

Allegato 5

INDICATORE 6 – Erosione idrica dei suoli

Elaborazioni eseguite in collaborazione con il CAAR (Centro Agrometeorologia Applicata Regionale – Regione Liguria)

METODOLOGIA E RISULTATI

L'Indicatore fornisce il tasso medio di perdita del suolo a causa dell'erosione idrica e la superficie agricola interessata da un fenomeno di erosione.

Esso si compone infatti di due sub-indicatori:

1. Stima del tasso medio di perdita di suolo a causa dall'erosione idrica (tonnellate/ha/anno)
2. Stima della superficie agricola interessata da un fenomeno di erosione idrica da "moderata" a "grave" e quota del totale (ha e %)

La valutazione della perdita di suolo viene effettuata tramite l'utilizzo di modelli.

A livello europeo e nazionale sono attualmente disponibili le elaborazioni realizzate dal JRC tramite l'utilizzo del modello RUSLEDi seguito la rappresentazione grafica dell'output del modello, con aggiornamento al 2015.

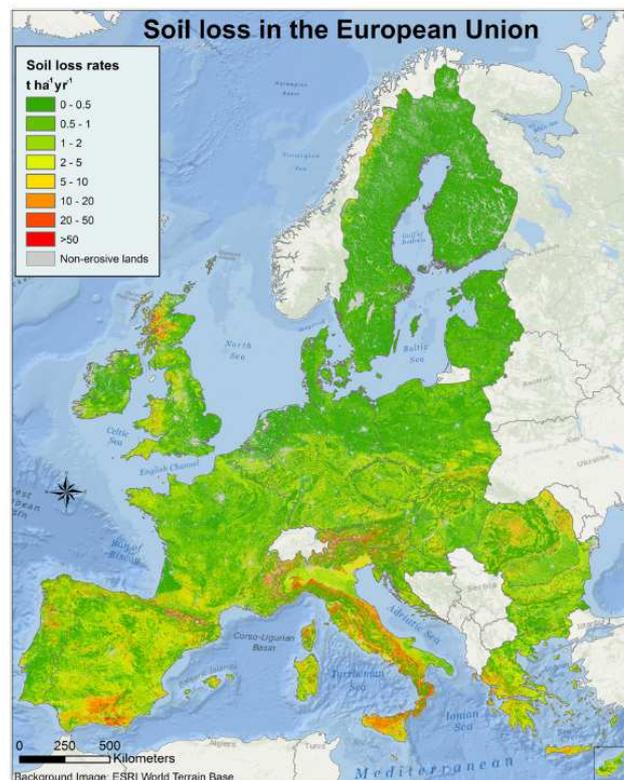


Fig. 2. Map of soil loss rates in the European Union (Reference year: 2010) based on RUSLE2015.

Per la definizione dell'indicatore sul territorio ligure e la stima numerica del dato, è stato applicato il modello RUSLE al territorio regionale.

Secondo tale modello la perdita annuale media di suolo (E) si calcola in base alla seguente equazione:

$$E = R \times K \times C \times LS \times P$$

dove

R - fattore di erosività delle piogge (MJ mm / ha h yr)

K - fattore di erodibilità del suolo (t ha h / ha MJ mm),

C - fattore di gestione della copertura (adim)

LS - lunghezza della pendenza e il fattore di pendenza del pendio (adim)

P - fattore di pratiche di supporto (adim).

Per l'applicazione di tale equazione al territorio ligure è stata fatta essenzialmente un'elaborazione cartografica multipla, ovvero è stato realizzato un layer per ogni singolo fattore (a sua volta frutto di altre elaborazioni GIS) relativamente al territorio regionale, dopodiché è stata eseguita la sovrapposizione e l'operazione tra layer, come indicato nell'equazione.

Di seguito la descrizione di ogni singolo fattore/layer.

1. K - fattore di erodibilità del suolo (t ha h / ha MJ mm)

La stima di K è stata fatta mediante un'approssimazione algebrica proposta da Wischmeier e Smith (1978) e Renard et al. (1997):

$$K = [(2.1 \times 10^4 \times M^{1.14} (12 - OM) + 3.25 (s - 2) + 2.5 (p - 3) / 100]^{1.317}$$

dove

M - fattore tessiturale = $(m_{clt} + m_{vfs}) * (100 - m)$;

m_c [%] contenuto di argilla (< 0.002 mm);

m_{silt} [%] contenuto di limo (0.002–0.05 mm);

m_{vfs} [%] contenuto di sabbia molto fine (0.05–0.1 mm);

OM [%] contenuto di sostanza organica;

s – classe di struttura del suolo (s = 1: very fine granular, s = 2: fine granular, s = 3, medium or coarse granular, s = 4: blocky, platy or massive) ;

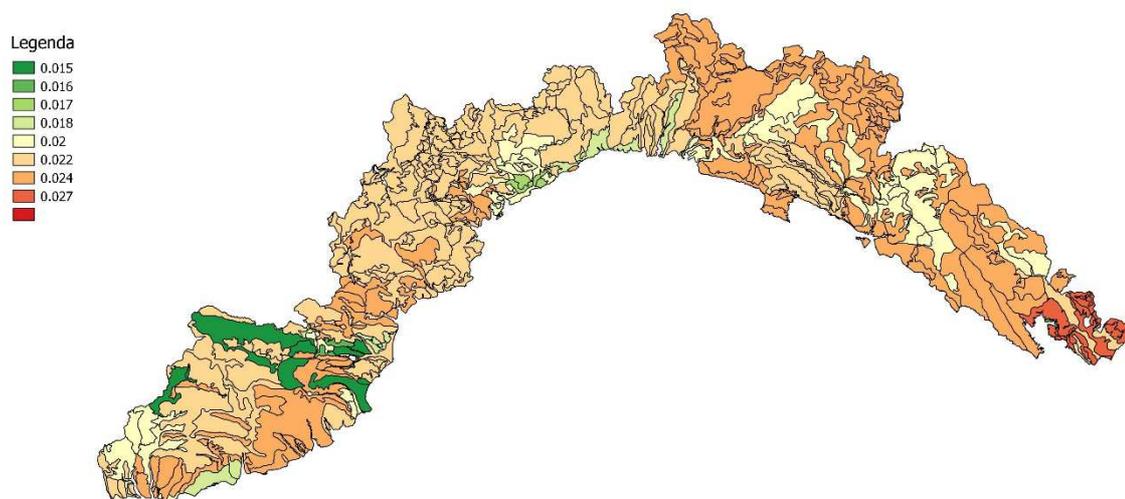
p – classe di permeabilità (p = 1: molto rapida, ..., p = 6: molto lenta)

Per l'applicazione dell'equazione al territorio ligure è stato necessario derivare ogni singolo sub-fattore. Il layer cartografico di partenza è stato quello della carta pedologica, che contiene l'informazione relativa alla tessitura del terreno. A partire da questa informazione è stato possibile associare ad ogni classe tessiturale presente in regione, un valore per M, e p, secondo la tabella che segue.

CLASSE tessitura	limo	sabbia	argilla	M	p
F	40	40	20	6400	3
F/FLS	30	50	20	6400	3
FL/FLA	60	10	30	4900	3
FS/F	30	60	10	8100	2
FS	20	70	10	8100	2
SF/FS	10	80	10	8100	2
F/FA	35	35	30	4900	3
F/FL	50	35	15	7225	3
FL/FLA	60	15	25	5625	3
F/AL	40	40	20	6400	3
FA	30	35	35	4225	4
SF/FS	15	75	10	8100	2
A	20	15	65	1225	6

Il valore di OM, invece, è stato derivato dalla carta della sostanza organica, realizzata nell'ambito dell'indicatore 3, mentre per il sub-fattore s è stato considerato un valore costante pari a 3, non avendo a disposizione questo tipo di informazione.

Integrando a livello cartografico i layer relativi ai singoli sub-fattori è stata ottenuta la carta del fattore K, di seguito rappresentata



2. R - fattore di erosività delle piogge (MJ mm / ha h yr)

Ad R è stato dato un valore costante di 1500 MJ mm / ha h yr, poiché dalle carte rappresentanti questo fattore a livello europeo/nazionale, la Liguria risulta tutta appartenente alla classe di R più elevata, indicata nella carta pari a >1300 MJ mm / ha h yr

3. C - fattore di gestione della copertura (adim)

Per la definizione del sub-fattore¹ C in Liguria, è stato preso in considerazione il layer relativo alla Corine Land Cover, dopodiché, per le classi riportate nella seguente tabella, è stato individuato il corrispondente valore di C:

Group	CLC class	Description	C-factor values
Permanent crops	221	Vineyards	0.3527
	222	Fruit trees & berry plantations	0.2188
	223	Olive groves	0.2273
Pastures	231	Pastures	0.0903
Heterogeneous agricultural areas	241	Annual crops associated with permanent crops	0.2323
	242	Complex cultivation patterns	0.1384
	243	Land principally used for agriculture, with significant areas of natural vegetation	0.1232

¹ Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale (PanosPanagos e al. 2015b)

	244	Agro-forestry areas	0.0881
Forests	311	Broad-leaved forest	0.0013
	312	Coniferous forest	0.0011
	313	Mixed forest	0.0011
Scrub and/or herbaceous vegetation associations	321	Natural grasslands	0.0435
	322	Moors and heathland	0.0420
	323	Sclerophyllous vegetation	0.0623
	324	Transitional woodland-shrub	0.0219
Open spaces with little or no vegetation	333	Sparsely vegetated areas	0.2652
	334	Burnt areas	0.3427
TOTAL (Non-arable)			0.0539

La carta risultante dall'elaborazione è la seguente:



4. P - fattore di pratiche di supporto (adim).

Questo fattore, secondo Blanco and Lal (2008) e applicato da Lopez-Vicente e Navas (2009), è il prodotto di tre sub-fattori:

$$P = P_c \times P_{sw} \times P_{gm}$$

dove

P_c è il contouring

P_{sw} è il sub-fattore relativo ai muretti a secco (terrazzamenti)

P_{gm} è il subfattore relativo ai margini in erba.

Per quanto riguarda P_c , il suo valore dipende dalla pendenza del terreno. Rifacendoci alle tabelle riportate in bibliografia è stata fatta la seguente associazione:

Slope (%)	Support practice factor for contouring, P_c
0-10	0,6
11-20	0,75
21-35	0,9
>35	0,95

Gli altri due sub-fattori, invece, dipendono dalla copertura del suolo, per cui alle seguenti classi della CORINE Land Cover, corrispondono i valori di Psw e Pgm riportati accanto:

Land Cover CORINE classes	Psw
Open Spaces/little vegetation 331–334	0,3
Artificial land – water bodies – other 1, 4, 5	0,35
Permanent crops 221–223	0,37
Pastures 231	0,4
Arable lands 211–213	0,45
Forests 311–313	0,5
Scrub/herbaceous vegetation 321–324	0,6
Heterogeneous agr. areas 241–244	0,7

Land Cover CORINE classes	Pgm
Open Spaces/little vegetation 331–334	0,66
Scrub/herbaceous vegetation 321–324	0,67
Artificial land – water bodies – other 1, 4, 5	0,68
Permanent crops 221–223	0,7
Pastures 231	0,72
Forests 311–313	0,75
Heterogeneous agr. areas 241–244	0,8
Arable lands 211–213	0,85

Il layer rappresentante P e risultante dalle varie elaborazioni cartografiche è quindi il seguente:



5. LS - lunghezza della pendenza e il fattore di pendenza del pendio (adim)

L'ultimo fattore è puramente topografico e dipende dalla pendenza del terreno. Esso si scompone in due sub-fattori:

L è la lunghezza della pendenza
S è il coefficiente di ripidità.

Per quanto riguarda S, esso viene calcolato in base alle seguenti formule:

$$S = 10.8 \times \sin \Theta + 0.03 \quad \text{dove il gradiente di pendenza} < 9\%$$

$$S = 16.8 \times \sin \Theta - 0.5 \quad \text{dove il gradiente di pendenza} \geq 9\%$$

(Θ gradiente di pendenza in gradi).

L invece è dato dall'espressione:

$$L = (\lambda/22.13)^m$$

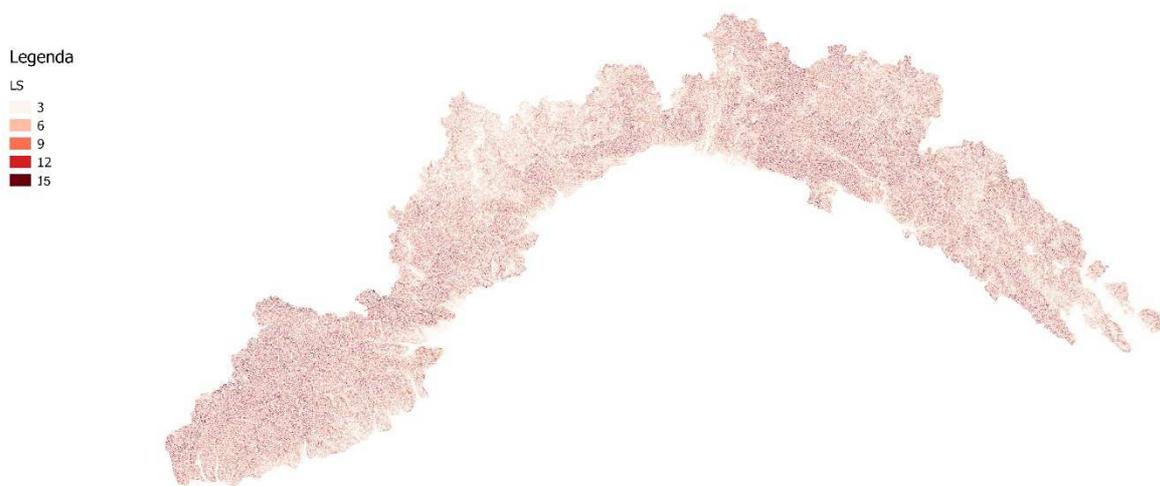
² A New European Slope Length and Steepness Factor (LS-Factor) for Modeling Soil Erosion by Water Panos Panagos, Pasquale Borrelli and Katrin Meusburger

dove λ è la lunghezza della pendenza (in metri) e m è pari a 0.5 per pendenze > 5%, 0.4 pendenze tra il 3%–4%, 0.3 per pendenze tra l'1%–3% e 0.2 pendenze < 1%.

Purtroppo è stato impossibile reperire l'informazione relativa alla lunghezza della pendenza sul territorio ligure, per cui abbiamo fatto richiesta a ESDAC (European Soil Data Centre) di ricevere il raster relativo al fattore LS sul territorio italiano.

Una volta ricevuto abbiamo fatto il ritaglio sulla Liguria e lo abbiamo vettorializzato.

Di seguito il risultato dell'elaborazione.

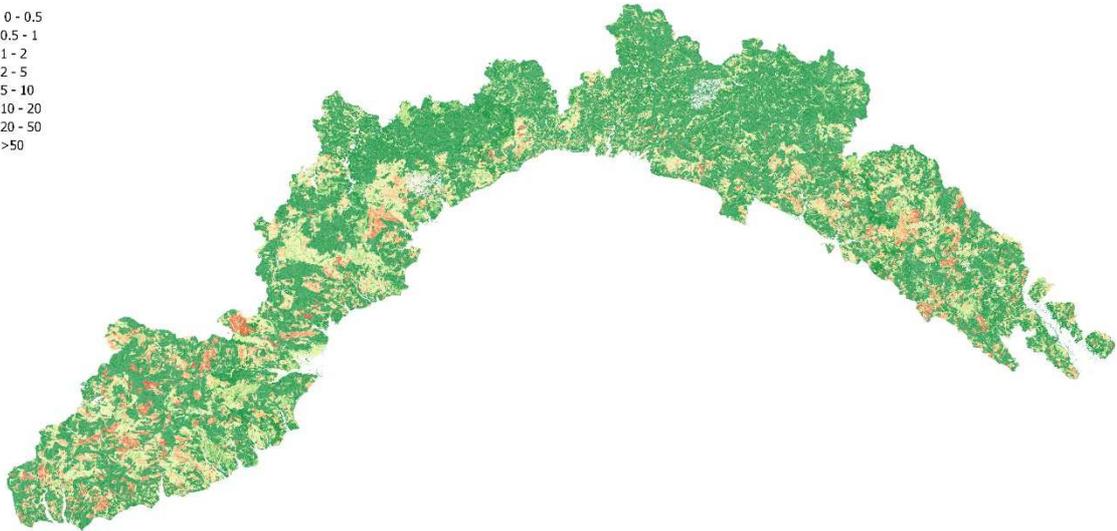
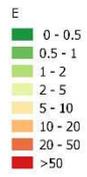


Una volta creati tutti i layer corrispondenti ai vari subfattori è stata eseguita l'operazione complessiva tra layer:

$$E = R \times K \times C \times LS \times P$$

ed è stata ottenuta quindi la seguente carta, rappresentante appunto il medio di perdita di suolo a causa dall'erosione idrica (tonnellate/ha/anno):

Legenda



Il risultato finale, frutto di una media ponderata sulla base della superficie, è di 0,92 tonnellate/ha/anno