

MARCO PICCARRETA (\*), DOMENICO CAPOLONGO (\*), MARIO BENTIVENGA (\*\*)  
& LUIGI PENNETTA (\*)

## INFLUENZA DELLE PRECIPITAZIONI E DEI CICLI UMIDO-SECCO SULLA MORFOGENESI CALANCHIVA IN UN'AREA SEMI-ARIDA DELLA BASILICATA (ITALIA MERIDIONALE)

**ABSTRACT:** PICCARRETA M., CAPOLONGO D., BENTIVENGA M. & PENNETTA L., *Precipitation and dry-wet cycles influence on badland development in a semi-arid area of Basilicata region (Southern Italy)*. (IT ISSN 1724-4757, 2005).

This paper deals with the analysis of the role of the rainfall on the development of badlands in a semi-arid area of eastern Basilicata, located between the middle valley of the Basento river and the middle-lower valley of the Sinni river. The badlands develop principally on Plio-Pleistocene silty and marly clays, so it is possible to eliminate the lithology as study parameter. Some parameters such as erosivity, mean recurrence of precipitation events of different magnitudes, mean dry and wet spell lengths, maximum number of dry and wet consecutive days have been calculated relatively to the period 1951-2000. The results show that rainfall plays an important role on soil erosion. In the whole study area the frequency and the length of dry periods tend to increase whereas the number of the consecutive wet days tends to decrease. In particular, anyway, it results that the pluviometric regime works differently in the Northern and Southern sub-areas. In the former, incised by the Basento river, erosivity and mean frequency of extreme events decidedly decrease; in the latter, including the Cavone, Agri and Sinni rivers, erosivity and extreme events with > 30 mm magnitude increase. As a consequence pseudokarst and mass-movements are widespread in the Southern area, while rilling and gully control the badland evolution in the Northern area.

**KEY WORDS:** Badlands, Rainfall dynamics, Dry-wet cycles, Basilicata, Southern Italy.

**RIASSUNTO:** PICCARRETA M., CAPOLONGO D., BENTIVENGA M. & PENNETTA L., *Influenza delle precipitazioni e dei cicli umido-secco sulla morfogenesi calanchiva in un'area semi-arida della Basilicata (Italia Meridionale)*. (IT ISSN 1724-4757, 2005).

(\*) Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università degli Studi di Bari, via Orabona 4 - Bari.

(\*\*) Dipartimento di Scienze Geologiche, Università degli Studi della Basilicata, Contrada Macchia Romana - Potenza.

Oggetto del presente studio è l'analisi del ruolo svolto dalle precipitazioni sullo sviluppo della morfogenesi calanchiva in un'area semi-arida della Basilicata, attraverso il calcolo, dal 1951 al 2000, di differenti parametri: erosività, tempi di ritorno medi di eventi di magnitudo critica, lunghezza media dei periodi secchi e umidi, massimo numero di giorni secchi e umidi consecutivi. I risultati mostrano come le precipitazioni giochino un ruolo determinante nel controllo dell'erodibilità dei suoli. Per tutta l'area di studio si registra una tendenza omogenea all'incremento della frequenza e della durata dei periodi secchi ed una costante diminuzione dei giorni umidi consecutivi. In dettaglio, tuttavia, il regime pluviometrico produce, nella stessa area, effetti differenti a Nord e a Sud, tanto da poter distinguere una sub-area settentrionale, solcata dal Basento, in cui si registra un netto decremento dell'erosività e della ricorrenza media di eventi estremi ed una sub-area meridionale, comprendente Cavone, Agri e Sinni, caratterizzata da un incremento dell'erosività e della frequenza di eventi estremi, con intensità superiore ai 30 mm giornalieri. Il tutto si traduce in differenti lavori geomorfici, intesi come capacità delle precipitazioni di asportare materiale e di modificare il paesaggio, con le aree meridionali caratterizzate da fenomeni pseudocarsici e movimenti di massa e le aree settentrionali con evoluzione calanchiva che procede per effetto prevalente del ruscellamento concentrato.

**TERMINI CHIAVE:** Morfogenesi calanchiva, Andamento delle precipitazioni, Cicli umido-secco, Basilicata, Italia Meridionale.

### INTRODUZIONE

Il ruolo dei cambiamenti climatici sull'erosione del suolo sta assumendo sempre maggiore importanza; è opinione diffusa che l'agente climatico di maggior impatto sui processi erosivi sia rappresentato dalla pioggia, da cui dipende lo sviluppo della copertura vegetale ed il deflusso superficiale (Mulligan, 1998). In particolare, il potenziale erosivo è legato alla capacità delle precipitazioni e del deflusso superficiale di realizzare «lavoro geomorfico» nel senso di asportare materiale e di modificare il paesaggio (Wolman & Miller, 1960). Pertanto, uno dei principali fattori che influenzano l'erosione dei versanti è rappresenta-

to, come noto, dalla frequenza di eventi piovosi di differente intensità (Baker, 1977).

Scopo del presente lavoro è quello di valutare gli effetti che hanno i cambiamenti della frequenza e dell'intensità delle precipitazioni sui processi erosivi in un'area semi-arida della Fossa Bradanica in Basilicata caratterizzata da morfogenesi calanchiva.

Naturalmente poiché sui processi erosivi ha grande importanza anche l'alternanza di periodi secchi e di periodi umidi (Imeson & Verstraten, 1986) è stata esaminata anche la distribuzione temporale di questi cicli. I parametri climatici considerati ricadono in un lasso di tempo compreso tra il 1951 ed il 2000.

Studi del genere sono stati di recente condotti in diverse aree mediterranee (Calvo-Cases & Harvey, 1996; Cantón & alii, 2001). In Basilicata, a parte alcuni lavori di carattere soprattutto qualitativo (Alexander, 1982; Rendell, 1982), non esistono ricerche in proposito; pertanto, si è sentita l'esigenza di condurre uno studio specifico tenendo conto delle peculiarità climatiche sopra menzionate.

## L'AREA DI STUDIO

L'area di studio ricade nella Fossa Bradanica, in particolare tra la media valle del Basento e la media e bassa valle del Sinni, comprendendo buona parte dell'alto e medio bacino dei fiumi Cavone e Agri (fig. 1).

I terreni affioranti sono ascrivibili alla Formazione delle Argille subappenniniche del Plio-Pleistocene, sulle quali poggiano localmente, sabbie e conglomerati del Pleistocene Superiore (Boenzi & alii, 1976). Nella media valle del Basento lo spessore di questa formazione è superiore ai 500 m (Rendell, 1982), mentre nel bacino di Sant'Arcangelo (Val d'Agri), sono stati stimati spessori fino a 900 m (Lentini & Vezzani, 1974).

I calanchi si impostano principalmente sulle argille e, solo nei dintorni di Aliano, su argille con percentuale maggiore in sabbia (fig. 2).

Il clima è tipicamente mediterraneo, con inverni miti ed estati calde e secche, con le temperature medie minime che variano da 4,20 °C (Stigliano) a 7,65 °C (Montalbano Jonico) e le temperature medie massime da 22,00 °C (Stigliano) a 25,55 °C (Montalbano Jonico). L'altezza media annua delle piogge nelle stazioni varia da 751,8 mm a Stigliano, a 601,4 mm a Pomarico; i massimi oscillano tra i 102,2 mm registrati in dicembre alla stazione di Tursi ed i 72,7 mm di novembre alla stazione di Grottole, mentre i minimi, in agosto, tra i 20,7 mm di Pomarico e i 30 mm di Grassano.

## DATI E METODI

In questo lavoro sono stati utilizzati dati pluviometrici giornalieri dal 1951 al 2000, relativi a sei stazioni (tab. 1)

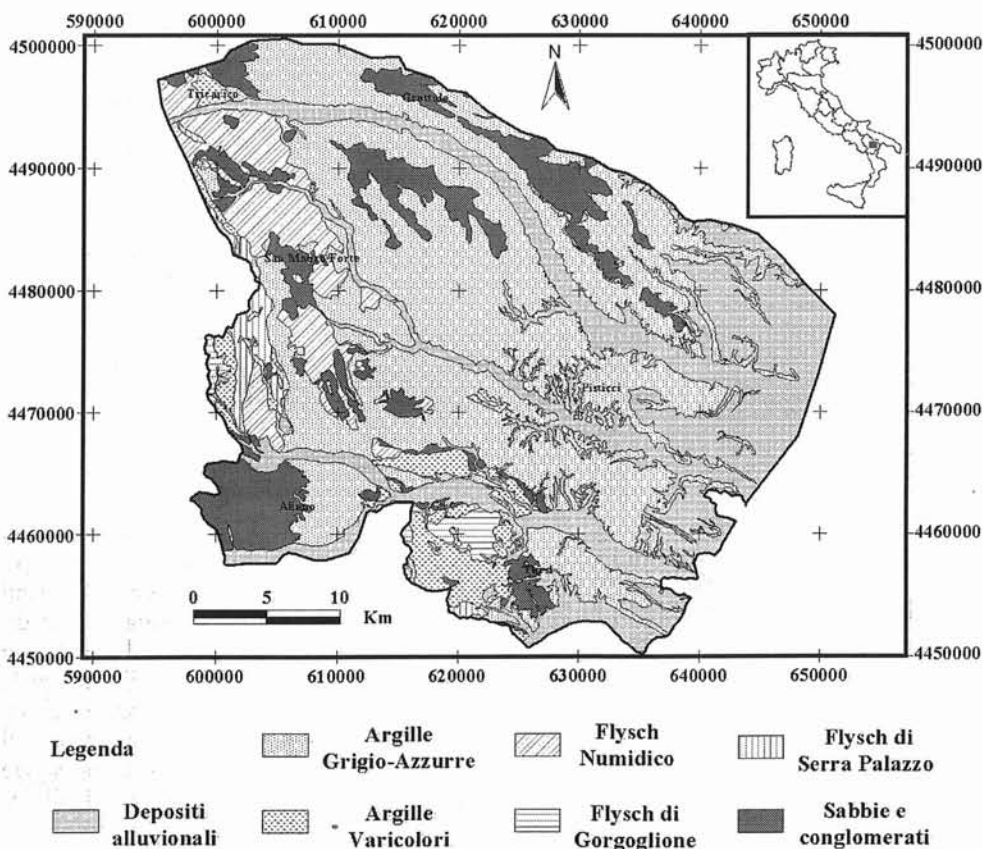


FIG. 1 - Carta litologica dell'area di studio (fonte F° 200 Tricarico, II Ed. 1968; F° 201 Matera, II ed. 1969; F° 212 Montalbano Jonico, II ed. 1965).

FIG. 2 - Distribuzione delle aree calanchive nell'area di studio.

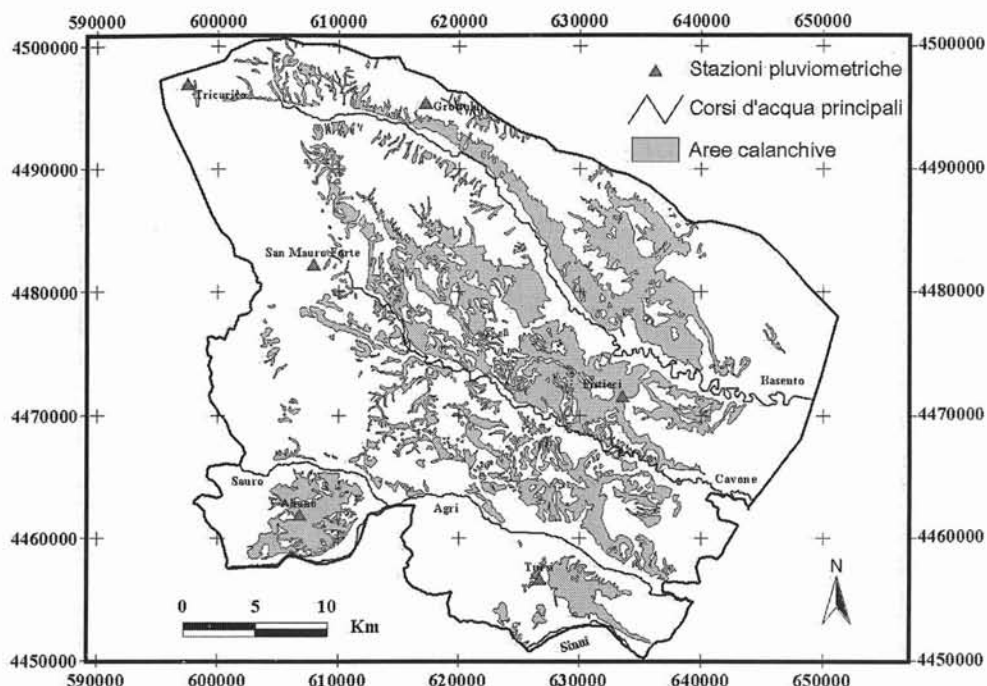


TABELLA 1 - Coordinate geografiche delle stazioni di studio

|                   | Latitudine | Longitudine | Quota (m. s.l.m.) |
|-------------------|------------|-------------|-------------------|
| 1 Aliano          | 40°18'00"  | 16°15'24"   | 497               |
| 2 Grottole        | 40°36'00"  | 16°21'24"   | 481               |
| 3 Pisticci        | 40°23'00"  | 16°34'24"   | 364               |
| 4 San Mauro Forte | 40°29'00"  | 16°16'24"   | 565               |
| 5 Tricarico       | 40°37'00"  | 16°11'24"   | 698               |
| 6 Tursi           | 40°15'00"  | 16°29'24"   | 348               |

del Servizio Idrografico Italiano, distribuite nell'area di studio e selezionate in base alla maggiore integrità delle serie e alla loro insistenza su terreni prevalentemente argillosi e confrontabile energia del rilievo. Tale scelta permette così di poter eliminare la litologia e la pendenza come fattori discriminanti i diversi processi erosivi nelle aree di studio.

La qualità dei dati è stata verificata attraverso un processo di omogeneizzazione e, quando le serie hanno presentato piccole lacune, si è proceduto alla ricostruzione dei dati mancanti attraverso la regressione lineare semplice e multipla (Piccarreta & alii, 2004).

Per valutare il potere erosivo della pioggia è stato calcolato, per ogni stazione, il *rainfall-runoff R factor* della Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier & Smith, 1978), che esprime sia l'azione dell'erosione da impatto della pioggia che quella derivante dallo scorrimento superficiale. Il fattore *R* è dato, per ogni evento pluviometrico erosivo, dal prodotto dell'energia specifica totale dell'evento *E* (MJ/ha) per la sua massima intensità in 30',  $I_{30,max}$  (mm/h). L'erosività totale per ogni anno è data dalla somma delle erosività relative ad eventi dello stesso anno;

la media dell'erosività annua su un periodo di almeno 22 anni, come suggerito dagli stessi autori, costituisce l'erosività media. Pertanto è richiesta la conoscenza dell'andamento delle precipitazioni a passo temporale breve (15-60 minuti), ricavabile solo dalle registrazioni ai pluviografi.

Data l'assenza di molte delle informazioni necessarie, diversi autori (Arnoldus, 1977; Renard & Freimund, 1994; de Santos Louriero & de Azevedo Coutinho, 2001) hanno sperimentato nuovi parametri che richiedono semplicemente la conoscenza dei dati mensili ed annui, trovando una discreta correlazione con il fattore *R*.

Tutti questi metodi, tuttavia, non sembrano descrivere efficacemente la reale erosività, poiché di fatto non tengono in considerazione la frequenza con cui si realizzano eventi piovosi di intensità critiche (De Ploey & alii, 1991). È stato pertanto applicato un metodo per quantificare un appropriato fattore di erosività, seguendo lo stesso approccio proposto da Mannaerts & Gabriel (2000a) per Capo Verde, che permette di elaborare un'equazione dell'erosività utilizzando dati orari.

Sono state considerate le serie pluviometriche orarie e giornaliere, dal 1998 al 2003, di tre stazioni del Servizio Agrometeorologico Lucano (SAL), Brindisi di Montagna (lat. 40° 38' N, long. 15° 58' E, quota: 656 m a.m.s.l.), Montalbano Jonico (lat. 40° 17' N, long. 16° 35' E, quota: 153 m a.m.s.l.) e Nemoli (lat. 40° 06' N, long. 15° 48' E, quota: 450 m a.m.s.l.), ben distribuite su tutto il territorio regionale, così da definire una equazione valida per tutta la Basilicata. Tale scelta è stata giustificata dalla posizione geografica, dall'integrità delle serie e, come si vedrà in seguito, sulla base del simile comportamento dell'intensità di precipitazione.

Sono stati considerati solo dati orari relativi ad eventi piovosi giornalieri  $\geq 10$  mm, considerando questa una soglia oltre la quale si innescano processi di *runoff* sui calanchi (Mannaerts & Gabriels, 2000b; Cantòn & alii, 2001; Boardman & alii, 2003); ne è derivato un data-set di 72 mesi, consistente in 421 eventi erosivi.

Per il calcolo del valore dell' $I_{30,max}$  per ognuno dei 421 eventi, è stata applicata la funzione di Montana (in: Bernard, 1932):

$$i_{max}(t) = \frac{a}{t^b}$$

dove  $i_{max}(t)$  è la massima intensità al tempo  $t$  ( $\text{mm h}^{-1}$ ),  $t$  è il tempo (h) e  $a$  e  $b$  sono parametri che rappresentano, in forma sintetica, il decadimento della media dell'intensità massima della precipitazione attesa per incremento della durata dell'evento.

La funzione di Montana è stata applicata, per ogni evento, al valore massimo dell'intensità relativo a 1, 2, 3, 6, 12 e 24 ore. Come si evince bene dalla fig. 3, l'andamento dell'intensità è molto simile in tutte le stazioni investigate.

L'energia cinetica per ogni evento è stata calcolata utilizzando le relazioni proposte da Wischmeier & Smith (1978) e Brown & Foster (1987). Per ogni evento erosivo l'energia cinetica è stata moltiplicata con il relativo  $I_{30,max}$ ,

così da quantificare l'erosività relativa. Quindi è stata effettuata una trasformazione log-log dei dati, e, successivamente, è stato applicato un modello di regressione lineare dell'erosività relativa all'ammontare giornaliero (Mannaerts & Gabriel, 2000a).

Ne sono derivate le relazioni:

$$\log EI_{30} = 1.86 \log P_{24} - 0.964 \quad (\text{Eq. 1a})$$

$$EI_{30} = 0.1087 (P_{24})^{1.86} \quad (\text{Eq. 1b})$$

dove  $EI_{30}$  è l'erosività espressa in  $\text{MJ ha}^{-1} \text{mm h}^{-1}$  e  $P_{24}$  l'evento pluviometrico erosivo espresso in mm.

L'equazione 1b presenta il vantaggio di utilizzare dati pluviometrici giornalieri per il calcolo dell'erosività ed è stata applicata alle serie pluviometriche giornaliere dal 1951 al 2000 delle sei stazioni considerate.

Allo scopo di verificare quale è la distribuzione media di eventi di differente intensità sono stati considerati i seguenti parametri:

- numero annuo di giorni piovosi compreso tra 10 e 30 mm;
- numero annuo di giorni piovosi compreso tra 30 e 50 mm;
- numero annuo degli eventi piovosi maggiori di 50 mm.

Questo tipo di suddivisione è supportata dall'analisi pluviometrica (tab. 2) effettuata in riferimento ad eventi

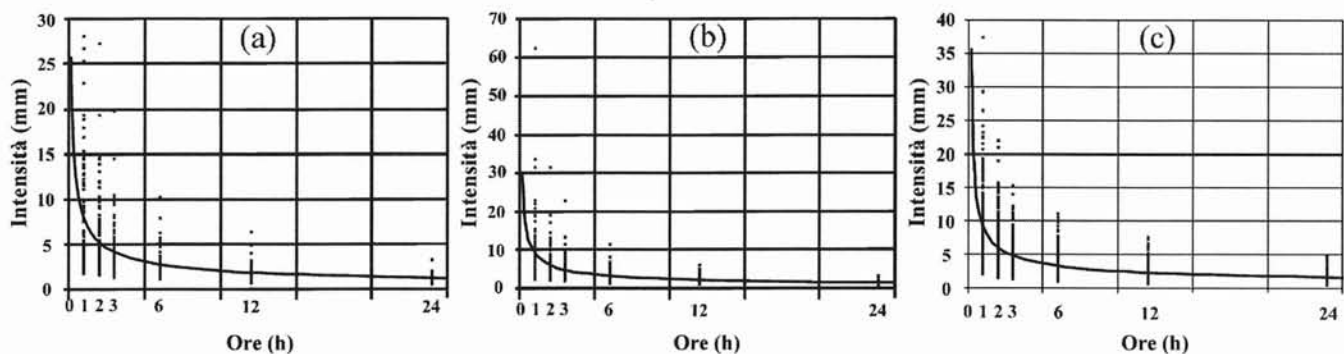


FIG. 3 - Andamento della funzione di Montana relativa alle serie di studio di Brindisi di Montagna (a), Montalbano Jonico (b) e Nemoli (c) (I in mm/h).

TABELLA 2 - Elenco degli eventi alluvionali (corsivo chiaro), franosi (corsivo scuro) e franoso-alluvionali (tondo chiaro) dal 1951 al 2000. In ogni colonna si riportano i dati della precipitazione cumulata giornaliera relativa al giorno o ai giorni in cui si sono verificati gli eventi

|                    | Aliano              | Grassano            | Grottole            | Pisticci            | Pomarico            | S.M. Forte          | Stigliano         | Tricarico          | Tursi               |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 27-28/12/1957      | 34.0 + 10.0         | 4.9 + 10.2          | 7.2 + 15.4          | 17.4 + 23.5         | 10.1 + 29.9         | 38.5 + 21.0         | 43.0 + 11.0       | 8.8 + 4.8          | 23.0 - 40.9         |
| 22/04/1959         |                     |                     |                     | 20.6 + 31.2         |                     |                     |                   |                    |                     |
| 24/11/1959         | 27.0 + 24.0 + 101.0 | 16.0 + 36.0 + 137.2 | 13.4 + 77.5 + 110.1 | 15.8 + 61.0 + 314.7 | 17.1 + 57.0 + 272.1 | 36.8 + 45.2 + 124.1 | 0.0 + 23.0 + 2.0  | 13.4 + 16.0 + 93.2 | 25.2 + 41.3 + 162.4 |
| 16-17/01/1961      | 20.0 + 81.0         | 1.3 + 81.4          | 30.0 + 20.0         | 18.8 + 112.1        | 6.4 + 90.0          | 24.2 + 129.9        | 0.0 + 9.6         | 13.4 + 35.6        | 26.3 + 97.6         |
| 8-9/10/1966        | 50.0 + 40.0         | 39.0 + 22.2         | 31.0 + 24.0         | 48.2 + 35.3         | 43.0 + 34.3         | 30.4 + 30.2         | 65.0 + 33.0       | 17.8 + 18.2        | 35.9 + 20.4         |
| 18-19/01/1972      | 21.0 + 114.6        | 41.0 + 72.0         | 45.7 + 1.1          | 32.4 + 84.2         | 96.5 + 94.6         | 60.2 + 173.9        | 51.0 + 305.1      | 52.2 + 184.2       | 63.4 + 194.9        |
| 30/03/1973         |                     |                     |                     | 142.5 in 7 gg       |                     |                     |                   |                    |                     |
| 18, 19, 20/11/1976 | 15.0 + 67.2 + 0.0   | 33.0 + 50.0 + 22.4  | 29.3 + 49.3 + 34.2  | 25.2 + 54.4 + 10.2  | 11.2 + 41.4 + 7.0   | 34.0 + 40.0 + 8.6   | 15.0 + 36.0 + 1.0 | 35.4 + 45.8 + 18.6 | 24.0 + 70.0 + 31.1  |
| 18/02/79           | 39.2                | 0.0                 | 0.0                 | 54.9                | 38.2                | 54.0                | 30.2              | 0.0                | 62.1                |
| 30/12/1984         |                     |                     |                     | 155.9 in 2 gg       |                     |                     |                   | 1140 in 2 gg       |                     |
| 16-17/01/1985      | 12.0 + 25.3         | 8.0 + 11.6          | 7.5 + 10.9          | 12.9 + 18.8         | 25.0 + 21.0         | 7.0 + 43.5          | 9.3 + 19.5        | 5.1 + 7.5          | 63 + 11.8           |

franosì e alluvionali censiti (Caloiero & Mercuri, 1982; Progetto AVI) dal 1951 al 1985. Si evince che in corrispondenza di eventi giornalieri con intensità maggiori di 10 mm si innescano fenomeni di deflusso superficiale e di dilavamento. Eventi superiori a 30 mm sono da considerarsi già come eventi estremi, capaci di causare fenomeni alluvionali, mentre eventi con un quantitativo di precipitazioni maggiore di 50 mm possono considerarsi come eventi torrenziali (Ming-ko Woo & alii, 1997), in corrispondenza dei quali si possono innescare, oltre ad alluvioni, anche diffusi processi di evoluzione rapida dei versanti.

Per ognuna di queste classi è stato calcolato il tempo medio di ritorno rispetto a tutto il periodo 1951-2000 e per il decennio 1991-2000, che mostra i cambiamenti recenti più significativi.

Data l'importanza del ruolo giocato dai cicli umido-secco e, soprattutto dalla loro durata, sono stati calcolati, per ogni anno, il massimo numero di giorni secchi consecutivi, massimo numero di giorni umidi consecutivi, nume-

ro di giorni secchi consecutivi che precedono eventi piovosi maggiori di 10, 30 e 50 mm, numero di giorni umidi consecutivi che precedono eventi piovosi maggiori di 10, 30 e 50 mm, intervallo medio dei periodi umidi, intervallo medio dei periodi secchi.

## RISULTATI

L'erosività totale annua è stata analizzata e i risultati sono riportati in tab. 3. L'andamento grafico dei trend (fig. 4) mostra chiaramente che nell'area di studio sono riconoscibili due sub-aree ad opposta tendenza: una sub-area settentrionale, coincidente con il bacino del Basento, con le stazioni di Grottole (481 m s.l.m.), Pisticci (364 m s.l.m.) e Tricarico (698 m s.l.m.), caratterizzata da un brusco decremento dell'erosività, inferiore ai 1000 MJ ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup> e una sub-area meridionale, includente il bacino del Cavone e i medi bacini dell'Agri e del Sinni, con le stazioni di Aliano (497 m s.l.m.), San Mauro Forte (565 m s.l.m.) e Tursi

TABELLA 3 - Precipitazione media annua, erosività e indici derivati per le stazioni di studio (<sup>1</sup> in mm, <sup>2</sup> in MJ ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup>). \* Non sono stati considerati per Pisticci e Tursi gli eventi rispettivamente del 24/11/1959 (314,7 mm) e del 6/11/1976 (230,2 mm) perché con precipitazioni eccezionali ed uniche nel periodo di studio

|   | Aliano | Grottole | Pisticci | S. Mauro Forte | Tricarico | Tursi   |
|---|--------|----------|----------|----------------|-----------|---------|
| Precipitazione media annua <sup>1</sup>         | 737.8  | 549.4    | 580.7    | 703.0          | 575.6     | 720.7   |
| Precipitazione massima annua <sup>1</sup>       | 1090.0 | 958.4    | 1239.7   | 1127.6         | 1182.1    | 1256    |
| Precipitazione massima giornaliera <sup>1</sup> | 156.1  | 135.0    | 314.7    | 173.9          | 184.2     | 230.2   |
| Erosività media annua <sup>2</sup>              | 1011.7 | 750.9    | 843.9*   | 1012.3         | 709.8     | 1437.5* |
| Erosività massima annua <sup>2</sup>            | 3377.8 | 1928.8   | 6297.7   | 3269.2         | 3323.57   | 4348.49 |
| Erosività massima giornaliera <sup>2</sup>      | 1306.0 | 996.9    | 4811.9   | 1596.6         | 1776.9    | 2690.0  |

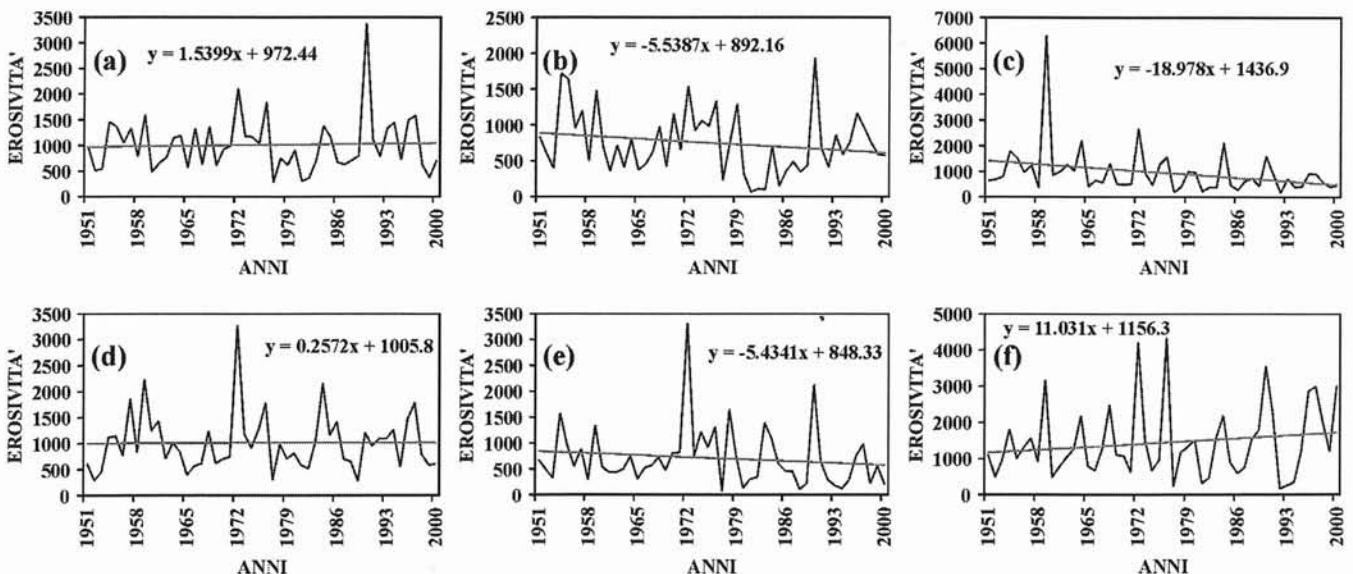


Fig. 4 - Andamenti dell'erosività totale annua (MJ ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup>) per le stazioni di Aliano (a), Grottole (b), Pisticci (c), San Mauro Forte (d), Tricarico (e) e Tursi (f) dal 1951 al 2000.

(348 m s.l.m.), caratterizzata da una tendenza positiva, con i valori dell'erosività superiori ai 1000 MJ ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup>.

È evidente, inoltre, per tutte le stazioni, una notevole variabilità interannuale; il valore annuo medio più alto di erosività si registra a Tursi con 1437,5 MJ ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup>, mentre il più basso a Tricarico, con 708,8 MJ ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup>. Tuttavia i valori massimi più alti si sono avuti a Pisticci, in conseguenza del disastroso evento del 24 Novembre 1959, quando in un solo giorno caddero 314,7 mm di pioggia.

Elevati scarti si registrano pure nel numero dei giorni piovosi (tab. 4), con i valori medi più alti per Aliano, con 68,5 mm, e i più bassi a Pisticci, con 50,4 mm. È comunque da precisare che in tutte le stazioni il numero dei giorni piovosi è in netta decrescita.

In questo contesto è importante considerare anche il numero di eventi di intensità compresi tra 10 e 30 mm giornalieri, 30 e 50 mm giornalieri e superiori ai 50 mm giornalieri e i tempi di ritorno medi, per verificare il loro controllo sull'erosività. Dai dati riportati in tab. 5, ancora una volta emerge come le due sub-aree individuate mostrino caratteri diversi.

Nella sub-area settentrionale v'è una netta diminuzione di tutti gli eventi di intensità considerate, come rivelato dall'aumento dei tempi di ritorno medi, salvo che per gli eventi maggiori di 50 mm nella stazione di Grottole, dove, tuttavia, si registra un numero medio annuo degli stessi minore di 1.

Nelle stazioni della sub-area meridionale la tendenza generale è chiaramente verso un aumento della frequenza degli eventi più intensi (> 30 e 50 mm), mentre, eccezion fatta per San Mauro Forte, diminuiscono gli eventi con precipitazioni comprese tra i 10 e i 30 mm.

Per valutare il ruolo dei cicli umido-secco sono stati calcolati, per anno, la lunghezza media degli intervalli secchi e umidi e il massimo numero di giorni secchi e umidi consecutivi. I risultati (tab. 6 e figg. 5 e 6) mostrano che i periodi siccitosi cadono in un intervallo limitato (da 6,9 a 8,1 giorni), con i valori di durata maggiore in corrispondenza delle stazioni orientali, indipendentemente dall'appartenenza alle sub-aree precedentemente individuate.

Per quanto riguarda i periodi umidi consecutivi, i dati (tab. 6 e fig. 7) mostrano una tendenza uniforme al decremento per tutte le stazioni indagate.

Al fine di verificare in modo più esauriente la distribuzione e l'entità degli eventi piovosi in generale, è stato anche effettuato uno studio riguardante il numero medio di giorni secchi e piovosi che precedono eventi di classi di intensità differente (tab. 7). Dai risultati emerge chiaramente come, in media, per tutta l'area di studio, eventi pluviometrici estremi siano preceduti da almeno due giorni piovosi che, quantitativamente, rientrano già nella fascia di soglie geomorfiche critiche (> 30 mm), ad indicare una netta tendenza delle precipitazioni a concentrarsi in periodi di tempo molto brevi, ma di notevole intensità.

TABELLA 4 - Distribuzione media annua di eventi piovosi di differente intensità

|  |       | Aliano | Grottole | Pisticci | S. Mauro Forte | Tricarico | Tursi |
|--|-------|--------|----------|----------|----------------|-----------|-------|
| Numero medio annuo di giorni piovosi           | max   | 98.0   | 79.0     | 80.0     | 85.0           | 89.0      | 81.0  |
|  | media | 68.5   | 51.4     | 50.4     | 61.6           | 59.2      | 55.3  |
|  | min   | 33.0   | 28.0     | 27.0     | 37.0           | 23.0      | 25.0  |
| Numero medio annuo di giorni piovosi >10-30 mm | max   | 34.0   | 26.0     | 30.0     | 26.0           | 26.0      | 28.0  |
|  | media | 22.1   | 14.0     | 14.1     | 16.3           | 14.1      | 17.7  |
|  | min   | 10.0   | 3.0      | 4.0      | 7.0            | 3.0       | 8.0   |
| Numero medio annuo di giorni piovosi >30-50 mm | max   | 9.0    | 8.0      | 9.0      | 9.0            | 7.0       | 8.0   |
|  | media | 3.0    | 2.4      | 2.8      | 3.0            | 2.1       | 3.4   |
|  | min   | 0.0    | 0.0      | 0.0      | 0.0            | 0.0       | 0.0   |
| Numero medio annuo di giorni piovosi > 50 mm   | max   | 4.0    | 3.0      | 6.0      | 4.0            | 5.0       | 7.0   |
|  | media | 1.1    | 0.8      | 1.1      | 1.3            | 0.7       | 2.2   |
|  | min   | 0.0    | 0.0      | 0.0      | 0.0            | 0.0       | 0.0   |

TABELLA 5 - Frequenza media degli eventi di differente intensità

|  |                | Aliano | Grottole | Pisticci | S. Mauro Forte | Tricarico | Tursi |
|--|----------------|--------|----------|----------|----------------|-----------|-------|
| Frequenza media eventi erosivi dal 1951 al 2000 per classi di intensità (gg) | N > 10 - 30 mm | 16.5   | 23.4     | 25.9     | 22.4           | 26.0      | 20.7  |
|  | N > 30 - 50 mm | 123.4  | 121.8    | 128.6    | 123.4          | 170.7     | 108.1 |
|  | N > 50 mm      | 332.1  | 652.3    | 326.1    | 135.3          | 553.4     | 167.6 |
| Frequenza media eventi erosivi dal 1991 al 2000 per classi di intensità (gg) | N > 10 - 30 mm | 17.2   | 25.4     | 29.9     | 21.9           | 32.3      | 26.5  |
|  | N > 30 - 50 mm | 110.7  | 158.8    | 192.3    | 110.7          | 304.4     | 83.0  |
|  | N > 50 mm      | 260.9  | 405.9    | 608.8    | 135.3          | 730.6     | 117.8 |

TABELLA 6 - Durata degli intervalli secchi e umidi dal 1951 al 2000

|   |       | Aliano | Grottole | Pisticci | S. Mauro Forte | Tricarico | Tursi |
|---|-------|--------|----------|----------|----------------|-----------|-------|
| Intervallo medio del periodo secco (gg) | max   | 14.4   | 14.3     | 15.9     | 11.5           | 13.3      | 17.7  |
|   | media | 6.9    | 7.8      | 8.1      | 6.9            | 7.2       | 8.0   |
|   | mm    | 4.7    | 5.5      | 5.5      | 5.0            | 4.4       | 5.1   |
| Max no. di giorni secchi consecutivi    | max   | 105.0  | 106.0    | 114.0    | 128.0          | 110.0     | 141.0 |
|   | media | 40.9   | 43.9     | 45.1     | 38.9           | 39.8      | 44.6  |
|   | mm    | 18.0   | 23.0     | 22.0     | 17.0           | 19.0      | 19.0  |
| Intervallo medio del periodo umido (gg) | max   | 2.3    | 2.1      | 2.1      | 2.2            | 2.2       | 2.1   |
|   | media | 1.7    | 1.6      | 1.6      | 1.7            | 1.7       | 1.6   |
|   | mm    | 1.3    | 1.2      | 1.2      | 1.3            | 1.2       | 1.2   |
| Max no. di giorni piovosi consecutivi   | max   | 13.0   | 9.0      | 9.0      | 10.0           | 10.0      | 11.0  |
|   | media | 5.6    | 5.1      | 4.9      | 5.3            | 5.5       | 5.3   |
|   | mm    | 3.0    | 3.0      | 3.0      | 3.0            | 2.0       | 2.0   |

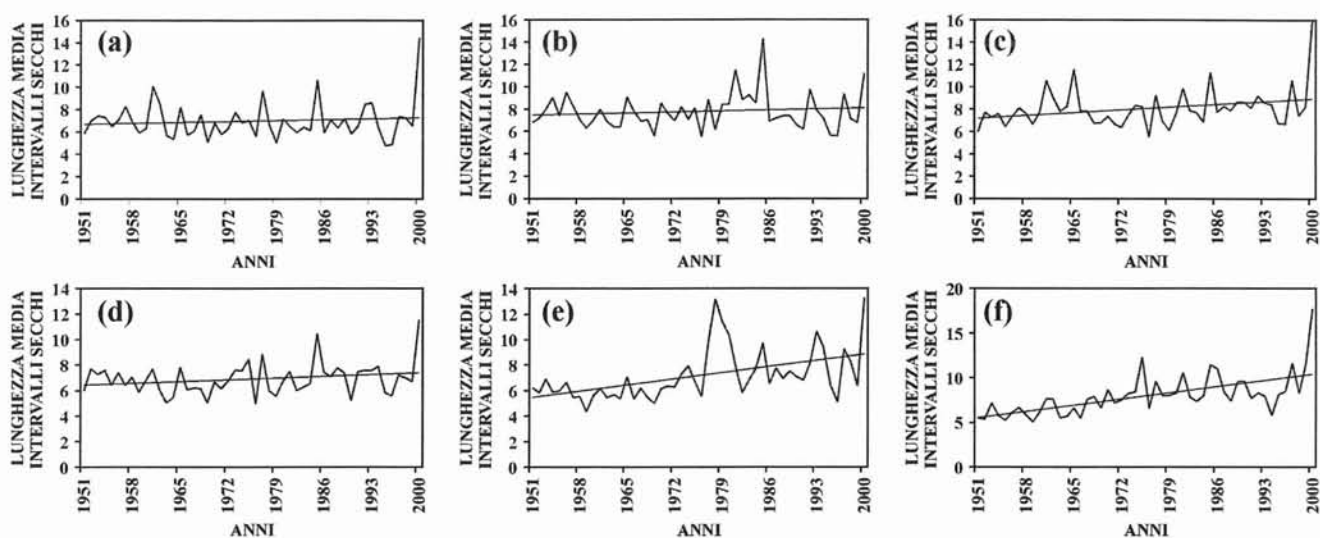


FIG. 5 - Lunghezza media dei periodi secchi (gg) dal 1951 al 2000 (a, b, c, d, e ed f come in fig. 4).

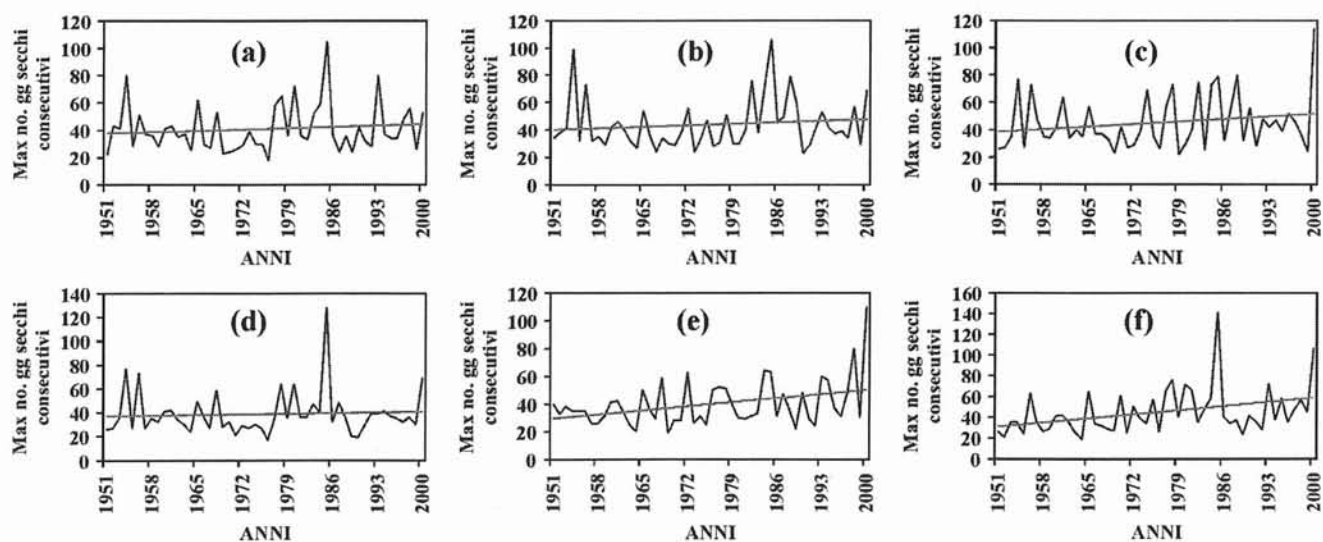


FIG. 6 - Andamento del massimo numero di giorni secchi consecutivi dal 1951 al 2000 (a, b, c, d, e ed f come in fig. 4).

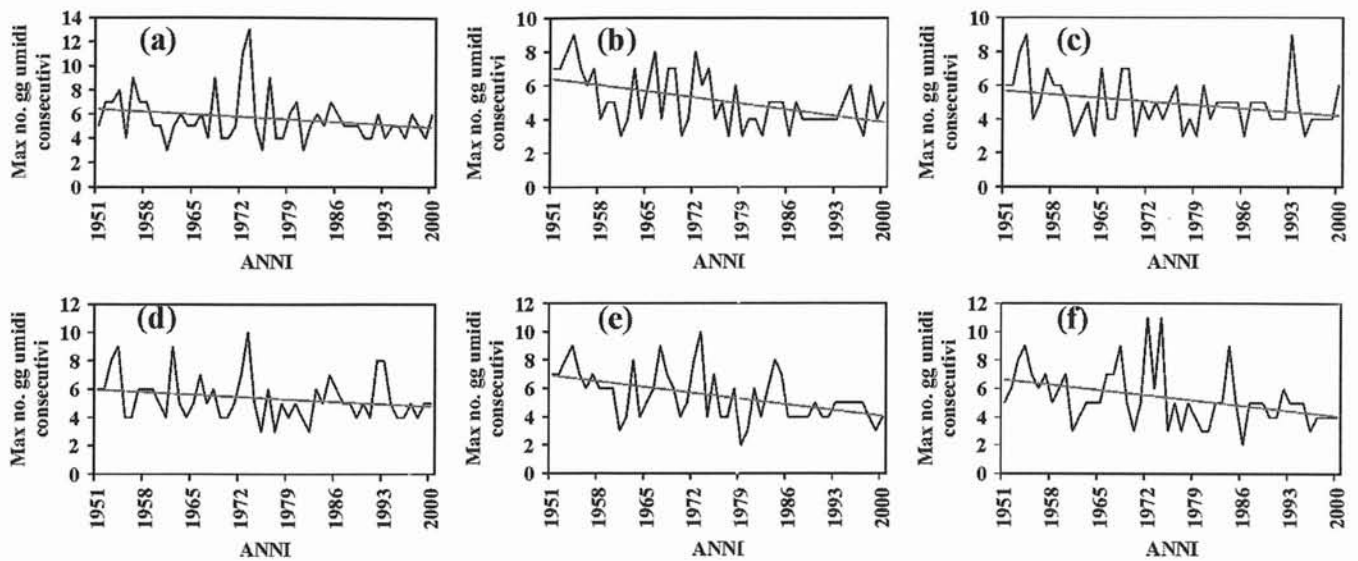


FIG. 7 - Andamento del massimo numero di giorni umidi consecutivi dal 1951 al 2000 (a, b, c, d, e ed f come in fig. 4).

TABELLA 7 - Distribuzione di giorni secchi e umidi antecedenti eventi piovosi di intensità critica

|   | Aliano | Grottole | Pisticci | San Mauro Forte | Tricarico | Tursi |
|---|--------|----------|----------|-----------------|-----------|-------|
| Numero medio di giorni secchi antecedenti eventi > 10 mm  | 9,5    | 8,9      | 9,2      | 8,5             | 7,2       | 12,6  |
| Numero medio di giorni piovosi antecedenti eventi > 10 mm | 2,4    | 1,4      | 1,4      | 1,6             | 1,2       | 1,7   |
| Numero medio di giorni secchi antecedenti eventi > 30 mm  | 9,5    | 7,8      | 9,3      | 10,4            | 10,1      | 12,6  |
| Numero medio di giorni piovosi antecedenti eventi > 30 mm | 2,9    | 2,4      | 2,5      | 2,2             | 2,6       | 2,7   |
| Precipitazione media antecedente eventi >30 mm (mm)       | 36,0   | 28,4     | 34,5     | 32,0            | 33,6      | 42,0  |
| Numero medio di giorni secchi antecedenti eventi > 50 mm  | 8,4    | 11,2     | 11,3     | 7,9             | 16,6      | 10,7  |
| Numero medio di giorni piovosi antecedenti eventi > 50 mm | 2,5    | 2,8      | 2,6      | 2,0             | 2,9       | 2,3   |
| Precipitazione media antecedente eventi >50 mm (mm)       | 43,7   | 34,4     | 38,7     | 38,6            | 46,1      | 54,9  |

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'analisi dei differenti andamenti pluviometrici e della durata e frequenza dei cicli umido-secco in un'area semi-arida della Basilicata (Italia Meridionale), comprendente i medi bacini di Basento, Agri e Sinni e quasi l'intero bacino del Cavone, ha mostrato che la pioggia si rivela un notevole fattore di controllo dell'erosività dei suoli.

È evidente, per tutta l'area di studio, un incremento della lunghezza media degli intervalli secchi, in un intervallo compreso tra 6,9 e 8,1 giorni, e del massimo numero di giorni secchi consecutivi, con i valori più elevati verso la fascia ionica (Est). Di contro, la lunghezza media dei periodi umidi e il numero di giorni piovosi consecutivi sono in netto decremento.

Tuttavia da un'analisi approfondita dei giorni secchi e umidi consecutivi antecedenti eventi di classi di intensità differente, emerge che, in media, questi sono preceduti da almeno due giorni piovosi che, quantitativamente, rientrano già nella fascia di intensità critiche (> 30 mm giornalieri). Questo indica uno scenario pluviometrico attuale con au-

mento della durata degli orizzonti secchi, intervallati da eventi piovosi di elevata intensità, concentrati in 2-3 giorni consecutivi, con evidenti effetti sull'evoluzione rapida dei versanti, valido per tutta l'area di studio.

L'incremento della frequenza e della durata dei periodi aridi, favorisce il crepacciamento e la propagazione dei crepacci in profondità. La piovosità abbondante che precede eventi di intensità critica, saturando i terreni, facilita il lavoro geomorfico degli ultimi, che si traduce in fenomeni di dilavamento (*rilling, gullyng*) e deflusso ipodermico, con rapido incremento del diametro dei pipes e innesco di movimenti di massa.

Più in dettaglio, però, le precipitazioni e le loro dinamiche producono effetti differenti a Nord e a Sud.

È possibile distinguere due sub-aree:

- sub-area settentrionale, solcata dal Basento, con le stazioni di Grottole, Pisticci e Tricarico, in cui si registra un netto decremento dell'erosività della pioggia, legato principalmente al calo della ricorrenza di eventi di intensità compresa tra i 10 e i 30 mm giornalieri, oltre alla scarsa ricorrenza di eventi estremi;

- sub-area meridionale, comprendente Cavone, Agri e Sinni, con le stazioni di Aliano, San Mauro Forte e Tursi, in cui si evince un incremento dell'erosività, come conseguenza dell'aumentata frequenza, soprattutto negli ultimi dieci anni, di eventi estremi, con intensità superiore ai 30 mm giornalieri.

Questo rende conto della maggiore propensione all'erosione delle aree meridionali, dove gli effetti geomorfici innescati dalle precipitazioni sono più intensi. Infatti, dalle analisi di campagna si è evinto come decisamente più diffusi e sviluppati sono i fenomeni pseudocarsici (Farifteh & Soeters, 1999) con formazione di pipes profondi anche 4-5 m e diametro superiore ai 50 cm e movimenti di massa che comportano un'evoluzione rapida dei versanti. Nell'area settentrionale, invece, in risposta al differente regime pluviometrico evidenziato, l'evoluzione dei versanti calanchivi sembra procedere principalmente per effetto del deflusso superficiale e del ruscellamento concentrato (Del Prete & alii, 1997).

#### BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER D.E. (1982) - *Difference between «calanchi» and «biancane» badlands in Italy*. R. Bryan & A. Yair ed., «Badland Geomorphology and piping». Geo Books, Norwich England., 71-88.
- ARNOLDUS H.M.J. (1977) - *Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco*. FAO Soils Bull., 34, 39-51.
- BAKER V.R. (1977) - *Stream-channel response to floods, with examples from central Texas*. Bull. Geol. Soc. Am., 88, 1057-1071.
- BERNARD M.M. (1932) - *Formulas for rainfall intensities of long durations*. Trans. ASCE, 96, 592-624.
- BOARDMAN J., PARSONS A.J., HOLLAND R., HOLMES P.J. & WASHINGTON R. (2003) - *Development of badlands and gullies in the Sneeuberg, Great Karoo, South Africa*. Catena, 50, 165-184.
- BOENZI F., PALMENTOLA G. & VALDUGA A. (1976) - *Caratteri geomorfologici dell'area del foglio Matera*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 527-566.
- BROWN L.C. & FOSTER G.R. (1987) - *Storm erosivity using idealized intensity distributions*. Trans. ASAE, 30, 379-386.
- CALOIERO D. & MERCURI T. (1982) - *Le alluvioni in Basilicata dal 1921 al 1980*. C.N.R. Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Cosenza, 28-53.
- CALVO-CASES A. & HARVEY A.M. (1996) - *Morphology and development of selected badlands in southeast Spain: implications of climatic change*. Earth Surf. Process. Landform, 21, 725-735.
- CANTON Y., DOMINGO F., SOLÉ-BENET A. & PUIGDEFABREGAS J. (2001) - *Hydrological and erosion response of a badlands system in semiarid SE Spain*. Journ. Hydrol., 252, 65-84.
- DEL PRETE M., BENTIVEGNA M., AMATO M., BASSO F. & TACCONI P. (1997) - *Badland erosion processes and their interactions with vegetation: a case study from Pisticci, Basilicata, Southern Italy*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 20, 147-155.
- DE PLOEY J., KIRKBY M. & AHNERT F. (1991) - *Hillslope erosion by rainstorms - a magnitude - frequency analysis*. Earth Surf. Process. Landform, 16, 399-409.
- DE SANTOS LOUREIRO N. & DE AZEVEDO COUTINHO M. (2001) - *A new procedure to estimate the RUSLE EI<sub>30</sub> index, based on monthly rainfall data applied to the Algarve region, Portugal*. Journ. Hydrol., 250, 12-18.
- FARIFTEH J. & SOETERS R. (1999) - *Factors underlying piping in the Basilicata region, southern Italy*. Geomorphology, 26, 239-251.
- IMESON A.C. & VERSTRATEN J.M. (1986) - *Erosion and sediment generation in semi-arid and Mediterranean environments: the response of soils to wetting by rainfall*. Journ. Water Resource, 5, 388-418.
- LENTINI F. & VEZZANI L. (1974) - *Note illustrative del foglio 506 St. Arcangelo*. V. di, I.R.P.I., Cosenza, 46 pp.
- MANNAERTS C.M. & GABRIELS D. (2000a) - *Rainfall erosivity in Cape Verde*. Soil & Tillage Res., 55, 207-212.
- MANNAERTS C.M. & GABRIELS D. (2000b) - *A probabilistic approach for predicting rainfall soil erosion losses in semiarid areas*. Catena, 40, 403-420.
- MING-KO WOO, LUJI HUANG, SHAOXIAN ZHANG & YU LI (1997) - *Rainfall in Guangdong province, South China*. Catena, 29, 115-129.
- MULLIGAN M. (1998) - *Modelling the geomorphological impact of climatic variability and extreme events in a semi-arid environment*. Geomorphology, 24, 59-78.
- PICCARRETTA M., CAPOLONGO D. & BOENZI F. (2004) - *Trend analysis of precipitation and drought in Basilicata from 1923 to 2000 within a Southern Italy context*. Int. Journ. Climat., 24, 907-922.
- PROGETTO AVI - <http://www.avi.gndci.pg.cnr.it>
- RENARD K.G. & FREIMUND J.R. (1994) - *Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE*. Journ. Hydrol., 157, 287-306.
- RENDELL H.M. (1982) - *Clay hillslope erosion rates in the Basento Valley, S. Italy*. Geogr. Ann., 64A, 141-147.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - *Carta Geologica d'Italia. Foglio 200 Tricarico* (II ed. 1968), Foglio 201 Matera (II ed. 1969), Foglio 212 Montalbano Jonico (II ed. 1965), Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- SERVIZIO IDROGRAFICO (1951-2000) - *Annali Idrologici*. Ist. Poligrafico dello Stato, Roma.
- TORRI D., CALZOLARI C. & RODOLFI G. (2000) - *Badlands in changing environments: an introduction*. Catena, 40, 119-125.
- WISCHMEIER W.H. & SMITH D.D. (1978) - *Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*. US Department of Agriculture, Sciences and Education Administration, Agricultural Research, Agriculture Handbook No. 537, 58 pp.
- WOLMAN M.G. & MILLER P. (1960) - *Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes*. Journ. Geol., 68, 54-74.