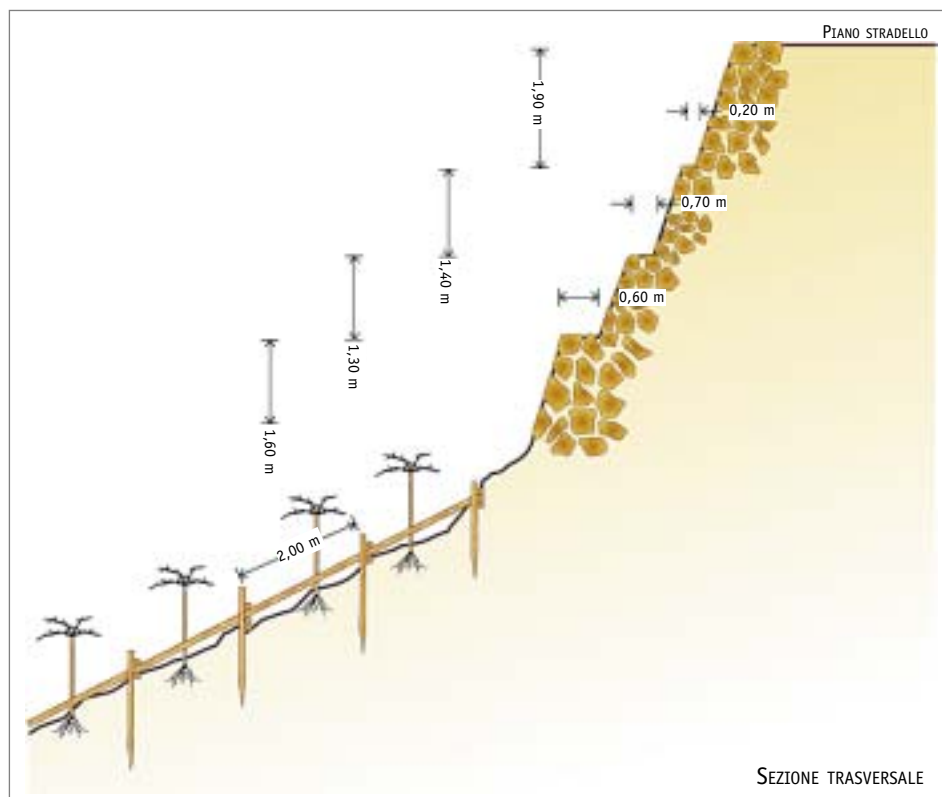
GRATA VIVA E MURO A SECCO

Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	697 m s.l.m.
Esposizione	ovest
Progressiva dall’inizio sentiero	2.016 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito su versante di un alveo in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 45%-55%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Realizzazione di un tratto del sentiero, consolidamento del versante.
Tipologia dell’intervento	Realizzazione di una grata viva “Vesuvio” e di un muro a secco.
Dimensioni dell’intervento	Grata viva circa 100 m², muro a secco circa 25,70 m³
Specie vegetali impiegate	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Coronilla emerus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Cytisus scoparius</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Lonicera caprifolium</i> , <i>Lonicera implexa</i> , <i>Cercis siliquastrum</i> , <i>Sorbus domestica</i> , <i>Tamarix Gallica</i> (in pane di terra); semina a spaglio, trapianto di zolle di graminacee da aree contigue all’intervento.
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell’intervento	£ 9.686.288 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Gennaio-dicembre 2000

MURO A SECCO

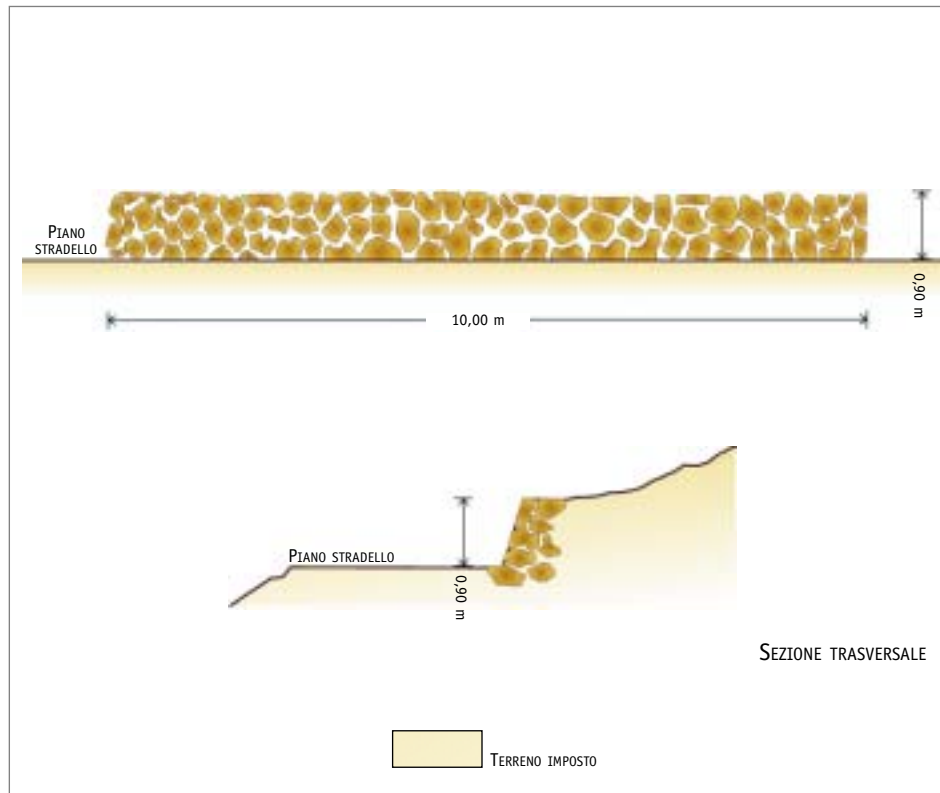
Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	694 m s.l.m.
Esposizione	sud-ovest
Progressiva dall’inizio sentiero	450 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito al piede di un versante in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 45%-55%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell'intervento	Evitare l'invasione del materiale piroclastico nel tratto di inizio sentiero, dovuto a piccoli movimenti di terra.
Tipologia dell'intervento	Realizzazione di un muro a secco.
Dimensioni dell'intervento	Muro a secco circa 16 m
Specie vegetali impiegate	Semina a spaglio di miscela di graaminacee e leguminose nelle zone al contorno.
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio – progetto LSU
Costo dell'intervento	£ 750.720 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d'intervento	Gennaio-dicembre 2000

GRATA VIVA E MURO A SECCO
Schema costruttivo dell'opera



Stato del luogo a fine lavori e dopo due mesi dalla fine dei lavori
Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Sambuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





MURO A SECCO

Schema costruttivo dell'opera



Stato del luogo a fine lavori e dopo due mesi dalla fine dei lavori

Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Smbuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



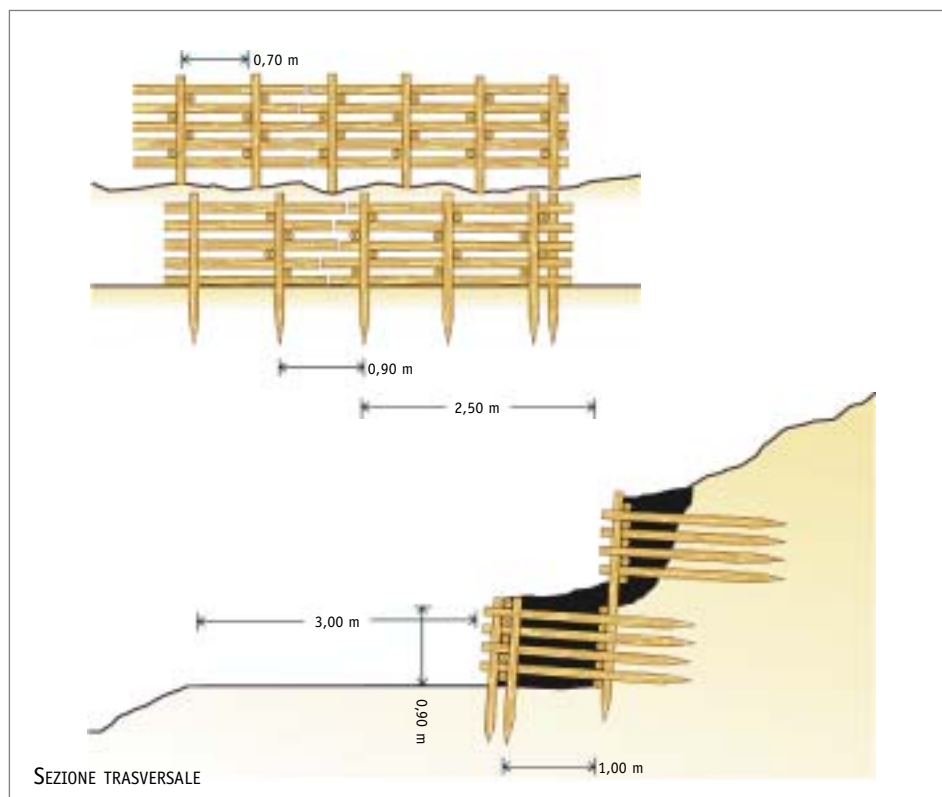
PALIFICATA VIVA SEC. FLORINETH

Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	689 m s.l.m.
Esposizione	nord-nordest
Progressiva dall’inizio sentiero	1.081 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito a valle del sentiero in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 45%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Evitare l’invasione del materiale piroclastico nel tratto di inizio sentiero, dovuto a piccoli movimenti di terra.
Tipologia dell’intervento	Doppia palificata viva sec. F. Florineth, doppia e singola.
Dimensioni dell’intervento	Palificata doppia 16 m, singola 11 m
Specie vegetali impiegate	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europeus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Coronilla emerus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Laburnum anagyroides</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Lonicera caprifolium</i> (in pane di terra, in fitocella); semina a spaglio, talee di <i>Salix alba</i> , <i>Corylus avellana</i> .
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell’intervento	£ 2.816.310 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Gennaio-dicembre 2000

Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	708 m s.l.m.
Esposizione	est
Progressiva dall’inizio sentiero	3.381 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito al piede di un versante in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 45%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Conservare la sede viabile del sentiero; evitare smottamenti di materiale piroclastico nel tratto interessato dalla sede pedonabile.
Tipologia dell’intervento	Palificata doppia a soglie su tre livelli, palificata viva a dop- pia parete “Vesuvio”.
Dimensioni dell’intervento	Lunghezza 4,8-4,0-3,9 m
Specie vegetali impiegate	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Colutea arborescens</i> , <i>Coronilla emerus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Laburnum anagyroides</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Lonicera caprifolium</i> (in pane di terra, in fitocella); selvaggioni di <i>Castanea sativa</i> , semina a spaglio.
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell’intervento	£ 3.043.161 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Gennaio-dicembre 2000

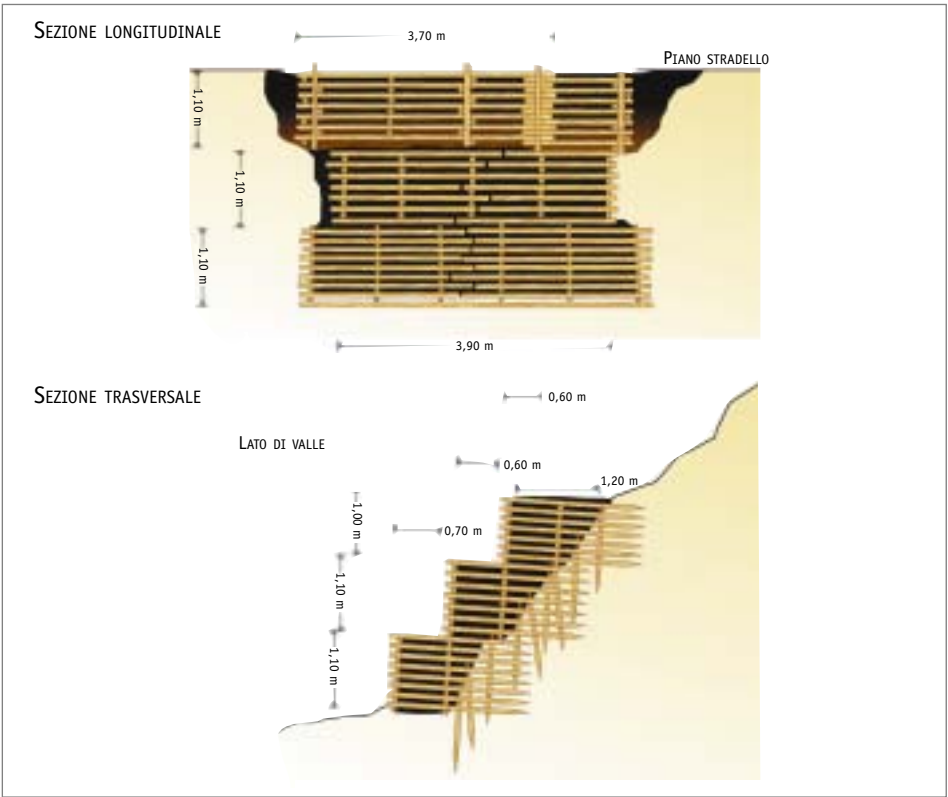
**PALIFICATA VIVA “VESUVIO”
SEC. MENEGAZZI**

PALIFICATA VIVA SEC. FLORINETH
Schema costruttivo dell'opera



**Stato del luogo a fine lavori e
dopo due mesi dalla fine dei lavori**
Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Sambuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





PALIFICATA VIVA “VESUVIO”

Schema costruttivo dell'opera



**Stato del luogo a fine lavori e
dopo due mesi dalla fine dei lavori**

Sentiero n°3 “Il Monte Somma”:
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Smbuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



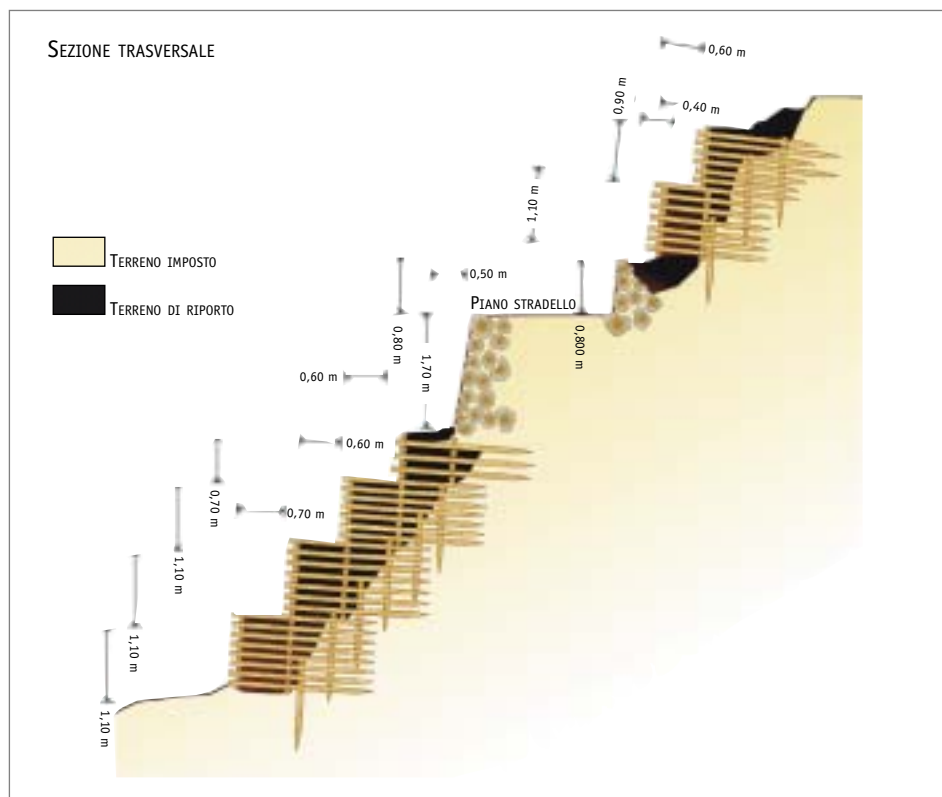
INTERVENTO COMBINATO

Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	708 m s.l.m.
Esposizione	est
Progressiva dall’inizio sentiero	3.356 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito a monte ed a valle del sentiero in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 35%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Ricostruire la sede pedonale del sentiero, evitare smottamenti e rotolamenti di materiale piroclastico nel tratto interessato dalla sede pedonale.
Tipologia dell’intervento	Palificata doppia a soglie su tre livelli, muro a secco, palificata viva doppia parete “Vesuvio”.
Dimensioni dell’intervento	Palificata viva doppia parete lato monte: lunghezza 8 m; muro a secco lato monte: lunghezza 9,20 m; palificata viva doppia parete lato valle: lunghezza 5 m
Specie vegetali impiegate	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Colutea arborescens</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Laburnum anagyroides</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Lonicera caprifolium</i> (in pane di terra, in fitocella); selvaggioni di <i>Castanea sativa</i> , semina a spaglio, talee di <i>Salix alba</i> , <i>caprea</i> , <i>Corylus avellana</i> .
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell’intervento	£ 10.120.722 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Gennaio-dicembre 2000

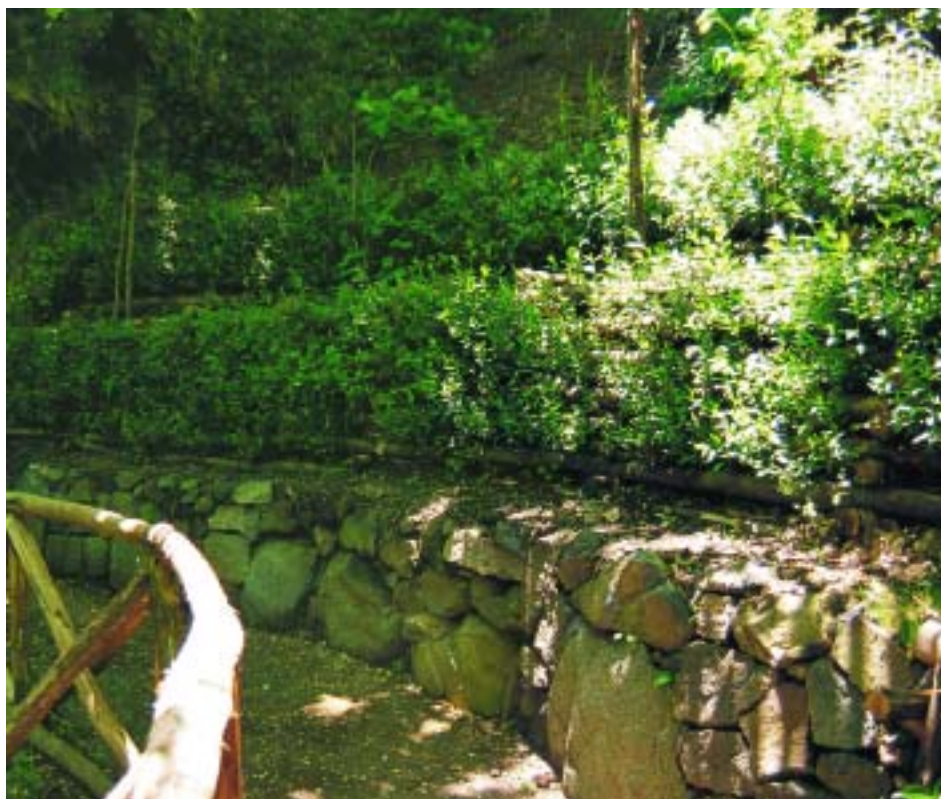
PALIFICATA VIVA

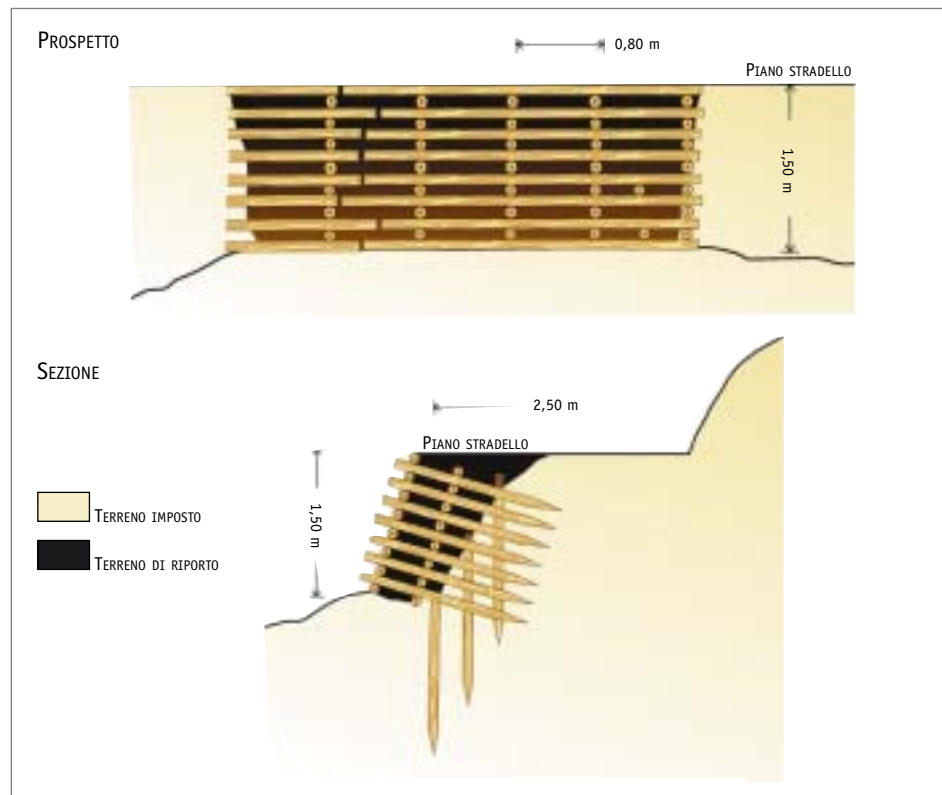
Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	708 m s.l.m.
Esposizione	ovest
Progressiva dall’inizio sentiero	3.073 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito a valle del sentiero in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 35%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Ricostruire la sede viabile del sentiero; evitare smottamenti e rotolamenti di materiale piroclastico nel tratto interessato dalla sede viabile.
Tipologia dell’intervento	Palificata viva a doppia parete “Vesuvio”.
Dimensioni dell’intervento	Palificata viva a doppia parete lato valle: lunghezza 7 m, altezza 1,5 m
Specie vegetali impiegate	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Colutea arborescens</i> , <i>Coronilla emerus</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Cytisus scoparius</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Lonicera caprifolium</i> , <i>Vitex Agnus-castus</i> (in pane di terra, in fitocella); selvaggioni di <i>Castanea sativa</i> , semina a spaglio, talee di <i>Salix sp. pl.</i> , <i>Corylus avellana</i> .
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell’intervento	£ 2.207.520 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Gennaio-dicembre 2000

INTERVENTO COMBINATO
Schema costruttivo dell'opera



**Stato del luogo a fine lavori e
dopo due mesi dalla fine dei lavori**
Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Smbuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





PALIFICATA VIVA

Schema costruttivo dell'opera



Stato del luogo a fine lavori e dopo due mesi dalla fine dei lavori

Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Smbuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



PALIFICATA VIVA

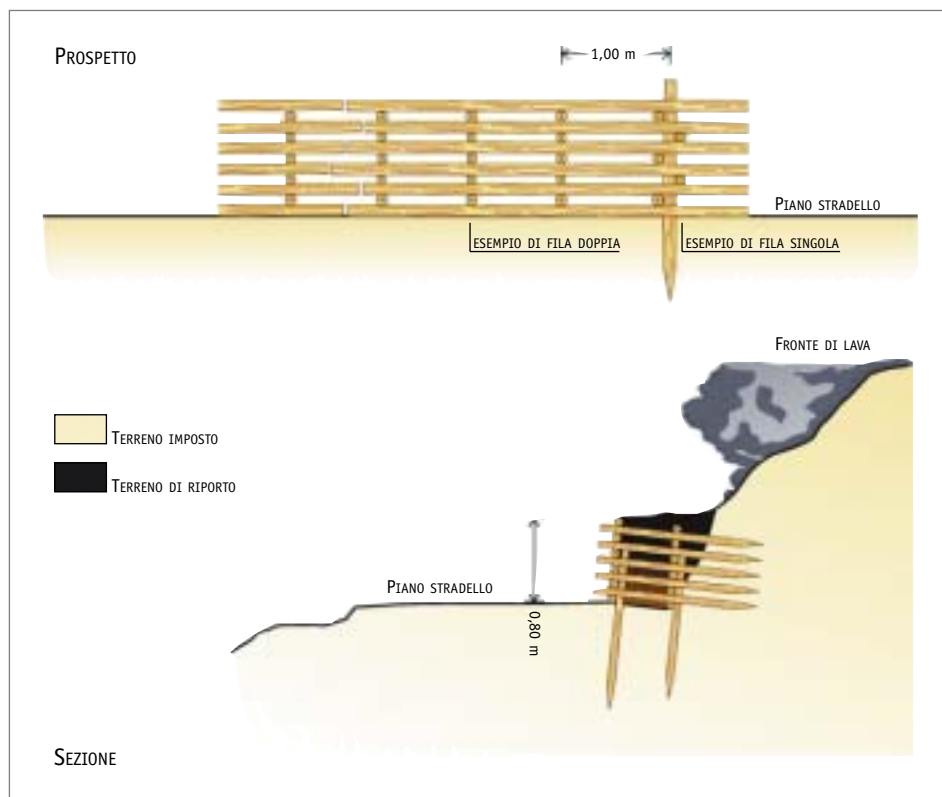
Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	708 m s.l.m.
Esposizione	ovest
Progressiva dall’inizio sentiero	3.333 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito a monte del sentiero in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 35%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Proteggere la sede viabile del sentiero dalla eventuale caduta di blocchi lavici, smottamenti e rotolamenti di materiale piroclastico nel tratto interessato dalla sede viabile. La palificata ha la funzione di smorzare l’energia cinetica dei crolli.
Tipologia dell’intervento	Palificata viva a doppia parete “Vesuvio”.
Dimensioni dell’intervento	Palificata viva a doppia parete lato monte: lunghezza 23 m
Specie vegetali impiegate	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Lonicera caprifolium</i> , <i>Lonicera implexa</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Salix caprea</i> in pane di terra, in fitocella, semina a spaglio, talee di <i>Salix sp. pl.</i>
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell’intervento	£ 4.755.336 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Gennaio-dicembre 2000

GRATICCIO DI PALI

Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	703 m s.l.m.
Esposizione	sud-ovest
Progressiva dall’inizio sentiero	2651 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito a valle del sentiero carrabile in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 35%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell'intervento	Ricostruzione della sede viabile del sentiero, opera di sostegno.
Tipologia dell'intervento	Graticcio di pali mod. 1906.
Dimensioni dell'intervento	Soglie di lunghezza 4,0+4,0+4,5+5 m, altezza totale f.t. 3,5 m
Specie vegetali impiegate	<i>Populus alba</i> , <i>Vitex agnocastus</i> , <i>Tamarix gallica</i> , <i>Corylus avel- lana</i> in pane di terra, in fitocella, selvaggioni di <i>Castanea sativa</i> , semina a spaglio.
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell'intervento	£ 1.272.755 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d'intervento	Gennaio-dicembre 2000

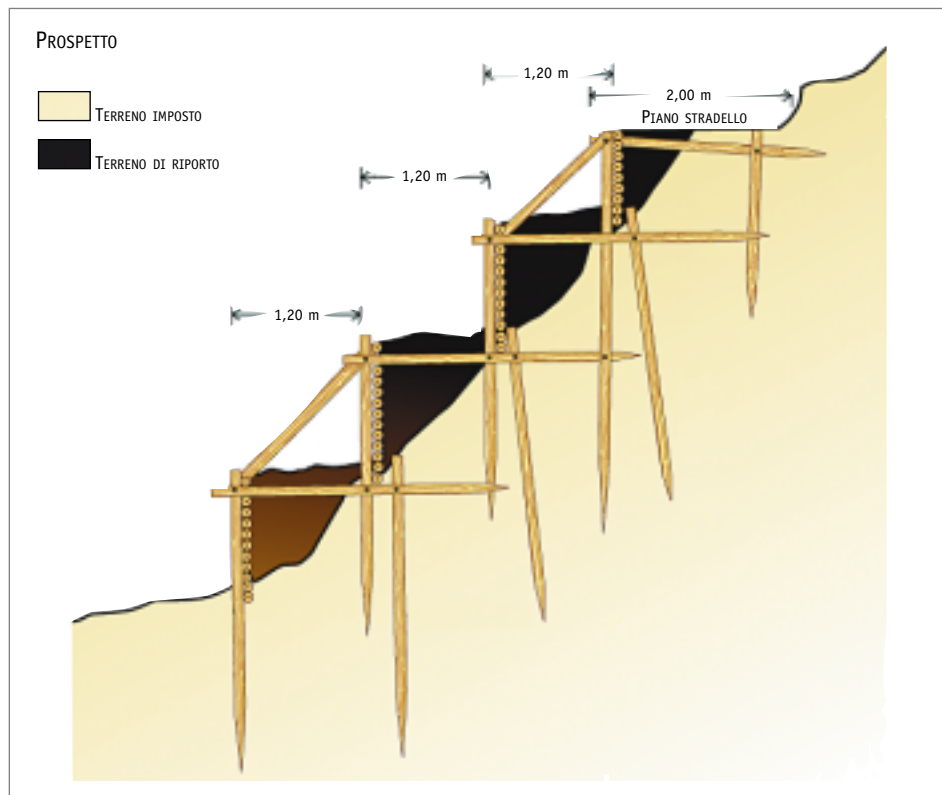
PALIFICATA VIVA

Schema costruttivo dell'opera



**Stato del luogo
dopo due mesi dalla fine dei lavori**
Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Smbuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)





GRATICCIO DI PALI

Schema costruttivo dell'opera



Stato del luogo a fine lavori e dopo tre mesi dalla fine dei lavori

Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Smbuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



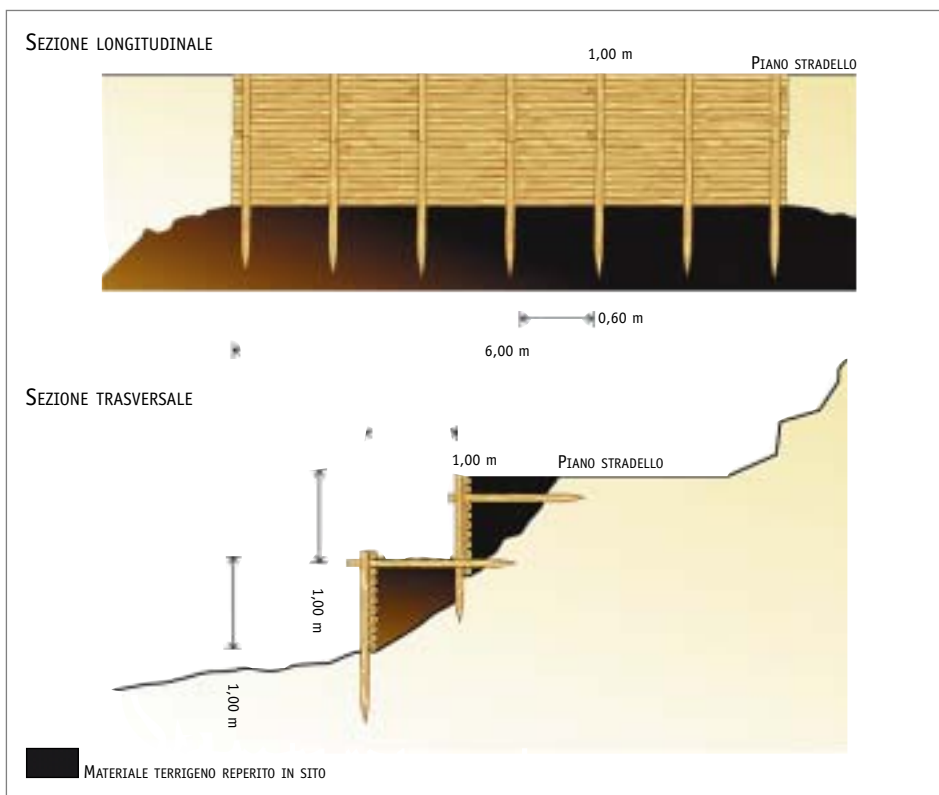
GRATICCIO DI PALI

Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	703 m s.l.m.
Esposizione	nord-est
Prgressiva dall’inizio sentiero	2.273 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito a valle del sentiero carrabile in materiale piroclastico.
Inclinazione del versante	circa 35%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compare sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Ricostruzione della sede viabile del sentiero, opera di sostegno.
Tipologia dell’intervento	Graticcio di pali mod. 1906.
Dimensioni dell’intervento	Soglie di lunghezza 6 m, altezza 2 m
Specie vegetali impiegate	<i>Populus alba</i> , <i>Vitex agnocastus</i> , <i>Salix caprea</i> , <i>Corylus avellana</i> in pane di terra, selvaggioni di <i>Castanea sativa</i> , semina a spaglio.
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell’intervento	£ 963.600 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Gennaio-dicembre 2000

BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMÈ

Località	Sentiero n°3 “Il Monte Somma”
Altitudine	698 m s.l.m.
Esposizione	sud-ovest
Progressiva dall’inizio sentiero	2.280 m
Aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici	Intervento eseguito in impluvio su materiale piroclastico con problematiche di trasporto solido
Inclinazione del versante	circa 35%
Aspetti vegetazionali	Bosco ceduo abbandonato di castagno con <i>Robinia pseudoacacia</i> al 40% e presenza di <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Alnus cordata</i> e specie arbustive di <i>Corylus avellana</i> e <i>Coronilla emerus</i> ; nei valloni presenze di <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix caprea</i> , il <i>Quercus ilex</i> compa- re sui costoni rocciosi.
Obiettivo dell’intervento	Evitare il trasporto del materiale solido in sito, ricostruzione della sede viabile del sentiero. Opere di sostegno a valle del sentiero.
Tipologia dell’intervento	Opera principale: briglia in pietrame e legname. Opere accessorie a monte dello stradello: palificata doppia al piede del versante, grata viva sul versante. Opere piano stradello viabile: prisma trapezoidale di dissipazione dell’energia cinetica dell’acqua proveniente dalla gaveta della briglia, canaletta drenante in legname e pietrame, lastricato in basolato lavico prelevato e realizzato in sito confinato da pali in legno carrabile. Opere di valle al sentiero: palificata doppia viva a soglie.
Dimensioni dell’intervento	Briglia circa 34 m ³ Grata viva 200 m ² Palificata doppia 100 m ³ Canaletta drenante 6 m
Specie vegetali impiegate	<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Laburnum anagyroides</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Lonicera caprifolium</i> , <i>Lonicera implexa</i> (in pane di terra, in fitocella), selvaggioni di <i>Castanea sativa</i> , trapianto di zolle di graminacee da aree contigue all’intervento, semina a spaglio di graminacee e leguminose, talee di <i>Salix alba</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Corylus avellana</i> .
Progettazione e direzione lavori	Gino Menegazzi (da un’idea di Paolo Cornelini)
Soggetto realizzatore	Ente Parco nazionale del Vesuvio
Costo dell’intervento	£ 37.954.200 (esclusa la fornitura di materiale vegetale vivo)
Periodo d’intervento	Agosto-dicembre 2000

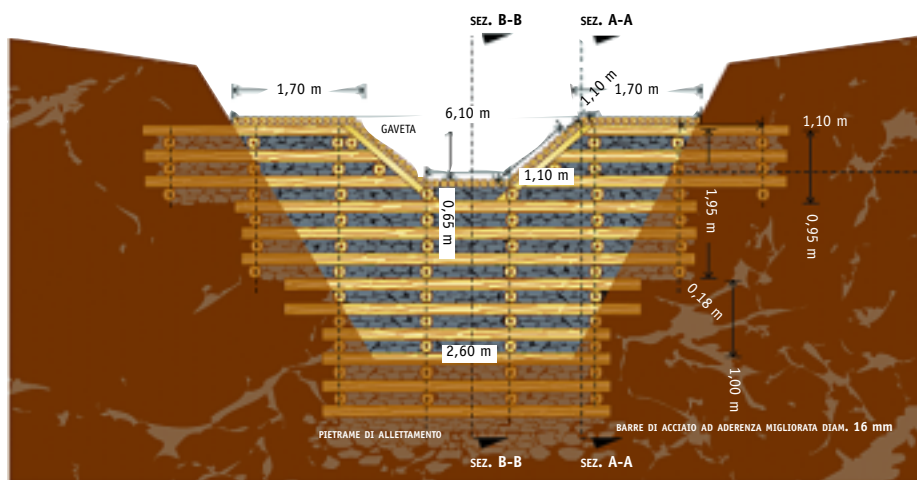
GRATICCIO DI PALI
Schema costruttivo dell'opera



Stato del luogo durante i lavori e a due mesi dalla fine dei lavori
Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Smbuco
foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



PROSPETTO FRONTALE



BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRE

Schema costruttivo dell'opera



Stato del luogo durante i lavori e a due mesi dalla fine dei lavori; particolari dell'incastro dei pali e della canaletta drenante

Sentiero n°3 "Il Monte Somma":
stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Sambuco

foto di G. Menegazzi
(Archivio fotografico Parco nazionale del Vesuvio)



NOTE

¹ Cfr. P. LACAVA, *La sistemazione idraulica forestale dei monti Somma e Vesuvio dal 1° luglio 1906 al 30 giugno 1913*, sotto-ispettore forestale Pietro Lacava.

² Cfr. R. SIMONETTI, *La bonifica e la sistemazione idraulica dei torrenti del Somma e Vesuvio*, *Giornale del Genio Civile*, a. L, 1912.

³ Cfr. P. LACAVA, *La sistemazione*, cit.

⁴ Cfr. IDEM.

⁵ Nella falda settentrionale del Vesuvio lo scopo «era quello di trattenere il lapillo che scorreva dalle ripide pendici e consolidarlo mercè la vegetazione. Il lapillo, di natura permeabilissima, assorbe una grande quantità di acqua e, fino a quando non è completamente saturo, non dà luogo ad alcun scoscendimento, Quando l'acqua è sovrabbondante diventa pericoloso per la facilità con la quale si mette in moto a forma di valanga... e la massa pesantissima, scendendo in modo spaventevole, travolge tutto ciò che incontra.», IDEM.

⁶ Le graticciate potevano assumere altezze fino a 2 m con spessori di 1,5 m e, «per l'intreccio, essendosi dovuto rinunciare alla possibilità di avere graticci vivi, dal momento che, a prescindere dalla stagione estiva in cui si eseguirono i lavori, nel lapillo non vi è probabilità di attecchimento di talee, in luogo dei soliti vimini, si fece uso di polloni di castagno, come quelli che potevano assicurare una maggiore durabilità dalle opere. Esse per altro hanno dato ottimi risultati... e non una di quelle costruite fin dal 1906 ha subito danno, sebbene il materiale accumulatosi a monte di esse sia rilevantisissimo.», IDEM.

⁷ Cfr. Cfr. R. SIMONETTI, *La bonifica*, cit, p. 745.

⁸ Cfr. IDEM, pag 24.

⁹ Cfr. IDEM, pag 32.

BIBLIOGRAFIA

Annuario/Giornale del Genio Civile 1906-1912.

FIENGO G., *I Regi laghi e la bonifica della Campania Felix durante il vicereame spagnolo*, Leo S. Olschki, Firenze 1988.

Idraulica pratica, Hoepli, Milano 1923.

LACAVA P., *La sistemazione idraulica forestale dei monti Somma e Vesuvio dal 1° luglio 1906 al 30 giugno 1913*,

Tip. Meridionale G. Turi, Napoli 1914.

La moderna Tecnica delle costruzioni in Legno, Hoepli, Milano 1952.

ORTOLANI F., *Assetto idrogeologico del bacino dei Regi Laghi*, in «La provincia di Napoli», a. III, nn. 1-2, 1981.

SAVARESE G., *Introduzione in annali delle bonificazioni che si vanno operando nel Regno delle Due Sicilie per cura del Real Governo*, vol. 2, Stamperia del Vaglio, Napoli 1858.

Sistemazioni idrogeologiche nei bacini torrentizi del Somma Vesuvio, 1909.

SIMONETTI R., *La bonifica e la sistemazione idraulica dei torrenti di Somma e Vesuvio*, *Giornale Genio Civile*, a. L, 1912, Napoli 1912.



Intervento combinato:
briglia e canaletta in legname e pietrame,
palificata viva doppia, grata viva "Vesuvio"
foto di G. Doronzo



MONITORAGGIO DELLE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO

Giuseppe Doronzo¹, Gino Menegazzi², Carlo Bifulco³

¹ Geologo, libero professionista

² Ingegnere, libero professionista

³ Direttore Generale Parco nazionale del Vesuvio

Con il monitoraggio degli interventi di ingegneria naturalistica realizzati nell'ambito del territorio del Parco nazionale del Vesuvio si è inteso, da parte dell'Ente, raccogliere una serie di informazioni al fine di elaborare un quadro quanto più possibile preciso e delineato in tutte le sue componenti. Nello specifico, è stata realizzata una schedatura delle opere eseguite e sono stati acquisiti i dati necessari relativi alle strutture; poi, si è provveduto a monitorare le opere realizzate, nelle componenti vive e morte, per consentirne la manutenzione e reiterarne l'esecuzione; ed infine, per valutare i benefici ambientali conseguiti, si è realizzato un opportuno confronto tra lo stato dei luoghi ante e post operam.

Oltre a quanto sin ora citato, il monitoraggio eseguito ha fornito un contributo allo sviluppo dell'utilizzazione delle tecniche di ingegneria naturalistica, in quanto sono state sistematizzate le informazioni relative all'esecuzione delle opere, all'efficacia delle stesse, ai tempi di realizzazione ed ai costi. Oltretutto non si è a conoscenza di monitoraggi eseguiti per interventi realizzati senza il significativo utilizzo di attrezzature e macchinari, come nel caso del Parco nazionale del Vesuvio; così come carente è la conoscenza di monitoraggi per opere realizzate da lavoratori provenienti da esperienze operative estremamente diversificate e da ambiti produttivi sostanzialmente diversi da quelli in oggetto.

Per la redazione dello studio si è tenuto conto di quanto elaborato in varie regioni relativamente alle opere di ingegneria naturalistica ed ai monitoraggi.

Il presente monitoraggio è il primo realizzato nell'ambito del Parco nazionale del Vesuvio ed ha carattere di sperimentazione, da tarare su specifiche esigenze negli anni a venire.

Si è valutato di proporre, in primo luogo, una procedura del rilevamento che considerasse: l'analisi dei costi, i tempi di esecuzione dei lavori, i costi, la qualità delle opere, la compatibilità ambientale, l'impatto economico, i benefici socio-economici.

Durante l'attività, durata dagli inizi di marzo alla fine di agosto del 2000, si sono schedate le principali opere realizzate; acquisiti i dati relativi alle strutture, riportati in apposita cartografia; verificato lo stato del materiale vivo; l'analisi dei costi degli interventi è stata realizzata tenendo conto degli elenchi dei prezzi dei materiali ed opere per il recupero ambientale e per l'ingegneria naturalistica maggiormente utilizzati sul territorio italiano, avendo cura di tarare i nuovi prezzi alla realtà della regione Campania, considerando il prezzo generale delle opere edili del Provveditorato alle Opere Pubbliche per la Campania attualmente in uso. Si sono, inoltre, analizzati i nuovi prezzi proposti, considerando la tabella dei prezzi, relativa al periodo settembre-ottobre 1999, edita dalla commissione regionale per il rilevamento del costo dei materiali, dei trasporti e dei noli. Si sono con-

PREMESSA

frontati i prezzi ricavati con quelli relativi ai lavori eseguiti nel Parco e specificatamente con i costi orario della manodopera dei lavoratori, inseriti in progetti “LSU”, che hanno realizzato le opere in questione.

LE OPERE NELL'AMBITO DEL PARCO

Il Parco nazionale del Vesuvio nasce ufficialmente il 5 giugno del 1995. Viene istituito al fine di conservare specie animali e vegetali, associazioni vegetali e forestali, le singolarità geologiche, le formazioni paleontologiche, le comunità biologiche, i biotopi, i processi idraulici ed idrogeologici. Tali funzioni, nel caso in questione, rivestono una valenza particolare dal momento che si agisce in un ambito estremamente diversificato e quasi completamente “accerchiato” da porzioni di territorio urbanizzato e assumono pertanto, finalità anche di difesa, valorizzazione e fruibilità del complesso vulcanico più famoso al mondo.

Ciò è stato perseguito, sin ora, cercando di porre attenzione anche alle valenze socio- economiche dell’area in questione. Nel caso specifico si trattava di riaprire sentieri abbandonati da svariati anni, di aprirne di nuovi per permettere il rapido raggiungimento di luoghi funestati in tempi passati da incendi. Si doveva: realizzare nuovi sentieri anche al fine di permettere la fruizione dell’intero Parco; intervenire per la conservazione, il recupero ed il restauro dell’ambiente; riqualificare il patrimonio naturalistico riducendone il degrado e l’abbandono ed accrescendone l’integrazione con le comunità locali nell’ottica di una corretta manutenzione, tutela, migliore fruizione del territorio; promuovere la rete ecologica come infrastruttura di sostegno dello sviluppo compatibile e come sistema di offerta di beni, risorse e valori. Ciò, sino ad oggi, è stato effettuato anche attraverso la realizzazione di opere di ingegneria naturalistica, con obiettivi e programmi di lavoro dettati dal Direttore del Parco, in base agli indirizzi del



**Vasca di laminazione
realizzata agli inizi del '900
nella zona pedemontana del Monte Somma.**
Pomigliano d'Arco, fine anni Settanta
foto di G. Doronzo

Presidente e del Consiglio direttivo dell'Ente.

Le opere di ingegneria naturalistica trovano ampia applicazione nei territori montani e collinari un po' dovunque nel territorio nazionale; in particolare nelle regioni del nord e centro Italia mentre, le esperienze maturate in ambito mediterraneo, sono ancora relativamente poche. Pertanto, ci si è trovati nella condizione di dover realizzare opere di ingegneria naturalistica rispetto alle quali si disponeva di conoscenze ed esperienze relativamente alle strutture ma che, rispetto al materiale vivo, necessitavano di una fase di sperimentazione e di relativo monitoraggio.

Per rispondere a tale ultima esigenza nel Parco sono state utilizzate, fino all'estate del 2000, specie di piante radicate, di seguito elencate, per le quali è in corso la sperimentazione e il monitoraggio:

<i>Acer campestre</i>	<i>Populus alba</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Quercus suber</i>
<i>Cercis siliquastrum</i>	<i>Salix caprea</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Sorbus domestica</i>
<i>Cotinus coggygria</i>	<i>Tamarix gallica</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Vitex agnus-castus</i>

Sono state utilizzate, altresì, talee e ramaglia di *Salix sp. pl.*

Sono stati eseguiti trapianti di specie erbacee prelevate dal selvatico nonché selvagioni di *Castanea sativa*, *Quercus ilex* e *Spartium junceum*.

Come detto, le opere di cui trattiamo sono state realizzate, in vari periodi, da lavoratori in mobilità e cassaintegrati appartenenti al progetto di lavori socialmente utili presso il Parco nazionale del Vesuvio.

Si è operato, principalmente, sullo stradello intercomunale con il quale si può realizzare il periplo del complesso vulcanico (a quota di circa 700-750 m s.l.m.).

Tale stradello permette il collegamento con i tredici comuni esistenti nell'ambito del Parco attraverso vari sentieri radiali rispetto al complesso vulcanico.

All'inizio gli stradelli e i sentieri si presentavano in stato di abbandono e con dissesti tali – piccole frane, erosioni lineari, dilavamenti incontrollati, etc. – da non permettere la percorribilità, in alcuni casi, neanche pedonale.

Nello specifico sono state realizzate le seguenti lavorazioni:

- sistemazione di sentieri;
- realizzazione di rompitratte;
- compattazione ed inerbimento del piano degli stradelli;
- esecuzione di palificate vive a singola e a doppia parete;
- realizzazione di palizzate;
- realizzazione di gradonate;
- realizzazione di grate vive e grate vesuviane;
- realizzazione di graticciate;
- realizzazione di muri a secco;
- realizzazione di briglie in legname e pietrame;
- realizzazione di canalette in legname e pietrame;
- recupero e realizzazione di opere idrauliche;
- realizzazione di fossi di assorbimento;
- realizzazione di varie opere di protezione;
- manutenzione delle opere realizzate.

Tale esperienza è frutto anche del recupero di interventi realizzati dagli agricoltori del

luogo e di quelli effettuati, in diverse epoche, dai gestori del territorio.

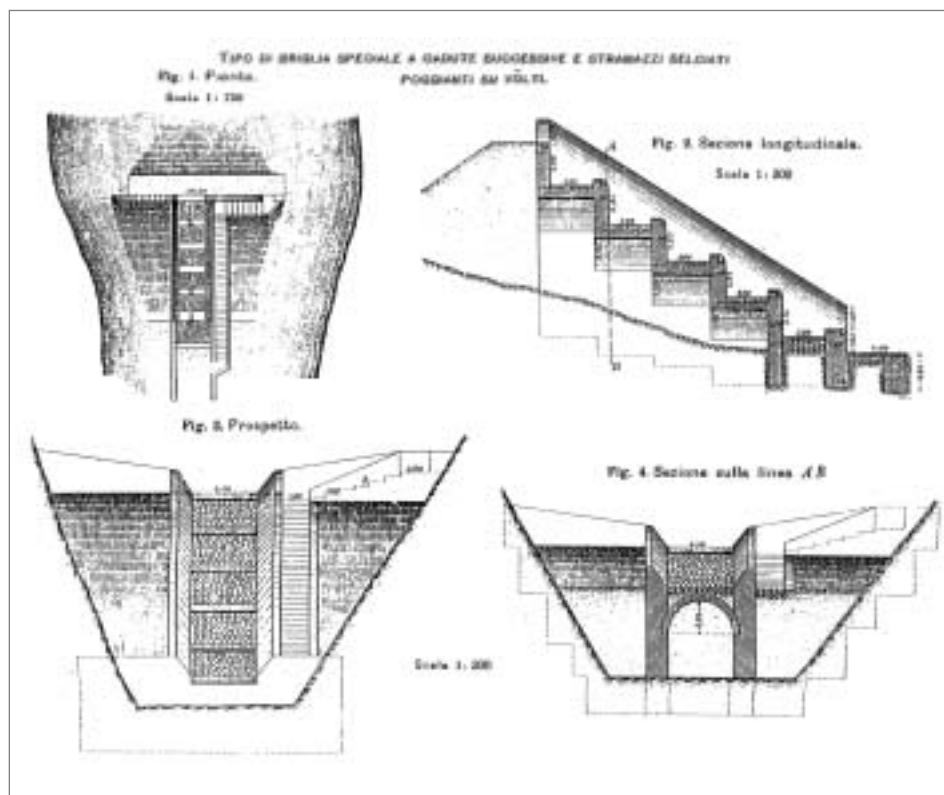
A tal proposito, giova ricordare che la porzione settentrionale del complesso vulcanico del Somma-Vesuvio insiste, in parte, sul Lago di Pollena e sull'attiguo corso del Sebeto; queste aree, con il bacino sotteso, sono sempre state delle zone paludose, per secoli, lasciate così, anche per scopi di difesa.

La bonifica di tali zone, in particolare delle paludi ad oriente di Napoli, ha inizio venti secoli fa, quando il mare occupava l'area di Poggioreale. Con la colmata di queste zone vi fu la trasformazione in palude costiera che, per un lungo periodo, divenne elemento di difesa per la città di Napoli; con l'andare del tempo, con l'espandersi della città e la mancanza del bisogno di tale difesa naturale, si continuò a bonificare tale area orientale. A partire dal XIII secolo, Carlo I D'Angiò, prima, e, successivamente, Alfonso d'Aragona, tentarono tale bonifica attraverso varie colmate ma, favorirono semplicemente l'ulteriore impaludamento e l'espansione della malaria. Si iniziò, e ciò fu cosa positiva, a coltivare ad orto a lotti regolari intervallati da canali; di seguito vari furono gli interventi operati dai singoli comuni mentre fu realizzata dalla seconda metà dell'Ottocento, fino alla seconda metà del secolo XX la bonifica complessiva del sistema montano collegato con quello dei Regi Lagni e di Napoli e quello di Volla. L'affrontare in maniera complessiva i problemi idraulici, come sistema montano e pedemontano unitario, ha una data ben precisa, difatti, l'11 maggio del 1855, venne istituita l'Amministrazione Generale delle Bonifiche che prevedeva interventi in tutto il Regno delle Due Sicilie e, tra le altre, nell'area delle paludi di Napoli e Volla nonché in quelle dei torrenti del Somma e Vesuvio. Da tale data, per circa sessant'anni, furono realizzate, nell'ambito del Somma-Vesuvio, imponenti opere con la creazione di circa 100 km di canali, di circa 210 km di alvei strada, con annessi salti, scivoli, briglie e 35 vasche di assorbimento e laminazione. Le prime

Carta cinquecentesca della regione napoletana

da Gasparini P. e Musella S., *Un viaggio al Vesuvio*,
Liguori Editore, Napoli 1997





Pianta, prospetto e sezione di briglia a cadute nel territorio di Sant'Anastasia

Sistemazione dei torrenti del Somma

Giornale del Genio Civile - Anno 1912



Briglia a cadute nel territorio di Sant'Anastasia

Recupero ambientale e sistemazione dei torrenti operata dai lavoratori inseriti in progetti "LSU"-Provincia di Napoli

foto di G. Doronzo

opere videro la luce, tra il 1855 ed il 1900, nel sottobacino nord, dove vi erano problemi di impantanamento molto più spinti; la bonifica idraulica ed idraulico forestale, iniziate dopo l'eruzione del 1906 e le successive inondazioni del 1907 e 1908, terminarono nel 1912. Successivamente alla Grande Guerra furono realizzati dei lavori di rimboschimento, consolidamento e manutenzione che continuarono sino al 1936. Dopo la II guerra mondiale furono effettuati esclusivamente degli interventi per fronteggiare pericoli imminenti, interventi parziali, in ogni caso, al di fuori di un'ottica unitaria del problema.

**Vasca di laminazione
realizzata agli inizi del '900
nella zona pedemontana del Monte Somma.**
Pomigliano d'Arco, fine anni Settanta
foto di G. Doronzo



Gli interventi già elencati sono stati realizzati con processi di sistemazione tipici delle metodologie dell'ingegneria naturalistica che, oltre alla messa in sicurezza, sono finalizzati a procedimenti di rinaturalizzazione e alla realizzazione di ambienti idonei a specie o comunità vegetali e animali. Tutto ciò è stato effettuato utilizzando dati tecnici e scientifici relativi al consolidamento e all'erosione con funzioni legate ad organismi viventi, quasi sempre specie vegetali autoctone.

Di seguito si citano gli interventi realizzati nell'ambito del territorio del Parco, con diverse squadre di LSU:

1. Comune di Somma Vesuviana: località Santa Maria di Castello-Ponte del Sambuco. Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sul sentiero (quota 430-750 m s.l.m.).

2. Varî comuni: stradello intercomunale Ercolano-Ponte del Sambuco. Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria (quota 700 m s.l.m.).

3. Varî comuni: stradello intercomunale di connessione Ercolano-Somma e Punta Nasone. Interventi di ripristino (quota da 700 m s.l.m.).

4. Varî comuni: nuovo sentiero. Apertura nuovo sentiero da località Traversa (quota 840 m s.l.m.) a Punta Nasone (quota 1130 m s.l.m.).

5. Comune di Massa di Somma: località Vallone Molaro. Ripristino del sentiero che dallo stradello intercomunale raggiunge via Veseri.

6. Comuni di Sant'Anastasia e San Sebastiano al Vesuvio: varie località. Manutenzione ordinaria e straordinaria di siti ove in passato sono stati realizzati vari interventi.

7. Comune di Terzigno: località via Campitello. Interventi di manutenzione nell'area demaniale e nei principali sentieri di accesso.

8. Comune di Terzigno: località Santo Spirito, La Piana Tonda, Vallone del Fico. Interventi di manutenzione e posa in opera essenze arboree.

9. Comune di Boscoreale: località via Panoramica. Interventi di riqualificazione ambientale e manutenzione.

10. Comune di Ottaviano: località via Vicinale Pescinale e Zabatta. Interventi di manutenzione e posa in opera di essenze arboree.

11. Comune di San Giuseppe Vesuviano: località Contrada Sodano e Fossone, Vallone di Cola e Alveo Borbonico di confine tra Terzigno e San Giuseppe Vesuviano. Interventi di riqualificazione ambientale e sistemazione idrogeologica.

Degli interventi citati quelli ove sono presenti opere di ingegneria naturalistica, oggetto del monitoraggio a cui si farà riferimento in seguito, sono quelli riportati con i numeri 1, 2, 7 e 10.

Per quanto attiene le parti vive delle opere dello stradello Ercolano-Ponte del Sambuco (n. 2) la messa a dimora delle piante è stata effettuata secondo i principi dell'ingegneria naturalistica. È stata rilevata nelle opere principali la presenza di talee e ramaglia inserite in modo casuale e poi con l'andare del tempo in modo sempre più razionale. La messa a dimora è avvenuta in periodi diversi; in taluni casi contestualmente alla struttura in altri casi successivamente. Si sono valutate e si forniscono, per le singole opere, le percentuali di attecchimento.

Per quanto attiene lo stradello Santa Maria di Castello-Ponte del Sambuco (n. 1) non vi è presenza né di talee né di ramaglia, mentre sono state eseguite piantagioni di arbusti radicati dei quali si riporta il coefficiente di mortalità. Per lo stradello di Ottaviano (n. 10) non vi è presenza di talee e, le piantagioni eseguite, non sono in stretta connessione con le opere oggetto del presente monitoraggio, delle quali, si riportano considerazioni relative solo alla parte strutturale. Per il caso di Terzigno (n. 7), la presenza di una vasta pineta estesa su terreni poco acclivi, quasi pianeggianti, ha inibito l'utilizzo delle talee, ramaglia, etc.

In relazione all'elenco delle specie utilizzate si riportano alcuni dati, sulla loro presen-

INTERVENTI REALIZZATI

senza e diffusione nel territorio del complesso vulcanico Somma-Vesuvio, ripresi dalle fonti riportate in bibliografia e alcune considerazioni:

- Acer campestre* «Nei luoghi selvatici e siepi (Pasquale, 1869); sul Vesuvio (Baccarini, 1881)»¹.
- Celtis australis* «Macchioni e boscaglie. Portici, Parco Gussone m 50-100; Cappella Vecchia m 30-150; Camaldoli di Torre del Greco m 150. Segnalazione precedente dintorni del Vesuvio (Tenore, 1832) strada di San Vito; Boscotrecase (Pasquale, 1869), Vesuvio (Baccarini, 1881)»¹.
- Cercis siliquastrum* «Boschi e boscaglie Portici, Parco Gussone m 50-100»¹.
- Corylus avellana* «Coltivato e talora inselvaticito. Tra San Giuseppe Vesuviano e Terzigno m 200-400; Monte Somma m 500; La Pagliata m 300»¹.
- Cotinus coggygria* Specie utilizzata a fini di sperimentazione.
- Crataegus monogyna* «Subsp. *Monogyna* ai margini dei coltivi, macchie siepi. Cappella Vecchia m 120-200. Segnalazioni precedenti: boschi, frutticeti e siepi (Pasquale, 1869); Vesuvio (Baccarini, 1881); Colle Canteroni (Ricciardi, 1972); Camaldoli di Torre del Greco m 150; Casa Sorrentino m 270; Bosco Caloria m 310 (Agostani, 1975) e la subsp. *Azarella* (Griseb); *Azaruolis* in boscaglie miste e pinete; Camaldoli di Torre del Greco m 150; versante sud m 100-400»¹.
- Populus alba* «Forre e siepi. Vallone di Pollena m 350; Pescinale m 300; Monte Somma m 500-900 sorgenti dell'Olivella m 500. Segnalazioni precedenti: Monte Somma, scesa di Vetrana (Pasquale, 1869); Vesuvio (Baccarini, 1881); Osservatorio (De Rosa, 1906)»¹.
- Quercus suber* «Boschi sempreverdi; stradello demaniale m 600»¹.
- Salix caprea* «Boscaglie e frutticeti; Monte Somma m 500; Pescinale m 500; Valle del Gigante m 850; Gran Cono versante nord m 1.150. Segnalazioni precedenti: Vallone Tironcelli a Torre del Greco; Pompei, Somma (Pasquale, 1869); Vesuvio (Baccarini, 1881); Fosso della Vetrana (Ricciardi, 1972); Atrio del Cavallo (Pasquale)»⁴.
- Sorbus domestica* «Coltivi e boscaglie, Monte Somma m 700-750; Cappella vecchia m 150 ; stazione di via Del Monte m 100. Segnalazioni precedenti: coltivato in tutte le varietà (Pasquale, 1869); presso Camaldoli di Torre del Greco m 150; Bosco Caloria m 310; Cognoli di Giacca m 680»¹.
- Tamarix gallica* Specie tipica del Bacino del Mediterraneo utilizzata a fini di sperimentazione.
- Vitex agnus-castus* Specie utilizzata a fini di sperimentazione.

Oltre alle specie menzionate sono stati piantati anche selvaggioni di *Quercus ilex* e di *Castanea sativa* provenienti dalle immediate vicinanze delle opere ove sono stati messi a dimora.



Selvaggioni di *Castanea sativa*

Pollena Trocchia

foto di G. Doronzo



**Colonizzazione di ginestre
sulla colata del 1944**

Ercolano

foto di G. Menegazzi

STRADELLO ERCOLANO-PONTE DEL SAMBUCO

Questo stradello era parzialmente dismesso in quanto, in diversi punti, era interessato da vari fenomeni di instabilità dovuti sia a totale abbandono sia a fenomeni di dilavamento incontrollato. Scopo dei lavori eseguiti, così come descritto in precedenza, è stato quello di ripristinare lo stradello per permettere l'accesso ai mezzi antincendio ed ai visitatori del Parco. A tal fine sono stati eseguiti vari interventi, di questi ne sono stati monitorati trentacinque, realizzati lungo un percorso, di quasi 5 km, che corre lungo l'isoipsa dei 700 m s.l.m. Per i lavori sono state superate notevoli difficoltà dovute all'assenza di strade d'accesso e alla presenza, oltre dei citati movimenti franosi e ruscellamenti incontrollati, anche di fittissima vegetazione. Nello specifico sono stati eseguiti:

pulizia dello stradello con rimozione dei detriti grossolani, massi rocciosi, tronchi e residui vegetali;

selezione della vegetazione lungo i pendii;

taglio ed asportazione della vegetazione infestante;

rimozione dei rifiuti speciali;

configurazione dei pendii;

modellamento delle quote di calpestio e realizzazione di rompitratte;

realizzazione di palizzate, palificate vive singole e doppie;

realizzazione di briglia in legname e pietrame, grata vesuviana, muri a secco; canalette in legname e pietrame, graticciata, semine, piantagioni di alberi e arbusti.

I lavoratori impegnati sono stati: Giovanna Di Donna, Adriana Fusco, Vincenzo Lucheo, Aniello Mavuotolo, Vito Medio, Luigi Petrone, Francesco Senerchia; coordinatore Giorgio Eutropio.

Sentiero n. 3 "Il Monte Somma"
in magenta la tratta Ercolano-Ponte del Sambuco





Intervento combinato:
briglia e canaletta in legname e pietrame,
palificata viva doppia, grata vesuviana

Sant'Anastasia

foto G. Doronzo



Intervento combinato:
muro a secco, palificata viva doppia

Sant'Anastasia

foto G. Doronzo

STRADELLO DI

pulizia dello stradello con rimozione dei detriti grossolani, massi rocciosi, tronchi e residui vegetali;

- selezione della vegetazione lungo i pendii;

Dopo una prima lunga fase venivano impiegati in questo stradello i seguenti lavoratori: Gennaro Guadagno, Luigi Lombardi, Stefano Mirto, Luisa Pitarella, Anna Sepe, Vincenzo Scarpati; coordinatore Ciro Seraponte.

Sentiero n. 3 "Il Monte Somma"





Graticcio di pali su più livelli

Somma Vesuviana

foto G. Doronzo

STRADELLO DI OTTAVIANO

La parte presente nel territorio comunale di Ottaviano è stata suddivisa in due porzioni, una che inizia dalla sbarra di accesso al sentiero ed ascende a largo Angelo Prisco (701 m s.l.m.), lungo circa 2 km, ed un'ulteriore, per una lunghezza di circa 1 km, che parte da largo Angelo Prisco per connettersi allo stradello di quota 700 m in direzione di Somma Vesuviana. In tali ambiti sono state eseguite le seguenti lavorazioni:

pulizia dello stradello con rimozione dei detriti grossolani, massi rocciosi, tronchi e residui vegetali;

selezione della vegetazione lungo i pendii;

taglio ed asportazione della vegetazione infestante;

rimozione dei rifiuti speciali;

configurazione dei pendii;

modellamento delle quote di calpestio e realizzazione di rompitratta;

realizzazione di fossi assorbenti in pietrame e fossi di guardia;

messa in opera di fascinate vive con residui vegetali provenienti dagli sfoltimenti;

realizzazione di palizzate, muri a secco, graticciate, semine (utilizzando fiorume raccolto su posto), piantagioni di alberi e arbusti.

I lavoratori impegnati sono stati: Salvatore Acunzo, Angelo Barbieri, Gennaro Birra, Salvatore Boccarusso, Nino Ciano, Mario Cozzolino, Carmine Donnarumma, Marco Federico, Luigi Formicola, Antonio Gesuele, Antonio Lara, Luigi Leone; coordinatore Emiddio Baselice.

**Sentieri n. 1 "La Valle dell'Inferno"
e n. 2 "Lungo i cognoli"**

in magenta la tratta in comune ai due sentieri
e la tratta che conduce allo stradello di quota 700 m
in direzione Somma Vesuviana





Fossa d'assorbimento in pietra

Ottaviano

foto G. Doronzo

TERZIGNO

Sono stati eseguiti degli interventi di manutenzione nelle zone limitrofe al locale campo sportivo nonché nelle aree interne della pineta in località Santo Spirito. Nello specifico sono stati eseguiti:

- pulizia con rimozione dei detriti grossolani, massi rocciosi, tronchi e residui vegetali;
- selezione della vegetazione;
- taglio ed asportazione della vegetazione infestante;
- rimozione dei rifiuti speciali;
- configurazione dei pendii;
- modellamento delle quote di calpestio e realizzazione di rompitratte;
- realizzazione di fossi assorbenti in legname e pietrame;
- realizzazione di palizzate, muri a secco;
- piantagioni di alberi e arbusti.

I lavoratori impegnati sono stati: Antonio Buoninconti, Ettore Carotenuto, Antonio Erricchiello, Carmela Esposito, Carlo Feliciello, Giuseppe Imparato, Antonietta Raiola, Giuseppe, Luigi Rega Sommantico, Consiglia Vaino, Ciro Valanzano, Michelina Nunziata Vitello; coordinatore Michele Piedipalumbo.

Terzigno-La Piana Tonda
in magenta le tratte dove sono stati eseguiti gli interventi





Fossa di assorbimento in legname e pietrame

Terzigno

foto G. Doronzo



Palizzate e muro a secco

Terzigno

foto G. Doronzo

Palificata singola

Sant'Anastasia

foto G. Doronzo



Relativamente a tale aspetto si sono verificate: la statica dell'opera, le deformazioni intervenute, gli interventi di piccola manutenzione, i problemi creati dalla realizzazione dell'opera e quelli risolti, l'attecchimento raggiunto delle piante. Tale fase di monitoraggio è stata realizzata in modo completo ad esclusione degli apparati ipogei per i quali si rimanda ad un periodo di più lunga osservazione. Precisamente è stata considerata la stabilità delle opere con particolare riferimento allo stradello Ercolano-Ponte del Sambuco ove sono stati eseguiti specifici calcoli e verifiche. I calcoli sono stati realizzati considerando, per quanto attiene i parametri fisico-meccanici, quanto riportato in letteratura con un riscontro nell'esperienza dell'autore nel territorio del Parco. Si è tenuto anche nel conto il sovraccarico dovuto al passaggio degli automezzi di servizio che solitamente percorrono gli stradelli menzionati.

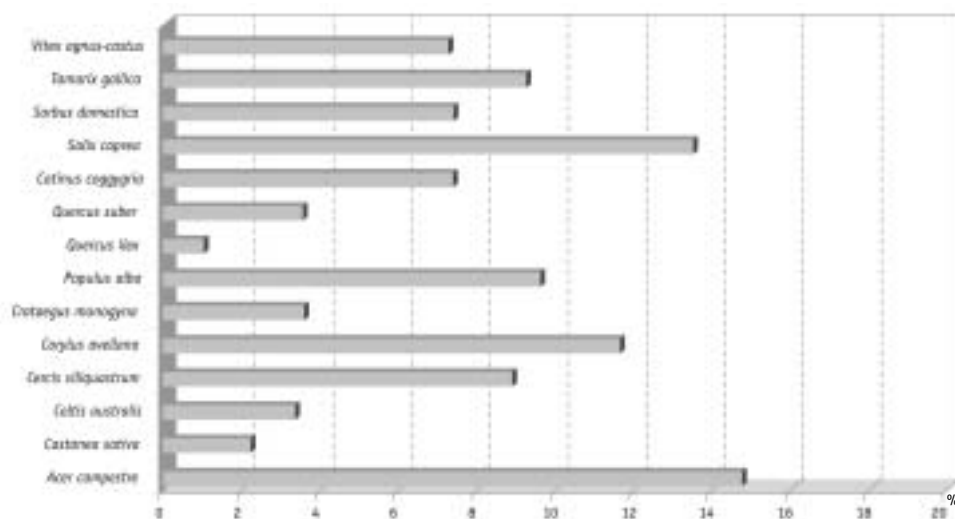
La verifica è stata realizzata considerando il fatto che tale stradello viene percorso quotidianamente dai mezzi di servizio del Parco, della Forestale e che in casi d'incendio può essere utilizzato anche da taluni mezzi dei Vigili del Fuoco. Per i singoli interventi oltre una specifica descrizione delle opere si sono segnalate le deformazioni riscontrate, le manutenzioni necessarie e gli interventi complementari da realizzare.

In questo caso, relativamente ai singoli interventi, bisognerà comprendere successivamente: successo ecologico; percezione visiva dell'opera; tempistica del rinverdimento; inserimento paesaggistico; associazione vegetale appartenente alla serie climacica. Tale verifica dovrà essere considerata nei mesi a seguire, in virtù del fatto che le opere sono state realizzate da meno di un anno e che, quindi, al momento gli elementi citati non sono valutabili. Al momento si forniscono i coefficienti di mortalità rilevati.

IL MONITORAGGIO

QUALITÀ DELLE OPERE

COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DELLE OPERE



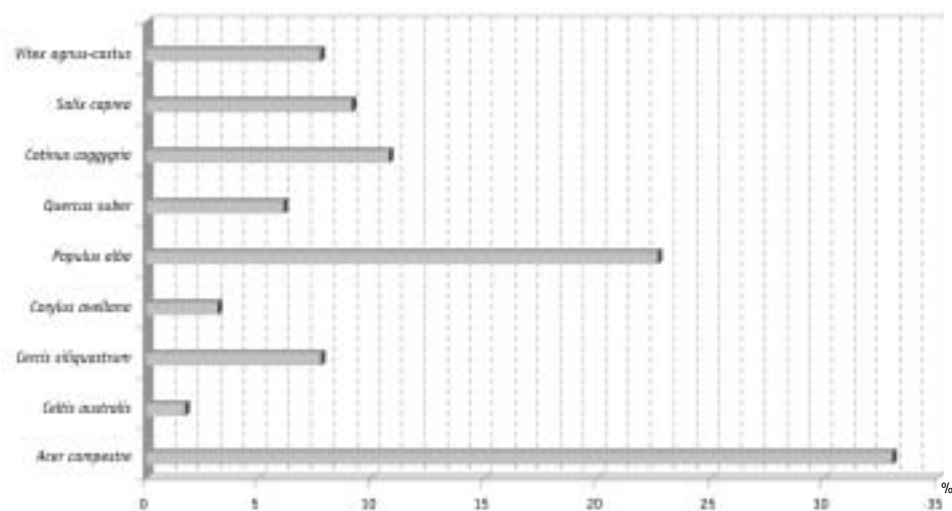
PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO

SPECIE IMPIEGATE IN % SUL TOTALE MONITORATO

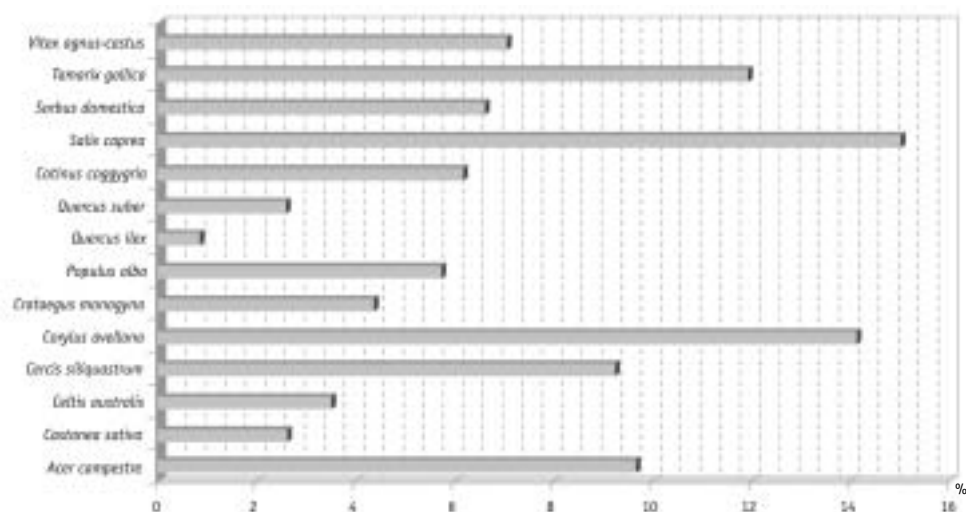
Piantine con pane di terra

Rilievo al 31/08/2000

STRADELLO
SANTA MARIA DI CASTELLO-PONTE DEL SAMBUCO
SPECIE IMPIEGATE IN % SUL TOTALE
 Piantine con pane di terra

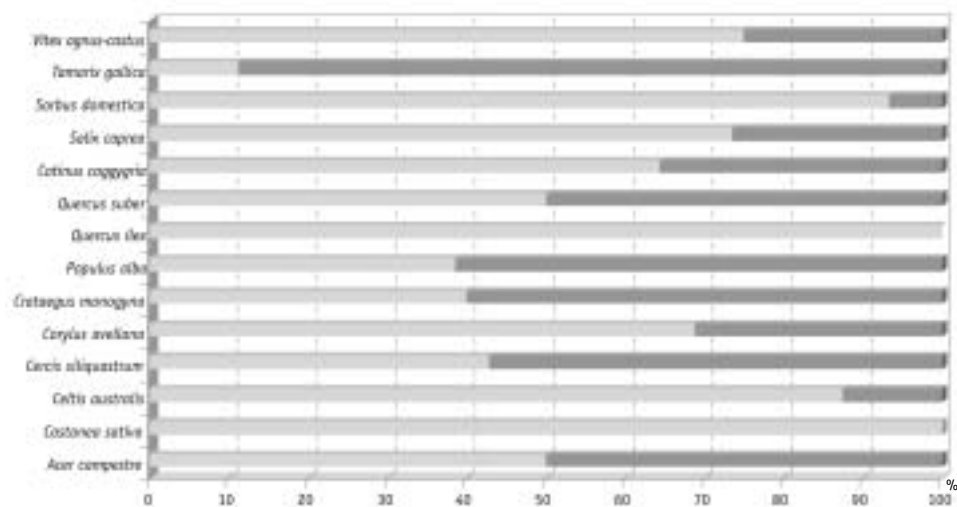


STRADELLO
ERCOLANO-PONTE DEL SAMBUCO
SPECIE IMPIEGATE IN % SUL TOTALE
 Piantine con pane di terra



PARCO NAZIONALE DEL VESUVIO
COEFFICIENTE DI MORTALITÀ DELLE SPECIE

Piante attecchite ■
 Piante non attecchite ■



La comparazione dei costi degli interventi oggetto del presente monitoraggio è stata effettuata a lavori già avviati ed in fase di realizzazione. L'analisi dei prezzi considera sia il caso di lavori eseguiti da aziende operanti nel territorio campano (NP-XX) con l'ausilio di mezzi d'opera significativi e con costo della manodopera relativa al periodo settembre-ottobre 1999, sia quello di lavori eseguiti dai lavoratori inseriti in progetti "LSU" (NP-XX-LSU), sia il caso (NP-XX-APPALTO) dei lavori attualmente in appalto senza l'utilizzo di attrezzature significative e con il costo della manodopera riferito al trimestre gennaio-marzo 2001. In particolare nei prezzi NP-XX-LSU il costo orario della manodopera tiene conto della sola integrazione al sussidio di disoccupazione percepita da lavoratori inseriti nel progetto LSU. Nello stesso costo NP-XX-LSU e in NP-XX-APPALTO scompaiono voci quali ad esempio "pietrame" in quanto lo stesso materiale è stato reperito in loco, con conseguente incremento della contabilizzazione del tempo impiegato per l'esecuzione delle lavorazioni. Inoltre vi è stato un raffronto con i prezzi riportati in letteratura e, di norma, utilizzati in Italia². Tale raffronto è stato sviluppato riportando negli istogrammi allegati la seguente denominazione:

Liguria = valori desunti dalla citata pubblicazione a cura della regione Liguria relativo alle opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale (1996);

Magistrato del Po = valori desunti da ricerche e studi del Magistrato del Po (1993);

Valtellina = valori indicati nell'ambito del corso "Moderni criteri per la sistemazione degli alvei fluviali" del Politecnico di Milano, per interventi in Valtellina (1989);

Emilia-Romagna/ Veneto = valori medi desunti dalla pubblicazione edita dalle regioni Emilia-Romagna e Veneto (1993);

Piemonte = elenco prezzi edito dalla regione Piemonte (1997);

Trieste = valori desunti dal convegno "Efficacia e costi degli interventi di ingegneria naturalistica" (Trieste 1999);

Parco nazionale del Vesuvio NP = valori desunti dall'analisi dei prezzi utilizzando il tariffario della regione Campania in uso e costo orario manodopera nel periodo settembre-ottobre 1999;

Parco nazionale del Vesuvio NP LSU = valori desunti dall'analisi dei prezzi utilizzando i costi orari della manodopera impiegata nei progetti di lavoro socialmente utile in forza presso il Parco nazionale del Vesuvio;

Parco nazionale del Vesuvio NP APPALTO = valori desunti dall'analisi dei prezzi utilizzando il tariffario della regione Campania in uso e costo orario manodopera nel trimestre gennaio-marzo 2001.

Si precisa che nelle analisi che si presentano non si considerano i costi del materiale vivo.

Di seguito si riportano le analisi dei prezzi e le comparazioni delle lavorazioni più significative.

COMPARAZIONE DEGLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

REALIZZAZIONE DI
CANALETTA IN LEGNAME DI FORMA TRAPEZIA
ANALISI PREZZO NP1

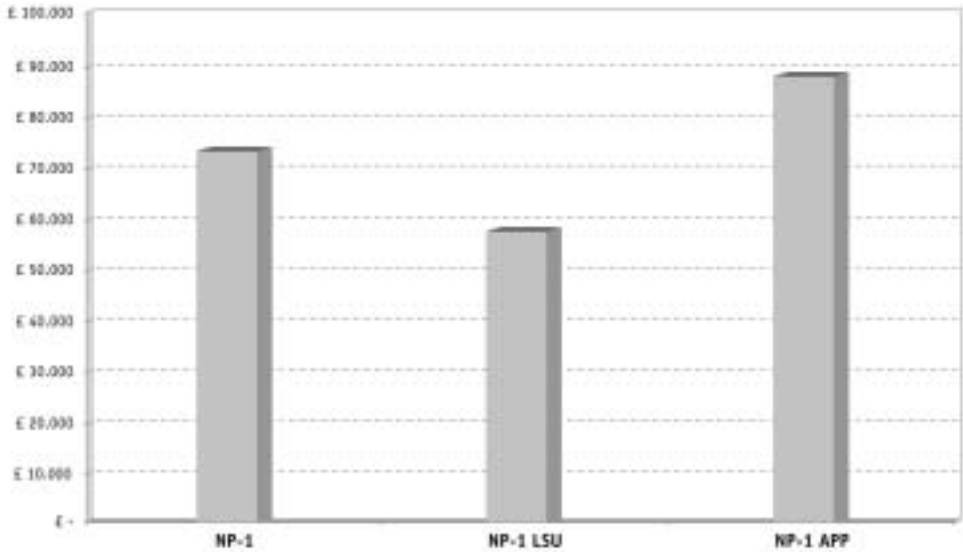
REALIZZAZIONE DI CANALETTA IN LEGNAME DI FORMA TRAPEZIA - PREZZO NP1						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,5	34.968	17.484	29,58
2	Operaio comune	h	0,25	30.379	7.596	12,85
3	Pietrame	m³	0,3	25.000	7.501	12,96
4	Filo di ferro zincato	kg	0,08	2.000	1.601	2,71
5	Legname	m³	0,085	285.000	24.225	40,98
6	Chioderia varia	kg	0,25	2.800	700	1,18
TOTALE COSTI					59.107	100,00
Per spese generali 15%					8.866	
SOMMANO					67.973	
Per utile d'impresa 10%					6.797	
Totale					74.770	
Arrotondamento					+30	
Prezzo di applicazione al metro						

REALIZZAZIONE DI
CANALETTA IN LEGNAME DI FORMA TRAPEZIA
ANALISI PREZZO NP1 LSU

REALIZZAZIONE DI CANALETTA IN LEGNAME DI FORMA TRAPEZIA - PREZZO NP1 LSU						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,75	16.964	12.723	25,12
2	Operaio comune	h	0,35	15.983	5.595	11,05
3	Filo di ferro zincato	kg	0,8	2.000	1.601	3,16
4	Legname	mc	0,085	285.000	24.225	47,83
5	Chioderia varia	kg	0,25	2.800	700	1,38
6	Autocarro fino a 40 q	h	0,1	58.000	5.800	11,45
TOTALE COSTI					50.644	100,00
Per spese generali 15%					7.597	
SOMMANO					58.241	
Totale					58.241	
Arrotondamento					-41	
Prezzo di applicazione al metro					58.200	

REALIZZAZIONE DI CANALETTA IN LEGNAME DI FORMA TRAPEZIA - PREZZO NP1 APPALTO						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,75	35.770	26.828	38,32
2	Operaio comune	h	0,35	31.018	10.857	15,51
3	Filo di ferro zincato	kg	0,8	2.000	1.601	2,29
4	Legname	m³	0,085	285.000	24.225	34,60
5	Chioderia varia	kg	0,25	2.800	700	1,00
6	Autocarro fino a 40 q	h	0,1	58.000	5.800	8,28
	TOTALE COSTI				70.011	100,00
	Per spese generali 15%				10.502	
	SOMMANO				80.513	
	Per utile d'impresa 10%				8.051	
	Totale				88.564	
	Arrotondamento				+36	
	Prezzo di applicazione al metro				88.600	

REALIZZAZIONE DI
CANALETTA IN LEGNAME DI FORMA TRAPEZIA
ANALISI PREZZO NP1-APPALTO



REALIZZAZIONE DI
CANALETTA IN LEGNAME DI FORMA TRAPEZIA
CONFRONTO DEI COSTI (€/m)

REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE - PREZZO NP2

N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,2	34.968	6.944	6,40
2	Operaio qualificato	h	0,6	32.973	19.784	18,11
3	Operaio comune	h	0,6	30.379	18.227	16,69
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	6	1.500	9.000	8,24
5	Chiodi zincati	kg	1	6.000	6.000	5,49
6	Pali di legno durabile	m³	0,1356	285.000	38.646	35,38
7	Motosega a catena	h	0,2	5.000	1.000	0,92
8	Autocarro fino a 40 q	h	0,05	7.500	375	0,34
9	Trattore con rimorchio	h	0,02	64.500	1.290	1,18
10	Escavatore	h	0,15	52.700	7.905	7,24
TOTALE COSTI					109.221	100,00
Per spese generali 15%					16.383	
SOMMANO					125.604	
Per utile d'impresa 10%					12.560	
Totale					138.165	
Arrotondamento					+35	
Prezzo di applicazione al m³					138.200	

REALIZZAZIONE DI
PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE
ANALISI PREZZO NP2

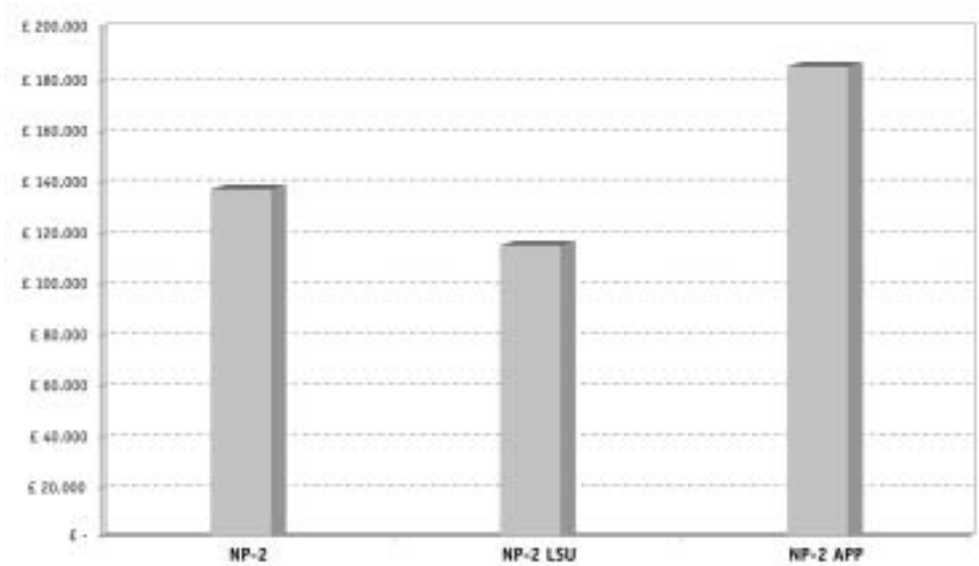
REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE - PREZZO NP2 LSU

N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,4	16.964	6.786	6,71
2	Operaio qualificato	h	1,2	16.121	19.345	19,14
3	Operaio comune	h	1,2	15.983	19.180	18,98
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	6	1.500	9.000	8,90
5	Chiodi zincati	kg	1	6.000	6.000	5,94
6	Pali di legno durabile	m³	0,1356	285.000	38.646	38,23
7	Motosega a catena	h	0,25	5.000	1.250	1,24
8	Autocarro fino a 40 q	h	0,015	58.000	870	0,86
TOTALE COSTI					101.077	100,00
Per spese generali 15%					15.162	
SOMMANO					116.239	
Totale					116.239	
Arrotondamento					-39	
Prezzo di applicazione al m³					116.200	

REALIZZAZIONE DI
PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE
ANALISI PREZZO NP2 LSU

REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE - PREZZO NP2 APPALTO						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,4	35.770	14.308	6,11
2	Operaio qualificato	h	1,2	33.704	40.445	17,41
3	Operaio comune	h	1,2	31.018	37.222	17,26
						3,24
4	Barra in acciaio mm 32	kg	6	1.500	9.000	8,10
5	Chiodi zincati	kg	1	6.000	6.000	5,40
6	Pali di legno durabile	m³	0,1356	285.000	38.646	40,58
						1,12
7	Motosega a catena	h	0,25	5.000	1.250	0,78
8	Autocarro fino a q 40	h	0,015	58.000	870	
	TOTALE COSTI				147.741	100,00
	Per spese generali 15%				22.161	
	SOMMANO				169.902	
	Per utile d'impresa 10%				16.990	
					186.892	
	Totale					
	Arrotondamento				+8	
	Prezzo di applicazione al m³				186.900	

REALIZZAZIONE DI
PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE
ANALISI PREZZO NP2 APPALTO



REALIZZAZIONE DI
PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE
CONFRONTO DEI COSTI (€/m³)

REALIZZAZIONE DI PALIZZATA - PREZZO NP3

N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,2	34.968	6.995	19,65
2	Operaio comune	h	0,2	30.379	6.076	17,07
3	Miniescavatore	h	0,01	50.000	500	1,40
4	Autocarro fino a 40 q	h	0,01	58.000	580	1,63
5	Motosega a catena	h	0,05	5.000	250	0,70
6	Pali in legno durabile	m³	0,0565	285.000	16.103	45,23
7	Barra in acciaio 26 mm	kg	3	1.500	4.500	12,64
8	Filo di ferro zincato	kg	0,3	2.000	600	1,69
TOTALE COSTI					35.604	100,00
Per spese generali 15%					5.341	
SOMMANO					40.945	
Per utile d'impresa 10%					4.094	
Totale					45.039	
Arrotondamento					-39	
Prezzo di applicazione al metro					45.000	

REALIZZAZIONE DI PALIZZATA
ANALISI PREZZO NP3

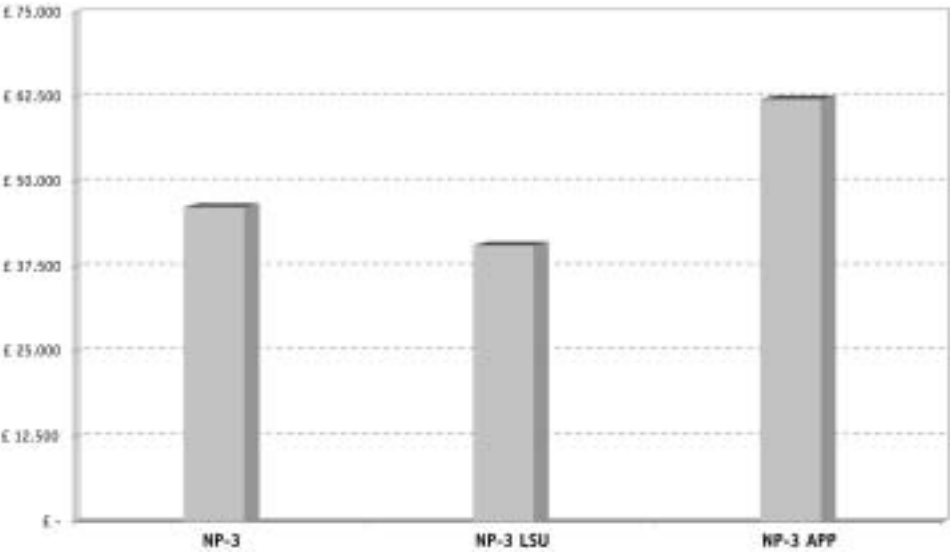
REALIZZAZIONE DI PALIZZATA - PREZZO NP3 LSU

N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,4	16.964	6.787	19,27
2	Operaio comune	h	0,4	15.983	6.393	18,16
3	Autocarro fino a 40 q	h	0,01	58.000	580	1,65
4	Motosega a catena	h	0,05	5.000	250	0,71
5	Pali in legno durabile	m³	0,0565	285.000	16.103	45,73
6	Barra in acciaio 26 mm	kg	3	1.500	4.500	12,78
7	Filo di ferro zincato	kg	0,3	2.000	600	1,70
TOTALE COSTI					35.213	100,00
Per spese generali 15%					5.282	
SOMMANO					40.495	
Totale					40.495	
Arrotondamento					+5	
Prezzo di applicazione al metro					40.500	

REALIZZAZIONE DI PALIZZATA
ANALISI PREZZO NP3 LSU

REALIZZAZIONE DI PALIZZATA - PREZZO NP3 APPALTO						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,4	35.770	14.309	29,35
2	Operaio comune	h	0,4	31.018	12.407	25,45
3	Autocarro fino a 40 q	h	0,01	58.000	580	1,19
4	Motosega a catena	h	0,05	5.000	250	0,51
5	Pali in legno durabile	m³	0,0565	285.000	16.103	33,03
6	Barra in acciaio 26 mm	kg	3	1.500	4.500	9,23
7	Filo di ferro zincato	kg	0,3	2.000	600	1,23
	TOTALE COSTI				48.749	100,00
	Per spese generali 15%				7.312	
	SOMMANO				56.061	
	Per utile d'impresa 10%				5.606	
					31.661	
	Totale					
	Arrotondamento				+39	
	Prezzo di applicazione al metro				31.700	

REALIZZAZIONE DI PALIZZATA
ANALISI PREZZO NP3 APPALTO



REALIZZAZIONE DI PALIZZATA
CONFRONTO DEI COSTI (€/m)

REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA
DI SOSTEGNO A DUE PARETI
ANALISI PREZZO NP4

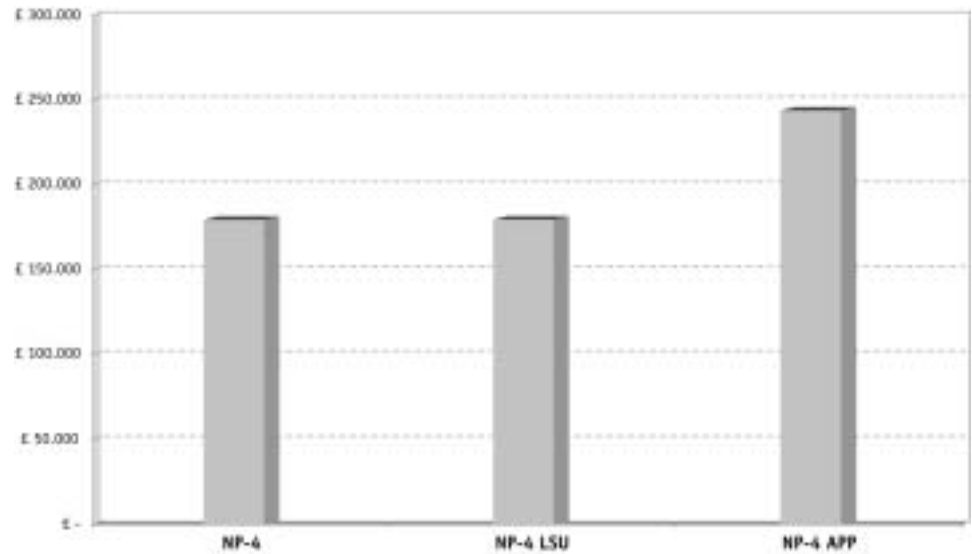
REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO A DUE PARETI - PREZZO NP4						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,2	34.968	6.994	4,96
2	Operaio qualificato	h	0,8	32.973	26.378	18,72
3	Operaio comune	h	0,8	30.379	24.303	17,25
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	8	1.500	12.000	8,52
5	Chiodi zincati	kg	1,5	6.000	9.000	6,39
6	Pali di legno durabile	m³	0,181	285.000	51.528	36,57
7	Motosega a catena	h	0,3	5.000	1.500	1,06
8	Trattore con rimorchio	h	0,02	64.500	1.290	0,92
9	Escavatore 0,25 m³	h	0,15	52.700	7.905	5,61
TOTALE COSTI					140.898	100,00
Per spese generali 15%					21.803	
SOMMANO					162.033	
Per utile di impresa 10%					16.203	
Totale					178.236	
Arrotondamento					-36	
Prezzo di applicazione al m³					178.200	

REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA
DI SOSTEGNO A DUE PARETI
ANALISI PREZZO NP4 LSU

REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO A DUE PARETI - PREZZO NP4 LSU						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,4	16.964	6.786	5,09
2	Operaio qualificato	h	1,6	16.121	25.794	19,34
3	Operaio comune	h	1,6	15.983	25.573	19,18
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	8	1.500	12.000	1,90
5	Chiodi zincati	kg	1,5	6.000	9.000	6,75
6	Pali di legno durabile	m³	0,181	285.000	51.528	38,64
7	Motosega a catena	h	0,3	5.000	1.500	1,12
8	Autocarro fino a 40 q	h	0,02	58.000	1.160	0,87
TOTALE COSTI					133.341	100,00
Per spese generali 15%					20.001	
SOMMANO					153.342	
Totale					153.342	
Arrotondamento					-42	
Prezzo di applicazione al m³					153.300	

REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO A DUE PARETI - PREZZO NP4 APPALTO						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,4	35.770	14.308	7,41
2	Operaio qualificato	h	1,6	33.704	53.926	27,93
3	Operaio comune	h	1,6	31.018	49.629	25,71
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	8	1.500	12.000	6,22
5	Chiodi zincati	kg	1,5	6.000	9.000	4,66
6	Pali di legno durabile	m³	0,1808	285.000	51.528	26,69
7	Motosega a catena	h	0,3	5.000	1.500	0,78
8	Autocarro fino a 40 q	h	0,02	58.000	1.160	0,60
TOTALE COSTI					193.051	100,00
Per spese generali 15%					28.958	
SOMMANO					222.009	
Per utile di impresa 10%					22.201	
Totale					244.210	
Arrotondamento					-10	
Prezzo di applicazione al m³					244.200	

REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA
DI SOSTEGNO A DUE PARETI
ANALISI PREZZO NP4 APPALTO



REALIZZAZIONE DI PALIFICATA VIVA
DI SOSTEGNO A DUE PARETI
CONFRONTO DEI COSTI (€/m³)

REALIZZAZIONE DI GRATA VIVA - PREZZO NP11

N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,2	34.968	6.994	8,38
2	Operaio qualificato	h	0,5	32.973	16.486	19,75
3	Operaio comune	h	1	30.379	30.379	36,40
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	3	1.500	4.500	5,39
5	Chiodi zincati	kg	1,5	6.000	9.000	10,78
6	Pali di legno durabile	m³	0,0452	285.000	12.882	15,44
7	Motosega a catena	h	0,2	5.000	1.000	1,20
8	Autocarro fino a 40 q	h	0,02	58.000	1.160	1,39
9	Escavatore 0,25 m³	h	0,02	52.700	1.054	1,26
	TOTALE COSTI				83.455	100,00
	Per spese generali 15%				12.518	
	SOMMANO				95.973	
	Per utile di impresa 10%				9.597	
	Totale				105.571	
	Arrotondamento				+29	
	Prezzo di applicazione al m²				105.600	

REALIZZAZIONE DI GRATA VIVA
ANALISI PREZZO NP11

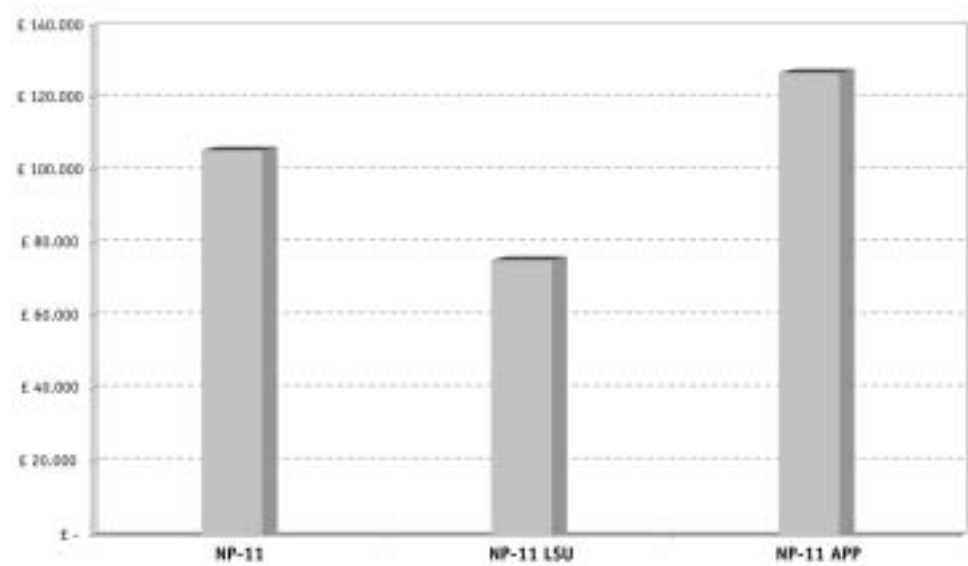
REALIZZAZIONE DI GRATA VIVA - PREZZO NP11 LSU

N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,25	16.964	4.241	6,54
2	Operaio qualificato	h	0,8	16.121	12.897	19,88
3	Operaio comune	h	1,2	15.983	19.180	29,57
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	3	1.500	4.500	6,94
5	Chiodi zincati	kg	1,5	6.000	9.000	13,88
6	Pali di legno durabile	m³	0,0452	285.000	12.882	19,86
7	Motosega a catena	h	0,2	5.000	1.000	1,54
8	Autocarro fino a 40 q	h	0,02	58.000	1.1600	1,79
	TOTALE COSTI				64.860	100,00
	Per spese generali 15%				9.729	
	SOMMANO				74.589	
	Totale				74.589	
	Arrotondamento				+11	
	Prezzo di applicazione al m²				74.600	

REALIZZAZIONE DI GRATA VIVA
ANALISI PREZZO NP11 LSU

REALIZZAZIONE DI GRATA VIVA - PREZZO NP11 APPALTO						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	0,25	35.770	8.943	8,80
2	Operaio qualificato	h	0,08	33.704	26.963	26,52
3	Operaio comune	h	1,2	31.018	37.222	36,61
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	3	1.500	4.500	4,43
5	Chiodi zincati	kg	1,5	6.000	9.000	8,85
6	Pali di legno durabile	m³	0,045	285.000	12.882	12,67
			2			
7	Motosega a catena	h	0,2	5.000	1.000	0,98
8	Autocarro fino a 40 q	h	0,02	58.000	1.160	1,14
	TOTALE COSTI				101.670	100,00
	Per spese generali 15%				15.251	
	SOMMANO				116.921	
	Per utile di impresa 10%				11.692	
	Totale				128.613	
	Arrotondamento				-13	
	Prezzo di applicazione al m²				128.600	

REALIZZAZIONE DI GRATA VIVA
ANALISI PREZZO NP11 APPALTO



REALIZZAZIONE DI GRATA VIVA
CONFRONTO DEI COSTI (€/m²)

REALIZZAZIONE DI BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMI - PREZZO NP12

N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	2,5	34.968	87.421	28,90
2	Operaio qualificato	h	2	32.973	65.946	21,80
3	Pietrame	m³	0,8	25.000	20.000	6,61
4	Barra in acciaio 32 mm	kg	8	1.500	12.000	3,97
5	Chioderia varia	kg	0,4	2.800	1.120	0,37
6	Pali di legno durabile	m³	0,314	285.000	89.490	29,59
7	Motosega a catena	h	0,3	5.000	1.500	0,50
8	Trattore con rimorchio	h	0,02	64.500	1.290	0,43
9	Escavatore 0,25 m³	h	0,45	52.700	23.715	7,84
	TOTALE COSTI				302.482	100,00
	Per spese generali 15%				45.372	
	SOMMANO				347.854	
	Per utile di impresa 10%				34.785	
	Totale				382.640	
	Arrotondamento				-40	
	Prezzo di applicazione al m³				382.600	

REALIZZAZIONE DI BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMI
ANALISI PREZZO NP12

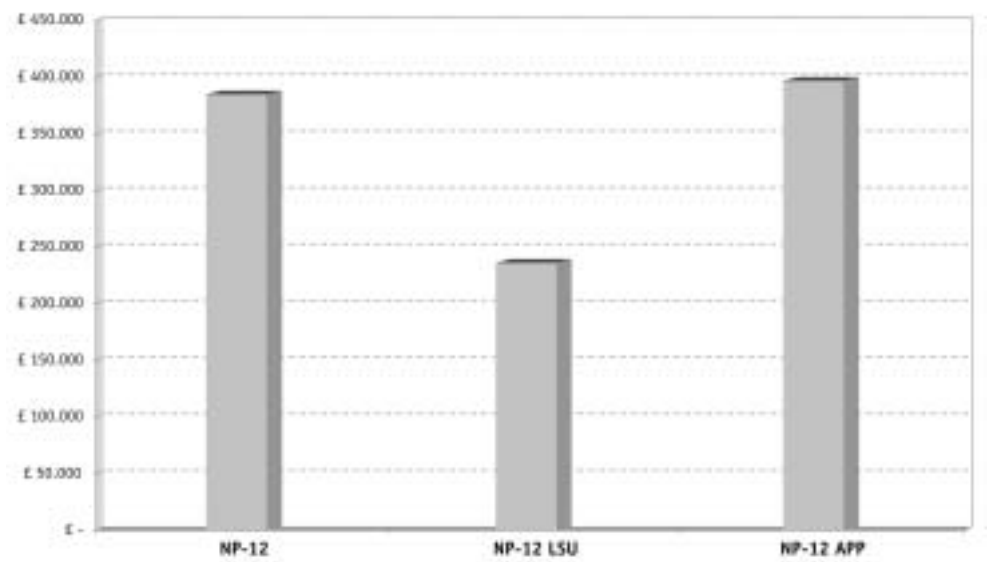
REALIZZAZIONE DI BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMI - PREZZO NP12 LSU

N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	3,25	16.964	55.133	26,93
2	Operaio qualificato	h	2,75	16.121	44.333	21,65
3	Barra in acciaio 32 mm	kg	8	1.500	12.000	5,86
4	Chioderia varia	kg	0,4	2.800	1.120	0,55
5	Pali di legno durabile	m³	0,314	285.000	89.490	43,71
6	Motosega a catena	h	0,3	5.000	1.500	0,73
7	Autocarro fino a 40 q	h	0,02	58.000	1.160	0,57
	TOTALE COSTI				204.736	100,00
	Per spese generali 15%				30.710	
	SOMMANO				235.446	
	Totale				235.446	
	Arrotondamento				-46	
	Prezzo di applicazione al m³				235.400	

REALIZZAZIONE DI BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMI
ANALISI PREZZO NP12 LSU

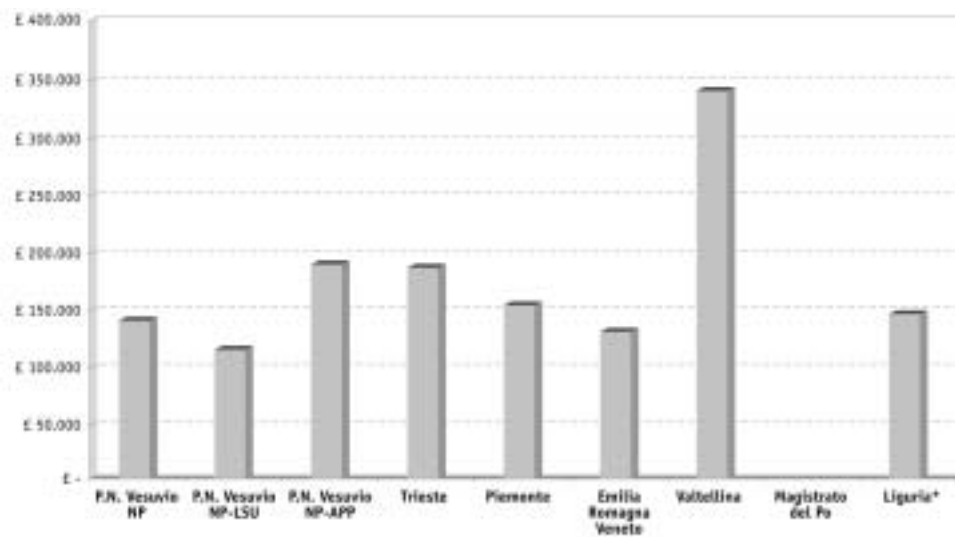
REALIZZAZIONE DI BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMI - PREZZO NP12 APPALTO						
N. ORD.	ELEMENTI	U.M.	QUANTITÀ	COSTO UNITARIO (in lire)	IMPORTO (in lire)	INCID. %
1	Operaio specializzato	h	3,25	35.770	116.253	37,00
2	Operaio qualificato	h	2,75	33.704	92.686	29,50
3	Barra in acciaio 32 mm	kg	8	1.500	12.000	3,82
4	Chioderia varia	kg	0,4	2.800	1.120	0,36
5	Pali di legno durabile	m³	0,314	285.000	84.490	28,48
6	Motosega a catena	h	0,3	5.000	1.500	0,48
7	Autocarro fino a 40 q	h	0,02	58.000	1.160	0,37
	TOTALE COSTI				314.209	100,00
	Per spese generali 15%				47.131	
	SOMMANO				361.340	
	Per utile di impresa 10%				36.134	
	Totale				397.474	
	Arrotondamento				+26	
	Prezzo di applicazione al m³				397.500	

REALIZZAZIONE DI BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMI
ANALISI PREZZO NP12 APPALTO

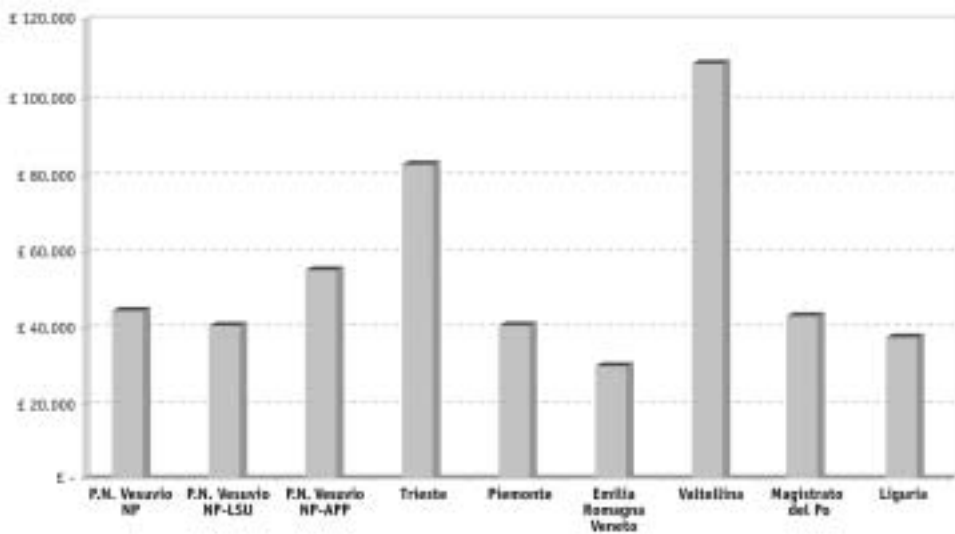


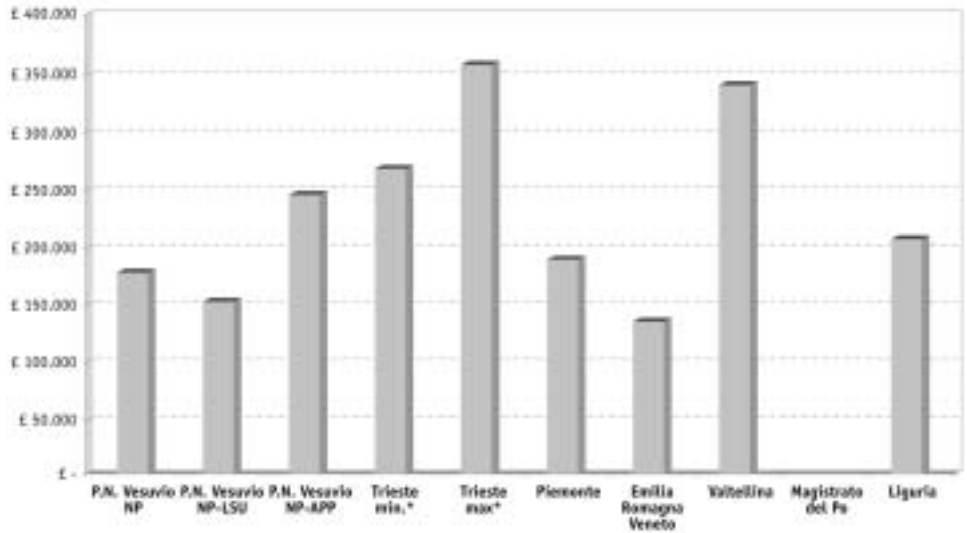
REALIZZAZIONE DI BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMI
CONFRONTO DEI COSTI (€/m³)

PREZZARIO NP2
PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE
CONFRONTO DEI COSTI (£/m³)-(*£/m²)
 Analisi al 31/08/2000

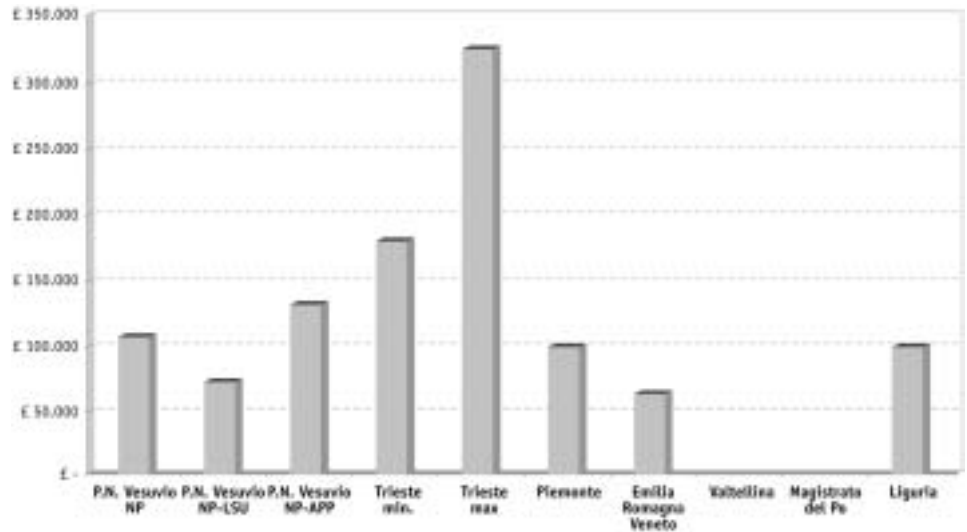


PREZZARIO NP3
PALIZZATA
CONFRONTO DEI COSTI (£/m)
 Analisi al 31/08/2000



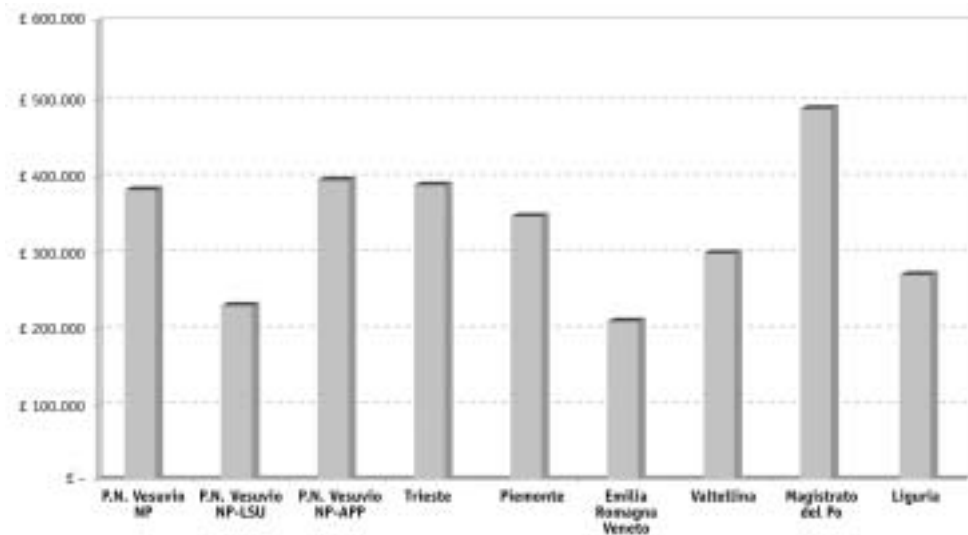


PREZZARIO NP4
PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO A DUE PARETI
CONFRONTO DEI COSTI (€/m³)-(€/m²)
Analisi al 31/08/2000



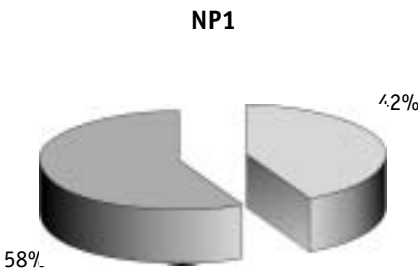
PREZZARIO NP11
GRATA VIVA DI SOSTEGNO
CONFRONTO DEI COSTI (€/m²)
Analisi al 31/08/2000

PREZZARIO NP12
BRIGLIA IN LEGNAME E PIETREME
CONFRONTO DEI COSTI (£/m³)
 Analisi al 31/08/2000



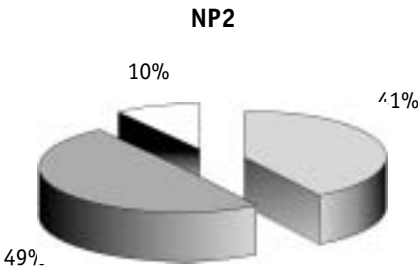
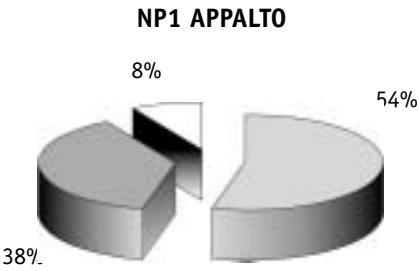
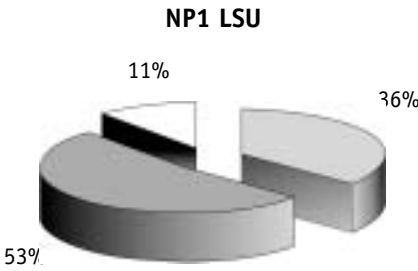
BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

Per quanto attiene questo aspetto, come descritto in precedenza, si è analizzata la differenza dei singoli costi nel caso di realizzazione da parte dei lavoratori impiegati in progetti LSU, quelli in caso di realizzazione con i prezzi vigenti nella regione Campania nel periodo di realizzazione da parte dei lavoratori impiegati in progetti LSU e quelli attualmente in appalto senza l'utilizzo di significativi mezzi d'opera. Non è stato possibile quantificare i costi di manutenzione e, anche in questo caso, per rispondere ad esigenze di organicità si sono proposte delle specifiche schede di monitoraggio. Saranno quindi riportati i dati economici relativi alle opere più utilizzate. Nelle lavorazioni si riscontra una predominanza di costi inerenti alla manodopera rispetto ai costi per materiali e attrezzature. Questo dato, in linea con le indicazioni desunte dalle esperienze relative agli interventi di ingegneria naturalistica in ambito nazionale, conferma quanto l'utilizzo di questa tecnica comporti un notevole impegno di forza lavoro con evidenti importanti ricadute sul piano occupazionale.



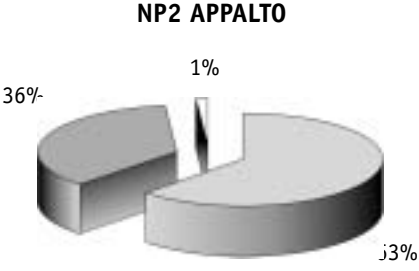
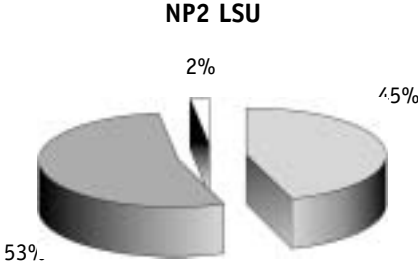
Manodopera 
Materiali 
Attrezzature 

DISTRIBUZIONE DEI COSTI
CANALETTA IN LEGNAME

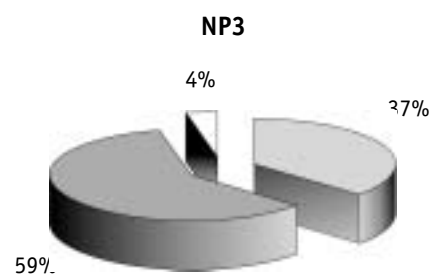


Manodopera 
Materiali 
Attrezzature 

DISTRIBUZIONE DEI COSTI
PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO AD UNA PARETE

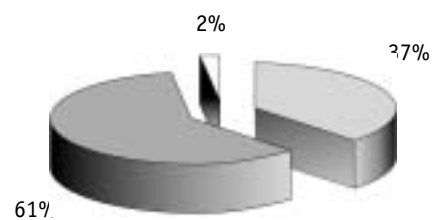


DISTRIBUZIONE DEI COSTI
PALIZZATA

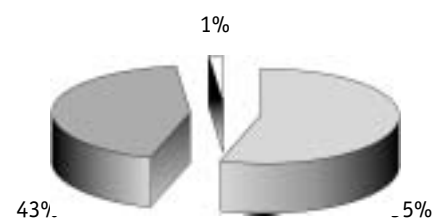


Manodopera 
Materiali 
Attrezzature 

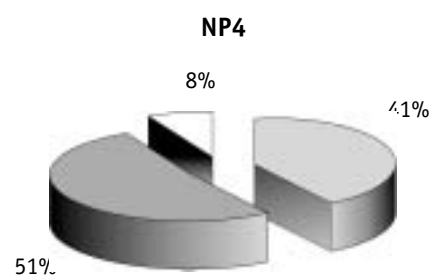
NP3 LSU



NP3 APPALTO

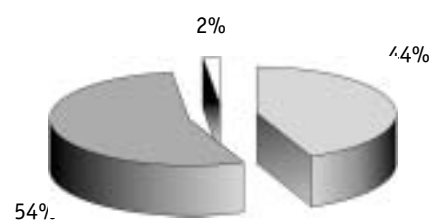


DISTRIBUZIONE DEI COSTI
PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO A DUE PARETI

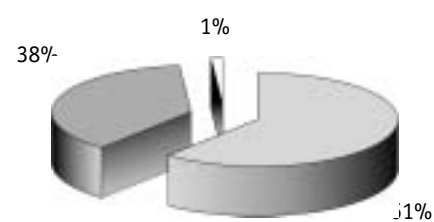


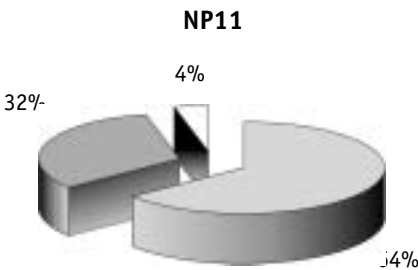
Manodopera 
Materiali 
Attrezzature 

NP4 LSU



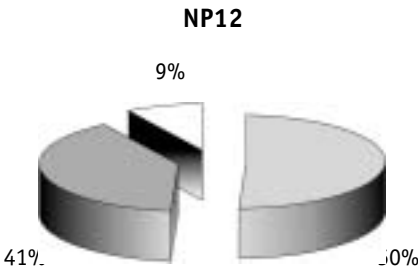
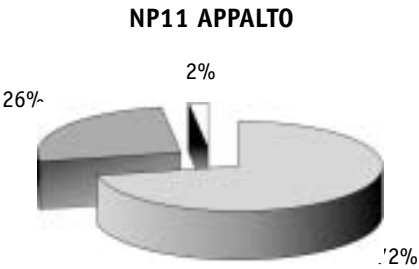
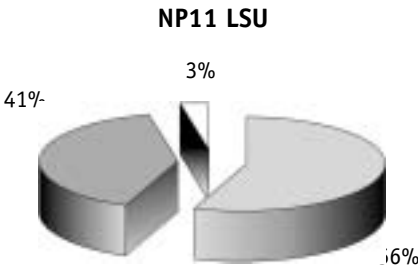
NP4 APPALTO





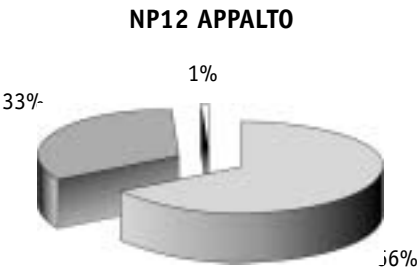
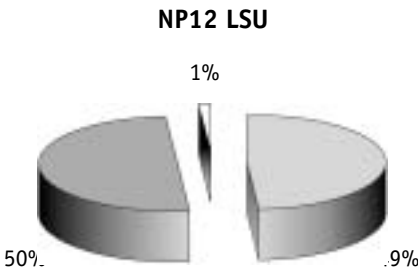
Manodopera
Materiali
Attrezzature

DISTRIBUZIONE DEI COSTI
GRATA VIVA



Manodopera
Materiali
Attrezzature

DISTRIBUZIONE DEI COSTI
BRIGLIA IN LEGNAME E PIETRAMÈ



PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Considerando quanto descritto sin ora si è verificato come gli interventi realizzati abbiano, complessivamente, raggiunto gli scopi prestabiliti. Ciò si riscontra, in particolar modo, per quanto attiene l'impatto economico e i benefici sociali che hanno soddisfatto appieno gli obiettivi prefissati. Passando all'analisi dei costi, si può verificare come questi siano leggermente al di sotto della media dei prezzi attualmente riportati nei riferimenti nazionali. Fanno eccezione quelle lavorazioni con predominanza di attività compiute con l'ausilio di automezzi e attrezzature particolari. Come già descritto i lavori eseguiti nell'ambito del Parco nazionale del Vesuvio sono stati realizzati con il solo ausilio di motoseghe, decespugliatori e un piccolo camioncino per il trasporto di materiali, senza adoperare mezzi d'opera speciali (escavatori, ragno, etc.).

Ciò premesso, per il prosieguo delle attività, si è proposto un programma di manutenzione per i singoli stradelli.

Per tutti gli stradelli dove si pone la necessità di reiterare gli interventi di ingegneria naturalistica o, adeguarli per le parti vive, è stato deciso di seguire uno specifico percorso.

Bisognerà porre in opera delle talee in salice di lunghezza appropriata, per tutte le opere ove non sono presenti, avendo cura che la posa in opera avvenga in modo che vi sia assenza di aria in prossimità delle stesse. Andranno preferite talee della specie *Salix alba* subsp. *vitellina* presenti in zona, in quanto, da esperienze evinte in letteratura, tale specie ha distribuzione altitudinale compresa tra lo 0 e i 900 m s.l.m. e presenta coefficienti di mortalità molto bassi in terreni simili a quelli del complesso vulcanico. Vi è anche da considerare che, relativamente all'attitudine alla riproduzione vegetativa in pieno campo, gli autori sono concordi nello stimare una percentuale di radicazione di circa il 70%.

Ovviamente, nel caso in cui si dovesse optare per tale scelta, bisognerà fare delle considerazioni per quanto attiene la presenza di acqua e sul come affrontare i periodi siccitosi. Vi è da segnalare che per le piccole sistemazioni agricolo-forestali tale specie viene utilizzata ampiamente nel territorio del Parco. Bisognerà verificare la possibilità di utilizzare *Salix caprea*, tenendo nel debito conto che, le verifiche in letteratura, le notizie raccolte per altri interventi di ingegneria naturalistica e la sperimentazione eseguita nel Parco hanno, come comune denominatore, l'altissima mortalità di questa specie quando viene immessa come talea, mentre vi è un coefficiente di mortalità accettabile per quelle trapiantate con pane di terra. Si è definito, altresì, di immettere anche talee di *Populus alba* e *P. tremula*, che trovano notevole utilizzo nelle aree di pertinenza. Un'importante indicazione, verificata nel corso del monitoraggio, è stata quella di preferire nella posa in opera del materiale vivo gli arbusti autoctoni in pane di terra a discapito delle talee. Vi è, infine, da segnalare come le talee poste in opera nella parte basale delle opere costruite, cioè più vicine al terreno *in situ*, risultano essere quelle che hanno un coefficiente di mortalità più basso e che, quindi, per il prosieguo pare opportuno iterare tale scelta, come anche per la porzione superiore delle palificate, ove bisogna completare l'intervento con una sistematica semina a spaglio.

Occorre aggiungere che in futuro si dovranno tener presenti le seguenti indicazioni: scegliere il periodo favorevole di propagazione, in quanto il ritmo di vegetazione influisce non solo sul risultato della radicazione ma, si riflette anche sull'effetto incrementale almeno nei primi tre anni di vita; il materiale vivo andrà posto in opera subito, senza avere dei periodi di deposito ed evitando lunghi trasporti; le talee radicano meglio se conficcate nel terreno in modo obliquo e non verticale; la capacità di radicazione è funzione del volume della talea; quelle più grosse e lunghe hanno più elevate capacità di accrescimento nei primi tre anni; le talee e i rami più sottili disseccano più facilmente; il trasporto deve avvenire subito dopo il taglio, con conseguente, immediata, messa in opera; il taglio a misura della lunghezza d'impiego prima del trasporto porta a notevoli perdite per l'es-

siccamento; i veicoli per il trasporto non dovranno essere scoperti o, al limite, coperti con teloni da stendere sopra le talee; in caso di immagazzinamento (da evitare il più possibile) esso deve essere adeguato (immersione in acqua fredda, posa in tagliola, etc.); bisognerà attingere il più possibile da popolamenti naturali. Va segnalato che, al momento, è in fase di predisposizione il progetto per la realizzazione di propri vivai per rispondere nell'immediato alle esigenze costruttive delle opere di ingegneria naturalistica.

Pare auspicabile anche la messa in opera, nelle stazioni morfologicamente ed ecologicamente compatibili, di selvaggioni di *Castanea sativa* nonché di *Quercus ilex* cioè, anche, in considerazione dell'attecchimento già registrato nell'ambito del Parco nazionale del Vesuvio.

Vi è da specificare che gli inerbimenti effettuati (a spaglio e a fiorume) hanno dato ottimi risultati e si propone per tutti gli interventi eseguiti di operare la semina anche per le porzioni superficiali dello stradello e non solo nella porzione di pertinenza delle opere, poiché l'inerbimento limita i fenomeni erosivi.

Alla fine del presente monitoraggio si fanno delle considerazioni semplici ma non secondarie che, verosimilmente, dal punto visto teorico non ponevano la problematicità che, in effetti, rivestono.

La prima considerazione che va fatta è relativa alla difficoltà che si è riscontrata nel reperire il materiale di propagazione dalla vivaistica pubblica e privata, ciò con particolare riferimento alle talee e per quanto attiene alle quantità necessarie per realizzare degli interventi corretti di ingegneria naturalistica.

Tutto questo, ovviamente, si riflette anche sul monitoraggio dei costi, in quanto le incertezze menzionate, unite a quelle sulla riuscita degli interventi, possono determinare un incremento dei costi anche sostanziale dovuto ai *rework* effettuati sulla stessa opera.

Bisogna anche considerare che il monitoraggio effettuato è il primo realizzato in tali ambiti in stazioni caratterizzate da elementi biotici ed abiotici diversificati tra loro e per un lasso di tempo limitato.

Ragionevolmente, tale azione andrebbe continuata nel medio-lungo periodo con le modalità e i tempi sin ora enunciati. È altresì non secondario implementare l'attività di sperimentazione al fine di dare risposte esaustive, non solo per il Parco nazionale del Vesuvio ma, più in generale, per il progredire delle tecniche di ingegneria naturalistica.

In particolare l'analisi delle piantagioni di arbusti radicati con fusto interrato, scelta effettuata in seguito agli esiti dell'attecchimento delle talee, potrà fornire indicazioni, a nostro avviso, strategiche per la risoluzione delle problematiche e dello sviluppo delle tecniche di ingegneria naturalistica nell'ambito delle aree mediterranee.

Sarebbe altresì auspicabile l'inizio di un'attività di sperimentazione sistematica e di relativo monitoraggio riguardo le specie vegetali a moltiplicazione agamica. Tale attività avrebbe principale importanza per le opere eseguite e da eseguire nell'ambito del Parco ma anche un ruolo di sostegno per l'ampliamento delle conoscenze concernenti l'ingegneria naturalistica. La sperimentazione potrebbe avvenire sia lungo gli stradelli, i valloni, i pendii, oggetto di specifiche lavorazioni, che nei vivai realizzati.

Sarebbe preferibile intervenire sui vari valloni e nelle incisioni minori presenti con particolare riferimento a quelli posti più a monte che, di norma, non sono oggetto di interventi conservativi e di ripristino ambientale.

Tali interventi di vera e propria mitigazione del rischio idrogeologico servirebbero anche a riportare alla luce quelle emergenze storiche legate alla sistemazione idrogeologica esistenti nell'ambito del Parco nazionale del Vesuvio.

NOTE

¹ Cfr. G. G. APRILE, G. CAPUTO, V. LA VALVA E M. RICCIARDI, *La Flora del Somma Vesuvio*, Boll. Soc. Natur. Napoli, vol. 96, Giannini Editore, Napoli 1986, pp. 3-121.

² Cfr. *Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale*, Regione Liguria-Assessorato Edilizia, Energia e difesa del Suolo; *Elenco prezzi dei materiali e delle opere per il recupero ambientale e l'Ingegneria Naturalistica*, Regione Piemonte 1995; *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica*, Regione Emilia-Romagna, Regione Veneto 1993; *Linee guida del Ministero dell'ambiente per le opere di Ingegneria Naturalistica*; *Deliberazione Giunta Regionale 29 febbraio 2000 n. 6/48740*, Regione Lombardia, Valtellina; indicazioni desunte durante il Convegno «Efficacia e Costi degli interventi di Ingegneria Naturalistica» a cura dell'EFIB (Federazione Europea per l'Ingegneria Naturalistica) e dell'A.I.P.I.N. (Associazione Italiana Per l'Ingegneria Naturalistica), 1999; Magistrato del Po, indicazioni desunte da *Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale*, Regione Liguria-Assessorato Edilizia, Energia e difesa del Suolo.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Guida alle aree naturali ed ai prodotti tipici di Napoli e della sua provincia*, Camera di Commercio di Napoli 1997.
- AA.VV., *I suoli della Provincia di Napoli*, Camera di Commercio, Industria, Artigianato, Agricoltura di Napoli, Napoli 1999.
- AA.VV., *Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio*, Provincia Autonoma di Trento, ristampa riveduta e aggiornata, gennaio 1996.
- APRILE G. G., CAPUTO G., LA VALVA V. E RICCIARDI M., *La Flora del Somma Vesuvio*, Boll. Soc. Natur. Napoli, vol. 96, Giannini Editore, Napoli 1986, pp. 3-121.
- BIFULCO C., *L'ingegneria naturalistica e l'importanza del suo uso nelle aree protette*, in Atti del Convegno «Ingegneria Naturalistica, tecniche di intervento nelle aree protette», CNR-SeRSA, Napoli 1999.
- BIFULCO C., *Recupero funzionale e restauro nel Parco Nazionale del Vesuvio*, in Atti del VI Convegno internazionale «Il Governo dei Giardini e dei Parchi Storici», Paparo Edizioni, Napoli 2000.
- CAPORALE G., *Dell'Agro acerrano e della sua condizione sanitaria*, Stabilimento tipografico T. Cattrau, Napoli 1859.
- CORNELINI P., *Trasferibilità nel Lazio delle tipologie di intervento*, in Atti del Convegno «1° Giornata di studio sull'applicazione delle tecniche a basso impatto ambientale nella Regione Lazio: Ingegneria Naturalistica», Roma 1999.
- CORNELINI P., *Risultanze del monitoraggio in corso d'opera delle aree di cantiere*, in Atti del Convegno «2° Giornata di studio sull'applicazione delle tecniche a basso impatto ambientale nella Regione Lazio: Ingegneria Naturalistica», Roma 2000.
- CORNELINI P., *Monitoraggio e sperimentazione di interventi di rivegetazione di scarpate in ambito mediterraneo*, in Atti del Convegno «Interventi di rivegetazione e Ingegneria Naturalistica per infrastrutture lineari», Tarvisio 2001.
- DORONZO G., *Tecniche di Ingegneria Naturalistica*, in Atti del Convegno «L'ingegneria naturalistica nell'ambito delle aree protette», Lauro 2000.
- DORONZO G., *Studio di fattibilità per la sistemazione ambientale della vasca Alveo Spirito Santo*, in Atti del Convegno «Il recupero ambientale con le tecniche di Ingegneria Naturalistica», Pomigliano D'Arco 2000.
- FIENGO G., *I Regi Lagni e la bonifica della Campania Felix durante il vicereame spagnolo*, Leo S. Olschki, Firenze, 1988.
- FLORINETH F., *L'idoneità delle piante legnose per il consolidamento dei versanti franosi*, tratto dagli Atti del Convegno «Efficacia e costi degli interventi di Ingegneria Naturalistica», Trieste 1999, pp. 59-66.
- MENEGAZZI G., *Attività di formazione relativa alle opere di Ingegneria Naturalistica nel Parco nazionale del Vesuvio*, in Atti del Convegno «Il recupero ambientale con le tecniche di Ingegneria Naturalistica», Pomigliano D'Arco 2000.
- PHILLIPS R., *Riconoscere gli alberi*, De Agostini, 1997.
- PRAAMSTRALLER A. E GALLMETZER W., *Monitoraggio di una copertura diffusa con salici presso il rio Luson (Alto Adige)*, in Atti del Convegno «Interventi di rivegetazione e Ingegneria Naturalistica per infrastrutture lineari», Tarvisio 2001.
- REGIONE CAMPANIA, *Prezzario per opere di miglioramento fondiario*, 1998.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA E REGIONE VENETO, *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica*, 1993.
- REGIONE LIGURIA, *Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale*.
- REGIONE LOMBARDIA, *Deliberazione Giunta Regionale 29 Febbraio 2000 n. 6/48740*, 2000.
- REGIONE PIEMONTE, *Elenco prezzi dei materiali e delle opere per il recupero ambientale e l'Ingegneria Naturalistica*, 1997.
- SAULI G., *Casistica di interventi di Ingegneria Naturalistica: costi e risultanze*, in Atti del Convegno «Efficacia e costi degli interventi di Ingegneria Naturalistica», Trieste 1999, pp. 131-136.
- SCHIECHTL H. M., *Bioingegneria Forestale Biotecnica Naturalistica*, Castaldi, Feltre 1991.
- SCHIECHTL H. M., *I salici nell'uso pratico*, Arca, 1994.
- SIMONETTI R., *La bonifica e la sistemazione idraulica dei torrenti di Somma e Vesuvio*, *Giornale Genio Civile*, Napoli 1912.
- VALLARIO A., *Frane e territorio*, Liguori, Napoli 1992.

finito di stampare nel mese di settembre 2001
da SAMA Quarto Napoli
per conto
dell'Ente Parco nazionale del Vesuvio