



Il Prefetto della Provincia di Messina
Commissario Delegato ex C.P.C. n. 3633 del 5 Dicembre 2007

COMUNE DI MESSINA
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE

PROGETTO PRELIMINARE - INDAGINI E STUDI SPECIALISTICI

ELABORATO: SS-ID	TITOLO: STUDIO IDROLOGICO	SCALA:
----------------------------	-------------------------------------	-----------------------

REDATTORI:  MESSINA, LI' 30/11/2008	Università degli Studi di Messina <i>Dipartimento di Ingegneria Civile</i> IL REDATTORE DELL'ELABORATO (Prof. Ing. Giuseppe Tito ARONICA) COLLABORATORI (Ing. Francesca FRANZA) IL RESPONSABILE DELLA CONVENZIONE (Prof. Ing. Giuseppe RICCIARDI)
PER I PROGETTISTI: IL COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE (Ing. Pietro VIVIANO)	

VISTO: SI ATTESTA CHE IL PRESENTE PROGETTO HA SUPERATO FAVOREVOLMENTE LA VERIFICA AI SENSI DELL'ART. 46 DEL DPR 554/99. ED E' COERENTE CON LE INDICAZIONI DEL DOCUMENTO PRELIMINARE DI PROGETTAZIONE. MESSINA, LI'..... IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Francesco DI SARCINA	SI APPROVA IL PROGETTO AI SENSI E PER GLI EFFETTI DELL'ART. 1 COMMA 3 DELL' O.P.C.M. 3633/07. IL PRESENTE PROGETTO COSTITUISCE, AI SENSI DEL PREDETTO ART.1, VARIANTE ALLO STRUMENTO URBANISTICO GENERALE DELLA CITTA' DI MESSINA. E' DICHIARATA LA PUBBLICA UTILITA', INDIFFERIBILITA' ED URGENZA DEI LAVORI, IN DEROGA ALL'ART. 98, COMMA 2 DEL DLGS 12 APRILE 2006 N.163, SALVA L'APPLICAZIONE DEL DPR 327/01 E S.M.I. MESSINA, LI'..... IL COMMISSARIO DELEGATO EX OPCM 3633/07 S.E. IL PREFETTO DI MESSINA (ALECCI)
---	--



PREMESSE

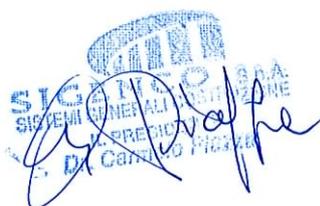
Nell'ambito del progetto preliminare per i lavori di costruzione della piattaforma logistica intermodale Tremestieri con annesso scalo portuale si è reso necessario, ai fini delle analisi della dinamica dei sedimenti nell'area portuale, stimare l'apporto di sedimenti fluviali al litorale veicolato dai corsi d'acqua con sbocco a mare appartenente all'unità fisiografica costiera nella quale ricade l'area portuale.

Nello "Studio tecnico finalizzato alla valutazione di fattibilità del completamento del porto RO-RO in località Tremestieri (ME)" redatto dall'Ufficio del Piano della Autorità Portuale di Messina nel maggio 2007, ai fini della valutazione della produzione di sedimenti erano stati individuati i seguenti 5 bacini idrografici ricadenti nell'ambito dell'area di Tremestieri: Canneto, Giglio, Guidari, Palummara e Larderìa. La loro scelta era basata sull'analisi di dettaglio dell'unità fisiografica Capo Peloro - Capo Scaletta, al "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana", nel quale l'intera costa siciliana è stata suddivisa in 21 unità fisiografiche costiere, ed in particolare del tratto compreso tra la fiumara di Pace a nord dell'ambito portuale di Messina e il torrente S. Stefano a sud del nuovo porto di Tremestieri.

In questo nuovo studio nel seguito descritto, ulteriori considerazioni e analisi sull'unità fisiografica hanno portato a riconsiderare i bacini da studiare incrementandone il numero da cinque a otto, aggiungendo i seguenti bacini: S.Filippo, Zafferìa, e Mili. In definitiva, le analisi sono state condotte sui seguenti 8 bacini: S.Filippo, Palummaro, Guidari, Giglio, Canneto, Zafferìa, Larderìa e Mili.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Sulla base della cartografia esistente sono stati individuati i limiti dei bacini idrografici prescelti (Figura 1), le cui caratteristiche geometriche (superficie S_w , lunghezza complessiva del reticolo idrografico L_{CH} , pendenza media s) sono riportate nella Tabella 1.



The image shows a blue ink signature and an official stamp. The stamp is circular and contains the text "SICILIANA" at the top, "SISTEMI GENERALI PORTUALE" in the middle, and "CANTO MESSINA" at the bottom. The signature is written in blue ink over the stamp.

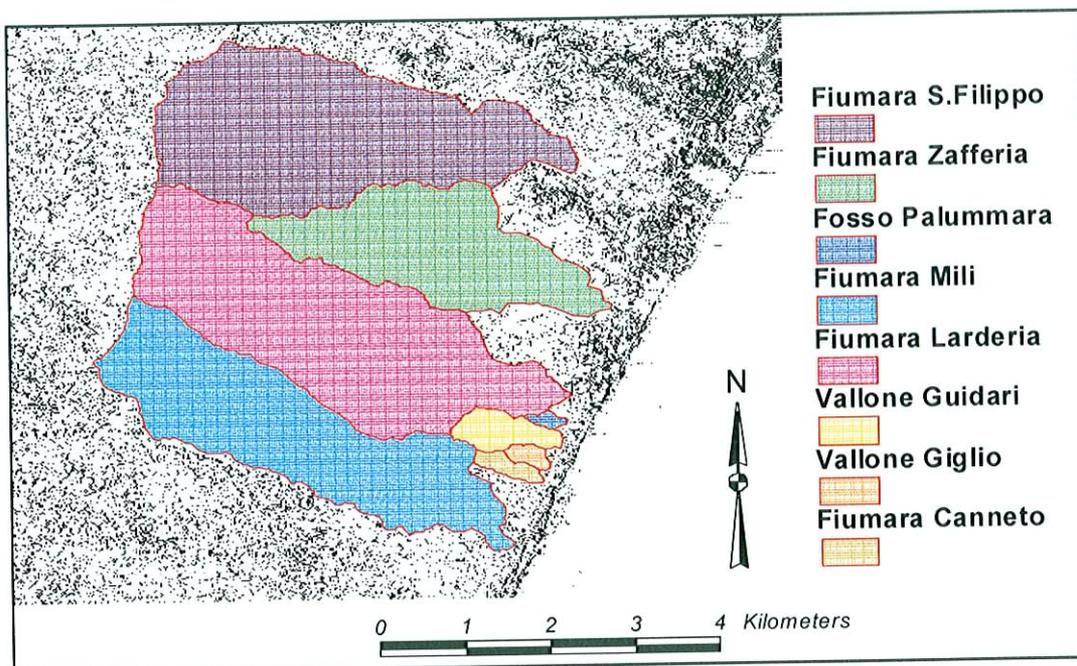


Figura 1 - Corografia dell'area in studio con la localizzazione dei bacini idrografici considerati

Bacino	Superficie S_w (km^2)	Lunghezza reticolo L_{CH} (km)	Pendenza media s (%)
Canneto	0.173	2.1	33.3
Giglio	0.119	0.9	26.2
Guidari	0.479	3.3	31.6
Larderia	7.200	41.4	25.9
Mili	5.740	33.1	29.0
Palummara	0.067	0.71	26.7
S. Filippo	6.980	40.2	26.1
Zafferia	3.960	19.6	22.8

Tabella 1 - Caratteristiche geometriche dei bacini

METODOLOGIA

La stima della produzione di sedimenti in un bacino idrografico viene quasi sempre condotta con metodi di tipo indiretto, cioè attraverso una modellazione matematica del fenomeno dell'erosione e del trasporto di materiale solido. L'applicazione di metodi diretti, basati sull'elaborazione e sull'analisi di serie storiche di misure di campo, è praticamente impossibile data la scarsità di stazioni di misura torbidimetriche.

Inoltre, spesso, la ridotta disponibilità di dati topografici, pedologici, colturali e idraulico-idrologici ad alta risoluzione spaziale e temporale rende arduo l'utilizzo di modelli matematici molto complessi quali quelli a base fisica o quelli stocastici.

Queste considerazioni hanno condotto, per le applicazioni qui richieste, alla scelta di modelli semplificati a parametri concentrati che riconducono il bacino idrografico ad una unità territoriale fittiziamente omogenea e che consentono di calcolare solo il valore globale della produzione di sedimenti alla sezione di chiusura del generico bacino oggetto di studio.

In particolare, si è qui adottato il modello proposto da Williams e Berndt, che prevede la valutazione della *produzione di sedimenti* Y_S in un fissato intervallo di tempo in maniera indiretta accoppiando un modello per la stima di perdita del suolo A ad un operatore matematico che tiene conto dell'efficienza del trasporto dei sedimenti lungo i versanti e gli elementi del reticolo idrografico, come il coefficiente di resa solida del bacino SDR_w che stabilisce la quota parte della perdita di suolo dell'intero bacino A che dà luogo alla produzione di sedimenti secondo la seguente espressione:

$$SDR_w = \frac{Y_S}{A} \quad (1)$$

L'approccio di Williams e Berndt (1972) si basa sull'applicazione sull'equazione universale per il calcolo della perdita di suolo di Wischmeier e Smith (1978), generalmente indicata con la terminologia USLE (Universal Soil Loss Equation), a scala di bacino, in forma concentrata. In base a tale approccio il bacino in studio può essere assimilato ad una parcella di superficie pari a quella dei singolo bacino stesso, e per queste parcelle equivalenti vengono determinati i corrispondenti valori rappresentativi di sei fattori costituenti il modello matematico, il cui prodotto fornisce una stima della perdita di suolo media annua di ogni bacino. L'equazione universale per il calcolo della perdita di suolo è definita attraverso la seguente espressione:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (2)$$

dove:

A ($t \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$) rappresenta la perdita di suolo media annua di una particella soggetta a fenomeni di erosione;

R ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ anno}^{-1}$) rappresenta il *fattore climatico* o indice di aggressività della pioggia, e tiene conto dell'azione erosiva della precipitazione;

K ($t \text{ ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) rappresenta il *fattore erodibilità del suolo*, e tiene conto dell'attitudine intrinseca del suolo ad essere eroso;

L e S rappresentano due *fattori topografici*, denominati rispettivamente lunghezza e pendenza della pendice, il cui effetto è quello di determinare un aumento della perdita di

suolo al crescere della lunghezza della direttrice di ruscellamento di una parcella e della sua pendenza;

C è il *fattore culturale* che tiene conto degli effetti del tipo di utilizzo del suolo;

P è il *fattore di pratiche antierosive* che esprime l'influenza sulla perdita di suolo della particolare disposizione delle colture impiantate e degli eventuali interventi sistematori effettuati.

Procedura adottata per la determinazione del fattore climatico R

Essendo disponibili i dati relativi alle precipitazioni giornaliere registrate per un numero sufficiente di anni nelle stazioni di misura ricadenti all'interno dei bacini considerati o in prossimità di essi, per ogni bacino il corrispondente **fattore climatico R** (espresso in $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ anno}^{-1}$) può essere determinato attraverso l'applicazione del metodo dei topoi, in base al quale R risulta dato dall'espressione:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n R_i S_{R,i}}{S_w} \quad (3)$$

in cui n tiene conto del numero di stazione di misura, R_i è il fattore climatico calcolato per la i -esima stazione, $S_{R,i}$ (espressa in km^2) rappresenta l'aliquota della superficie di bacino che compete alla stazione i -esima e S_w è la superficie dell'intero bacino (espressa in km^2).

Per ogni stazione il fattore climatico R_i è stato valutato attraverso una procedura semplificata basata sulla stima dell'indice di Fournier modificato $F_{a,j}$ (mm), che permette di tenere conto della reale distribuzione delle precipitazioni mensili di un generico anno di un periodo di N anni, proposto da Ferro et al.(1991) secondo la seguente espressione:

$$F_{a,j} = \sum_{i=1}^{12} \frac{p_{i,j}^2}{P_j} \quad (4)$$

in cui $p_{i,j}$ (mm) è l'altezza di pioggia nel generico mese i dell'anno j e P (mm) è la precipitazione dell'anno j . Il valore medio annuo F_F (mm) dell'indice $F_{a,j}$ risulta fortemente correlato al fattore climatico R da relazioni di tipo lineare; in particolare per il territorio siciliano è stata proposta la seguente relazione (Ferro et al., 1999):

$$R = 0.524F_F^{1.59} \quad (5)$$

Procedura adottata per la determinazione del fattore di erodibilità del suolo K

Per ognuno degli otto bacini in oggetto si è ricavato il corrispondente valore del **fattore di erodibilità** del suolo **K** (espresso in t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹) attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i S_{K,i}}{S_w} \quad (6)$$

in cui n tiene conto del numero di suoli rappresentati nella carta pedologica del bacino, K_i è il fattore di erodibilità dell' i -esimo suolo, $S_{K,i}$ (in km²) rappresenta la porzione di superficie del bacino occupata dal suolo i -esimo.

Per determinare i valori del fattore K_i per ogni suolo interessato si è applicata la procedura proposta da Wischmeier et al (1971), che consente la stima del fattore di erodibilità del suolo attraverso l'utilizzo di un apposito abaco, sulla base dei dati di input relativi alle frazioni granulometriche presenti (contenuto di limo e sabbia molto fine, $f(\%)$, contenuto di sabbia, $g(\%)$, contenuto di sostanza organica, OM – *organic matter* (%), e sulla base di dati qualitativi relativi alle caratteristiche di struttura e permeabilità del suolo.

Trattandosi di suoli caratterizzati da un valore di f inferiore al 70% per la stima del fattore K si è utilizzata l'espressione di seguito riportata, che traduce in forma analitica l'abaco di Wischmeier et al.:

$$K = 2.77 \cdot 10^{-7} M^{1.14} (12 - OM) + 4.28 \cdot 10^{-3} (SS - 2) + 3.29 \cdot 10^{-3} (PP - 3) \quad (7)$$

in cui M rappresenta un parametro di tessitura pari a:

$$M = f(f + g) = f(100 - cl) \quad (8)$$

dove cl (%) indica il contenuto di argilla ($=100-f-g$), SS rappresenta il codice di struttura e PP indica la classe di permeabilità del suolo.



Procedura adottata per la determinazione dei fattori topografici S e L

Per ognuno degli otto bacini presi in considerazione il **fattore topografico S**, che rappresenta il rapporto tra la perdita di suolo di una generica parcella e quella della parcella di riferimento avente pendenza $s = 9\%$; è stato determinato attraverso la seguente espressione (Wischmeier et al., 1965):

$$S = \frac{0.43 + 0.30s + 0.043s^2}{6.613} \quad (9)$$

dove s (%) è la pendenza media del bacino, a partire dalle informazioni topografiche disponibili.

Il **fattore topografico L** rappresenta il rapporto tra la perdita di suolo di una parcella di lunghezza libera λ (m) e quella relativa alla parcella di riferimento, avente lunghezza pari a 22.13 m; si definisce lunghezza libera della pendice la lunghezza della linea di massima pendenza del piano inclinato che costituisce la parcella, compresa tra il punto in cui comincia a manifestarsi il ruscellamento e il punto in cui la pendenza si riduce tanto che si attivano processi di deposito o dove la corrente idrica si immette in un fosso ricevente. Per la valutazione del fattore L , secondo l'approccio proposto da Williams e Berndt (1972) si è sostituito il bacino effettivo di area S_w (m²) e lunghezza complessiva del reticolo idrografico L_{CH} (m) con un bacino equivalente per quanto riguarda la superficie e lo sviluppo del reticolo, avente forma rettangolare, un lato maggiore di lunghezza pari a L_{CH} , solcato da una sola asta fluviale lunga L_{CH} localizzata lungo la mediana; la lunghezza libera della pendice λ (m) è data da (Mitchell et al., 1980; Wischmeier et al., 1978):

$$\lambda = \frac{S_w}{2L_{CH}} \quad (10)$$

mentre l'espressione per il calcolo di L è:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad (11)$$

dove m è un esponente il cui valore dipende dalla pendenza s della pendice.



dal fattore P per la specifica pratica applicata e $S_{p,i}$ (km^2) è la superficie del bacino sottoposto allo specifico intervento di conservazione del suolo.

Procedura adottata per la determinazione del coefficiente di resa solida SDR_w

Il **coefficiente di resa solida SDR_w** rappresenta una interpretazione di tipo concentrato dei processi di trasferimento delle particelle solide a scala di bacino, e permette di pervenire soltanto alla stima di Y_s relativa alla sezione di chiusura del bacino. La stima di tale coefficiente è stata eseguita mediante una relazione ottenuta da alcuni Autori nell'ambito dell'applicazione della USLE a sette bacini siciliani, che lega il coefficiente di resa solida a variabili morfologiche rappresentative dell'efficienza del trasporto lungo i versanti secondo la seguente espressione (Di Stefano et al., 2005):

$$SDR_w = \exp(-bS_w) + aL_{CH} + c \quad (14)$$

dove SDR_w è adimensionale, S_w è la superficie del bacino in km^2 , L_{CH} è la lunghezza del reticolo idrografico in km, a , b e c sono tre coefficienti che, nei casi in cui si è adottata la USLE per il calcolo dei fattori topografici, come quello in oggetto, assumono i seguenti valori: $a = 0.00029$; $b = 0.0392$; $c = -0.0601$

APPLICAZIONI E RISULTATI

Calcolo dell'indice climatico R

Sono state prese in considerazione le serie storiche delle precipitazioni giornaliere registrate alle 3 stazioni di misura di competenza per tutti e gli otto bacini in studio (Figura 2), e precisamente: Camaro (in cui sono disponibili le piogge misurate nel periodo 1921-2003 per complessivi 83 anni di osservazioni), Tremestieri (in cui sono disponibili le piogge misurate nel periodo 1960-1996 per complessivi 31 anni di osservazioni) e S. Stefano Briga (in cui sono disponibili le piogge misurate nel periodo 1921-2003 per complessivi 82 anni di osservazioni).

Per ogni bacino il corrispondente fattore climatico è stato calcolato mediante il metodo dei topoi. In particolare per ogni stazione di misura si sono innanzitutto calcolati anno per anno i valori dell'indice di Fournier modificato $F_{a,j}$ (mm) secondo l'espressione proposta da Ferro et al. (Eq.4) riportata in precedenza, dopodiché in funzione del valore medio annuo F_F (mm) si è derivato il corrispondente fattore climatico R_i mediante l'applicazione della relazione (Eq. 5).

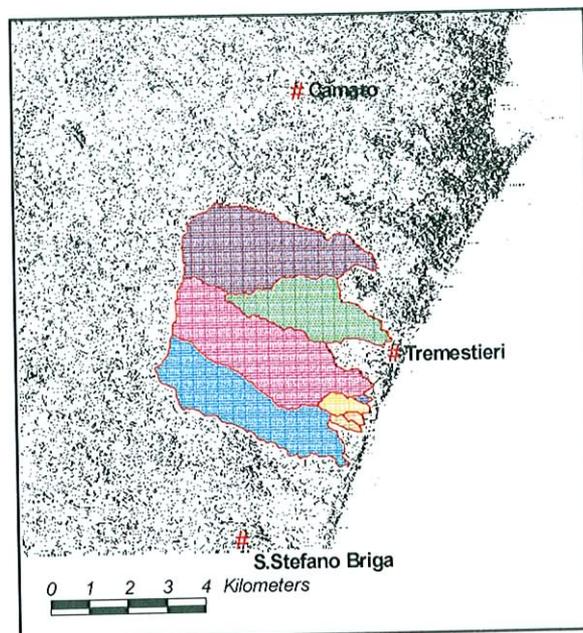


Figura 2 – Localizzazione delle stazioni pluviometriche

Infine, stimati i valori dei pesi dei topoi (corrispondenti ai rapporti tra le superfici dei singoli topoi e la superficie totale del bacino d'interesse) per ognuno dei bacini, applicando la (Eq. 3) si sono determinati i valori del fattore climatico R . I risultati delle elaborazioni su descritte sono riportate nelle Tabelle 2 e 3.

Pluviometro	F_F (mm)	R_i (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ anno ⁻¹)
Camaro	154.7	1587.4
S. Stefano Briga	155.5	1600.8
Tremestieri	119.0	1046.1

Tabella 2 - Valori dell'indice di Fournier modificato e del fattore climatico R per ogni stazione

Bacino	R_i (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ anno ⁻¹)
Canneto	1600.8
Giglio	1600.8
Guidari	1600.8
Larderia	1806.4
Mili	1600.8
Palummara	1256.9
S. Filippo	1587.4
Zafferia	1549.5

Tabella 3 - Valori del fattore climatico medio R per ogni bacino

SICILIA
SISTEMA REGIONALE DI GESTIONE
SISTEMA REGIONALE DI GESTIONE
PRESIDENZA REGIONALE
Dr. Carmelo Jazzi

Calcolo del fattore di erodibilità del suolo K

Il calcolo del fattore di erodibilità K è stato condotto per via sperimentale sulla base dei risultati di una campagna di raccolta di campioni di suolo e della loro successiva analisi in laboratorio. Preliminarmente, per ogni bacino si sono individuate le diverse classi pedologiche riportate nella Carta dei Suoli della Sicilia (Fierotti, 1988) (Figura 3). Sulla base dei dati ottenuti dalle prove sui campioni eseguite in laboratorio, attraverso l'applicazione della (Eq. 7) si sono derivati i valori di K_i per ogni suolo, ed in base a tali valori, applicando la (Eq. 6) si sono determinati i valori del fattore di erodibilità del suolo K per gli otto bacini considerati.

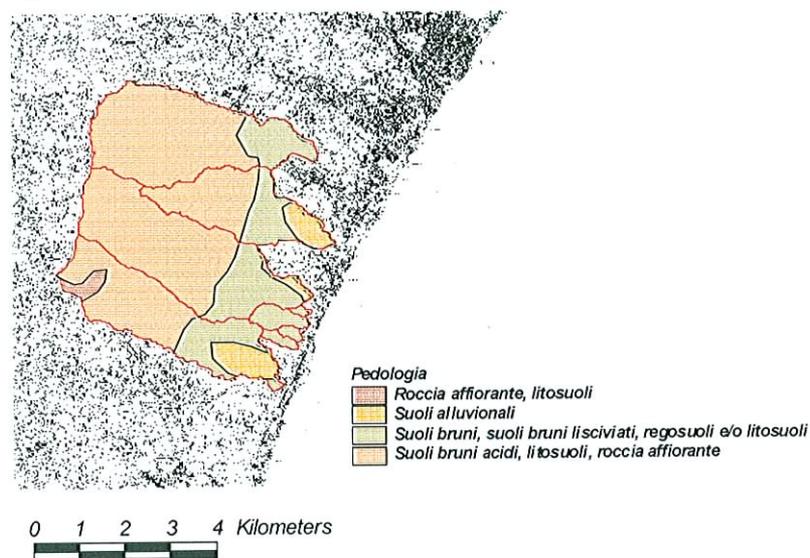


Figura 3 – Mappa dei suoli dell'area di studio

In particolare sono stati assunti i seguenti valori del codice di struttura SS e della classe di permeabilità del suolo PP :

$SS = 3$ (granulare media o grossolana)

$PP = 2$ (da elevata a media)

In Tabella 4 sono riportati i valori del fattore erodibilità del suolo per ciascuno dei tipi di suolo, mentre in Tabella 5 si riportano i valori medi che assume K per ogni bacino considerato.

Tipi di suolo	K ($t\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$)
Roccia affiorante, litosuoli	0.051
Suoli alluvionali	0.015
Suoli bruni, suoli bruni lisciviati, regosuoli e/o litosuoli	0.027
Suoli bruni acidi, litosuoli, roccia affiorante	0.019

Tabella 4 - Valori del fattore di erodibilità K caratteristico per ogni tipo di suolo

Bacino	K (t ha h ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹)
Canneto	0.0266
Giglio	0.0266
Guidari	0.0266
Larderia	0.0207
Mili	0.0221
Palummara	0.0265
S. Filippo	0.0202
Zafferia	0.1259

Tabella 5 - Valori del fattore di erodibilità K per ciascun bacino

Calcolo dei fattori topografici S e L

A partire dai modelli digitali del terreno prodotti per ogni bacino con risoluzione orizzontale di 5 m si sono ricavati i fattori topografici L e S mediante l'applicazione delle espressioni riportate nel paragrafo precedente (Eq.7) e (Eq. 9), assumendo un valore pari a 0.5 per l'esponente m . I valori della lunghezza libera della pendice λ (m) sono riportati nella Tabella 5.

Bacino	Lunghezza libera della pendice λ (m)
Canneto	41.8
Giglio	65.6
Guidari	72.6
Larderia	86.9
Mili	86.7
Palummara	47.3
S. Filippo	86.8
Zafferia	101.0

Tabella 5 - Valori della lunghezza libera della pendice λ (m) per ogni bacino

Calcolo del fattore culturale C

Per ognuno dei bacini interessati si sono individuati le diverse aree omogenee per l'uso del suolo, conteggiandone la corrispondente superficie. In particolare si è fatto riferimento alla carta di uso del suolo redatta nell'ambito del progetto Corine Land Cover (1996). Sulla base di queste informazioni suoli si sono stimati i valori di C_i da tabelle di letteratura (Bagarello e Ferro, 2006). In base a tali valori, applicando la (Eq. 10) si sono determinati i valori di C per gli otto bacini in oggetto.

Calcolo del fattore pratica antierosiva P

Per quanto riguarda i bacini oggetto di studio, non risulta che al momento siano attuate pratiche antierosive, di conseguenza è stato assunto in tutti i casi un valore pari all'unità.

Calcolo del coefficiente di resa solida SDR_w

Sulla base delle caratteristiche geometriche degli otto bacini oggetto di studio, attraverso l'applicazione della (Eq. 12), avendo assunto i valori dei coefficienti che compaiono nella predetta equazione pari alla (Eq. 13), si sono calcolati i corrispondenti valori del coefficiente di resa solida. Una volta stimati tutti i parametri del modello USLE si è calcolato per ogni bacino in oggetto il corrispondente valore della produzione di sedimenti Y_s a base annua alla sezione di chiusura dei bacini stessi, mediante la equazione (2).

Nella Tabella 6 sono riportati i valori stimati dei parametri del modello adottato di Williams e Berndt, mentre i valori della produzione di sedimenti Y_s ottenuti sono riportati nella Tabella 7 in forma specifica e in forma volumetrica ipotizzando un peso specifico del materiale eroso di 2.4 t/m^3 .

Bacino	R (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ anno ⁻¹)	K (t ha h ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹)	S	L	C	SDR_w
Canneto	1600.8	0.0266	7.8619	1.3737	0.0409	1.0
Giglio	1600.8	0.0266	4.9648	1.7223	0.0720	1.0
Guidari	1600.8	0.0266	7.1263	1.8109	0.0336	1.0
Larderia	1806.4	0.0207	4.8669	1.9823	0.1884	0.8
Mili	1600.8	0.0221	6.0437	1.9794	0.1212	0.8
Palummara	1256.9	0.0265	5.1399	1.4616	0.0897	1.0
S. Filippo	1587.4	0.0202	4.9308	1.9807	0.1302	0.8
Zafferia	1549.5	0.1259	3.8224	2.1366	0.1259	0.9

Tabella 6 - Valori dei parametri del modello USLE per ogni bacino

Bacino	Produzione di sedimenti Y_s	
	(ton ha ⁻¹ anno ⁻¹)	(m ³ anno ⁻¹)
Canneto	18.2	131.2
Giglio	25.4	126.1
Guidari	17.7	353.3
Larderia	53.5	16046.2
Mili	42.1	10066.9
Palummara	21.8	60.8
S. Filippo	32.3	9397.9
Zafferia	28.2	4654.8

Tabella 7 - Valori della produzione di sedimenti Y_s per ogni bacino

Bibliografia

- Bagarello V., Ferro V. (2006), *Erosione e conservazione del suolo*, McGraw-Hill, Milano.
- Di Stefano C., Ferro V., Giordano G. (2005), Stima della produzione di sedimenti in due bacini sperimentali di differente estensione, *Atti del convegno ALLA "L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea"*, Catania, 27-30 giugno, Memoria 6011.
- Ferro V., Giordano G., Iovino M. (1991), Isoerosivity and erosion risk map for Sicily, *Journal of Hydrological Sciences*, 36(6), 549-564.
- Ferro V., Porto P., Yu B. (1999), A comparative study of rainfall erosivity estimation for southern Italy and southeastern Australia, *Journal of Hydrological Sciences*, 44(1), 3-24.
- Fierotti G. (1988), *Carta dei Suoli della Sicilia (scala 1:250.000)*, Palermo, Regione Siciliana, Ass. Territorio Ambiente. Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Agraria, Istituto di Agronomia Generale.
- Loch R.J., Roswell C.J. (1992), Laboratory methods for measurement of soil erodibilities (K factor) for the Universal Soil Loss Equation, *Aust. J. Soil Res.*, 30, 233-248.
- Mitchell J.K., Bubenzer G.D. (1980), Soil loss estimation, pp. 17-62 in Kirby M.J. and Morgan R.P.C. eds., *Soil Erosion*, John Wiley and Sons.
- Williams J.R., Berndt H.D. (1972), Sediment yield computed with universal equation, *Journal of Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, 98, HY12, 2087-2098.
- Wischmeier W.H., Smith D.D. (1965), Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains – Guide for selection of practices for soil and water conservation, U.S. Dept. of Agric., *Agr. Handbook*, n. 282.
- Wischmeier W.H., Johnson C.B., Cross B.V. (1971), Soil erodibility nomograph for farmland and construction sites, *Journal of Soil and Water Conservation*, 26, 189-193.
- Wischmeier W.H., Smith D.D. (1978), Predicting rainfall-erosion losses – A guide to conservation farming, U.S. Dept. of Agric., *Agr. Handbook*, n. 537.