

GESTIONE E TUTELA DELLE COSTE

1° EVENTO TERRITORIALE



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

**PRODUZIONE, TRASPORTO DI SEDIMENTI FLUVIALI E RELAZIONI CON
IL SISTEMA COSTIERO: UN ESEMPIO DI GESTIONE A SCALA DI
BACINO MEDIANTE L'UTILIZZO DI EPM-GIS ED IL SOFTWARE YES**

Relatore: Rocco Dominici

La cooperazione al cuore del Mediterraneo

La cooperazione al cuore del Mediterraneo

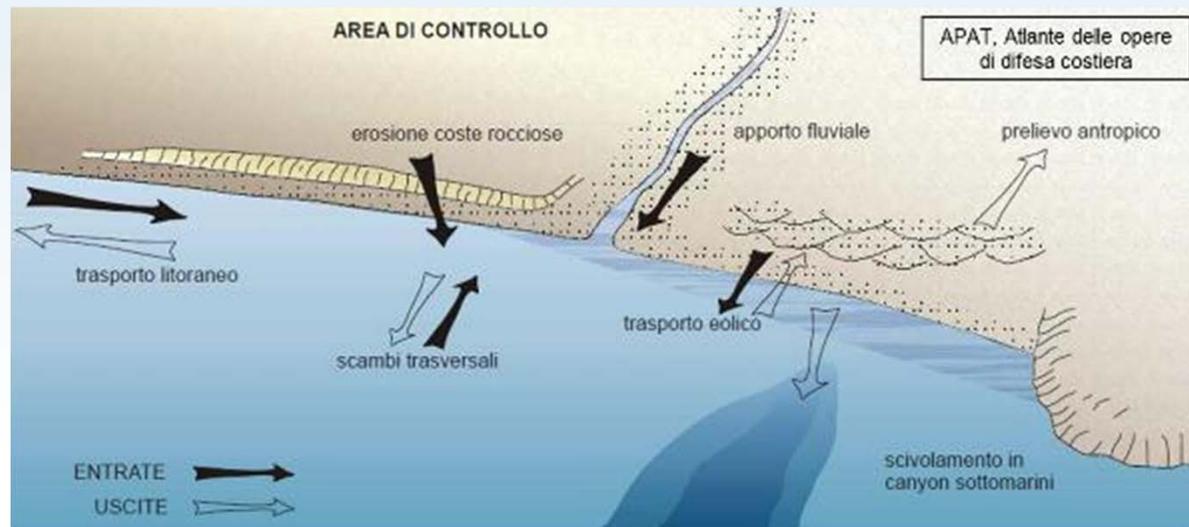


UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



E+CUBO
ENVIRONMENT - EARTH - ENGINEERING

I sedimenti prodotti a scala di bacino idrografico rappresentano la principale sorgente di alimentazione di un'unità fisiografica costiera»



<http://www.rinnovabili.it/ambiente/la-costa-che-scompare/>

L'approccio ad una problematica complessa come quella della produzione e trasporto dei sedimenti può avvenire secondo diversi modelli:

Modelli qualitativi o geomorfologici;

Modelli semiquantitativi;

Modelli quantitativi;

Il modello Erosion Potential Model (EPM) (1959, 1972) è il modello più quantitativo tra quelli semiquantitativi (De Vente et al., 2005, 2009), sviluppato per i bacini idrografici sud-orientali dell'ex Jugoslavia e poi applicato per le Alpi, il Mediterraneo (Bazzoffi, 1985; Beyer Portner, 1998; Regione Calabria 2003; Regione Sardegna 2007; Tazioli A., 2009;), l'Asia (Tangestani, 2009; Bagherzadeh, 2018) l'America meridionale (Vacca 2015).

Nel corso degli ultimi 15 anni il modello EPM è stato utilizzato associandolo ai GIS che consentono di ridurre i tempi di geoprocessing (Emmanouloudis et al., Christou and Filippidis, 2003; Globevnik et al., 2003; Bagherzadeh et al., 2010, 2011; Ghobadi Y., 2011; Ghazavi R., 2012; Tosic R., Dragivecevic S., 2012; Barmaki et al., 2012a, 2012b; Vacca and Dominici, 2015).

Metodo Gavrilović

Volume medio annuo di materiale prodotto per erosione ($m^3/anno$)

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot S \cdot \sqrt{Z^3} \quad (m^3/anno)$$

(S) Superficie del bacino in Km^2

(T) Coefficiente di temperatura

$$T = \sqrt{\left(\frac{t'}{10}\right) + 0,1}$$

(t'): temperatura media annuale ($^{\circ}C$)

(h) Precipitazione media annuale in mm.

(Z) Coefficiente di erosione relativa

$$Z = X \cdot Y \cdot (\gamma + \sqrt{I_m})$$

(I_m) Pendenza media del bacino

(X) Fattore di protezione del suolo

(Y) Fattore geolitologico di erodibilità del suolo.

(γ) Fattore che esprime i processi geomorfologici ed erosivi

Valore al netto della rideposizione interna ($m^3/anno$)

$$G = R \cdot W$$

Fattore di Riduzione:

$$R = \sqrt{(P \cdot I_m)} \cdot \frac{L + Li}{S \cdot (L + 10)}$$

Metodo Gavrilović

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot S \cdot \sqrt{Z^3} \text{ (m}^3\text{/anno)}$$

(Z) Coefficiente di erosione
relativa

$$Z = X \cdot Y \cdot (\gamma + \sqrt{Im})$$

Come funziona il modello EPM ?

Fase I

Rilievo geologico, geomorfologico e carta delle pendenze, ed uso del suolo;

Fase II

Assegnazione di un coefficiente ad ogni «area omogenea» intesa come:

Unità litostratigrafica o litotecnica; Frane, reticolo idrografico, zone ad erosione lineare, areale, ecc; Vigneti, bosco, macchia mediterranea, ecc.

Fase III

Esecuzione della moltiplicazione tra le «singole aree omogenee – valore in km²» e il «coefficiente di resistenza all'erosione» → Sommatoris dei coefficienti derivanti dalla moltiplicazione/superficie del Bacino idrografico, produrrà i Valore X, Y e γ → Esecuzione della Formula EMP.

DESCRIZIONE	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO	X _i
alluvioni fissate da la vegetazione e/o artificialmente	1.1	0.505	1.135	0.5555
anfiboliti plagioclasiche e gneiss basic ad orneblenda	0.7	0.134	0.302	0.0938
arenarie quarzitiche grossolana spesso conglomeratiche	0.6	2.167	4.873	1.3002
conglomerati a luvionali di antichi terrazzi fluviali	0.8	0.154	0.346	0.1232
conglomerati sabbiosi brunorossastri- antichi depositi a luvionali	0.8	0.184	0.414	0.1472
detriti di frana	1	0.77	1.73	0.77
gneiss- paragneiss e scisti biotiticogranatiferi	0.7	2.528	5.683	1.7696
graniti- granodioriti, graniti biotiticomuscovitici, quarzo monzoniti	0.7	0.012	0.027	0.0084
granito biotitico con muscovite a grana fine	0.7	0.05	0.113	0.035
leucoscisti- gneiss quarzosi biancastri a composizione granitica	0.7	4.788	10.763	3.3516
pegmatiti	0.7	0.006	0.012	0.0042
prodotti di soliflussione e dilavamento	1.8	0.324	0.728	0.5832
			TOTALE	8.7419
			X = $\sum X_i/A_T$	0.196536

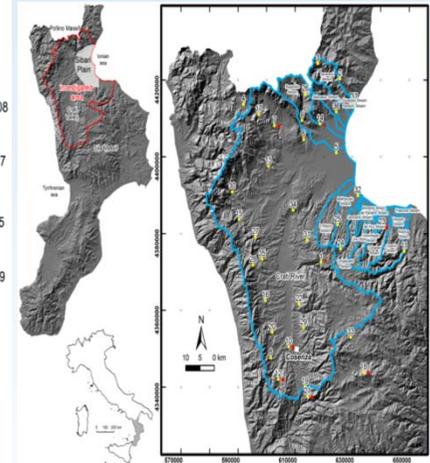
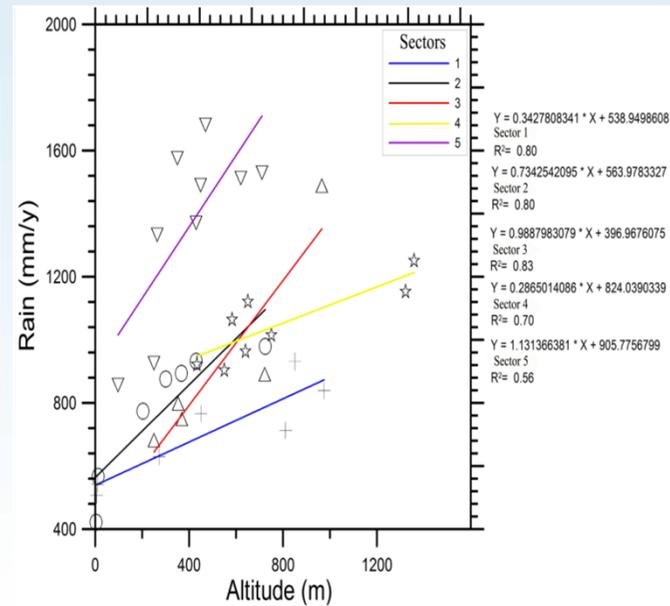
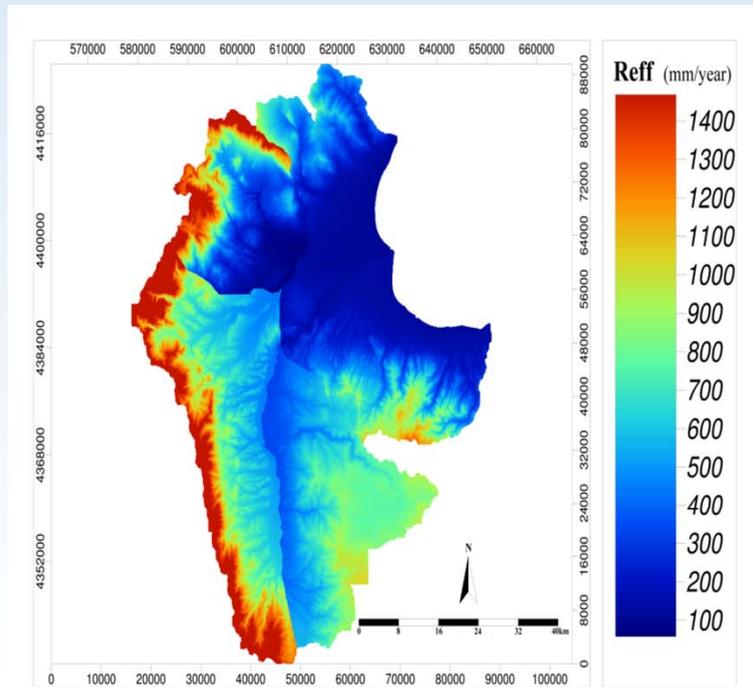
Metodo Gavrilović

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot S \cdot \sqrt{Z^3} \text{ (m}^3\text{/anno)}$$

Criticità della Metodologia

- Dati meteo-climatici e di resistenza all'erosione (Z) sono «puntuali»;
- Soggettività nell'assegnazione dei valori ai coefficienti X, Y, e γ ;
- Necessità di velocizzare ed automatizzare le operazioni di calcolo per calibrazioni e validazioni;
- Necessità di ricavare il valore di produzione sedimenti per ogni cella del bacino idrografico.

Trasformazione dei Dati Puntuali (temperatura e pioggia) in dati raster.



Cianflone G., Dominici R., Viscomi A. (2015) Potentia recharge estimation of the Sibari Plain Aquifers (southern Italy) trough a new GIS procedure. *Geographia Technica*, 140, (1), 8-1.

Soggettività dei coefficienti del parametro Z

(Gavrilovic, 1972; Lazarevic, 1985).	
Soil protection coefficient	X
Mixed and dense forest	0.05-0.20
Thin forest with grove	0.05-0.20
Coniferous forest with little grove, scarce bushes, bushy prairie	0.20-0.40
Damaged forest and bushes, pasture	0.40-0.60
Damaged pasture and cultivated land	0.60-0.80
Areas without vegetal cover	0.80-1.00
Soil erodibility coefficient	Y
Hard rock, erosion resistant	0.1-0.3
Rock with moderate erosion resistance	0.3-0.5
Weak rock, schistose, stabilised	0.5-0.6
Sediments, moraines, clay and other rock with little resistance	0.6-0.8
Fine sediments and soils without erosion resistance	0.8-1.0
Erosion and stream network development coefficient	ϕ
Little erosion on watershed	0.1-0.2
Erosion in waterways on 20-50% of the catchment area	0.3-0.5
Erosion in rivers, gullies and alluvial deposits, karstic erosion	0.6-0.7
50-80% of catchment area affected by surface erosion and landslides	0.8-0.9
Whole watershed affected by erosion	1.0

Descriptive factors used in the Gavrilovic model (based on Beyer Portner, 1998)	
Coefficient of soil cover	Ξ
Mixed and dense forest	0.05-0.20
Thin forest with grove	0.05-0.20
Coniferous forest with little grove, scarce bushes, bushy prairie	0.20-0.40
Damaged forest and bushes, pasture	0.40-0.60
Damaged pasture and cultivated land	0.60-0.80
Areas without vegetal cover	0.80-1.00
Coefficient of soil resistance	Π
Hard rock, erosion resistant	0.2-0.6
Rock with moderate erosion resistance	0.6-1.0
Weak rock, schistose, stabilised	1.0-1.3
Sediments, moraines, clay and other rock with little resistance	1.3-1.8
Fine sediments and soils without erosion resistance	1.8-2.0
Coefficient of type and extent of erosion	Φ
Little erosion on watershed	0.1-0.2
Erosion in waterways on 20-50% of the catchment area	0.3-0.5
Erosion in rivers, gullies and alluvial deposits, karstic erosion	0.6-0.7
50-80% of catchment area affected by surface erosion and landslides	0.8-0.9
Whole watershed affected by erosion	1.0

Metodo Gavrilović

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot S \cdot \sqrt{Z^3} \quad (m^3/anno)$$

(Z) Coefficiente di erosione
relativa

$$Z = X \cdot Y \cdot (\gamma + \sqrt{Im})$$

Coefficiente Geolitologico X

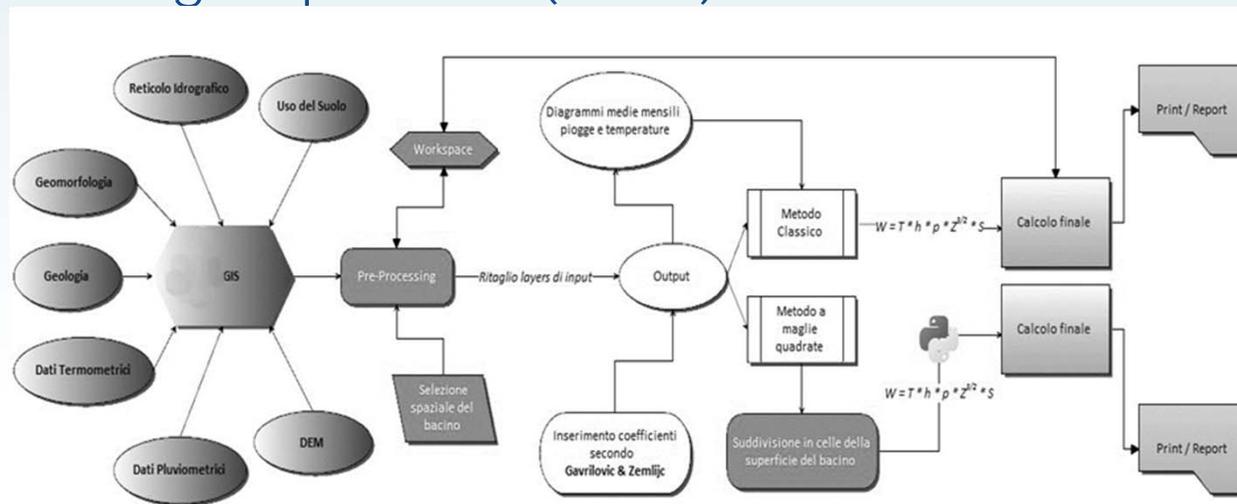
L'assegnazione del valore del coefficiente Geolitologico per gli ammassi di rocce plutoniche e metamorfiche di alto grado è stata eseguita attraverso l'esecuzione di analisi geomeccaniche e la correlazione con le classi RMR (classe I, II, III, IV, V);

Per gli ammassi di rocce metamorfiche di basso grado e sedimentarie è stata eseguita una caratterizzazione geomeccanica con l'attribuzione del GSI (5-95);

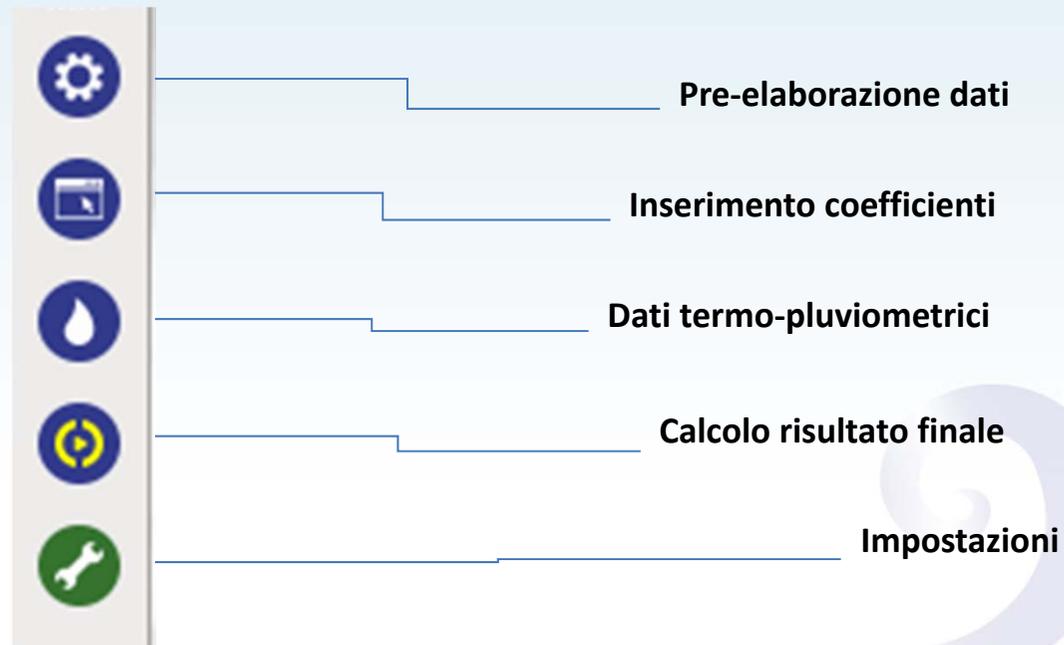
Per le rocce alterate la correlazione è stata eseguita attraverso la definizione delle classi di alterazione (I, II, III, IV, V, VI).

Necessità di velocizzare ed automatizzare le operazioni di calcolo per calibrazioni e validazioni.

Il software sperimentale Yield Erosion Sediment (YES) sviluppato specificatamente per il progetto MAREGOT come plug-in in ambiente PyQGIS, consente il calcolo della produzione di sedimenti e del trasporto ad una specifica sezione di chiusura ,attraverso l'utilizzo del «metodo classico» ed a maglie quadrate (raster).



Il software YES consente di ridurre **del 90% i tempi necessari** per il calcolo della produzione sedimenti e trasporto alla sezione di chiusura (Dominici et al., 2019 submitted). Inoltre per visualizzare con maggior dettaglio la produzione sedimenti è stato sviluppata una nuova metodologia di calcolo che permette di visualizzare la produzione sedimenti mc/anno per celle a maglie quadrate (cella 250 metri).



Pre-elaborazione dati: Il tool consente di selezionare il bacino di interesse ed i layers necessari per le successive elaborazioni. I layers, caricati precedentemente all'interno del progetto, saranno ritagliati sull'estensione spaziale del bacino. Inoltre, durante l'esecuzione, vengono eseguiti una serie di operazioni di geoprocessing in background per la creazione di ulteriori dati necessari per il calcolo (pendenza media).

The screenshot shows the QGIS 2.8.1 interface with the 'Pre-elaborazione dati' tool active. The tool's 'Definisci area di studio' section has 'bacino_savuto_utm [EPSG:32633]' selected as the layer and 'Nome' as the field. The 'Layers' list includes 'bacino_savuto_utm', 'lago_savuto', 'SIGIEC_GRID_250', 'SIGIEC_rain_fall_1981_2010', 'SIGIEC_fiumi_01_Project', 'SIGIEC_geologica_savuto', 'SIGIEC_clc2006utm33n', and 'SIGIEC_Frane_Project'. A 'Tabella riclassificazione' dialog box is open, showing a classification table with three rows and three columns: 'Valore minimo', 'Valore massimo', and 'Nuovo valore'. The 'Gradi' radio button is selected.

Definisci area di studio

Seleziona layer: Seleziona campo:

Seleziona valore:

Nome	SRS	Tipo
<input type="checkbox"/> bacino_savuto_utm	WGS 84 / UTM zone 33N - [EPSG:32633]	Seleziona tipologia layer.
<input type="checkbox"/> lago_savuto	WGS 84 / UTM zone 33N - [EPSG:32633]	Seleziona tipologia layer.
<input type="checkbox"/> SIGIEC_GRID_250	WGS 84 / UTM zone 33N - [EPSG:32633]	Seleziona tipologia layer.
<input type="checkbox"/> SIGIEC_rain_fall_1981_2010	WGS 84 / UTM zone 33N - [EPSG:32633]	Seleziona tipologia layer.
<input type="checkbox"/> SIGIEC_fiumi_01_Project	WGS 84 / UTM zone 33N - [EPSG:32633]	Seleziona tipologia layer.
<input type="checkbox"/> SIGIEC_geologica_savuto	WGS 84 / UTM zone 33N - [EPSG:32633]	Seleziona tipologia layer.
<input type="checkbox"/> SIGIEC_clc2006utm33n	WGS 84 / UTM zone 33N - [EPSG:32633]	Seleziona tipologia layer.
<input type="checkbox"/> SIGIEC_Frane_Project	WGS 84 / UTM zone 33N - [EPSG:32633]	Seleziona tipologia layer.

DTM:

Tabella riclassificazione

Definisci valori per la riclassificazione

Gradi Percentuale

	Valore minimo	Valore massimo	Nuovo valore
1	0	4.9	5
2	5	19.9	20
3	20	100	100

OK Cancel

Coordinata: 623016,4340644 Scala: 1:57.836 Rotazione: 0,0 Visualizza EPSG:32633 (OTF)

Inserimento coefficienti: L'operazione consiste nell'inserire e memorizzare i coefficienti per ogni layer che contribuisce alla produzione di sedimenti. I coefficienti possono essere inseriti sia manualmente sia attraverso un elenco precompilato con i valori selezionabili da un menu a tendina.

QGIS 2.8.1-Wien - savuto

Progetto Modifica Visualizza Layer Impostazioni Plugins Vettore Raster Database Web SIGIEC STEM Processing Guida

Inserimento coefficienti

Definizione layer per inserimento coefficienti

Seleziona layer: SIGIEC_geologica_savuto

Seleziona campo: DESCRIZION

Inserimento coefficienti

Uso del Suolo Geologia Geomorfologia

	Descrizione campo	Descrizione coefficiente	Coefficiente	Area (Kmq- %)
1	alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente	Seleziona...	1.1	0.102 - 0.228
2	alluvioni mobili ciottolose mobili dei letti fluviali e/o depositi di litorale	Seleziona...	0.0	0.0 - 0.0
3	anfiboliti plagioclasiche e gneiss basic ad orneblenda	Seleziona...	1.1	0.042 - 0.095
4	calcarei cristallini intercalati negli scisti e nelle filladi (sf)	Seleziona...	1.1	0.052 - 0.117
5	conglomerati sabbiosi brunorossastri- antichi depositi alluvionali	Seleziona...	1.5	2.201 - 4.925
6	gneiss- paragneiss e scisti biotiticogradatiferi	Seleziona...	1.1	34.754 - 77.777
7	graniti- granodioriti, graniti biotiticomuscovitici, quarzo monzoniti	Seleziona...	1.1	0.003 - 0.006
8	granito biotitico con muscovite a grana fine	Seleziona...	1.1	0.002 - 0.004
9	peccati	Seleziona...	0.3	0.1 - 0.224

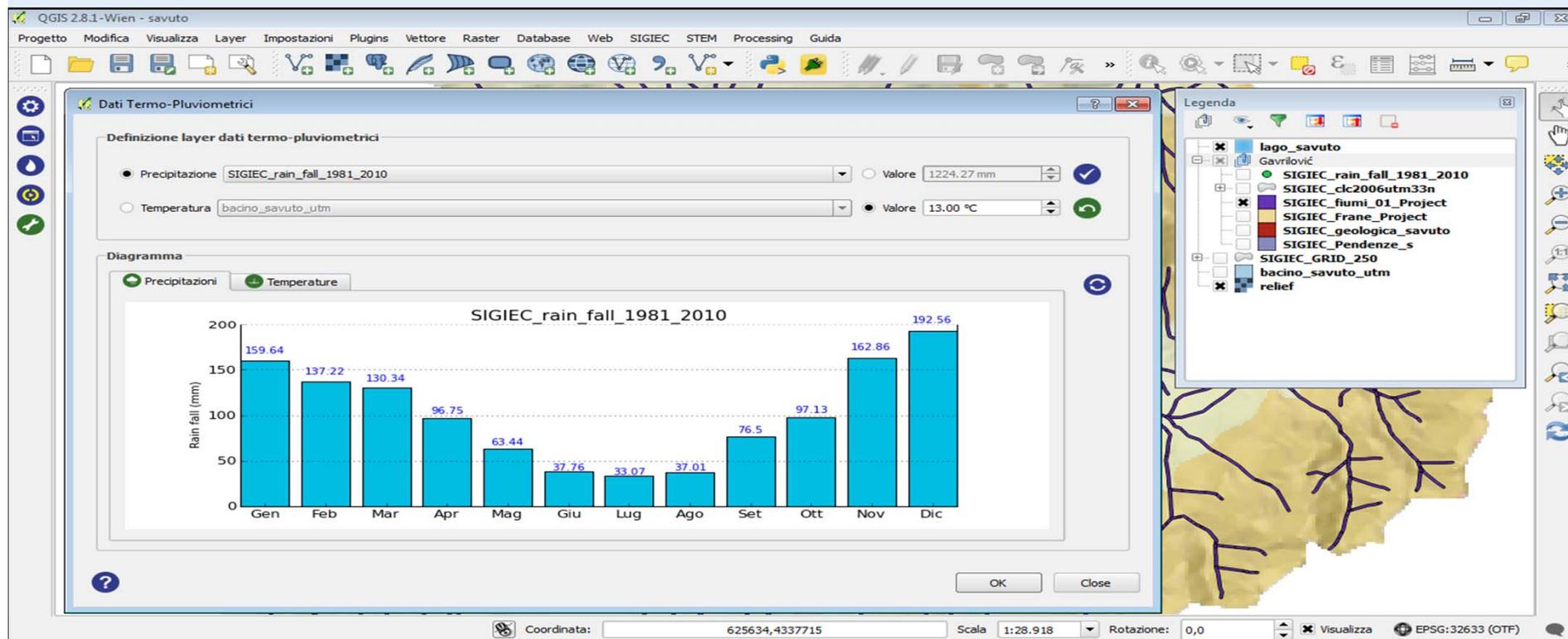
Close

Legenda

- lago_savuto
- Gavrilović
- SIGIEC_rain_fall_1981_2010
- SIGIEC_ck2006utm33n
- SIGIEC_fiumi_01_Project
- SIGIEC_Frane_Project
- SIGIEC_geologica_savuto
- SIGIEC_Pendenze_s
- SIGIEC_GRID_250
- bacino_savuto_utm
- relief

Coordinata: 625634,4339024 Scala: 1:28.918 Rotazione: 0,0 Visualizza EPSG:32633 (OTF)

Dati termo-pluviometrici: I dati termo-pluviometrici possono essere disponibili sotto forma di layer o semplicemente come valore medio per un dato periodo. Nel primo caso selezionando il layer contenente i dati termo-pluviometrici sarà possibile visualizzare anche l'istogramma delle medie mensili. I valori medi di pioggia e temperatura saranno memorizzati per essere utilizzati nel calcolo finale.



Calcolo finale: L'ultima fase dell'elaborazione consente di calcolare il coefficiente di erosione relativo Z e di visualizzare tutti i parametri che contribuiscono al calcolo dei m³/anno prodotti dal bacino idrografico. Infine nell'area in basso della finestra verrà mostrato il valore della stima di volume di sedimenti prodotti per il bacino idrografico.

The screenshot displays the QGIS 2.8.1-Wien - savuto interface. The main window shows the 'Risultato finale' (Final Result) dialog box, which is used for calculating the sediment volume of a watershed. The dialog box is divided into several sections:

- Parametri formula:** This section contains input fields for various parameters:
 - $T = [(t/10) + 0.1]^{1/2} =$ 1.18 (Temperature: 13.0 °C)
 - Precipitazioni (h): 1224.27 mm
 - Fattore di correzione (p): 3.14
- Parametro Z:** This section lists the contributing factors to the erosion coefficient Z:
 - Pendenza media (Im): 17.65 %
 - Contributo Uso del suolo (X): SIGIEC_clc2006utm33n [EPSG:32633] 0.282
 - Contributo Geologia (Y): SIGIEC_geologica_savuto [EPSG:32633] 1.267
 - Contributo Frane (g): SIGIEC_Frane_Project [EPSG:32633] 0.0
 - Contributo Idrografia (r): SIGIEC_fiumi_01_Project [EPSG:32633] 0.017
 - Contributo Pendenze (s): SIGIEC_Pendenze_s [EPSG:32633] 0.196
 - Contributo Esposizione (Es): SIGIEC_Frane_Project [EPSG:32633] 0.0
- Calcolo:** The erosion coefficient is calculated as $Z = X * Y * (g + r + s + Im^{1/2}) =$ 0.23.
- Superficie bacino (S):** 44.68 Km²
- Risultato:** The final sediment volume is displayed as **21821.6 m³/year**.

The background shows a map of the watershed area with a network of rivers and a legend on the right side. The legend includes the following layers:

- lago_savuto
- Gavrilović
- SIGIEC_rain_fall_1981_2010
- SIGIEC_clc2006utm33n
- SIGIEC_fiumi_01_Project
- SIGIEC_Frane_Project
- SIGIEC_geologica_savuto
- SIGIEC_Pendenze_s
- SIGIEC_GRID_250
- bacino_savuto_utm
- relief

The status bar at the bottom indicates the coordinate system (EPSG:32633 (OTF)), scale (1:28.918), and rotation (0,0).

Report: Possibilità di visualizzare e stampare un report riepilogativo con i dati inseriti per il bacino idrografico indagato.



The screenshot shows a software window titled "Report" with a light blue header. The header contains the SIGIEC logo (a stylized wave) and the text "SIGIEC Sistema di Gestione Integrata per l'Erosione Costiera". Below the header, the text reads "Report creato con il plugin SIGIEC APPSED". The main content area is titled "Calcolo dell'apporto sedimentario Bacino Fiume Savuto (Invaso)". Below this title is a small logo and the text "W = 21821.6 m³/year". A table with two columns lists various parameters and their values. At the bottom of the window, there are two buttons: "Stampa" on the left and "Close" on the right.

Calcolo dell'apporto sedimentario Bacino Fiume Savuto (Invaso)

W = 21821.6 m³/year

Uso del suolo (X)	0.282
Geologia (Y)	1.267
Idrografia (r)	0.017
Frane (g)	0.0
Pendenze (s)	0.196
Z	0.23
Pendenza media bacino (%)	17.65
Superficie totale (km ²)	44.68

Stampa Close

Esecuzione plugin con il metodo a maglie quadrate. In questo caso alcune finestre possono avere dei tool differenti. Per i dati termo-pluviometrici, per esempio, sarà possibile calcolare la retta di regressione correlando la quota di ogni singola cella con la variabile temperatura o precipitazione oppure potrà essere caricato un file vettoriale di Temperatura e Pioggia.

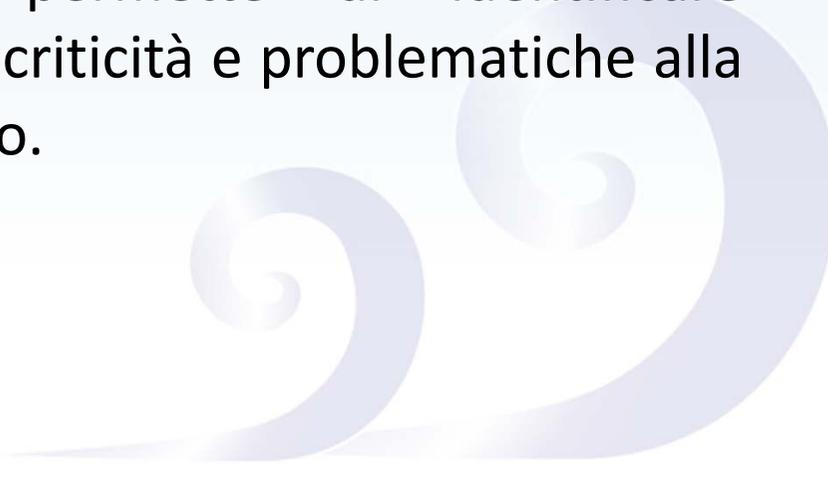
The screenshot displays the QGIS 2.8.1 interface with the 'Dati Termo-Pluviometrici' plugin window open. The plugin window is titled 'Dati Termo-Pluviometrici' and contains the following elements:

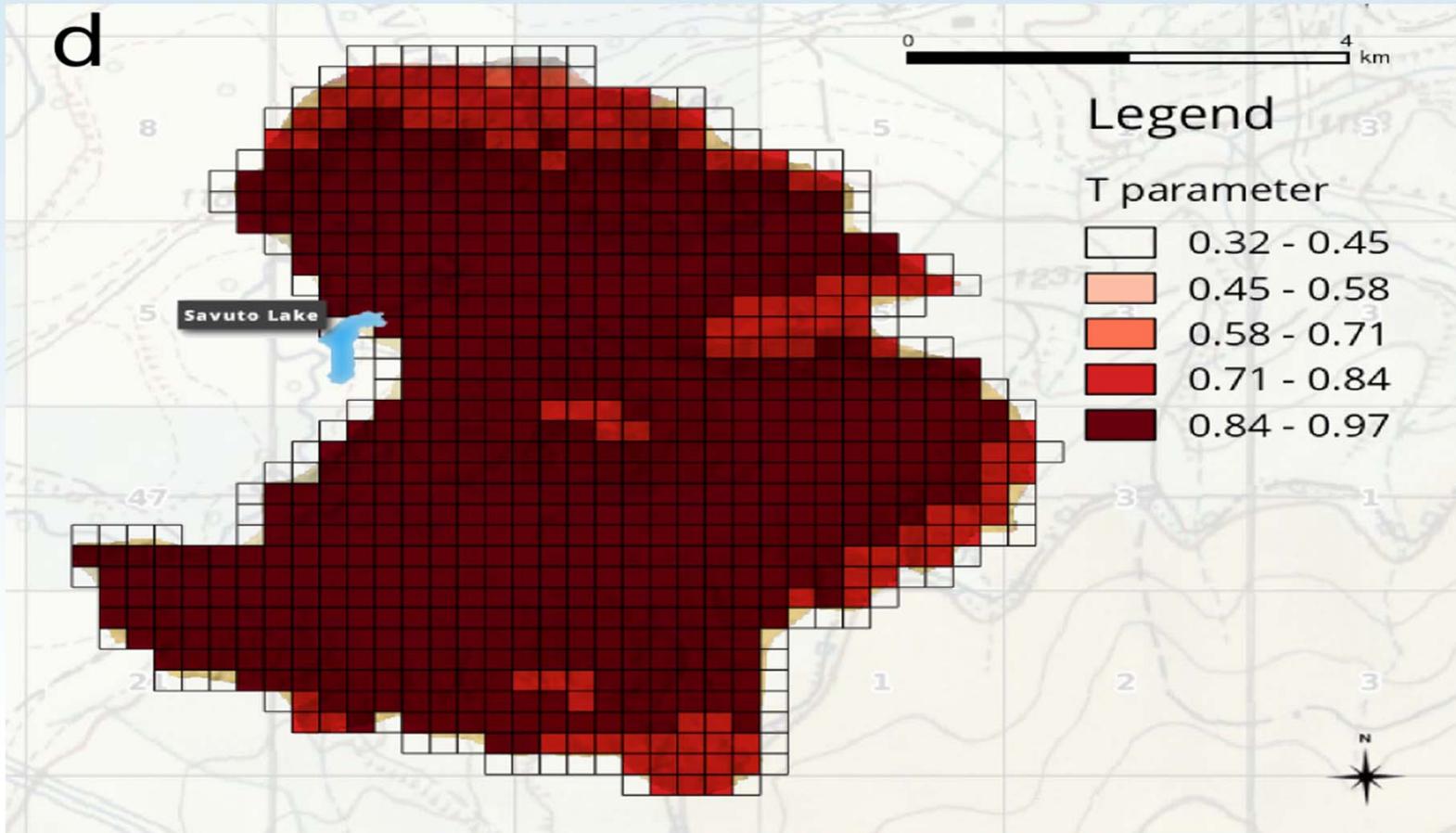
- Definizione layer dati termo-pluviometrici:** Two radio buttons are present: 'Carica da shapefile' (unselected) and 'Carica da tabella' (selected).
- Precipitazione (CSV, TXT):** A text field contains the path 'C:/Users/Salvatore Larosa/.qgis2/python/plugins/sigiec_plugin/sample/prec.csv'.
- Temperatura (CSV, TXT):** An empty text field.
- Diagramma:** A scatter plot with a regression line. The y-axis is labeled 'Precipitazioni - (y)' and ranges from 600 to 2000. The x-axis is labeled 'Quota - (x)' and ranges from 0 to 1200. The regression equation is $y = 1.13x + 658.54$ and the R-squared value is 0.90. The plot shows several data points and a dashed regression line.

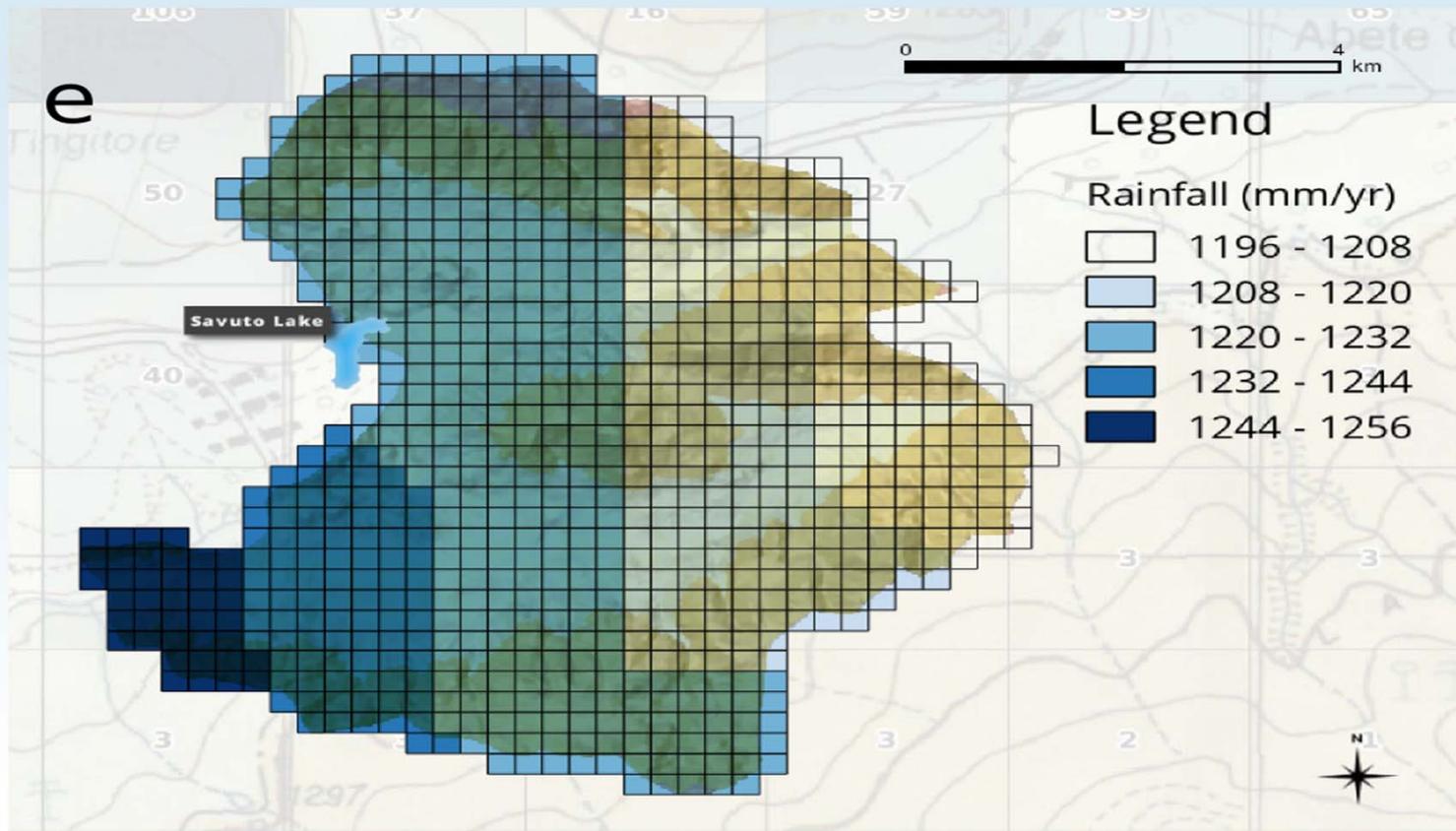
In the background, the 'Impostazioni' window is visible, showing the 'Workspace' section with the path 'AREA_MONASTERACE\WS_B...' and the 'Metodo' section with 'Maglie quadrate (250 m) (Non implementato)' selected. The main QGIS window shows a map of a watershed with a legend on the right listing layers such as 'lago_savuto', 'SIGIEC_rain_fall_1981_2010', and 'bacino_savuto_utm'.

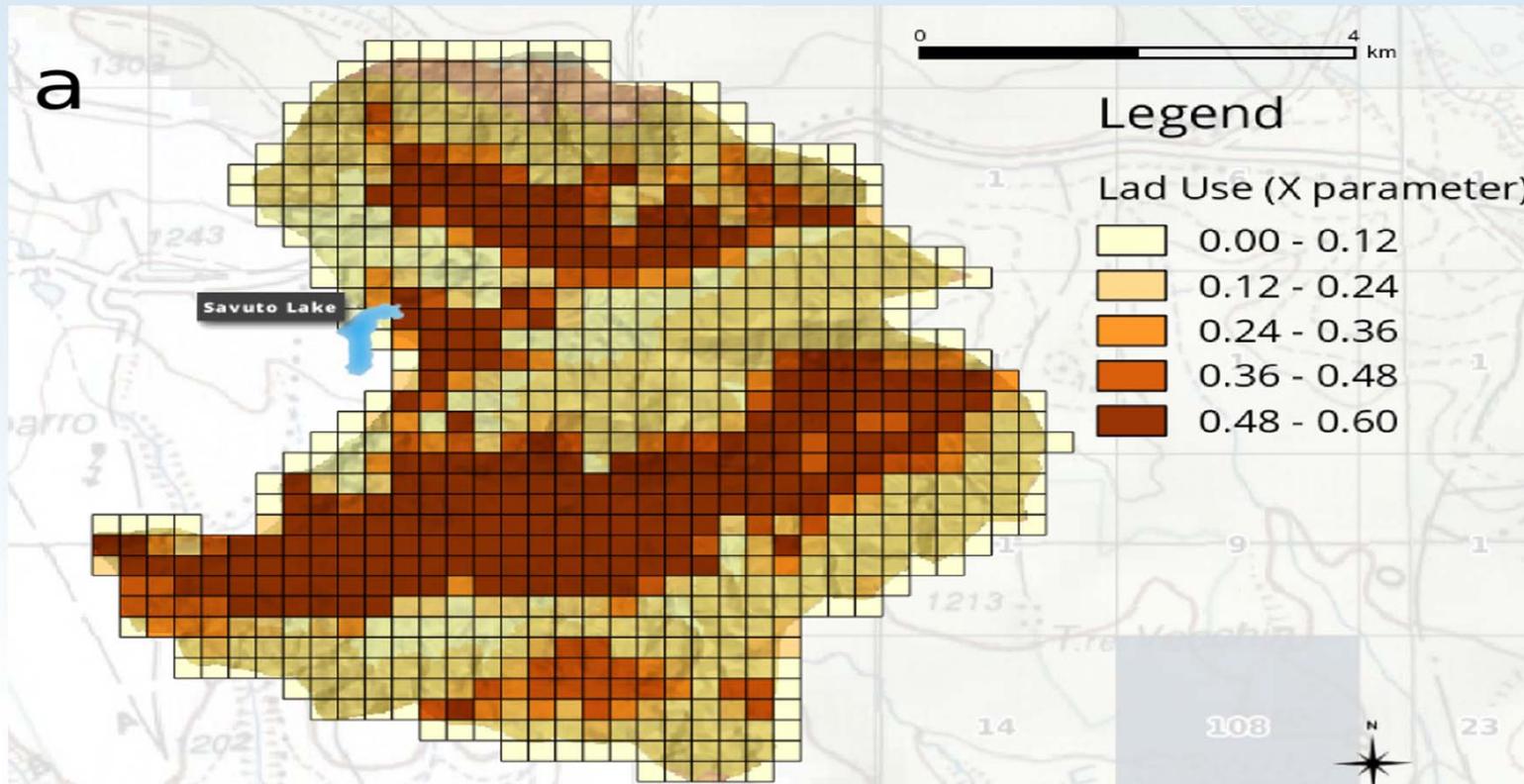
Calcolo finale

La rappresentazione del modello di stima di produzione sedimenti a maglie quadrate mediante l'interfaccia grafica di QGIS, facilita la rappresentazione della distribuzione spaziale del valore di produzione di sedimenti espresso in mc/anno per ogni cella. Questo tipo di visualizzazione, permette di identificare velocemente e con elevato dettaglio, criticità e problematiche alla scala del bacino idrografico interessato.

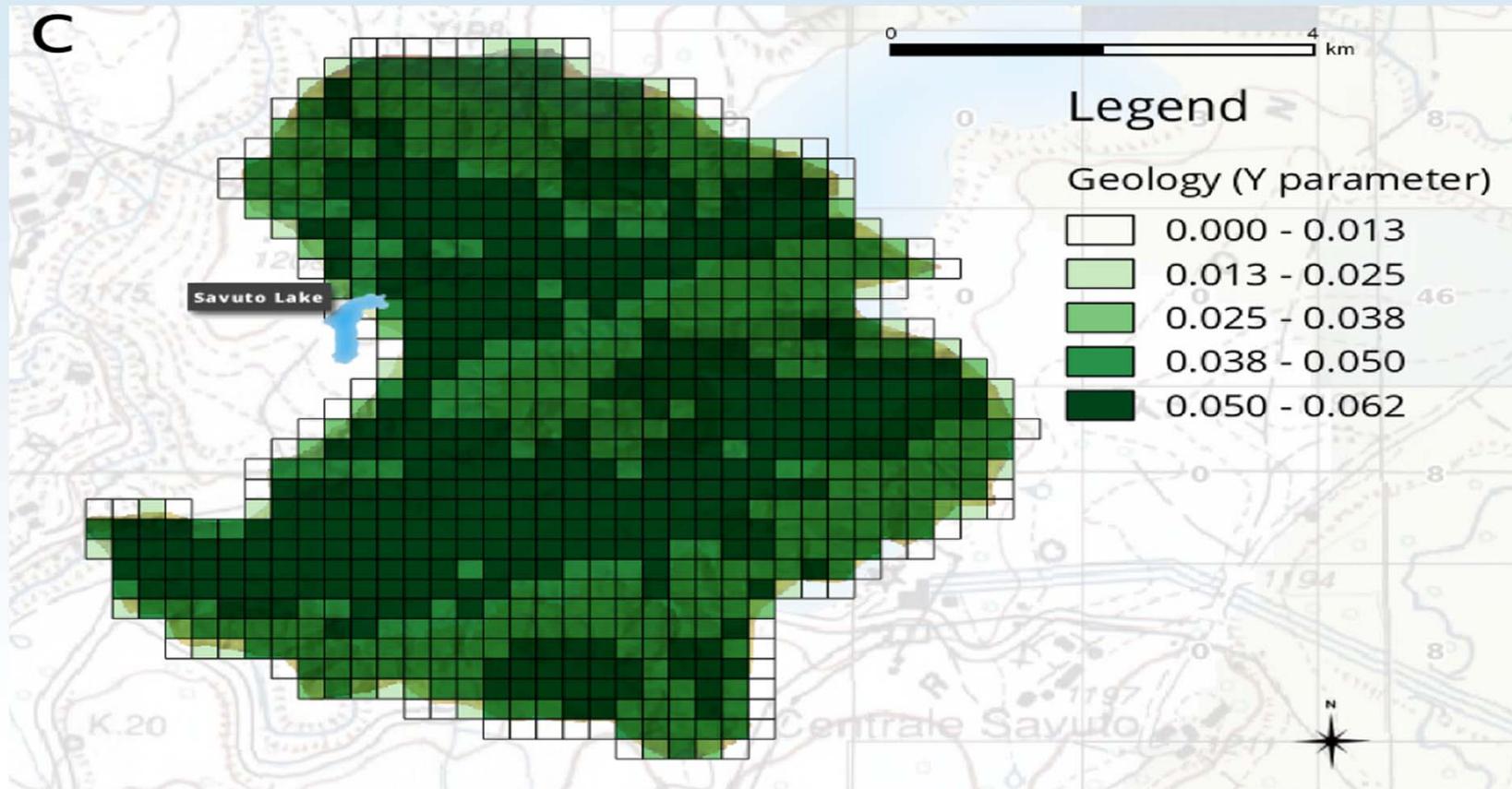
A decorative graphic consisting of two overlapping, light blue, swirling lines that curve upwards and to the right, positioned in the bottom right corner of the slide.

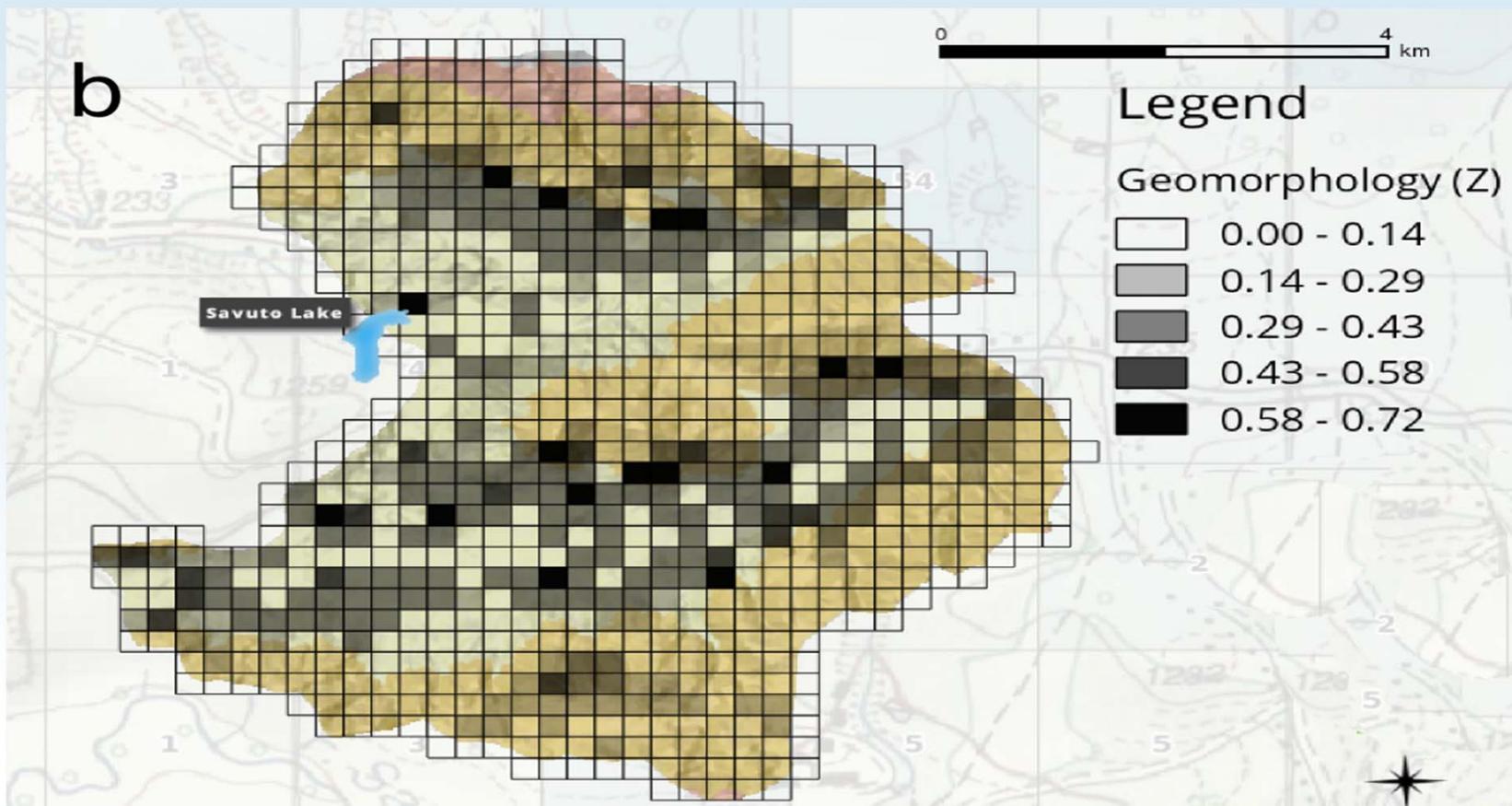




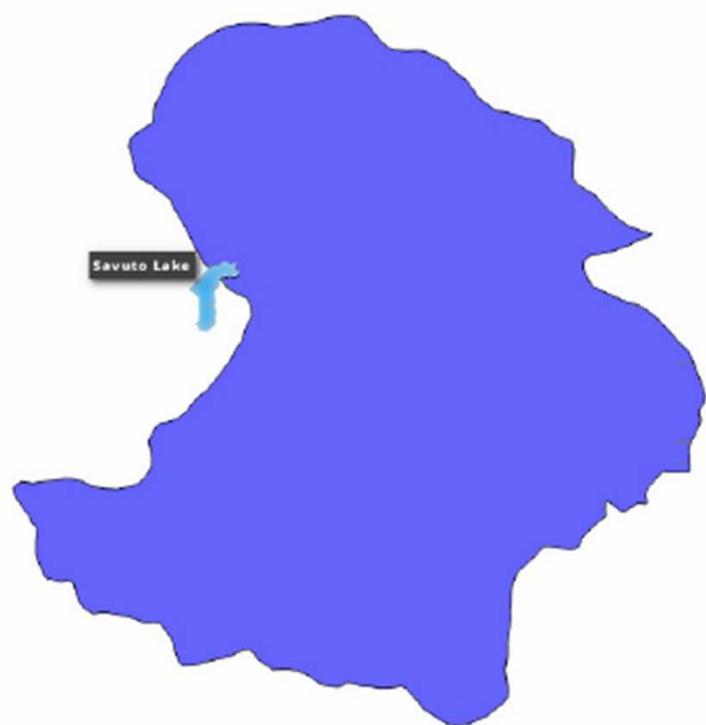


C

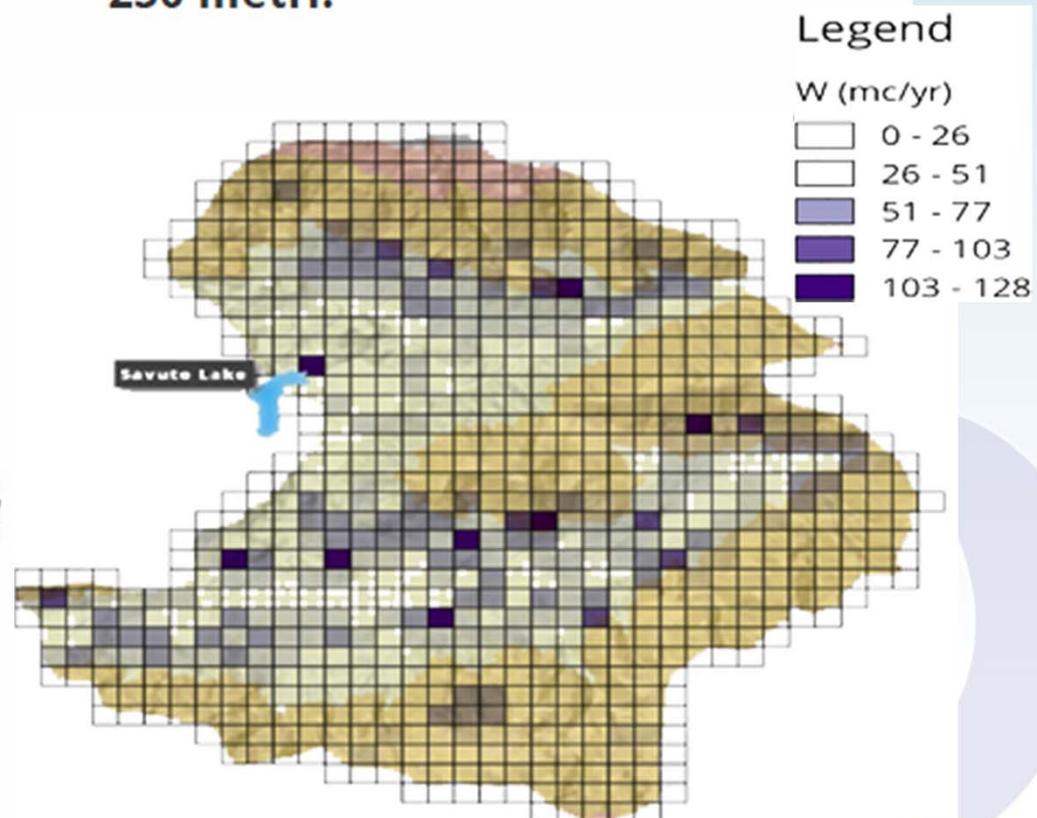




W calcolato sull'intero bacino.



W calcolato su ogni cella di lato 250 metri.



Il software sperimentale YES si basa su un «Approccio Metodologico» (riduzione della soggettività) elaborato, calibrato e validato per alcuni bacini idrografici dell'area Mediterranea e dell'America Latina che richiede dati vettoriali di elevato «dettaglio».



Il software sperimentale YES EPM-GIS è stato sviluppato dalla Società Cooperativa Universitaria start-up E3 in stretta collaborazione con l'Università della Calabria e il dDip. Presidenza della Regione Calabria.



L'approccio metodologico di YES è uno dei prodotti del progetto PON-2007-2013, SIGIEC (Sistema di Gestione Integrata per l'erosione) che ha sviluppato un Sistema di Supporto alle Decisioni (SSD) basato sulla combinazione di moderne e avanzate tecnologie informatiche a supporto di modelli-costieri (evoluzione linea di riva, allagamenti, interventi di difesa costiera, applicazione di protocolli ecc.) e la Business Intelligence in grado di supportare i decision-makers nel valutare scelte strategiche di gestione ed interventi nelle aree costiere.

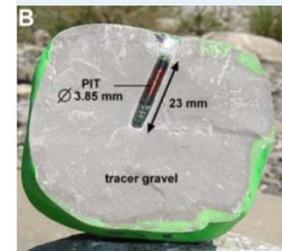
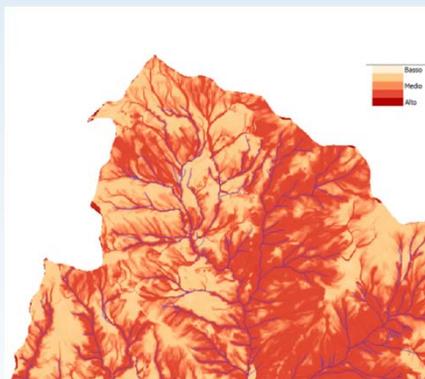
Conclusioni

Nell'ambito del progetto MAREGOT sarà utilizzato il software YES per la stima dei sedimenti prodotti dai bacini idrografici; per l'individuazione delle aree a maggiore produzione di sedimenti; per la stima dei volumi di sedimenti che alimentano una o più unità fisiografiche.

I dati geologici (litologia, resistenza all'erosione), uso del suolo, geomorfologici (frane, reticolo idrografico, DTM), climatici (temperature e piogge), saranno forniti dall'ARPAS.

Nell'ambito dell'utilizzo del software sperimentale YES, sulla base dei risultati ottenuti, saranno applicate alcune procedure di calibrazione, validazione e di elaborazione dati, in fase di sviluppo nell'ambito di alcuni progetti (SMORI, VEROCOST, PreFluSed,) e di collaborazioni con Enti pubblici ed aziende (Regione Calabria, dip. Presidenza, ex ABR, Comuni):

- Stima dei volumi di sedimento prodotto e trasportato su base granulometrica e composizionale;
- Stima del sedimento trasportato mediante l'applicazione del parametro R (EPM), dell'Indice di Connessione (Cavalli et al., 2015; Crema et al., 2018) e l'utilizzo di transponder passivi.



Da C. L. May et al., 2014; Dominici et al., 2019 (SMORI); www.oregonRfid.com

- Calibrazione dei valori di produzione/erosione sedimento mediante l'utilizzo di misure dirette analisi isotopiche (Scarciglia et al., 2018), interrimento dighe (Vacca C. & Dominici R., 2018), metodi geomorfologici (Robustelli G., 2019) ed idraulici.

Grazie per
l'attenzione

