

ANALISI INTEGRATA DEL PAESAGGIO E DELLA DINAMICA DEL BACINO DEL GARIGLIANO

Sandro STRUMIA, Marco VIGLIOTTI, Daniela RUBERTI, Francesco DELLA SALA,
Carlo POSTIGLIONE

*Seconda Università degli Studi di Napoli – Dipartimento di Scienze Ambientali
Via Vivaldi, 43 Caserta, tel. 0823274411, fax 0823274605, sandro.strumia@unina2.it*

Introduzione

Il presente contributo offre un esempio di analisi territoriale sul vasto bacino idrografico del fiume Garigliano attraverso la realizzazione ed implementazione di cartografie tematiche e l'analisi delle relazioni spaziali tra differenti tematismi sviluppate in ambiente GIS.

L'area è stata oggetto, in particolare nel corso degli ultimi 50 anni, di un'intensa pressione antropica (urbanizzazione e sfruttamento agricolo), che ha prodotto situazioni di degrado soprattutto lungo la fascia costiera e fluviale. L'interesse per quest'area è accresciuto inoltre dalla presenza di una delle quattro centrali nucleari presenti sul territorio italiano attualmente in fase di dismissione, ad opera della Società Gestione Impianti Nucleari (SOGIN). Partendo dalla considerazione che per una corretta gestione territoriale occorre innanzitutto acquisire una profonda conoscenza delle componenti ambientali del territorio stesso, in accordo con uno schema logico proposto da Guida *et alii* (1994), una prima fase del lavoro ha previsto la raccolta del materiale cartografico che, successivamente, è stato elaborato per una restituzione in formato digitale; congiuntamente sono stati realizzati *geodatabase* allo scopo di archiviare e manipolare tutti i dati raccolti, sia geografici che alfanumerici. Per la gestione di tutta la cartografia, acquisita e/o elaborata, e la realizzazione di analisi spaziali è stato creato un progetto SIT in ambiente Geomedia di Intergraph®.

Abstract

A landscape multidisciplinary and multitemporal analysis of Garigliano basin is presented. Different topographic, historical and thematic maps (geolithology, vegetation) has been produced and analysed using spatial analysis (classification and reclassification, overlay and spatial intersection) to evidence the actual relationships between the different environmental parameters considering also the presence of natural risks such as landslides, the effect of anthropic activities on environmental quality and the dynamics of land uses. The results evidenced a clear relationships between geomorphology and land uses with a dominance and a concentration of anthropic activities such as agriculture and urbanization in the alluvial plain, whereas the hilly and sub-hilly areas presented higher values in terms of natural vegetation; this difference can be interpreted as the consequence of geomorphology features of the plan areas that facilitate the development of anthropic activities on them. Due of this, the environmental quality (assigned to the different land uses types considering their characteristics in terms of species richness, biogeographic value) of alluvial plain resulted to be very low. Spatial analysis between landslides risk maps and land uses showed the presence of urban and woods within polygons classified as *Landslides risk areas*. The multitemporal study, evidenced an increment of urbanization and a consequent increment in both frequency and linear length of contacts between urban and natural vegetation, decreasing the environmental quality of the area.

Il bacino del fiume Garigliano: inquadramento geografico-geologico

L'area del bacino indagata, con estensione pari a ca. 430 km², amministrativamente a cavallo delle province di Caserta e Latina, è compresa tra l'Appennino laziale e quello campano, sul versante tirrenico. Caratterizzata in larga parte dall'omonima piana alluvionale, bordata dai rilievi carbonatici dei M.ti di Venafro a nord, dei M.ti Aurunci a ovest e sud-ovest, del M. Massico a sud-est, e dal complesso vulcanico del Roccamonfina a nord-est, corrisponde ad un'ampia depressione strutturale originatasi a partire dal Pleistocene inferiore (Cinque *et alii*, 2000) con l'attuarsi dei movimenti neotettonici prevalentemente estensionali impostati su strutture pre-esistenti riconducibili a meccanismi compressivi e transpressivi (Billi *et alii*, 1997). I continui fenomeni di subsidenza avrebbero dato origine alla formazione di un bacino costiero colmato da sedimenti quaternari per ca. 700 metri di spessore (Ippolito *et alii*, 1973). I rilievi carbonatici sono costituiti da una successione calcareo dolomitica le cui facies deposizionali sarebbero legate ad una sedimentazione tipica di piattaforma carbonatica di età mesozoica, su cui poggiano i Calcari a briozoi e litotamni *Auct.* e i Calcari marnosi ad *Orbulina Auct.* del Miocene. Depositi terrigeni mioplioceni si ritrovano nel settore sud occidentale del M. Massico (Manfredini M., 1968) e nel settore sud orientale dei M.ti Aurunci, dove comprendono olistoliti carbonatici delle serie locali ed olistostromi del complesso delle Argille Varicolori (Catenacci, 1964; Manfredini M., 1968). Tra i M.ti Aurunci ed il M. Massico si sviluppa il complesso vulcanico di Roccamonfina, uno strato-vulcano con caldera terminale e cupole infracalderiche, caratterizzato anche dalla presenza di numerosi apparati di emissione secondari (Di Girolamo & Morra, 1988), attivo tra 630 ka (Ballini *et alii*, 1989a) e 53 ka (Radicati di Brozolo *et alii*, 1988). L'evoluzione complessiva del distretto vulcanico, distribuita su tre principali fasi di attività (De Rita & Giordano, 1996), ciascuna caratterizzata da una differente attività vulcanica, ha determinato la messa in posto di volumi e prodotti vulcanici dalle caratteristiche petrografiche completamente differenti, spaziando dai tefra (BLT - *Brown Leucitic Tuff Auct.*, WTT - *White Trachytic Tuff Auct.*) alle colate laviche fino alla messa in posto di piroclastiti da apparati eccentrici (Ballini *et alii*, 1989b). Depositi continentali tardo quaternari-oloceni sono rappresentati da depositi di versante e sedimenti alluvionali, quest'ultimi interdigitati con i sedimenti marini e transizionali (AA.VV., 1968) probabilmente legati alla trasgressione versiliana come analogamente è stato osservato nella attigua piana del fiume Volturno (Barra *et alii*, 1996). Ricerche condotte sulla dinamica e l'evoluzione del litorale *domitio* in corrispondenza della foce del fiume Garigliano evidenziano che ad una generale fase di progradazione intervenuta dal XVII secolo ha fatto seguito dalla fine del XX secolo un marcato arretramento soprattutto in corrispondenza dell'area di foce (Cocco & De Pippo, 1988).

Inquadramento bioclimatico

Dal punto di vista climatico i diagrammi termo-pluviometrici relativi alla stazione di Gaeta e di Roccamonfina (Fig. 1) evidenziano un clima tipicamente mediterraneo con piovosità autunnale e invernale più accentuata nel rilievo del Roccamonfina ed al contrario un'aridità più accentuata lungo la costa. Queste osservazioni trovano riscontro nella classificazione fitoclimatica della Campania (Blasi *et alii*, 1988) dove l'area oggetto di studio rientra in larga parte nel settore delle coste e pianure costiere caratterizzato da aridità molto marcata e solamente in piccola parte (corrispondente alle quote più elevate dell'edificio vulcanico del Roccamonfina) nel settore montano ed altomontano.

Metodologia

Alla indagine bibliografica preliminare, sono seguite l'acquisizione, l'archiviazione e l'elaborazione di documenti cartografici relativi al bacino del Fiume Garigliano in un sistema informativo territoriale. In quest'ultimo, basato su cartografia ufficiale I.G.M.I. alla scala 1:25000, tutti gli elaborati sono stati georeferenziati utilizzando come sistema di riferimento il Gauss-Boaga, fuso 33. Sulla base cartografica I.G.M.I. è stata delineata l'area oggetto di indagini, delimitando il bacino idrografico.

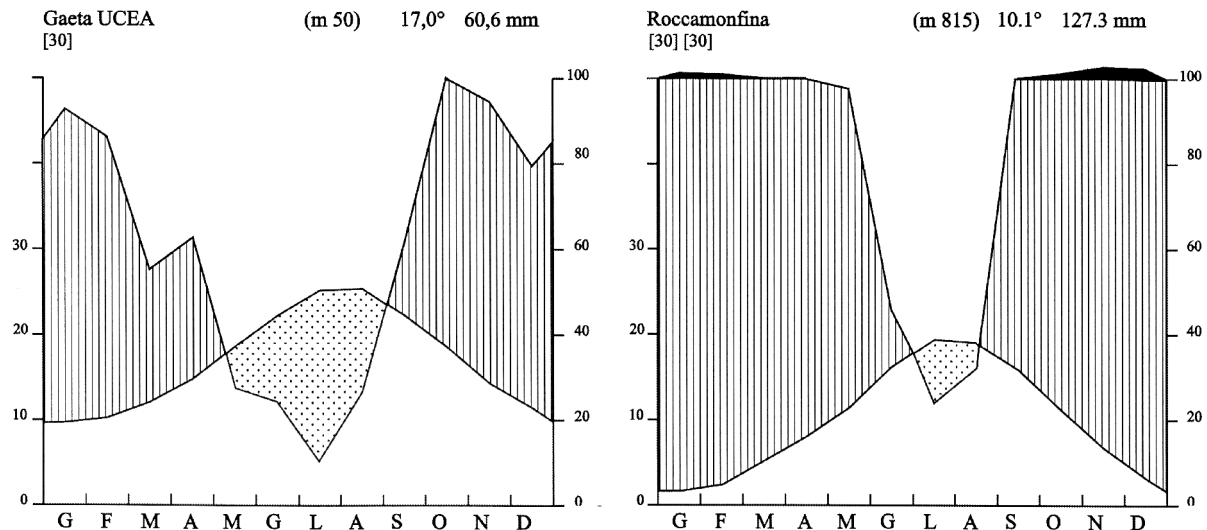


Fig. 1 – Diagrammi climatici di Walter e Lieth per le stazioni di Gaeta e Roccamonfina.

Dalla cartografia topografica I.G.M.I., in scala 1:25.000, e dal rilievo aerofotogrammetrico di Sessa Aurunca, sono stati vettorializzati ed estratti i dati altimetrici per la generazione di un modello digitale del terreno (DTM - *Digital Terrain Model*) utilizzato per la redazione della *Carta clinometrica* e la *Carta delle esposizioni*. Infine è stato digitalizzato in formato vettoriale tutto il reticolo idrografico incluso nell'area di studio, differenziando i numeri d'ordine delle aste fluviali e la linea di spartiacque.

Reinterpretando su base litologica la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, fogli 160, 161, 171, 172 (Accordi, 1966; Scarsella, 1966; Manfredini, 1968; Scarsella, Manfredini, 1971), è stata elaborata in formato vettoriale la *Carta geolitologica*, utile per individuare le aree caratterizzate da litologie omogenee. La struttura del *database* associato al dato vettoriale consente di risalire a tutte le informazioni di carattere geologico delle singole unità litostratigrafiche riclassificate su base litologica, col vantaggio di conservare l'integrità delle informazioni originali.

Dati recenti di letteratura segnalano per il bacino del Garigliano la presenza di fenomeni da frana spazialmente diffusi (AA. VV., 1999; Prestininzi, 2000) classificati adottando differenti parametri descrittivi. Per il settore laziale del bacino, si è fatto riferimento al censimento delle aree in frana realizzato da Prestininzi (2000) il quale definisce per ogni area individuata il "tipo" e lo "stato di attività". Dati inediti, forniti dal Settore Protezione Civile della Provincia di Caserta, nell'ambito di una convenzione tra il Dipartimento di Scienze Ambientali e il predetto ente, finalizzata alla redazione di cartografia di sintesi dei rischi naturali per il territorio della Provincia di Caserta, hanno fornito indicazioni delle aree a diverso grado di rischio per fenomeni di instabilità di versante per il settore campano del bacino, suddivise secondo le quattro classi previste dalla normativa vigente (D.P.C.M. 11 giugno 1998 n° 180).

Per ottenere una legenda univoca, basata sulle tipologie di allerta, adottate dalla quasi totalità degli enti preposti al controllo e alla prevenzione dei dissesti idrogeologici, e riportare in maniera omogenea gli eventi franosi di entrambi i versanti del bacino, si è innanzitutto identificato un criterio di comparazione tra le due differenti classificazioni.

Seguendo tale schema logico (Fig. 2), sono stati sovrapposti all'ortofotopiano digitale i poligoni rappresentativi delle aree in frana (*overlay mapping*).

Le aree a rischio a franare sono state riclassificate in base alle categorie che ne indicano il grado d'allerta.

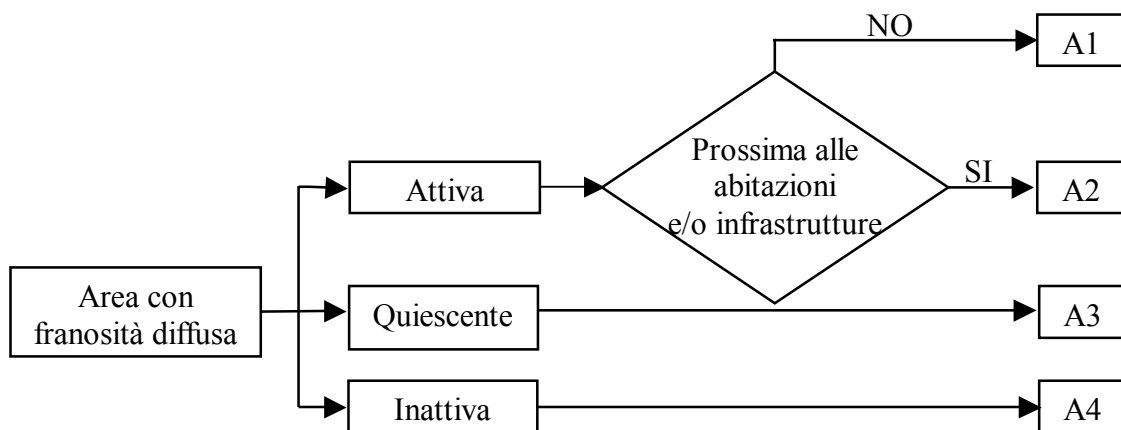


Fig. 2 – Schema logico adottato per definire in maniera univoca gli eventi franosi censiti nell'intera area.

A completamento della documentazione cartografica è stata realizzata la *Carta della vegetazione e uso del suolo* il cui scopo, come è noto, è quello di individuare, nell'ambito di una determinata area, la distribuzione spaziale di tipi di vegetazione e di utilizzo del suolo. In particolare si è provveduto ad implementare una carta delle coperture vegetali comprendente un'area circolare del raggio di 5 km avente come centro la Centrale nucleare del Garigliano; tale carta inedita è stata redatta nell'ambito di una convenzione tra il Dipartimento di Scienze Ambientali di Caserta e la SOGIN (Società di Gestione Impianti Nucleari) per la produzione della documentazione tecnica da allegare al programma di dismissione della stessa centrale. A partire da queste carte, in via preliminare si è operata una generalizzazione della legenda riducendo il numero di tipologie, ottenendo una nuova legenda che risultasse coerente con gli scopi della ricerca e per la quale si è comunque fatto riferimento al sistema di classificazione previsto nel programma della Comunità Europea CORINE Land Cover (AA.VV., 1993). Per questo studio è stata operata un'implementazione fino al quarto livello che ha riguardato le categorie naturali e seminaturali permettendo, ad esempio, una differenziazione dei diversi tipi di bosco presenti sul territorio.

Infine sono state realizzate cartografia della copertura vegetale di quelle aree comprese nel bacino idrografico, ma non studiate nel lavoro precedente. Come base di lavoro per la fotointerpretazione è stato utilizzato l'ortofotopiano digitale dell'area e successivamente sono state fatte le validazioni tramite indagini di campo.

Dalla *Carta della vegetazione e uso del suolo* è stata ricavata una *Carta della qualità ambientale su base vegetazionale e tipologia di uso del suolo* (Fig. 3), secondo una scala ordinale.

Il livello di qualità ambientale è stato attribuito in base al grado di antropizzazione relativo ad ogni singolo poligono, considerando un rapporto di proporzionalità inversa tra il grado di antropizzazione e l'indice di qualità ambientale su base vegetazionale; per quest'ultima si è definita la qualità in base al valore biogeografico della fitocenosi e alla maturità ecosistemica. I nuovi valori sono stati quindi utilizzati come *input* di dati per riclassificare la carta delle coperture vegetali, ottenendo una carta della qualità ambientale su base vegetazionale.

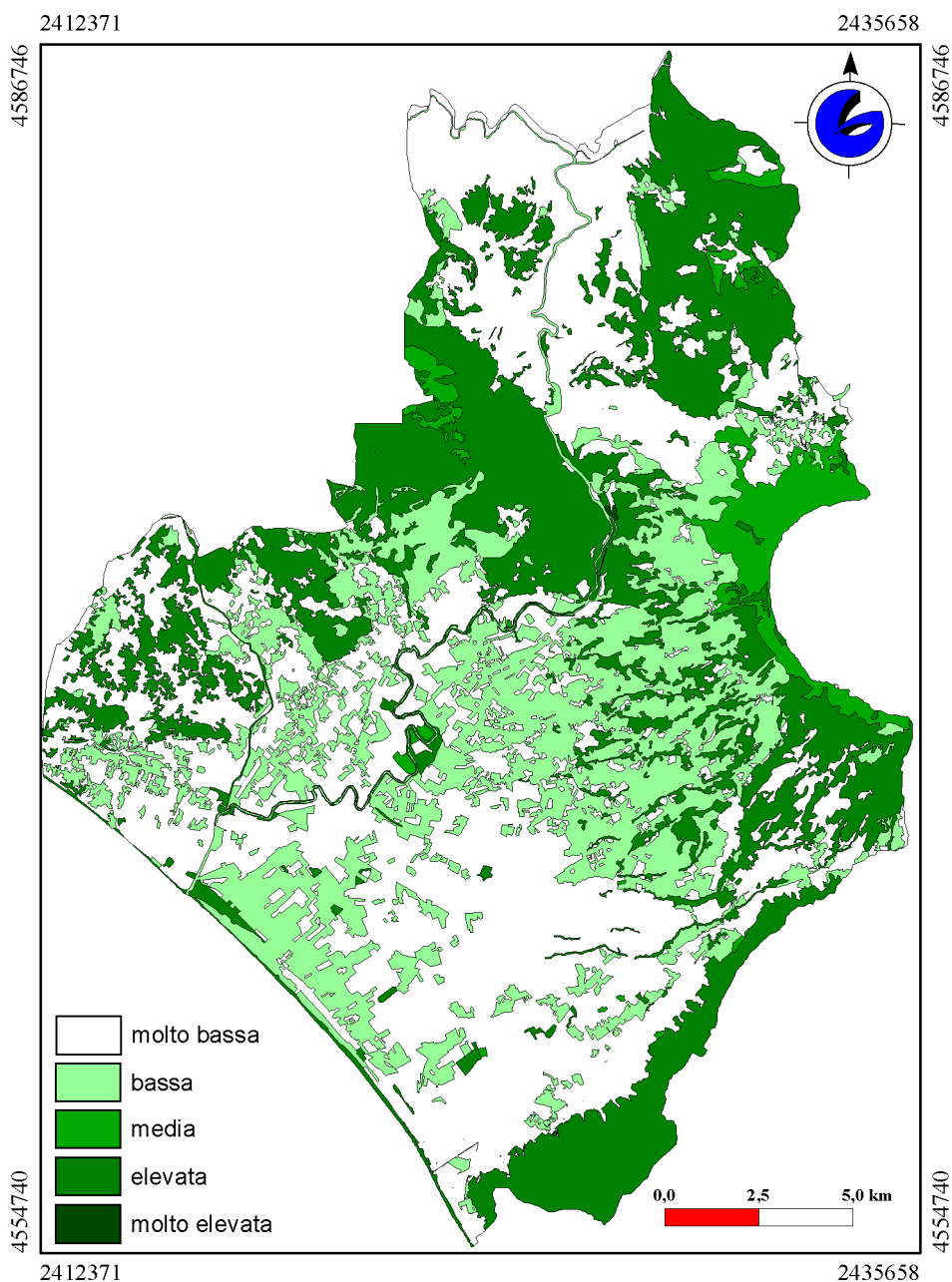


Fig. 3 – Carta della qualità ambientale su base vegetazionale

Utilizzando le funzioni di analisi di un sistema GIS (Bernhardsen, 1999), come la *spatial intersection* (intersezione spaziale tramite *overlay* dei dati elaborati, per identificare ad esempio aree comuni a più *layers*) e l'*analyze geometry* (che consente, p.e., il calcolo delle superfici di territorio considerate), sono state ricavate matrici numeriche che sono state successivamente analizzate con tecniche di statistica semplice (statistiche descrittive), ottenendo una quantificazione numerica di alcuni processi presenti nel territorio indagato.

Discussione

L'analisi statistica dei dati quantitativi ottenuti attraverso la procedura di *analyze geometry* hanno evidenziato la presenza di interessanti relazioni spaziali tra le componenti territoriali studiate:

- la vasta pianura è caratterizzata da angoli di pendenza compresi fra 0 e 4 gradi. I valori di acclività maggiori si individuano in corrispondenza dei rilievi carbonatici, nei settori

settentrionali (M.ti di Venafro) ed occidentali (M.ti Aurunci orientali), e delle profonde incisioni che caratterizzano il fianco occidentale del complesso vulcanico del Roccamonfina.

- la maggior parte del territorio del bacino (ca. 36%) insiste su litologie di origine vulcanica, rappresentate da materiale vulcanico rielaborato (ca. 14%), depositi piroclastici da caduta in posizione primaria (ca. 13%) e accumuli lavici (ca. 9%). Sono presenti anche percentuali rilevanti di depositi alluvionali (26%) e carbonatici (24%); le altre litologie affioranti (depositi silicoclastici e sabbie costiere) sono presenti in maniera percentualmente bassa.
- dal calcolo della frequenza dei tipi di frane censite (n. di poligoni per ogni tipologia) risulta che il 38% delle aree in frana ricade nella categoria A2; le restanti aree sono ripartite in A1 (33%), A3 (24%) e A4 (5%). In termini di superfici coperte, invece, si osserva che le tipologie A1 (31%), A2 (30%) e A3 (35%) coprono in termini percentuali ca. la stessa estensione. Le aree a rischio a franare classificate come A4 sono invece le meno estese (4%). Nel complesso, il bacino del Garigliano risulta interessato da una franosità molto diffusa ma al tempo stesso frammentata.
- le analisi relative all'utilizzo del territorio evidenziano un'abbondanza di aree coltivate (seminativo irriguo, non irriguo e prati stabili: 44%), che dominano la piana alluvionale compresa tra il fiume e la fascia pedemontana; in quest'ultima, invece, predominano le fitocenosi arboree. Gli agglomerati urbani sono più o meno estesi (5,5%), disposti in modo casuale. Le attività estrattive si concentrano (0,2%), nella sola fascia pedemontana, su ambiti prevalentemente calcarei. Accorpendo tutte le tipologie di chiara origine antropica risulta che il 64,7% del territorio è sottoposto ad una notevole pressione antropica. Anche nella fascia pedemontana strettamente legata al distretto vulcanico predominano coltivazioni arboree (15%). La vegetazione naturale risulta concentrata alle quote più alte del Roccamonfina e nelle aree con substrato carbonatico (24%), probabilmente a causa di una maggiore difficoltà di utilizzo di queste aree da parte dell'uomo.
- in relazione alla qualità ambientale appare evidente che circa i 2/3 del territorio sono da considerarsi a bassa qualità ambientale (43,4 %, molto bassa; 23,6%, bassa); ciò è certamente da imputare all'eccessivo uso del territorio per fini agricoli e all'urbanizzazione, soprattutto nell'area di piana. La qualità ambientale aumenta se ci si sposta verso aree rilevate, che conservano un alto grado di naturalità (29,4 %, qualità ambientale elevata).

Attraverso la funzione di *spatial intersection* sono stati intersecati alcuni tematismi che hanno evidenziato quanto segue:

- le aree a rischio a franare sono state messe in relazione con alcuni caratteri derivati (pendenza, litologia, uso del suolo), che possono rappresentare alcune ipotetiche cause predisponenti al dissesto. È stato possibile evidenziare la notevole incidenza delle aree a rischio su litologie carbonatiche (Fig. 4), in molti casi sovrastate da coltri piroclastiche, com'è comune anche sui rilievi che bordano la Piana Campana (Vallario, 1992). D'altra parte, la *Carta clinometrica* conferma come ai carbonati siano associate le massime pendenze riscontrate nel bacino. Inoltre l'intersezione con i dati su coperture vegetali ha evidenziato che le aree classificate come A1, A2 ed A3 sono per lo più occupate da boschi e rimboschimenti, ma anche da coltivi; considerate le relazioni tra fenomeni franosi e tipi di vegetazione osservate in altre aree della Campania (Amato *et alii*, 2000), i risultati dell'intersezione evidenziano quelle aree dove concentrare gli approfondimenti durante le indagini future.

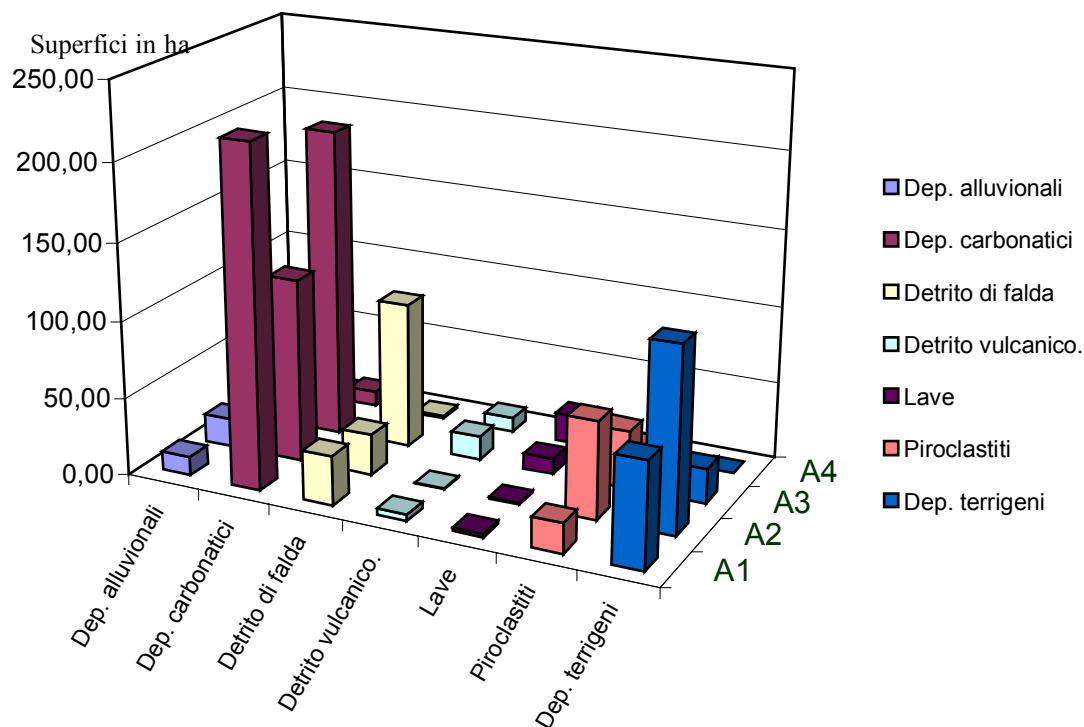


Fig. 4 – Il diagramma mostra le relazioni che sussistono tra le differenti tipologie di fenomeni franosi e le litologie sulle quali insistono

- è senza dubbio interessante notare, inoltre, la presenza di una rete urbana e sub-urbana molto frammentata sul territorio, a dispetto di una copertura che non supera il 7% del totale. Questo dato, oltre ad avere un significato di scadimento della qualità ambientale, incrementando il numero di contatti tra vegetazione naturale ed urbano, evidenzia un maggiore rischio potenziale diffuso in tutta l'area di studio. Dall'overlay della *Carta della vegetazione e uso del suolo* con la *Carta del rischio a franare* risulta che un gran numero di poligoni rappresentativi le aree urbane si sovrappongono ad aree a rischio di frana, con un considerevole aumento dell'esposizione della popolazione al rischio da frana. A tale destino non sembrano sottrarsi neppure molte aree agricole della piana alluvionale, in quanto individuate come zone di accumulo di frana.

Le funzioni di *overlay* sono state utilizzate anche per valutare le relazioni spaziali esistenti tra le caratteristiche geolitologiche e la qualità ambientale. Ne è emerso che l'indice di qualità ambientale è molto elevato soprattutto nelle aree vulcaniche topograficamente più elevate, prevalentemente occupata da boschi, mentre appare mediamente elevato su substrato prevalentemente carbonatico, dove l'acclività dei versanti determina condizioni meno favorevoli allo sviluppo di substrati pedologici e, di conseguenza, ad un uso agricolo. Laddove il substrato è costituito da detrito calcareo è associata essenzialmente qualità ambientale molto bassa, presumibilmente legata alla minore pendenza dei versanti che favoriscono una modesta attività agricola.

Nell'area vulcanica pedemontana domina un indice di qualità ambientale che va da "Basso" a "Molto basso", strettamente dipendente dalla presenza di agricoltura intensiva condotta con tecniche industriali e con presenza di arboricoltura specializzata associata a seminativi irrigui e non, dovuta presumibilmente allo sviluppo di orizzonti pedogenetici altamente fertili.

Tali valori di qualità ambientale si osservano anche nei settori della piana, costituita prevalentemente da un substrato di origine alluvionale, sovrasfruttati per fini agricoli grazie anche alle basse pendenze e ad una falda idrica sub-superficiale.

Infine, una puntuale interpretazione di sequenze multitemporali (1957, 1987, 1999) di fotogrammi aerei, realizzata con lo scopo di descrivere le trasformazioni avvenute nell'area, ha evidenziato, in particolare, che nell'area di foce del fiume Garigliano, e solo lungo il settore costiero della piana (litorale *domitio* in provincia di Caserta) si è rilevata una elevata frammentazione degli habitat in un intervallo di tempo di circa 40 anni e una riduzione della qualità ambientale.

Per comprendere le dinamiche del paesaggio sono state redatte carte di uso del suolo dell'area relative a due epoche differenti (1957-1999) per evidenziare le eventuali variazioni di uso del suolo occorse nel periodo considerato. Inoltre per ciascun anno considerato sono stati calcolati due indici di frammentazione degli habitat: l'indice di densità dei *patches* (DP) e l'indice del *patch* di maggiori dimensioni (PMD), che assumono rispettivamente valori crescenti e decrescenti con l'aumentare della frammentazione degli habitat. L'analisi multitemporale condotta sulle superfici ha evidenziato un forte incremento (+13,9%) delle aree urbanizzate e nel contempo un forte decremento delle aree coltivate (-6,7%), delle spiagge (-4,9%) e degli arbusteti (-9,6%); considerando che queste ultime tipologie ospitano comunità vegetali naturali e semi-naturali, si può concludere che tutta l'area ha subito un forte degrado in termini di naturalità. Gli indici di frammentazione hanno messo in evidenza che il litorale *domitio* risulta più frammentato nel 1999 che nel 1957. La riduzione dell'estensione di aree verdi naturali, così come l'incremento della frammentazione, sono considerati indici di riduzione della qualità ambientale, in quanto entrambi determinano una riduzione della biodiversità.

Si può concludere dicendo che l'approccio multidisciplinare utilizzato ha permesso di comprendere in maniera più completa i processi in atto nel territorio indagato evidenziando, attraverso l'analisi delle relazioni spaziali, le interrelazioni funzionali tra diversi elementi biotici ed abiotici del territorio. L'analisi multitemporale ha rappresentato inoltre un approfondimento analitico finalizzato a meglio comprendere le dinamiche occorse sul territorio.

Bibliografia

- AA.VV. (1993), *CORINE Land Cover. Technical guide*. ECSC – EEC – EAEC, Brussels, LUXEMBOURG.
- AA.VV. (1999), *Progetto AVI, Censimento delle aree italiane vulnerate da calamità idrogeologiche – Regione Lazio Unità Operativa N° 02 – GNDICI – CNR*
- Accordi B. (1966), *Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 160 (Cassino)*. Servizio Geologico d'Italia.
- Amato M., Di Martino P., Di Pasquale G., Mazzoleni S., Migliozi A., Strumia S., 2000, *Il ruolo della vegetazione nelle frane di Quindici*. Quaderni di Geologia Applicata, 7 (1): 97-108.
- Ballini A., Barberi F., Laurenzi M.A., Mezzetti F. & Villa I.M. (1989a), *Nuovi dati sulla stratigrafia del vulcano di Roccamonfina*. Bollettino G.N.V., 2, 533-556.
- Ballini A., Frullani A. & Mezzetti F. (1989b), *La formazione piroclastica del tufo trachitico bianco ("White Trachytic Tuff" – WTT Auct.)*. Bollettino G.N.V., 2, 557-574.
- Barra D., Romano P., Santo A., Campajola L., Roca V. & Tuniz C. (1996), *The Versilian transgression in the Volturno river plain (Campania, Southern Italy): palaeoenvironmental history and chronological data*. Il Quaternario, 9, 445-458.
- Bernhardsen Tor, 1999, *Geographic information system: an introduction*. Joh Wiley & Sons, Inc. 2nd edition.
- Billi A., Bosi V., De Meo A. (1997), *Caratterizzazione strutturale del rilievo del M. Massico nell'ambito dell'evoluzione quaternaria delle depressioni costiere dei fiumi Garigliano e Volturno (Campania settentrionale)*. Il Quaternario, 10(1), 15-26.
- Blasi C., Mazzoleni S., Paura B., (1988), *Proposta per la regionalizzazione fitoclimatica della Regione Campania*. In Atti 2° colloquio su "Approcci metodologici per la definizione dell'Ambiente mediterraneo". Ed. Orantes, Lecce.

- Catenacci E. (1964), *Sulla presenza di masse calcaree mesozoiche incluse nei sedimenti miocenici della media valle del T. Ausente (Lazio meridionale)*. Boll. Serv. Geol. d'It., **86**, 27-43.
- Cinque A., Ascione A. & Caiazzo C. (2000), *Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale*. In: F. Galadini, C. Meletti & A. Melez (a cura di), *Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999)*, CNR-GNDT Spec. Publ., 203-218, Roma.
- Cocco E. & De Pippo T. (1988), *Tendenze evolutive e dinamica delle spiagge della Campania e della Lucania*. Mem. Soc. Geo. It., **41**, 195-204, 5 ff.
- De Rita D. & Giordano G. (1996), *Vulcanological and structural evolution of Roccamonfina Volcano*. British geol. Soc. London, Spec. Publ. No. **110**, 209-224.
- Di Girolamo P. & Morra V. (1988), *Il magmatismo mesozoico-quaternario della Campania: petrologia e significato geodinamico*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 165-179, 9 ff. 1 tab.
- Guida D., Guida M., Vallario A. (1994), *Le Scienze della Terra nella pianificazione ambientale: una proposta operativa*. Geologia Tecnica e Ambientale 1, 94, 5-10.
- Ippolito F., Ortolani F. & Russo M. (1973), *Struttura marginale tirrenica dell'Appennino campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. Mem. Soc. Geol. It., **12**, 127-250.
- Manfredini M. (1968), *Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 171 (Gaeta)*. Servizio Geologico d'Italia.
- Prestininzi A. (2000), *La valutazione del rischio di frana: metodologie e applicazioni al territorio della regione Lazio*. Atti del Congresso dell'Ordine Nazionale dei Geologi – Roma
- Radicati di Brozolo F., Di Girolamo P., Turi B. & Oddone M. (1988), *^{40}Ar - ^{39}Ar e K-Ar dating of K-rich rocks from the Roccamonfina Volcano, Roman Comagmatic Region, Italy*. Geoch. Cosmoch. Acta, **52**, 1435-1441.
- Scarsella F. (1966), *Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 172 (Caserta)*. Servizio Geologico d'Italia.
- Scarsella F., Manfredini M. (1971), *Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 161 (Isernia)*. Servizio Geologico d'Italia.
- Vallario A. (1992), *Frane e territorio*. Liguori Editore, Napoli.