

## La carta inventario delle frane del Foglio 521 “Lauria” (Italia meridionale)

Domenico Guida<sup>1</sup>, Vincenzo Siervo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dip. Ingegneria Civile, Università Salerno-Via Ponte Don Melillo 84084-Fisciano (SA); Autore corrispondente; dguida@unisa.it, fax:0974/988023

<sup>2</sup>Rilevatore del Foglio 521 “Lauria” (Progetto CARG) – Via Marone, 18, 84030-Monte San Giacomo (SA); vsiervo@unisa.it,

### *Landslide Inventory Map of “Lauria” 521 Sheet, Southern Italy*

**ABSTRACT:** Detailed and complete mapping of existing landslides is the basic source for landslide hazard assessment and management in the areas of concern. During the survey, in the frame of CARG Project, of the Sheet 521 Lauria of the Geological Map of Italy 1:50.000, identification, recognition and mapping of landslides have been carried out from historical records, previous studies, aerial photography and field surveys at 1:5.000/10.000 scale. In most of the key areas of the Sheet from the base geology point of view, the high spatial density of landslide bodies has not allowed either a detailed mapping, on the scale 1:50.000, of their effective distribution, or to characterize their basic elements, like typology, age and state of activity. In consideration of the remarkable environmental and economic incidence of the landslides in the study area, the Authors thought it opportune to establish the Landslide Inventory of the whole Sheet 521 “Lauria”, as complementary thematic map to the geological base map, following the Guide to the Survey of the Geological Map of Italy, III Series, Quaderno n. 1. The original Landslide Base Maps have been digitalized and landslide data have been stored in a Geographical Information System (GIS), following the “Guide of the Italian Landslide Inventory and Recording”, Miscellanea VII, storing the attributes of each landslide event/body in the so-called “IFFI detailed-list form”, at the first level of compilation. It results in a graphical/non graphical digital database of the fully revised available data about landslide in the study area. In total, they have been mapped and stored 2153 individual landslides, affecting 121.21 Km<sup>2</sup>, corresponding to 19.2% of the area of the entire Sheet (630 Km<sup>2</sup>). The constructed GIS makes easily and organically available the dataset of the landslides on a comparable geological dataset for further analytical approach, as well as the statistical analysis of the slope stability controlling factors versus landslide susceptibility/hazard.

*Key terms:* Landslides, Landslide inventory map, landslide index, Lauria, Basilicata, Southern Italy

*Termini chiave:* Frane, Carta inventario delle frane, indice di franosità, Lauria, Basilicata, Italia Meridionale

### **Riassunto**

Durante il rilevamento del Foglio 521 “Lauria” della Carta Geologica d’Italia 1:50.000, nell’ambito del Progetto CARG, sono stati condotti studi per l’identificazione, la cartografia e la caratterizzazione dei fenomeni franosi storicamente registrati, segnalati in letteratura ed acquisiti da analisi multitemporali di foto aeree e rilievi diretti sul terreno alla scala 1:5.000/10.000 e riportati poi alla scala 1:25.000. L’elevata densità territoriale dei corpi di frana in aree significative dal punto di vista stratigrafico e strutturale non ha consentito di rappresentare alla scala 1:50.000 la effettiva distribuzione delle frane, né di caratterizzare gli eventi in termini di elementi costitutivi, tipologia, età e stato di attività.

Si è ritenuto opportuno, pertanto, redigere la Carta Inventario dei Fenomeni Franosi del Foglio 521 “Lauria”, quale cartografia tematica complementare prevista dalla Guida al rilevamento della Carta Geologica d’Italia – Quaderno 1 (SGN, 1992). L’originale d’autore della carta è

stato redatto e successivamente informatizzato seguendo le specifiche contenute nelle “Guide” al censimento ed alla archiviazione dei fenomeni franosi italiani, Miscellanea VII (SGN-CNR, 1996). E’ stata così realizzata una banca dati grafica e digitale che archivia in forma organica e con metodologie *standard* le informazioni essenziali sui fenomeni franosi rilevati nell’area di studio in relazione alla aggiornata geologia di base reinterpretata in termini geolitologici.

### **1. Introduzione**

Il Foglio 521 Lauria della Carta Geologica d’Italia 1:50.000 (Responsabile Scientifico prof. G. Bonardi) è in fase avanzata di realizzazione nell’ambito del Progetto CARG (Legge 67/88) in forza di apposita convenzione tra il Servizio Geologico Nazionale (SGN) ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Durante la redazione della parte applicativa del Foglio (Resp. Guida D.), sono stati condotti studi per la identificazione, caratterizzazione

tipologico-evolutiva e cartografia dei fenomeni franosi.

La rappresentazione degli elementi di interesse applicativo, ed in particolare delle frane, sono stati necessariamente limitati, in funzione della leggibilità della carta, dell'importanza e della significatività delle problematiche della zona rappresentata e della "densità" dei dati geologici, agli aspetti più rilevanti ed ai dati essenziali, che potevano dare maggiore completezza ad una carta geologica di base. In particolare, l'elevata densità territoriale dei corpi di frana in aree significative dal punto di vista stratigrafico e strutturale non ha consentito di rappresentare, alla scala 1:50.000, la effettiva distribuzione delle frane rilevate e cartografate, né di caratterizzare queste in termini di elementi costitutivi, tipologia, età e stato di attività. Tenuto conto che il progetto complessivo di Cartografia Geologica Nazionale prevede la redazione di "carte tematiche" relative ad aspetti non altrimenti rappresentabili sulla base geologica (SGN, 1992, 1994, 1996), si è ritenuto opportuno redigere la Carta Inventario dei Fenomeni Franosi del Foglio 521 "Lauria".

L'area, infatti, è stata storicamente interessata da gravi e permanenti fenomeni franosi che coinvolgono numerosi centri abitati e settori rilevanti di sistemi infrastrutturali, anche in relazione alla pericolosità sismica (Guerricchio, 1986) storicamente registrata ed attesa in base ai dati di sismotettonica più aggiornati (Gruppo di Lavoro INGV, 2004).

Il paesaggio ricompreso nel Foglio, si presenta prevalentemente montagnoso, con morfologia acclive, soprattutto lungo i versanti bordieri dei massicci interni e costieri. Forme più dolci caratterizzano le depressioni morfologiche, dove sono localizzati i maggiori centri abitati (Lauria, Lagonegro, Rivello, Trecchina, Nemoli, Castelluccio Inferiore, ecc.), per lo più occupate da terreni a prevalente componente pelitica e coperture detritico-alluvionali più o meno terrazzate. Tra i rilievi montagnosi, gran parte dei quali superano i 1.000 metri, si ricordano il Gruppo del M. Sirino (m 2005), M. Alpi (m 1.900), Verro Croce (m 1.672) nel Gruppo del M. Raparo, M. La Spina (m 1.672), M. Zaccana (m 1.580) e M. Coccovello (m 1.512). L'idrografia è caratterizzata da alcuni corsi d'acqua principali a regime permanente e con fondovalle alluvionale definito, come il Fiume Noce ed il Fiume Sinni e da numerosi altri corsi d'acqua minori a regime idrologico effimero o stagionale. Si riscontrano, inoltre, alcuni specchi d'acqua naturali di limitata estensione, come il Lago Sirino, di probabile sbarramento per frana, il Lago della Rotonda, di genesi tettono-carsica e, alla base del versante settentrionale di M. Sirino, i due laghetti di sbarramento morenico Laudemio e Zampano ed un bacino artificiale, realizzato mediante una diga in terra poco a valle della confluenza F. Sinni-T. Cogliandrino. Il breve tratto costiero è caratterizzato da costa alta con falesie impostate su calcari stratificati, intercalate da limitate e discontinue spiagge ghiaiose (*pocket beach*).

## 2. L'area di studio

Il Foglio 521 è localizzato tra la fascia tirrenica lucana e la zona di culminazione orografica in corrispondenza dello spartiacque Tirreno-Ionio. Amministrativamente, ricade quasi interamente nella Regione Basilicata (Provincia di Potenza), ad eccezione del settore nord-occidentale compreso nel territorio della Regione Campania (Provincia di Salerno). In esso ricadono per intero i territori comunali di Lagonegro, Castelsaraceno, Rivello, Nemoli, Lauria, Trecchina, Castelluccio Superiore, nonché parte dei territori comunali di Casalbuono, Casaletto Spartano, Sapri, Maratea, Moliterno, Latronico e Castelluccio Inferiore (Fig.1).

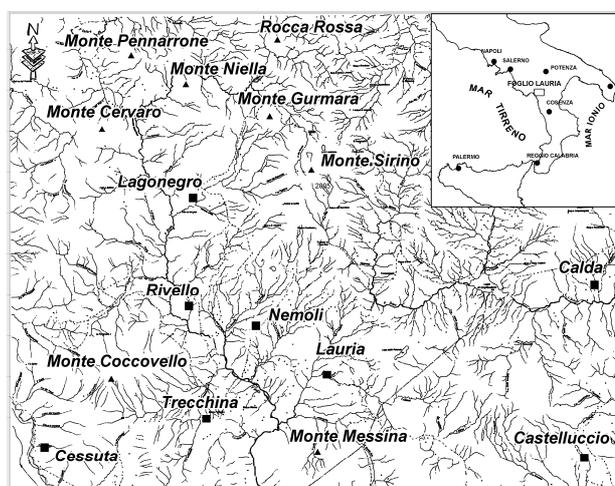


Figura 1: Inquadramento regionale del Foglio 521 "Lauria" e principali elementi fisiografici ed amministrativi  
*Regional setting of "Lauria" 521 Sheet and main physiographic and administrative elements*

## 3. Geologia ed assetto strutturale

Il Foglio 521 "Lauria" è costituito prevalentemente da rocce sedimentarie riferibili a quasi tutte le unità stratigrafico-strutturali riconosciute nell'Appennino campano-lucano, ad eccezione del suo settore sud-orientale, dove affiorano rocce metamorfiche di basso grado (Fig. 2). Le formazioni affioranti vengono tradizionalmente raggruppate in: Unità Interne, derivate dalla deformazione di un'area oceanica tetidea, ed Unità Esterne, derivate dalla deformazione del margine continentale apulo (D'Argenio *et al.*, 1973, 1975). In particolare, il Foglio comprende una delle massime culminazioni assiali della catena sudappenninica, in cui affiorano, in finestra tettonica, le Unità Lagonegresi. Lungo i fianchi dell'alto strutturale, si riscontrano unità tettoniche progressivamente più elevate (Scandone, 1967, 1971, 1972).

Il rilievo di M. Alpi, costituito dall'omonima unità tettonica, rappresenta una struttura di tipo "horst-finestra", la quale, nonostante qualche interpretazione contrastante (Ogniben, 1969; Mostardini & Merlini, 1986; Müller *et al.*,

1988; Casero *et al.*, 1992), è considerata in assoluto la più profonda affiorante nel settore meridionale della catena (Grandjacquet, 1963; Ortolani & Torre, 1971; Ippolito *et al.*, 1975; Sgrosso, 1992; Corrado *et al.*, 2002). Le altre Unità Esterne (Unità Lagonegresi, Monti della Maddalena, Foraporta, Alburno-Cervati-Pollino e Bulgheria-Verbicaro) costituiscono un sistema di *thrust and fold belt* formato da coperture sedimentarie di età compresa tra Trias e Miocene ed originatosi dalla deformazione mio-pleiocenica del margine continentale apulo, già articolato in bacini e piattaforme carbonatiche. Le Unità Interne, raggruppate da Ogniben (1969) nei “complessi” liguride e sicilide, sono rappresentate dalle sole Unità Liguridi (Bonardi *et al.*, 1992), con successioni in facies bacinali, per lo più torbiditiche distali (Formazioni delle Crete Nere e Saraceno), con brandelli di crosta oceanica. Una di esse (Unità del Frido) è interessata da metamorfismo di temperatura molto bassa e pressione relativamente elevata. Nell’insieme, le Unità Liguridi vengono considerati elementi di un prisma di accrezione formatosi lungo un

ramo oceanico contiguo al margine apulo (Bonardi *et al.*, 2001). Sulle Unità Interne poggiano in discordanza depositi di bacino intracatena in facies torbiditica rappresentati essenzialmente dalla Formazione di Albidona (Selli, 1962; Ogniben, 1969; Vezzani, 1970, Zuppeta *et al.*, 1984, Bonardi *et al.*, 1985 e Amore *et al.*, 1992). Sul substrato meso-cenozoico poggiano discordanti depositi quaternari continentali costituiti da depositi detritici cementati del Pleistocene Inferiore presso Castelluccio, dai depositi fluvio-lacustri medio-pleistocenici del Mercure (De Lorenzo, 1898; De Lorenzo & D’Erasmus, 1927; Lona & Ricciardi, 1961; Gemina, 1963 e Conte, 1999) e del Noce (Santangelo, 1991; La Rocca & Santangelo, 1992); Amato & Cinque, 1999; Ascione & Romano, 1999), da alluvioni antiche terrazze, da depositi detritici cementati medio-pleistocenici e da più recenti detriti di frana e piccole placche di travertino, nonché da depositi glaciali di tipo morenico e depositi. Infine, lungo la fascia costiera si riconoscono lembi di depositi marini litorali e ghiaie di spiaggia attuale.

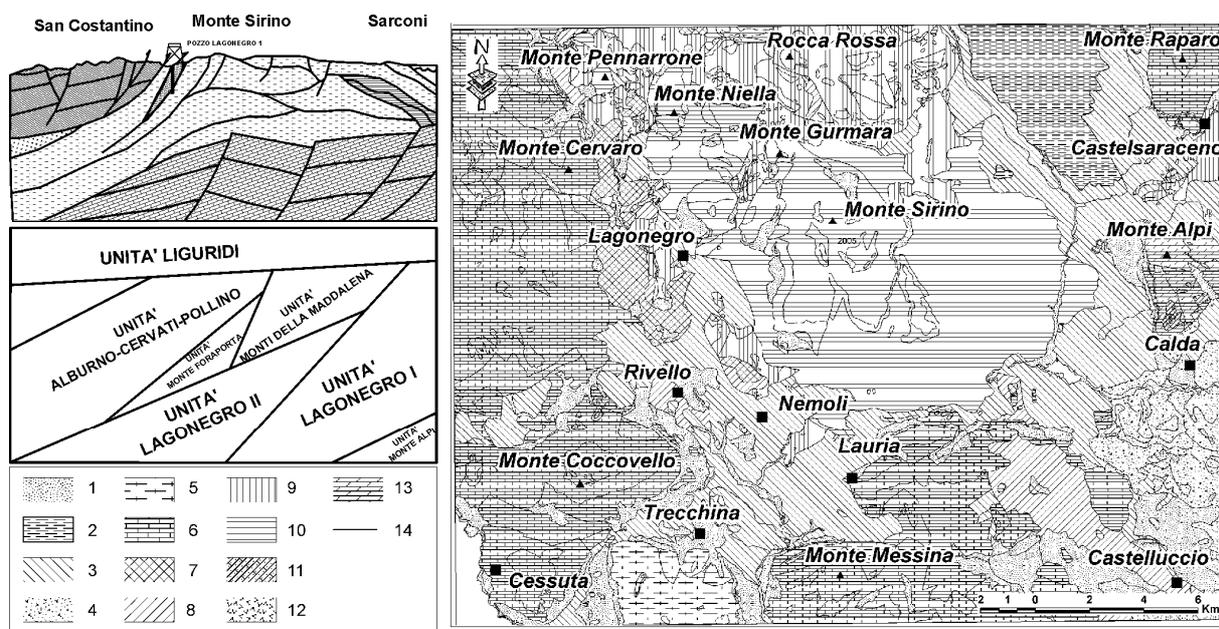


Figura 2: Carta delle unità tettoniche rappresentate nel Foglio 521 “Lauria”; Schema dei rapporti geometrici e Sezione geologica interpretativa modificata da Mostardini & Merlin (1986); Legenda: 1: Quaternario; 2: Formazione di Albidona; 3: Unità Liguridi non metamorfiche; 4: Unità del Frido; 5: Unità Bulgheria-Verbicaro; 6: Unità Alburno-Cervati-Pollino; 7: Unità Monte Foraporta; 8: Unità Monti della Maddalena; 9: Unità Lagonegro II; 10: Unità Lagonegro I; 11: Unità Canale del Grillone; 12: Unità della Calda; 13. Unità Monte Alpi; 14: Contatti tra le unità.

*Tectonic Units outcropping in the “Lauria” 521 Sheet; Sketch of geometric relation between the tectonic units and geological interpretative cross-section; Legend: 1: Quaternary deposits; 2: Albidona Formation; 3: Non metamorphic Liguride Units; 4: Frido Unit; 5: Bulgheria-Verbicaro Unit; 6: Alburno-Cervati-Pollino Unit; 7: Monte Foraporta Unit; 8: Monti della Maddalena Unit; 9: Lagonegro II Unit; 10: Lagonegro I Unit; 11: Canale del Grillone Unit; 12: Calda Unit; 13. Monte Alpi Unit; 14: Contact between Units.*

#### 4. Geomorfologia e dinamica evolutiva quaternaria

Dal punto di vista morfologico, nel Foglio si possono differenziare due settori: quello nord-orientale mostra un rilievo più continuo, interrotto solo da sistemi vallivi di

prevalente incisione fluviale che dissecano le morfostrutture controllate da pieghe e sovrascorrimenti legati alla tettonogenesi compressiva mio-pleiocenica. Il settore sud-occidentale, invece, è contrassegnato da forme di dissezione

fluviale che si associano a morfostrutture tipo *horst-graben*, almeno in parte legato alle fasi tettoniche distensive e transtensive plio-pleistoceniche. La rete idrografica, generalmente di tipo dendritico, si dispone in valli piuttosto incise e con profili trasversali a “V” più o meno aperta a seconda delle litologie interessate e degli stadi evolutivi raggiunti. Sulle formazioni a prevalente composizione pelitica i fianchi vallivi sono in genere poco acclivi e svasati, mentre nelle aree dove affiorano le unità meso-cenozoiche più resistenti, le valli hanno versanti a forte acclività (di norma superiori ai 30°), ad eccezione delle spianate sommitali (Amato&Cinque, 1999) non ancora raggiunte dalla dissezione retrograda innescata dall'*uplift* quaternario (Palmentola et al, 1980). Lungo le fasce di contatto tettonico sub-verticale che giustappongono litologie carbonatiche resistenti e terrigene (es.: versante occidentale del M. Alpi, fianco sinistro della Valle di Maratea e fianco destro della valle del Noce, presso Parrutta), l'erosione differenziale ha creato scarpate ripide in forte evoluzione con alla base estese falde detritiche da crollo, innescando anche deformazioni gravitative profonde

di versante (Guerricchio&Melidoro, 1981; Crescenti *et al.*, 1994; Dramis&Sorriso Valvo, 1994). Nelle aree interessate da colmamenti fluviali e fluvio-lacustri pleistocenici (dintorni di Castelluccio e Trecchina), i lembi residui di morfologie terrazzate sono dissecate da reticoli fluviali a pattern dendritico-angoloso allo stadio giovanile. Nelle aree di affioramento delle successioni calcaree dell'Unità Alburno-Cervati-Pollino si riscontrano spesso le tipiche morfologie carsiche sommitali con doline, uvala e *polje* (ad es.: spianate carsiche di M. Zaccana, M. Messina e M. Coccovello). Sul massiccio del Monte Sirino e più dubitativamente sul M. Alpi, si riconoscono morfologie glaciali relitte costituite da circhi glaciali con associati depositi morenici e laghi di sbarramento morenico (Boenzi e Palmentola, 1972 e Palmentola *et al.*, 1990). Alle fasi fredde pleistoceniche sono da attribuire anche i versanti in rocce lapidee modellate per *slope replacement* sotto l'azione di degradazione areale ed i conoidi detritici e detritico-alluvionali presenti allo sbocco dei sistemi vallivi montani, di cui i più evidenti sono quelli localizzati a Sud di M. La Spina,

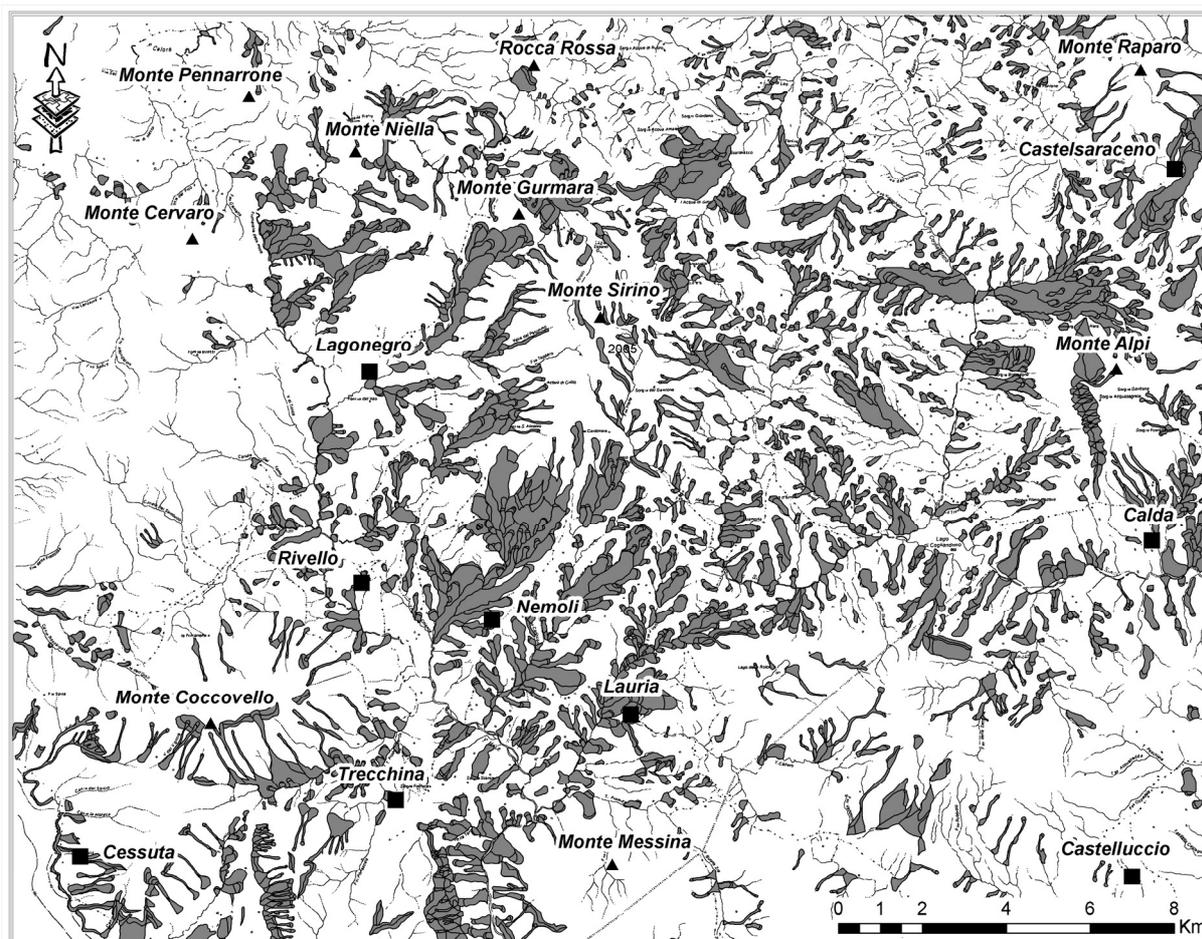


Figura 3: Carta inventario delle frane del Foglio 521 “Lauria” con il reticolo drenante maggiore  
Landslide inventory map of the “Lauria” Sheet with major drainage pattern

Tabella 1: Distribuzione areale delle tipologia di frana in base alla litologia; Legenda: d: detriti; g: ghiaie, sabbie e limi; l: limi, sabbie e argille; B1: formazione regolarmente stratificata con L/P (litoide/pelitico)>1; B2: formazioni contorte con L/P (litoide/pelitico)<1; B3: formazioni caotiche con L/P (litoide/pelitico)<<1; L: formazioni litoidi più o meno fratturate; Aft: Area in frana per tipologia; Afl: Area in frana per litologia; If: Indice di franosità specifico; Ifc: Indice di franosità complessivo

*Areal distribution of landslide typology in relation with lithology; Legend: d: debris&breccia; g: gravel, sand&silt; l: silt, sand&clay; B: stratified formation (R/P(rock/pelite>1); B2: deformed formation (R/P<1; B3: sheared formation (R/P<<1); L: fractured rock formation; Aft: landslide area for each type; Afl: landslide area for each lithology; If: specific landslide index; Ifc: total landslide index for each lithology.*

| LITOLOGIA (Km <sup>2</sup> )    | 35,46              |       | 11,35              |       | 23,79              |      | 46,70              |       | 160,29             |       | 98,10              |       | 255,09             |      | 630,78 |
|---------------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|------|--------|
| TIPOLOGIA                       | d                  | If d  | g                  | If g  | l                  | If l | B1                 | If B1 | B2                 | If B2 | B3                 | If B3 | L                  | If L | Aft    |
|                                 | (Km <sup>2</sup> ) | (%)   | (Km <sup>2</sup> ) | (%)   | (Km <sup>2</sup> ) | (%)  | (Km <sup>2</sup> ) | (%)   | (Km <sup>2</sup> ) | (%)   | (Km <sup>2</sup> ) | (%)   | (Km <sup>2</sup> ) | (%)  |        |
| <b>Crolli&amp;Ribaltamenti</b>  | 1,48               | 4,18  | 0,17               | 1,54  | 0,00               | 0,00 | 0,39               | 0,83  | 0,41               | 0,26  | 0,14               | 0,14  | 7,81               | 3,06 | 10,40  |
| <b>Scorrimenti Rot./Trasl.</b>  | 1,64               | 4,63  | 0,17               | 1,50  | 0,00               | 0,00 | 1,03               | 2,21  | 7,93               | 4,95  | 5,77               | 5,88  | 3,37               | 1,32 | 19,92  |
| <b>Espansioni - DGPV</b>        | 0,85               | 2,39  | 0,46               | 4,06  | 0,00               | 0,00 | 0,16               | 0,34  | 1,91               | 1,19  | 1,47               | 1,50  | 2,36               | 0,93 | 7,21   |
| <b>Colate di terra lente</b>    | 0,13               | 0,37  | 0,03               | 0,24  | 0,00               | 0,00 | 0,07               | 0,15  | 4,29               | 2,68  | 4,88               | 4,97  | 0,39               | 0,15 | 9,79   |
| <b>Colate rapide di detrito</b> | 4,08               | 11,50 | 1,91               | 16,86 | 0,00               | 0,00 | 1,26               | 2,69  | 2,48               | 1,55  | 1,08               | 1,10  | 10,38              | 4,07 | 21,19  |
| <b>Frane complesse</b>          | 1,24               | 3,51  | 0,25               | 2,17  | 0,00               | 0,00 | 1,81               | 3,88  | 21,32              | 13,30 | 15,82              | 16,12 | 3,25               | 1,27 | 43,69  |
| <b>Soil creep</b>               | 0,28               | 0,79  | 0,02               | 0,21  | 0,00               | 0,00 | 0,14               | 0,31  | 0,38               | 0,23  | 1,50               | 1,53  | 0,34               | 0,13 | 2,66   |
| <b>Colate rapide di terra</b>   | 0,13               | 0,37  | 0,19               | 1,64  | 0,00               | 0,00 | 0,36               | 0,76  | 2,67               | 1,66  | 2,66               | 2,71  | 0,34               | 0,13 | 6,35   |
| <b>Afl</b>                      | 9,83               |       | 3,20               |       | 0,00               |      | 5,21               |       | 41,41              |       | 33,32              |       | 28,23              |      | 121,21 |
| <b>Ifc</b>                      | 27,74              |       | 28,22              |       | 0,00               |      | 11,16              |       | 25,83              |       | 33,97              |       | 11,07              |      |        |

## 5. La Carta Inventario delle Frane

La carta inventario delle frane rappresenta la forma più semplice di cartografia delle frane (Hansen, 1984; Wiczorek, 1984; UNESCO, 1985, WP/WLI, 1993; Soeters&Van Westen, 1996 ) e costituisce il punto di partenza per ulteriori analisi sulla pericolosità da frana di un territorio (Guzzetti *et al.*, 2000; Cardinali *et al.*, 2002) e per implementare corretti e razionali processi decisionali di pianificazione territoriale e di sviluppo socio-economico (Brabb *et al.*, 1989; Schuster, R.L., 1996 ). In generale, riporta la localizzazione, la delimitazione e, se nota, la data o l'epoca di occorrenza, nonché la tipologia e lo stato di attività dell'evento franoso che ha lasciato traccia visibile lungo il versante, ovvero di cui si hanno notizie storiche e relazionali sufficienti per una sua attendibile localizzazione e tipizzazione, anche in assenza di evidenze attuali di movimento o di materiale. In particolare, le carte inventario delle frane basate su criteri geomorfologici (Rib and Liang, 1978) ricadono in due differenti categorie (Malamud *et al.*, 2004): (1) inventario degli eventi-frana (*landslide-event inventory*), che rappresenta le frane associate a singoli fattori e momenti di innesco e (2) inventario storico delle frane (*historical landslide inventory*), che rappresenta la sommatoria cartografica di tutti eventi di frana occorsi nel tempo in una data regione. La Carta Inventario predisposta rientra nella seconda delle categorie sopra citate, ma integra concettualmente ed operativamente gli elementi della prima attraverso le analisi aero-fotogrammetriche effettuate su aerofoto di diversa epoca, così come inteso nel punto 1.1 dell'Allegato 1 alla Guida alla compilazione della Scheda IFFI (Amanti *et al.*, 1996). Il grado di approfondimento è

quello relativo alla base di rappresentazione cartografica, scala 1:50.000, derivato dal rilevamento realizzato alla scala 1:10.000 e, per alcuni settori, a 1:5.000. L'approccio metodologico utilizzato per il rilevamento delle frane è stato quello descritto da Guida&Iaccarino (1991); esso prevede tre fasi di approfondimento successive reciprocamente interconnesse: 1) analisi morfoevolutiva preliminare, utilizzando, a luoghi, anche l'approccio statistico proposto da Iwao *et al.* (2003); 2) analisi fotogeologica e 3) rilievi diretti sul terreno mirati (Hutchinson, J.,N., 1988), integrato con le informazioni ricavate da fonti storiche e da relazioni tecnico-scientifiche. E' stata, così, redatta la Carta delle Frane riportata sulla base geologica del Foglio CARG 521 "Lauria", a scala 1:50.000. In Fig. 3 si mostra una rappresentazione d'insieme semplificata dell'elaborato finale. Alla fase di acquisizione è seguita la fase di elaborazione che ha previsto la informatizzazione in ambiente GIS delle frane. Ciascuna frana è stata censita mediante la compilazione della "Scheda" IFFI (Amanti *et al.*, 1996, Allegato 1 e 5 ) al primo livello di approfondimento, in modo da fornire le informazioni di base congruenti alla scala 1:50.000: ubicazione, tipologia del movimento, stato di attività (WP/WLI, 1993) e le zone di distacco/innesco, transito e deposizione/invasione, laddove rilevate. In totale, sono state censite n. 2153 frane, per una superficie complessiva di 121 Km<sup>2</sup>, escludendo le frane con dimensioni inferiori a 0.001 Km<sup>2</sup>.

La banca dati delle frane sviluppata consente di effettuare analisi statistiche sulla distribuzione e la frequenza dei fenomeni franosi in funzione dei fattori concorrenti alla franosità (Malamud *et al.*, 2004). In Tab. 1, ad esempio, è mostrata una semplice analisi, basata su *query* spaziali, sulla distribuzione delle varie tipologie di frana (Indici di

franosità) nell'ambito delle unità litotecniche, reinterpretate sulla base delle unità litostratigrafiche, secondo lo schema utilizzato in Guida *et al.* (1988), ripreso da A.G.I. (1979).

## 6. Considerazioni conclusive

La Carta Inventario delle frane del Foglio 521 "Lauria" costituisce il risultato di omogeneizzazione ed integrazione a scala di foglio dei dati storici e delle fonti di dati ufficiali relativi alle frane attraverso una puntuale revisione della loro identificazione, localizzazione, delimitazione e caratterizzazione, con particolare riferimento al riconoscimento dei fenomeni franosi pregressi ad alta intensità (crolli, ribaltamenti, colate detritiche e colate rapide di fango) ed alla valutazione delle caratteristiche di riattivabilità di quelli ad intensità moderata ed a cinematica intermittente (scorrimenti roto-traslativi e colate di terra). I crolli sembrano legati alla evoluzione delle falesie o dei costoni non ancora regolarizzati, mentre le colate detritiche alla dinamica delle coltri detritico-colluviali nell'ambito dei sistemi drenanti di ordine più basso (Guida D., 2003). Per quanto riguarda le frane a cinematisimo intermittente è stata posta una particolare attenzione sui fenomeni franosi di grandi dimensioni che interessano con rilevanti profondità

delle superfici di scorrimento/deformazione il substrato pre-quadernario, rimasto in apparenza quasi indisturbato o poco disarticolato rispetto alle successioni in posto adiacenti. Alla scarsa riconoscibilità di questi fenomeni ed alla loro apparente inattività, si contrappongono le evidenze di una evoluzione permanente allo stato "latente", la riattivazione parziale o totale in forma di fenomeni più superficiali e la possibilità che i sistemi franosi (Guida D. *et al.*, 1988) risultanti possano, in tempi relativamente brevi, evolvere con modalità parossistiche ed effetti catastrofici. Alla luce dei dati in possesso si può affermare che tali meccanismi non sono necessariamente legati a chiare cause determinanti (piogge, sisma e interventi antropici), ma possono essere riferiti ad una evoluzione "propria" a lungo termine (Guida D. *et al.*, 1996 e Corbi *et al.*, 1999) ed a particolari disposizioni morfo-lito-strutturali (Guida D. *et al.*, 1988). In un tale quadro complesso di franosità, la banca dati realizzata ha reso disponibili i dati d'interesse per ulteriori approfondimenti di studio, come l'analisi statistica dei fattori concorrenti alla stabilità dei versanti, ed ha posto le premesse per la predisposizione della carta della suscettibilità e di pericolosità da frana su base geomorfologica dell'intero Foglio.

## Bibliografia

- A.G.I., 1979. Some Italian experiences on the mechanical characterization of structurally complex formations. Proc. Intern. Congr. On Rock Mechanics, Montreaux (Suisse)
- Amanti, M., Casagli N., Catani F., D'Orefice M. & Motteran G., 1996. Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione. Miscell. Serv. Geol. d'It., VII, 109 pp., Roma.
- Amato, A. & Cinque, A., 1999. The erosional landscapes of the Campano-Lucano Apennines (Southern Italy): genesis, evolution and tectonic implications. *Tectonophysics*, 315: 251-267.
- Amore, F.O., Bonardi, G., Ciampo, G., De Capoa, P., Perrone, V. & Sgrosso, I., 1992 - Relazioni tra "Flysch interni" e domini appenninici: reinterpretazione delle formazioni di Pollica, San Mauro ed Albidona nel quadro dell'evoluzione inframiocenica delle zone esterne appenniniche. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41: 285-297.
- Ascione, A. & Romano, P., 1999. Vertical movements on the eastern margin of the tyrrhenian extensional basin. New data from Mt. Bulgheria (Southern Apennines, Italy). *Tectonophysics*, 315: 337-356.
- Autorità di Bacino della Basilicata, 2005. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Rischio Frane, Aggiornamento;
- Boenzi, F. & Palmentola, G., 1972. Nuove osservazioni sulle tracce glaciali dell'Appennino lucano. *Boll. Com. Glac. It.*, 20, ser.2, Torino.
- Bonardi G., Amore F.O., Ciampo G., de Capoa P., Miconnet P. & Perrone V., 1992 - Il Complesso Liguride Auct.: stato delle conoscenze e problemi aperti sulla sua evoluzione preappenninica ed i suoi rapporti con l'arco calabro. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41, 17-35, 14 figg.
- Bonardi, G., Cavazza, W., Perrone, V. & Rossi, S., 2001. Calabria - Peloritani Terrane and Northern Ionian Sea In: Gb. Vai & J.P.Martini (Eds.): "Anatomy of an orogen: The Apennines and Adjacent Mediterranean Basins", 287-306. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Bonardi, G., Ciampo, G. & Perrone, V., 1985 - La Formazione di Albidona nell'Appennino calabro-lucano: ulteriori dati stratigrafici e relazioni con le unità esterne appenniniche. *Boll. Soc. Geol. It.*, 104: 539-549, 5 figg.
- Cardinali, M., Reichenbach, P., Guzzetti, F., Ardizzone, F., Antonini, G., Galli, m., Cacciano, M., Castellani, M., Salvati, P., 2002. Geomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria, Central Italy. *Nat. Haz. and Earth System Sciences*, 2, 57-72.
- Casero, P., Roure, F., Endignoux, L., Moretti, I., Müller C., Sge L. & Vialli R., 1992. Neogene geodynamic evolution of the Southern Apennines. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41 (1988): 109-120.
- Conte, (1999) -Il bacino fluvio-lacustre del Mercure nell'evoluzione geo-ambientale pleistocenica dell'Italia meridionale. Tesi di Dottorato in Geologia del Sedimentario (XI Ciclo), Università degli Studi Federico II, Napoli.
- Corbi I., De Vita P., Guida D., Guida M., Lanzara R. e Vallario A., 1999. Mid-term geomorphological evolution of the Covatta Valley, Biferno River, Molise, Italy. *Geograf. Fis. Dinam. Quat.* 22, 115-128.
- Corrado, S., Invernizzi, C. & Mazzoli, S., 2002. Tectonic burial and exhumation in a foreland fold and thrust belt: the Monte Alpi case history (Southern Apennines, Italy). *Geodinamica Acta*, 15: 159-177.
- Cotecchia, V., Guerricchio, A. e Melidoro, G., 1988. Consulenza geologico-geotecnica per gli interventi di consolidamento (Legge 120/87) in alcuni abitati della Basilicata: Aliano, Montalbano Ionico, Grassano, Lauria, Pisticci, Pomarico, Gorgoglione, Stigliano, Grottole, Castel Saraceno, Nemoli, Noepoli, Lagonegro, Avigliano, ecc.
- Cotecchia, V., D'Ecclesiis, G. & Polemio, M., 1990. Studio geologico ed idrogeologico dei Monti di Maratea. *Geol. Appl. ed Idr.*, 25: 139-179, Bari.
- Crema, C. & Santovito, P., 1930. Le frane di Lauria Superiore (Prov. di Potenza). *Ann. Lavori Pubblici*, f. X, Roma.
- Crescenti, U., Dramis, F., Prestininzi, A., Sorriso-Valvo, M., 1994. Deep seated gravitational slope deformations and large-scale landslides in Italy. Special Volume for 7th I.A.E.G. Int. Congr., Lisboa, Sept. 1994, 7 - 10.
- D'Argenio B., Pescatore T. & Scandone P., 1973. Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania-Lucania). *Ac. Naz. Lincei, Quad.*, 183.
- D'Argenio B., Pescatore T. & Scandone P., 1975. Structural pattern of the Campania-Lucania Apennines. In "Structural Model of Italy", C.N.R., *Quad. Ric. Scientif.* n. 90: 313-327.
- De Lorenzo G (1898) - Reliquie dei grandi laghi pleistocenici nell'Italia meridionale. *Atti Acc. Sc. Fis. e Mat.*, s. 2, 9, n. 6: 1-74. Napoli.

- De Lorenzo & D'Erasmo (1927) – L'Elephas antiquus nell'Italia meridionale. *Atti Ac. Sc. Fis. Mat. Napoli*, s.2, 17, (11): 104 pp.
- Dramis, F., Sorriso Valvo, M., 1994. Deep-seated gravitational deformations, related landslides and tectonics. *Eng. Geol.* 38, 231–243.
- Gemina (1963) – Ligniti e torbe dell'Italia continentale. Edizione Geomineraria Nazionale, Torino
- Grandjacquet, C., 1963. Schéma structural de l'Apennino campano-lucanien (Italie). *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dynam.*, 5, 185-202.
- Guerricchio, G. Melidoro, 1979. Deformazioni gravitative profonde del tipo "Sakung" nei Monti di Maratea. *Geol. Appl. e Idr.*, XIV, I, Bari. .
- Guerricchio, A. & Melidoro, G., 1981. Movimenti di massa pseudotettonici nell'Appennino dell'Italia Meridionale. *Geol. Appl. ed Idrogeol.*, 16.
- Guerricchio, G. Melidoro e V. Rizzo, 1986. Slope Instability and Earthquakes in the valley of Maratea (Basilicata Region, Italy), International Symposium on Engineering Geology Problems in Seismic Areas. "Geologia Applicata e Idrogeologia", XXI, IV, Bari .
- Guida, D., Iaccarino, G. e Perrone, V., 1988. Nuovi dati sulla successione del Flysch del Cilento a M. Centaurino: relazioni fra Unità Litostratigrafiche, Unità Litotecniche e principali Sistemi Franosi. *Mem. Soc. Geol.* 41 (1988).
- Guida, D., Iaccarino, G., Lazzari, S., 1991. Carta Inventario delle frane dell'alta valle del Basento – Reg. Basilicata a cura dell'Uff. geologico Reg.
- Guida, D., 1991. Relazione tecnica a corredo del Piano di Recupero di S. Costantino di Rivello.
- Guida, D., Guida, M., Lanzara, R. e Vallario, A., 1996. Analisi preliminare della frana del 12 aprile 1996 in loc. Covatta ne bacino del Biferno (Molise). *Geologia Tecnica&Ambientale, Ordine Nazionale dei Geologi*, n. 2/96 Roma.
- Guida, D., 2003. The role of zero order basin in flowslide-debris flow occurrence and recurrence in Campania region (Italy). *Int. Conference on Fast Slope Movements Prediction and Prevention for Risk Mitigation*, Vol. I 255-262. Napoli.
- Gruppo di Lavoro INGV, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica (ZS9) prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, aprile 2004. 65pp+ 5 App.
- Guzzetti, F., Cardinali, M., Reichenbach, P., Carrara, A., 2000. Comparing landslide maps: a case study in the upper Tiber River Basin, Central Italy. *Environ. Manage.* 25 (3) 247– 263.
- Hansen, A., 1984. Landslide hazard analysis. In Brunsde, D., Prior, D.B. (Eds), *Slope Instability*. Wiley, New York, pp523-602.
- Hutchinson, J.N., 1988. Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. In: Bonnard, C. (Ed.), *Proceedings of 5th ISL Symposium, Lausanne*, I, pp. 3– 35.
- Iwao, Y, Abeysinghe, B., Saito, A., Mochida, S., 2003. Discrimination of former landslide hazard areas in topographical maps. *Int. Conference on Fast Slope Movements Prediction and Prevention for Risk Mitigation*, Vol. I 291-296. Napoli.
- Ippolito, F., D'Argenio, B., Pescatore, T. & Scandone, P., 1975. Structural-stratigraphic units and tectonic framework of Southern Apennines. In "Geology of Italy": 317-328. *Earth Sciences Soc. of Libyan Arab. Republic*.
- La Rocca, S. & Santangelo, N., 1992. Nuovi dati sulla stratigrafia e sull'evoluzione geomorfologica del bacino lacustre pleistocenico del Fiume Noce (Basilicata). *Geogr. Fis. e Dinam. Quatern.*, 14 (1951): 224-242.
- Lona, F. & Ricciardi, E., 1961. Reperti pollinologici nei depositi pleistocenici del bacino lacustri del Mercure (Italia meridionale, regione calabro-lucana). *Pollen et Spores*, 3: 85-92.
- Maddalena, L. 1937. Un singolare fenomeno constatato nel viadotto di Lagonegro della ferrovia calabro-lucana. *Boll. Soc. Geol. It.*, 56, n. 3 p. CXXXIV. Roma.
- Malamud B., D., Turcotte D, L., Guzzetti F. Reichenbach P., 2004. Landslide inventories and their statistical properties. *Earth Surf. Process. Landforms* 29, 687–711.
- Mostardini F. & Merlini S., 1986. Appennino centro-meridionale. Sez. geologiche e proposta di modello strutturale. *M. Soc. Geol. It.*, 35,177-202.
- Müller C., Casero P., Moretti L., Roure F. & Sage L., 1988. Significance of the Monte Alpi in the geodynamic evolution of the Southern Apennines. *Atti 74° Congr. Naz. Soc. Geol. It.*, Sorrento, vol. B: 333-335.
- Ogniben L., 1969. Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano. *Mem. Soc. Geol. It.*, 8: 453-763.
- Ortolani, F., 1990. Relazione tecnica per lo strumento urbanistico di Castelsaraceno.
- Ortolani F. & Torre M., 1971. Il Monte Alpi (Lucania) nella paleogeografia dell'Appennino meridionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, 90 (2): 213-248.
- Palmentola G., Acquafredda P. & Fiore S. (1990) - A new correlation of the Glacial Moraines in the Southern Apennines (Italy). *Geomorph*, 3: 1-8.
- Palmentola G., Marchese F. & Vignola N. (1980) - Dati e considerazioni sulla neotettonica dell'area dei fogli 199 (Potenza) e 210 (Lauria). C.N.R., Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubblicazione n. 269.
- Rib, H.T., and Liang, T., 1978. Recognition and Identification in R.L. Schuster and R.J. Krizek (eds.), *Landslides, Analysis, and Control*, Special Report 176 (Washington, D.C.: Transportation Research Board), pp. 34-80.
- Santangelo, N., 199. Evoluzione stratigrafica, geomorfologica e neotettonica di alcuni bacini lacustri del confine campano-lucano (Italia meridionale). Tesi di Dottorato in Geologia del Sedimentario (III Ciclo), Università degli Studi Federico II, Napoli.
- Scandone, P., 1967. Studi di geologia lucana: la serie calcareo-silico-marnosa e i suoi rapporti con l'Appennino calcareo. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, 76: 301-469.
- Scandone, P., 1971. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: Fogli 199 e 210, Potenza e Lauria. *Serv. Geol. d'It.*
- Scandone, P., 1972. Studi di geologia lucana: Carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, 81: 255-300.
- Schuster, R.L., 1996. Socio-economic significance of landslides. In: Turner, A.K., Schuster, R.L. (Eds.), *Landslides: investigation and mitigation*, Transportation Research Board–National Research Council Special Report 247, pp. 12–35.
- Soeters, R., Van Westen, C.J., 1996. Slope stability: recognition, analysis and zonation. In: Turner, A.K., Schuster, R.L. (Eds.), *Landslides: investigation and mitigation*, Transportation Research Board–National Research Council Special Report 247, pp. 129– 177.
- Selli, R., 1962. Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 3: 737-789.
- Servizio Geologico Nazionale, 1970. Carta geologica d'Italia - 1:100000 – Foglio 210 Lauria. Poligrafica e Cartevalori, Ercolano.
- Sgrosso, I., 1992. Nuovi dati biostratigrafici sul Miocene del M. Alpi (Lucania) e conseguenti ipotesi paleogeografiche. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41, 343-351.
- SNG-Servizio Geologico Nazionale, 1992. Carta geologica d'Italia (1:50000). Guida al rilevamento. Quaderni, Serie III, n°1, 1-95.
- SNG-Servizio Geologico Nazionale (1996) - Carta geologica d'Italia - 1:50000. Guida al rilevamento. Quaderni, Serie III, n°2, 1-97.
- SNG-Servizio Geologico Nazionale (1994) - Carta geologica d'Italia - 1:50000. Guida al rilevamento. Quaderni, Serie III, n°4, 1-42.
- Soeters, R., Van Westen, C.J., 1996. Slope stability: recognition, analysis and zonation. In: Turner, A.K., Schuster, R.L. (Eds.), *Landslides: investigation and mitigation*, Transportation Research Board–National Research Council Special Report 247, pp. 129– 177.
- UNESCO, 1985. *Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practices*, UNESCO Natural Hazards Series No. 3, Paris.
- Vezzani L., 1970. Il Flysch di Albidona nell'area al confine tra Calabria e Lucania. *Geol. Romana*, 9: 101-126.
- Wieczorek, G., F., 1984. Preparing a Detailed Landslide-Inventory Map for Hazard Evaluation and Reduction, in *Bull. of the Ass. of Engineering Geologists*, vol. 21.
- Working Party on World Landslide Inventory, 1993. A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bull. Int. Assoc. Eng. Geol.* 47 53– 57.