



Agris

Agenzia Regionale per la ricerca scientifica
e l'innovazione in agricoltura

Laore

Agenzia regionale
per lo sviluppo in agricoltura



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

AGRIS SARDEGNA

LAORE SARDEGNA

UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI CAGLIARI

UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI SASSARI



Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto

Attività 3 – Elaborazione dei tematismi di base

Sottoattività 3b

Individuazione delle unità fisiografiche negli ambiti costieri

Allegato 2

a cura di:

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI

Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche

dott.ssa Maria Teresa Melis

Responsabile scientifico: *dott. Andrea Vacca*

Indice

PREMESSA	2
RIFERIMENTI DI PROGETTO	3
AMBIENTE SOFTWARE	4
PRIMA IPOTESI DI DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOMORFOMETRICI	5
DISCUSSIONE E PROPOSTA DI APPLICAZIONE DELLA PRIMA IPOTESI	16
PARAMETRI GEOMORFOMETRICI UTILIZZATI ED ELABORAZIONE FINALE	19
DESCRIZIONE DELLE CLASSI MORFOMETRICHE UTILIZZATE	21
FILE DI CONSEGNA	22

Premessa

Questo documento descrive le attività svolte nell'ambito del Progetto "Carta delle unità di terre e di capacità d'uso dei suoli - 1° LOTTO" relativamente alla **Sottoattività 3b - Individuazione delle unità fisiografiche negli ambiti costieri**

Questa attività prevede lo studio e la applicazione di un modello per la realizzazione dello strato informativo delle unità fisiografiche, da utilizzare come livello dati per la realizzazione della carta delle Unità delle terre in scala 1: 50.000. Il lavoro si è svolto secondo le fasi di:

- Analisi di metodologie per la definizione morfometrica del territorio e proposta di un processo di elaborazione.
- Applicazione della metodologia studiata alle quattro aree in studio.
- Elaborazione del report metodologico.

Riferimenti di progetto

Il lavoro svolto nell'ambito di questa fase si riferisce alla Sottoattività 3b – Individuazione delle unità fisiografiche negli ambiti costieri, descritta nel Piano Operativo e di cui si riporta l'estratto specifico:

“Questo tematismo sarà realizzato su tutti gli ambiti costieri, ma la validazione sul campo avverrà solo per le aree di lavoro relative al primo Lotto di cui alla cartografia allegata.

Per ogni singola unità di materiale parentale, individuata precedentemente con la sottoattività 3a, saranno istituite le unità fisiografiche di significato pedologico. Queste deriveranno da un'interpretazione morfologica del modello digitale del terreno (DTM), con l'ausilio di una procedura GIS, sulla base dei dati esistenti (carte geomorfologiche) e delle conoscenze dei soggetti attuatori relativamente al modello distributivo dei suoli sardi. Questo tematismo necessiterà di una fase di validazione in campo da realizzarsi contestualmente al rilevamento pedologico delle aree campione.

Tale attività comporterà la creazione del tematismo di unità omogenee per processo morfogenetico dominante.

Soggetto Attuatore DISTER e LAORE

Durata: 2 ½ mesi

Risultati: n° 1 legenda delle unità fisiografiche e relativo livello informativo realizzati”.

Come specificato quindi nel Piano Operativo, il progetto prevede per questa sottoattività l'applicazione di un modello di elaborazione GIS, le cui specifiche sono state studiate nell'ambito dell'attività stessa. Di seguito si riportano alcuni riferimenti bibliografici a supporto delle scelte metodologiche e delle elaborazioni applicate:

- M. A. V. Gorini, (2009). Physiographic Classification of the Ocean Floor: A Multi-Scale Geomorphometric Approach. Proceedings of Geomorphometry 2009. Zurich, Switzerland, 31 August - 2 September, 2009
- J. Iwahashi, R.J. Pike, (2007). Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. Geomorphology 86 (2007) 409–440.
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A., 1998. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University. Press Inc., New York, 333 pp.

Ambiente software

Lo studio è stato realizzato utilizzando gli strumenti sw dedicati alle analisi spaziali sviluppati negli applicativi:

- ESRI ArcGIS con le risorse per l'analisi spaziale (Spatial Analyst e 3D Analyst), integrate da una ulteriore estensione, "DEM Surface Tools" dedicata in modo specifico all'estrazione di parametri topografici (Jenness, J. 2011. DEM Surface Tools v. 2.1.292. Jenness Enterprises.

Questa estensione è disponibile per il download all'indirizzo:

http://www.jennessent.com/arcgis/surface_area.htm);

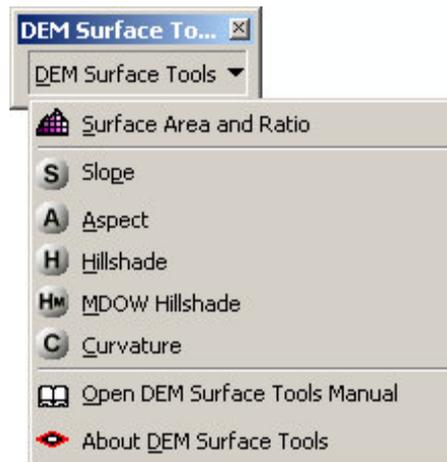


Fig. 1- Strumenti sviluppati nell'estensione DEM Surface TOOLS.

- SAGA GIS, *System for Automated Geoscientific Analyses* (<http://www.saga-gis.org>), un software libero dedicato all'elaborazione dei dati geografici specificatamente in modelli raster. Di seguito l'indirizzo per il download e per la documentazione <http://geosun1.uni-geog.gwdg.de/saga/html/index.php>.

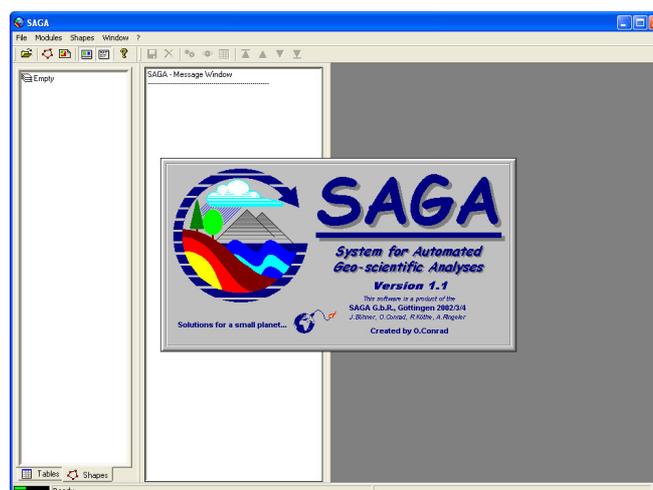


Fig. 2- Interfaccia di apertura del sw SAGA

Prima ipotesi di definizione dei parametri geomorfometrici

Lo studio svolto propone l'individuazione delle unità fisiografiche su base morfometrica mediante l'elaborazione del DEM.

Il DEM utilizzato è quello fornito dal SITR della RAS; la descrizione del dato, dalla sua scheda ISO 19115 riporta: *"Modello digitale del terreno a copertura regionale. E' una matrice regolare di punti, con passo di 10; ogni punto, oltre alle coordinate Est e Nord, contiene l'informazione dell'altitudine, derivata dal TIN DIGITALIA."*

Il file utilizzato è quello fornito dall'Agenzia LAORE e nominato: DEM_da_DIGITALIANuovo.img.

Dal DEM sono state estratte le quattro aree di studio, riportate nella figura che segue, e su ogni settore sono state applicate le elaborazioni proposte nella metodologia adottata, descritte di seguito.

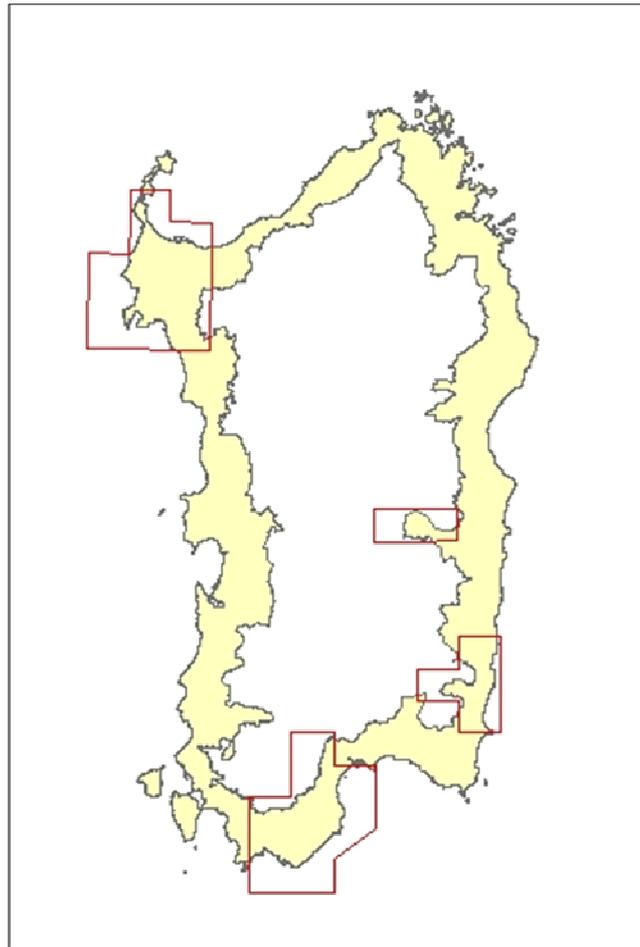


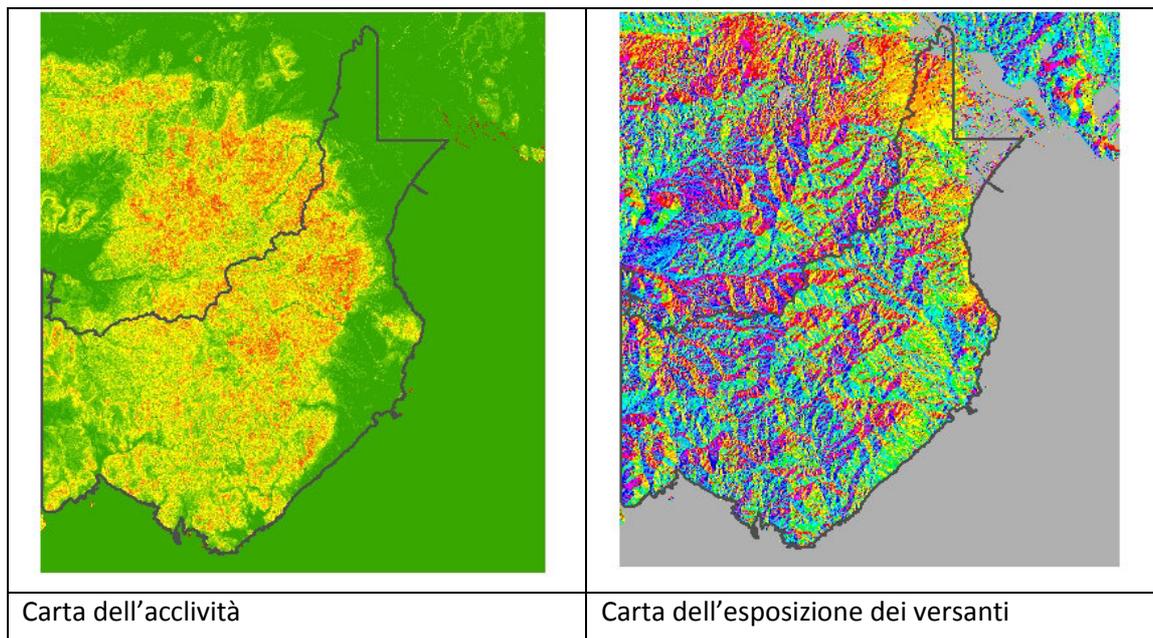
Fig. 3- Aree di studio

Le variabili morfometriche considerate nella prima fase di classificazione sono state:

- il gradiente dell'acclività
- la frammentazione dei versanti

- la rugosità.

Le prime due variabili vengono calcolate partendo dal DEM dell'area e in particolare vengono estratte dalla classificazione dell'acclività e dell'esposizione.



La classificazione è di tipo unsupervised ISO Cluster/ISODATA. In questo modo i pixel vengono raggruppati in classi create su base statistica, ovvero sulla base dei valori reali presenti nell'area in studio e non imposti dall'operatore. Il parametro in input è solamente quello legato al numero di classi che si vogliono ottenere. In particolare si è deciso di utilizzare le classi seguenti:

Pendenza	Superficie pianeggiante
	Superficie a pendenza moderata
	Superficie a pendenza forte
	Superficie a pendenza molto forte
Esposizione	omogenea
	frammentata

La classificazione calcola le medie delle classi equamente distribuite nello spazio dati e quindi raggruppa in modo iterativo i pixel rimanenti utilizzando la tecnica della distanza minima. Ogni iterazione ricalcola le medie e riclassifica i pixel rispetto alle nuove medie. Il risultato finale permette di classificare tutti i pixel associandoli alla classe di valori più vicina (Maximum Likelihood Classification).

Questa classificazione è stata svolta in ambiente ESRI e di seguito si riporta il report del file di elaborazione statistica del parametro esposizione e le immagini classificate.

```

Signatures Produced by Clustering of
# Stack c:\docume~1\titi\impost~1\temp\raster2
# number_of_classes=2 max_iterations=20 min_class_size=20
# sampling interval=10
# Number of selected grids
/*      1
# Layer-Number   Grid-name

```

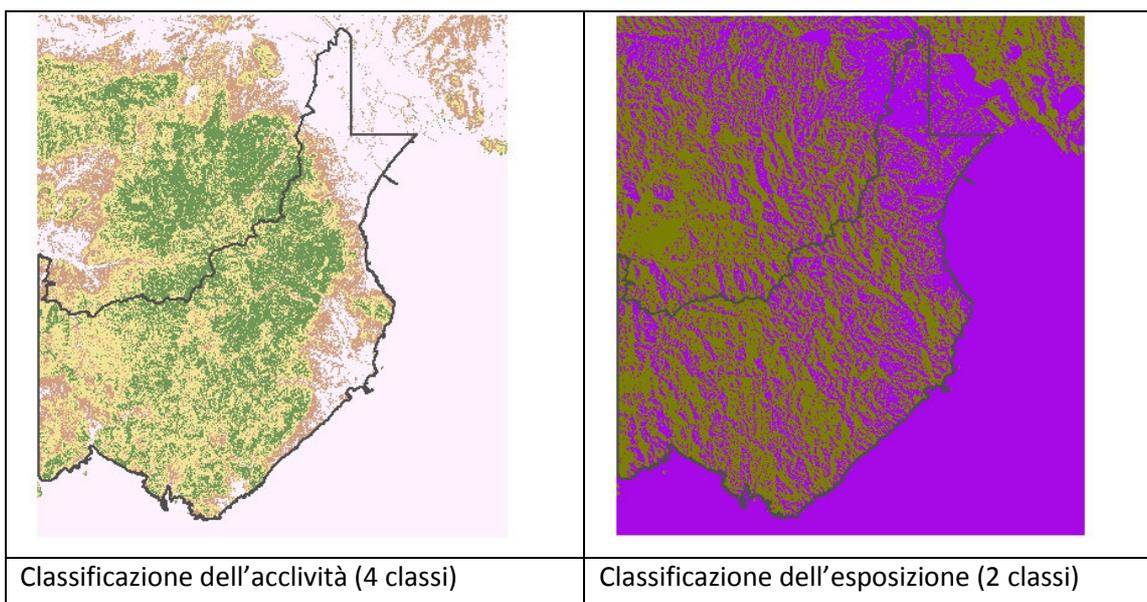
```

/*          1          raster2c1

#  Type      Number of Classes      Number of Layers      Number of Parametric
Layers
#          1          2          1          1
# =====
#  Class ID      Number of Cells      Class Name
#          1          131769
#  Layers          1
#  Means
#          31.70714
#  Covariance
#          1          1970.77760
# -----
#  Class ID      Number of Cells      Class Name
#          2          79155
#  Layers          1
#  Means
#          246.30331
#  Covariance
#          1          4010.61917

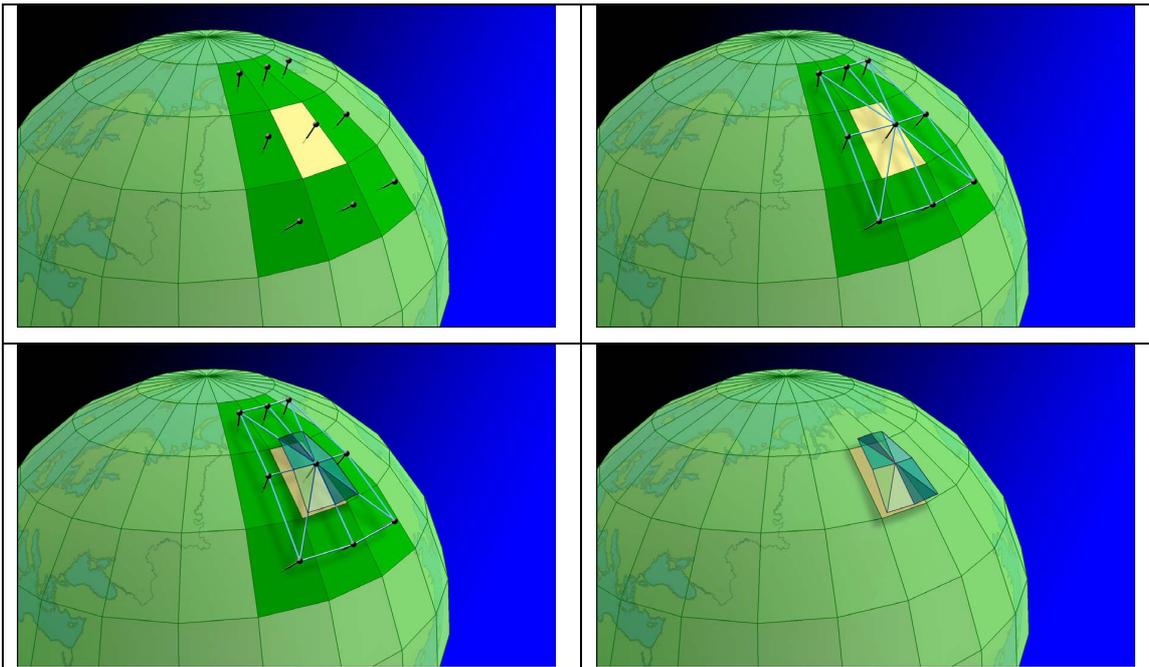
```

File di output del processo di creazione delle 2 classi della variabile esposizione.



La terza variabile di questo primo passo dell'analisi è il parametro di rugosità. L'elaborazione è stata sviluppata mediante la tecnica di creazione della "surface area" e del calcolo della "surface ratio". La trattazione completa del metodo è riportata in: Jenness, J. S. 2004. Calculating landscape surface area from digital elevation models. Wildlife Society Bulletin. 32(3):829-839.

La metodologia assegna un valore di superficie, espressa quindi in mq, ad ogni pixel della griglia, ricalcolando l'area di ogni porzione di territorio (pixel) nella sua posizione reale, ovvero non solo in piano e quindi coincidente con un quadrato, ma anche inclinata e quindi poligonale, divisa per il calcolo in triangoli. Questa tecnica permette di assegnare una quantificazione areale ad ogni cella sulla base dei valori di quota delle celle adiacenti in un intorno di 3x3 pixel. La nuova griglia di valori contiene la nuova componente superficie assegnata ad ogni pixel.



Costruzione della nuova superficie, sulla base della quale viene calcolato il nuovo valore dell'area del pixel.

Il prodotto di output è la mappa della “*surface area*”. Per ottenere un valore di rugosità del territorio questa griglia di valori viene confrontata per rapporto con il DEM originale, ottenendo la “*surface ratio*”. Per ogni pixel si ottiene un valore che rappresenta quanto la superficie reale si discosta rispetto al suo valore originale (10 metri del DEM RAS).

Poiché la dimensione del DEM è di 10 metri, i valori di ogni pixel nella surface area risultano divisi per 100, come è evidente dai valori riportati sotto per un pixel:

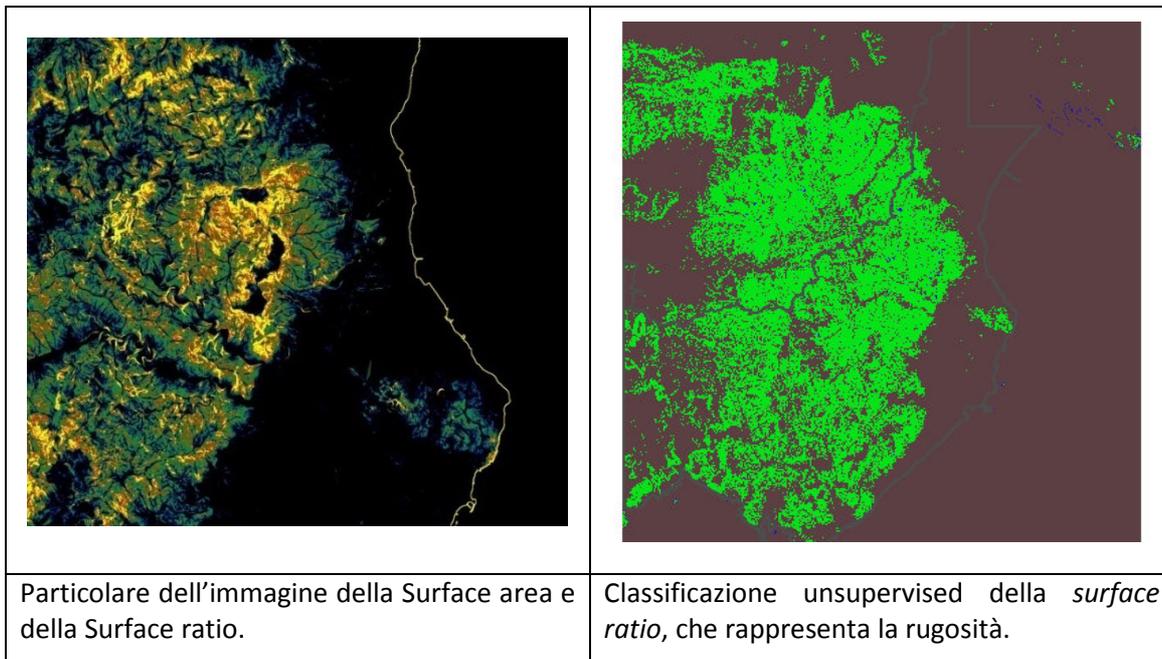
Map: 492700.34E,4333119.27N Meters

LL : 39°8'50.05"N, 8°54'55.89"E

Disp #1 Data: 1.251143 (surface ratio)

Disp #2 Data: 125.110687 (surface area)

Anche questa variabile è stata classificata in tre classi: superficie liscia, rugosa e molto rugosa con la stessa metodologia unsupervised.



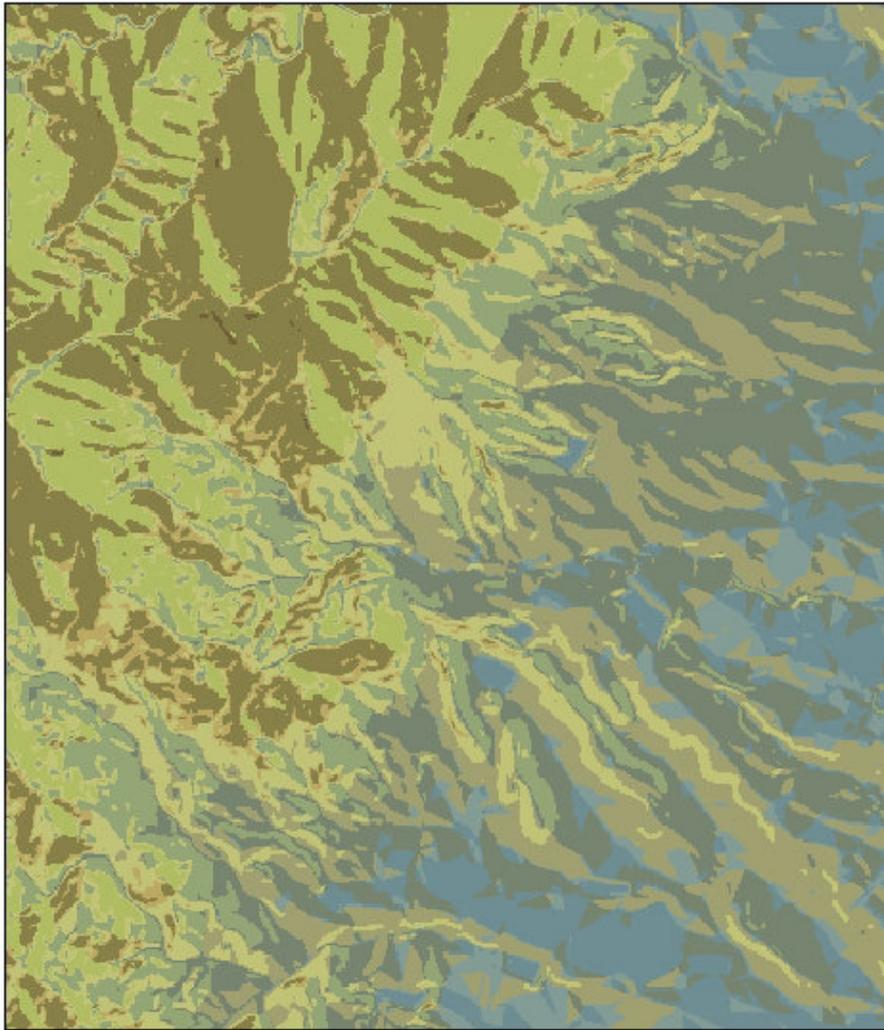
Il risultato della prima fase di calcolo è il prodotto delle tre variabili classificate in undici classi, definite dai prodotti evidenziati nella tabella che segue, la cui immagine di un particolare dell'area di Cagliari è riportata di seguito.

Combinazioni delle classi			Classificazione I
acclività	rugosità	esposizione	prodotto
Superficie pianeggiante 1	liscia 1	omogenea 1	1
		frammentata 2	2
	rugosa 2	omogenea 1	2
		frammentata 2	4
	molto rugosa 3	omogenea 1	3
		frammentata 2	6
Pendenza moderata 2	liscia 1	omogenea 1	1
		frammentata 2	4
	rugosa 2	omogenea 1	4
		frammentata 2	6
	molto rugosa 3	omogenea 1	6
		frammentata 2	12
Pendenza forte 3	liscia 1	omogenea 1	3
		frammentata 2	6
	rugosa 2	omogenea 1	6
		frammentata 2	12
	molto rugosa 3	omogenea 1	9
		frammentata 2	18
	liscia 1	omogenea 1	4

Pendenza molto forte 4		frammentata 2	8
	rugosa 2	omogenea 1	8
		frammentata 2	16
	molto rugosa 3	omogenea 1	12
		frammentata 2	24

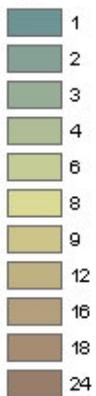
Tab. 1- Elenco delle combinazioni possibili tra le tre classi di valori considerati nella prima fase.

Sulla base di questa prima classificazione si può proporre una prima fase di accorpamento, che permette di limitare il numero di classi con caratteri simili, mediante interpretazione dei risultati su base fotografica, controlli sul campo, confronto con le cartografie già esistenti sui territori e con le classi litologiche e di land cover, che guidano la delimitazione finale delle classi di unità delle terre. Di seguito si propone un accorpamento basato sul calcolo statistico delle classi.



1:25,000

Legenda



Calcolo I fase

Fig. 4 - Classificazione di una porzione del territorio dell'area di studio di Cagliari classificata nel primo step di lavoro secondo l'acclività, l'esposizione e la rugosità.

L'ultimo parametro di cui la classificazione finale tiene conto è la convessità, ovvero la variazione di pendenza, calcolata sia come curvatura lungo il versante, che perpendicolarmente ad esso, così come riportato nella figura che segue.

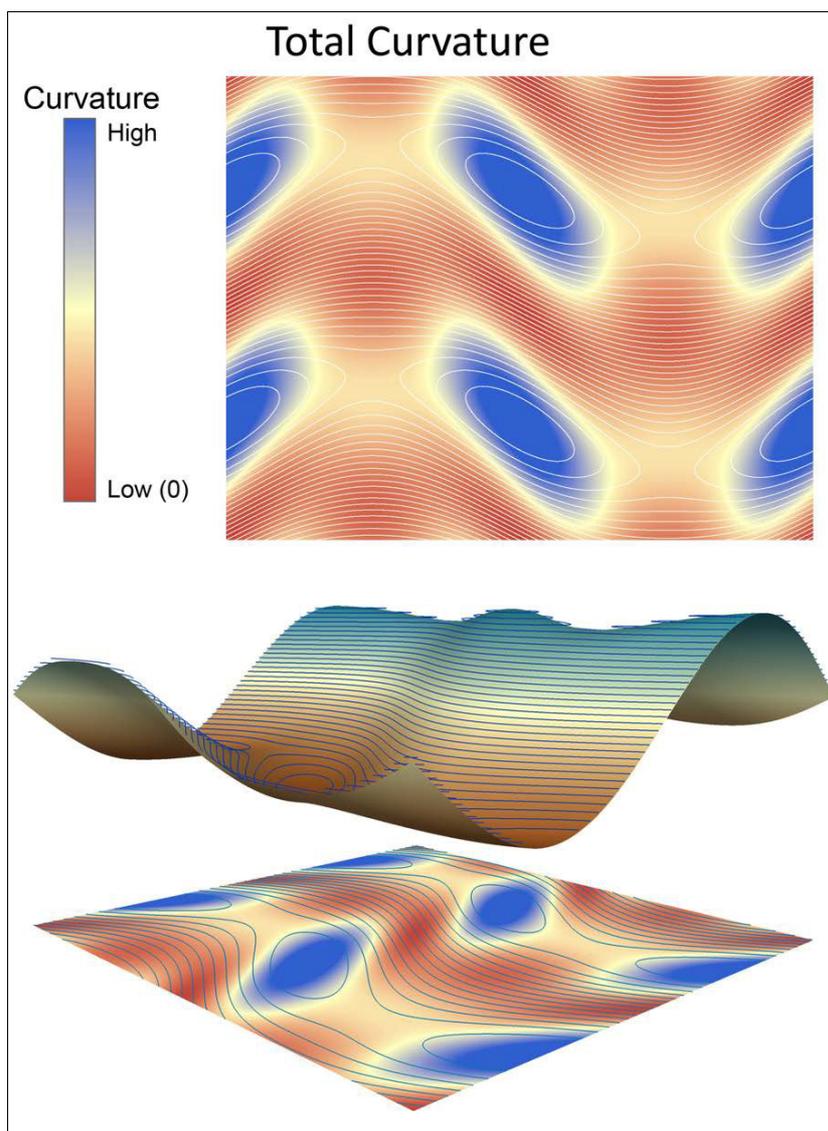


Fig. 5 – Elaborazione della curvatura totale.

L'elaborazione di questo parametro è stata svolta in ambiente *SAGA open source*, che contiene un modulo specifico di *Terrain analysis*, che permette l'elaborazione del DEM per l'estrazione dei pixel appartenenti ad aree concave o convesse, secondo diverse classi di valori rispettivamente negative e positive.

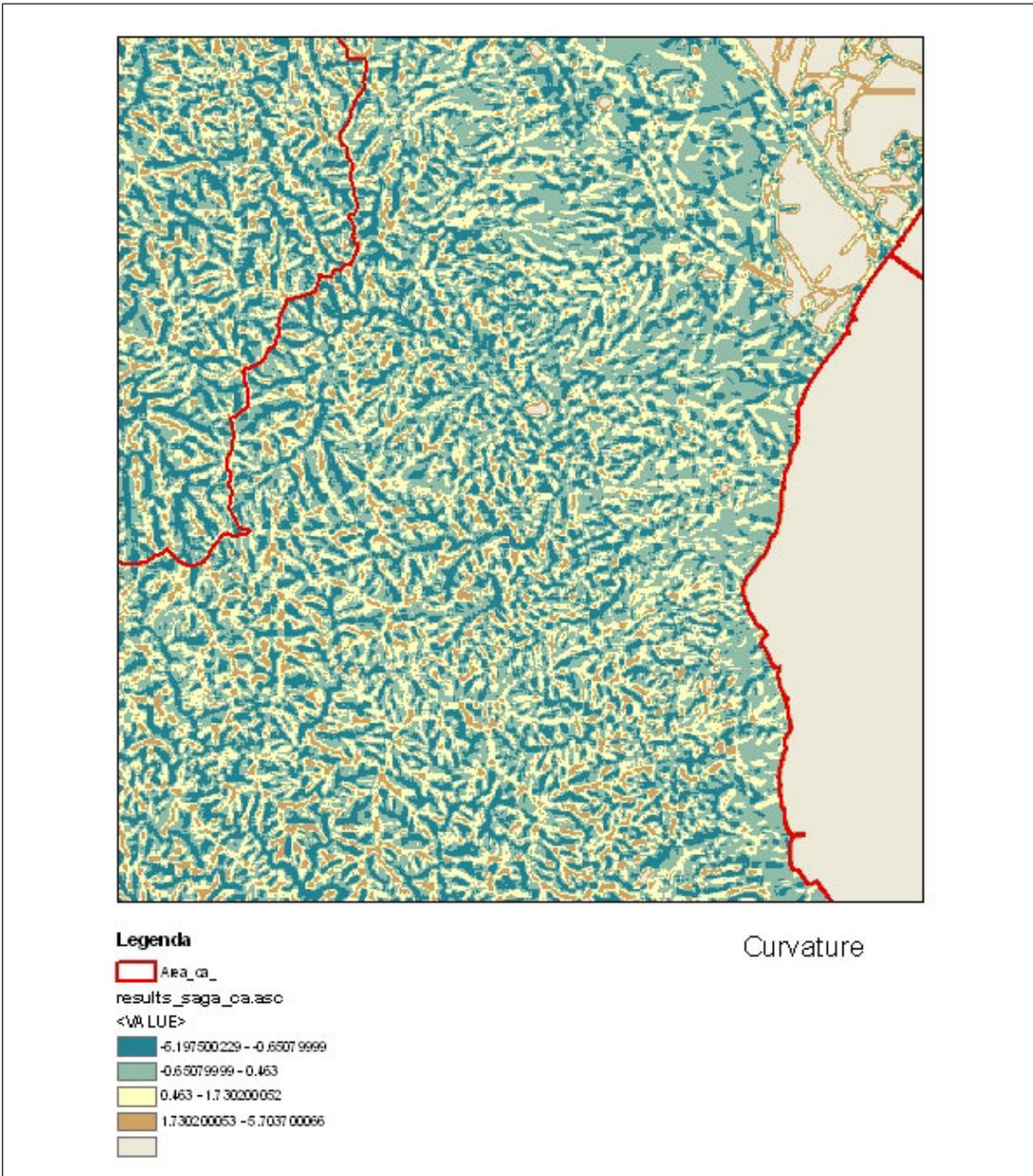


Fig.6- Classificazione del territorio in forme concave e convesse.

La metodologia adottata prevede quindi di classificare questo parametro in due classi e assegnare i valori di +1 alle classi che rappresentano forme convesse (crinali, picchi, versanti convessi) e il valore di -1 alle forme concave (valli e versanti concavi).

Anche questa classificazione viene sviluppata con un classificatore usupervised, ottenendo un'immagine come di seguito.

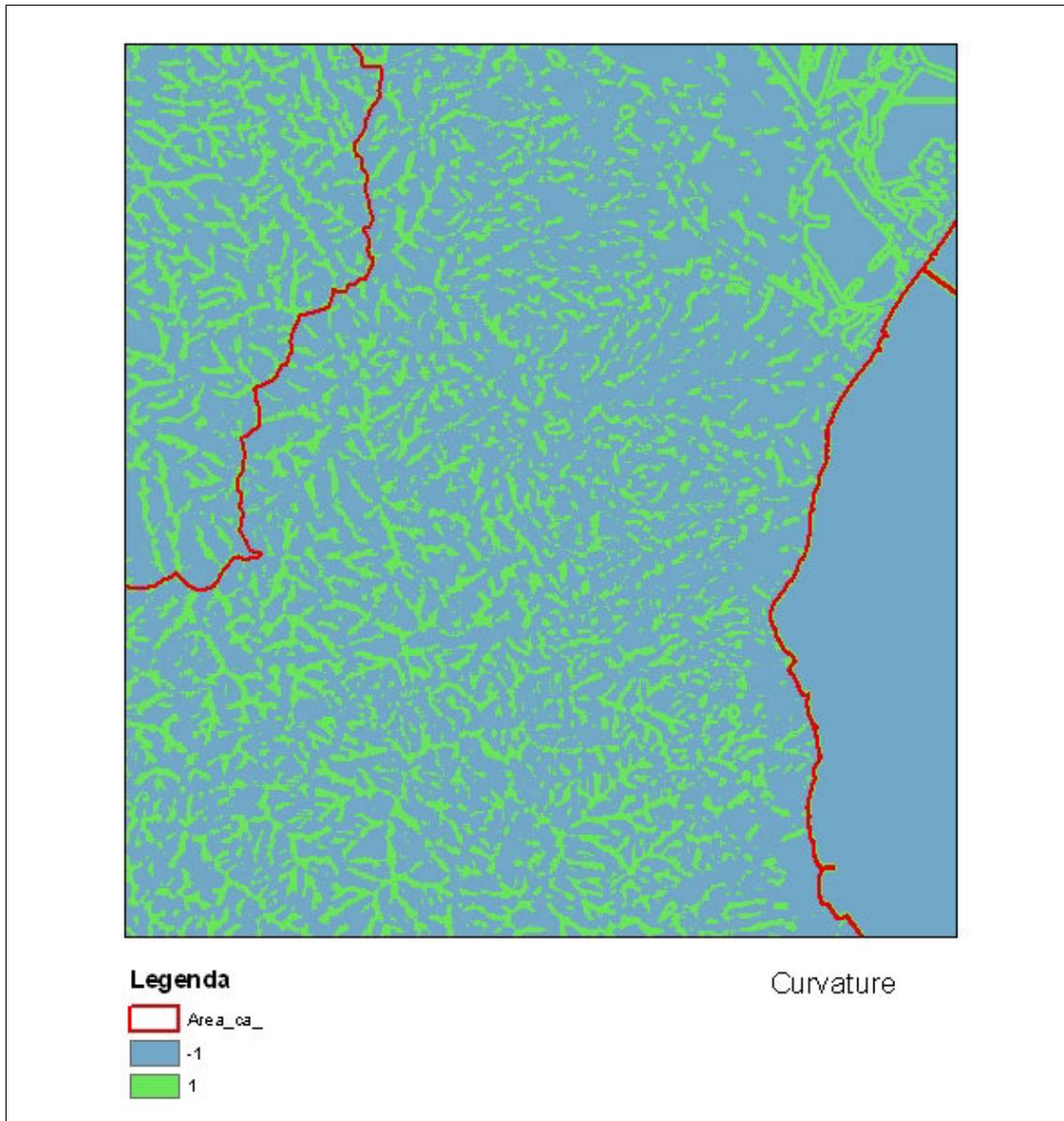


Fig. 7- Classificazione della curvatura

L'elaborazione finale prevede di moltiplicare la classificazione di I fase con le classi di curvatura in modo da dare una forma concava e convessa agli areali ottenuti in prima fase.

Il processo porta ad una classificazione in classi positive e negative, che rappresentano le forme del territorio e che possono essere quindi definite in termini geomorfologici, associando il processo di genesi e evoluzione, non più in forma automatica.

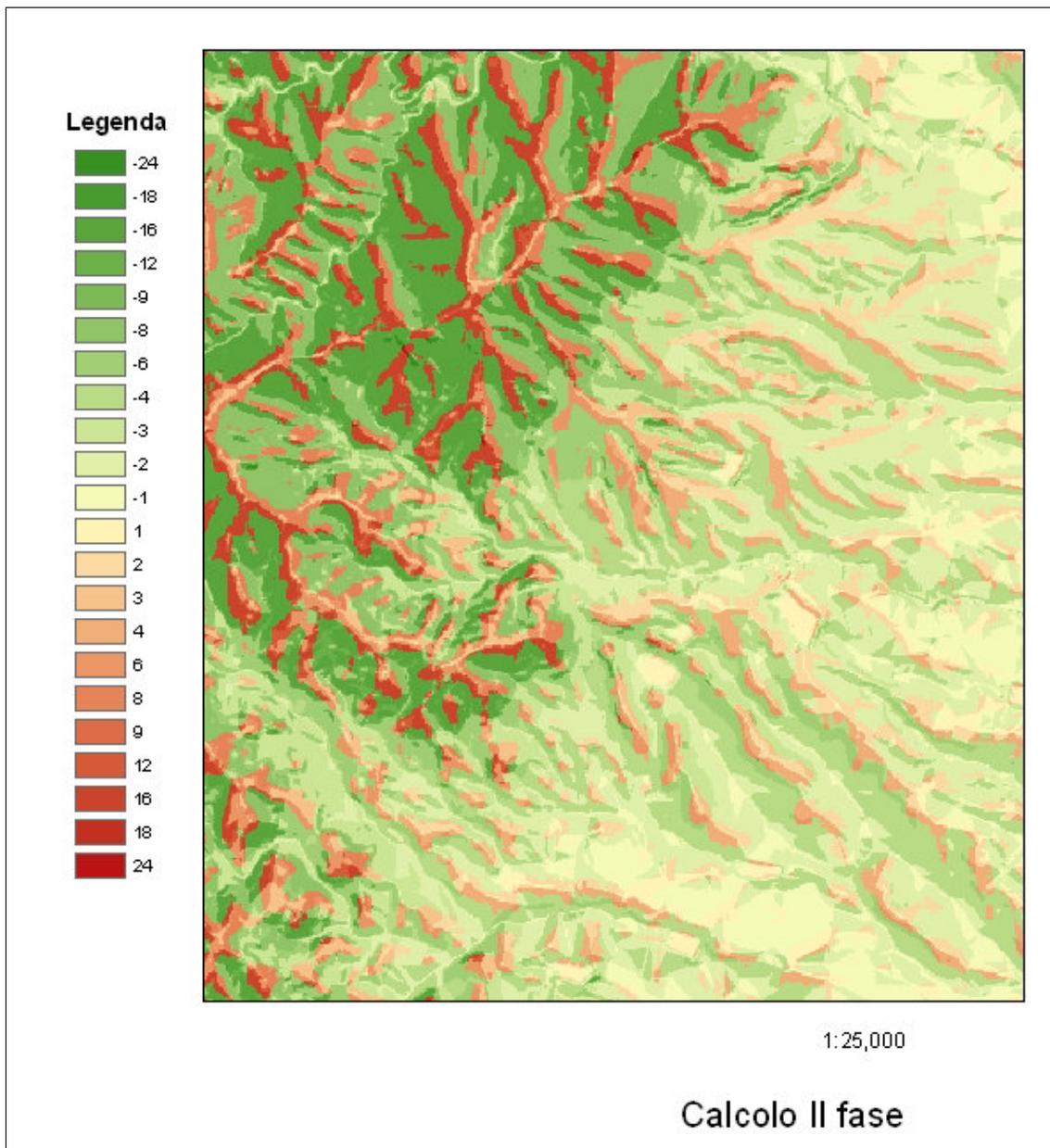


Fig. 8- Classificazione del DEM secondo tutti i parametri considerati.

Il passaggio sw finale di questa classificazione è la trasformazione dal formato GRID di ESRI al formato SHAPE e quindi alla definizione dei poligoni per ogni classe morfometrica.

Discussione e proposta di applicazione della prima ipotesi

Il prodotto di elaborazione fornisce una classificazione in 22 classi, di difficile definizione morfologica e che comporta una frammentazione del territorio anche sovradimensionata in relazione alla scala finale di utilizzo del dato 1:50.000.

Pertanto si è proceduto alla riclassificazione dell'elaborato relativo al primo step di lavoro decidendo di accorpare/riclassificare quelle classi secondo una valutazione legata sia al numero di pixel di ogni classe, che alla adiacenza di alcune classi.

Dalla lettura della distribuzione delle classi, riportata sotto, emerge che le classi 9, 18 e 24 sono molto poco rappresentative e sicuramente vanno accorpare alle classi adiacenti. Le classi 2 e 4 rappresentano pixel che possono essere ricondotti ad una medesima classe poiché adiacenti e le classi 6, 8 e 9 per lo stesso motivo.

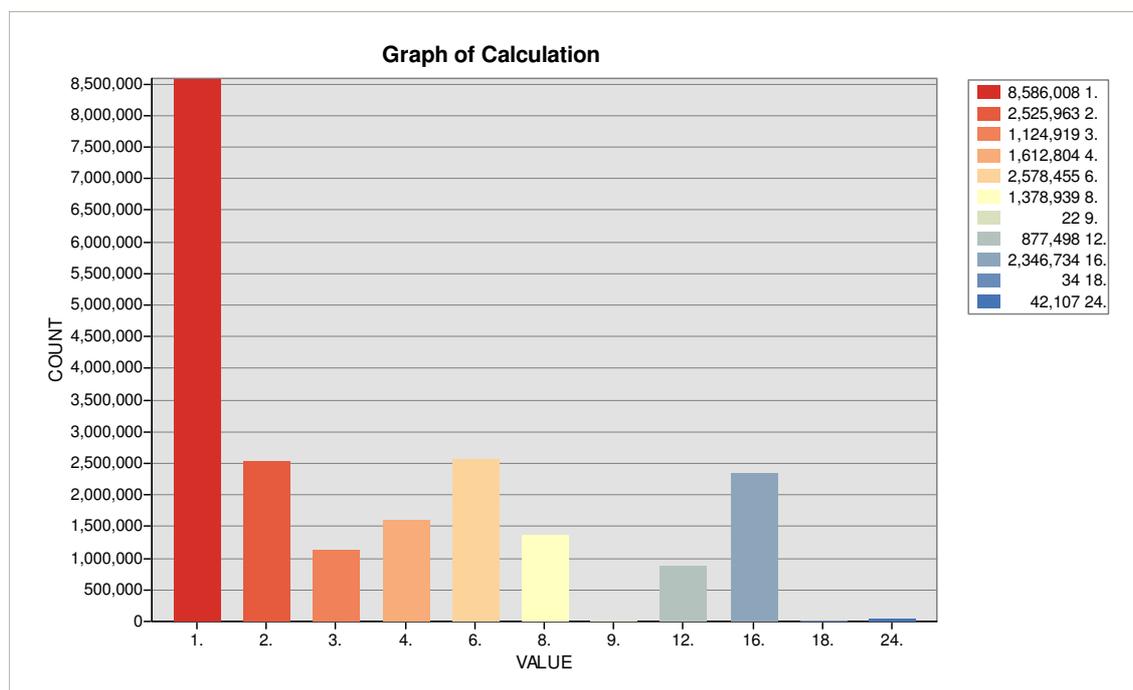


Fig. 9- Distribuzione del numero di pixel per ogni classe morfometrica.

Pertanto la nuova classificazione di base propone 5 classi, che accorpano le 11 classi esistenti così come da tabella seguente.

Combinazioni delle classi			Classificazione I	Riclassificazione
acclività	rugosità	esposizione	prodotto	accorpamento
Superficie pianeggiante 1	liscia 1	omogenea 1	1	1
		frammentata 2	2	2
	rugosa 2	omogenea 1	2	2
		frammentata 2	4	2
	molto rugosa 3	omogenea 1	3	3
		frammentata 2	6	4
	liscia 1	omogenea 1	1	1

Pendenza moderata 2		frammentata 2	4	2
	rugosa 2	omogenea 1	4	2
		frammentata 2	6	4
	molto rugosa 3	omogenea 1	6	4
		frammentata 2	12	5
Pendenza forte 3	liscia 1	omogenea 1	3	3
		frammentata 2	6	4
	rugosa 2	omogenea 1	6	4
		frammentata 2	12	5
	molto rugosa 3	omogenea 1	9	4
		frammentata 2	18	5
Pendenza molto forte 4	liscia 1	omogenea 1	4	2
		frammentata 2	8	4
	rugosa 2	omogenea 1	8	4
		frammentata 2	16	5
	molto rugosa 3	omogenea 1	12	5
		frammentata 2	24	5

Tab. 3- Accorpamento delle classi

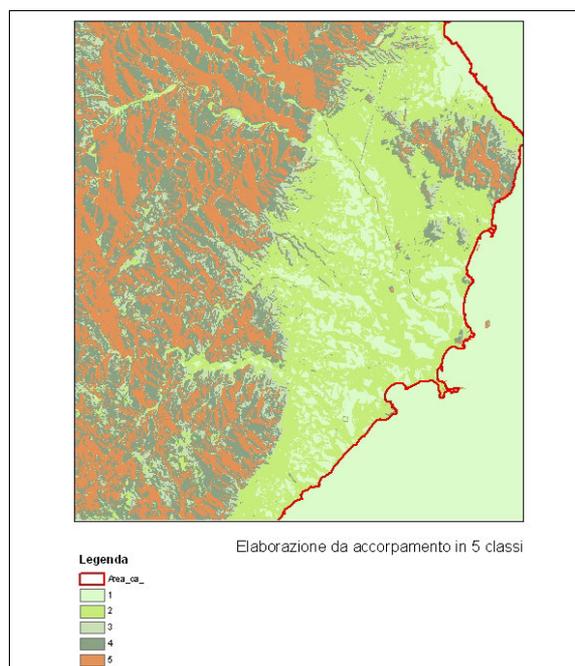
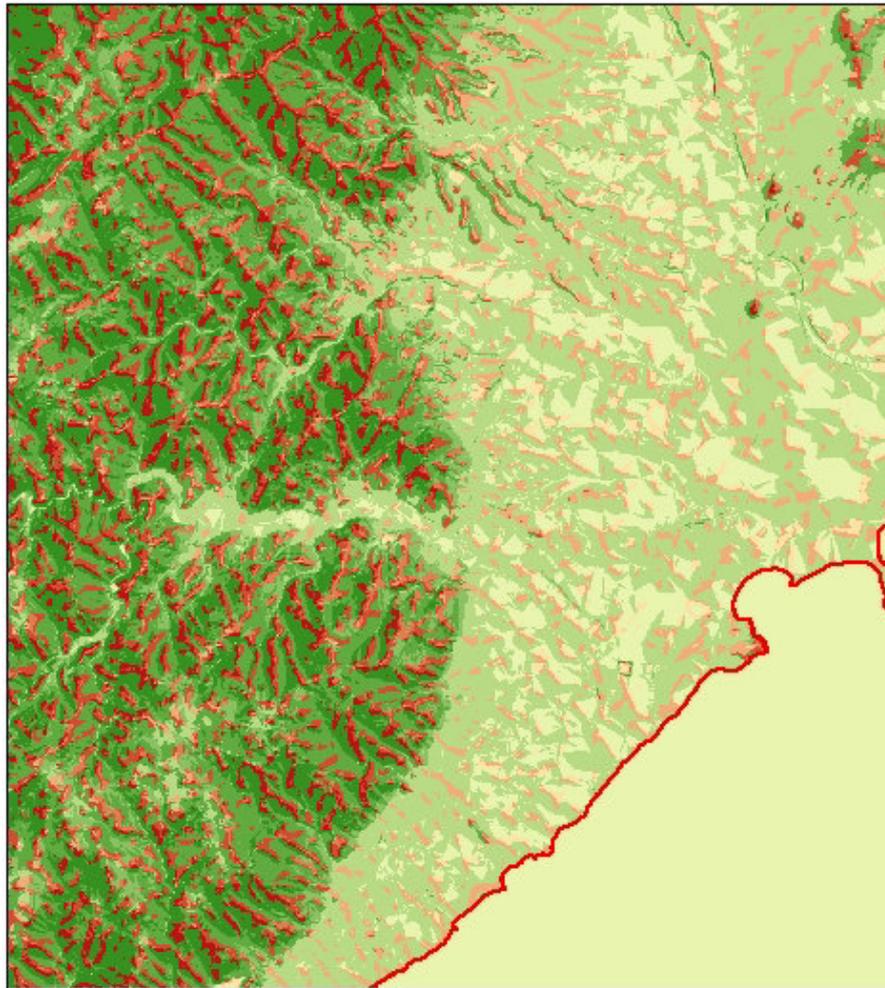


Fig. 10- Classificazione in 5 classi

Sulla base di questa classificazione si procede con il calcolo dell'elaborato che considera i valori di convessità e concavità, ottenendo 10 classi di cui 5 positive e 5 negative rispettivamente.



Legenda



Elaborazione da accorpamento in 5 classi

Fig. 11- Elaborato finale in 10 classi morfometriche.

Il numero delle classi ottenute attraverso l'applicazione di questo modello è stato però ritenuto eccessivo rispetto alle necessità del progetto. Si è pertanto deciso di utilizzare un sistema di classificazione semplificato.

Parametri geomorfometrici utilizzati ed elaborazione finale

I parametri morfometrici utilizzati in questo nuovo modello di elaborazione sono stati:

- il gradiente dell'acclività;
- la convessità.

La metodologia di estrazione di queste due variabili è quella descritta precedentemente.

L'elaborazione è stata svolta sull'intera Sardegna in modo da utilizzare le stesse classi di acclività e di convessità sull'intero territorio, così come richiesto.

La tabella che segue riporta i valori di acclività riferiti alle classi che vengono utilizzate nella Land Capability.

Classi di acclività	Valori espressi in %
1	< 2,5
2	2,5 – 15
3	15,01 – 35
4	> 35

I dati di acclività sono stati moltiplicati per le due classi di concavità +1 e -1 e il prodotto della classificazione è un elaborato in 8 classi da -4 a +4.

Si è quindi proceduto alle fasi di accorpamento delle classi realizzato per riclassificazione del modello in 8 classi producendo 2 elaborati:

- *riclassificazione in 7 classi.*

La riclassificazione in 7 classi è stata svolta accorpando le classi +1 e -1, cui è stato dato il valore di 0. Le classi di valore più alto sono poi state scalate, così come riportato nella tabella che segue nella colonna **Accorpamento (7 classi)**. Si sono ottenute così le 7 classi numerate da +3 a -3.

Parametri morfometrici		Classificazione	Riclassificazione
Acclività	Concavità/convessità	Prodotto	Accorpamento (7 classi)
Superficie pianeggiante 1 (<2,5%)	+1	+1	0
	-1	-1	
Pendenza moderata 2 (2,5-15%)	+1	+2	+1
	-1	-2	-1
Pendenza forte 3 (15,01-35%)	+1	+3	+2
	-1	-3	-2

Pendenza molto forte 4 (>35%)	+1	+4	+3
	-1	-4	-3

Il prodotto di questa classificazione è stato consegnato in formato GRID di ESRI, così come richiesto dai tecnici di LAORE.

Descrizione delle classi morfometriche utilizzate

Di seguito si riporta la descrizione in termini fisiografici delle singole classi ottenute dalla riclassificazione in 7 classi descritta nel paragrafo precedente.

Accorpamento (7 classi)	Descrizione
0	Aree da pianeggianti a sub-pianeggianti concave e convesse con pendenza <2,5%. In relazione alla litologia sono comprese le aree delle piane alluvionali, le superfici terrazzate, le superfici di spianamento, le superfici strutturali e le piane di erosione e/o accumulo.
+1	Superfici convesse con pendenza compresa tra 2,5 e 15%. In relazione alla litologia sono comprese le superfici sommitali dei crinali e dei dossi, le superfici convesse delle conoidi, superfici di erosione e superfici convesse nelle fasce di raccordo con la piana.
-1	Superfici concave con pendenza compresa tra 2,5 e 15%. In relazione alla litologia sono comprese le basi dei versanti di raccordo con la piana, le fasce fluviali dell'alveo di piena, le superfici concave delle conoidi, superfici di erosione e superfici concave nelle fasce di raccordo con la piana, superfici di erosione.
+2	Superfici convesse con pendenza compresa tra 15,01 e 35%. In relazione alla litologia sono comprese le superfici alte dei crinali, le superfici convesse delle porzioni alte delle conoidi, le superfici strutturali.
-2	Superfici concave con pendenza compresa tra 15,01 e 35 %. In relazione alla litologia sono comprese le superfici concave delle fasce medie dei versanti montani, le superfici concave dei versanti collinari, le superfici concave delle porzioni alte delle conoidi.
+3	Superfici convesse con pendenza > 35%. In relazione alle litologie sono compresi i crinali, gli orli delle superfici strutturali.
-3	Superfici concave con pendenza > 35%. In relazione alle litologie sono comprese le superfici concave dei versanti montani, le fasce concave più alte dei versanti collinari.

File di consegna

In seguito a questa attività, così come previsto dal Piano operativo, si consegnano:

- il report metodologico adottato per la classificazione;
- i file delle classificazioni morfometriche applicate all'intero territorio regionale in 7 classi.