



**Accordo Commissario Straordinario della Regione Calabria e
Università della Calabria – Dipartimento DiBEST**

RELAZIONE

**18IR954/G1 “Salvaguardia litorale costiero di Calopezzati”-
- CUP J23B18000330001;
18IR980/G1 “Progetto preliminare per la salvaguardia del litorale costiero II
stralcio”
CUP J23B18000330001**

Il Responsabile Scientifico (Unical - DiBEST)

i Collaboratori

Ric. Rocco Dominici

Dott. Geol. Antonio Viscomi(Borsista)



INDICE

PREMESSA	2
INTRODUZIONE.....	3
METODOLOGIA	8
DATI DI INPUT	9
DATI DI OUTPUT	16
DISCUSSIONE DEI DATI	19
CONCLUSIONI.....	23
BIBLIOGRAFIA	25
ALLEGATI:.....	28
Reports del calcolo produzione e di trasporto sedimenti mediante il modello EPM.....	28
Carta della Resistenza all'erosione per la componente Geologica (fattore Y).	38
Carta della Resistenza all'erosione per la componente Geomorfologica (fattore Φ).	39
Carta della Resistenza all'erosione per la componente Uso del Suolo (fattore X).	40



PREMESSA

L'Accordo di Ricerca tra il Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra dell'Università della Calabria (di seguito Unical-DiBEST) e l'Ufficio del Commissario della Regione Calabria (di seguito UCCAL), prevede la realizzazione di una serie di studi e rilievi dell'area costiera di Calopezzati e del tratto terminale del T.te Fiumarella nel Comune di Calopezzati (CS), finalizzato alla “conoscenza dei fondali, dei litotipi e dell'impatto morfodinamico” per il conseguimento del fine comune della ricerca scientifica e della realizzazione di opere costiere.

L'accordo prevede la stesura di una serie di report da parte dell'Unical-DiBEST, di seguito riportati:

- Inquadramento geomorfologico, petrografico, litologico e sedimentologico attuale della spiaggia emersa e sommersa di Calopezzati;
- Ricostruzione topo-batimetrica attuale della spiaggia emersa e sommersa;
- Determinazioni delle caratteristiche topo-batimetriche, geomorfologiche, petrografiche, litologiche e sedimentologiche (sinteticamente chiamato Monitoraggio) dopo un anno e dopo due anni dalla chiusura dei lavori progettati;

Nel presente documento viene affrontato un aspetto specifico dell'inquadramento geomorfologico, petrografico, litologico e sedimentologico attuale della spiaggia emersa e sommersa di Calopezzati, di fondamentale importanza ai fini degli obiettivi comuni, la produzione sedimenti e trasporto del T.te Fiumarella. Il T.te Fiumarella rappresenta il principale sistema di alimentazione del settore meridionale del tratto costiero 8 (Indagine conoscitiva 2003) compreso nell'area di studio (AS) 4 del Master Plan della fascia costiera (Master Plan, 2014).



Il calcolo della produzione e trasporto sedimenti, mediante metodologie semi-quantitative fornisce dati di fondamentale importanza per il calcolo per il bilancio sedimentario e lo sviluppo di modelli morfodinamici (variazione della linea di riva). La scelta modello, dei dati di input e l'analisi dei dati di output, rappresentano le diverse fasi di questo studio che ha permesso di fornire indicazioni quantitative e qualitative sui sedimenti prodotti e trasportati alla foce (spiaggia) e sulla potenzialità-compatibilità dell'utilizzo diretto dei sedimenti del T.te Fiumarella ai fini del ripascimento costiero ed infine nella definizione di linee ed indirizzi sulla gestione e pianificazione a scala del bacino idrografico, finalizzate al riequilibrio morfo-sedimentario.

INTRODUZIONE

Il calcolo della produzione e trasporto di sedimenti su tempi medio lunghi è stato prodotto attraverso l'applicazione del modello Erosion Potential Model (EPM) (Gavrilovic S. 1959, 1968; Zemljic, 1971; Gavrilovic Z., 1988; Gavrilovic Z. et al., 2008; Beyer Portner, 1998; Bazzoffi, 1985; Globevnik L., et al 2003; Tangestani M.H., 2006; Tazioli, 2009; Asghar Kouhpeima et al., 2011; Zia L Abadi et al., 2011; Bagherzadeh, A., et al., 2011; Ghobadi et al., 2011; Bashir Rokni Deilami et al., 2012; Milanesi et al., 2015; Auddino et al., 2015; Dominici et. al., 2015; Vacca & Dominici, 2015; Larosa et al., 2015; Dragičević N. 2016; Efthimiou N. and Lykoudi E., 2016; Vacca, 2017;).

Il modello EPM viene considerato in ambito internazionale come il più quantitativo dei modelli semi-quantitativi (De Vente J.C., 2009). E' uno dei modelli più completi sotto il profilo delle variabili erosionali considerate. Inoltre, essendo un modello sviluppato in ambiente mediterraneo, ben si adatta alle condizioni climatiche e territoriali della Calabria ed è utilizzato da moltissimi enti



regionali ed aziende private per la stima dei sedimenti prodotti a scala di bacino. Il modello EPM è stato utilizzato nell'indagine conoscitiva del 2003 che rappresenta lo studio base per la redazione del Master Plan della fascia Costiera della Regione Calabria (approvato con delibera il 27.10.2014).

Come tutti i modelli qualitativi, semi-quantitativi, e quantitativi anche il modello dell'EPM semiquantitativo ha delle criticità. Nell'ambito degli studi condotti da Unical-DiBEST è stata eseguita un'analisi dettagliata delle criticità. Dall'analisi degli output di alcuni calcoli su bacini idrografici test di riferimento, sono state evidenziate le criticità (intese come condizioni o parametri la cui variazione anche minima, determina un effetto di grande entità tale da produrre un dato di output fuori scala) che vengono di seguito descritte:

- La soggettività o il carattere strettamente qualitativo con cui vengono assegnati i coefficienti erosivi di uso del suolo, litologia e morfologici;
- La variabilità spaziale piuttosto che temporale dei valori dei coefficienti erosivi;
- L'elaborazione del coefficiente R che fornisce la percentuale dei sedimenti che arrivano ad una sezione di chiusura;
- La velocità del calcolo per calibrazioni e validazioni.

Gli studi condotti da Unical-DiBEST nell'ambito di progetti di ricerca di base ed applicata (PON-SIGIEC; POR-SMORI, VEROCOST; Tesi di Dottorato) hanno permesso di sviluppare delle metodologie che hanno ridotto il carattere soggettivo con cui vengono attribuiti i coefficienti d'erosione; di sviluppare un software (Dominici R., 2019;) che utilizzando dati georeferenziati velocizza i calcoli permettendo rapide calibrazioni e validazioni sulla base di dati diretti ed indiretti e di sostituire il fattore di riduzione R, fortemente condizionato dalla scala di rilievo del reticolo idrografico, con il parametro *Sediment Delivery Ratio* (SD-R) .



Nell'ambito del report è stato calcolato il contributo del T.te Fiumarella in termini di alimentazione del sistema costiero. Nei dati dell'indagine conoscitiva del 2003, il T.te Fiumarella fa parte dei 459 corsi d'acqua non analizzati in modo diretto attraverso l'applicazione del modello EPM.

Il T.te Fiumarella è compreso nella della cosiddetta area omogenea W.

AREA W		Lunghez. tratto di costa sottesa L = 28,9 km	
Nome Bacino		Superficie km ²	Perimetro km
1	Fosso Cefalo	1.0	5.1
2	Fosso Acque di granco	1.7	6.5
3	Rio Santa Caterina	3.2	9.5
4	Torrente Carafuno di Cento Pale	1.6	8.6
5	Torrente Capanello	1.3	5.6
6	Torrente Salto	1.3	7.5
7	Torrente Caligiuri	2.0	8.9
8	Torrente Ioppo	2.3	9.8
9	Torrente Varco	3.5	11.6
10	Torrente Cariati	2.0	7.7
11	Torrente Moranidi	9.6	17.6
12	Fosso Fornaia	0.8	3.8
13	Torrente S. Cataldo	8.0	14.8
14	Torrente S. Leo	5.3	14.6
15	Torrente Arso	28.9	32.0
16	Fosso Campanello	0.8	3.7
17	Vallone Procello	1.3	5.4
18	Vallone Marche di Procello	0.9	4.5
19	Vallone Amarò	3.9	10.6
20	Torrente Acquaniti	45.7	38.9
21	Vallone Cupo	1.2	5.6
22	Torrente Calamiti	7.2	13.7
23	Fosso Galice	1.4	5.4
24	Vallone Montefalco	1.2	6.1
25	Vallone di Cupa	1.5	7.9
26	Torrente Fiumarella	31.9	34.0
27	Fosso Trentuno I	0.6	3.6
Superficie TOTALE:		170.1	km²



Il valore di produzione sedimenti e di trasporto alla foce (G) dell'area W è dato dal prodotto del valore di trasporto sedimenti in mc/anno (G) per km² del bacino idrografico di riferimento (Fiume Nicà) per la superficie dell'area omogenea in cui ricade il T.te Fiumarella. Infine moltiplicando il Valore del trasporto di sedimenti del Fiume Nicà per ogni km² per la superficie del bacino idrografico del T.re Fiumarella si ottiene il valore in mc/anno di alimentazione del T.te Fiumarella nel sistema idrografico.

VOLUMI DI TRASPORTO SOLIDO DELLE AREE OMOGENEE

Bacino di riferimento				Area omogenea				
N°	Nome	Superficie (km ²)	Volume medio G (m ³ /anno)	Nome	Superficie (km ²)	Volume medio G (m ³ /anno)	Lungh. tratto di costa sotteso (km)	Portata solida g=G/L (m ³ /anno*km)
3	CORVINO	35.68	13 507	A	60.9	23 054	16.8	1 372
3	CORVINO	35.68	13 507	B	54.3	20 556	10.8	1 903
3	CORVINO	35.68	13 507	C	222.5	84 229	36.6	2 301
4	LICETTO	46.94	25 908	D	137.6	75 947	29.9	2 540
4	LICETTO	46.94	25 908	E	19.8	10 928	10.6	1 031
5	OLIVA	59.23	48 554	F	157.8	129 357	21.0	6 160
8	ANGITOLA	187.95	43 344	G	106.6	24 584	10.5	2 341
8	ANGITOLA	187.95	43 344	H	163.6	37 729	37.6	1 003
8	ANGITOLA	187.95	43 344	I	100.3	23 131	21.9	1 056
10	PETRACE	406.62	83 315	J	84.2	17 252	-	17 252
11	CATONA	68.39	3 544	K	107.6	5 576	39.2	142
13	CALOPINACE	52.91	13 722	L	40.6	10 529	8.6	1 224
14	S. AGATA	51.01	27 388	M	208.3	111 839	38.7	2 890
17	LA VERDE	117.06	98 073	N	245.3	205 513	49.7	4 135
20	GERACE	39.32	57 644	O	189.9	278 398	30.4	9 158
22	AMUSA	39.24	46 336	P	58.6	69 197	12.6	5 492
24	STILARO	95.04	79 744	Q	95.8	80 382	10.6	7 583
26	ALACA	40.5	18 778	R	158.6	73 536	24.5	3 001
27	ANCINALE	173.84	16 978	S	160.0	15 626	18.7	836
29	FIUMARELLA	34.22	10 609	T	20.3	6 293	-	6 293
36	CROCCHIO	129.68	54 570	U	462.8	194 749	69.1	2 818
39	NICA	174.96	84 074	V	313.3	150 551	37.6	4 004



39	NICA	174.96	84 074	W	170.1	81 739	29.9	2 734
41	CORIGLIANETO	63.09	13 707	X	281.7	61 202	17.9	3 419
43	MIZOFATO	72.18	22 901	Y	265.0	84 078	15.1	5 568
46	STRAFACE	39.3	29 337	Z	72.9	54 419	14.9	3 652
47	FERRO	119.83	83 440	AA	174.6	121 577	18.0	6 754

Di seguito vengono riportati i calcoli della stima dell'alimentazione del sistema costiero di Calopezzati da parte del T.te Fiumarella (G) che ha un bacino idrografico di circa 31,9 km².

Superficie del bacino idrografico del Fiume Nicà = 174.96 km²;

Trasporto sedimenti alla foce (G) del Fiume Nicà=84.074 mc/anno;

Valore del trasporto di sedimenti del Fiume Nicà per ogni km²: 84.074m³/anno / 174,96 km²= 480,52 mc/anno su km²;

Trasporto alla foce del T.te Fiumarella = 480,52 mc/anno* km² * 31,9 km²= 15.328 mc/anno .

I valori riportati derivano dall'applicazione del modello EPM utilizzando i seguenti database:

Carta dell'uso del suolo (Progetto CORINE) – 2001, scala 1:250.000;

Carta delle pendenze scala 1:250.000;

La sistemazione delle aste terminali delle Fiumare Calabre; (Prof. Ing. Michele Viparelli);

Carta delle isoiete medie annuali calcolate per l'intervallo temporale 1921-1975;

Carta delle grandi frane e delle deformazioni gravitative profonde di versante della Calabria (base litologi-co-strutturale) del CNR IRPI, 1988, scala 1:250.000;



Dati geomorfologici dei bacini (superficie, perimetri, pendenze delle aste) e dei reticoli idrografici fluviali dell'ABR, 2000, scala 1:10.000 (CASMEZ – 1954);

Nell'ambito di questo studio è stata eseguito il calcolo della produzione e trasporto sedimenti alla sezione di chiusura, attraverso l'applicazione del metodo che definiamo utilizzato nell'indagine conoscitiva del 2003, ma aggiornando i dati di uso del suolo, litologia, geomorfologia e meteo-climatici. Inoltre sulla base di valutazioni in termini di resistenza all'erosione derivanti da studi e ricerche condotte dal DiBEST è stato eseguito un secondo calcolo della produzione e trasporto sedimenti. Infine è stato eseguito un calcolo del volume dei sedimenti prodotti dal bacino idrografico e trasportati alla sezione di chiusura potenzialmente compatibili in termini granulometrici con i sedimenti presenti nella spiaggia emersa e sommersa dell'area di studio.

METODOLOGIA

Il modello EPM permette di stimare la produzione sedimenti in mc/anno e la quantità di sedimento che giunge ad una specifica sezione di chiusura. Il modello si basa sull'utilizzo di dati climatici, morfologici, uso del suolo e geologici/litologici di un bacino idrografico. Questi parametri possono essere determinati attraverso l'utilizzo di cartografie specifiche aggiornate, integrate da sopralluoghi, verifiche, rilievi ed analisi specifiche.

Il modello si basa sull'equazione:

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot S \cdot Z^{3/2}$$

dove:

W è il volume medio annuo dei sedimenti prodotti per erosione, espresso in m³/anno;



S è la superficie del bacino in km²;

h è la precipitazione annuale media nel bacino espressa in mm di pioggia;

T è il coefficiente di temperatura espresso da:

$$T = (t'/10 + 0.1)^{1/2}$$

dove t' è la temperatura annuale media in °C;

Z è il coefficiente di erosione relativa, definito dall'espressione:

$$Z = X \cdot Y \cdot (\Phi + I^{1/2})$$

nella quale

X è il fattore di protezione del suolo da parte della vegetazione presente nel bacino;

Y è il fattore geo-litologico di erodibilità del suolo;

Φ è il coefficiente che esprime tipo e grado di erosione in atto nel bacino;

I è la pendenza media percentuale del bacino.

DATI DI INPUT

La stima dell'altezza di pioggia media annua h e il parametro T sono stati ottenuti utilizzando una recente pubblicazione (Federico S., et al., 2009) che utilizza un dato vettoriale di temperature medie e piogge su un intervallo di tempo compreso tra il 1978 ed il 2007, con risoluzione spaziale a 10 km. Di seguito vengono riportati il parametro e h e delle temperatura media:

- h = 809,41 mm;



- $t = 16,0$ C.

Il coefficiente X di protezione dell'uso del suolo deriva dall'utilizzo della cartografia del Progetto Corine Land Cover 2012, IV livello scala 100.000. I terreni sono suddivisi in aree omogenee e per ognuna delle tipologie è stato assegnato un coefficiente di resistenza all'erosione (valore alto = bassa protezione all'erosione; valore basso = alta protezione all'erosione) di seguito riportati:

CLC12	LEGENDA	Coefficiente	Superficie in km ²
523	Mari e oceani	0	0,011
112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0	0,287
324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	0.05	3,234
3117	Boschi e piantagioni a prevalenza di latifoglie non native (robinia, eucalipti, ailanto, ...)	0.05	0,374
3112	Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)	0.05	2,266
3111	Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera	0.05	
231	Prati stabili (foraggiere permanenti)	0.4	2,088
3212	Praterie naturali d'alta quota con presenza di specie arboree ed arbustive	0.4	1,531
3211	Praterie naturali d'alta quota con assenza di specie arboree ed arbustive	0.4	0,838
3231	Macchia alta	0.6	0,727
3232	Macchia bassa e garighe	0.6	0,585
223	Oliveti	0.7	10,463
222	Frutteti e frutti minori	0.7	0,767
242	Sistemi colturali e particellari complessi	0.9	0,985
2111	Colture intensive (Seminativi semplici)	0.9	6,142
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	0.9	1,591



Il valore complessivo del coefficiente X è uguale a 0,573.

Il coefficiente Y relativo alla resistenza all'erosione derivate dalle caratteristiche litologiche dei sedimenti/rocce presenti nel bacino idrografico è stato definito sulla base della carta geologica della Calabria scala 1:25.000. Ad ognuno dei litotipi affioranti è stato attribuito un valore del coefficiente di resistenza all'erosione (valore alto = bassa resistenza all'erosione; valore basso= alta resistenza all'erosione) di seguito riportati:

SIGLA	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
M_ac-2.3	1.55	5.882	18.428
df	1.95	0.773	2.422
M_a-2.3	1.55	6.425	20.126
ac	1.95	0.969	3.037
d-2	1.95	0.006	0.019
M_g-2.3	0.4	0.059	0.186
M_ar-2.3	0.8	2.322	7.273
Q_cl.s	0.8	0.24	0.753
M_ar.a-2.3	0.8	3.961	12.408
G_c-1	0.4	0.29	0.907
sf	0.4	2.67	8.363
P_a-3	1.55	2.951	9.245
m_cl-2.3	0.8	0.372	1.167
P_ss-3	1.15	0.371	1.161
P_s-3	1.95	0.804	2.519
d-1	1.95	0.26	0.815
M_t-2.3	0.4	0.08	0.25
af	1.95	3.481	10.905

Su questa tabella sono state apportate delle modifiche dei coefficienti di resistenza, attraverso



l'utilizzo di studi sedimentologici-stratigrafici e tettonici-strutturali eseguiti dal DiBEST eseguiti dal DiBEST nell'ambito del progetto CARG e di Dottorati di Ricerca.

Di seguito vengono riportati i valori modificati della tabella precedente (valore alto = bassa resistenza all'erosione; valore basso= alta resistenza all'erosione). I valori in rosso hanno un coefficiente ridotto mentre quelli in verde e in verde registrano un incremento.

SIGLA	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
m_cl-2.3	0.4	0.372	1.167
M_a-2.3	1.55	6.425	20.126
P_a-3	1.55	2.951	9.245
d-2	1.95	0.006	0.019
af	1.95	3.481	10.905
M_ar-2.3	0.6	2.322	7.273
M_ar.a-2.3	0.8	3.961	12.408
G_c-1	0.4	0.29	0.907
P_ss-3	1.0	0.371	1.161
sf	0.4	2.67	8.363
d-1	1.95	0.26	0.815
ac	1.95	0.969	3.037
df	1.95	0.773	2.422
P_s-3	1.0	0.804	2.519
M_t-2.3	0.6	0.08	0.25
M_g-2.3	0.8	0.059	0.186
Q_cl.s	0.8	0.24	0.753
M_ac-2.3	1.95	5.882	18.428



La variazione dei coefficienti di erosione non determina variazioni sensibili al fattore Y, passando da 0,82 a 0,83.

Per la determinazione di Φ , relativo alla resistenza all'erosione dei terreni/rocce rispetto ai processi morfodinamici è stata utilizzata la cartografia PAI aggiornata 2016; la carta delle pendenze derivante dal DTM 5 m della CTR; il reticolo idrografico prodotto nell'ambito di questo studio. Attraverso l'utilizzo integrale e globale dei dati è stato attribuito un coefficiente di erosione alle diverse classi di pendenza utilizzando la tabella di Zemllijc (1971):

Classe di pendenza (%)	Descrizione Processo	Coefficiente	Km ²
5	Erosione Areale (Bassa Pendenza)	0.15	3,32
20	Erosione Areale (Media Pendenza)	0.4	7,766
>20	Erosione Areale (Alta Pendenza)	0.65	13,637

Per le aree in frana che si estendono su una superficie di circa 3,6 km², poco più del 10% della superficie del bacino idrografico, è stato attribuito il coefficiente di erosione pari a 1. Inoltre è stato attribuito un coefficiente di erosione al reticolo idrografico CS07_0000022087 rappresentandolo con una buffer zone media di 10 m ed un coefficiente di erosione pari a 0,85 (erosione lineare).

Sigla	Stato_attività	Tipologia	Coefficiente	Area (mq)
CS07_0000022087		Buffer zone reticolo idr.	0,85	2,898.000
0780128500	0	Complessa	1	6304.212
0780128700	0	Complessa	1	2390.988
0780128300	0	Scorrimento	1	11435.762
0780156300	0	ZFS	1	9.952
0780128200	0	ZFS	1	1286.449



CA1	Attiva	ZFP	1	16099.92
CA1.2	Attiva	ZFS	1	782555.839
CA12.1	Attiva	ZFP	1	60077.82
CA12.2	Attiva	ZFS	1	12470.629
CA21	Attiva	ZFS	1	4704.394
CP1.1	Attiva	ZFS	1	9539.222
CP10	Attiva	ZFS	1	128004.417
CP11	Attiva	ZFS	1	13460.686
CP13	Attiva	ZEI	1	5483.219
CP18	Attiva	Colata	1	5052.548
CP19	Attiva	Colata	1	3810.065
CP20	Attiva	ZFP	1	30.361
CP21	Attiva	ZFS	1	2146.569
CP22	Attiva	Scorrimento	1	4217.729
CP23	Attiva	ZFS	1	49040.988
CP24	Attiva	ZFS	1	8788.187
CP3	Attiva	ZFS	1	3801.938
CP30	Attiva	Scorrimento	1	1265.553
CP31	Attiva	ZFS	1	14484.269
CP32	Attiva	ZFS	1	3223.197
CP33	Attiva	ZFS	1	3941.878
CP34	Attiva	Scorrimento	1	28455.821
CP35	Attiva	Scorrimento	1	5609.329
CP7	Attiva	Scorrimento	1	5636.463
CP9	Attiva	ZFS	1	198815.421
CR10	Attiva	ZFS	1	6436.833
CR11	Attiva	Scorrimento	1	1351.401
CR16	Attiva	ZFS	1	792752.541
CR18	Attiva	ZFS	1	10.969
CR23	Attiva	ZFS	1	80000.717
CR25	Attiva	ZFS	1	531.335
CR26	Attiva	ZFS	1	59.133
CR3.2.1	Attiva	Colata	1	7990.792
CR3.4	Attiva	ZFS	1	30140.702
CR3.5	Attiva	ZFS	1	9743.506
CR7	Attiva	ZFS	1	17645.242
CR9	Attiva	Scorrimento	1	3636.515
CA12	Quiescente	ZFP	1	397151.945
CA15	Quiescente	ZFP	1	63639.331
CP1	Quiescente	ZFP	1	440326.48
CP2	Quiescente	Scorrimento	1	2550.459



CP4	Quiescente	Scorrimento	1	4319.697
CP5	Quiescente	Complessa	1	2186.657
CP8	Quiescente	Scorrimento	1	4410.838
CR3	Quiescente	ZFP	1	237910.618
CR3.1	Quiescente	Colata	1	54510.638
CR3.2	Quiescente	Colata	1	22488.838
CR3.3	Quiescente	Scorrimento	1	40737.308
CR4	Quiescente	Scorrimento	1	13923.331

Il valore complessivo del fattore geomorfologico Φ è di 0,582.

Infine è stato calcolato R che rappresenta il fattore di riduzione sulla produzione sedimenti (W). Il coefficiente R è dato da:

$$R = [(P \cdot H_m)^{1/2} \cdot (L + L_i)] / S \cdot (L + 10)$$

Dove:

S = 39,1 km² ed è la superficie del bacino idrografico.

P= 34,01 km è il perimetro del bacino espresso in km;

Hm=201 m è la quota media del bacino espressa in km;

L= 17,81 km è la lunghezza dell'asta principale espressa in km;

Li=160,55 è la lunghezza totale degli affluenti espressa in km.

Per cui si ottiene R = 0,53



Sulla base di recenti studi e ricerche tuttora in corso (Vacca ; Larosa, 2020) è stato definito un parametro che sostituisce R in quanto è controllato da una fattore scala e non può essere applicato su aree discrete prive di reticolo idrografico. Gli studio condotti nell'ambito di due dottorati di ricerca hanno permesso di sviluppare un approccio basato sull'Indice di Connessione (Borselli et al., 2008; Cavalli et al. 2013) e il Sedimentary Delivery Ratio (Walling, 1983; Kinnell 2004; Vigiak et al. 2012, Jamshidi et al., 2013) che ha prodotto un parametro R (fattore di riduzione) indipendente da un elemento interpretativo come il reticolo idrografico.

Il parametro definito SD-R è stato inserito all'interno di un software sperimentale (YES) che permette di calcolare rapidamente i valori di W, G ed R e SD-R.

Il valore SD-R del T.te Fiumarella è pari a 0,248.

DATI DI OUTPUT

Applicando la formula EPM per la Produzione (W) e trasporto sedimenti (G), con i dati da letteratura, si ottiene:

Metodo Classico

W= 77.941,3 mc/anno

R=0,53

G= 41.308mc/anno



Applicando il fattore di riduzione SD-R

$$W = 77.941,3 \text{ mc/anno}$$

$$SD-R = 0,248$$

$$G = 19.329,44 \text{ mc/anno}$$

Applicando delle correzioni sul parametro di resistenza all'erosione Y , basati su recenti studi geologici di carattere stratigrafico-sedimentologico e tettonico-strutturale con caratterizzazioni geomeccaniche speditive si ottiene:

Metodo Classico

$$W = 80559,07 \text{ mc/anno}$$

$$R = 0,53$$

$$G = 42.696,30 \text{ mc/anno}$$

Applicando il fattore di riduzione SD-R

$$W = 80.559,07 \text{ mc/anno}$$

$$SD-R = 0,248$$

$$G = 19.978,65 \text{ mc/anno}$$

Infine è stato calcolata la quantità di sedimenti del Bacino idrografico del T.te Fiumarella potenzialmente compatibile in termini granulometrici, morfometrici e composizionali con i



sedimenti costieri e di foce. La compatibilità deriva da analisi granulometriche, morfometriche e composizionali dei sedimenti costieri e di foce che saranno discussi in uno specifico report. Le analisi evidenziano l'assenza della componente pelitica (silt + argilla) e di alcune litologie che invece sono ben rappresentate nel bacino idrografico. In dettaglio vengono riportate le litologie presenti nel bacino idrografico ma non presenti nel sedimento costiero e di foce dell'area di studio.

M_{t-2.3} : calcari di età messiniana classificabili come rocce morbide, costituite principalmente da fango carbonatico e noduli solfati (gesso o anidrite) con frazioni di argille e marne che vengono trasformate rapidamente in pelite e anioni e cationi ad opera dei processi di dissoluzione.

M_{g-2.3}: Gessi messiniani che vanno rapidamente in dissoluzione.

P_{a-3}, M_{ac-2.3} e M_{a-2.3}: argille e marne plioceniche; argille marnose tortoniane ed e argille marnose varicolori con frammenti di marne, argilliti, di età messiniana, che una volta erose bypassano l'ambiente costiero (presenti talora in piccole chiazze sul fondale) e si depositano principalmente in piattaforma esterna (profondità superiori ai 30 m) e in aree bacinali.

Si tratta di litotipi che costituiscono nel loro insieme circa il 48% della superficie del bacino idrografico a cui è stato attribuito il coefficiente di produzione sedimenti su base geologica/litologica 0 in modo da annullare il contributo di queste litologie affioranti nel bacino idrografico.

Sulla base di questi elementi il sedimento trasportato alla foce e potenzialmente compatibile con i sedimenti costieri e di foce (W_c) si riduce notevolmente.

$W_c^* = 23.531,32$ mc/anno



$R=0,53$

$Gc^* = 12.471,59$ mc/anno

Applicando il fattore di riduzione SDR

$Wc^*= 23.531,32$ mc/anno

$SD-R=0,248$

$Gc^*= 5.835,76$ mc/anno

* produzione sedimenti compatibile con i sedimenti costieri

DISCUSSIONE DEI DATI

I dati dell'indagine conoscitiva 2003 basati su dati di input di basso dettaglio (cartografia litologica, morfologica ed uso del suolo scala 1:250.000) forniscono un valore di trasporto alla foce del T.te Fiumarella di circa 15mila metri cubi/anno.

L'utilizzo di dati maggior dettaglio (scala 1:25.000 e più recenti) con metodo classico (utilizzato nell'indagine conoscitiva del 2003) ed attraverso l'integrazione di studi ed implementazioni della metodo EPM (SD-R) si ottiene un valore variabile da circa 40 a 20 mila metri cubi circa.

Il calcolo eseguito con dati di maggior dettaglio ed utilizzando il fattore di riduzione SD-R al posto di R, fornisce una stima del trasporto solido alla foce (19.000 mc/anno) confrontabile con quello dell'indagine conoscitiva del 2003 (15.000 mc/anno). La differenza è di appena 4.000 mc/anno in più rispetto alla stima del 2003 (il 20%).



Nei modelli morfodinamici elaborati nell'ambito dell'indagine conoscitiva 2003 viene effettuata una caratterizzazione del trasporto longitudinale potenziale dovuto al moto ondoso estesa a tutta la costa della regione attraverso il modello matematico UNIBEST CL+ (sviluppato dal Laboratorio Delft Hydraulics). In particolare nel calcolo del bilancio dei sedimenti gli apporti fluviali costituiscono la principale fonte di alimentazione delle aree costiere. Nel calcolo del bilancio viene considerata solo della parte di apporto solido costituita da materiale più grossolano (sabbie e ghiaia), escludendo la parte più fine (limi e argille) comunque presente nel valore totale calcolato e che viene dispersa prima di essere depositata sulla costa. Nel calcolo venne introdotta una riduzione del 40% sul totale dei sedimenti trasportati, valutando quindi mediamente al 60% la percentuale di materiale utile trasportato dalle correnti costiere. Il valore adottato è stato suggerito dall'analisi di precedenti studi condotti sul litorale ionico meridionale calabrese in cui erano forniti valori oscillati tra il 65% e il 50% (Progetto ALICA, 2001).

In definitiva nell'indagine conoscitiva del 2003 l'apporto di sedimenti utili al trasporto litoraneo del T.te Fiumarella è di circa 9.000 mc/anno.

Superficie del bacino idrografico del Fiume Nicà = 174.96 km²;

Trasporto sedimenti alla foce (G) del Fiume Nicà=84.074 mc/anno;

**Valore del trasporto di sedimenti del Fiume Nicà per ogni km²: 84.074m³/anno / 174,96 km²=
480,52 mc/anno su km²;**

Trasporto alla foce del T.te Fiumarella = 480,52 mc/anno * km² * 31,9 km²= 15.328 mc/anno .

Sedimenti utili al trasporto litoraneo = 15.328 mc/anno * 0,6 = 9.196 mc/anno.



Nell'area oggetto di studio sulla base dei dati dell'indagine conoscitiva del 2003 viene calcolato un trasporto solido pari a circa 15.000 mc/anno con trasporto da NO verso SE, ben superiori ai 10.000 mc/anno che sono il valore medio dell'area 8 compresa tra Capo Trionto e la foce del Fiume Nicà. Questi dati determinano insieme ad altri un indice di Criticità Medio con indicazioni di interventi di categoria A (opere di difesa rigide radenti) e C (opere di difesa morbide: ripascimento libero). Nel master plan il sito ricade nell'area 3 che si estende da Foce Fiume Trionto a Foce Fiume Nicà e sono previsti ripascimenti con pennelli semisommersi (Tav 010a, TAV_010b) (http://old.regione.calabria.it/abr/index.php?option=com_content&task=view&id=428&Itemid=282). In dettaglio il progetto di massima per l'area d'intervento prevede un ripascimento di 28.000 mc e 5 pennelli di 50 m con iterasse da nord verso sud rispettivamente 100 m, 100m, 150m, 100 m.

Il calcolo della produzione sedimenti eseguito attribuendo un coefficienti di erodibilità 0,01 (quasi zero) al fine di “annullare” la produzione di sedimento incompatibile, sulla base delle analisi granulometriche e composizionali dei sedimenti costieri, ha permesso di stimare la quantità di sedimento trasportato alla foce dal T.te Fiumarella idoneo al trasporto solido litoraneo.

In dettaglio vengo riportate le stime:

Metodo classico

$W_c = 23.531,32$ mc/anno

$R = 0,53$

$G_c = 12.471,59$ mc/anno

Applicando il fattore di riduzione SD-R



$W_c = 23.531,32$ mc/anno;

$SD-R = 0,248$;

$G_c = 5.835,76$ mc/anno.

Si tratta di stime rispettivamente confrontabili ($G_c = 12.471,59$ mc/anno) o sensibilmente inferiori ($G_c = 5.835,76$ mc/anno) alla stima di 9.196 mc/anno dell'indagine conoscitiva (2003).

Un ulteriore approfondimento nella discussione del dato è offerto dall'analisi geomorfologica del bacino e reticolo idrografico del T.te Fiumarella caratterizzato dalla presenza lungo l'asta principale da briglie. L'analisi storica integrata da rilievi ed analisi granulometriche evidenzia come le briglie svolgono un effetto trappola e sovralluvionamento bloccando una notevole quantità di sedimenti sabbioso-ghiaiosi utilizzati in passato come sito di prelievo per alcuni ripascimenti.



CONCLUSIONI

Sulla base dell'elaborazione integrale e globale dei dati è stata calcolata quantità di sedimenti prodotti dal bacino idrografico del T.te Fiumarella che oscilla in relazione alla tra 78 ed 80 mila mc/anno rispettivamente utilizzando dati di letteratura di maggiore dettaglio rispetto a quelli utilizzati dall'indagine conoscitiva del 2003 e del master Plan ed dati integrati ed implementati sulla base di studi e rilievi. Circa 55 o 57 mila mc/anno, rispettivamente con dati di letteratura ed aggiornati, derivano peliti (silt ed argilla) e da rocce che vanno rapidamente in dissoluzione, quindi non compatibili con i sedimenti costieri (spiaggia emersa e sommersa). Di conseguenza solo 23 mila mc/anno di sedimenti compatibili con il trasporto litoraneo vengono prodotti dal bacino idrografico del T.te Fiumarella e solo 12 mila (applicando R) o 6 mila mc/anno ((applicando SD-R) alimentano il sistema costiero. Inoltre sulla base dei rilievi morfologici una notevole percentuale dei sedimenti viene catturata dalle briglie riducendo notevolmente gli apporti verso la foce.

Valutazioni realistiche basate su fotointerpretazione di immagini aeree storiche, ci permettono di stimare che circa il 50% del sedimento idoneo al trasporto litoraneo che poteva alimentare il sistema costiero è stato/ è catturato dalle briglie. Maggiori dettagli su questi elementi verranno discussi in uno specifico report.

La stima finale della quantità di sedimenti compatibili al trasporto litoraneo si riduce a 6-3 mila metri cubi/anno causando probabilmente un importante deficit sedimentario locale (a sud della foce).

L'aumento del sedimento pelitico rispetto a quello sabbioso rappresenta un fattore di amplificazione del pericolo erosione erosione costiera e di rischio per le fanerogame marine e dei sistemi dunali.

Maggiori dettagli su questi elementi verranno discussi in uno specifico report.



I sedimenti catturati dalle briglie, soprattutto nella parte alta del bacino, non alimentata da terreni argilloso e marnosi, costituiscono un buon sito di prelievo per ripascimento costieri.

Considerate le caratteristiche composizionali dei sedimenti fluviali in caso di ripascimento costiero si consigliano in fase di studio definitivo ed esecutivo l'esecuzione di analisi granulometriche, morfometriche e composizionali petrografiche-mineralogiche sia sulla frazione ghiaiosa e sabbiosa ed analisi geochimiche sulla frazione pelitica. Alcuni di questi aspetti verranno discussi in uno specifico report.

Infine ai fini di un intervento di mitigazione del rischio erosione costiera su tempi medio-lunghi si consiglia il ripristino del trasporto solido torrentizio e di mitigazione del rischio idraulico.

Data XXXX

Dott. Rocco Dominici



BIBLIOGRAFIA

Asghar Kouhpeima, Seyed Ali Asghar Hashemi and Sadat Feiznia - study on the efficiency of Erosion Potential Model (EPM) using reservoir sediments. *Asghar Kouhpeima et al./ Elixir Pollution* 38 (2011) 4135-4139.

ATI TECHNITAL S.p.A, IDROTEC S.r.l., CONSORZIO OKEANOS - Indagine conoscitiva dello stato delle coste calabresi, predisposizione di una banca dati dell'evoluzione del litorale e individuazione delle aree a rischio e delle tipologie di intervento studi su aree campione e previsione delle relative opere di difesa". 2003

Auddino M., Dominici C., Viscomi A. (2015) - Evaluation of yield sediment in the Sfalassà Fiumara (south- western, Calabria) by using Gavrilovic method in GIS environment. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 33, pp. 3-7.

Bagherzadeh, A., Daneshvae, M.R.M.: Sediment yield assessment by EPM and PSIAC models using GIS data in semi-arid region. *Frontiers of Earth Science*, 5 (2011) 2, pp. 207-216, <http://dx.doi.org/10.1007/s11707-011-0168-z>.

Bashir Rokni Deilami, Mahsa Liyaghat Afsaneh Sheikhi, , Malik Rashid Abbas Al-Saffar, Vahid Barati - Estimation of Erosion and Sedimentation in Karoon Basin using EPM with in Geographic Information System. *IRACST – Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ)*, ISSN: 2250-3498, Vol.2, No. 5, October 2012.

Bazzoffi, P. (1985). Methods for net erosion measurement in watersheds as a tool for the validation of models in central Italy, Workshop on soil erosion and hillslope hydrology with emphasis on higher magnitude events, Leuven

Beyer Portner, N. (1998). Erosion des bassins versant alpins suisses par ruissellement de surface. PhD Thesis, Laboratoire de Constructions Hydrauliques-LCH, No. 1815, Lausanne, Switzerland.

De Vente J. – Soil Erosion and Sediment yield in mediterranean Geocosystem. Scale issues, modelling and understanding. 2009.

Dominici R., La Rosa S., Vacca C. & De Rosa R. (2015). SIGIEC - Sistema Integrato di Gestione dell'Erosione Costiera. XXXVI Corso di Aggiornamento in Tecniche per la Difesa all'Inquinamento. Guardia Piemontese Terme (CS) 17-20 giugno 2015.

Efthimiou N. and Lykoudi E - SOIL EROSION ESTIMATION USING THE EPM MODEL. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, vol. L, p. 305-314, Proceedings of the 14 th International Congress, Thessaloniki, May 2016.

Gavrilovic S. (1959). Méthode de la classification des bassins torrentiels et équations nouvelles pour le calcul des hautes eaux et du debit solide, Vadopriveda, Belgrado.



Gavrilovic S. (1968). Proposed Classification of Torrents for the Water Management Plan of Yugoslavia (Beograd: Institute "Jaroslav Černi").

Gavrilovic Z. (1988). The use of an empirical method (Erosion Potential Method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams. International Conference on river regime, England: Wallingford; 411-422.

Gavrilovic Z., Stwfanovic M., Milovanovic I., Cotric J. & Milojevic, M. (2008). Torrent classification- base of rational management of erosive regions, XXIVth Conference of the Danubian Countries, Bled, Slovenia.

Ghobadi, Y., Pirasteh, S., Pradhan, B., Ahmad, N.B., Shafri, H.Z.B.M., Sayyad, Gh.A., Kabiri, K.: Determine of correlation coefficient between EPM and MPSIAC models and generation of erosion maps by GIS techniques in Baghmalek watershed, Khuzestan, Iran. In: Proceedings of the 5th Symposium on Advances in Science and Technology SAS tech, Mashhad, Iran. pp 1-12, 2011.

Globevnik L, Holjevik D, Petkovsek G, Rubinic J (2003). Applicability of the Gavrilovic method in erosion calculation using spatial data manipulation techniques.” In: De Boer D, Froehlich W, Mizuyama T, Pietroniro A, eds. Erosion prediction in ungauged basins: integrating methods and techniques. IAHS Publication 279.

L. Zia Abadi, H. Ahmadi - Comparison of EPM and geomorphology methods for erosion and sediment yield assessment in Kasilian Watershed, Mazandaran Province, Iran. DESERT 16 (2011) 103-109.

Larosa S. - Sviluppo di una nuova applicazione GIS open-source per la stima della produzione di sedimenti e del trasporto solido a scala di bacino idrografico. Università della Calabria, Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST), Dottorato di Ricerca in scienze e ingegneria dell'ambiente, delle costruzioni e dell'energia, ciclo XXXII.

Majid H. Tangestani - Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar Catchment, Fars Province, Iran. Journal of Asian Earth Sciences 27 (2006) 585–597.

Master Plan degli Interventi di mitigazione del rischio erosione costiera in Calabria. 2014.

Milanesi L., Pilotti M., Clerici A. & Gavrilovic, Z. (2015). Application of an improved version of the erosion potential method in Alpine areas. Italian Journal of Engineering Geology and Environment 1, 17-30

Nevena Dragičević, Barbara Karleuša, Nevenka Ožanić - A review of the Gavrilović method (erosion potential method EPM) application. Građevinar 9/2016, DOI: 10.14256/JCE.1602.2016.

Tangestani M H (2006). Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar catchment, Fars Province, Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 27 (5), 585-597



Tazioli A. (2009). Evaluation of erosion in equipped basins, preliminary results of a comparison between the Gavrilovic model and direct measurements of sediment transport. *Environmental Geology*, 56, 825-831.

Vacca C. - Calcolo di produzione, trasporto e deposizione di sedimento in alcuni bacini idrografici dell'appennino meridionale, dell'arco alpino e della cordigliera andina mediante applicazione, implementazione e calibrazione del modello EPM in ambiente gis. Università della Calabria, Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST), Dottorato di Ricerca in scienze e ingegneria dell'ambiente, delle costruzioni e dell'energia, ciclo xxix.

Vacca C. & Dominici R. (2015). Preliminary considerations on the application of the Gavrilović method in GIS environment for the calculation of sediment produced by the catchment area of the Stilaro Fiumara (Calabria southeast). *Rend. Online Soc. Geol. It.*, Vol. 33, pp. 104-107.

Zemljic M. (1971) - Calcul du debit solide - Evaluation de la vegetation comme un des facteurs antierosifs. International symposium interpraevent. Villach, Austria.

Larosa S., Vacca C., Dominici R., Cianflone G., Viscomi A., De Rosa R. - Un modello per il calcolo della distribuzione del volume dei sedimenti prodotti da un bacino idrografico attraverso l'utilizzo di un plug-in in ambiente PyQGIS. ASITA 2015.

Dominici R., (2019) - 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.

Convegno Interreg Marittimo-IT FR Maritime, Progetto MAREGOT,

https://portal.sardegnasira.it/documents/21213/205976/12_DOMINICI-UNICAL.pdf/2168de5c-13b9-48d1-89ba-80ccef97acd.



ALLEGATI:

**Reports del calcolo produzione e di trasporto
sedimenti mediante il modello EPM.**



Coefficienti Rivisti Report creato con il software YES (version: 3.0.24b)

Calcolo della produzione (W) e trasporto sedimenti alla foce (G) del Bacino del Torrente Fiumarella mediante l'utilizzo di dati di letteratura di dettaglio (rispetto all'indagine conoscitiva 2003) con il metodo classico e l'utilizzo del parametro SD-R in sostituzione di R

METODO CLASSICO

W= 77.941,3 mc/anno

R=0,53

G= 41.308 mc/anno

APPLICANDO IL FATTORE DI RIDUZIONE SD-R

W = 77941.3 m³/year

SD-R =0,248

G = 19329.44 m³/year

Uso del suolo (X)	0.573
Geologia (Y)	1.35
Idrografia (r)	0.077
Frane (g)	0.114
Pendenze (s)	0.391
Sediment Delivery Ratio (SDR)	0.248
Z	0.82
Pendenza media bacino (%)	22.43
Superficie totale (km ²)	31.92
Precipitazioni (mm)	809.41
Temperatura	16.0

EPM_GIS_clc12_Uso del suolo_Calabria copia

CLC12	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
3211	0.4	0.0	0.001
223	0.7	10.463	32.778
3112	0.05	2.266	7.1
231	0.4	2.088	6.541



324	0.05	3.234	10.132
3212	0.4	1.531	4.797
523	0.0	0.011	0.034
222	0.7	0.767	2.402
243	0.9	1.591	4.985
242	0.9	0.985	3.087
3232	0.6	0.585	1.834
112	0.0	0.287	0.9
3117	0.05	0.374	1.17
2111	0.9	6.142	19.241
3231	0.6	0.727	2.279
3111	0.05	0.838	2.626

EPM_GIS_Geologica_25000 copia

SIGLA	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
M_ac-2.3	1.55	5.882	18.428
df	1.95	0.773	2.422
M_a-2.3	1.55	6.425	20.126
ac	1.95	0.969	3.037
d-2	1.95	0.006	0.019
M_g-2.3	0.4	0.059	0.186
M_ar-2.3	0.8	2.322	7.273
Q_cl.s	0.8	0.24	0.753
M_ar.a-2.3	0.8	3.961	12.408
G_c-1	0.4	0.29	0.907
sf	0.4	2.67	8.363
P_a-3	1.55	2.951	9.245
m_cl-2.3	0.8	0.372	1.167
P_ss-3	1.15	0.371	1.161
P_s-3	1.95	0.804	2.519
d-1	1.95	0.26	0.815



M_t-2.3	0.4	0.08	0.25
af	1.95	3.481	10.905

EPM_GIS_PA12018_Completo copia

provincia	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
0	1.0	0.021	0.067
CS	1.0	3.604	11.291

EPM_GIS_Idrografia_s

CLASSREF	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
CS07_0000022087	0.85	2.898	9.078

EPM_GIS_Pendenze_s

DN	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
5	0.15	3.332	10.439
100	0.65	13.637	42.721
20	0.4	7.766	24.33



Coefficienti Rivisti Report creato con il software YES (version: 3.0.24b)
Calcolo della produzione (W) e trasporto sedimenti alla foce (G) del Bacino del Torrente Fiumarella mediante l'utilizzo di dati di letteratura aggiornati e di dettaglio (rispetto all'indagine conoscitiva 2003) con il metodo classico e l'utilizzo del parametro SD-R in sostituzione di R

Calcolo dell'apporto sedimentario e del trasporto solido
Bacino Torrente Fiumarella

METODO CLASSICO

W= 80559,07 mc/anno

R=0,53

G= 42.696,30 mc/anno

APPLICANDO IL FATTORE DI RIDUZIONE SD-R

W = 80559.07 m³/year

SD-R =0,248

G = 19978.65 m³/year

Uso del suolo (X)	0.573
Geologia (Y)	1.38
Idrografia (r)	0.077
Frane (g)	0.114
Pendenze (s)	0.391
Sediment Delivery Ratio (SDR)	0.248
Z	0.83
Pendenza media bacino (%)	22.43
Superficie totale (km ²)	31.92
Precipitazioni (mm)	809.41
Temperatura	16.0

EPM_GIS_clc12_Calabria copia

CLC12	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
3232	0.6	0.585	1.834
242	0.9	0.985	3.087
3117	0.05	0.374	1.17



3211	0.4	0.0	0.001
223	0.7	10.463	32.778
2111	0.9	6.142	19.241
243	0.9	1.591	4.985
3112	0.05	2.266	7.1
3212	0.4	1.531	4.797
3231	0.6	0.727	2.279
523	0.0	0.011	0.034
112	0.0	0.287	0.9
222	0.7	0.767	2.402
231	0.4	2.088	6.541
3111	0.05	0.838	2.626
324	0.05	3.234	10.132

EPM_GIS_Geologica_25000 copia

SIGLA	COEFFICIENTE	AREA Km²	% AREA BACINO
m_cl-2.3	0.4	0.372	1.167
M_a-2.3	1.55	6.425	20.126
P_a-3	1.55	2.951	9.245
d-2	1.95	0.006	0.019
af	1.95	3.481	10.905
M_ar-2.3	0.6	2.322	7.273
M_ar.a-2.3	0.8	3.961	12.408
G_c-1	0.4	0.29	0.907
P_ss-3	1.0	0.371	1.161
sf	0.4	2.67	8.363
d-1	1.95	0.26	0.815
ac	1.95	0.969	3.037
df	1.95	0.773	2.422
P_s-3	1.0	0.804	2.519
M_t-2.3	0.6	0.08	0.25



M_g-2.3	0.8	0.059	0.186
Q_cl.s	0.8	0.24	0.753
M_ac-2.3	1.95	5.882	18.428

EPM_GIS_PA12018_Completo copia

provincia	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
CS	1.0	3.604	11.291
0	1.0	0.021	0.067

EPM_GIS_Idrografia_s

CLASSREF	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
CS07_0000022087	0.85	2.898	9.078

EPM_GIS_Pendenze_s

DN	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
100	0.65	13.637	42.721
20	0.4	7.766	24.33
5	0.15	3.332	10.439



Coefficienti Rivisti Report creato con il software YES (version: 3.0.24b)

Calcolo della produzione (W_c) e trasporto (G_c) alla foce di sedimenti compatibili con il trasporto litoraneo del Bacino del Torrente Fiumarella mediante l'utilizzo di dati di letteratura aggiornati e di dettaglio (rispetto all'indagine conoscitiva 2003) con il metodo classico e l'utilizzo del parametro SD-R in sostituzione di R

METODO CLASSICO

$W = 23.531,32$ mc/anno

$R = 0,53$

$G_c = 12.471,59$ mc/anno

APPLICANDO IL FATTORE DI RIDUZIONE SD-R

$W = 23812.04$ m³/year

$SD-R = 0,248$

$G = 5.905,38$ m³/year

Uso del suolo (X)	0.573
Geologia (Y)	0.613
Idrografia (r)	0.077
Frane (g)	0.114
Pendenze (s)	0.391
Sediment Delivery Ratio (SDR)	0.248
Z	0.37
Pendenza media bacino (%)	22.43
Superficie totale (km ²)	31.92
Precipitazioni (mm)	809.41
Temperatura	16.0

EPM_GIS_clc12_Uso del suolo

CLC12	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
231	0.4	2.088	6.541
112	0.0	0.287	0.9
2111	0.9	6.142	19.241



222	0.7	0.767	2.402
3112	0.05	2.266	7.1
3212	0.4	1.531	4.797
242	0.9	0.985	3.087
3211	0.4	0.0	0.001
3231	0.6	0.727	2.279
523	0.0	0.011	0.034
223	0.7	10.463	32.778
3117	0.05	0.374	1.17
243	0.9	1.591	4.985
324	0.05	3.234	10.132
3232	0.6	0.585	1.834
3111	0.05	0.838	2.626

EPM_GIS_Geologica_scala_25000

SIGLA	COEFFICIENTE	AREA Km²	% AREA BACINO
M_a-2.3	0.01	6.425	20.126
ac	1.95	0.969	3.037
M_g-2.3	0.01	0.059	0.186
sf	0.4	2.67	8.363
df	1.95	0.773	2.422
d-1	1.95	0.26	0.815
m_cl-2.3	0.8	0.372	1.167
M_ac-2.3	0.01	5.882	18.428
M_ar.a-2.3	0.8	3.961	12.408
M_t-2.3	0.01	0.08	0.25
Q_cl.s	0.8	0.24	0.753
af	1.95	3.481	10.905
G_c-1	0.4	0.29	0.907
P_s-3	1.95	0.804	2.519
M_ar-2.3	0.8	2.322	7.273



d-2	1.95	0.006	0.019
P_ss-3	1.15	0.371	1.161
P_a-3	0.01	2.951	9.245

EPM_GIS_PA12018

provincia	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
CS	1.0	3.604	11.291
0	1.0	0.021	0.067

EPM_GIS_Idrografia_s

CLASSREF	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
CS07_0000022087	0.85	2.898	9.078

EPM_GIS_Pendenze_s

DN	COEFFICIENTE	AREA Km ²	% AREA BACINO
20	0.4	7.766	24.33
100	0.65	13.637	42.721
5	0.15	3.332	10.439

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



DiBEST

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra

Accordo (ai sensi dell'art. 15 della legge
241/1990 – Dlgs 50/2016) tra Ufficio del
Commissario Straordinario delegato Regione
Calabria e Università della Calabria -
Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze
della Terra

Carta della Resistenza all'erosione per la componente geologica (fattore Y).

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



DiBEST

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra

Accordo (ai sensi dell'art. 15 della legge
241/1990 – Dlgs 50/2016) tra Ufficio del
Commissario Straordinario delegato Regione
Calabria e Università della Calabria -
Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze
della Terra

Carta della Resistenza all'erosione per la componente Geomorfologica (fattore Φ).

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



DiBEST

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra

Accordo (ai sensi dell'art. 15 della legge
241/1990 – Dlgs 50/2016) tra Ufficio del
Commissario Straordinario delegato Regione
Calabria e Università della Calabria -
Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze
della Terra

Carta della Resistenza all'erosione per la componente Uso del Suolo (fattore X).