

# L'uso delle tecniche di Ingegneria Naturalistica nella mitigazione del rischio da frana: alcuni esempi dalla Campania

*D. Calcaterra*<sup>(1)</sup>, *B. Palma*<sup>(2)</sup>, *G. Doronzo*<sup>(3)</sup>, *F. de Luca Tuppiti Schinosa*<sup>(4)</sup>, *D. Di Martire*<sup>(4)</sup>, *C. Dima*<sup>(4)</sup>, *G. Bruno*<sup>(4)</sup>

**Riassunto.** Dopo aver inquadrato il ruolo dell'Ingegneria Naturalistica in Italia, alla luce dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatti da varie Autorità di Bacino, si illustrano sinteticamente i caratteri fondamentali della franosità in Campania. Nell'ambito di tale regione, si descrive quindi una prima serie di casi di studio, relativi a siti coinvolti in fenomeni franosi «tipici», per i quali sono stati progettati e/o realizzati interventi di stabilizzazione mediante tecniche di Ingegneria Naturalistica. Si conclude infine con alcune riflessioni su aspetti significativi emersi dalla ricerca sin qui condotta.

[Parole chiave: *fornirle!!!*].

**Abstract.** *The paper moves from the role of bioengineering techniques in Italy, as defined through the recent Landslides and Floods Masterplans, created by the various River Basin's Authorities. Eventually, the major features of the landslides in Campania region are highlighted. Some case-studies from Campania are then described, where bioengineering techniques have been used as the main remedial measure against landslide hazard, followed by some final considerations.*

[Key words: *fornirle!!!*].

## 1. INTRODUZIONE

I fenomeni franosi rappresentano per l'intero territorio italiano una delle principali «sorgenti» di pericolosità geologica, suscettibile a vari fattori di innesco (meteorico, sismico, antropico), la cui *magnitudo* (velocità di spostamento, volumi coinvolti, vittime e danni arrecati) è non di rado particolarmente elevata. La Campania purtroppo occupa saldamente una delle prime posizioni della non invidiabile classifica delle regioni italiane a più alta propensione al dissesto. Già nel 1910 il geografo Roberto Almagià, su un totale di 739 Comuni «franosì» censiti nell'intera nazione, ne segnalava 79 per la Campania (ALMAGIÀ, 1910). Analoghe informazioni si traggono dal censimento svolto negli anni '60 dal Ministero dei Lavori Pubblici: in quell'occasione 171 Comuni campani risultavano affetti da movimenti franosi, con 332 segnalazioni su un totale nazionale pari a 2685 eventi (Min. LL. PP., 1965). Tale situazione trova ulteriore conferma nella consultazione dell'archivio del progetto A.V.I. (Aree Vulnerate in Italia, consultabile presso il sito <http://sici.irpi.cnr.it/>), allestito dal C.N.R. - G.N.D.C.I. a partire dal 1989. Dall'archivio A.V.I., infatti, si evince che in Campania, nel periodo 1918 ÷ 1996, sono state accertate 3083 segnalazioni di frane, corrispondenti al 9,9% del totale nazionale, che hanno coinvolto 397 Comuni.

Questi dati indicano in maniera inequivocabile che la «questione frane» e più in generale il cosiddetto «rischio idrogeologico» devono essere considerati fattori di criticità cronica per l'intera popolazione campana, al pari di numerosi altri ambiti regionali. È pertanto fin troppo evidente che la messa in sicurezza del territorio campano è una priorità a livello nazionale, che richiederebbe attenzione e risorse

(1) Dipartimento di Ingegneria Geotecnica, Sezione di Geologia Applicata, Università di Napoli Federico II.

(2) Geologo, collaboratore esterno.

(3) Geologo, Socio Esperto, Consigliere Nazionale e Vicepresidente Sez. Campania A.I.P.I.N.

(4) Ingegnere, collaboratore esterno.

tutt'altro che «ordinarie». Di fatti, gli eventi calamitosi degli ultimi anni hanno costretto lo Stato a riconoscere tale priorità, assegnando fondi *ad hoc* a due Commissariati Straordinari, aventi competenze rispettivamente per Napoli e per i comuni colpiti dalle emergenze del 1998 e 1999. Tuttavia, è difficile immaginare che, terminata la fase di «emergenza» (ammesso che tale si possa definire un periodo di oltre 5 anni!), la difesa del suolo in Campania e più in generale in Italia possa avvalersi di canali privilegiati di finanziamento, in una fase di marcata recessione, con governi che per anni hanno ridotto o al più «congelato» le risorse allocate per altri comparti nevralgici del cosiddetto «Stato sociale», quali la scuola, l'università, la sanità. Anche i più recenti eventi non hanno indotto alcuna inversione di tendenza nella «ordinaria» gestione del territorio e della sua sicurezza, fatta eccezione per il concreto avvio su scala nazionale dell'attività delle Autorità di Bacino, peraltro verificatosi a circa 10 anni dall'entrata in vigore della Legge-quadro 183/1989 sulla Difesa del Suolo. A confermare il cronico disinteresse dello Stato per una «ordinaria manutenzione» del sistema suolo-sottosuolo c'è l'abbandono e talora il vero e proprio smantellamento di strutture decisive per un corretto Governo del territorio, quali Servizio Geologico Nazionale, Corpo Forestale dello Stato, Vigili del Fuoco: tutto questo proprio quando torna ad affermarsi la linea delle Grandi Opere, che inevitabilmente insisteranno sullo stesso fragile territorio che già ospita una Comunità nazionale i cui livelli di sicurezza geoambientale sono particolarmente critici.

In un siffatto contesto, sono veramente pochi i segnali che denotano una giusta considerazione per l'ambiente, segnali per lo più provenienti da alcune realtà regionali «illuminate». In questo novero, almeno negli ultimi anni, si può inscrivere la Regione Campania, che si è distinta per un'attività legislativa regolare in materia di pianificazione territoriale e difesa del suolo, come testimoniano la Delibera relativa all'aggiornamento della classificazione sismica dei comuni campani (D.G.R. n. 5447/7/11/2002), il Regolamento di attuazione della L.R. 9/1983, la proposta di Registro del fabbricato. Nella stessa direzione si inserisce il Regolamento per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica nel territorio della Regione Campania (D.P.G.R. n. 574 22/07/2002, D.G.R. n. 3417 12/07/2002) che, anche per effetto dell'azione della cosiddetta «società civile», ha consentito l'introduzione di metodi e tecniche di intervento che si ispirano ad una «filosofia» moderna. Con l'Ingegneria Naturalistica si può

infatti ottenere la mitigazione di una varietà di dissesti (frane, erosione lineare ed areale, ecc.) con soluzioni compatibili con il contesto ambientale, in ossequio al principio della «minima energia» (SAULI, 1999). Il rispetto di tale principio impone la scelta della soluzione di minore impatto e costo, tuttavia sufficiente alla risoluzione del problema in essere, a condizione che le competenze disponibili possano affrancare da eventuali errori deontologici o tecnici.

In questa sede, grazie anche al concorso di numerosi colleghi che hanno segnalato situazioni interessanti ed altrettanto interessanti spunti di approfondimento, si propone un primo contributo sul tema dell'applicabilità delle tecniche di Ingegneria Naturalistica (di seguito I.N.) alla mitigazione del rischio da frana. Dopo aver richiamato il ruolo che è assegnato all'I.N. nella più recente normativa di settore, si delineano i caratteri salienti della franosità in Campania, in riferimento ai principali contesti geomorfologici. Si passa quindi a descrivere alcuni casi di studio, per i quali tecniche di I.N. sono state utilizzate per bonificare dissesti tipici dell'Appennino campano. Tali interventi, insieme ad altri non commentati puntualmente, hanno fornito elementi utili per alcune considerazioni sullo «stato delle cose». Al riguardo è doveroso precisare che si è scelto di non illustrare numerosi interventi realizzati in Campania, o perché già ampiamente documentati o perché oggetto di specifica trattazione da parte di altri relatori in questo stesso Convegno. Inoltre, le immagini che nel presente lavoro documentano i casi di studio sono esemplificative delle principali soluzioni tecniche adottate e non esaustive nell'esplicazione degli interventi nella loro totalità.

## **2. IL RUOLO DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA NEI PIANI STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

Le tecniche di I.N., previste dalle Autorità di Bacino (di seguito AdB) negli interventi di difesa del suolo e riqualificazione ambientale, rappresentano lo strumento operativo per il raggiungimento dell'obiettivo di una manutenzione diffusa del territorio assicurando compatibilità ambientale, nell'ottica della prevenzione del rischio idrogeologico. Tali tecniche comportano un minore impatto ambientale delle opere, la riqualificazione paesaggistica ed ambientale delle aree in erosione, l'aumento della biodiversità del territorio e contrastano lo spopolamento delle aree montane in quanto ad alto impiego di manodopera.

L'analisi comparata dei Piani Stralcio per l'As-

setto Idrogeologico (P.A.I.) e della relativa documentazione di riferimento prodotta dalle AdB ha evidenziato che, almeno a livello normativo, va affermandosi un nuovo approccio alle problematiche della manutenzione, non limitato alle sole opere, ma esteso a tutto il territorio del bacino idrografico.

Il quadro sui P.A.I. al marzo 2003 risultava il seguente (Min. Ambiente, 2003):

- approvati i P.A.I. di 4 AdB (Po, Bacini Basilicata, Lao e Calabria);
- adottati i P.A.I. di 10 AdB (Reno, Tronto, Sele, Liguria, Bacini Romagnoli, Marche, Campania Nord Occidentale, Campania Sarno, Campania destra Sele e Campania sinistra Sele);
- adottati i Progetti di P.A.I. di 14 AdB (Adige, Arno, Tevere, Liri Garigliano Volturno, Serchio, Fissero Tartaro Canalbianco, Lemene, Magra, Conca e Marecchia, Fiora, Veneto Sile e pianura tra Piave e Livenza, Toscana, Lazio, Sardegna);
- di imminente adozione i Progetti di P.A.I., già predisposti, di 4 AdB (Alto Adriatico, che aveva già adottato il progetto di P.A.I. per il bacino del Livenza), Trigno Biferno e Minori Saccione e Fortore, Friuli Venezia Giulia, Provincia autonoma di Trento);
- in corso di elaborazione i Progetti di P.A.I. di 5 AdB compreso quello della Provincia autonoma di Bolzano, in alcuni casi a livello avanzato, (Sangro, Veneto Laguna Venezia, Abruzzo, Sicilia).

Nel dicembre 2004 l'AdB della Puglia, recentemente costituita come interregionale poiché ricomprende anche il bacino idrografico dell'Ofanto per la parte campana e lucana, ha prodotto il proprio P.A.I.

Grazie alla documentazione disponibile presso i siti del Ministero dell'Ambiente e del cosiddetto Gruppo 183 ([www.gruppo183.org](http://www.gruppo183.org)), nonché presso i siti delle varie AdB, si è riusciti a consultare la documentazione prodotta da quindici AdB tra nazionali, interregionali e regionali, con particolare riguardo per quelle parti che contenevano indicazioni in merito a strategie ed interventi sul territorio. Sulla base degli elementi così acquisiti, si sono individuati tre «livelli di attenzione», intendendo con tale espressione il grado di dettaglio con cui le varie AdB hanno trattato l'utilizzo delle tecniche di I.N. ai fini della mitigazione del rischio da frana. Si sono così individuati tre livelli:

- alto: presenza di espliciti riferimenti ad interventi per la mitigazione del rischio da frana;
- medio: presenza di generici riferimenti ad interventi per limitare il rischio da frana, l'erosione spondale o superficiale;
- basso: assenza di riferimenti all'I.N.

I risultati di tale indagine sono riportati in tab. 1.

Tra le AdB nazionali, quella del Po prevede che la manutenzione e il ripristino di opere e manufatti in alveo sia realizzata di norma con i criteri dell'I.N. L'AdB Adige fa riferimento alle tecniche di I.N. quando si parla di rinaturalizzazione dei sottobacini, a proposito di sistemazione idrogeologica dei bacini montani, rischio di frane, di valanghe e sismico, nonché per la regimazione dei corsi d'acqua. Nel progetto di P.A.I. dell'Alto Adriatico, relativo alla sicurezza idraulica del medio e basso corso del F. Piave, nel paragrafo dedicato alle linee-guida per la manutenzione idraulica, è dichiarato che la progettazione degli interventi utilizzerà a livello esecutivo, per quanto possibile, le tecniche particolari dell'I.N. Anche le AdB Arno e Serchio fanno un esplicito riferimento alle tecniche di I.N., allorché, a proposito dei criteri per la manutenzione straordinaria, si sottolinea che, ove possibile, gli interventi dovranno garantire il massimo risultato ambientale attraverso l'utilizzo di strutture flessibili spontaneamente rinaturalizzabili e di tecniche di I.N. Secondo l'AdB Tevere, per quanto riguarda le linee d'indirizzo sulle tipologie degli interventi di difesa spondale e di stabilizzazione del fondo in ambito metropolitano, a parità di efficacia vanno preferiti quelli che afferiscono alla disciplina dell'I.N., ed in particolare quelli che consentono l'impianto di una vegetazione ripariale non arborea e di migliore connessione agli elementi previsti per la riqualificazione delle aree golenali e la costituzione del Parco Fluviale. L'AdB Liri-Garigliano-Volturno precisa che, in tema di manutenzione, ogni qualvolta possibile ed a seguito di valutazioni accurate è consentito il ricorso alle tecniche di I.N. descritte nelle Linee-guida del Ministero dell'Ambiente.

L'AdB Regione Marche menziona le tecniche di I.N. sia per la realizzazione di opere di sistemazione e protezione spondale, sia per quanto riguarda il ripristino della stabilità di versante nelle aree interessate da dissesti idrogeologici.

L'AdB della Puglia raccomanda, ogni qualvolta sia possibile, l'utilizzo di tecniche di I.N. e comunque che rispondano a criteri di basso impatto.

Le AdB interregionali o regionali del Fissero-Tartaro-Canalbianco (Veneto), del Reno, dei Bacini Romagnoli, della Basilicata e della Calabria non prevedono interventi di I.N. per la mitigazione del rischio idraulico o da frana.

In Campania, l'AdB del Sarno segnala, tra le tipologie degli interventi necessari per la mitigazione del rischio da frana, interventi di I.N. L'AdB Nord Occidentale della Campania sancisce che una coe-

**Tabella 1. Valutazione del ruolo attribuito all'Ingegneria Naturalistica nei Piani Stralcio di Bacino consultati (PPAI: Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico; PAI: Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico).**

<i>Autorità di Bacino</i>	<i>Documentazione consultata</i>	<i>Livello di attenzione</i>
Adige	<i>PPAI ( 2001)</i>	Alto
Alto Adriatico	<i>Progetto di Piano Stralcio per la sicurezza idraulica medio e basso corso Piave</i>	Medio
Po	<i>Programma di rilancio degli Interventi di Manutenzione (1998) PPAI (1999) PAI (2001)</i>	Medio
Serchio	<i>Piano Stralcio Rischio Idraulico (2001)</i>	Alto
Fissero-Tartaro-Canalbiano	<i>PPAI</i>	Basso
Reno	<i>PAI (2001)</i>	Basso
Bacini Romagnoli	<i>PAI</i>	Basso
Arno	<i>PPAI (2001)</i>	Alto
Marche	<i>PAI (2004)</i>	Alto
Tevere	<i>PPAI (2001) Linee guida per la manutenzione dei corsi d'acqua (2001)</i>	Medio
Liri-Garigliano-Volturno	<i>PPAI (2002)</i>	Alto
Nord Occidentale della Campania	<i>PAI (2002)</i>	Alto
Sarno	<i>PAI (2002)</i>	Alto
Puglia	<i>PAI (2004)</i>	Medio
Basilicata	<i>Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (aggiornamento 2003)</i>	Basso
Calabria	<i>PAI (2001)</i>	Basso

rente ed efficace politica di tutela del paesaggio e dell'ambiente è perseguibile attraverso il ricorso a tecniche di I.N., preferibili in quanto di basso impatto e rispettose degli equilibri ecologici ed ambientali. Gli interventi di I.N., secondo tale AdB, sono raggruppabili in tre categorie relativamente omogenee:

- interventi che hanno per obiettivo la limitazione e la prevenzione dell'erosione superficiale del suolo;
- interventi che prevedono l'impiego della vegetazione eventualmente associata ad altre tecniche per ridurre il rischio frane;
- interventi volti a limitare l'erosione delle

sponde degli alvei dei corsi d'acqua.

In un «Quaderno degli interventi» annesso al PAI, inoltre, sono riportate le descrizioni degli interventi strutturali e non strutturali più opportuni al caso del bacino, individuando, nell'ambito degli interventi strutturali più adatti alla mitigazione del rischio da frana, anche quelli di I.N.

Altro elemento di indubbio interesse è fornito, almeno a livello di AdB nazionali, dalla previsione dell'impegno finanziario connesso alla manutenzione del territorio. Ad esempio, nel P.A.I. Po si prevede, a regime, un fabbisogno medio annuo per interventi di manutenzione pari a 55 miliardi di vecchie

lire l'anno. Il Progetto di P.A.I. dell'Arno contempla invece, per le sistemazioni idraulico-forestali e per la manutenzione, 434 miliardi di lire in 15 anni. L'AdB del Serchio ha stimato in 538 miliardi di lire in 15 anni l'onere connesso alla manutenzione delle opere idrauliche, degli interventi sulle frane e del reticolo idraulico secondario e per sistemazioni idraulico-forestali e bonifica delle frane quiescenti. Il P.A.I. Tevere destina agli interventi di sistemazione idraulico-forestale estensivi ed alla manutenzione del reticolo idraulico il 53% dell'importo globale previsto nel P.A.I., pari a 1780 miliardi su 3350; è interessante rilevare al riguardo che nel P.A.I. Tevere sono anche riportati i costi unitari degli interventi. Infine, i finanziamenti previsti per la manutenzione nell'aggiornamento degli schemi previsionali e programmatici dell'Autorità di Bacino Liri, Garigliano e Volturno ammontano a 17 miliardi per interventi di manutenzione idraulica su un totale di 488 miliardi.

In definitiva, delle 15 AdB prese in esame, 7 sono state classificate di livello alto, di cui 4 sono di rilievo nazionale, mentre in 5 casi non è stato riscontrato alcun riferimento all'I.N., applicata a qualsiasi ambito (fluviale, versanti, ecc.). Particolare menzione meritano nel complesso le AdB campane (Liri-Garigliano Volturno, Sarno e Nord Occidentale della Campania) i cui puntuali richiami all'utilizzo dell'I.N. per la mitigazione del rischio da frana hanno consentito di attribuire loro il livello più alto.

### 3. IL REGOLAMENTO PER L'ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL TERRITORIO DELLA REGIONE CAMPANIA

La Giunta Regionale della Campania nella seduta del 12 luglio 2002 con deliberazione n. 3417 approvava il Regolamento per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica nel territorio della Regione Campania. Tale regolamento, insieme con l'allegato tecnico, pone la Campania all'avanguardia nell'applicazione delle tecniche di I.N., essendo stata la prima regione nel Meridione d'Italia a dotarsi di uno strumento legislativo (DORONZO, 2002).

L'Atto promulgato stabilisce, così come riportato dall'art. 1 e dettagliato negli artt. 4 e 5, «... concetti e principi vincolanti ai quali dovranno attenersi gli uffici regionali che operano in materia di difesa del suolo, bonifiche e recupero ambientale, infrastrutture e opere idrauliche, tutela dell'ambiente, nonché gli altri Enti eventualmente concessionari per la realizzazione di interventi nei suddetti settori, nelle diverse fasi della programmazione, progettazione,

approvazione ed esecuzione delle opere di competenza della Regione Campania». Vengono altresì definiti nell'art. 4 gli ambiti di applicazione (rimandando al successivo art. 5 per le tipologie d'intervento e per il dettaglio all'allegato tecnico) e si specifica che «in applicazione delle norme di cui al Regolamento, le tipologie tecniche di Ingegneria Naturalistica descritte all'art. 5, devono essere applicate sia come tecniche di base che come tecniche di mitigazione degli impatti ambientali, per tutti gli interventi inseriti nei seguenti ambiti di applicazione: Bonifiche e recupero ambientale di discariche e cave; Difesa del suolo in generale; Infrastrutture viarie e ferroviarie; Rinaturalizzazione; Opere idrauliche in generale; Valorizzazione ambientale a fini turistici; Operazioni di protezione civile». Appare importante segnalare come nell'art. 3 si faccia riferimento alla «Relazione specifica sulla massima applicabilità della Ingegneria Naturalistica» che deve essere realizzata in fase di progettazione preliminare. Relativamente a questo aspetto va sottolineato come sia ripetutamente ribadito (art. 3 e punto 3.0 e 3.8.2 dell'allegato tecnico) come i progetti debbano avere acclusa «la relazione sull'applicabilità delle tecniche di Ingegneria Naturalistica» (art. 3) e come questa debba essere «redatta a cura di un tecnico il cui curriculum dimostri una comprovata esperienza nel campo dell'Ingegneria Naturalistica» (punto 3.0 dell'allegato tecnico). Vi è inoltre da segnalare come nell'art. 9 si enunci chiaramente come sia «... sempre vietata la realizzazione di interventi che prevedano: rivestimenti di alvei e di sponde fluviali in calcestruzzo; tombamenti di corsi d'acqua; rettificazioni e modifiche dei tracciati naturali dei corsi d'acqua; eliminazione completa della vegetazione riparia arbustiva e arborea. Qualora si verificano situazioni particolari per la tutela della pubblica incolumità e sicurezza si potrà fare ricorso a queste tipologie di intervento. Tali situazioni dovranno, comunque, essere adeguatamente documentate e motivate nel progetto, secondo i procedimenti di legge previsti per l'adozione di provvedimenti contingibili ed urgenti. Sono consentite le opere completamente interraste (drenaggi di vario genere, diaframmi, pali di fondazione, ecc.), che non interferiscano negativamente con le dinamiche degli acquiferi sotterranei e che non alterino significativamente l'assetto morfologico-vegetazionale dei luoghi a lavoro ultimato». Come detto vi è un allegato tecnico (che fa parte integrante del deliberato) che «ha lo scopo di fornire, in conformità all'articolato del Regolamento, le definizioni normative relative alla disciplina dell'Ingegneria

*Naturalistica, le schede descrittive delle singole soluzioni tecniche di base, le voci di capitolato e le tariffe aggiornate ottenute da analisi specifiche. Il contenuto dello stesso è rivolto a tutti coloro che, secondo l'iter definito dalla vigente normativa sui Lavori Pubblici, siano essi parte dell'Amministrazione Pubblica, professionisti o ancora soggetti dell'imprenditoria privata, si trovino a programmare, valutare, progettare o eseguire interventi negli ambiti interessati dal Regolamento». Viene anche specificato che «il repertorio di soluzioni presentato, costituisce un abaco di soluzioni di base, dal momento che ogni singola tecnica può essere combinata con altre e dar luogo a soluzioni più complesse ed articolate, ciò tutela il singolo progettista nella sua autonomia professionale, pur nell'ambito normativo che lo obbliga a considerare la priorità delle tecniche a basso impatto dell'Ingegneria Naturalistica».*

L'allegato tecnico si compone di tre parti: la prima relativa alla progettazione delle opere e valutazione dei progetti; la seconda che esamina le tecniche; la terza ove si indicano i prezzi.

Nella Parte I si sanciscono i criteri di progettazione delle opere e valutazione dei progetti con approfondimenti in cinque capitoli specifici (premessa, Ingegneria Naturalistica: definizione e campi di applicazione, linee-guida per la progettazione delle opere di I.N.; le essenze vegetali; linee-guida per la valutazione dei progetti di I.N.). Nel capitolo relativo alle linee-guida per la progettazione delle opere di I.N. un paragrafo è dedicato allo studio geologico e geotecnico ove si definiscono: Obiettivi, Area di studio, Riferimenti normativi e vincoli territoriali, Informazioni e dati, Metodologie ed Elaborati. Sempre nella Parte I si sancisce che la già citata «*Relazione sull'applicabilità delle tecniche di Ingegneria Naturalistica*» parta da un'attenta analisi dell'ecosistema o degli ecosistemi presenti nell'area d'intervento, intesa come conoscenza e valutazione delle varie componenti e delle loro interconnessioni. Tale richiesta anche per rispondere alle esigenze poste dalla normativa vigente in materia di LL.PP.: normativa che, in sede di pianificazione, programmazione, studio di fattibilità e progettazione delle opere di difesa del suolo o di tutela e recupero ambientale, ritiene indispensabile valutare la possibilità di fare ricorso alle tecniche di I.N., applicabili sia nelle sistemazioni idrauliche sia negli interventi di stabilizzazione dei versanti. La «*Relazione*» deve riportare le finalità progettuali; i risultati degli studi relativi ai differenti aspetti ambientali (idrogeologico, idrologico, idraulico, geologico, geotecnico, vegeta-

zionale, faunistico, paesaggistico), specificando le metodologie di analisi ed i modelli di calcolo utilizzati; la descrizione delle tecniche previste e dei criteri adottati per la scelta ed il dimensionamento delle opere; la valutazione della compatibilità ambientale degli interventi e la stima delle trasformazioni attese in seguito alla loro realizzazione, specificando le soluzioni adottate per assicurare la stabilità e la funzionalità delle opere rispetto alle finalità progettuali insieme con il minor impatto possibile. Nella Parte I si esaminano ancora i principi generali di intervento nella sistemazione dei corsi d'acqua e dei versanti e si indicano le analisi principali, e minime, che bisogna effettuare a supporto della progettazione di interventi di I.N. Nello specifico si considerano: studio geologico-geotecnico; studio idrologico e calcoli idraulici; studio della flora e della vegetazione; studio faunistico. Per i singoli aspetti si analizzano gli obiettivi che ci si prefigge, delimitando, per ciascun ambito, l'area d'influenza, tenendo in giusto conto i riferimenti normativi e i vincoli territoriali. Sempre relativamente a quanto ora descritto si enumerano quali sono le informazioni e dati da analizzare e quali sono le specifiche metodologie arrivando anche a definire gli elaborati da redigere. Un ulteriore aspetto a cui si fa cenno è costituito dai livelli progettuali con specifici riferimenti alle varie fasi (progetto preliminare, progetto definitivo e progetto esecutivo) e con approfondimenti rispetto al dimensionamento delle opere, non trascurando la redazione del cronoprogramma e i criteri di scelta delle specie. Rispetto a tale ultimo aspetto viene fornito l'elenco delle specie maggiormente significative nella flora della Campania e da inserire in preferenza negli interventi di I.N. Alla fine della Parte I sono riportate le linee-guida per la valutazione dei progetti di I.N. da parte del responsabile di procedimento o di chi è incaricato a valutare i progetti: a tal riguardo ci si muove dall'assunto che, per la valutazione dei progetti di I.N. (ferma restando la necessaria esperienza maturata relativamente all'applicazione di queste tecniche e/o la necessità di essere affiancati da professionisti esperti nel campo dell'I.N.) sia utile avvalersi di una lista di controllo a forma di questionario che fa riferimento alle linee-guida per la progettazione delle opere di I.N.

Nella Parte II vengono riportate le tecniche con relative singole schede grafiche e monografie delle tecniche. Rispetto a tale ultimo aspetto vengono riportate per tutte le voci: descrizione, obiettivi, ambiti d'intervento, materiali impiegati, accorgimenti esecutivi, periodo d'intervento, limiti di fattibilità, sicurezza sui luoghi di lavoro, manuten-

zione e durata dell'opera. Relativamente ai sistemi d'intervento si evidenzia come, nel territorio campano, sia in atto da diversi anni non solo il recupero di alcune tecniche utilizzate in passato, ma anche una ricerca volta alla sperimentazione, monitoraggio ed utilizzo di nuove tipologie.

Nella Parte III sono stati forniti i prezzi e relative voci di capitolato, inerenti agli interventi più utilizzati in Regione Campania (per un totale di trentuno) suddividendoli in relazione agli interventi di semina e rivestimenti, interventi stabilizzanti, interventi combinati di consolidamento ed interventi costruttivi particolari.

In definitiva, con l'adozione del citato Regolamento, la Campania si è dotata di uno strumento di particolare versatilità e completezza, essenziale per la mitigazione di varie tipologie di rischi geoambientali, tra cui i fenomeni franosi.

#### 4. LA FRANOSITÀ IN CAMPANIA

Il territorio della Campania si caratterizza per una marcata disomogeneità geologica e geomorfologica, risultato di una complessa «storia» geodinamica e morfoevolutiva. È tuttavia possibile, seguendo il criterio adottato da GUIDA (2001) e da CINQUE & ROMANO (2001) ricondurre la miriade di morfotipi e paesaggi campani ad un numero circoscritto di Grandi Unità Geomorfologiche (GUG), contraddistinte, a grandi linee, da una sostanziale omogeneità dei caratteri morfologici. In relazione alla propensione o suscettibilità a franare è pertanto possibile individuare in Campania tre GUG fondamentali (fig. 1):

- i rilievi carbonatici
- i rilievi collinari sub-appenninici
- i distretti vulcanici.

I *rilievi carbonatici* rappresentano, seppur in maniera discontinua, l'ossatura dell'Appennino campano, estendendosi dal confine con il Molise a nord (Monti del Matese), a quello con la Basilicata, a sud (Monti della Maddalena, M. Cervati), con direzione prevalente NW-SE. In direzione ortogonale (NE-SW), ma in continuità fisica, si sviluppa la morfostuttura della Penisola Sorrentina - M.ti Lattari. Sono inoltre presenti lungo il bordo tirrenico alcuni rilievi isolati (M. Maggiore, M. Bulgheria) a cui si aggiunge l'Isola di Capri.

Tali rilievi si caratterizzano per la presenza di una serie calcareo-dolomitica mesozoico-terziaria, interessata da sistemi di discontinuità di vario ordine (giunti di strato, faglie, *joints*, ecc.) e con giacitura fortemente variabile. La serie carbonatica è stata dislocata da faglie perimetrali ad andamento appen-

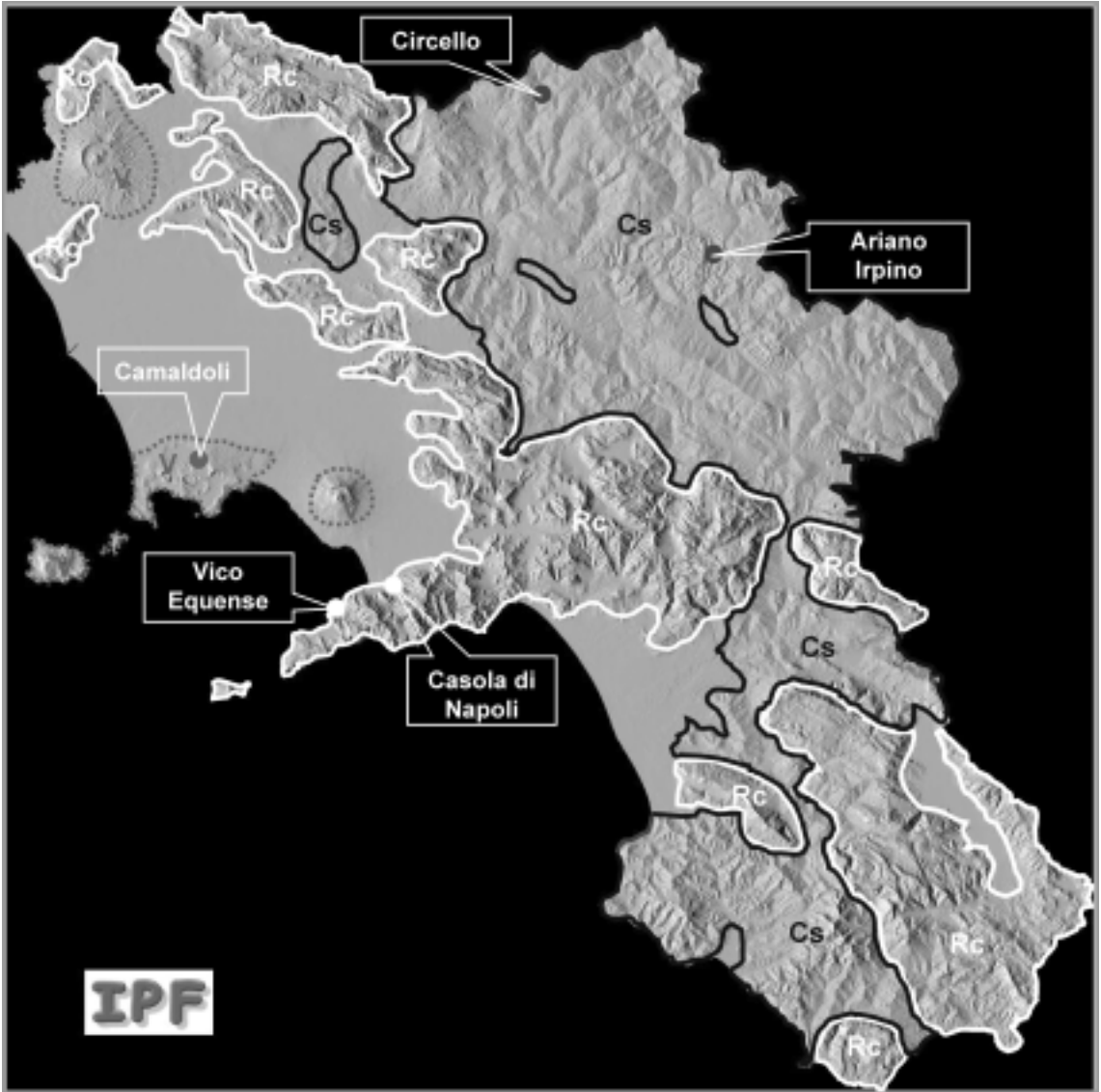
ninico (NW-SE) ed antiappenninico (NE-SW), che hanno portato all'individuazione di blocchi monoclinici, le cui cime raggiungono i 1500-2000 m s.l.m. I versanti carbonatici si presentano in genere aspri ed accidentati, con valori di acclività prevalenti sui 30°-40° che raggiungono anche i 90°. Il reticolo idrografico è fortemente condizionato dalla tettonica, con corsi d'acqua ad andamento rettilineo e bassa gerarchizzazione, per lo più susseguenti, le cui incisioni sono spesso molto incassate e delimitate da fianchi ad alta acclività. Alla base dei versanti si ritrovano ampie fasce di aggradazione pedemontana, intervallate, allo sbocco delle principali incisioni, da conoidi ad alimentazione mista (detritico-alluvionale).

I settori carbonatici più prossimi ai centri vulcanici (Penisola Sorrentina, Monti Lattari, Monti di Sarno, Monti di Avella, M. Partenio, Monti di Caserta *pro parte*) sono ammantati da un'esile copertura piroclastica (spessore di norma < 5 m), riconducibile all'attività esplosiva del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei e costituita da ripetute alternanze di lenti e livelli di ceneri, pomici e paleosuoli.

La stabilità dei rilievi carbonatici è controllata da una molteplicità di fattori predisponenti, tra i quali si segnalano come prioritari il quadro fessurativo, responsabile dei vari meccanismi di frana tipici delle rocce carbonatiche di substrato, e le modeste proprietà fisico-meccaniche dei depositi piroclastici, che, insieme alla forte acclività dei versanti sui quali si rinvengono, favoriscono frane a cinematismo rapido, particolarmente distruttive quando innescate da eventi meteorici di elevata intensità e/o durata.

Crolli, ribaltamenti, scivolamenti planari e cuneiformi sono le tipologie di frana che affliggono le rocce calcareo-dolomitiche campane: le specifiche modalità di rottura sono, come noto, condizionate dalla reciproca relazione che intercorre tra acclività del versante, numero e giacitura dei sistemi di discontinuità, resistenze disponibili lungo queste ultime. Le volumetrie coinvolte sono fortemente variabili (da pochi m<sup>3</sup> ad alcune migliaia di m<sup>3</sup>); tra i settori che più di frequente lamentano gli effetti di tali eventi si ricordano la Penisola sorrentina, la Costiera amalfitana, l'isola di Capri.

La franosità delle coltri piroclastiche sembra essere assunta agli onori delle cronache quotidiane solo negli ultimi anni, in occasione di alcuni tragici eventi: Penisola Sorrentina, gennaio 1997 (CALCATERRA et al., 1999; DI CRESCENZO & SANTO, 1999; CALCATERRA & SANTO, 2004); Sarno, Quindici, Siano, Bracigliano, S. Felice a Canello, maggio 1998 (DEL PRETE et al., 1998; CALCATERRA et al., 2000); Cervinara



**Figura 1. Grandi Unità Geomorfologiche soggette a fenomeni franosi in Campania (da CINQUE & ROMANO, 2001, ridisegnata e semplificata). V = distretti vulcanici; Rc = rilievi carbonatici; Cs = colline sub-appenniniche. In evidenza, i casi di studio trattati. Rilievo ombreggiato della Campania realizzato dal Laboratorio di Geomatica e Cartografia, Osservatorio Vesuviano - INGV.**

e S. Martino Valle Caudina, dicembre 1999 (FIORILLO et al., 2001); Nocera Inferiore, marzo 2005. Tuttavia, i suoi caratteri fondamentali sono stati riconosciuti almeno a partire dagli anni '50 (LAZZARI, 1954; PENTA et al., 1954), con significativi progressi nelle conoscenze maturati negli ultimi decenni (CIVITA et al., 1975; GUADAGNO et al., 1988, GUADAGNO, 1991). Si tratta di fenomeni di varia tipologia ed entità, a seconda dell'impianto morfologico dei versanti inte-

ressati. In presenza di versanti planari (ovvero non solcati da incisioni torrentizie) o in corrispondenza di fronti di scavo, gli scorrimenti traslativi e subordinatamente quelli rotazionali risultano prevalenti, innescandosi su valori di acclività per lo più compresi tra 30° e 40°. Allorché i versanti planari siano sufficientemente sviluppati, gli iniziali scorrimenti possono evolvere in valanghe di detrito (*debris avalanches* - HUNGR et al., 2001), che tendono ad



arrestarsi al piede dei versanti, alimentando le locali falde detritiche. Gli scorrimenti delle coltri piroclastiche subiscono invece una diversa evoluzione quando i distacchi iniziali si verificano a monte delle incisioni torrentizie. In questi casi, a condizione che il contenuto d'acqua sia sufficientemente alto, subentra l'innesco di colate detritico-fangose, caratterizzate da elevato potere erosivo ed altrettanto elevate velocità di spostamento (anche 15-20 m/s). Queste ultime possono mantenere valori elevati anche dopo aver raggiunto i conoidi pedemontani, riuscendo a percorrere distanze massime dell'ordine dei 3-4 km, distanze entro cui resta alto il potenziale distruttivo dei flussi ad elevata concentrazione. In relazione ai differenti meccanismi evolutivi delle varie tipologie di frana, i volumi coinvolti sono compresi in un intervallo particolarmente ampio, che va dai pochi metri cubi degli scorrimenti «semplici» sino alle decine/centinaia di migliaia di metri cubi per le colate detritico-fangose incanalate.

I *distretti vulcanici* campani (Somma-Vesuvio, Campi Flegrei continentali, Isole flegree, Roccamonfina) presentano caratteri vulcanostatigrafici e geomorfologici molto diversificati. Si annoverano infatti edifici vulcanici centrali (Somma-Vesuvio, Roccamonfina) ed una depressione calderica (distretto flegreo), all'interno della quale si rinvengono numerosi relitti di modesti edifici vulcanici, legati ad una storia vulcanica e vulcanotettonica oltremodo complessa. In relazione all'età ed alla tipologia prevalente dell'attività vulcanica dei vari distretti, nonché all'entità degli eventi vulcanotettonici, l'impianto morfologico dei singoli edifici vulcanici è molto variabile, per quanto riguarda acclività ed altezza massima, articolazione del reticolo idrografico, eventuale presenza di accumuli pedemontani. Anche in ambito vulcanico le frane sono varie per tipologia e *magnitudo*: le loro caratteristiche dipendono essenzialmente dai caratteri litotecnici delle rocce coinvolte (lapidee o sciolte), nonché dalla morfologia dei versanti (acclività, versanti planari o incisi, ecc.). Lave e tufi, soprattutto quando formano versanti ad alto angolo ( $> 60^\circ$ ), danno origine a frane del tipo crollo o ribaltamento, insieme a scivolamenti per lo più cuneiformi, allorché sia presente un sistema di discontinuità che intersechi i tipici giunti colonnari: si segnalano al riguardo le frane che affliggono i versanti interni e costieri dell'area flegrea e delle isole di Ischia e Procida. Nel corso degli ultimi 15 anni la franosità dei depositi piroclastici sciolti, soprattutto in area flegrea, è stata oggetto di studi che hanno messo in luce i suoi caratteri salienti (BENEDEUCE et al., 1988; CALCATERRA & GUARINO,

1999a, 1999b), tra i quali si segnalano come «critici» valori di acclività compresi nella fascia  $35^\circ$ - $50^\circ$ . Per quanto attiene alle singole tipologie, valgono le stesse considerazioni fatte per il contesto carbonatico: la differenza sostanziale tra i due ambiti risiede nell'entità dei fenomeni e nella loro pericolosità intrinseca. Infatti, in ambito flegreo, soprattutto per la minore altezza dei versanti e per il modesto ruolo svolto dalle incisioni torrentizie, scorrimenti e crolli prevalgono nettamente, mentre la transizione in colate detritico-fangose è del tutto occasionale e dotata di un potenziale d'invasione nettamente più contenuto (al massimo poche centinaia di metri). Questi ultimi fenomeni assumono ben altro rilievo lungo le pendici del Somma-Vesuvio, dove la presenza di profondi solchi ad andamento radiale favorisce la canalizzazione di flussi iperconcentrati (le cosiddette *lave di acqua e fango*) che a più riprese hanno arrecato ingenti danni ai Comuni peri-vesuviani.

Le *colline sub-appenniniche* prevalgono ad est dell'allineamento Matese-Taburno-Picentini, dominando i settori esterni dell'Appennino campano ed in particolare Irpinia e Sannio, e sono altresì presenti in Campania meridionale e più precisamente nel Cilento. La nota dominante dell'assetto geologico di questo ambito è data dalla presenza di formazioni mesozoico-terziarie a struttura complessa (*flysch*), a matrice argillosa spesso dominante, a luoghi ricoperte dalle sequenze clastiche mio-plioceniche. Tali terreni sono nel complesso fortemente erodibili, il che conferisce al paesaggio dei rilievi collinari alcuni caratteri peculiari: basse energie di rilievo (altezze di poche centinaia di metri e acclività medio-basse), reticoli idrografici molto sviluppati (spesso ad andamento dendritico), superfici sommitali a basso angolo. Nell'ambito delle colline sub-appenniniche le frane si identificano come i principali agenti del modellamento dei versanti. Eventi pluviometrici e sismici generano frane di primo distacco o riattivazioni più o meno superficiali di grandi e profondi corpi quiescenti o «relitti». Il cinematismo di tali frane è lento o intermittente, e lo stile di attività prevalente è complesso, con prevalenti scorrimenti rotazionali che evolvono in colate.

## 5. CASI DI STUDIO

La fase saliente del presente studio è consistita in una ricognizione su scala regionale di interventi progettati e/o eseguiti con tecniche di I.N. A tal fine, in aggiunta a dati già in possesso degli scriventi, ci si è attivati presso Enti e professionisti in modo da poter estendere il proprio raggio di azione, avendo

altresi in animo di «coprire» in modo adeguato i vari macro-ambiti geomorfologici prima richiamati. Va subito detto che in questa prima ricognizione ci si è imbattuti in un numero particolarmente alto di interventi rientranti nella casistica delle sistemazioni idrauliche e/o fluviali, rispetto a quelli destinati alla mitigazione del rischio da frana. Tuttavia, si è riusciti, grazie anche alle collaborazioni «esterne», a raccogliere un discreto numero di casi, i più significativi dei quali sono oggetto dei paragrafi seguenti.

### 5.1. Napoli (Camaldoli e zone limitrofe)

La Collina dei Camaldoli è il rilievo più alto dell'intero distretto flegreo continentale e sovrasta, con i suoi 458 m s.l.m., alcuni popolosi quartieri del settore nord-occidentale della città di Napoli (Soccavo, Pianura, Chiaiano). Nel corso degli ultimi anni i Camaldoli sono stati al centro dell'attenzione di Governo ed Enti locali, poiché la collina e gli insediamenti abitativi circostanti sono stati sede a più riprese (periodo settembre 1996-gennaio 1997; settembre 2001; aprile 2002) di eventi di instabilità di versante (frane ed alluvioni) ad innesco meteorico. In particolare flussi iperconcentrati e subordinatamente frane da scorrimento-colata hanno pesantemente interferito con il locale tessuto urbano, arrecando ingenti danni. In seguito alla «crisi» del gennaio 1997, lo Stato ha istituito a Napoli uno specifico Commissariato Straordinario, tuttora attivo, a cui è stata affidata la gestione della cosiddetta «emergenza sottosuolo», che si compone di numerosi fattori di criticità territoriale tra i quali, oltre ai fenomeni sopra citati, si segnalano anche i rischi derivanti dalla presenza di cavità sotterranee.

L'assetto geologico della collina dei Camaldoli è caratterizzato dalla presenza in affioramento di buona parte della successione flegrea. Si ritrovano infatti, dal basso verso l'alto: Tufi di Torre Franco (età > 39 ka); Ignimbrite Campana (39 ka), qui rappresentata dalle Formazioni del Piperno e della Breccia Museo; Tufi Biancastri (39 ÷ 18 ka); Tufi di Soccavo (18 ÷ 12 ka); Tufo Giallo Napoletano (12 ka); depositi piroclastici del III periodo flegreo (12 ÷ 3.8 ka) da caduta e da flusso, costituiti da ceneri e lapilli (pomice, scorie e litici), intercalati da paleosuoli e riferibili ad almeno 20 eruzioni diverse; depositi colluviali, di frana ed antropici. Lungo i tratti di versante meno acclivi, le formazioni tufacee sono ricoperte da un'esile spessore (< 5 m) di depositi piroclastici ed epiclastici, derivanti dal disfacimento delle piroclastiti più recenti.

Dal punto di vista geomorfologico, il principale elemento dei Camaldoli è dato dalle scarpate sub-

verticali intagliate nelle rocce piroclastiche quali il TGN, i Tufi di Soccavo o quelli Biancastri. La spianata sommitale dei Camaldoli è stata oggetto negli ultimi decenni di un'urbanizzazione selvaggia, che ha comportato lo stravolgimento degli originari caratteri morfologici, con effetti anche sulle aree di versante: basti pensare all'uso delle locali incisioni torrentizie come discariche illegali, i cui cumuli sovente alimentano fenomeni di trasporto solido verso valle. Le aree di versante si presentano ora planari, ora solcate da incisioni di basso ordine gerarchico e fortemente controllate dalla vulcanotettonica. Le cave, nei settori medio-inferiori del versante, sono un altro connotato inconfondibile dei Camaldoli, e, oltre ad aver ulteriormente contribuito all'alterazione dell'originario paesaggio, in corrispondenza degli antichi piazzali ospitano ingenti spessori di depositi detritici ed antropici. Al piede dei versanti si alternano falde detritiche e conoidi detritico-alluvionali, anch'esse fortemente modificate dall'azione antropica. Sulla piana basale sono stati edificati i quartieri urbani di Pianura (ad ovest) e Soccavo (a sud); le porzioni della piana più prossime al versante sono di frequente invase dai flussi idrici e detritici provenienti da monte.

Ai Camaldoli, le frane consistono in eventi di volumetria medio-piccola, per lo più riconducibili a scorrimenti e scorrimenti-colate nei prodotti piroclastici ed epiclastici ed a crolli e/o ribaltamenti nelle formazioni tufacee. Il potenziale d'invasione di tali frane è di norma abbastanza contenuto, con distanze massime percorse dell'ordine di poche centinaia di metri dalle zone di distacco iniziale: tuttavia, la presenza al piede delle scarpate di infrastrutture ed insediamenti abitativi rende particolarmente alto il rischio d'invasione. Di fatti, la cartografia del P.A.I. redatto dall'AdB Nord Occidentale della Campania comprende nella classe a più alto rischio (R4) gran parte dei settori urbani posti subito a valle dei versanti camaldolesi.

Negli ultimi anni, ai Camaldoli e nelle aree circostanti si sono realizzati numerosi interventi di sistemazione idrogeologica mediante ricorso parziale o esclusivo a tecniche di I.N. Tra questi si segnalano gli interventi eseguiti in loc. Montagna Spaccata, nel Vallone Bietola, nell'ambito del Parco Urbano dei Camaldoli nonché quelli previsti per il vallone Torciolano.

In loc. Montagna Spaccata (fig. 2) negli scorsi anni è stato sistemato un fronte di circa 20 m di altezza, in cui elemento caratterizzante è dato dalla viminata viva. In adiacenza ad esso, più di recente, è stato eseguito un ulteriore intervento, su un fronte alto all'incirca una decina di metri (fig. 3). Si tratta di



**Figura 2.** Via Montagna Spaccata (Napoli). a) Veduta aerea dell'intervento allestito per proteggere il sito da erosione areale. b) Particolare dell'intervento: viminata viva.

interventi antierosivi di rivestimento, costituiti da sistemi di protezione meccanica dei versanti, quali reti e stuoie. Nel caso specifico sono state utilizzate stuoie poste in completa aderenza al versante e reti esagonali metalliche a doppia torsione, il tutto rinverdito con la tecnica dell'idrosemina.

Il vallone Bietola fu nel gennaio 1997 uno degli ambiti cittadini «epicentrali» in quanto a numero ed entità dei fenomeni di dissesto. In quell'occasione si verificarono infatti, lungo i fianchi interni del vallone, diversi scorrimenti traslativi, taluni anche di discreta entità (fig. 4). Tali frane alimentarono episodi di trasporto solido lungo l'asta principale, fenomeno questo più volte lamentato nel corso dei decenni dai cittadini residenti in prossimità dello «sbocco» del vallone.

Negli anni seguenti fu quindi progettato un complesso intervento di sistemazione dell'intero vallone, con tecniche «classiche» (gabbionate, briglie) e



**Figura 3.** Via Montagna Spaccata (Napoli). Rivestimento vegetativo con reti e stuoie, rinverdito.



**Figura 4.** Vallone Bietola (Napoli). Stato dei versanti interni prima dell'intervento (gennaio 1997). In evidenza, frane da scorrimento traslativo in depositi piroclastici del III periodo flegreo.

di I.N. L'intervento è risultato quanto mai «soffer-to», al punto da richiedere, in corso d'opera, verifiche e correttivi. Si constatò infatti (MAZZOLENI et al., 2000, 2001) un significativo allargamento del fondo dell'incisione, dovuto alla creazione della strada di servizio del cantiere, che, a sua volta, aveva comportato la rimozione completa della copertura vegetale (bosco a robinia e castagno) ed esposizione di scarpate «nude» di altezza fino a 12 m e pendenza maggiore del 100%. La criticità della situazione era ulteriormente confermata dalla presenza di solchi d'incisione attivi (*gullies*) e di numerosi apparati radicali di alberi in condizioni di precaria stabilità. Si suggerì quindi di integrare gli interventi già previsti mediante (MAZZOLENI et al., 2000, 2001):

- canalette e fossi livellari di regimazione idraulica secondo le curve di livello opportunamente collegati a sistemi di canalizzazione perpendicolari in pietraie;
- cura di ceppaie scalzate (alleggerimento e posa di biostuoie);
- ciglionamenti di piccola ampiezza da realizzarsi in aree a bassa copertura con locale supporto di viminate;
- palizzate e grate a camera di dimensioni proporzionate alle sezioni di profilo di suolo scoperto con piantagione di arbusti (*Coronilla emerus*, *Cystius villosus*, *Erica arborea*, ecc.);
- posa in opera di geostuoie sintetiche per il consolidamento permanente di apparati radicali sovrastanti a rischio di scalzamento;
- costruzione di muri a secco tradizionali in tufo;
- risagomatura delle pareti sub-verticali con riduzione di pendenza e compensazione tra scavi e riporti di terra;
- viminate e graticciate con impianti di *Arundo plinii*;
- biostuoie;
- ricucitura degli scalzamenti con graticciate raccordate alle gabbionate.

La situazione del Bietola è oggi contrassegnata da evidenze contrastanti. I dissesti tipici dell'area, infatti, nonché alcune delle criticità segnalate in corso d'opera non sembrano essere stati recuperati *in toto*, pur con i correttivi a suo tempo suggeriti. Sui versanti è infatti oggi palese un certo disordine morfologico, con settori ad alta acclività denudati e localmente sede di ulteriori piccole frane, alternati ad ambiti a più bassa pendenza dove la vegetazione sembra aver attecchito in modo soddisfacente.

Il Torciolano è, al pari del Bietola, uno dei valloni

che solca il versante occidentale della collina dei Camaldoli. Le problematiche sono, seppur in scala più contenuta, analoghe a quelle già segnalate per il vallone Bietola: piccole frane da scorrimento lungo le pendici, i cui cumuli subiscono una periodica rimobilizzazione, durante eventi meteorici di particolare intensità, alimentando flussi iperconcentrati ad elevata mobilità che invadono il centro abitato di Pianura. Qui sono previsti (BIDELLO & TAGLIAFIERRO, 2003) interventi integrati di ingegneria idraulica «tradizionale» e di I.N. In particolare, saranno realizzate una serie di briglie in c.a. ed una vasca di sedimentazione, insieme ad una varietà di interventi sui versanti, diversificati in funzione dell'acclività di questi ultimi. Ad esempio, per i settori a più bassa acclività (tra 15° e 25°-27°) sono previste semine ed idrosemine, sino ad arrivare, per i tratti di versante con acclività tra 65° ed 80°, all'esecuzione di rivestimenti vegetativi e terre rinforzate.



**Figura 5. Parco Urbano dei Camaldoli (Napoli). a) Frana da scorrimento traslativo (gennaio '97). b) Graticciate.**

Il Parco Urbano dei Camaldoli, istituito nel 1980, ha un'estensione di 137 ettari, di cui circa i 2/3 sono stati inaugurati e aperti al pubblico nel luglio 1997. Anche in questo settore della Collina dei Camaldoli nel periodo settembre 1996-gennaio 1997 si verificò un rilevante numero di piccole frane, per lo più scorrimenti (fig. 5a), che in taluni casi costrinsero alla temporanea chiusura di una parte della sentieristica interna. La ricognizione effettuata nel Parco ha messo in risalto la netta prevalenza di interventi con funzione estetico-paesaggistica piuttosto che finalizzati al contenimento della potenziale instabilità dei suoli locali e delle sottostanti piroclastici (fig. 5b). È pur vero che, come accertato presso i competenti uffici comunali, il piano globale di interventi con tecniche di I.N. di fatto non è ancora stato avviato: si deve quindi ritenere che in momenti successivi si provvederà, con interventi *ad hoc*, alla mitigazione del rischio da frana.

## 5.2. Casola di Napoli

Negli anni 2001-2002 è stato eseguito un intervento di manutenzione dei valloni del Monte Muto incumbenti sul centro abitato di Casola di Napoli (fig. 1). Lo studio ha interessato due valloni che solcano le pendici settentrionali del M. Muto, compresi tra Selva di Casola e Masseria del Balzo (CALCATERRA, 2002). Lungo i versanti sono presenti depositi piroclastici, che mantellano il substrato carbonatico mesozoico con spessori di norma inferiori ai 5 m. Nei settori medio-inferiori dell'area di studio depositi piroclastici e detritico-piroclastici poggiano su breccie quaternarie alternate a depositi del Tufo Grigio Campano. Gran parte delle aree di versante sono state nel frattempo perimetrate dall'AdB del Sarno come zone esposte a rischio da frana moderato; il rischio diventa invece elevato o molto elevato nei settori urbanizzati pedemontani.

Le osservazioni di campagna e quelle riferite allo scavo di pozzetti e trincee hanno consentito di evidenziare alcuni orizzonti di maggiore importanza, per estensione e/o significato stratigrafico, nell'ambito della sequenza piroclastica in appoggio sul substrato carbonatico. Essi sono:

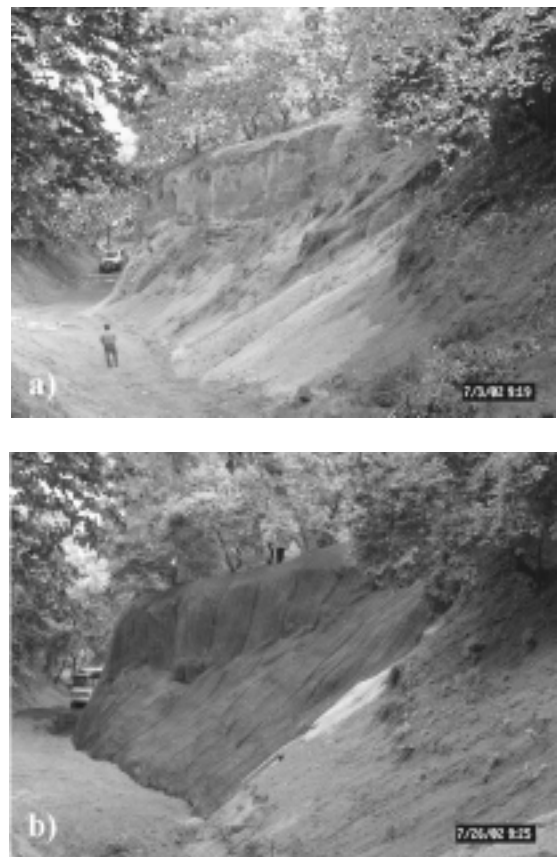
- la copertura vegetale attuale
- i suoli sepolti
- i prodotti dell'eruzione vesuviana del 79 d.C.

Riferibili a tale eruzione sono anche i depositi da *lahar* rinvenuti nei settori inferiori dei versanti; con il termine *lahar* si intende sia il flusso rapido di materiale piroclastico e detritico che il conseguente deposito, ancorché il tutto sia avvenuto in coincidenza dell'eruzione o poco dopo. Nella fascia pedemontana

le indagini eseguite hanno inoltre evidenziato la netta prevalenza di depositi colluviali, ovvero i prodotti dei processi di dilavamento agenti lungo i versanti.

Le principali problematiche emerse dallo studio geomorfologico condotto su M. Muto si possono così riassumere:

- diffusi fenomeni di erosione areale nei settori medio alti del versante (solchi e fossi di erosione), favoriti soprattutto da un'azione antropica priva di controlli;
- situazioni di marcato disequilibrio lungo le due aste principali (fig. 6a), anche in questo caso con marcate manomissioni, soprattutto nei tratti medio-inferiori, alle quali si aggiunge una serie di opere di presidio idraulico che, per assenza di manutenzione, non garantivano appieno la funzionalità loro assegnata;
- presenza di un limitato numero di frane attive, di modesta entità, per lo più concentrate nelle



**Figura 6. Casola di Napoli, versante settentrionale di M. Muto. a) Area di interesse prima dell'intervento. b) Posa in opera del rivestimento.**

stesse aree interessate da esbosco e manomissione della coltre arborea e vegetale;

- esistenza di numerosi indicatori geologici, geomorfologici e d'archivio, che testimoniano di una pregressa instabilità, talora per frane del tipo scorrimento-colata rapida; gli stessi indicatori confermano una chiara propensione dei valloni studiati a trasportare verso valle ingenti quantitativi di materiale detritico, alimentando le varie conoidi pedemontane riconosciute.

Da tale quadro d'insieme è derivata la scelta progettuale (DE MARINIS, 2002) di intervenire prioritariamente a ridurre gli effetti del trasporto solido lungo gli impluvi esaminati, potendo in tal modo anche mitigare i possibili effetti negativi di eventuali frane per scorrimento-colata rapida che dovessero incanalarsi nei valloni citati. Si è pertanto proceduto, compatibilmente con le risorse disponibili, a:

- sistemazione spondale dei segmenti d'alveo fortemente incassati e potenzialmente instabili, nei tratti medio-superiori dei valloni;

- sistemazioni dei fenomeni di erosione areale e lineare presenti nei settori alti dei bacini imbriferi;

- realizzazione di trincee drenanti nell'area a monte di Masseria del Balzo.

La sistemazione delle sponde dei valloni è stata realizzata con geostuoie tridimensionali e «grim-panti» ad alta tenacità, costituite da una geogriglia in poliestere con funzione di rinforzo, accoppiata per cucitura industriale ad una geostuoia in polipropilene tridimensionale, con funzione di trattenimento del terreno coltivo (fig. 6b). Infine, si è proceduto al riempimento delle geostuoie con terreno vegetale e successiva idrosemina (fig. 7).



**Figura 7.** Casola di Napoli, versante settentrionale di M. Muto. Rinverdimento (mediante idrosemina) dell'area dopo circa due mesi dalla conclusione dell'intervento.

Nei settori di versante dove erano stati osservati estesi fenomeni di erosione areale, seppur di modesta entità, si sono adottati due tipi di intervento:

- per una superficie di circa 50.000 m<sup>2</sup> si è ricorso al ripristino del sottobosco con inerbimento effettuato con semina a spaglio di un miscuglio di sementi di specie selezionate ed idonee al sito;

- per una superficie di circa 33.000 m<sup>2</sup>, soggetta a taglio boschivo senza controllo, si è ritenuto indispensabile il rimboschimento con piante forestali a radice nuda dopo aver eseguito le propedeutiche cure colturali di diserbo, zappettatura, sarchiatura e rincalzatura delle piante esistenti.

Infine, a monte dell'area di Masseria del Balzo, la continuità del livello di pomici del 79 d.C. ha suggerito di realizzare, al fine di deprimere eventuali falde sospese ed effimere che si potessero instaurare nello stesso livello e quindi consentire l'innescio di frane, delle trincee drenanti con le tecniche di I.N. In particolare, si è adottato un sistema di drenaggio con fascine e picchetti in legno poste a profondità media di 0,70 m. La trincea ha una pendenza non inferiore al 2% verso uno dei valloni latitanti, mentre i picchetti in legno, della lunghezza minima di 1,20 m, sono stati intervallati a non più di 70-80 cm.

### 5.3. Vico Equense (loc. Pacognano)

Il territorio comunale di Vico Equense, in provincia di Napoli (fig. 1), è stato severamente colpito dall'evento del gennaio 1997, in occasione del quale diverse decine di frane di varia tipologia (per lo più scorrimenti e crolli) si verificarono a spese delle locali coperture piroclastiche e detritico-piroclastiche (CALCATERRA et al., 1999). Alcune tra queste frane interessarono la frazione collinare di Pacognano, dove in anni successivi è stato eseguito un intervento con tecniche di I.N. Nella cartografia del rischio-frana dell'AdB Sarno le aree urbanizzate risultano esposte ad un rischio da moderato a molto elevato, mentre i rimanenti settori di versante presentano un rischio moderato e, talora, un rischio molto elevato potenziale.

L'assetto geologico dell'area è caratterizzato dalla seguente successione stratigrafica, dall'alto verso il basso:

- a) depositi alluvionali (antichi e recenti), costituiti da cineriti fini con lenti e livelli pomicei e di ghiaia calcarea;

- b) depositi eluvio-colluviali (antichi e recenti), costituiti da cineriti fini argillificate, inglobanti rari clasti carbonatici da centimetrici a decimetrici e livelli di pomici in matrice sabbioso-limosa;

- c) formazione dell'Ignimbrite Campana, costi-



**Figura 8.** Vico Equense (NA), loc. Pacognano. a) Area di studio prima degli interventi. b) Rivestimento realizzato con reti esagonali a doppia torsione e biostuoia rinverditata in aderenza alla scarpata, montate con l'ausilio di chiodature. c) Rivestimento: biostuoie antierosive in fibra di paglia di cocco, allestite con l'ausilio di rete esagonale a doppia torsione. Inerbimento tramite idrosemina.

tuita, alla base, da depositi pomicei da caduta ricoperti da depositi da flusso piroclastico a grado di litificazione variabile e di colore da grigio a giallastro (Quaternario; 39 ka);

d) depositi di Conoide di Vico Equense, costituiti da conglomerati disorganizzati, da sub-arrotondati ad arrotondati, con lenti e livelli di cineriti rimaneggiate ed argillificate;

e) calcari di Meta costituiti da calcari e calcari dolomitici, ricchi in rudiste, di colore grigio, biancastro ed avana (Creataceo).

Nell'area di studio l'aspetto geomorfologico dominante è dato da un versante planare con profilo rettilineo-convesso-concavo, e con valori d'acclività per lo più compresi tra i 25° ed i 40°. Il versante è coltivato prevalentemente con alberi d'ulivo, grazie ad opere di risagomatura del versante con la realizzazione di terrazzi e ciglionamenti variamente degradati.

I fenomeni morfoevolutivi sono da ricondurre, *in primis*, al dilavamento delle coltri piroclastiche in appoggio sul substrato carbonatico e, subordinatamente, all'innescò di fenomeni franosi per lo più di ridotte dimensioni (alcuni metri cubi), del tipo scorrimento o crollo (fig. 8a). L'innescò avviene lungo pareti con pendenze superiori ai 35-40°; la profondità della superficie di scorrimento è dell'ordine di circa un metro. Tali frane si attivano, per lo più, lungo i fronti di scavo eseguiti per la realizzazione di strade e sentieri, nonché lungo le scarpate dei terrazzi e cigli.

Nell'area d'interesse sono state allestite, lungo i cigli dei terrazzi antropici, canalette in legname e pietrame. Le canalette hanno la funzione di regimare le acque superficiali e drenare eventuali falde sospese ed effimere che si dovessero impostare nel livello di pomice del 79 d.C. presenti al disotto del suolo. Sono state altresì poste in opera reti a struttura alveolare in polietilene sulle pareti dei ciglionamenti; le reti sono state ancorate utilizzando reti esagonali a doppia torsione e vincolate con l'ausilio di chiodature (fig. 8b). Successivamente alla loro messa in opera si è realizzata l'idrosemina (fig. 8c).

#### 5.4. Circello (loc. Masseria del Principe)

L'area è caratterizzata dalla presenza in affioramento di vari termini delle Unità Sannitico-Molisane e ad affinità Sicilide (calcari detritici, argille varicolori, marne tipo «scaglia, ecc.) di età mesozoico-terziaria, sormontati da un complesso arenaceo costituito da arenarie sabbiose con intercalazioni sottili di marne, riferibile alle Unità Irpine *Auctt.*, di età miocenica. Dalla letteratura (CORNIELLO et al. 1980)

si rileva che in zona i fenomeni di dissesto riguardano tanto il complesso arenaceo, quanto i depositi delle argille varicolori. In questo caso i fenomeni di dissesto interessano sia la coltre superficiale, sia la formazione in sede; in prevalenza le frane sono del tipo scorrimento-colata. Dalla consultazione della Carta degli scenari di rischio dell'AdB Liri-Garigliano-Volturno risulta che l'intero abitato di Circello e l'area oggetto dell'intervento di difesa da erosione superficiale sono caratterizzati da rischio di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati, ovvero fenomeni di primo distacco. Al fine di prevenire tale ampliamento sono stati realizzati interventi nei fossi e sui versanti denudati (fig. 9): i primi consistono in canalette drenanti in pietrame finalizzate alla regimentazione delle acque superficiali, mentre, per quanto attiene ai citati versanti, sono



**Figura 9.** Circello (BN), loc. Masseria del Principe. a) Azione erosiva delle acque superficiali prima dell'intervento. b) Intervento in corso d'opera: canalette drenanti in pietrame, finalizzate alla regimentazione delle acque superficiali, e palizzate.

state poste delle palizzate perpendicolarmente alla direzione di deflusso delle acque dilavanti. Gli interventi sono in corso di realizzazione e la posa in opera delle parti vegetali avverrà in seguito.

### 5.5. La provincia di Avellino

Nell'ambito della provincia di Avellino è stata avviata un'indagine di tipo estensivo sugli interventi di I.N. progettati e/o realizzati sino ad oggi. In tale contesto, sono stati rilevati 21 interventi dislocati in altrettanti Comuni (fig. 10), finanziati in prevalenza con fondi del programma Operativo Regionale P.O.R. Campania 2000-2006. La fonte principale di finanziamento per gli interventi censiti (16 casi su 21) è rappresentata dalla Misura 1.3 «Sistemazione idraulico-forestale e tutela delle risorse naturali», che ha previsto investimenti per tre tipologie di intervento:

a) opere di regimentazione delle acque meteoriche e superficiali, di consolidamento dei versanti e delle aste torrentizie, di rinaturalizzazione e sistemazione forestale per il mantenimento e il ripristino delle condizioni di stabilità dei suoli di proprietà pubblica, privilegiando interventi di I.N. e quelli necessari alla certificazione di gestione eco-compatibili delle risorse forestali;

b) gradonamento e rinaturalizzazione di superfici di proprietà pubblica degradate con roccia affiorante e priva di vegetazione arborea e successivo imboschimento con tecniche innovative di specie autoctone idonee a garantire il recupero ambientale e paesaggistico in terreni di proprietà pubblica;

c) realizzazione di interventi per la riproduzione e il soccorso della fauna selvatica all'interno di complessi boscati pubblici.

In relazione alle citate tipologie d'intervento, i beneficiari individuati sono Enti Parco (tipologie a, b, c), Amministrazioni Provinciali (a, b, c), Comunità Montane (a, b), Comuni (a, b), per importi massimi fino ad € 7.500.000,00. La validità complessiva del progetto è stata oggetto di valutazione da parte dell'Ente regionale anche in funzione del basso impatto ambientale dell'intervento e dell'adozione di tecniche di I.N.

La gran parte degli interventi censiti (71%) è destinata al risanamento idraulico-forestale di valloni, sotto-bacini o aste fluvio-torrentizie; il 19% si riferisce alla sistemazione di movimenti franosi, mentre il restante 10% è relativo ad altre finalità. Nell'ambito della presente indagine, per ognuno degli interventi analizzati è stata redatta una scheda di valutazione del progetto, impostata in ossequio a quanto previsto dal citato Regolamento della Regione Campania.

Pur non potendo ritenere conclusa la fase di





cartografia redatta dall'AdB Liri-Garigliano-Volturno segnala Aree di moderata attenzione, ovvero aree non urbanizzate ricadenti all'interno di frane a massima intensità attesa bassa, ed Aree a rischio moderato, nelle quali, per il livello di rischio presente, i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono marginali.

Il Fosso di Anzani, situato sotto il Rione Sambuco, è uno dei valloni di più recente formazione; è infatti documentato che alla fine del sec. 18° ancora non esisteva. Negli anni, la continua attività erosiva delle acque e l'incuria dell'uomo hanno indotto un progressivo arretramento delle pareti del Fosso in prossimità dell'abitato. Nell'area si riconoscono due ambiti morfologici principali (LUONGO et al., 2000):

- pareti sub-verticali, denudate, la cui evoluzione avviene attraverso il continuo distacco dei blocchi, delimitati da fratture preesistenti e/o di neoformazione, deteriorati e isolati dagli agenti esogeni;

- versanti molto inclinati, sede di vegetazione, e coperti da uno spesso manto alterato, la cui evoluzione avviene attraverso ripetuti scivolamenti della coltre detritica superficiale, lungo il piano che divide la copertura alterata (regolite) dalla roccia integra.

In entrambi i casi, il risultato finale è l'arretramento della parte alta del pendio, e quindi la diminuzione delle aree stabili presenti a monte; entrambi i processi vengono innescati e favoriti dall'erosione al piede operata dalle acque defluenti lungo l'asse del fosso.

La progettazione è stata principalmente rivolta alla ricerca di soluzioni che privilegiassero sia la

salvaguardia geologica ed idraulica che gli aspetti di ecocompatibilità naturalistica. Per la sistemazione del versante si è pertanto scelto di utilizzare una combinazione di tecniche tradizionali in calcestruzzo armato e di tecniche collegate all'I.N. Gli interventi previsti mirano a ricostituire un sistema capace di raccogliere e far defluire a valle le acque meteoriche afferenti in detti impluvi, oltre a smaltire portate concentrate immesse da reti di raccolta a monte. La filosofia progettuale è stata quella di ricostituire il reticolo di scolo originario, con un canale di fondo sull'asse longitudinale principale, seguendo gli impluvi preesistenti. Si è altresì deciso di ripristinare quanto più possibile la vegetazione presente.

L'intervento ha previsto (fig. 11):

- a) lo scavo per la risagomatura delle scarpate;
- b) la stabilizzazione delle scarpate con opere di consolidamento, mediante rostri in cemento armato collegati a sistemi di micropali e tiranti in c.a.p.;
- c) il trattamento superficiale di protezione delle nuove scarpate, a cui è stato conferito un angolo al piede di 60° circa;
- d) la creazione della base per gli interventi di Ingegneria Idraulica, per il convogliamento delle acque superficiali e di sistemazione ambientale, a cui compete il completamento del progetto.

Le opere di consolidamento previste utilizzano essenzialmente i seguenti materiali: terreno del sito o di siti limitrofi; micropali armati con tubi di acciaio; tiranti realizzati in cavi di acciaio armonico; calcestruzzo e malte di iniezione; geogriglie di rinforzo dei pendii; geostuoie per la protezione delle scarpate.

Le geostuoie per la protezione delle scarpate sono costituite da fibre di paglia e cocco tessute. La geostuoia costituisce la base per l'idrosemina successiva del manto erboso di protezione superficiale. Si è quindi stabilito di procedere al rinverdimento protettivo dei fronti delle terre rinforzate (fig. 12), dei fronti paralleli ai fossi e dei terrazzamenti. Gli arbusti utilizzati sono i seguenti: Gelso, Festuca, Ginestra, Robinia, Ontano, Pino e Conifere.

## 6. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'I.N. è disciplina tecnico-scientifica troppo «giovane» perché sia giunto il momento di bilanci e consuntivi. Ciò anche in una regione particolarmente dinamica come la Campania dove, al pari e forse più che in altri contesti regionali, fervono le iniziative che vedono l'I.N. al centro dell'attenzione. La disamina del quadro normativo allestito in questi anni in Italia in materia di mitigazione del rischio da



**Figura 11. Ariano Irpino (AV), Fosso di Anzani. Opera combinata: terra rinforzata e rivestimenti con idrosemina. Lavoro in corso d'opera.**



**Figura 12. Ariano Irpino (AV), Fosso di Anzani. Dettaglio della terra rinforzata rinverditata.**

frana ha infatti messo in risalto una sostanziale sintonia d'intenti tra Ente Regione e livelli istituzionali intermedi (vedi AdB), che in taluni casi hanno raggiunto un livello di approfondimento particolarmente alto, riconoscendo l'opportunità di diversificare l'utilizzo delle tecniche di I.N. in funzione del tipo di fenomeno (frane, erosione del suolo e/o fluviale). È comunque da sottolineare una presenza accettabile, in ambito nazionale, dell'I.N. nelle previsioni dei Piani Stralcio di Bacino, con un numero limitato di soggetti istituzionali poco sensibili al tema in questione.

In Campania, nei due anni intercorsi dall'entrata in vigore del Regolamento 3417/2002, un numero consistente di interventi è stato attuato con il concorso delle tecniche di I.N. Pur sembrando al momento decisamente prevalenti le sistemazioni idraulico-forestali rispetto a quelle su versante, queste ultime stanno assumendo un ruolo importante nella mitigazione del rischio da frana.

Un primo aspetto emerso dalla nostra indagine è la maggiore frequenza (ovviamente relativa) di interventi nell'ambito dei distretti vulcanici o dei rilievi carbonatici con coperture piroclastiche, piuttosto che sulle colline sub-appenniniche. Questo è da mettere in relazione anche con i caratteri della franosità dei singoli contesti, richiamati al § 4. I versanti sui quali le tecniche di I.N. sembrano rispondere meglio sono infatti quelli suscettibili a frane del tipo scorrimento di primo distacco, per lo più di limitate dimensioni e con superficie di rottura ben evidente e posizionata a modesta profondità dal p.c. (di norma < 5 m, spesso compresa tra 1 e 2 m). Si tratta di interventi in prevalenza semplici (rivestimenti, viminate, semine), e cioè in sintonia con

quanto riportato dal citato regolamento e con il principio del livello minimo di energia, che però possono risentire, in termini di efficacia, dell'acclività del versante.

È evidente, per quanto richiamato al § 4, che intervenire con successo sugli scorrimenti nei depositi piroclastici implica un'efficace mitigazione anche del rischio connesso alle colate rapide detritico-fangose, poiché in tal modo si inibisce la possibile transizione scorrimento-colata.

L'efficacia delle tecniche di I.N., allorché siano impiegate sulle frane che caratterizzano il dominio dei flysch (scorrimenti-colate a cinematica lenta o intermittente) è invece, talora, fortemente condizionata da alcuni fattori peculiari di tali frane: superficie di rottura multipla o compresa in un intervallo di spessore più o meno ampio; assenza di un substrato «stabile» o difficoltà ad individuarlo.

Quanto verificato in campo conferma la necessità, per gli operatori del settore, di uscire dalla fase di attuazione empirica delle tecniche di I.N., per passare ad una intensa fase di sperimentazione in vera scala. Tale esigenza è particolarmente avvertita per quegli interventi che, in qualche modo, si collegano alle tecniche ingegneristiche «classiche»: è questo, ad esempio, il caso della palificata viva doppia, che riscuote un indubbio «successo» nella mitigazione del rischio connesso a frane di modesta entità (es.: scorrimenti in rocce sciolte su versanti planari), anche se ciò non è emerso dalla presente indagine. In Campania già dal 1999 si è sviluppato un fattivo impegno per il raggiungimento di un efficace impiego delle tecniche di I.N.; in particolare ci si è resi conto che, per tale congruo utilizzo, era necessario disporre di:

- normative regionali di settore con particolare riferimento alle AdB;
- idonei finanziamenti;
- elaborazione, per ambiti regionali, di linee-guida;
- elaborazione, per ambiti regionali, di un esauriente tariffario;
- qualificazione dei progettisti e dei funzionari della pubblica amministrazione;
- qualificazione delle imprese;
- aggiornamento del tariffario per la progettazione delle opere di I.N.;
- produzione vivaistica delle specie autoctone per gli interventi di I.N.;
- sperimentazione sulle caratteristiche biotecniche degli arbusti mediterranei.

Come facilmente intuibile, con il D.P.G.R. 574 del 22/08/02 e con l'opportunità offerta dalle misure

previste dai P.O.R. 2000-2006 molto è stato fatto; significativi risultati sono stati ottenuti anche per quanto concerne la formazione di progettisti, funzionari e tecnici della Pubblica Amministrazione, tramite la realizzazione di corsi di aggiornamento, seminari specifici, cantieri didattici, ecc. Tali attività, come ovvio, devono continuare e le esperienze vanno consolidate, come anche le attività di ricerca, didattica e sperimentazione che più soggetti in questo momento stanno perseguendo. Sono altresì da sollecitare le imprese, per una qualificazione rispetto alle tematiche in oggetto, ed i vivai che devono attrezzarsi sempre meglio per rispondere alle specifiche richieste della «nostra» disciplina. Non può però essere sottaciuta la necessità di una specifica vigilanza al fine di ottenere una corretta applicazione delle tecniche di I.N. che, «vivendo» un periodo di gran successo, se non utilizzate in modo congruo potrebbero rivelarsi estremamente controproducenti per una duratura affermazione della disciplina stessa. È auspicabile, quindi, l'innescare di meccanismi di verifica e controllo, da parte di tecnici esperti nella disciplina (come del resto prevede lo stesso Regolamento regionale), per quanto attiene all'utilizzo delle tecniche di I.N. È altresì auspicabile che i soggetti preposti ai vari livelli di formazione (Università, Ordini professionali, ecc.) provvedano ad offrire adeguati strumenti di conoscenza ai possibili attuatori delle tecniche di I.N., strumenti indispensabili per uscire dalla già richiamata fase di attuazione empirica. Ciò anche per evitare che in un'epoca di conclamata globalizzazione dell'economia e dei mercati, i professionisti di casa nostra finiscano con l'essere penalizzati in modo irreversibile, a vantaggio di tecnici formati in nazioni ben più sensibili dell'Italia, non solo all'uso delle innovative ed ecocompatibili tecniche dell'I.N., ma più in generale alla difesa del suolo ed alla protezione dell'ambiente.

## RINGRAZIAMENTI

Numerose persone hanno reso possibile la redazione di questa nota, contribuendo non solo con segnalazioni, documentazione tecnica, sopralluoghi, ma anche con proficue discussioni. Gli autori sono in particolare grati a: dr. geol. Lorenzo Benedetto (Autorità di Bacino Liri, Garigliano e Volturno), dr.ssa geol. Gabriella Calicchio, dr. geol. Egidio Grasso, prof. ing. Giovanni de Marinis (Università di Cassino), prof. geol. Domenico Guida (Università di Salerno), ing. A. Polverino ed ing. Giovanni Giusti (SEIC), ing. Michele Famiglietti, dr. geol. Massimo Salmi (Maccaferri), G. Urso (C.U.G.Ri. Napoli).

Lavoro svolto in parte con Fondi di Ateneo, Università di Napoli Federico II, assegnati a D. Calcaterra.

## BIBLIOGRAFIA

- ALMAGIÀ R. (1910) - *Studi geografici sulle frane in Italia*. Mem. Soc. Geogr. It. 14(2).
- BENEDEUCE P., D'ELIA G., GUIDA M. (1988) - *Morfodinamica dei versanti dell'area flegrea (Campania): erosione in massa ed erosione lineare*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 949-961.
- BIDELLO P., TAGLIAFIERRO C. (2003) - *Gli interventi di sistemazione idrogeologica di parte della collina dei Camaldoli e delle relative opere fognarie*. Atti Conv. «La progettazione ambientale, i professionisti e le istituzioni», Napoli, 24 settembre 2003. Osservatorio Donne & Professioni.
- CALCATERRA D. (2002) - *Lavori di manutenzione dei valloni incombenti sul centro abitato del Monte Muto, Casola di Napoli (NA) - Studio di compatibilità idrogeologica*. Relazione tecnica inedita.
- CALCATERRA D., GUARINO P.M. (1999a) - *Dinamica morfologica e fenomeni franosi recenti nell'area collinare napoletana (settore occidentale)*. Geologia Tecnica ed Ambientale, 2/99, 11-17, Roma.
- CALCATERRA D., GUARINO P.M. (1999b) - *Fenomeni franosi recenti nell'area urbana napoletana: il settore centro-orientale*. Atti Conv. C.N.R.-Regione Emilia Romagna «Geologia delle grandi Aree Urbane», Bologna, 4-5 novembre 1997, 257-261 Compositori, Bologna.
- CALCATERRA D., PARISE M., PALMA B., PELELLA L. (1999) - *The May 5<sup>th</sup> 1998, landslide event in Campania (southern Italy): inventory of slope movements in the Quindici area*. Proc. Intern. Symp. on «Slope Stability Engineering», IS - Shikoku '99, Matsuyama, Japan, 1361-1366, Balkema, Rotterdam.
- CALCATERRA D., PARISE M., PALMA B., PELELLA L. (2000) - *Multiple debris flows in volcaniclastic materials mantling carbonate slopes*. Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Conf. on «Debris-flow hazards mitigation: mechanics, prediction and assessment», Taiwan, 99-107, Balkema, Rotterdam.
- CALCATERRA D., SANTO A. (2004) - *The January 10, 1997 Pozzano landslide, Sorrento Peninsula, Italy*. Engineering Geology, **75**, 181-200.
- CALCATERRA D., SANTO A., DE RISO R., BUDETTA P., DI CRESCENZO G., FRANCO I., GALIETTA G., IOVINELLI R., NAPOLITANO P., PALMA B. (1999) - *Fenomeni franosi connessi all'evento pluviometrico del gennaio 1997 in Penisola Sorrentina - M. Lattari: primo contributo*. Atti 9° Congr. Naz. Geologi Roma, 17-20 aprile 1997, 223-231, Flashprint, Benevento.

- CINQUE A., ROMANO P. (2001) - *Evoluzione geomorfologica e caratterizzazione oro-idrografica della regione*. In A. Vallario (ed.), *L'ambiente geologico della Campania*, 59-90, CUEN, Napoli.
- CIVITA M., DE RISO R., LUCINI P., NOTA D' ELOGIO E. (1975) - *Studio delle condizioni di stabilità dei terreni della Penisola Sorrentina*. Geol. Appl. e Idrogeologia, **10**, 129-188.
- CORNIELLO A., DE RISO R., LUCINI P. (1980) - *La franosità potenziale del Bacino del F. Tammaro*. Mem. e Note Ist. Geologia Applicata, Napoli, vol. 15.
- DEL PRETE M., GUADAGNO F.M., HAWKINS A.B. (1998) - *Preliminary report on the landslides of 5 May 1998, Campania, southern Italy*. Bull. Eng. Geol. Env., **57**(2), 113-129.
- DE MARINIS G. (2002) - *Lavori di manutenzione dei valloni incombenti sul centro abitato del Monte Muto, Casola di Napoli (NA) - Progetto esecutivo*. Relazione tecnica inedita.
- DI CRESCENZO G., SANTO A. (1999) - *Analisi geomorfologica delle frane da scorrimento-colata nei depositi piroclastici della Penisola Sorrentina (Campania)*. Geor. Fis. Din. Quatern. **22**, 57-72.
- DORONZO G. (2002) - *Il regolamento per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica nel territorio della Regione Campania*. Geologi, Boll. Trim. Ordine Geologi della Campania, luglio-settembre, 8-13.
- FIORILLO F., GUADAGNO F.M., AQUINO S., DE BLASIO A. (2001) - *The December 1999 Cervinara landslides: further debris flows in pyroclastic deposits of Campania (southern Italy)*. Bull. Eng. Geol. Env., **60**(3), 171-184.
- GUADAGNO F.M. (1991) - *Debris flows in the Campanian volcanoclastic soils (Southern Italy)*. Proc. Int. Conf. on «Slope stability engineering developments and applications», Isle of Wight, 109-114. Thomas Telford, London.
- GUADAGNO F.M., PALMIERI M., SIVIERO V., VALLARIO A. (1988) - *La frana di Palma Campania*. Geol. Tecnica, **4**, 18-29.
- GUIDA M. (2001) - *Aspetti geomorfologici*. In A. Vallario, «*Il dissesto idrogeologico in Campania*», 80-97, CUEN, Napoli.
- HUNGR O., EVANS S.G., BOVIS M.J., HUTCHINSON J.N. (2001) - *A review of the classification of landslides of the flow type*. Environmental and Engineering Geoscience, **7**, 221-238.
- LAZZARI A. (1954) - *Aspetti geologici dei fenomeni verificatisi nel Salernitano in conseguenza del nubifragio del 25-26 ottobre 1954*. Boll. Soc. Natur. in Napoli, **63**, 131-142.
- LUONGO G., CORBO A., GRASSO E., POPOLO M. (2000) - *Progetto esecutivo lavori di consolidamento pendii Sambuco e Panaro, comune di Ariano Irpino (AV) - Relazione geologica*. Relazione tecnica inedita
- MAZZOLENI S. E COLLABORATORI (2000, 2001) - *Analisi del sistema suolo-vegetazione del Comune di Napoli in relazione alle dinamiche di instabilità dei versanti e definizione di linee guida di intervento*. Centro Interuniversitario per la Prevenzione e Previsione dei Grandi Rischi (C.U.G.Ri.), Relazioni tecnico-scientifiche inedite.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1965) - *I movimenti franosi in Italia*. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Roma.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO (2003) - *Pianificazione territoriale provinciale e rischio idrogeologico Previsione e tutela - Report aprile 2003*. Documento consultabile sul sito <http://www.minambiente.it/Sito/pubblicazioni/documenti.asp>.
- PENTA F., LUPINO R., CAPOZZA F., ESU F. (1954) - *Effetti dell'alluvione del 26 ottobre 1954 nel Salernitano*. Geotecnica, **6**, 3-16.
- SAULI G. (1999) - *Casistica di interventi di Ingegneria Naturalistica: costi e risultanze*. Atti Conv. «Efficacia e costi degli interventi di Ingegneria Naturalistica», Trieste 1999, pp. 131-136.