

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO ALTERNATIVE AI SITI DI DEPOSITO

(Richieste CTVA del 22/12/2011 Prot. CTVA/2011/4534 e del 16/03/2012 Prot. CTVA/2012/1012)

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A.
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A.
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L.
SACYR S.A.U.
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE

IL PROGETTISTA

 SIGMA INGEGNERIA s.r.l.
Via della Libertà 201/A
90143 PALERMO
Tel. 091.8254162 Fax 091.307899
e-mail: sgman@sigma.com

(Dott. Ing. F. Giordano)



Ing. E. Pagani
Ordine Ing. Milano n°15408

IL CONTRAENTE GENERALE
PROJECT MANAGER
(Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA
Direttore Generale
Ing. G. Fiammenghi

STRETTO DI MESSINA
Amministratore Delegato
Dott. P. Ciucci

Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art.21 del D.Lgs. 82/2005"

CZV0925_F0

Unità Funzionale COLLEGAMENTI VERSANTE SICILIA
Tipo di sistema CANTIERI
Raggruppamento di opere/attività RIPASCIMENTO
Opera - tratto d'opera - parte d'opera ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE
Titolo del documento STUDIO DINAMICA COSTIERA

CODICE

C G 0 0 0 0 P S D V S C Z C 3 G O 0 0 0 0 0 0 0 4 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	31/05/2012	EMISSIONE FINALE	DICA CATANIA	E. FOTI	F. GIORDANO

NOME DEL FILE: CZV0925_F0

revisione interna: __



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE (DICA)

CONVENZIONE TRA LA SOCIETA' EUROLINK S.C.p.A. E IL DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA



Studi propedeutici relativi alla possibilità di impiego dei materiali di scavo per il ripascimento delle coste e analisi rischio idraulico dei bacini interessati dalle opere previste nel Progetto Definitivo del Collegamento Stabile dello Stretto di Messina sul versante Sicilia

Studio della dinamica costiera

Il Responsabile Scientifico
(Prof. Ing. Enrico FOTI)

Il Direttore del DICA
(Prof. Ing. Enrico FOTI)

Catania, Maggio 2012

Indice

Indice	1
1 Introduzione	3
2 Fonti di informazione	5
3 Descrizione del paraggio	7
4 Individuazione della deriva dei sedimenti	9
4.1 Generalità	9
4.2 Caratteristiche del clima ondoso medio sottocosta	9
4.1 Analisi sul contenuto energetico del moto ondoso sottocosta	22
5 Valutazione della portata solida	27
5.1 Generalità	27
5.2 Determinazione delle caratteristiche del moto ondoso al frangimento	27
5.3 Determinazione delle componenti del trasporto solido litoraneo	35
6 Valutazione degli apporti solidi al litorale	40
6.1 Generalità	40
6.2 Descrizione dei bacini	40
6.2.1 Bacini minori tra Capo Peloro e Saponara	50
6.2.2 Bacino idrografico del Torrente Saponara	53
6.2.3 Bacini minori fra Saponara e Niceto	54
6.2.4 Bacino idrografico del Torrente Niceto	62
6.2.5 Bacino idrografico del Torrente Muto	64
6.2.6 Bacino minore fra Muto e Corriolo	65
6.2.7 Bacino idrografico del Torrente Corriolo	67
6.3 Stima della produzione annua di sedimenti	68
6.3.1 Modello di Gavrilovic (1959)	68
6.3.2 Applicazione del modello di Gavrilovic ai bacini in esame	71
7 Stima del budget dei sedimenti	79
8 Sintesi dei risultati e conclusioni	81

Bibliografia	83
Elenco delle Figure	84
Elenco delle Tabelle	86

1 Introduzione

Durante la fase approvativa del Progetto Definitivo del Collegamento Stabile dello Stretto di Messina sul versante Sicilia è emersa la necessità di verificare un diverso impiego di parte del materiale di scavo derivante dalla realizzazione della citata opera. In particolare, è stata individuata la possibilità di utilizzare parte di tale materiale per la realizzazione di opere di riqualificazione del litorale tirrenico della provincia di Messina comprese tra la foce del Torrente Niceto e la foce del torrente Calvaruso, realizzando un ripascimento protetto tramite barriere soffolte.

Il presente studio riporta le analisi condotte per l'individuazione della deriva dei sedimenti, la stima di massima del trasporto potenziale medio annuo e la stima preliminare del budget dei sedimenti.

È importante evidenziare come una valutazione quantitativa corretta degli apporti solidi da bacino, del trasporto solido litoraneo e, dunque, del budget dei sedimenti su scala di unità fisiografica sia di difficile realizzazione. Tuttavia, la conduzione di tali valutazioni, seppure con le citate limitazioni, contribuisce alla comprensione della dinamica dei sedimenti nel paraggio in esame.

In dettaglio, il presente elaborato è organizzato come segue: il capitolo 2 riporta le fonti di informazioni utilizzate nella stesura dello studio; il capitolo 3 fornisce una sintetica descrizione del paraggio in oggetto; il capitolo 4 fornisce delle indicazioni sulla direzione della deriva dei sedimenti lungo la costa effettuate sulla base dell'analisi del contenuto energetico del moto ondoso; il capitolo 5 fornisce una indicazione quantitativa, seppur di larga massima, del trasporto solido costiero medio annuo; il capitolo 6 descrive la procedura seguita per la quantificazione degli apporti solidi da bacino e ne fornisce una stima per i bacini dei torrenti ricadenti nell'area in esame; il capitolo 7, utilizzando tutti i dati ottenuti nel presente studio, sintetizza il

budget dei sedimenti del tratto di costa in esame; infine il capitolo 9 riporta alcune considerazioni conclusive.

2 Fonti di informazione

Il presente studio è stato redatto sulla base delle informazioni desunte dalle fonti di seguito riportate. In particolare, le informazioni cartografiche necessarie per la stesura del presente studio sono state desunte dalle seguenti carte:

- Carta Nautica dell'Istituto Idrografico della Marina Militare Italiana "Da Capo Milazzo a Roccella Ionica" (scala 1:100000, 2007);
- "Carta della serie internazionale – Mar Mediterraneo – Bacino Occidentale" (Genova, 1982) in scala 1:2250000 pubblicata dall'Istituto Idrografico della Marina;
- "Carta della serie internazionale – Mar Mediterraneo – Bacino Orientale" (Genova, 1996) in scala 1:2250000 pubblicata dall'Istituto Idrografico della Marina.
- Carta IGM in scala 1:25000;
- Carta Tecnica Regionale (Edizione 2001 aggiornata al 2008) in scala 1:10.000
- Atlante delle Spiagge Italiane, CNR, 1995;

Lo studio del clima meteomarinò è stato redatto sulla base delle seguenti informazioni:

- dati mareografici rilevati dalla stazione di Messina della Rete Mareografica Nazionale dell'Agenzia per l'Ambiente e il Territorio;
- Atlante delle correnti superficiali dei mari italiani, Istituto Idrografico della Marina, 1982;
- dati ondametrici ricavati dal modello l'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF);
- Dati batimetrici forniti da SIGMA S.r.l..

Per lo studio relativo agli apporti solidi si è fatto riferimento alle carte della litologia, della pedologia e dell'uso del suolo della Regione Siciliana realizzata dall'Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali della Regione Sicilia. Mentre per quanto riguarda i dati delle temperature mensili e delle piogge mensili sono state acquisite dall'Osservatorio delle Acque del Dipartimento dell'Acqua e dei Rifiuti. In particolare, i dati termici sono relativi alla stazione di Ganzirri e mentre i dati pluviometrici sono relativi alla stazione di Milazzo.

3 Descrizione del paraggio

Il tratto di litorale tirrenico oggetto del presente studio, compreso tra la foce del Torrente Niceto e la foce del Torrente Calvaruso, è posto all'interno dell'area fisiografica compresa tra Capo Milazzo e Capo Peloro, lungo la costa Nord della Sicilia. Tale unità fisiografica ha un orientamento medio nella direzione 70°N e ricade per intero nella provincia di Messina.

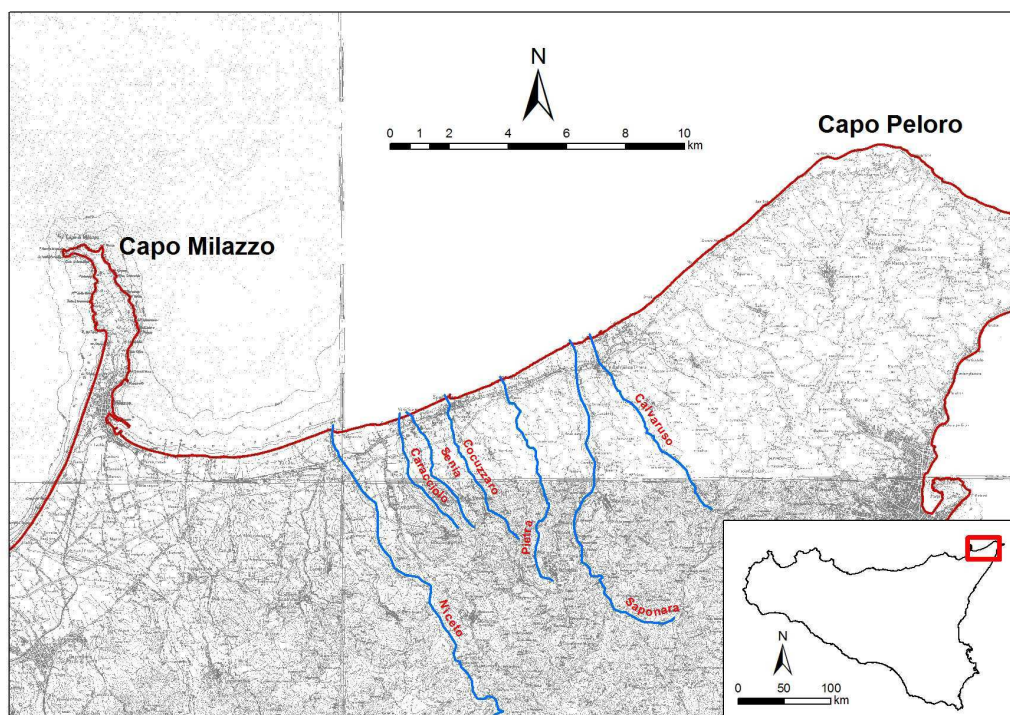


Figura 3.1 Corografia del litorale tirrenico oggetto del presente studio.

Il tratto di litorale in oggetto è caratterizzato da una elevata presenza antropica con insediamenti abitativi e strutture viarie a ridosso della porzione attiva della spiaggia.

In esso sono presenti importanti fenomeni di degrado determinati verosimilmente da interventi antropici che hanno determinato un significativo arretramento della linea di costa.

Lungo il tratto di costa risultano presenti diverse opere di protezione del litorale che, tuttavia, non sono state realizzate in un'ottica di unitarietà, determinando quindi forti scompensi alla dinamica del litorale.

Infatti, i numerosi interventi localizzati di protezione (pennelli, barriere emerse anche in tetrapodi,...) rilevabili lungo la costa hanno alterato la naturale deriva dei sedimenti determinando importanti arretramenti della linea di riva sottoflutto alle stesse opere.

Il tratto di costa risulta interessato dalle foci dei torrenti Niceto, Caracciolo, Senia, Cocuzzaro, Pietra, Saponara e Calvaruso.

Secondo quanto indicato dall'“Atlante delle Spiagge Italiane” edito dal CNR nel 1995 (Figura 3.2) la spiaggia sommersa del litorale in oggetto risulta caratterizzato dalla presenza di sabbie con pendenze del profilo dell'ordine del 2.5%.

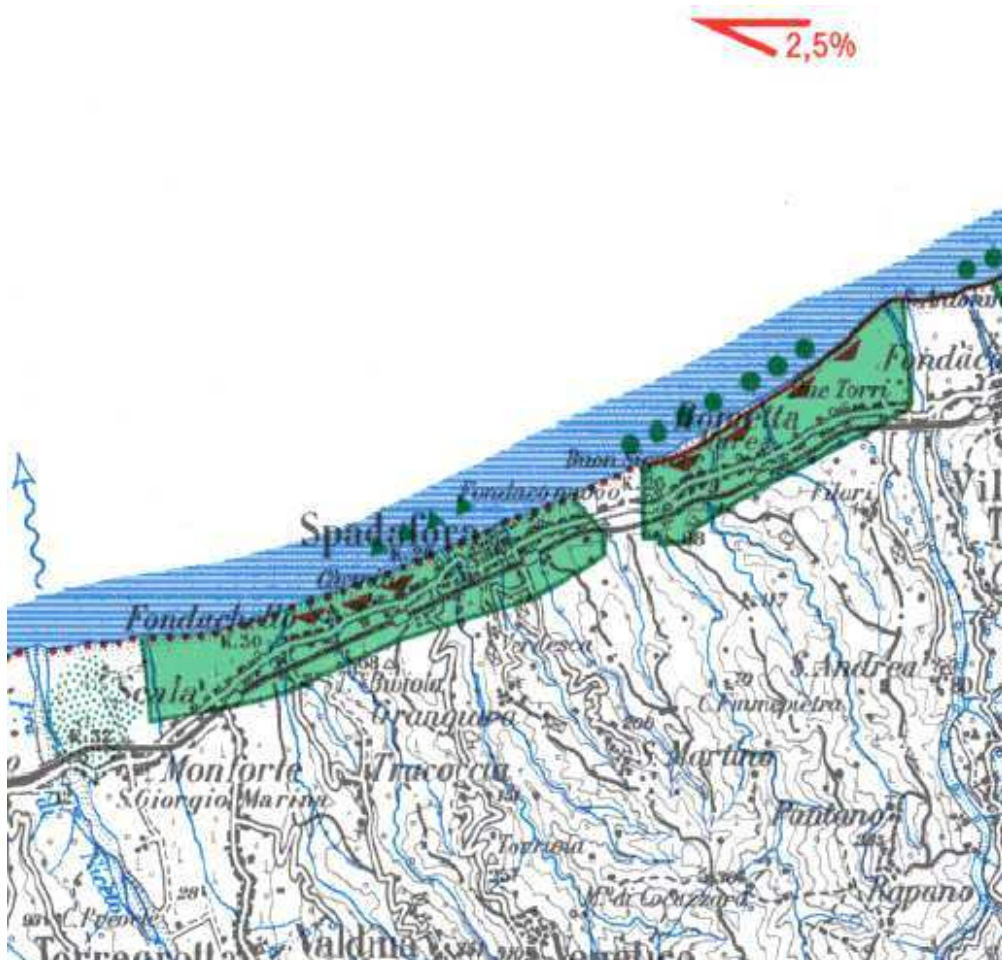


Figura 3.2 Stralcio dell'Atlante delle Spiagge Italiana relativo al tratto di costa oggetto del presente studio - (CNR, 1995)

4 Individuazione della deriva dei sedimenti

4.1 Generalità

Per individuare in via preliminare la deriva dei sedimenti è possibile confrontare la direzione media dell'energia immediatamente sottocosta con la direzione della linea di riva.

Più in dettaglio, utilizzando la distribuzione del clima ondoso sottocosta determinata nello Studio Idraulico Marittimo (qui riportato per completezza) è possibile valutare la distribuzione dell'energia e quindi individuare la direzione della deriva dei sedimenti.

Nei successivi paragrafi verrà prima illustrato sinteticamente il clima ondoso sottocosta, quindi verrà individuata la distribuzione dell'energia del moto ondoso sottocosta e, successivamente, verrà determinata la direzione media del trasporto solido dei sedimenti.

4.2 Caratteristiche del clima ondoso medio sottocosta

Per ogni classe di provenienza e tempo di ritorno considerato, mediante il modello CMS-Wave, possono essere determinati in tutti i punti del dominio di calcolo le caratteristiche dell'agitazione ondosa, in termini di altezza significativa, periodo di picco e direzione di provenienza delle onde. In particolare, tali caratteristiche sono state determinate nei sei punti indicati nella Figura 4.1 e i valori ottenuti sono riportati dalla Tabella 4.1 alla Tabella 4.6 e sintetizzati graficamente dalla Figura 4.2 alla Figura 4.7.

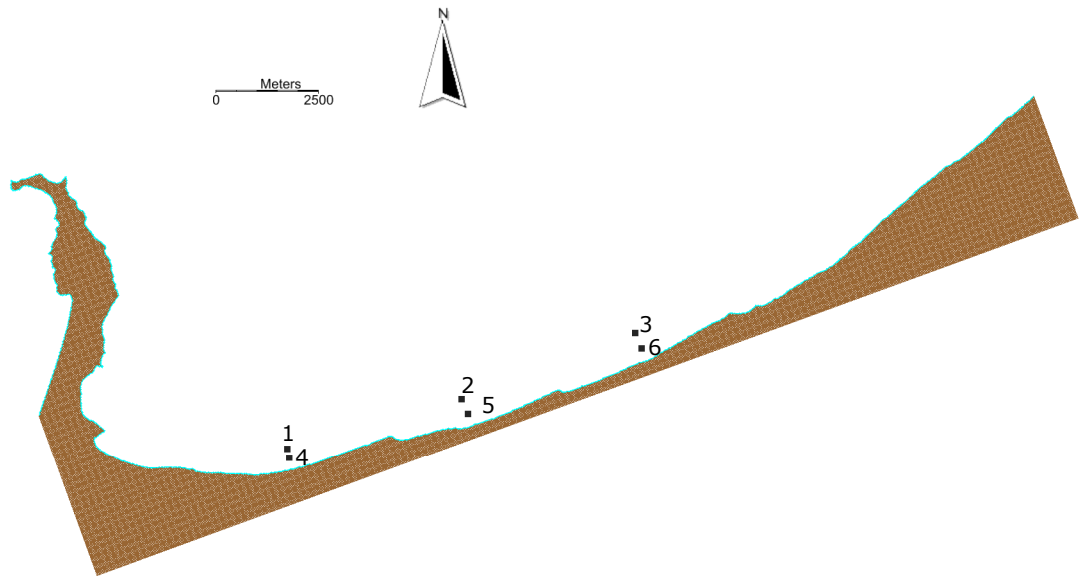


Figura 4.1 Individuazione dei punti in cui sono stati valutati i risultati della trasformazione del moto ondoso dal largo verso la riva

Tabella 4.1 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 1 (profondità 20 m).

Dir [°N]	Hs [m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	0.30	0.22	0.08	0.06	0.01	-	-	-	-	-
10	0.46	0.21	0.05	0.02	-	-	-	-	-	-
20	0.23	0.06	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-
30	0.52	0.12	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-
40	-	0.08	0.02	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320	23.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
330	41.09	4.91	0.45	0.07	-	-	-	-	-	-
340	7.31	2.33	0.34	0.13	0.02	0.00	-	-	-	-
350	1.41	0.70	0.35	0.07	0.01	-	-	-	-	-
0-360	74.98	8.63	1.32	0.37	0.04	0.00	-	-	-	-

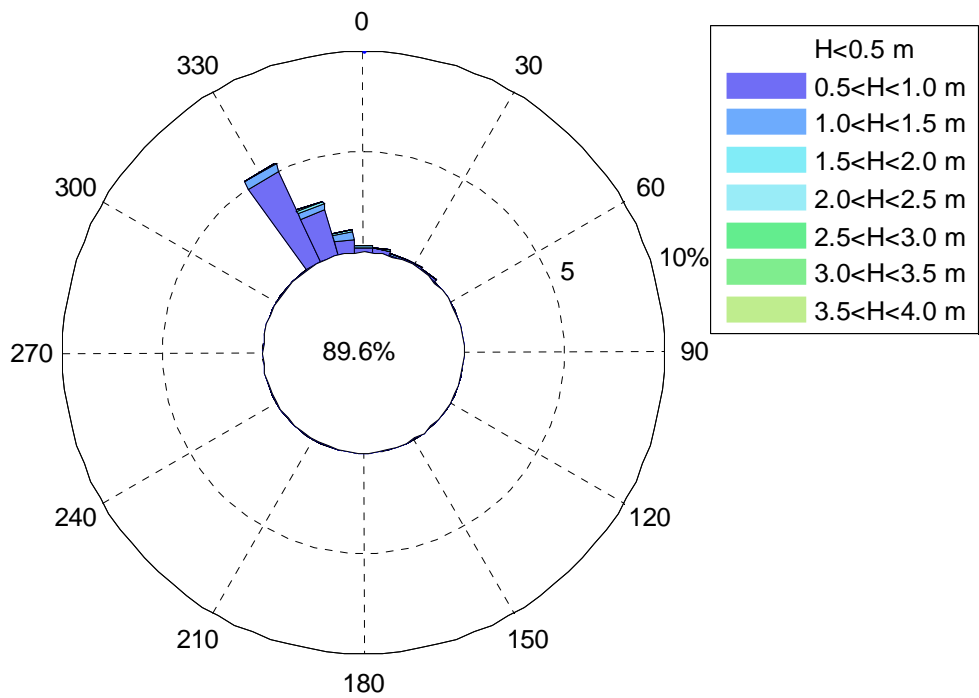


Figura 4.2 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 1 (profondità 20 m)

Tabella 4.2 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 2 (profondità 20 m).

Dir [°N]	Hs [m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	0.54	0.36	0.04	0.02	0.01	-	-	-	-	-
10	0.22	0.07	0.01	-	-	-	-	-	-	-
20	0.23	0.06	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-
30	0.52	0.20	0.03	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
310	34.24	8.08	2.14	0.40	0.01	-	-	-	-	-
320	16.11	8.46	1.18	0.38	0.22	0.04	-	-	-	-
330	7.31	0.73	0.58	0.34	0.09	0.01	0.00	-	-	-
340	0.90	0.41	0.20	0.07	0.06	-	-	-	-	-
350	0.52	0.29	0.16	0.08	0.01	-	-	-	-	-
0-360	60.57	18.65	4.37	1.30	0.40	0.06	0.00	-	-	-

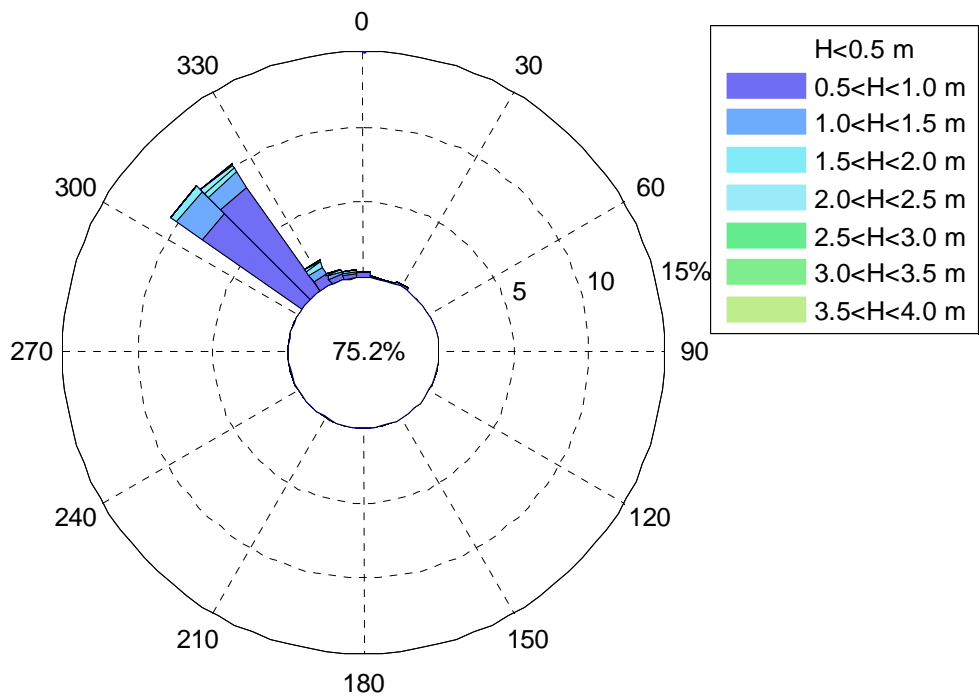


Figura 4.3 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 2 (profondità 20 m)

Tabella 4.3 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 3 (profondità 20 m).

Dir [°N]	Hs [m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	0.24	0.14	0.04	0.02	0.01	-	-	-	-	
10	0.22	0.07	0.01	-	-	-	-	-	-	
20	0.44	0.10	0.02	0.01	-	-	-	-	-	
30	0.31	0.16	0.03	-	-	-	-	-	-	
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
300	23.14	16.79	3.70	0.79	0.19	0.01	-	-	-	
310	16.11	6.17	2.22	0.47	0.41	0.10	0.05	0.02	-	
320	5.12	1.03	0.30	0.19	0.08	0.04	0.01	-	-	
330	2.18	0.73	0.28	0.09	0.06	0.02	0.00	-	-	
340	0.90	0.41	0.28	0.09	0.05	0.01	-	-	-	
350	0.81	0.51	0.08	0.06	0.01	-	-	-	-	
0-360	49.47	26.10	6.97	1.71	0.81	0.19	0.07	0.02	-	-

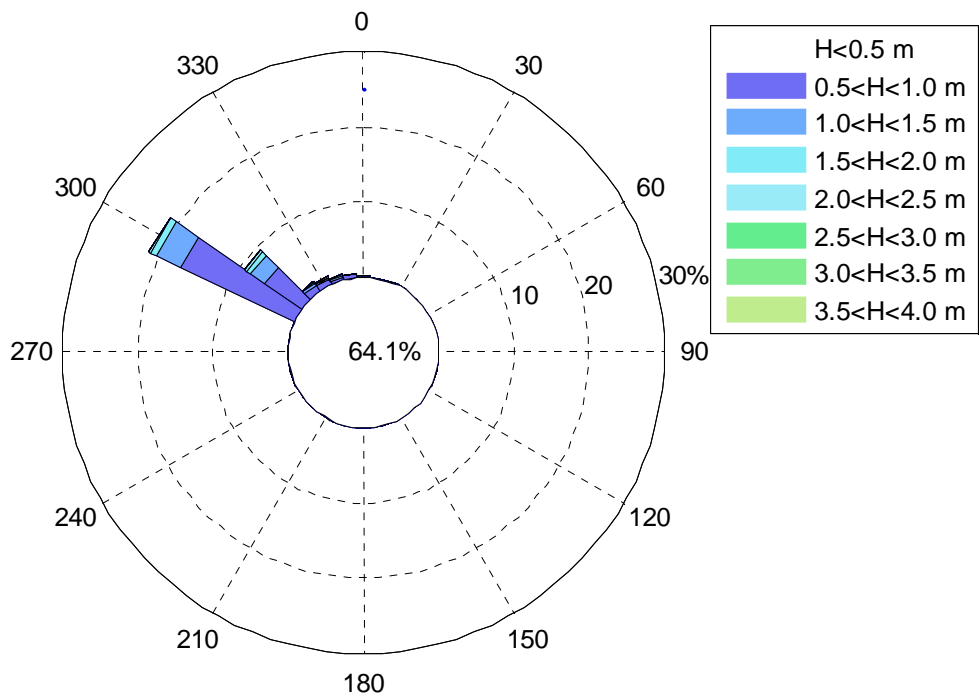


Figura 4.4 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 3 (profondità 20 m)

Tabella 4.4 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 4 (profondità 6 m).

Dir [°N]	Hs [m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	0.30	0.36	0.14	0.01	-	-	-	-	-	-
10	0.46	0.07	0.03	-	-	-	-	-	-	-
20	0.23	0.10	0.02	-	-	-	-	-	-	-
30	0.52	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320	8.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
330	56.54	3.62	0.10	-	-	-	-	-	-	-
340	8.33	2.03	0.69	0.21	0.01	0.00	-	-	-	-
350	1.41	0.90	0.23	0.06	0.01	-	-	-	-	-
0-360	76.57	7.26	1.21	0.28	0.02	0.00	-	-	-	-

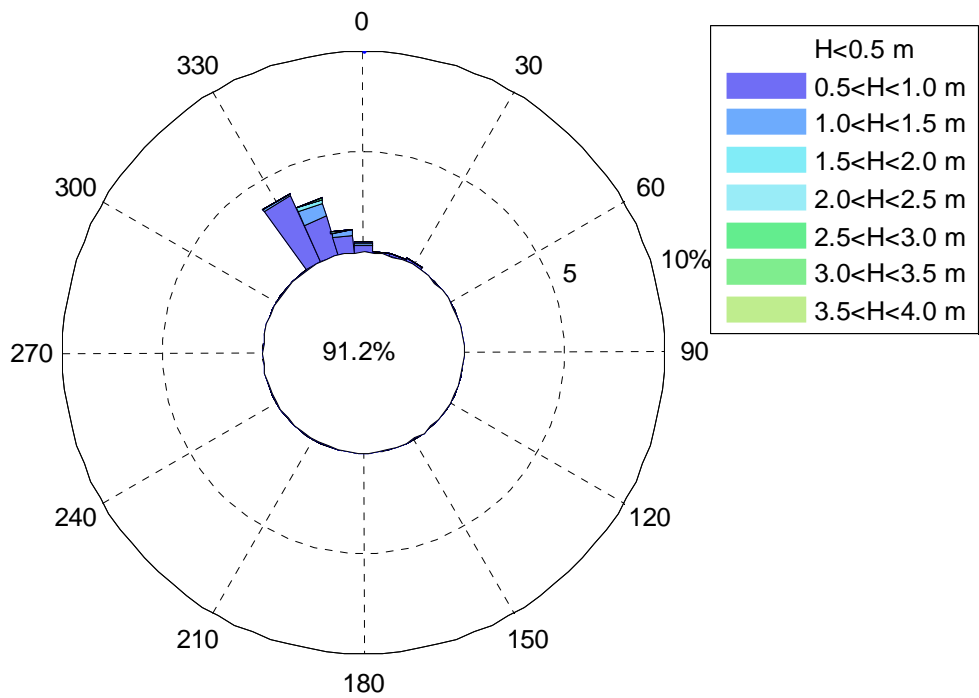


Figura 4.5 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 4 (profondità 6 m)

Tabella 4.5 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 5 (profondità 6 m).

Dir [°N]	Hs [m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	0.24	0.14	0.04	0.02	-	-	-	-	-	-
10	0.22	0.07	0.03	-	-	-	-	-	-	-
20	0.44	0.12	0.02	-	-	-	-	-	-	-
30	0.31	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
310	35.46	3.33	-	-	-	-	-	-	-	-
320	16.11	12.32	2.37	0.29	0.11	0.01	-	-	-	-
330	7.31	1.75	0.86	0.23	0.11	0.06	0.00	-	-	-
340	0.90	0.41	0.28	0.14	0.01	-	-	-	-	-
350	0.81	0.51	0.08	0.08	-	-	-	-	-	-
0-360	61.79	18.82	3.69	0.75	0.23	0.07	0.00	-	-	-

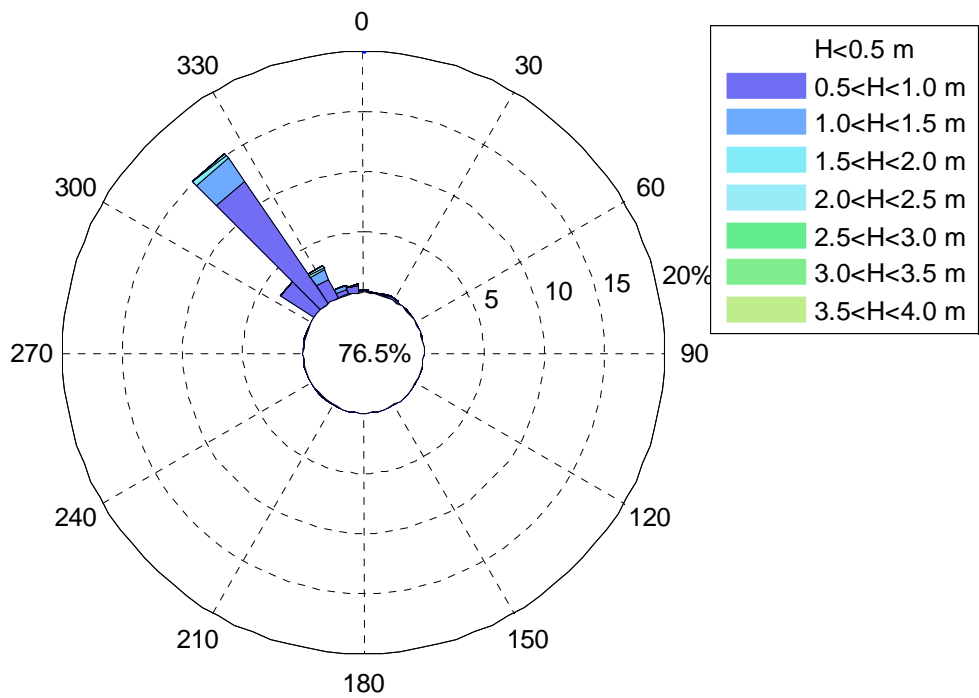


Figura 4.6 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 5 (profondità 6 m)

Tabella 4.6

Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 6 (profondità 6 m).

Dir [°N]	Hs [m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	0.24	0.14	0.06	-	-	-	-	-	-	-
10	0.22	0.14	0.01	-	-	-	-	-	-	-
20	0.44	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0.31	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	28.89	9.90	1.70	-	-	-	-	-	-	-
310	16.11	9.25	1.89	1.12	0.33	0.04	0.04	-	-	-
320	5.12	1.03	1.03	0.32	0.06	0.07	0.03	0.02	-	-
330	2.18	0.73	0.48	0.16	0.13	0.01	0.00	-	-	-
340	0.90	0.70	0.08	0.03	-	-	-	-	-	-
350	0.81	0.22	0.08	0.09	-	-	-	-	-	-
0-360	55.23	22.33	5.33	1.71	0.52	0.13	0.07	0.02	-	-

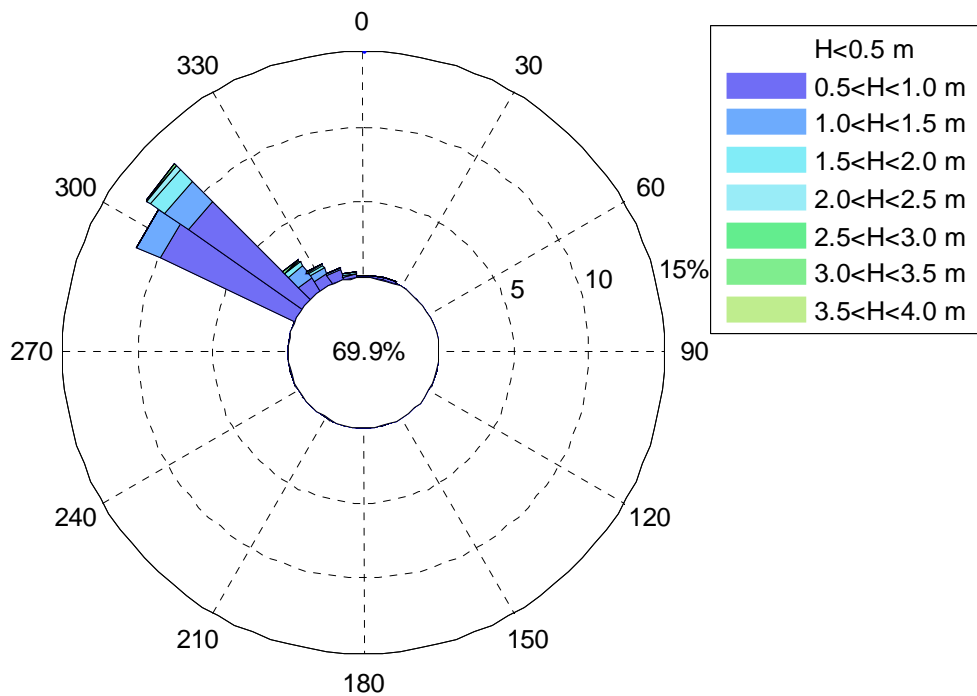


Figura 4.7 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 6 (profondità 6 m)

4.1 Analisi sul contenuto energetico del moto ondoso sottocosta

Dai dati riportati al paragrafo precedente, si è ricavata la distribuzione direzionale dell'energia. Più precisamente, l'energia media del moto ondoso associata a un dato ondametrio triorario è stata calcolata mediante la relazione:

$$E = \frac{1}{8} \cdot \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot L \cdot \frac{10800(s)}{T} \quad (4.1)$$

in cui: $\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$ è la densità dell'acqua;
 $g = 9.806 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità;
 H è l'altezza d'onda media;
 L è la lunghezza d'onda su profondità infinita;
 T è il periodo medio.

Utilizzando tale procedura si sono determinate le distribuzioni dell'energia del moto ondoso nei dei punti indicati nella Figura 4.1. Le citate distribuzioni sono state riportate dalla Figura 4.8 alla Figura 4.13.

In particolare in corrispondenza dei punti 4, 5 e 6 posti alla profondità di circa 6 m, si ricava che la direzione media di provenienza dell'energia del moto ondoso è pari rispettivamente a 342°N , 325°N e 313°N .

Confrontando tale risultato con la direzione della linea di riva nei rispettivi tratti, si ricava che per il punto 4, posto ad Ovest delle foce del torrente Muto, la direzione dell'energia risulta circa ortogonale alla linea di riva e dunque con una deriva dei sedimenti non ben definita.

Per quanto attiene invece i punti 5 e 6, situati in corrispondenza delle opere di protezione in progetto, si rileva una netta inclinazione della direzione dell'energia media rispetto all'inclinazione della linea di riva, determinando una deriva dei sedimenti media annua diretta verso Nord-Est.

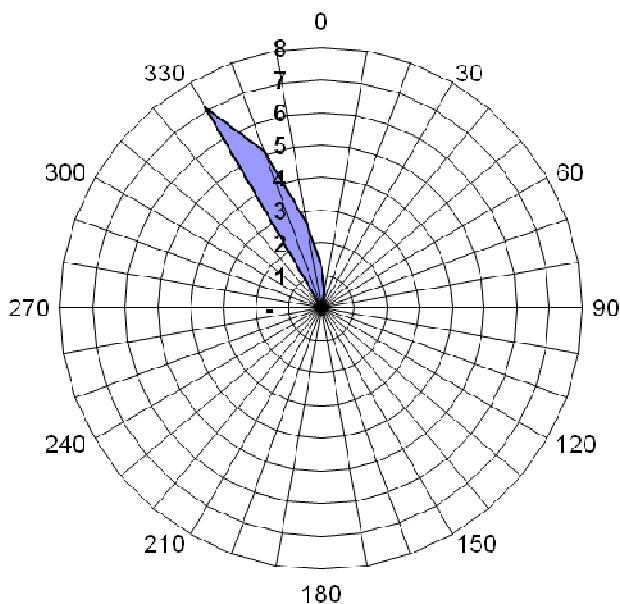


Figura 4.8 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 1 espressa in GJ/m.

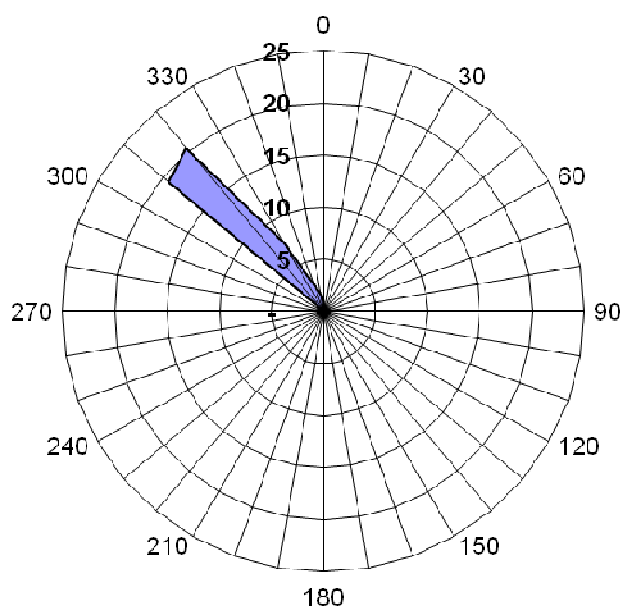


Figura 4.9 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 2 espressa in GJ/m.

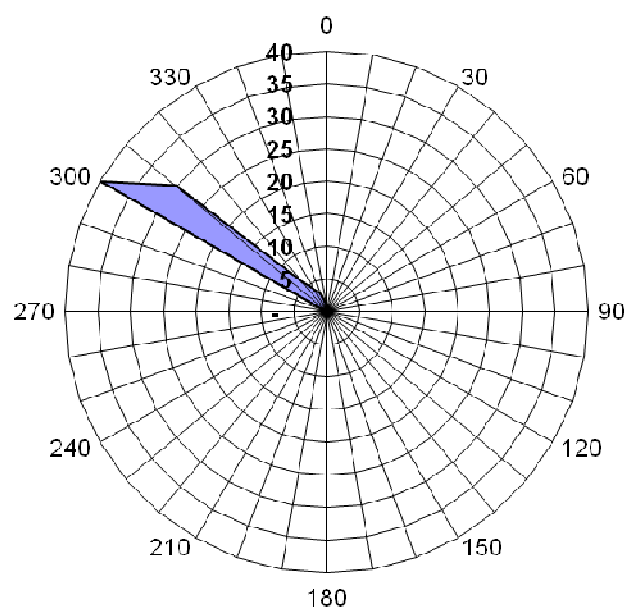


Figura 4.10 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 3 espressa in GJ/m.

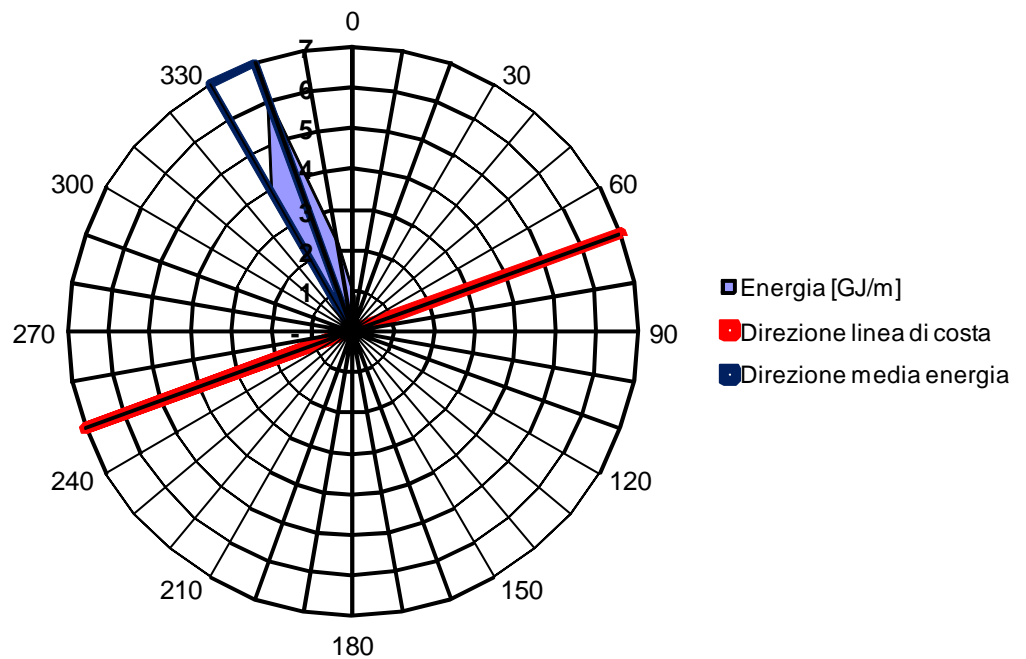


Figura 4.11 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 4 espressa in GJ/m.

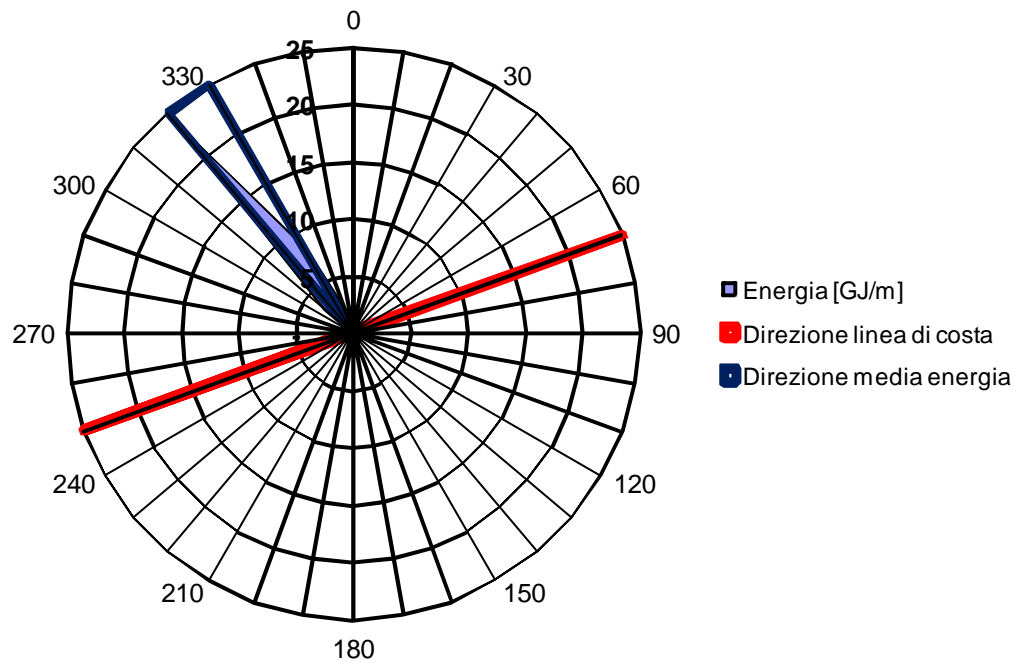


Figura 4.12 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 5 espressa in GJ/m.

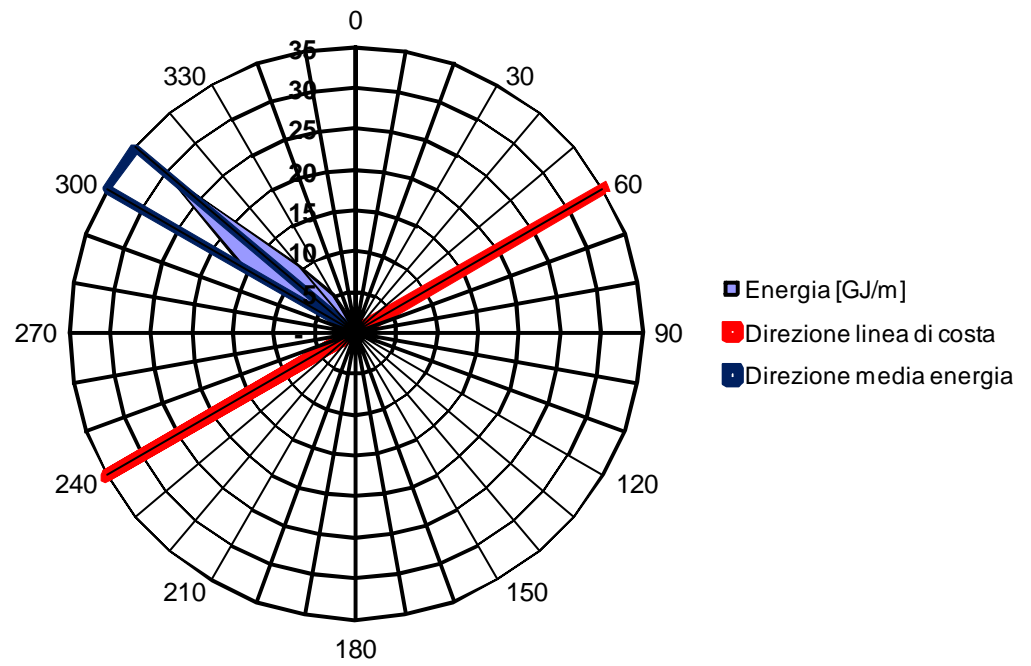


Figura 4.13 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 6 espressa in GJ/m.

5 Valutazione della portata solida

5.1 Generalità

Al fine di fornire utili indicazioni al dimensionamento delle opere di protezione del litorale, oltre alla valutazione della direzione della deriva litorale dei sedimenti, peraltro già qualitativamente evidenziata con le considerazioni di carattere energetico nel precedente capitolo, è stato condotto un apposito studio per determinare le principali componenti del trasporto solido e per la valutazione preliminare della portata solida potenziale.

In particolare, partendo dalla distribuzione del moto ondoso al largo riportata nei capitoli precedenti, per ognuna delle classi di direzione di provenienza e di altezza del moto ondoso sono state determinate, considerando i principali fenomeni della trasformazione del moto ondoso (quali la rifrazione e lo shoaling), le caratteristiche del moto ondoso al frangimento e, successivamente, sia i contributi al trasporto solido, determinati utilizzando l'approccio proposto da Inman e Bagnold (1963), sia una preliminare valutazione del trasporto solido complessivo.

5.2 Determinazione delle caratteristiche del moto ondoso al frangimento

Sulla base dei dati ondametrici al largo del paraggio in esame e utilizzando il modello di trasformazione del moto ondoso CMS-Wave sono state valutate le caratteristiche del moto ondoso al frangimento in corrispondenza delle sezioni A, B e C riportate in Figura 5.1.

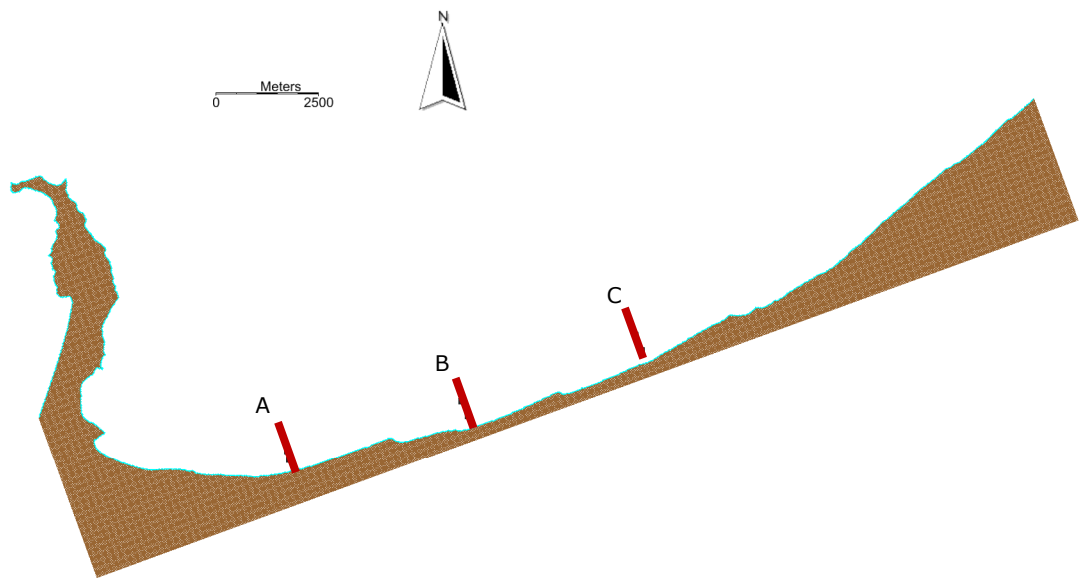


Figura 5.1 Individuazione delle sezioni in cui sono state valutate le caratteristiche del moto ondoso al frangimento

In particolare dalla Tabella 5.1 alla Tabella 5.6 sono riportate sia le altezze d'onda sia gli angoli formati tra la direzione di propagazione del moto ondoso e la normale alla direzione locale della linea di riva in condizioni di frangimento valutati per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo.

Tabella 5.1

Altezze d'onda al frangimento per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione A.

Dir [°N]	Hs [m]									
	0- 0.5	0.5- 1.0	1.0- 1.5	1.5- 2.0	2.0- 2.5	2.5- 3.0	3.0- 3.5	3.5- 4.0	4.0- 5.0	5.0- 6.0
0	0.230	0.603	0.875	0.925	1.070					
10	0.220	0.588	0.850	0.925	1.080					
20	0.210	0.568	0.819							
30	0.210	0.544	0.782	0.925						
40	0.200	0.515	0.742							
50	0.180	0.481	0.701							
60	0.170	0.443	0.660	0.836						
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
160										
170										
180										
190										
200										
210										
220										
230										
240										
250										
260										
270	0.080	0.475	0.706	0.890	0.800	0.920	1.170	1.320		
280	0.100	0.526	0.752	0.925	0.920	1.210	1.360	1.640	1.860	2.320
290	0.130	0.564	0.798	0.925	1.020	1.360	1.500	1.840	1.990	2.770
300	0.150	0.590	0.839	0.925	0.080	1.470	1.550	1.980	1.990	
310	0.180	0.608	0.871	0.925	1.080	1.540	1.550	1.990		
320	0.200	0.619	0.892	0.925	1.080	1.540				
330	0.210	0.623	0.902	0.925	1.080	1.540	1.550	1.990		
340	0.220	0.622	0.902	0.925	1.080	1.550				
350	0.230	0.615	0.893	0.925						

Tabella 5.2

Angolo compreso tra direzione di propagazione del moto ondoso d'onda al frangimento e la direzione dell'ortogonale alla linea di riva di riva per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo - sezione A

Dir [°N]	Hs [m]									
	0- 0.5	0.5- 1.0	1.0- 1.5	1.5- 2.0	2.0- 2.5	2.5- 3.0	3.0- 3.5	3.5- 4.0	4.0- 5.0	5.0- 6.0
0	-13.800	-10.900	-8.300	-7.600	-7.400					
10	-16.900	-13.000	-10.500	-9.500	-9.200					
20	-20.100	-15.200	-12.700							
30	-23.000	-17.100	-14.800	-13.200						
40	-25.700	-19.000	-16.800							
50	-27.900	-20.500	-18.400							
60	-29.700	-21.800	-19.800	-18.600						
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
160										
170										
180										
190										
200										
210										
220										
230										
240										
250										
260										
270	0.200	-1.900	-1.100	3.500	2.600	2.200	2.700	3.400	2.800	
280	5.600	-0.800	-1.200	2.600	2.200	2.700	3.100	2.700	2.600	3.600
290	-1.700	-1.000	-1.700	2.000	2.500	2.600	2.200	2.300	2.000	1.700
300	-2.300	-1.700	-2.400	1.100	2.400	1.600	1.600	1.500	2.000	
310	2.400	-2.700	0.500	0.100	0.500	1.200	0.400	0.300		
320	-3.900	-3.900	-0.900	-1.200	-0.800	-0.800				
330	-5.800	-5.400	-2.500	-2.600	-2.300	-2.300	-2.300	-2.500		
340	-8.100	-7.100	-4.200	-4.100	-3.900	-3.800				
350	-10.800	-8.900	-6.200	-5.800						

Tabella 5.3

Altezze d'onda al frangimento per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione B

Dir [°N]	Hs [m]									
	0- 0.5	0.5- 1.0	1.0- 1.5	1.5- 2.0	2.0- 2.5	2.5- 3.0	3.0- 3.5	3.5- 4.0	4.0- 5.0	5.0- 6.0
0	0.250	0.648	0.903	1.077	1.220					
10	0.220	0.639	0.892	1.063	1.220					
20	0.210	0.624	0.875							
30	0.210	0.603	0.853	1.020						
40	0.190	0.577	0.829							
50	0.170	0.546	0.801							
60	0.160	0.513	0.770	0.931						
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
160										
170										
180										
190										
200										
210										
220										
230										
240										
250										
260										
270	0.130	0.252	0.444	0.639	1.060	1.200	1.520	1.660		
280	0.150	0.324	0.566	0.772	1.150	1.220	1.640	1.670	2.120	2.560
290	0.170	0.398	0.676	0.868	1.220	1.220	1.670	1.670	2.120	2.560
300	0.200	0.471	0.758	0.944	1.220	1.220	1.670	1.670	2.120	
310	0.210	0.536	0.817	1.002	1.220	1.220	1.670	1.670		
320	0.230	0.586	0.859	1.042	1.220	1.220				
330	0.240	0.621	0.887	1.068	1.220	1.220	1.670	1.670		
340	0.240	0.641	0.902	1.078	1.220	1.220				
350	0.240	0.649	0.907	1.078						

Tabella 5.4

Angolo compreso tra direzione di propagazione del moto ondoso d'onda al frangimento e la direzione dell'ortogonale alla linea di riva di riva per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo - sezione B

Dir [°N]	Hs [m]									
	0- 0.5	0.5- 1.0	1.0- 1.5	1.5- 2.0	2.0- 2.5	2.5- 3.0	3.0- 3.5	3.5- 4.0	4.0- 5.0	5.0- 6.0
0	-6.800	-2.100	-5.600	-4.400	-6.600					
10	-8.300	-5.900	-8.100	-4.600	-5.900					
20	-10.800	-7.700	-12.000							
30	-13.000	-9.200	-12.400	-13.300						
40	-14.800	-10.400	-14.100							
50	-16.400	-11.300	-15.500							
60	-17.600	-12.100	-16.500	-19.100						
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
160										
170										
180										
190										
200										
210										
220										
230										
240										
250										
260										
270	10.400	7.800	7.100	10.900	7.800	9.100	9.300	8.500	7.600	
280	9.300	7.400	9.200	7.900	8.400	2.300	8.400	6.700	6.700	7.600
290	8.100	6.600	8.200	10.000	9.800	7.300	6.800	6.300	6.100	7.000
300	7.600	5.700	7.000	5.600	6.700	6.000	6.300	4.300	4.800	
310	5.000	4.500	7.400	5.300	3.900	3.100	3.300	2.700		
320	3.100	3.200	2.300	3.500	3.200	1.200				
330	2.000	0.400	1.600	1.300	1.100	-1.000	-0.500	-0.600		
340	-0.400	-1.400	-0.600	-2.300	-1.300	-3.400				
350	-3.000	-2.100	-3.100	-3.600						

Tabella 5.5

Altezze d'onda al frangimento per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione C

Dir [°N]	Hs [m]									
	0- 0.5	0.5- 1.0	1.0- 1.5	1.5- 2.0	2.0- 2.5	2.5- 3.0	3.0- 3.5	3.5- 4.0	4.0- 5.0	5.0- 6.0
0	0.360	0.578	0.776	0.776	1.620					
10	0.220	0.567	0.776	0.776	1.580					
20	0.210	0.552	0.758							
30	0.190	0.534	0.737	0.776						
40	0.180	0.514	0.713							
50	0.170	0.492	0.687							
60	0.150	0.465	0.657	0.776						
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
160										
170										
180										
190										
200										
210										
220										
230										
240										
250										
260										
270	0.150	0.399	0.602	0.750	1.310	1.510	1.670	1.730		
280	0.170	0.458	0.657	0.776	1.410	1.600	1.730	1.740	2.550	2.550
290	0.200	0.501	0.704	0.776	1.490	1.690	1.740	1.740	2.550	2.550
300	0.210	0.532	0.741	0.776	1.550	1.730	1.740	1.740	2.550	
310	0.230	0.556	0.769	0.776	1.600	1.740	1.740	1.740		
320	0.240	0.573	0.776	0.776	1.630	1.740				
330	0.240	0.584	0.776	0.776	1.650	1.740	1.740	1.740		
340	0.240	0.587	0.776	0.776	1.650	1.740				
350	0.240	0.585	0.776	0.776						

Tabella 5.6

Angolo compreso tra direzione di propagazione del moto ondoso d'onda al frangimento e la direzione dell'ortogonale alla linea di riva di riva per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo - sezione C

Dir [°N]	Hs [m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	-6.800	-2.100	-5.600	-4.400	-6.600					
10	-8.300	-5.900	-8.100	-4.600	-5.900					
20	-10.800	-7.700	-12.000							
30	-13.000	-9.200	-12.400	-13.300						
40	-14.800	-10.400	-14.100							
50	-16.400	-11.300	-15.500							
60	-17.600	-12.100	-16.500	-19.100						
70										
80										
90										
100										
110										
120										
130										
140										
150										
160										
170										
180										
190										
200										
210										
220										
230										
240										
250										
260										
270	10.400	7.800	7.100	10.900	7.800	9.100	9.300	8.500	7.600	
280	9.300	7.400	9.200	7.900	8.400	2.300	8.400	6.700	6.700	7.600
290	8.100	6.600	8.200	10.000	9.800	7.300	6.800	6.300	6.100	7.000
300	7.600	5.700	7.000	5.600	6.700	6.000	6.300	4.300	4.800	
310	5.000	4.500	7.400	5.300	3.900	3.100	3.300	2.700		
320	3.100	3.200	2.300	3.500	3.200	1.200				
330	2.000	0.400	1.600	1.300	1.100	-1.000	-0.500	-0.600		
340	-0.400	-1.400	-0.600	-2.300	-1.300	-3.400				
350	-3.000	-2.100	-3.100	-3.600						

5.3 Determinazione delle componenti del trasporto solido litoraneo

I contributi al trasporto solido litoraneo per le diverse classi di altezza d'onda e direzione di propagazione al largo sono stati valutati utilizzando l'approccio energetico proposto da Inman e Bagnold (1963).

In particolare, utilizzando tale approccio la portata solida è definita dalla relazione:

$$Q_l = K \left[\frac{\rho \sqrt{g}}{16k^{1/2}(\rho_s - \rho)(1-n)} \right] H_{bs}^{5/2} \sin(2\alpha_b)$$

in cui:

$\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$ è la densità dell'acqua;

$\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$ è la densità dei sedimenti;

$g = 9.806 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità;

$k = 0.6$ è il rapporto tra altezza d'onda significativa e profondità al frangimento

$n = 0.4$ è la porosità dei sedimenti;

H_{bs} è l'altezza d'onda al frangimento;

α_b è l'angolo della direzione di propagazione del moto ondoso al frangimento rispetto all'ortogonale alla direzione della linea di riva;

K è un coefficiente empirico.

Il coefficiente K può essere stimato dalla relazione proposta da Del Valle et al. (1993) in funzione del diametro caratteristico dei sedimenti:

$$K = 1.4 e^{-2.5 D_{50}}$$

Il D_{50} è stato assunto pari a 0.4 mm **rappresentativo del diametro medio dei sedimenti presenti nel tratto in esame.**

Dalla Tabella 5.7 alla Tabella 5.9 è riportato, per ognuna della classi di altezza d'onda e direzione di provenienza al largo, il trasporto solido litoraneo potenziale.

Per ognuna delle suddette classi sono riportati i contributi al trasporto solido litoraneo su scala annua. Complessivamente si ricava che nella sezione A si osserva un modesto trasporto solido medio annuo in direzione ponente pari a circa 13.000 m³/anno mentre per le sezioni B e C si ricava un modesto trasporto solido medio annuo pari a circa 135.000 m³/anno e 117.00 m³/anno rispettivamente.

Tali risultati suggeriscono come i sedimenti provenienti dai Torrenti Muto e Niceto alimentino sia la porzione di litorale posta a Ovest degli stessi torrenti, che quella posta ad Est, mentre gli altri corsi d'acqua posti a Ovest alimentino unicamente la porzione di litorale che si sviluppa a Est del torrente Niceto.

Tabella 5.7

Trasporto solido litoraneo potenziale espresso in m^3/s per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo
- Sezione A

Dir [°N]	Hs [m]									
	0- 0.5	0.5- 1.0	1.0- 1.5	1.5- 2.0	2.0- 2.5	2.5- 3.0	3.0- 3.5	3.5- 4.0	4.0- 5.0	5.0- 6.0
0	-151	-1,013	-724	-590	-97	-	-	-	-	-
10	-132	-692	-423	-216	-123	-	-	-	-	-
20	-124	-396	-126	-	-	-	-	-	-	-
30	-145	-296	-86	-118	-	-	-	-	-	-
40	-128	-207	-169	-	-	-	-	-	-	-
50	-81	-356	-40	-	-	-	-	-	-	-
60	-64	-304	-218	-124	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	3	-1,320	-854	2,697	743	311	314	305	-	-
280	181	-1,401	-2,370	4,441	1,534	1,781	862	991	275	496
290	-119	-1,938	-2,671	1,875	1,400	1,353	749	474	439	609
300	-240	-2,991	-2,970	630	1	871	296	418	251	-
310	411	-2,157	268	28	65	198	74	28	-	-
320	-541	-1,824	-312	-283	-87	-79	-	-	-	-
330	-386	-1,811	-813	-300	-250	-114	-116	-78	-	-
340	-247	-1,337	-981	-340	-371	-127	-	-	-	-
350	-210	-1,153	-573	-133	-	-	-	-	-	-

Tabella 5.8

Trasporto solido litoraneo potenziale espresso in m³/s per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo
- Sezione B

Dir[°N]	Hs[m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	-95	-239	-533	-504	-121	-	-	-	-	-
10	-68	-397	-371	-150	-108	-	-	-	-	-
20	-71	-263	-141	-	-	-	-	-	-	-
30	-88	-215	-91	-151	-	-	-	-	-	-
40	-71	-159	-190	-	-	-	-	-	-	-
50	-46	-286	-48	-	-	-	-	-	-	-
60	-37	-261	-274	-166	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	549	1,098	1,711	3,590	4,456	2,458	2,047	1,337	-	-
280	820	3,818	8,779	8,491	10,094	1,549	3,685	2,554	976	1,327
290	1,095	5,303	8,400	7,844	8,432	2,868	3,001	1,012	1,558	2,041
300	1,610	5,676	6,661	3,356	2,882	2,035	1,392	781	703	-
310	1,254	2,616	3,349	1,815	682	286	733	164	-	-
320	610	1,306	724	1,109	472	66	-	-	-	-
330	187	134	499	215	163	-28	-30	-12	-	-
340	-15	-287	-141	-280	-168	-63	-	-	-	-
350	-66	-316	-300	-122	-	-	-	-	-	-

Tabella 5.9

Trasporto solido litoraneo potenziale espresso in m³/s per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo
- Sezione C

Dir[°N]	Hs[m]									
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0
0	-557	-1,091	-752	-511	-368	-	-	-	-	-
10	-156	-734	-435	-184	-430	-	-	-	-	-
20	-101	-412	-124	-	-	-	-	-	-	-
30	-120	-308	-84	-95	-	-	-	-	-	-
40	-103	-220	-166	-	-	-	-	-	-	-
50	-72	-390	-40	-	-	-	-	-	-	-
60	-48	-351	-221	-114	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	580	809	1,354	3,879	8,601	4,551	2,963	1,915	-	-
280	-2,156	1,363	-423	7,428	15,633	11,883	4,792	4,177	2,264	1,862
290	1,003	288	9,187	3,307	9,180	6,824	3,945	1,503	3,381	2,665
300	725	-1,359	5,587	1,437	3,773	4,874	1,542	1,341	1,526	-
310	190	-1,597	1,607	363	1,275	895	1,057	348	-	-
320	-482	-1,657	391	-15	183	229	-	-	-	-
330	-493	-1,822	-268	-186	-314	-54	-74	-9	-	-
340	-329	-1,395	-658	-272	-1,015	-157	-	-	-	-
350	-265	-1,236	-461	-113	-	-	-	-	-	-

6 Valutazione degli apporti solidi al litorale

6.1 Generalità

Uno dei fenomeni che permette di contrastare l'erosione costiera è il naturale ripascimento generato dall'apporto di sedimenti solidi trasportati dai corsi d'acqua che sfociano a mare. Tale fenomeno, soprattutto nel caso di corsi d'acqua caratterizzati da consistenti portate, produce talvolta significativi avanzamenti della linea di riva. In particolare, ai fini dello studio del tratto di costa in oggetto, nel presente capitolo si sono valutati gli apporti dei corsi d'acqua presenti all'interno del paraggio in esame.

6.2 Descrizione dei bacini

I bacini in esame, riportati in Tabella 6.1, ricadono e appartengono esclusivamente al territorio della provincia di Messina nel settore settentrionale della Sicilia, occupando una superficie complessiva di 251.63 km².

Tabella 6.1

Bacini interessati nello studio sull'apporto solido al litorale compreso tra il Torrente Niceto e il Torrente Calvaruso.

N.I.	Denominazione	Localizzazione (dal P.A.I.) ¹
1	Salemi	Bacini minori tra Capo Peloro e Saponara
2	Gallo	Bacini minori tra Capo Peloro e Saponara
3	Fiorentino	Bacini minori tra Capo Peloro e Saponara
4	Calvaruso	Bacini minori tra Capo Peloro e Saponara
5	Saponara	Bacino Saponara
6	Scagliola	Bacini minore fra Saponara e Niceto
7	Pantano	Bacini minore fra Saponara e Niceto
8	Pietra	Bacini minore fra Saponara e Niceto
9	Tonnarazza	Bacini minore fra Saponara e Niceto
10	Incisione minore tra Tonnarazza e Cocuzzaro	Bacini minore fra Saponara e Niceto
11	Incisione minore tra Tonnarazza e Cocuzzaro	Bacini minore fra Saponara e Niceto
12	Cocuzzaro	Bacini minore fra Saponara e Niceto
13	Incisione minore tra Cocuzzaro e Senia	Bacini minore fra Saponara e Niceto
14	Senia	Bacini minore fra Saponara e Niceto
15	Caracciolo	Bacini minore fra Saponara e Niceto
16	Incisione minore tra Caracciolo e Niceto	Bacini minore fra Saponara e Niceto
17	Niceto	Bacino Niceto
18	Muto	Bacino Muto
19	Cucugliata	Bacini minore fra Muto e Corriolo
20	Corriolo	Bacino Corriolo

I bacini 1-2-3-4 appartengono all'area territoriale tra Capo Peloro e il Bacino del Torrente Saponara. Tale area è ubicata all'estremo nord-orientale della Sicilia e si estende per una superficie complessiva di 27,38 Km². L'area in esame si estende dalla costa tirrenica fino al sistema montuoso dei Peloritani lungo cui si sviluppa lo spartiacque fra il versante tirrenico e quello pertinente al Mar Ionio. L'andamento dei corsi d'acqua principali nella parte valliva è sostanzialmente rettilineo, con lunghezza piuttosto breve, mediamente 3-4 km e mai superiore ai 10 km. In particolare i torrenti

1.1. ¹ Piano per l'Assetto Idrologico redatto dal l'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Sicilia,

interessati sono (da Nord verso Sud): Torrente Gesso–Salemi, Torrente Gallo, Torrente Fiorentina e Torrente Calvaruso.

Il bacino idrografico del Torrente Saponara (bacino 5) occupa una superficie complessiva di 31,78 km², estendendosi dallo spartiacque principale dei Monti Peloritani, fino alla costa tirrenica, con il relativo corso d'acqua che sfocia in località Rometta Marea. Il bacino imbrifero del Torrente Saponara, orientato S-N, presenta forma caratteristica di una foglia medio larga, tipica dei bacini con un esteso reticolo di affluenti laterali, con ampiezza maggiore nella parte medio alta e progressivo restringimento sia verso monte che soprattutto nella parte terminale valliva.

L'area compresa tra il bacino del Torrente Saponara e il bacino della Fiumara Niceto che comprende i bacini da 6 a 16, ha una superficie complessiva di circa 32,52 km², estendendosi dal punto di biforcazione dello spartiacque comune ai bacini dei suddetti corsi d'acqua e ubicato presso San Cono di Rometta fino alla costa tirrenica nel tratto compreso tra Rometta Marea e Monforte Marina. Tale area assume una forma approssimativamente triangolare con vertice verso monte.

Il bacino idrografico della Fiumara di Niceto (bacino 17) è localizzato nel settore orientale del versante tirrenico della Sicilia e occupa una superficie complessiva di 81,28 km², estendendosi dallo spartiacque principale dei Monti Peloritani, che separa il versante tirrenico da quello ionico, fino alla costa tirrenica, con corso d'acqua che sfocia nel tratto compreso tra Monforte Marina e San Pier Niceto Marina. Il bacino imbrifero della Fiumara di Niceto assume una forma a "foglia" larga, con orientazione SE-NW, e chiusura ad imbuto verso il Mare Tirreno.

Il bacino idrografico del Torrente Muto (bacino 18) è localizzato sul versante tirrenico dell'estremo settore nord-orientale dell'Isola ed occupa una superficie complessiva di 40,11 km², estendendosi dalla dorsale secondaria che si diparte da M.te Poverello dello spartiacque principale dei Monti Peloritani, fino alla costa tirrenica, con corso d'acqua che sfocia in località Giammoro di Pace del Mela. Il bacino imbrifero del Torrente Muto, orientato S-N, presenta una caratteristica forma a foglia allungata, con

larghezza massima nella parte centrale del bacino e progressivo restringimento sia nella porzione di testata che in quella terminale, forma tipica dei bacini con scarso reticolo di affluenti laterali.

L'area compresa tra il Torrente Muto ed il Torrente Corriolo (bacino 19) ha una superficie complessiva di circa 10,32 km², estendendosi dal punto di biforcazione dello spartiacque comune ai bacini dei suddetti corsi d'acqua e ubicato presso Serro Finaite fino alla costa tirrenica nel tratto compreso tra Giammoro di Pace del Mela e la raffineria di Milazzo. Tale area assume una forma approssimativamente pentagonale con vertice verso monte e comprende i bacini minori del Rio Cucugliata e della Saia di Contea Piccola.

Il bacino idrografico del Torrente Corriolo (bacino 20) occupa una superficie complessiva di 28.24,15 km², e presenta forma a "nastro", stretta e allungata in direzione NNW-SSE. Sfocia nel Tirreno in corrispondenza della raffineria di Milazzo e San Filippo del Mela.

Nella Tabella 6.2 si fa un riepilogo delle principali caratteristiche morfometriche dei bacini esaminati.

Nella Figura 6.1 è rappresentata la rete idrica relativa ai singoli bacini.

Tabella 6.2 Bacini interessati nello studio sull'apporto solido.

Bacino	Superficie	Perimetro	Altitudine media bacino	Quota massima bacino	Lunghezza asta	Quota massima asta	Pendenza media
	[km ²]	[km]	[m.s.m.m]	[m.s.m.m]	[km]	[m]	[%]
	S	P	Hm	Hmaxb	L	Hmaxast	i
1	2.74	8.85	117.32	305.07	3.99	234.63	5.88
2	9.60	16.52	205.18	472.28	7.38	410.35	5.56
3	1.60	7.32	86.68	215.68	2.77	173.36	6.25
4	13.45	18.32	357.32	669.24	7.73	714.64	9.25
5	31.78	28.57	484.98	1072.68	12.60	969.96	7.70
6	1.36	6.03	64.16	161.56	2.45	128.32	5.25
7	3.34	10.23	128.94	275.36	4.87	257.88	5.30
8	7.59	17.02	252.46	541.44	8.32	504.92	6.07
9	0.81	5.13	81.66	199.24	2.33	163.32	7.00
10	1.60	7.16	103.02	232.52	3.34	206.04	6.16
11	0.84	5.10	86.20	184.8	2.30	172.39	7.48
12	6.13	14.15	196.10	470.32	5.93	392.2	6.61
13	0.64	3.51	21.46	67.84	1.42	42.91	3.02
14	3.26	10.83	161.69	343.68	4.86	323.38	6.66
15	2.59	9.91	137.56	300.64	4.71	275.11	5.84
16	4.36	9.01	10.70	171.36	2.13	21.4	1.00
17	81.28	47.57	400.96	1057	18.80	801.92	4.27
18	40.11	35.72	597.08	1194.56	16.15	1194.16	7.40
19	10.32	12.97	62.50	207.44	4.76	125	2.62
20	28.24	41.64	524.38	1212.48	17.26	1048.76	6.08

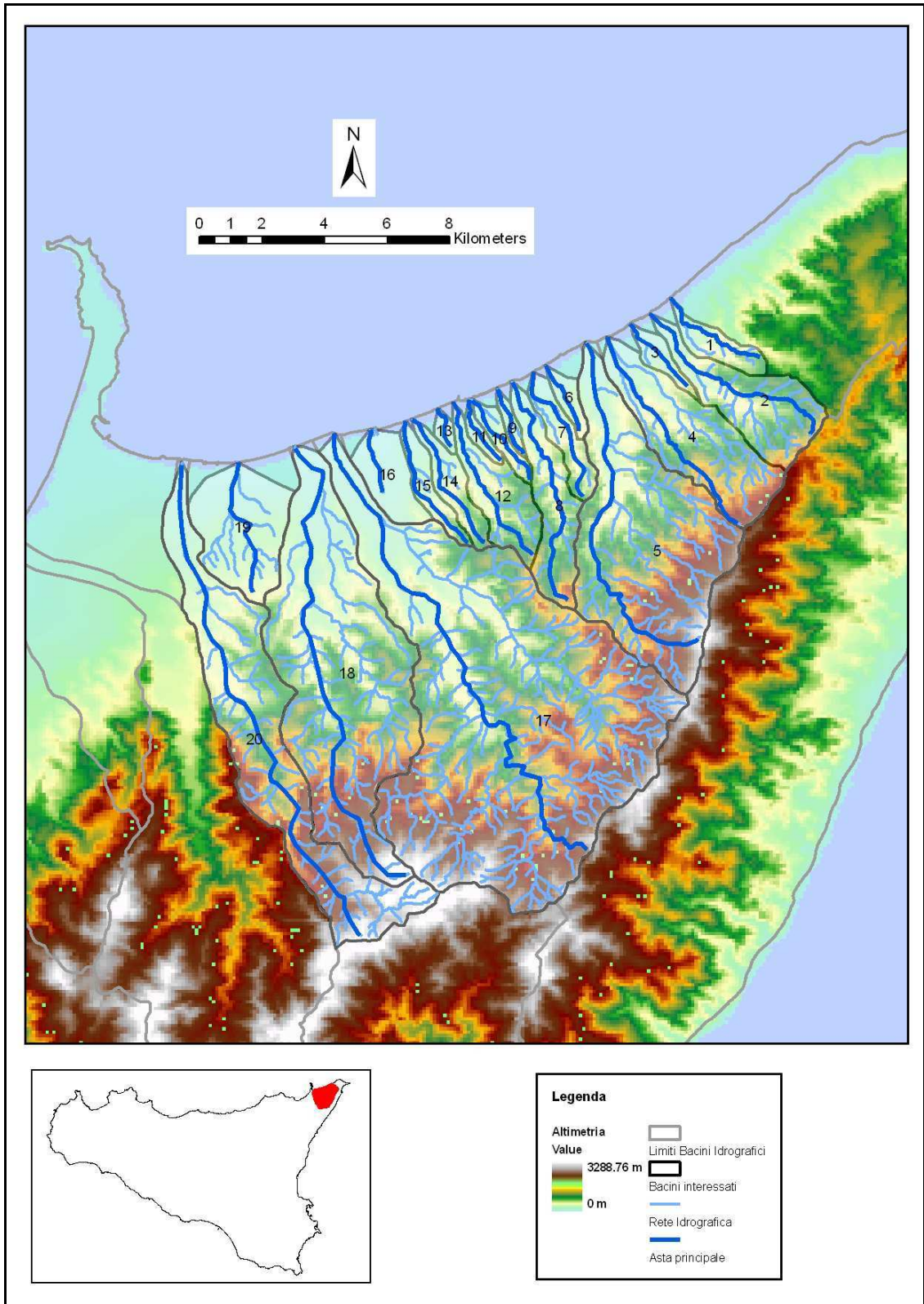


Figura 6.1 Rete idrografica ricadente all'interno dei bacini.

Ai fini della determinazione degli apporti solidi al litorale risulta importante definire le caratteristiche lito-pedologiche dei terreni dei bacini che confluiscono sul litorale stesso e l'uso dei suoli degli stessi bacini.

Dal punto di vista geologico il territorio del distretto idrografico studiato, ricade nel settore Nord-orientale dei Monti Peloritani, che rappresenta l'estremo lembo meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano, struttura arcuata che raccorda l'Appennino con le Maghrebidi siciliane.

Di seguito si riporta la descrizione dei singoli bacini considerati dal punto di vista litologico, pedologico e dell'uso del suolo. Lo studio del territorio interessato è avvenuto attraverso le carte della Regione Siciliana realizzate dall'Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali della Regione Sicilia (Figura 6.2, Figura 6.3 e Figura 6.4).

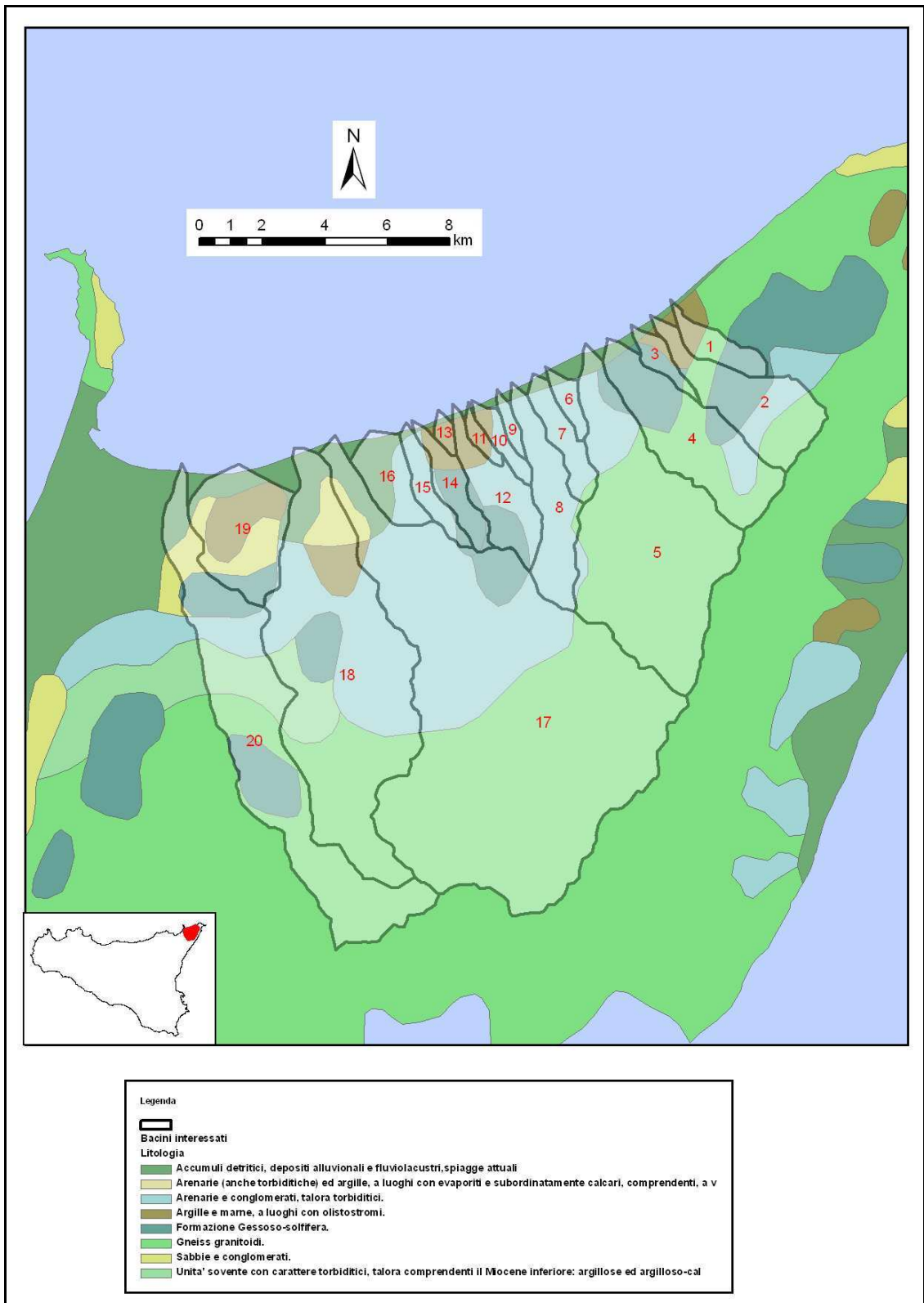


Figura 6.2 Carta Litologica della Regione Siciliana realizzata dall'Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali della Regione Sicilia nel 1996.

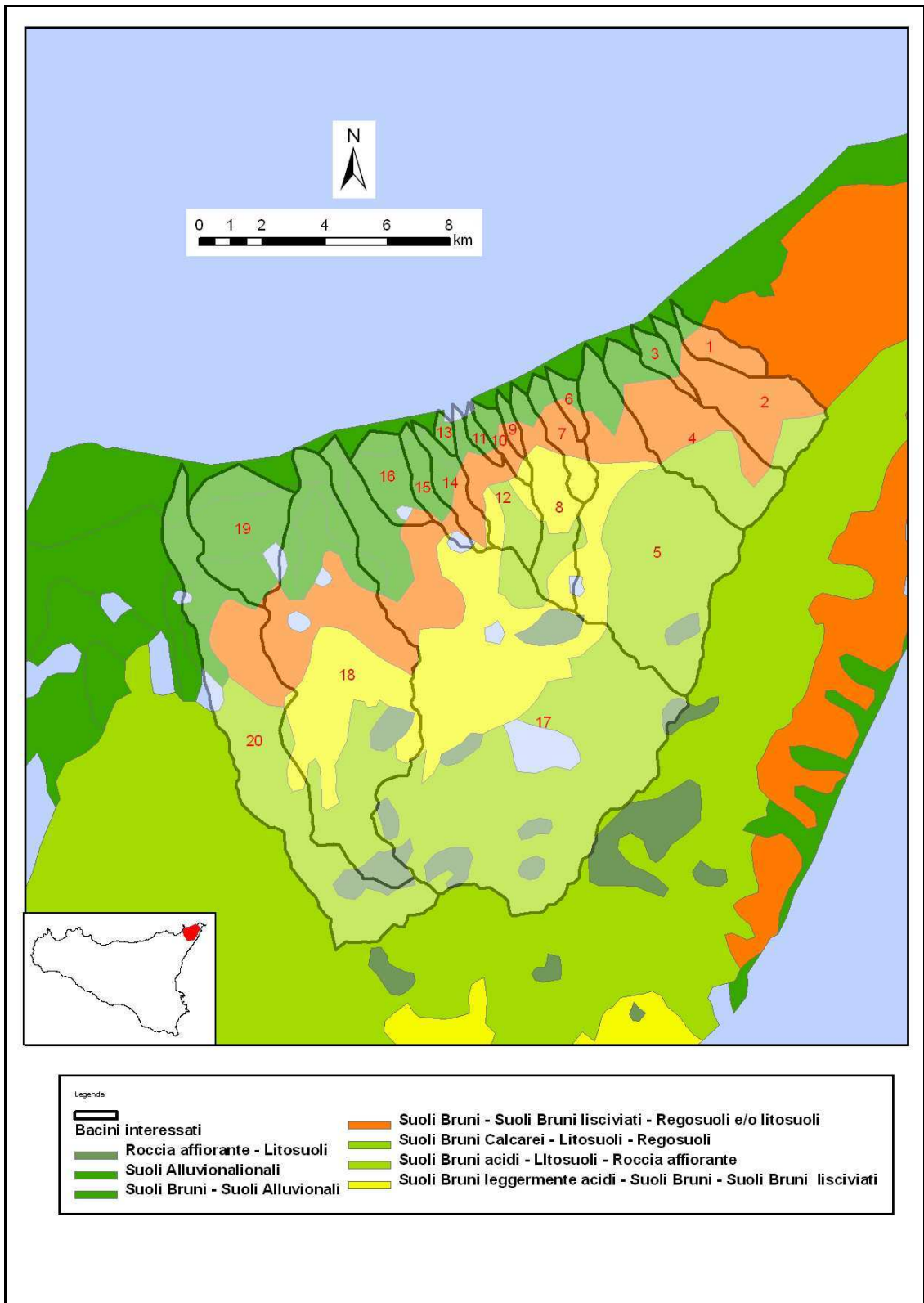


Figura 6.3 Carta Pedologica della Regione Siciliana realizzata dall'Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali della Regione Sicilia nel 1996.

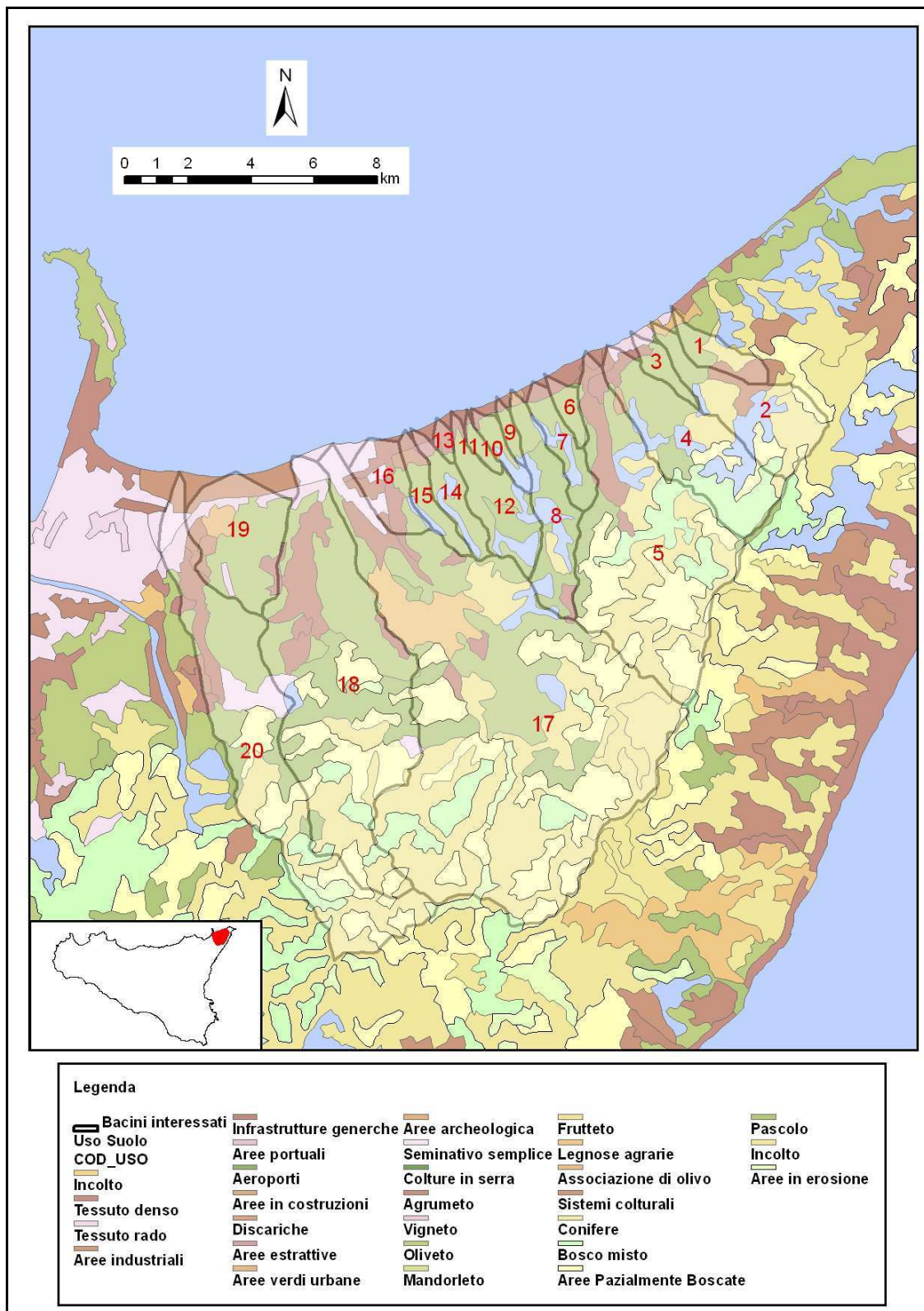


Figura 6.4 Carta d'Uso del Suolo della Regione Siciliana realizzata dall'Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali della Regione Sicilia nel 1996.

6.2.1 Bacini minori tra Capo Peloro e Saponara

L'Area in esame è ubicata nel margine nord-orientale dei Monti Peloritani, che rappresentano l'estremo lembo meridionale di una struttura più complessa definita "Arco Calabro – Peloritano".

Il territorio è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di gneiss granitoidi, di formazioni gessose solfifera e arenarie e conglomerati. In minor parte, si ha la presenza di argille, marne e accumuli detritici. Dalla Tabella 6.3 alla Tabella 6.6 si riportano i tipi di affioramenti presenti nei bacini e la percentuale di superficie su quella totale del bacino occupata dagli stessi affioramenti.

Tabella 6.3 Tipi di affioramenti per il bacino 1

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	0.68
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	28.45
Formazione Gessoso-solfifera.	43.04
Gneiss granitoidi.	27.83

Tabella 6.4 Tipi di affioramenti per il bacino 2

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	0.48
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	30.83
Formazione Gessoso-solfifera.	26.86
Gneiss granitoidi.	41.83

Tabella 6.5 Tipi di affioramenti per il bacino 3

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	31.12
Formazione Gessoso-solfifera.	56.20
Gneiss granitoidi.	11.68

Tabella 6.6 Tipi di affioramenti per il bacino 4

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	2.39
Arenarie e conglomerati, talora torbidity.	11.34
Formazione Gessoso-solfifera.	34.25
Gneiss granitoidi.	52.02

Dal punto di vista pedologico, si osserva un predominanza di suoli alluvionali e suoli bruni sia acidi che lisciviati. Dalla Tabella 6.7 alla

Tabella 6.10 si riportano i tipi di suoli presenti nei bacini e la percentuale di superficie su quella totale del bacino occupata dagli stessi affioramenti.

Tabella 6.7 Tipi di erosione per il bacino 1

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	16.64
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	83.36

Tabella 6.8 Tipi di erosione per il bacino 2

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	7.35
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	74.80
Suoli Bruni acidi - Ltosuoli - Roccia affiorante	17.84

Tabella 6.9 Tipi di erosione per il bacino 3

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	80.50
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	19.50

Tabella 6.10 Tipi di erosione per il bacino 4

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	12.84
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	44.58
Suoli Bruni acidi - Ltosuoli - Roccia affiorante	42.57

Dalla carta dell'uso del suolo emerge che gli insediamenti antropici sono principalmente concentrati nella fascia costiera sia in forma di attività agricole, artigianali e industriali, sia come urbanizzazione. Tali insediamenti ricoprono solo una piccola parte del territorio analizzato.

Nella fascia collinare sono presenti quasi esclusivamente attività agricole, consistenti in prevalenza in coltivazioni di olivo e vite, oltre a nuclei abitati di modeste dimensioni. La fascia montana non presenta insediamenti degni di nota ed è caratterizzata da zone incolte con vegetazione spontanea a macchia e pascolo oppure da zone boschive.

Dalla Tabella 6.11 alla Tabella 6.14 si riportano i tipi di usi del suolo presenti nei bacini e la percentuale di superficie su quella totale del bacino occupata dagli stessi affioramenti.

Tabella 6.11 Uso del suolo per il bacino 1

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Aree parzialmente boscate o bosco degradato	0.25
Associazioni di olivo con altre legnose	3.80
Incolto, incolto roccioso	27.32
Macchia e cespuglieto	2.29
Oliveto	37.17
Sistemi culturali e particelle complesse	28.87
Tessuto urbano denso	0.20

Tabella 6.12 Uso del suolo per il bacino 2

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Aree parzialmente boscate o bosco degradato	13.70
Associazioni di olivo con altre legnose	1.32
Bosco misto	2.58
Conifere	25.21
Incolto, incolto roccioso	16.75
Macchia e cespuglieto	17.82
Oliveto	12.79
Sistemi culturali e particelle complesse	9.80
Tessuto urbano rado	0.03

Tabella 6.13 Uso del suolo per il bacino 3

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Macchia e cespuglieto	0.40
Oliveto	81.23
Tessuto urbano denso	8.46
Tessuto urbano rado	9.55

Tabella 6.14 Uso del suolo per il bacino 4

Uso suolo	A/A _{tot} [%]
Agrumeto	1.14
Aree in costruzioni, escavazioni, suoli rimaneggiate	0.92
Aree parzialmente boscate o bosco degradato	7.78
Bosco misto	24.72
Conifere	1.52
Incolto, incolto roccioso	9.35
Macchia e cespuglieto	18.43
Oliveto	23.42
Pascolo	8.28
Tessuto urbano denso	3.44
Tessuto urbano rado	0.99

6.2.2 Bacino idrografico del Torrente Saponara

Il territorio del distretto idrografico studiato, ricade nel settore Nord-orientale dei Monti Peloritani.

Il territorio è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di gneiss granitoidi e in minor parte da arenarie e conglomerati. Inoltre si ha una esigua presenza di formazioni gessose – solfifera e di accumuli detritici (Tabella 6.15).

Tabella 6.15 Tipi di affioramenti per bacino 5

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	1.18
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	12.57
Formazione Gessoso-solfifera.	2.14
Gneiss granitoidi.	84.11

Il territorio è caratterizzato da una prevalente presenza di suoli bruni acidi e leggermente acidi e lisciviati, e con una modesta presenza di suoli alluvionati e aree con roccia affiorante (Tabella 6.16).

Tabella 6.16 Tipi di erosione per il bacino 5

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Roccia affiorante - Litosuoli	2.29
Suoli Alluvionali	7.29
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	9.06
Suoli Bruni acidi - Litosuoli - Roccia affiorante	66.36
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	14.99

Gli insediamenti urbani ricoprono una parte esigua del bacino, mentre il quadro vegetazionale si presenta abbastanza diversificato: si caratterizza per le numerose aree boscate e per la tipica vegetazione arbustiva mediterranea che si sviluppa in corrispondenza dei numerosi rilievi. Nel paesaggio agrario dominano le aree coltivate ad oliveto e agrumeto (Tabella 6.17).

Tabella 6.17 Uso del suolo per il bacino 5

Uso suolo	A/A _{tot} [%]
Agrumeto	7.76
Aree in costruzioni, escavazioni, suoli rimaneggiate	0.43
Aree parzialmente boscate o bosco degradato	29.51
Bosco misto	13.54
Conifere	4.93
Incolto, incolto roccioso	26.18
Macchia e cespuglieto	3.14
Oliveto	4.02
Pascolo	7.75
Tessuto urbano denso	2.71

6.2.3 Bacini minori fra Saponara e Niceto

L'area compresa tra il bacino del Torrente Saponara e il bacino della Fiumara Niceto si estende dal punto di biforcazione dello spartiacque comune ai bacini minori, ubicato presso San Cono di Rometta, fino alla costa tirrenica.

Dal punto di vista litologico i territori dei bacini 6-7-8-9 presentano caratteristiche simili, infatti, sono prevalentemente costituiti da arenarie e conglomerati, con una percentuale esigua di accumuli detritici e solo per il bacino 8, di gneiss granitoidi (dalla Tabella 6.18 alla Tabella 6.21).

Tabella 6.18 Tipi di affioramenti per il bacino 6

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	15.10
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	84.90

Tabella 6.19 Tipi di affioramenti per il bacino 7

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	7.23
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	85.68

Tabella 6.20 Tipi di affioramenti per il bacino 8

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	1.49
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	95.75
Gneiss granitoidi.	2.77

Tabella 6.21 Tipi di affioramenti per il bacino 9

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	8.35
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	91.65

Il territorio del bacino 10 è prevalentemente interessato da arenarie e conglomerati. Si hanno percentuali più basse di accumuli detritici e di argille e marne (Tabella 6.22)

Tabella 6.22 Tipi di affioramenti per il bacino 10

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	3.66
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	71.87
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	24.47

Il bacino 11 è in maggior parte costituito da argille e marne, con superficie minori occupati da arenarie, conglomerati e accumuli detritici (Tabella 6.23).

Tabella 6.23 Tipi di affioramenti per il bacino 11

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	3.32
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	22.09
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	74.59

Nel territorio del bacino 12 sono prevalentemente presenti arenarie e formazioni gessose, con una modesta presenza di argille e di accumuli detritici (Tabella 6.24)

Tabella 6.24 Tipi di affioramenti per il bacino 12

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	0.82
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	52.63
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	15.57
Formazione Gessoso-solfifera.	30.99

Il bacino 13 è quasi totalmente occupati da argille e marne, con bassa presenza di accumuli detritici (Tabella 6.25).

Tabella 6.25 Tipi di affioramenti per il bacino 13

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	9.92
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	90.08

Il bacino 14 è in maggior parte occupato da formazioni gessose, con una modesta presenza di argille; inoltre si hanno delle esigue presenze di arenarie e accumuli detritici (Tabella 6.26).

Tabella 6.26 Tipi di affioramenti per il bacino 14

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	1.15
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	6.51
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	25.73
Formazione Gessoso-solfifera.	66.62

Il territorio del bacino 15 è prevalentemente occupato da arenarie e conglomerati. Si hanno percentuali più basse di formazioni gessose, accumuli detritici e di argille e marne (Tabella 6.27)

Tabella 6.27 Tipi di affioramenti per il bacino 15

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	3.82
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	82.20
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	2.55
Formazione Gessoso-solfifera.	11.44

Il bacino 16 è pressoché suddiviso in due aree, caratterizzati dalla presenza di accumuli detritici e da arenarie (Tabella 6.28).

Tabella 6.28 Tipi di affioramenti per il bacino 16

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	58.02
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	41.98

Per quanto riguarda la pedologia dei suoli relativi ai bacini considerati si evidenzia una prevalenza di terreni di origine arenaria e facilmente disgregabili ed asportabili dall'impeto delle acque.

In generale i territori dei bacini da 6 a 16 sono costituiti da suoli di tipo bruni acidi, lisciviati e leggermente acidi, e suoli alluvionali (dalla Tabella 6.29 alla Tabella 6.39).

Tabella 6.29 Tipi di erosione per il bacino 6

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	57.31
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	42.69

Tabella 6.30 Tipi di erosione per il bacino 7

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	21.69
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	43.45
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	34.86

Tabella 6.31 Tipi di erosione per il bacino 8

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	9.28
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	10.18
Suoli Bruni acidi - Ltosuoli - Roccia affiorante	22.91
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	56.44

Tabella 6.32 Tipi di erosione per il bacino 9

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	43.33
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	55.95
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	0.72

Tabella 6.33 Tipi di erosione per il bacino 10

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	45.71
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	35.50
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	18.79

Tabella 6.34 Tipi di erosione per il bacino 11

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	77.23
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	22.77

Tabella 6.35 Tipi di erosione per il bacino 12

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	10.10
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	26.39
Suoli Bruni acidi - Ltosuoli - Roccia affiorante	38.18

Tabella 6.36 Tipi di erosione per il bacino 13

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	100.00

Tabella 6.37 Tipi di erosione per il bacino 14

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	50.99
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	42.47
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	6.54

Tabella 6.38 Tipi di erosione per il bacino 15

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	75.75
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	23.52
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	0.72

Tabella 6.39 Tipi di erosione per il bacino 16

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	92.13
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	7.87

Dalla carta dell'uso del suolo emerge che i centri urbani sono principalmente concertati nella fascia costiera e ricoprono solo una parte esigua del territorio analizzato. Il paesaggio agrario è dominato maggiormente dalle aree coltivate ad oliveto.

Nei bacini 6-7-8-9, il territorio è dominato da un paesaggio agrario, dedicato alla coltivazione di oliveti e al pascolo. I centri abitativi si estendono solo per una piccola parte del territorio (dalla Tabella 6.40 alla Tabella 6.43).

Tabella 6.40 Uso del suolo per il bacino 6

Uso suolo	A/Atot [%]
Oliveto	78.91
Pascolo	5.47
Tessuto urbano denso	15.39

Tabella 6.41 Uso del suolo per il bacino 7

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Agrumeto	0.99
Macchia e cespuglieto	23.98
Oliveto	24.75
Pascolo	40.59
Tessuto urbano denso	9.57

Tabella 6.42 Uso del suolo per il bacino 8

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Aree in costruzioni, escavazioni, suoli rimaneggiate	1.62
Incolto, incolto roccioso	6.39
Macchia e cespuglieto	25.90
Oliveto	12.10
Pascolo	49.06
Tessuto urbano denso	4.87

Tabella 6.43 Uso del suolo per il bacino 9

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Macchia e cespuglieto	9.06
Oliveto	80.55
Tessuto urbano denso	10.09

I territori dei bacini 10-11-12, sono di più rivolti alla coltivazione di oliveti. I centri urbani occupano una parte relativamente bassa del territorio (dalla Tabella 6.44 alla Tabella 6.46).

Tabella 6.44 Uso del suolo per il bacino 10

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Macchia e cespuglieto	37.34
Oliveto	53.29
Tessuto urbano denso	9.30

Tabella 6.45 Uso del suolo per il bacino 11

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Macchia e cespuglieto	0.11
Oliveto	87.83
Tessuto urbano denso	12.06

Tabella 6.46 Uso del suolo per il bacino 12

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Macchia e cespuglieto	20.29
Oliveto	53.56
Pascolo	22.30
Tessuto urbano denso	3.85

La zona del bacino 13 a una estensione abbastanza piccola ed è in gran parte occupata dal centro urbano (Tabella 6.47).

Tabella 6.47 Uso del suolo per il bacino 13

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Aree estrattive	12.81
Oliveto	15.99
Tessuto urbano denso	70.29

I territori dei bacini 14-15-16, sono moderatamente urbanizzati. Anche se la maggior parte del territorio è dedicato alla coltivazione (dalla Tabella 6.48 alla Tabella 6.50).

Tabella 6.48 Uso del suolo per il bacino 14

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Aree estrattive	6.22
Aree industriali	0.24
Macchia e cespuglieto	22.70
Oliveto	66.02
Tessuto urbano denso	4.65

Tabella 6.49 Uso del suolo per il bacino 15

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Aree estrattive	1.24
Aree industriali	12.37
Macchia e cespuglieto	9.48
Oliveto	68.44
Tessuto urbano denso	8.17

Tabella 6.50 Uso del suolo per il bacino 16

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Aree industriali	3.92
Macchia e cespuglieto	3.19
Oliveto	19.23
Seminativo semplice	24.20
Tessuto urbano denso	36.75

6.2.4 Bacino idrografico del Torrente Niceto

Il territorio del bacino idrografico del Torrente Niceto ricade nel settore nord-orientale della Sicilia, caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Peloritani. Il paesaggio si caratterizza per una morfologia decisamente aspra: strette valli, con versanti scoscesi e accidentati.

Nel bacino 17, il territorio è principalmente costituito da gneiss granitoidi, in minor parte la presenza di arenarie e una esigua presenza di formazioni gessose, accumuli detritici, sabbie e argille (Tabella 6.51).

Tabella 6.51 Tipi di affioramenti per il bacino 17

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	2.58
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	29.57
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	0.26
Formazione Gessoso-solfifera.	3.02
Gneiss granitoidi.	63.55
Sabbie e conglomerati.	1.01

Nel bacino 17, i suoli sono principalmente di tipo bruni, con una piccola percentuale di suoli con roccia affiorante e alluvionali (Tabella 6.52).

Tabella 6.52 Tipi di erosione per il bacino 17

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Regosuoli - Suoli Bruni e/o Suoli Bruni vertici	3.49
Roccia affiorante - Litosuoli	7.36
Suoli Alluvionali	7.12
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	7.33
Suoli Bruni acidi - Litosuoli - Roccia affiorante	50.31
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	24.39

I territori agricoli occupano la porzione più vasta del bacino. La distribuzione delle principali colture agricole, procedendo dalla parte orograficamente più bassa a quella più elevata del bacino, vede le varie coltivazioni distribuirsi secondo fasce altimetriche. Mentre, le zone urbanizzate, e le zone incolte occupano una percentuale esigua del bacino (Tabella 6.53).

Tabella 6.53 Uso del suolo per il bacino 17

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Agrumeto	2.63
Aree in erosione, calanchi e rocce	1.78
Aree parzialmente boscate o bosco degradato	18.58
Bosco misto	5.70
Conifere	5.76
Incolto, incolto roccioso	32.37
Latifoglie	0.81
Legnose agrarie miste	6.17
Macchia e cespuglieto	1.00
Oliveto	17.21
Pascolo	5.09
Seminativo semplice	1.78
Tessuto urbano denso	1.12
Tessuto urbano rado	0.00

6.2.5 Bacino idrografico del Torrente Muto

Il bacino in esame ricade nel settore nord-orientale della Sicilia, caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Peloritani.

I territori del bacino 18, è prevalentemente costituito da arenarie e gneiss granitoidi, e con modeste presenze di formazioni gassose, accumuli detritici, argille e sabbie (Tabella 6.54).

Tabella 6.54 Tipi di affioramenti per il bacino 18

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	6.06
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	36.56
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	5.31
Formazione Gessoso-solfifera.	6.45
Gneiss granitoidi.	30.64
Sabbie e conglomerati.	5.19
Unita' sovente con carattere torbiditici, talora comprendenti il Miocene inferiore: argillose ed argilloso-cal	9.79

I territori sono prevalentemente costituiti da suoli bruni, con modeste presenze di suoli alluvionali ed esigue presenze di rocce affiorante (Tabella 6.55).

Tabella 6.55 Tipi di erosione per il bacino 18

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Roccia affiorante - Litosuoli	6.39
Suoli Alluvionali	19.04
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	24.09
Suoli Bruni acidi - Litosuoli - Roccia affiorante	21.61
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	28.87

Il suolo si caratterizza per la dominanza delle aree occupate dalla vegetazione arbustiva tipica mediterranea (macchia-bosco degradato) e dai pascoli. Tra le colture arboree si riscontrano anche gli agrumi. Le aree urbanizzate a tessuto denso occupano una parte esigua del bacino (Tabella 6.56).

Tabella 6.56 Uso del suolo per il bacino 18

Bacino	Uso suolo	A/A _{tot} [%]
18	Agrumeto	11.44
18	Aree in erosione, calanchi e rocce	0.61
18	Aree industriali	0.14
18	Aree parzialmente boscate o bosco degradato	19.92
18	Bosco misto	4.10
18	Incolto, incolto roccioso	13.65
18	Legnose agrarie miste	0.13
18	Macchia e cespuglieto	0.71
18	Oliveto	25.24
18	Pascolo	17.17
18	Seminativo semplice	3.34
18	Tessuto urbano denso	2.26
18	Tessuto urbano rado	1.25

6.2.6 Bacino minore fra Muto e Corriolo

Il bacino in esame ricade nel settore nord-orientale della Sicilia, caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Peloritani.

Nel bacino 19, il territorio è principalmente costituito da argille e sabbie, in minor parte da accumuli detritici e formazioni gessose, e con una esigua presenza di arenarie (Tabella 6.57).

Tabella 6.57 Tipi di affioramenti per il bacino 19

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluvioacustri, spiagge attuali	14.40
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	1.78
Argille e marne, a luoghi con olistostromi.	36.94
Formazione Gessoso-solfifera.	13.85
Sabbie e conglomerati.	33.02

Il bacino 19 è costituito da quasi totalmente da suoli di origine alluvionali (Tabella 6.58).

Tabella 6.58 Tipi di erosione per il bacino 19

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Suoli Alluvionali	99.24
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	0.76

Il territorio è ricco della tipica vegetazione arbustiva mediterranea che si sviluppa in corrispondenza dei numerosi rilievi. Una modesta parte del territorio è dedicata al pascolo. I centri urbani occupano una parte esigua del territorio (Tabella 6.59).

Tabella 6.59 Uso del suolo per il bacino 19

Uso suolo	A/A _{tot} [%]
Agrumeto	0.58
Aree industriali	16.04
Associazioni di olivo con altre legnose	7.79
Oliveto	55.89
Seminativo semplice	0.32
Sistemi culturali e particelle complesse	4.85
Tessuto urbano denso	4.16
Tessuto urbano rado	10.23

6.2.7 Bacino idrografico del Torrente Corriolo

Il bacino in esame ricade nel settore nord-orientale della Sicilia, caratterizzato dalla presenza del sistema montuoso dei Monti Peloritani.

Nel bacino 20, il territorio è principalmente costituito da gneiss granitoidi, in minor parte la presenza di formazioni gessose, unità comprendenti il Miocene inferiore, arenarie, accumuli detritici e sabbie.(Tabella 6.60).

Tabella 6.60 Tipi di affioramenti per il bacino 20

Tipo di affioramento	A/A _{tot} [%]
Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali	5.30
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici.	8.94
Formazione Gessoso-solfifera.	22.53
Gneiss granitoidi.	44.68
Sabbie e conglomerati.	4.49
Unita' sovente con carattere torbiditici, talora comprendenti il Miocene inferiore: argillose ed argilloso-cal	14.07

Nel bacino 20, i suoli sono principalmente di tipo bruni e alluvionali, con una piccola percentuale di suoli con roccia affiorante (Tabella 6.61).

Tabella 6.61 Tipi di erosione per il bacino 20

Tipo erosione	A/A _{tot} [%]
Roccia affiorante - Litosuoli	3.77
Suoli Alluvionali	22.28
Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati - Regosuoli e/o litosuoli	17.20
Suoli Bruni acidi - Litosuoli - Roccia affiorante	54.89
Suoli Bruni leggermente acidi - Suoli Bruni - Suoli Bruni lisciviati	1.86

Il territorio è ricco della tipica vegetazione arbustiva mediterranea che si sviluppa in corrispondenza dei numerosi rilievi. Le aree agricole sono dedicate principalmente alla coltivazione di olivete e di agrumeti.

Una modesta parte del territorio è dedicata al pascolo. I centri urbani occupano una parte esigua del territorio (Tabella 6.62).

Tabella 6.62 Uso del suolo per il bacino 20

Uso suolo	A/A_{tot} [%]
Agrumeto	7.30
Aree in erosione, calanchi e rocce	2.97
Aree industriali	1.63
Aree parzialmente boscate o bosco degradato	18.14
Bosco misto	5.96
Incolto, incolto roccioso	22.01
Macchia e cespuglieto	0.34
Oliveto	20.43
Pascolo	6.49
Seminativo semplice	8.82
Sistemi culturali e particelle complesse	1.93
Tessuto urbano denso	1.39
Tessuto urbano rado	2.60

6.3 Stima della produzione annua di sedimenti

Nel presente lavoro data la ridotta disponibilità di dati necessari per stimare la capacità di trasporto solido di un corso d'acqua, e vista la peculiarità dei bacini in oggetto, si è preferito ricorrere al modello empirico di Gavrilovic (1959) per la stima della produzione annua dei sedimenti alla foce dei bacini considerati.

6.3.1 Modello di Gavrilovic (1959)

La stima della produzione di sedimenti generati dall'erosione idrica in un bacino imbrifero e trasportati alla sezione di chiusura può essere effettuata considerando il modello empirico di Gavrilovic (1959), sviluppato a partire da bacini a carattere torrentizio del Sud e Sud-Est della regione balcanica. La relazione analitica che permette di valutare il volume medio annuo di materiale eroso raccolto alla sezione di chiusura indicato con "G" è pari al seguente prodotto:

$$G = W \cdot B \quad (6.1)$$

dove

- W perdita di suolo annua [m^3 /anno];
 B coefficiente di resa solida.

Per quanto concerne la determinazione della perdita di suolo annua "W" è necessario considerare alcune caratteristiche intrinseche del bacino come la temperatura, l'altezza media di precipitazione annuale, l'area ed i coefficienti di erosione:

$$W = T \cdot h \cdot \pi \cdot Z^{\frac{3}{2}} \cdot S \quad (6.2)$$

dove

- T coefficiente di temperatura, stimato in base alla formula
 $T = [(t/10)+0.1]^{\frac{1}{2}}$ [$^{\circ}C$] in cui t è il valore medio delle temperature medie annuali;
- h altezza media di precipitazione annuale nel bacino [mm /anno];
- S area del bacino [km^2];
- Z coefficiente di erosione, stimato in base alla formula
 $Z = X \cdot Y(\varphi + I^{1/2})$ in cui X è un coefficiente che esprime l'azione protettrice della copertura vegetale e dell'intervento antropico (variabile tra 0.5-1); Y è il coefficiente di erodibilità del suolo; φ esprime il tipo e il grado del processo di erosione ed I è la pendenza media percentuale del bacino. In particolare i valori di letteratura dei coefficienti X , Y e φ vengono riportati rispettivamente in Tabella 6.63, in Tabella 6.64e in Tabella 6.65.

Mentre per quanto riguarda la stima del coefficiente di resa solida "B" ci si riferisce alla seguente relazione:

$$B = \frac{\sqrt{P \cdot Hm}}{0.25 \cdot (L + 10)} \quad (6.3)$$

dove

- P* perimetro del bacino [km];
Hm altezza media del bacino [km];
L lunghezza dell'asta principale del bacino [km].

Tabella 6.63 Valori del coefficiente *Xi* al variare del tipo di copertura vegetale.

Tipi di copertura vegetale	<i>Xi</i>
Terreno completamente non coltivabile	0.95
Frutteti e vigneti senza vegetazione al suolo	0.6
Pascoli, boschi degradati e boscaglie con suolo eroso	0.35
Prati, campi e di trifoglio e altre colture simili	0.2
Boschi o boscaglie densi e di buona struttura	0.01

Tabella 6.64 Valori del coefficiente *Yi* al variare del tipo di formazione affiorante.

Formazioni affioranti	<i>Yi</i>
Rocce dure, resistenti all'erosione	0.45
Rocce di media resistenza all'erosione	0.8
Rocce friabili, stabilizzate (detriti, scisti, argille compatte, ecc.)	1
Sedimenti, morene, argille e altre rocce poco resistenti all'erosione	1.4
Sedimenti fini e terre non resistenti all'erosione	1.9

Tabella 6.65 Valori del coefficiente φ al variare del tipo e dell'estensione dell'erosione osservata.

Tipo ed estensione dell'erosione osservata	φ
Erosione bassa	0.1-0.2
Processi erosivi nei corsi d'acqua in atto per il 20-50% dell'area	0.3-0.5
Erosione nei fiumi, guglie e depositi alluvionali, erosione carsica	0.6-0.7
50-80% del bacino di drenaggio sottoposto ad erosione superficiale	0.8-0.9
Erosione sull'intero territorio	1

6.3.2 Applicazione del modello di Gavrilovic ai bacini in esame

La stima della produzione annua di sedimenti alla foce dei bacini dei corsi d'acqua appartenenti all'area oggetto di studio, è stata effettuata applicando il modello di Gavrilovic descritto nel precedente paragrafo. Pertanto sulla base delle relazioni analizzate si è inizialmente stimata la perdita di suolo annua "W" valutando:

- il coefficiente di temperatura T in base al valor medio delle temperature medie annuali (t) registrate dal 1926 al 1996 nella stazione termometrica di Ganzirri e pari a 15.23 °C (la serie storica dei dati di temperature mensili è riportata in Tabella 6.66);
- l'altezza media di precipitazione annua nel bacino h, ottenuta come media delle piogge mensili registrate alla stazione pluviometrica di Milazzo dal 1920 al 2003 e risultante pari a 656.23 mm (la serie storica delle piogge mensili è riportata in Tabella 6.67);
- il coefficiente di erosione Z in base ai coefficienti y , φ ed x calcolati in termini di valore medio pesato tra le aree parziali appartenenti ai singoli bacini. In particolare, per i bacini considerati vengono riportati, in Tabella 6.68, i valori: del coefficiente di erodibilità del suolo y_i stimati in base alla carta litologica; del coefficiente del grado di erosione φ_i stimato sulla base di appositi sopralluoghi nei bacini; i valori del coefficiente rappresentativo dell'azione protettrice della

copertura vegetale e dell'intervento antropico x_i valutati mediante la carta d'uso del suolo.

Dopo aver calcolato la perdita di suolo annua "W" per i quattro bacini in esame, si è passati alla stima del coefficiente di resa solida "B" sulla base dei parametri caratteristici dei bacini. In tal modo, dal prodotto dei due parametri si è stimato il volume medio annuo di materiale eroso raccolto alla sezione di chiusura "G" per i bacini in esame. In Tabella 6.69 sono riportati i risultati ottenuti dall'applicazione del modello di Gavrilovic per i bacini considerati.

È importante precisare come i risultati ottenuti siano riferiti alla produzione di sedimenti dai bacini senza considerare l'influenza di eventuali opere antropiche sui bacini stessi o lungo le aste dei torrenti. Tale circostanza risulta importante, nel caso in esame, per quanto attiene alla Fiumara di Niceto. Infatti tale corso d'acqua è caratterizzato dalla presenza di opere antropiche (briglie) che verosimilmente, a partire dagli anni 80, hanno fortemente ridotto il trasporto solido di sedimenti.

Tabella 6.66 Temperature mensili [°C] registrate alla stazione termometrica di Ganzirri (1926-1996).

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	T media annua
1926	8.36	10.13	9.17	11.12	12.98	15.93	18.85	19.25	19.60	17.20	16.28	9.61	14.04
1927	8.06	7.33	9.57	10.82	14.48	18.73	21.25	21.95	19.80	15.40	14.48	10.51	14.36
1928	9.06	8.13	9.57	12.52	13.88	18.93	22.95	23.05	21.20	17.50	13.68	9.01	14.96
1929	7.16	5.83	9.07	11.52	14.08	19.03	21.65	21.15	19.50	15.90	14.08	10.81	14.15
1930	10.16	8.73	10.87	12.02	14.18	18.93	21.45	21.35	19.90	15.80	13.88	11.11	14.86
1931	9.96	8.23	11.07	11.42	14.98	20.63	22.15	22.85	18.80	16.20	13.98	9.61	14.99
1932	9.26	7.53	9.77	11.22	14.78	16.93	20.25	22.05	21.50	19.20	13.38	12.21	14.84
1933	8.76	8.83	9.77	11.72	13.48	16.23	20.65	21.05	18.60	17.80	14.38	10.51	14.31
1934	8.16	8.43	10.67	13.22	15.88	18.63	22.15	22.15	20.10	16.30	15.08	11.71	15.21
1935	6.56	9.13	8.97	11.72	14.28	18.53	20.75	22.05	20.80	18.90	14.58	10.81	14.76
1936	11.66	9.53	11.07	12.92	14.18	17.63	22.15	21.25	20.30	15.70	13.58	10.81	15.06
1937	9.66	10.43	10.77	12.42	15.28	20.13	21.35	22.65	20.30	18.00	14.08	9.91	15.41
1938	9.06	8.43	9.87	11.02	13.88	19.13	21.45	22.55	20.20	18.00	14.68	11.51	14.98
1939	10.36	10.63	8.27	13.02	13.68	17.13	22.25	22.65	20.80	17.90	14.58	11.51	15.23
1940	9.76	9.83	10.37	11.82	14.68	17.53	20.35	20.75	19.80	18.80	14.48	8.11	14.69
1941	9.76	10.43	9.97	12.02	13.38	18.03	21.45	21.95	17.80	16.40	13.08	9.11	14.45
1942	6.96	8.93	11.67	13.22	15.78	18.63	21.05	21.25	21.60	18.30	13.38	12.31	15.26
1943	8.41	9.32	10.73	14.21	17.53	19.23	23.33	24.17	23.40	18.66	15.28	12.97	16.44
1944	9.71	7.92	7.93	13.11	17.23	19.43	22.23	23.77	22.20	17.56	13.98	11.27	15.53
1945	5.96	7.83	8.87	12.42	15.78	19.43	21.85	22.05	18.90	14.00	11.88	9.51	14.04
1946	8.56	7.93	7.97	10.32	13.38	17.53	21.05	23.35	22.10	14.50	14.38	9.61	14.22
1947	7.76	9.53	11.67	12.52	14.58	18.43	21.05	21.75	19.10	15.00	12.88	9.01	14.44
1948	10.46	9.63	9.97	12.32	15.58	18.33	19.85	21.95	19.90	18.50	13.88	10.21	15.05
1949	9.56	9.13	7.17	12.42	14.48	16.63	19.45	20.45	20.10	16.80	13.68	11.41	14.27
1950	9.16	9.83	10.67	12.52	15.88	19.93	23.75	22.55	20.30	17.60	13.68	11.21	15.59
1951	10.36	10.13	10.37	12.22	14.48	18.73	21.05	21.85	20.30	15.80	14.18	10.81	15.02
1952	9.36	7.83	9.97	13.52	15.08	20.33	23.15	23.65	21.80	17.90	13.58	11.31	15.62
1953	6.70	8.40	8.90	12.40	15.50	18.60	22.70	22.20	21.00	17.60	13.30	12.30	14.97
1954	8.00	8.50	11.40	11.30	14.20	19.60	21.10	21.50	21.10	16.30	13.10	11.20	14.78
1955	11.70	10.90	10.20	11.60	15.60	19.00	22.00	21.50	19.20	16.40	13.30	11.60	15.25
1956	9.50	6.40	9.30	11.30	14.00	17.30	20.80	22.90	21.00	15.30	12.70	9.90	14.20
1957	8.60	10.30	9.50	11.60	14.10	18.70	21.70	22.40	19.50	17.40	13.80	9.60	14.77
1958	8.60	9.50	9.00	10.50	14.80	18.40	21.00	23.60	20.00	17.20	14.20	12.30	14.93
1959	8.10	8.70	11.30	11.80	14.40	18.00	21.30	21.60	20.40	15.70	13.10	10.50	14.58

(segue)

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	T media annua
1960	9.30	9.60	10.20	11.20	14.60	18.70	20.80	21.70	18.90	16.90	14.10	10.20	14.68
1961	8.30	8.60	9.70	12.60	14.60	18.50	20.90	21.60	20.10	16.40	12.20	9.40	14.41
1962	10.96	8.23	10.47	12.72	15.58	18.53	21.45	23.35	21.40	18.10	14.08	9.71	15.38
1963	8.20	8.30	8.70	11.30	14.70	18.50	22.60	22.40	20.80	16.20	14.80	12.60	14.93
1964	8.40	9.30	11.40	12.00	15.10	19.10	21.50	21.60	19.50	16.60	13.90	10.90	14.94
1965	9.40	6.40	9.50	11.00	14.00	18.00	21.70	21.00	19.70	16.90	13.90	11.10	14.38
1966	8.70	10.70	9.30	12.20	14.90	18.80	21.00	22.40	19.40	17.90	12.40	9.90	14.80
1967	8.90	9.00	10.50	11.60	14.90	17.30	21.50	23.00	19.30	17.90	14.90	10.90	14.98
1968	7.50	9.80	9.50	12.70	16.00	18.40	21.60	20.80	19.20	16.10	13.30	10.20	14.59
1969	8.80	9.00	10.60	11.00	15.20	16.90	20.00	21.30	20.00	16.30	14.30	10.00	14.45
1970	10.80	9.50	9.70	11.80	13.40	18.40	20.90	22.40	20.30	15.70	13.60	11.20	14.81
1971	9.50	8.20	8.30	12.40	15.10	18.00	21.20	23.30	19.00	14.80	11.90	10.60	14.36
1972	10.10	11.90	11.20	13.30	15.00	19.80	21.80	22.60	20.00	15.80	13.80	12.20	15.63
1973	9.50	8.20	9.30	10.70	16.00	19.60	22.30	23.00	21.50	17.80	13.60	11.70	15.27
1974	10.30	10.10	11.40	12.00	14.90	19.00	21.50	22.80	21.00	15.60	13.00	11.10	15.23
1975	9.70	9.30	10.70	15.80	15.30	17.80	22.20	22.20	21.50	17.60	14.00	12.10	15.68
1976	10.30	10.20	10.90	12.40	16.00	19.10	22.80	22.50	20.50	17.90	14.00	12.50	15.76
1977	12.00	12.60	12.80	12.50	16.30	18.70	21.90	21.80	20.00	17.80	15.40	7.80	15.80
1978	10.10	10.20	10.90	12.30	15.00	18.70	21.60	22.40	19.80	17.00	12.50	12.90	15.28
1979	9.60	11.40	11.90	11.90	15.40	20.70	22.30	22.60	20.00	18.70	13.60	12.70	15.90
1980	9.70	10.40	11.10	10.90	14.80	17.90	20.90	23.30	21.00	17.50	15.30	10.00	15.23
1981	8.00	8.90	11.10	13.40	15.30	20.30	21.40	22.00	21.00	20.20	12.80	12.00	15.53
1982	12.10	9.30	10.30	12.70	16.10	20.60	23.50	23.30	21.70	18.40	15.00	11.00	16.17
1983	11.10	8.90	10.80	13.10	15.00	19.00	22.90	22.70	21.10	17.50	14.80	11.20	15.68
1984	10.50	9.40	10.20	11.70	15.30	18.20	21.30	22.30	20.20	18.10	15.70	12.40	15.44
1985	9.40	10.60	10.50	13.00	16.20	19.70	23.00	22.90	20.40	17.70	18.70	12.50	16.22
1986	9.70	9.50	11.60	12.60	17.70	20.00	22.30	23.90	21.10	18.60	14.80	10.80	16.05
1987	7.20	9.10	6.80	11.10	13.80	18.30	20.70	23.90	22.20	18.90	11.70	12.10	14.65
1988	11.90	9.10	10.10	12.10	17.00	20.00	24.80	24.70	22.20	18.60	12.50	10.00	16.08
1989	9.70	10.20	12.20	13.50	15.40	19.20	23.40	22.60	21.50	16.20	14.40	12.50	15.90
1990	10.90	12.30	11.80	11.70	16.10	19.90	23.20	23.70	21.20	19.50	14.30	9.70	16.19
1991	9.70	9.10	12.40	11.90	13.70	19.10	22.60	24.00	22.20	20.20	16.00	11.40	16.03
1992	13.00	10.80	11.00	13.00	16.10	19.30	22.80	25.50	22.50	19.70	16.80	13.40	16.99
1993	11.60	9.20	10.90	15.00	19.00	22.50	24.00	26.80	24.20	20.80	17.90	15.80	18.14
1994	14.50	13.90	16.00	17.20	19.10	19.73	23.95	25.60	22.50	18.80	15.20	11.80	18.19
1995	8.90	11.50	10.30	12.00	16.30	20.80	25.10	24.10	21.60	16.90	12.50	12.70	16.06
1996	11.70	10.00	10.40	12.70	17.10	20.40	22.40	24.40	20.50	16.80	14.90	12.20	16.13
Valore medio delle temperature medie annuali													15.23

Tabella 6.67 Piogge mensili [mm] registrate alla stazione pluviometrica di Milazzo (1921-2003).

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	tot
1920	9	7	43	25	6	42	0	16.5	21.6	90.7	152	107.2	520
1921	32.5	63	36	47	22	71	18.5	40.5	49	192	144	94	809.5
1922	123	61	10	31	30	7	0	0.1	0.1	52	97	31	442.2
1924	143	109	39.4	31	1.8	6.8	21	35	0	100	234	34	755
1925	40.5	52.5	68.5	62.5	99	0.5	0	0	111	126	101.2	30	691.7
1926	85	26.5	30.5	60	15.4	27	7	10	45	10	112	110.5	538.9
1927	80	61.5	67	45	67.5	5	0	9	41	93	111.5	98.6	679.1
1928	72.2	55.5	112	85	0	0	0	0	41	61.5	76.5	61.5	565.2
1929	75.6	103.5	27.8	39.3	10.5	14.5	0	73	44	57	158	77.5	680.7
1930	99	192.4	67.3	36.8	27.8	26.5	15	0	52	151.8	34	129.8	832.4
1931	131.5	124.4	17.2	22.6	18.7	1	7.7	0	51.3	36.5	56.5	306.5	773.9
1932	26	144.3	328.5	94.2	31.2	25.6	47	8.9	25.9	29	265.8	24.1	1050.5
1933	105.4	72.9	37.5	24.4	25.1	26.5	1	67.4	66.8	20.5	112.1	136	695.6
1934	94.2	47.7	81.8	43.3	10.2	38.8	2.2	4.7	16.5	145.3	47.1	120.9	652.7
1935	74.7	38.9	121.7	1.4	9.4	0	37.8	5.5	36.9	38	81	56.6	501.9
1936	57.1	60.8	40	41.3	41	17.8	6.3	31.5	54.2	107.4	52.3	94.9	604.6
1937	14.3	24.9	24.8	13.5	28.1	0.7	13.7	0.9	41.4	40	69.6	132.7	404.6
1938	109.3	50.4	53.3	65.7	33.5	0	1.1	9.3	17	100.4	72	121.9	633.9
1939	66.2	30	77.9	15.4	60.3	3.3	0	7.4	85.5	53.8	141	48.2	589
1940	128.5	19.5	36.9	54.7	62.5	27.4	0	3.5	0.6	16.6	94.3	142.6	587.1
1941	37.6	21.2	19.2	30	28.3	12.7	0.7	0	23.6	53.6	113.7	38.9	379.5
1942	97	69	15	10	4	54	3	23	7	16	55	37	390
1958	128.1	36.8	86.6	73.2	44.6	0.6	15	0	3	58.6	286.2	51	783.7
1959	74	5.2	84.6	98.3	39.2	40	13.2	71.8	21.2	44	153	63	707.5
1960	102.2	52	82	97	61.4	2.8	0.4	0.4	99.8	38.8	34.2	49.2	620.2
1961	201.8	38.2	24.8	46.6	39.4	4.4	28.8	7.2	0	57.6	123.8	101.8	674.4
1962	161.8	68.8	73.2	31.2	3.2	13.8	5.5	0	59.4	73.8	110	91	691.7
1963	110.4	83.2	69.8	79.2	81.8	11.6	1.6	64.6	48.6	162.4	33	108.4	854.6
1964	68	138.4	32	23.4	31	72.6	43.2	51.2	29.2	92.2	144.6	131.4	857.2
1965	173.6	137.6	63.2	40.2	9.8	0	0.2	19.2	48.8	93.6	49.2	141.2	776.6
1966	85.8	32.4	87.8	60	105	12.6	4.6	0	41	123.8	103	265.2	921.2
1967	123.8	62	50.6	31.2	20.2	2	0.2	13.8	41.8	39.8	127.4	180.6	693.4
1968	145.8	62.8	19.8	12.6	16	68	6.2	16.4	17.4	66.4	74.2	223.6	729.2
1969	84.4	62.2	59.2	30	3.8	19.2	0	14.6	137.2	55	66.8	194.2	726.6

(segue)

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	tot
1970	63.8	38.8	39	17.2	94.8	9.8	0.6	0	37.6	130.8	28.6	49.8	510.8
1971	63.2	104.4	123	21.2	29.4	6.4	26.8	1	141	140	84	30	770.4
1972	114.6	71	35.4	65.6	13	17	34.4	7.8	73.6	129.4	7.6	129.6	699
1973	191.4	146.8	111.8	44.8	21.2	0	83	25.4	163.8	194.2	8.8	71.4	1062.6
1974	78.6	77.6	36.4	100.4	10.6	2.2	8	15.6	14.4	91.8	100.4	38.4	574.4
1975	37.6	121	69.4	12	22.6	19.8	0.2	36	23.4	113.8	67.8	82.2	605.8
1976	95.6	30.4	36.8	41.6	21.2	48.4	71	41.4	1.8	211	114	116.8	830
1977	56.8	35.2	37.2	78.2	3.6	40	0	5	80.2	14.6	162	78.2	591
1978	94.8	116.6	42	68.4	46.4	0	0	0	44.4	147.8	26.2	59.8	646.4
1979	60.8	69.2	37.6	92	20.6	39.6	4.2	63.6	24	101.8	117.6	21.4	652.4
1980	26.4	22.4	61.4	38.8	34.8	5.4	0	20.4	10.8	93	44.6	112	470
1981	68.8	109.8	8.8	1.4	12.8	3.4	31.2	43	33	28.6	85.6	25.2	451.6
1982	9.8	43	40.4	17.4	0.2	9.4	0	84.4	75.8	140.8	46	55.6	522.8
1983	11	48	49.4	23.6	18.4	0.6	0	49.6	31.4	42	50.8	83.6	408.4
1984	13.8	36.8	7.8	21.2	0	0.2	15.8	21.2	32	68	83	7.2	307
1985	74.8	16.8	175	68.8	20.2	0	19.2	0.8	4.2	10.6	88.8	5.6	484.8
1986	111.4	114.2	157.6	18.6	5.8	6.6	27.6	13.2	25.8	98.8	31	57.8	668.4
1987	72.2	68.2	92.4	8	30.8	6.4	0	1	162.4	91.8	113.6	43.8	690.6
1988	142	102.6	78.4	53	10	3.8	0	13.2	109.8	62	175.2	128.4	878.4
1989	40	22	8.2	62.8	34.4	15.6	35.8	7.2	38.4	48	99.8	49	461.2
1990	71.2	30.6	23.6	116.4	9.4	0.6	27.8	10.6	14.6	52.4	129.4	143.6	630.2
1991	60.6	81.6	99.6	34	53.6	5.2	0	4.8	31.4	101.6	74.4	79.2	626
1992	27.8	8	23.8	34.2	77.2	59.2	10.2	0	42.2	44.2	34	65.4	426.2
1993	44	59.8	144	23.2	36	20.4	2.8	7.2	45.2	171.2	82.2	68.8	704.8
1994	112.4	114.6	2	91.2	23	21.4	47	5	68	37.8	10.6	57.8	590.8
1996	242.8	142.4	94	46.4	72	6.8	5	11.4	102.6	299.6	21.8	148	1192.8
1999	89.8	42.6	54.8	30.2	28.2	10.4	48	15.2	80.6	13.8	119.6	99.2	632.4
2000	75.8	49.2	15.2	84.2	14.6	7.4	2.2	0.2	117	59.4	90.4	48.6	564.2
2001	72.4	82.8	57	85.2	46.6	18.6	0.2	23.6	30	2.2	125.8	112	656.4
2003	90.4	110.2	39.8	58.8	10	17	0	40.4	10.8	130.8	104.4	261.8	874.4
1994	112.4	114.6	2	91.2	23	21.4	47	5	68	37.8	10.6	57.8	590.8
1996	242.8	142.4	94	46.4	72	6.8	5	11.4	102.6	299.6	21.8	148	1192.8
1999	89.8	42.6	54.8	30.2	28.2	10.4	48	15.2	80.6	13.8	119.6	99.2	632.4
2000	75.8	49.2	15.2	84.2	14.6	7.4	2.2	0.2	117	59.4	90.4	48.6	564.2
2001	72.4	82.8	57	85.2	46.6	18.6	0.2	23.6	30	2.2	125.8	112	656.4
2003	90.4	110.2	39.8	58.8	10	17	0	40.4	10.8	130.8	104.4	261.8	874.4
Altezza media di precipitazione annuale													656.22

Tabella 6.68

Coefficients di erodibilità per i singoli bacini

Bacini	Coefficients di erodibilità		
	γ	ϕ	X
1	0.97	0.20	0.56
2	0.90	0.30	0.35
3	1.06	0.10	0.49
4	0.78	0.30	0.32
5	0.60	0.30	0.45
6	1.48	0.10	0.48
7	1.37	0.10	0.28
8	1.38	0.10	0.28
9	1.44	0.20	0.50
10	1.42	0.10	0.39
11	1.42	0.10	0.53
12	1.22	0.20	0.41
13	1.45	0.10	0.10
14	1.14	0.30	0.44
15	1.36	0.10	0.43
16	1.69	0.10	0.24
17	1.08	0.30	0.56
18	1.21	0.30	0.50
19	1.58	0.20	0.38
20	0.93	0.30	0.50

Tabella 6.69 Stima della produzione di sedimenti in m³/anno dei bacini in esame mediante il modello di Gavrilovic.

Bacino	T	Coeff. di temp	Precipitazione annua	Superficie	Coefficienti di erodibilità			Pendenza media	Coeff. erosione	Perdita di suolo annua	Perimetro	Altitudine media	Lunghezza Asta	Coeff. di resa solida	Produzione sedimenti
	[°C]				Y	Φ	X								
	t	T	h	S				i	Z	W	P	Hm	L	B	G
1	15.23	1.27	656.23	2.74	0.97	0.20	0.56	15.48	0.32	1305.25	8.85	117.32	3.99	0.29	380.37
2	15.23	1.27	656.23	9.60	0.90	0.30	0.35	21.62	0.24	2956.13	16.52	205.18	7.38	0.42	1252.37
3	15.23	1.27	656.23	1.60	1.06	0.10	0.49	29.80	0.34	820.40	7.32	86.68	2.77	0.25	204.72
4	15.23	1.27	656.23	13.45	0.78	0.30	0.32	20.67	0.19	2888.37	18.32	357.32	7.73	0.58	1667.67
5	15.23	1.27	656.23	31.78	0.60	0.30	0.45	28.85	0.22	8834.42	28.57	484.98	12.60	0.66	5820.80
6	15.23	1.27	656.23	1.36	1.48	0.10	0.48	9.06	0.29	549.13	6.03	64.16	2.45	0.20	109.74
7	15.23	1.27	656.23	3.34	1.37	0.10	0.28	14.98	0.19	721.67	10.23	128.94	4.87	0.31	222.95
8	15.23	1.27	656.23	7.59	1.38	0.10	0.28	25.22	0.24	2278.95	17.02	252.46	8.32	0.45	1031.58
9	15.23	1.27	656.23	0.81	1.44	0.20	0.50	10.49	0.38	494.56	5.13	81.66	2.33	0.21	103.85
10	15.23	1.27	656.23	1.60	1.42	0.10	0.39	12.99	0.26	548.08	7.16	103.02	3.34	0.26	141.14
11	15.23	1.27	656.23	0.84	1.42	0.10	0.53	10.33	0.31	387.55	5.10	86.20	2.30	0.22	83.53
12	15.23	1.27	656.23	6.13	1.22	0.20	0.41	22.41	0.33	3100.91	14.15	196.10	5.93	0.42	1296.91
13	15.23	1.27	656.23	0.64	1.45	0.10	0.10	5.79	0.05	17.37	3.51	21.46	1.42	0.10	1.67
14	15.23	1.27	656.23	3.26	1.14	0.30	0.44	17.89	0.36	1871.98	10.83	161.69	4.86	0.36	667.14
15	15.23	1.27	656.23	2.59	1.36	0.10	0.43	12.66	0.27	939.26	9.91	137.56	4.71	0.32	298.25
16	15.23	1.27	656.23	4.36	1.69	0.10	0.24	4.10	0.12	503.80	9.01	10.70	2.13	0.10	51.57
17	15.23	1.27	656.23	81.28	1.08	0.30	0.56	30.35	0.52	80195.80	47.57	400.96	18.80	0.61	48649.82
18	15.23	1.27	656.23	40.11	1.21	0.30	0.50	23.17	0.47	33913.47	35.72	597.08	16.15	0.71	23961.68
19	15.23	1.27	656.23	10.32	1.58	0.20	0.38	4.98	0.25	3440.93	12.97	62.50	4.76	0.24	839.50
20	15.23	1.27	656.23	28.24	0.93	0.30	0.50	25.77	0.38	17354.67	41.64	524.38	17.26	0.69	11900.75

7 Stima del budget dei sedimenti

Una stima precisa del budget dei sedimenti dei litorali per il paraggio in esame è di difficile quantificazioni a causa delle notevoli incertezze intrinseche nella valutazione delle diverse grandezze che entrano in gioco.

Tuttavia l'analisi dei volumi di sedimenti in ingresso e in uscita dal tratto di litorale in esame può fornire importanti informazioni per la comprensione qualitativa della dinamica di sedimenti.

Il tratto di costa compreso tra Capo Milazzo e Villafranca Tirrena risulta interessato da diversi corsi d'acqua che apportano sedimenti al litorale. Tuttavia, come mostrato nel paragrafo precedente, i maggiori apporti sono dovuti ai torrenti Corriolo, Muto e Niceto, tutti posti nella parte più occidentale del tratto di costa.

Inoltre, lo studio della deriva dei sedimenti ha evidenziato come la porzione di litorale a Ovest del torrente Muto presenti una, seppur modesta, deriva dei sedimenti in direzione Ovest. Per quanto attiene invece al tratto di costa compreso tra i torrenti Muto e Niceto non si rileva alcuna deriva media annua dei sedimenti; fatto confermato sia dalla forma perfettamente lineare della linea di costa che dalla sostanziale inamovibilità della linea di costa nel tempo. Al contrario, il tratto di costa ad Est del Torrente Niceto presenta una netta deriva dei sedimenti in direzione Ovest.

Tali circostanze suggeriscono che il tratto di costa a Est e quello a Ovest del torrente Niceto evolvano in modo sostanzialmente indipendente l'uno dall'altro e che il tratto di litorale oggetto dell'intervento di ripascimento protetto risulta alimentato in modo preponderante dal solo torrente Niceto.

A ulteriore conferma di tale valutazione è possibile evidenziare come mentre il tratto di litorale a Ovest del Fiume Niceto sia rimasto

praticamente inalterato nel tempo, il tratto di litorale a Ovest del Torrente Niceto sia stato interessato da importanti fenomeni erosivi dopo la realizzazione di opere di regimazione dello stesso torrente.

Dal punto di vista degli output dei sedimenti, è opportuno far notare che l'analisi delle curve batimetriche desunte dalla Carta Nautica del tratto di litorale in esame ha mostrato l'assenza di canyon sottomarini in prossimità della spiaggia attiva che possono intrappolare i sedimenti e non renderli più disponibili alla dinamica costiera dei sedimenti.

Riepilogando il tratto di litorale in oggetto risulta alimentato dai corsi d'acqua posti a Est del Torrente Niceto, il cui apporto solido rappresenta sicuramente il maggiore contributo, mentre l'unica uscita significativa risulta essere legata alla deriva dei sedimenti in direzione Nord-Est.

È importante evidenziare come tale circostanza spieghi gli importanti arretramenti della linea di spiaggia che si è determinata a Est del torrente Niceto a seguito della riduzione degli apporti nello stesso torrente.

Da un punto di vista quantitativo, seppur con le dovute cautele, è possibile stimare una deriva dei sedimenti potenziale, in assenza di interventi antropici, dell'ordine di circa centomila metri cubi all'anno in direzione Nord-Est, volumi che in passato erano compensati dagli apporti solidi del torrente Niceto e del torrente Muto.

8 Sintesi dei risultati e conclusioni

Il presente studio riporta le analisi condotte per la determinazione della deriva e del budget dei sedimenti nell'unità fisiografica in cui ricade il tratto di litorale tirrenico oggetto del proposto intervento di ripascimento protetto.

Sebbene una stima quantitativa del budget dei sedimenti risulti estremamente difficile la sua conduzione, seppur di massima, ha consentito di ottenere importanti informazioni per la comprensione della dinamica di sedimenti.

In dettaglio, l'esame della distribuzione dell'energia del moto ondoso sottocosta, ottenuta a seguito dell'applicazione di un opportuno modello di trasformazione di moto ondoso di tipo spettrale, ha mostrato come il tratto di litorale ad Ovest del torrente Niceto non mostra una netta deriva dei sedimenti, fatto peraltro confermato dalla sostanziale forma rettilinea della linea di costa in tale tratto, mentre ad Est dello stesso corso d'acqua si osserva una chiara deriva dei sedimenti in direzione Nord-Est.

Tale circostanza risulta confermata dalle valutazioni puntuali della portata solida, condotta sulla base delle caratteristiche del clima ondoso al frangimento. Tale studio ha evidenziato come si possa stimare una portata solida potenziale dell'ordine delle decine di migliaia di metri cubi all'anno, sempre nel tratto posto a Est del torrente Niceto.

La valutazioni degli apporti solidi potenziali al litorale ha mostrato come il tratto di costa compreso tra Capo Milazzo e Villafranca Tirrena risulta interessato da diversi corsi d'acqua che apportano sedimenti al litorale. Tuttavia i maggiori apporti sono dovuti ai torrenti Corriolo,

Muto e Niceto, tutti posti nella parte più occidentale del tratto di costa.

Confrantando gli apporti solidi al litorale e la deriva dei sedimenti si evidenzia come che il tratto di costa a Est e a Ovest del torrente Niceto evolvano in modo sostanzialmente indipendente l'uno dall'altro e che il tratto di litorale oggetto dell'intervento di ripascimento protetto oggetto del presente studio, risulti alimentato in modo preponderante dal solo torrente Niceto.

A conferma di tale circostanza è possibile evidenziare come mentre il tratto di litorale a Ovest del Fiume Niceto sia rimasto praticamente inalterato nel tempo, il tratto di litorale a Ovest del Torrente Niceto sia stato interessato da importanti fenomeni erosivi dopo la realizzazione di opere di regimazione dello stesso torrente.

Riepilogando il tratto di litorale in oggetto risulta alimentato dai corsi d'acqua posti a Est del Torrente Niceto, il cui apporto solido rappresenta sicuramente il maggiore contributo, mentre l'unica uscita significativa risulta essere legata alla deriva dei sedimenti in direzione Nord-Est.

È importante evidenziare come tale circostanza spieghi gli importanti arretramenti della linea di spiaggia che si è determinata a Est del torrente Niceto a seguito della riduzione degli apporti nello stesso torrente.

Bibliografia

Gavrilovic, S. (1959) Methode de la classification des basins torrentiels et equations nouvelles pour le calcul des hautes eaux et du debit solide. Vadoprievreda, Belgrade.

Elenco delle Figure

- Figura 3.1 Corografia del litorale tirrenico oggetto del presente studio.
- Figura 3.2 Stralcio dell'Atlante delle Spiagge Italiana relativo al tratto di costa oggetto del presente studio – (CNR, 1995)
- Figura 4.1 Individuazione dei punti in cui sono stati valutati i risultati della trasformazione del moto ondoso dal largo verso la riva
- Figura 4.2 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 1 (profondità 20 m)
- Figura 4.3 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 2 (profondità 20 m)
- Figura 4.4 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 3 (profondità 20 m)
- Figura 4.5 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 4 (profondità 6 m)
- Figura 4.6 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 5 (profondità 6 m)
- Figura 4.7 Percentuale degli eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 6 (profondità 6 m)

- Figura 4.8 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 1 espressa in GJ/m.
- Figura 4.9 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 2 espressa in GJ/m.
- Figura 4.10 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 3 espressa in GJ/m.
- Figura 4.11 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 4 espressa in GJ/m.
- Figura 4.12 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 5 espressa in GJ/m.
- Figura 4.13 Distribuzione direzionale dell'energia media annuale del moto ondoso nel punto 6 espressa in GJ/m.
- Figura 5.1 Individuazione delle sezioni in cui sono state valutate le caratteristiche del moto ondoso al frangimento
- Figura 6.1 Rete idrografica ricadente all'interno dei bacini.
- Figura 6.2 Carta Litologica della Regione Siciliana realizzata dall'Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali della Regione Sicilia nel 1996.
- Figura 6.3 Carta Pedologica della Regione Siciliana realizzata dall'Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali della Regione Sicilia nel 1996.

Elenco delle Tabelle

- Tabella 4.1 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 1 (profondità 20 m).
- Tabella 4.2 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 2 (profondità 20 m).
- Tabella 4.3 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 3 (profondità 20 m).
- Tabella 4.4 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 4 (profondità 6 m).
- Tabella 4.5 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 5 (profondità 6 m).
- Tabella 4.6 Percentuale eventi per classe di altezza d'onda significativa e per classe di direzione di provenienza determinate nel punto 6 (profondità 6 m).
- Tabella 5.1 Altezze d'onda al frangimento per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione A.
- Tabella 5.2 Angolo compreso tra direzione di propagazione del moto ondoso d'onda al frangimento e la direzione dell'ortogonale alla linea di riva di riva per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione A
- Tabella 5.3 Altezze d'onda al frangimento per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione B

Tabella 5.4	Angolo compreso tra direzione di propagazione del moto ondoso d'onda al frangimento e la direzione dell'ortogonale alla linea di riva di riva per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione B
Tabella 5.5	Altezze d'onda al frangimento per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione C
Tabella 5.6	Angolo compreso tra direzione di propagazione del moto ondoso d'onda al frangimento e la direzione dell'ortogonale alla linea di riva di riva per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo – sezione C
Tabella 5.7	Trasporto solido litoraneo potenziale espresso in m^3/s per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo - Sezione A
Tabella 5.8	Trasporto solido litoraneo potenziale espresso in m^3/s per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo - Sezione B
Tabella 5.9	Trasporto solido litoraneo potenziale espresso in m^3/s per classi di direzione di provenienza e altezza d'onda al largo - Sezione C
Tabella 6.1	Bacini interessati nello studio sull'apporto solido.
Tabella 6.2	Bacini interessati nello studio sull'apporto solido.
Tabella 6.3	Tipi di affioramenti per il bacino 1
Tabella 6.4	Tipi di affioramenti per il bacino 2
Tabella 6.5	Tipi di affioramenti per il bacino 3
Tabella 6.6	Tipi di affioramenti per il bacino 4
Tabella 6.7	Tipi di erosione per il bacino 1
Tabella 6.8	Tipi di erosione per il bacino 2
Tabella 6.9	Tipi di erosione per il bacino 3
Tabella 6.10	Tipi di erosione per il bacino 4

Tabella 6.11	Uso del suolo per il bacino 1
Tabella 6.12	Uso del suolo per il bacino 2
Tabella 6.13	Uso del suolo per il bacino 3
Tabella 6.14	Uso del suolo per il bacino 4
Tabella 6.15	Tipi di affioramenti per bacino 5
Tabella 6.16	Tipi di erosione per il bacino 5
Tabella 6.17	Uso del suolo per il bacino 5
Tabella 6.18	Tipi di affioramenti per il bacino 6
Tabella 6.19	Tipi di affioramenti per il bacino 7
Tabella 6.20	Tipi di affioramenti per il bacino 8
Tabella 6.21	Tipi di affioramenti per il bacino 9
Tabella 6.22	Tipi di affioramenti per il bacino 10
Tabella 6.23	Tipi di affioramenti per il bacino 11
Tabella 6.24	Tipi di affioramenti per il bacino 12
Tabella 6.25	Tipi di affioramenti per il bacino 13
Tabella 6.26	Tipi di affioramenti per il bacino 14
Tabella 6.27	Tipi di affioramenti per il bacino 15
Tabella 6.28	Tipi di affioramenti per il bacino 16
Tabella 6.29	Tipi di erosione per il bacino 6
Tabella 6.30	Tipi di erosione per il bacino 7
Tabella 6.31	Tipi di erosione per il bacino 8
Tabella 6.32	Tipi di erosione per il bacino 9
Tabella 6.33	Tipi di erosione per il bacino 10
Tabella 6.34	Tipi di erosione per il bacino 11
Tabella 6.35	Tipi di erosione per il bacino 12
Tabella 6.36	Tipi di erosione per il bacino 13
Tabella 6.37	Tipi di erosione per il bacino 14
Tabella 6.38	Tipi di erosione per il bacino 15
Tabella 6.39	Tipi di erosione per il bacino 16
Tabella 6.40	Uso del suolo per il bacino 6
Tabella 6.41	Uso del suolo per il bacino 7

Tabella 6.42	Uso del suolo per il bacino 8
Tabella 6.43	Uso del suolo per il bacino 9
Tabella 6.44	Uso del suolo per il bacino 10
Tabella 6.45	Uso del suolo per il bacino 11
Tabella 6.46	Uso del suolo per il bacino 12
Tabella 6.47	Uso del suolo per il bacino 13
Tabella 6.48	Uso del suolo per il bacino 14
Tabella 6.49	Uso del suolo per il bacino 15
Tabella 6.50	Uso del suolo per il bacino 16
Tabella 6.51	Tipi di affioramenti per il bacino 17
Tabella 6.52	Tipi di erosione per il bacino 17
Tabella 6.53	Uso del suolo per il bacino 17
Tabella 6.54	Tipi di affioramenti per il bacino 18
Tabella 6.55	Tipi di erosione per il bacino 18
Tabella 6.56	Uso del suolo per il bacino 18
Tabella 6.57	Tipi di affioramenti per il bacino 19
Tabella 6.58	Tipi di erosione per il bacino 19
Tabella 6.59	Uso del suolo per il bacino 19
Tabella 6.60	Tipi di affioramenti per il bacino 20
Tabella 6.61	Tipi di erosione per il bacino 20
Tabella 6.62	Uso del suolo per il bacino 20
Tabella 6.63	Valori del coefficiente X_i al variare del tipo di copertura vegetale.
Tabella 6.64	Valori del coefficiente Y_i al variare del tipo di formazione affiorante.
Tabella 6.65	Valori del coefficiente φ al variare del tipo e dell'estensione dell'erosione osservata.
Tabella 6.66	Temperature mensili [$^{\circ}\text{C}$] registrate alla stazione termometrica di Ganzirri (1926-1996).

- Tabella 6.67 Piogge mensili [mm] registrate alla stazione pluviometrica di Milazzo (1921-2003).
- Tabella 6.68 Coefficienti di erodibilità per i singoli bacini
- Tabella 6.69 Stima della produzione di sedimenti in m³/anno dei bacini in esame mediante il modello di Gavrilovic .