

MODELLO PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA NEL BACINO DEL RIU PULA.

Felice DI GREGORIO (*), Marco PUSCEDDU (*), Andrea SERRELI (*)

(*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Cagliari, Laboratorio di Geologia Ambientale e Termografia, Via Trentino n°51, 09127 Cagliari, tel. 070.6757778, digregof@unica.it.

Riassunto

Il presente lavoro si propone come contributo per lo sviluppo di una metodologia finalizzata alla valutazione di parametri che trovano applicazioni fondamentali nella pianificazione e nella gestione del territorio, quali il dissesto idrogeologico e l'erosione accelerata del suolo.

A questo scopo è stata selezionata l'area campione del bacino idrografico del Riu Pula (Sardegna SW), l'analisi è stata condotta in ambiente *GIS* al fine di giungere alla costruzione di un modello concettuale orientato all'integrazione ragionata delle conoscenze utili per lo sviluppo di una banca dati geografica volta all'archiviazione di informazioni inerenti i fattori che favoriscono condizionano e determinano i processi di evoluzione e degradazione dei versanti ed il deflusso delle acque.

La realizzazione del sistema informativo geografico è avvenuta mediante l'acquisizione di dati geologico-ambientali da rilievi in campo con *GPS*, carte tecniche quotate, stazioni meteorologiche, riprese aeree e da ortofotocarte, georeferenziazione, digitalizzazione a monitor delle entità spaziali di riferimento e compilazione dei database associati, elaborazione del DTM e derivazione di dati morfometrici. Successivamente, lo sviluppo di modelli matematici, basati sulla metodologia dell'*overlay mapping* tematico, hanno consentito la redazione di una Carta tematica di sintesi dell'instabilità potenziale dei versanti e dell'erosione accelerata del suolo.

Abstract

The present study is a contribution to the development of a finalized methodology for the appraisal of parameters that find fundamental applications in the actions of planning and managing the territory, which are the hydrogeological risk and the accelerated erosion of soils.

The analysis of the catchment basin of the Riu Pula (Sardinia SW), has been developed on GIS environment to reach the construction of a oriented conceptual model to reasoned integration of useful knowledge for the development of a geographic database in which to record some of the inherent information about the factors that favour, condition and determine the processes of evolution and degradation of the slopes and the waterflow.

The development of the geographic information system is based on the geologic-environmental data acquisition from direct surveys with GPS, numerical technical maps, meteorological information, orthorectified aerial photographs and after by digitizing all the geographic entities and compiling the database associated to the datasets and from the elaboration of a DTM and therefore the derivation of numerical morphological data. Subsequently, the use of mathematical models based on the methodology of the thematic overlay mapping, has enabled the development of a thematic map of synthesis that represents the potential instability of the slopes and the accelerated erosion of the soils.

Modello concettuale

L'area di studio è costituita dal bacino idrografico del Riu Pula, nella Sardegna meridionale; la superficie scolante è pari a 139,4 Km²; il reticolo idrografico è prevalentemente di tipo dendritico, sub dendritico nelle parti alte e parallelo, sub parallelo nell'area della piana costiera.

Il bacino è compreso in un rettangolo con coordinate del vertice NO (N – 4331287, O – 1484781) e del vertice SE (N – 4316619, E – 1502399); la lunghezza dell'asta principale è di circa 27 Km e si sviluppa a partire da una quota prossima a 873 metri s.l.m. fino alla sezione di foce a quota zero, con coordinate Gauss – Boaga (N – 4317247, E – 1502111).

La quota media del bacino è di circa 380 metri s.l.m. mentre la quota massima è di circa 1017 metri s.l.m.; l'inclinazione media dei versanti nel bacino, è di circa 21° e varia da un minimo di 0° ad un massimo di circa 83°

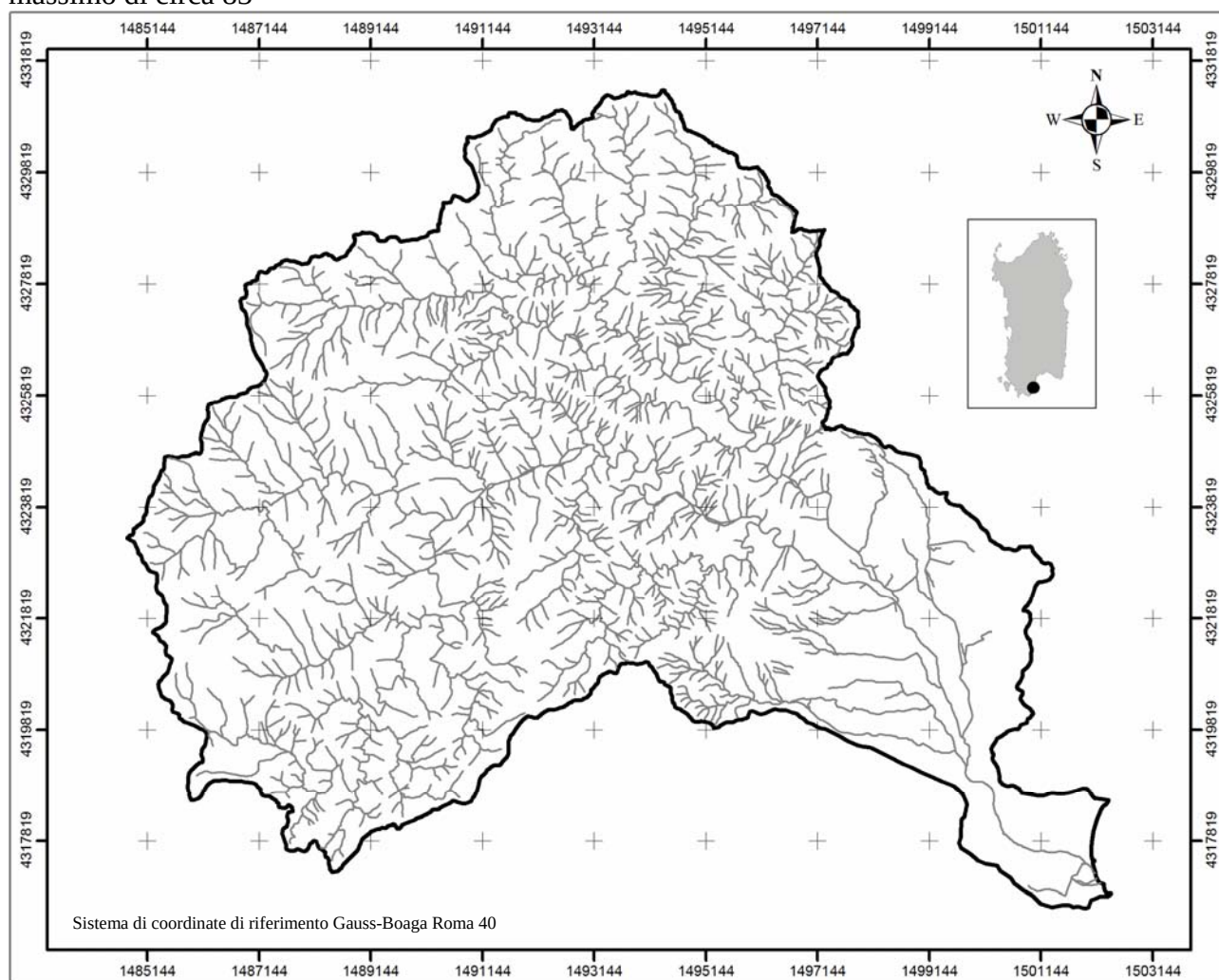


Fig. 1: Bacino e reticolo idrografico del Riu Pula.

Il modello concettuale adottato è costituito da una serie di tematismi: acclività dei versanti, esposizione dei versanti, uso e copertura del suolo, geologia, permeabilità, precipitazioni, densità di drenaggio.

Per ognuno dei tematismi è stata studiata una legenda che contiene le ristrette informazioni utili alla loro implementazione in modelli di sintesi.

Al fine infatti dell'elaborazione dei modelli stessi è necessario assegnare dei numeri alle varie classi di legenda cosicché le legende perdono tutto il loro significato descrittivo, qualitativo per passare ad una informazione quantitativa implementabile in funzioni matematiche.

Tutti gli strati informativi realizzati sono stati elaborati in ambiente GIS e la struttura dati finale per tutte le informazioni di ingresso, utile per l'implementazione in modelli matematici, è quella raster a celle quadrate.

Di seguito vengono elencati i metodi di elaborazione e archiviazione delle informazioni per ognuno degli strati informativi.

Gli strati informativi *acclività ed esposizione dei versanti* sono derivati dal DTM, in formato raster con cella di passo 25 metri e ricampionati secondo le classi di legenda.

Lo strato informativo *uso e copertura del suolo* è stato estrapolato dalla Carta dell'uso del suolo della Regione Autonoma della Sardegna e convertito in raster con cella di passo 25 metri.

Lo strato informativo *geologia* è stato realizzato attraverso una ricerca bibliografica, cartografica e rilevamenti in campo e previa digitalizzazione è stato successivamente convertito in raster.

Lo strato informativo *permeabilità delle formazioni geologiche* è stato realizzato applicando gli attributi dello strato informativo geologia e successivamente convertito in raster.

Lo strato informativo *precipitazioni* è stato realizzato utilizzando le altezze di pioggia medie annuali delle stazioni pluviometriche di Is Cannoneris, Piscinamanna, Capoterra e Pula, che sono state messe in relazione alle quote secondo una funzione lineare tra i valori di precipitazione registrati e le quote delle stazioni stesse. Sono stati quindi estrapolati il grafico e l'equazione della retta di interpolazione precipitazioni – quota.

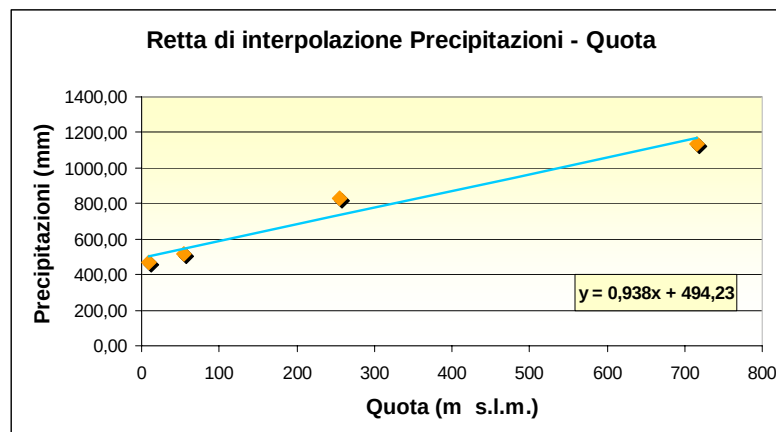


Figura 2. Grafico Quote - Precipitazioni per le stazioni pluviometriche considerate e retta di interpolazione Precipitazioni – Quota.

Attraverso una funzione di *map algebra* applicata al DTM l'equazione di interpolazione ha restituito un raster con le precipitazioni distribuite in funzione delle fasce altimetriche.

Lo strato informativo *densità di drenaggio* è stato realizzato attraverso procedure di *overlay mapping* suddividendo il bacino in celle regolari di passo 500 metri, intersecando il reticolo ed attribuendo ad ogni cella il valore della densità di drenaggio; il *file* vettoriale ottenuto è stato successivamente convertito in raster con cella di passo 25 metri e ricampionato in 4 classi.

Applicazione dei modelli di *overlay* tematico

La valutazione della pericolosità geomorfologica nel bacino del Riu Pula è il risultato della implementazione, in un modello matematico e in un modello pesato, dei dati contenuti in ogni strato informativo.

Il modello matematico è stato sviluppato seguendo per quanto possibile le linee guida del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) con alcuni adattamenti alla realtà geografica specifica del bacino, per arrivare alla realizzazione dello strato informativo di sintesi "*instabilità potenziale dei versanti*".

La metodologia prevede il raggruppamento in classi degli elementi dei singoli tematismi e l'attribuzione di valori in funzione del ruolo esercitato da ciascuno di essi come fattori predisponenti il dissesto. Nella successiva operazione di *overlay*, viene effettuata una somma algebrica dei valori

assegnati fino ad ottenere il valore finale, che rappresenta l’influenza complessiva che i fattori considerati hanno sulla stabilità del versante.
 In funzione delle linee guida del PAI vengono considerati i seguenti fattori di analisi: pendenza dei versanti, litologia, uso del suolo.



Figura 3. Livelli informativi riclassificati utilizzati per l’applicazione del modello matematico per l’instabilità potenziale dei versanti elaborato sulla base delle linee guida del PAI.

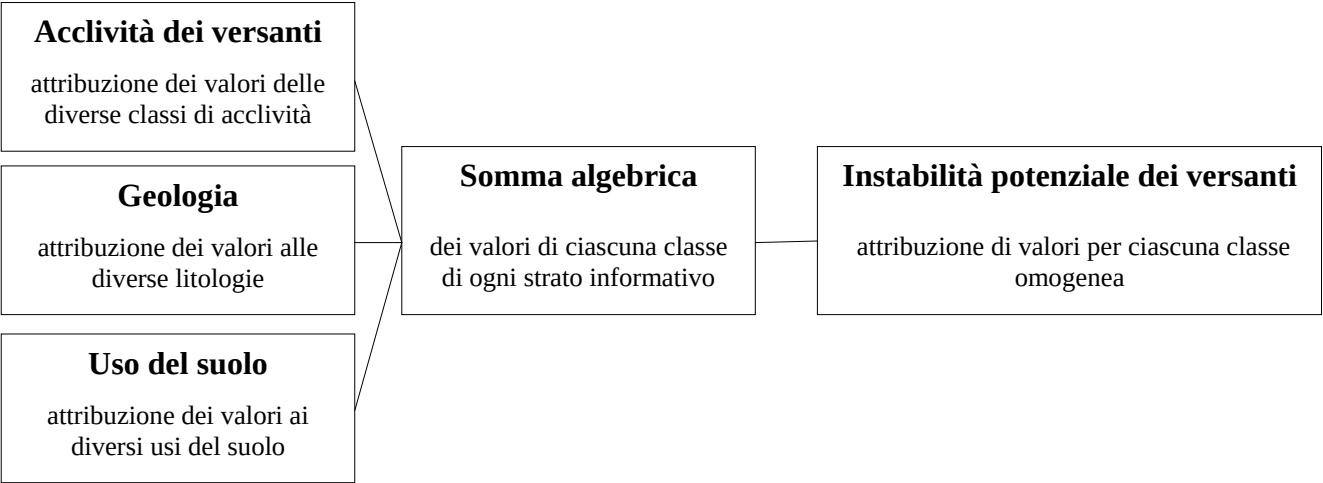


Figura 4. Schema sinottico del metodo di overlay matematico adottato per la redazione della Carta della instabilità potenziale dei versanti.

Classe di instabilità	Descrizione	Valore	
		da	a
I	Situazione potenzialmente stabile	9	13
II	Instabilità potenziale limitata	6	9
III	Instabilità potenziale media	3	6
IV	Instabilità potenziale forte	0	3
V	Instabilità potenziale massima	-2	0

Figura 5. Tabella delle classi di instabilità potenziale dei versanti del bacino del Riu Pula secondo il modello matematico proposto nel PAI.

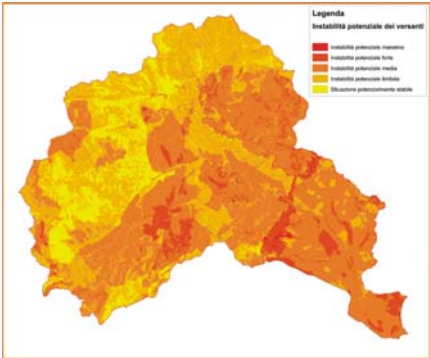


Figura 6. Carta dell’instabilità potenziale dei versanti del bacino del Riu Pula

Il modello pesato per la valutazione della pericolosità di erosione del suolo, a differenza del precedente modello matematico, considera tutti gli starti informativi sviluppati nel modello concettuale.

L'elaborazione relativa ai valori dei pesi attribuiti ad ogni tematismo e dei valori attribuiti ad ogni classe di ogni tematismo, sono stati valutati in modo qualitativo sulla base delle esperienze ricavate da altri studi di settore, assegnando i pesi in funzione della maggiore o minore influenza che essi rivestono nella determinazione dei dissesti di tipo idrogeologico e i valori a ogni classe di ogni strato informativo sulla base della più o meno elevata impedenza esercitata verso i processi erosivi superficiali.

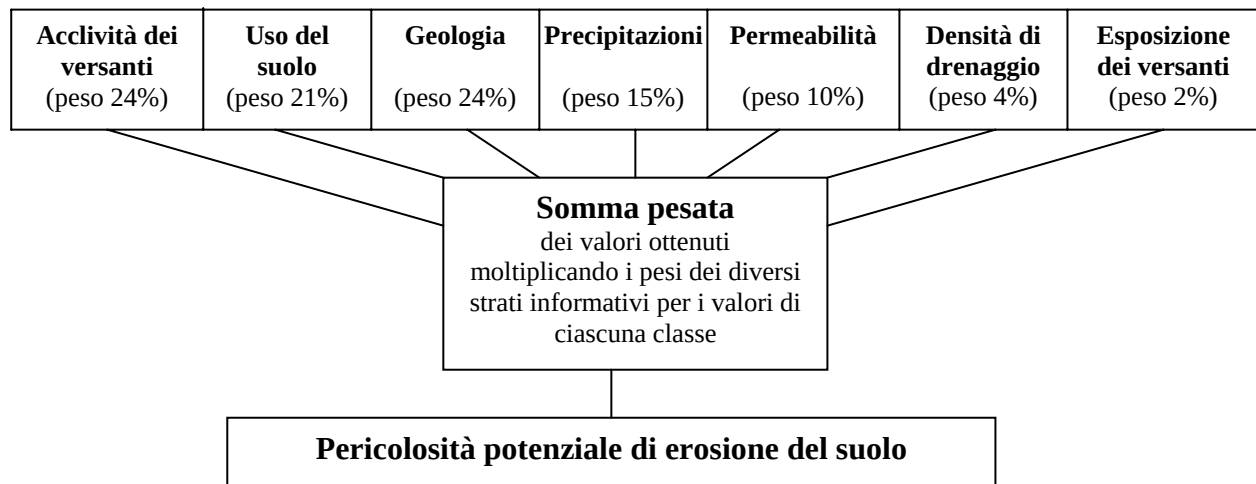


Figura 7. Schema sinottico del metodo di overlay pesato adottato per la redazione della Carta della pericolosità potenziale di erosione del suolo.

Il risultato del modello sviluppato attraverso l'elaborazione pesata, ha portato alla redazione di un nuovo strato informativo in struttura raster con cella quadrata di passo 25 metri, attraverso il quale vengono messe in evidenza le aree nelle quali il processo di erosione accelerata determina condizioni di pericolosità per la risorsa suolo.

Il metodo di classificazione del territorio in funzione del valore di pericolosità potenziale di erosione accelerata è stato sviluppato sulla base di uno studio statistico effettuato sui valori distribuiti tra le celle che costituiscono il raster finale.

N° totale celle	Area Bacino (mq)	Minimo	Massimo	Range	Media	Dev. Standard
223010	139380992,00	1,44	4,99	3,55	3,22	0,56

Figura 8. Riassunto dei dati statistici relativi alla pericolosità potenziale di erosione accelerata del suolo in tutto il bacino idrografico del Riu Pula.

Al fine di definire le classi di pericolosità potenziale di erosione accelerata, nel caso particolare del bacino del Riu Pula, si è cercato di distribuire i valori su cinque classi e di omogeneizzare i valori di ogni classe affinché, all'interno del range che le definisce, questi si discostino il meno possibile dal valore medio.

Classe	N° celle	Minimo	Massimo	Range	Media	Dev. Standard
I	9076	1,44	2,15	0,71	1,86	0,18
II	42931	2,15	2,86	0,71	2,50	0,21
III	111750	2,86	3,57	0,71	3,21	0,20
IV	53740	3,57	4,28	0,71	3,92	0,20
V	5513	4,28	4,99	0,71	4,57	0,19

Figura 9. Riassunto dei dati statistici relativi alla classificazione ad intervalli uguali dei valori di pericolosità potenziale di erosione accelerata per il bacino del Riu Pula.

Facendo riferimento anche al modello descrittivo delle linee guida del PAI, in base al quale è stata scelta la suddivisione in cinque classi (Figura 5) e con riferimento alle considerazioni fatte sull'analisi statistica effettuata, si propone infine una identificazione descrittiva delle classi ottenute, come riassunto nella tabella seguente:

Classe di instabilità	Descrizione	Valore	
		da	a
I	<i>Situazione potenzialmente stabile</i>	1,44	2,15
II	<i>Pericolosità potenziale limitata</i>	2,15	2,86
III	<i>Pericolosità potenziale media</i>	2,86	3,57
IV	<i>Pericolosità potenziale forte</i>	3,57	4,28
V	<i>Pericolosità potenziale massima</i>	4,28	4,99

Figura 10. Tabella delle classi di pericolosità di erosione accelerata del suolo nel bacino del Riu Pula secondo il modello di overlay pesato.

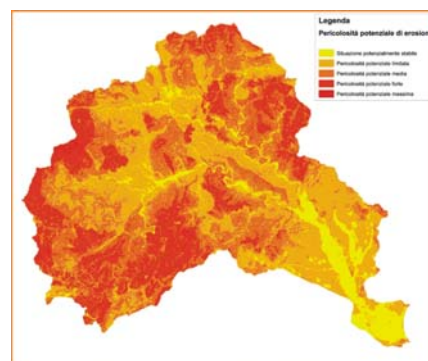


Figura 11. Carta della pericolosità di erosione accelerata del suolo nel bacino del Riu Pula

L'indagine geologico-ambientale applicata al bacino idrografico del Riu Pula tramite il modello concettuale adottato, costituito dai tematismi *acclività ed esposizione dei versanti*, *uso e copertura del suolo*, *geologia*, *permeabilità*, *precipitazioni* e *densità di drenaggio*, sembra rispondere efficacemente nell'elaborazione di carte tematiche di sintesi relative all'instabilità potenziale dei versanti e alla pericolosità di erosione accelerata del suolo; che costituiscono documenti fondamentali per la pianificazione del territorio e la gestione delle aree a rischio idrogeologico.

Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (1992), *Linee guida per la realizzazione di una cartografia della pericolosità geologica connessa ai fenomeni d instabilità dei versanti alla scala 1:50.000*, Servizio Geologico Nazionale, Progetto Carg: *Realizzazione della cartografia geologica e geotematica del territorio nazionale*.
- AA.VV. (1999), *Dinamica fluviale*, numero speciale di "Geologia dell'Ambiente".
- Bell F.G. (1988), *Environmental Geology principles and practice* – Blackwell Science Ltd
- Carrara A., D'Elia B., Semenza E. (1985), *Classificazione e nomenclatura dei fenomeni franosi*, in "Geologia Applicata e Idrogeologia", 20, Bari.
- Ciccu R., Manca P.P., Di Gregorio F. (1994), *Propensione al dissesto idrogeologico in Sardegna: analisi storica degli eventi ed aspetti metodologici*. Atti del IV Convegno Internazionale di Geoingegneria, Difesa e Valorizzazione del suolo e degli acquiferi, Vol.1, 73-85.
- CNR. (1981), *Progetto finalizzato Conservazione del suolo, in collaborazione con International Association for Hydrological Science*, Atti del Convegno internazionale su Erosion and Sediment Transport Measurement, Firenze.
- Gisotti G., Benedini M. (2000), *Il dissesto idrogeologico - previsione, prevenzione e mitigazione del rischio* – Carocci Editore.
- Lupia Palmieri E. (1983), *Il problema della valutazione dell'entità dell'erosione nei bacini fluviali*, Atti XXIII Congresso geografico italiano.
- Regione Autonoma della Sardegna (2003), *Linee guida del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico*.
- Regione Autonoma della Sardegna (2003), *Carta dell'uso del suolo alla scala 1:25.000*.