



REGIONE CALABRIA

Dipartimento N. 6 - Infrastrutture - Lavori Pubblici - Mobilita' Settore: Difesa del Suolo

PROGETTO PER LA SALVAGUARDIA DEL LITORALE COSTIERO

II STRALCIO - CALOPEZZATI (CS)

C.U.P. J23B18000340001 - CIG 8181782C16 - Cod. Rendis 18IR980/G1

PROGETTO DEFINITIVO

elaborato:

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

(Elaborato redatto da altro professionista nell'ambito dell'Accordo Straordinario della Regione Calabria e Universita' della Calabria - Dipartimento DIBEST)

TAVOLA

R3

SCALA

DATA

MAR.22

FILE

R3_REL_GEOM.doc

COORDINATE PROGETTO

0422/CE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI (R.T.P.):

DOTT. ING. ANTONIO D'ARRIGO

DOTT. ING. NICOLA RUSTICA

DOTT. ING. DOMENICO MANGANO

DOTT. ING. AGOSTINO LA ROSA

DOTT. ING. LEOPOLDO ROSSI

DOTT. ING. MANUELA BARBAGIOVANNI GASPARO

DOTT. ING. ALBERTO LO PRESTI

DOTT. ARCHEOL. TIZIANA FISICHELLA

DOTT. BIOL. SEBASTIANO CAPONE

DOTT. GEOL. PIERO MERK

c/o Sede legale: Studio D'Arrigo Via Cagini n.6 98122 Messina - Tel./Fax. 090364154 3356573963 - pec: antoniop.darrigo@ingpec.eu - mail: a.darrigo@tiscali.it

IL DIRIGENTE DEL SETTORE 6:

DOTT. ARCH. ORSOLA REILLO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

DOTT. GEOL. GIOVANNA CHIODO

Accordo Commissario Straordinario della Regione Calabria e Università della Calabria – Dipartimento DIBEST

Report 3

Inquadramento geomorfologico della spiaggia di Calopezzati (CS)

18IR954/G1 “Salvaguardia litorale costiero di Calopezzati”-

- CUP J23B18000330001;

18IR980/G1 “Progetto preliminare per la salvaguardia del litorale costiero Il stralcio”

CUP J23B18000330001

Il Responsabile Scientifico (Unical - DiBEST)

i Collaboratori

Ric. Rocco Dominici

Dott. Geol. Antonio Viscomi(Borsista)



INDICE

PREMESSA	3
DEFINIZIONI E METODOLOGIE	4
Unità Fisiografica Costiera Principale (UFCP)	4
Unità Fisiografica Costiera Secondaria (UFCS).....	5
Unità gestionali costiere UGC	6
Le Province Petrografiche - pp.....	8
La Cella Litoranea - CL	9
INQUADRAMENTO GEO- MORFOSEDIMENTOLOGICO DELL'AREA COSTIERA 3..	10
Inquadramento geologico	10
Inquadramento morfosedimentologico del sistema costiero-piattaforma-scarpata.....	15
Area Costiera 3 – Unità Fisiografica Naturale.	18
<i>Unità fisiografica Costiera 8.2 di 2° ordine - Crosia.....</i>	<i>19</i>
<i>Spiaggia emersa e sistema dunale</i>	<i>19</i>
<i>Spiaggia sommersa</i>	<i>21</i>
<i>Variazione della Linea di riva</i>	<i>21</i>
<i>Piattaforma Scarpata</i>	<i>22</i>
<i>Unità fisiografica Costiera di 2° ordine, 8.3 – Calopezzati.....</i>	<i>22</i>
<i>Spiaggia emersa e sistema dunale</i>	<i>22</i>
<i>UFC-3° ordine Pietrapaola.....</i>	<i>24</i>
<i>Spiaggia sommersa</i>	<i>24</i>
<i>Variazione della Linea di riva</i>	<i>24</i>
<i>Piattaforma Scarpata</i>	<i>25</i>
<i>Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 9.1 Mandatoriccio.....</i>	<i>26</i>
<i>Spiaggia emersa e sistema dunale</i>	<i>26</i>



<i>UFC-2° ordine Mandatoriccio</i>	27
<i>Spiaggia sommersa</i>	27
<i>Variazione della Linea di riva</i>	28
<i>Piattaforma Scarpata</i>	28
<i>Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 9.2 - Cariati</i>	29
<i>Spiaggia emersa e sistema dunale</i>	29
<i>UFC-2° ordine Cariati</i>	31
<i>Spiaggia sommersa</i>	31
<i>Variazione della Linea di riva</i>	31
<i>Piattaforma Scarpata</i>	31
ANALISI MORFOSEDIMENTOLOGICA DELL'UNITÀ FISIOGRAFICA COSTIERA DI CALOPEZZATI	34
DISCUSSIONE DEI DATI	36
<i>Variazione delle linee di riva</i>	36
<i>Dati Morfosedimentologici</i>	38
<i>Trasporto solido longitudinale</i>	39
BIBLIOGRAFIA.....	40
ALLEGATI	42
VARIAZIONI DELLE LINEE DI RIVA	43
CARTA MORFOLOGICA DEL SISTEMA PIATTAFORMA-SCARPATA.....	29



PREMESSA

L'analisi delle morfologie e delle micro e macro strutture sedimentarie costiere, prodotte dai processi di erosione, deposito e trasporto, rappresenta il target degli studi morfosedimentologici. L'analisi quantitativa e qualitativa delle morfologie (linee di riva, battigia, berme, foreshore, backshore, sistema dunale ecc.) e delle strutture sedimentarie, integrata dall'analisi di dati meteomarini, fornisce importanti elementi per lo sviluppo, calibrazione, validazione dei modelli morfodinamici, la definizione del bilancio sedimentario e la costruzione degli scenari evolutivi.



DEFINIZIONI E METODOLOGIE

La definizione di unità spazio-temporali in ambito costiero rappresenta una condizione di base per gli studi morfosedimentologici costieri. Nelle Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici le unità fisiografiche costiere vengono distinte in tre ordini gerarchici.

L'unità fisiografica costiera principale di 1° ordine rappresenta un riferimento "all'ambito costiero naturale". L'unità fisiografica secondaria di 2° ordine o Macro cella è delimitata da elementi naturali o da grandi infrastrutture antropiche (porti). L'unità gestionale di 3° ordine o Cella o macrocella gestionale è delimitata da elementi naturali, da grandi o medie infrastrutture antropiche (porti) e punti singoli. Infine la sub-unità gestionale di 4° ordine (microcella o cella gestionale) è delimitata da elementi naturali, da grandi o medie infrastrutture antropiche (porti), punti singoli e limiti gestionali. I limiti gestionali rappresentano dei limiti definiti dagli Enti come le Regioni in base alle proprie esigenze di studi, monitoraggi, manutenzioni e attività di gestione ordinaria della costa.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva in cui vengono sintetizzate le definizioni di unità fisiografiche costiere di 1°, 2°, 3°, e 4° ordine.

Unità fisiografica costiera	Gerarchia degli ambiti costieri	Definizioni equivalenti	Elementi di delimitazione	Tempi di ritorno per la profondità di chiusura	Ambito di riferimento
Principale	1° ordine	UF principale	Elementi naturali	TR 100 anni	Pianificazione stralcio di bacino
Secondaria	2° ordine	Macro-cella	Elementi naturali e grandi porti	TR 50 anni	Pianificazione stralcio di bacino, progettazione grandi porti
Unità Gestionale	3° ordine	Cella, Macrocella gestionale	Elementi naturali, grandi porti, porti medi, punti singoli	TR 10 anni	Interventi di difesa della costa, progettazione di porti di medie e piccole dimensioni e di opere marittime, attività di gestione dei sedimenti
sub-unità gestionale	4° ordine	Micro-cella, Cella gestionale	Elementi naturali, grandi porti, porti medi, punti singoli, limiti gestionali	TR 2-5 anni	Statistiche, manutenzioni ordinarie, gestione ordinaria e stagionale

Unità Fisiografica Costiera Principale (UFPCP)

Si tratta di un esteso tratto di costa che in genere più di 10 km ma alimentata da uno o più bacini idrografici, nei quali i sedimenti subiscono movimenti lungo costa sostanzialmente



confinati all'interno dei due limiti estremi, costituiti da elementi morfologici naturali (promontori, ecc.).

Gli scambi di sedimenti con le UFCP contigue sono scarsamente significativi anche per eventi con lunghi tempi di ritorno. L'UFCP è costituita dalla spiaggia emersa fino al sistema duna che rappresenta un elemento morfosedimentologico costruito dal vento), o fino alle prime strutture antropiche rigide continue, e dalla spiaggia sommersa fino alla profondità di chiusura o di influenza del moto ondoso. L'UFCP è considerato settore territoriale di riferimento per la pianificazione di bacino sulla difesa delle coste. L'UFCP può essere costituita da una o più unità fisiografiche secondarie. L'unità fisiografica principale può avere estensione interprovinciale o interregionale, in tal caso tutte le pianificazioni previste devono essere armoniche e condivise.

Unità Fisiografica Costiera Secondaria (UFCS)

Tratto di costa, sotteso a uno o più bacini idrografici, identificabile in base a specificità morfologiche, idrografiche ed infrastrutturali, che lo contraddistinguono rispetto ai tratti contigui sulla base di elementi morfosedimentologici (ad esempio variazione della direzione e dei trend di spostamento della linea di riva; strutturazione di diversi morfotipi di spiaggia; variazioni tessiturali e del bilancio sedimentario; ecc.) condizionati dalla presenza di opere marittime importanti. I limiti possono essere costituiti, oltre che da elementi morfologici naturali (punti di convergenza, punti di divergenza, punti di perdita dei sedimenti come fosse e canyon sommersi, promontori, ecc.), anche da opere marittime di grandi dimensioni che interrompono gran parte del trasporto solido litoraneo (grandi porti, ecc.. con opere aggettanti oltre la profondità di chiusura di riferimento). Questi tratti di costa sono contraddistinti da un bilancio sedimentario proprio, naturale o condizionato da opere antropiche, anche rispetto ad eventi con tempi di ritorno medi. I sedimenti si muovono tra i limiti ma possono bypassarli quando non sono limiti di UFCP in caso di eventi critici. I sedimenti si muovono tra i limiti ma possono essere bypassati, quando non sono limiti di UFCP, anche in caso di eventi con tempi medi.

All'interno della UFCS è compresa la spiaggia emersa dalla linea di riva fino all'apparato dunale, ove presente, o fino alle prime strutture antropiche rigide continue, e la spiaggia sommersa fino alla profondità di chiusura o di influenza del moto ondoso. Tale tratto viene



considerato, nel caso di una sua grande estensione, settore territoriale di riferimento minimo per la pianificazione di bacino sulla difesa delle coste o per l'analisi a media scala della dinamica sedimentaria litoranea in caso di progettazione di grandi opere marittime. L'unità fisiografica secondaria è costituita da una o più unità gestionali costiere. L'unità fisiografica secondaria può avere estensione intercomunale o interprovinciale, in tal caso tutte le pianificazioni e azioni previste devono essere armoniche e condivise.

Unità gestionali costiere UGC

Unità gestionali costiere (UGC) sono tratti di costa identificabili in base a specifiche caratteristiche geomorfologiche, sedimentologiche e idrodinamiche i cui limiti possono essere costituiti, oltre che da opere marittime interferenti di medie dimensioni o da elementi morfologici naturali, anche da punti singolari di trasporto solido che risultino accertati e fissi (punti di convergenza, punti di divergenza, punti di perdita dei sedimenti come fosse e canyon sommersi). Questo tratto di costa è caratterizzato da un bilancio sedimentario proprio anche per eventi con “tempi di ritorno brevi” e rappresenta l'unità territoriale di riferimento minima per l'analisi della dinamica sedimentaria litoranea. I sedimenti si muovono tra i limiti ma possono essere bypassati, quando non sono limiti di UFCP, anche in caso di eventi con tempi molto brevi.

UGS comprende la spiaggia emersa dalla battigia fino al sistema dunale, ove presente, o fino alle prime strutture antropiche rigide continue, e la spiaggia sommersa fino alla profondità di chiusura o di influenza del moto ondoso. In relazione agli effetti manifestati o attesi della dinamica sedimentaria costiera, le programmazioni delle azioni previste devono essere armoniche e condivise tra tutti gli Enti territoriali ricadenti nell'unità gestionale costiera. Le unità gestionali costiere possono essere suddivise in ulteriori unità gestionali (sub-unità gestionali) ai fini del monitoraggio locale dello stato dei litorali, dei fenomeni erosivi, dei tratti critici e degli accumuli di sedimenti.

L'identificazione delle Unità Fisografiche costiere principali e secondarie è l'output di uno studio integrato: morfosedimentologico del sistema costiero e marino (margine della piattaforma) e dei bacini idrografici e di tutte le potenziali aree di alimentazione del sistema costiero ed idraulico e meteomarinario.



L'identificazione delle UGS può essere eseguita utilizzando una o più metodologie tra quelle di seguito riportate:

- Analisi morfologica sugli accumuli su strutture aggettanti, su deviazioni di foci fluviali, ecc.
- Analisi del trasporto litoraneo dei sedimenti, attraverso modellistica numerica, che tenga conto delle modalità di incisione sulla costa del moto ondoso prevalente, attraverso osservazioni sperimentali in sito mediante l'utilizzo di appropriati traccianti.
- Analisi sedimentologica relativamente ai parametri tessiturali
- Analisi petrografica e mineralogica relativamente all'origine dei sedimenti.

Sulla base di queste definizioni delle Unità fisiografiche costiere di 1°, 2°, 3° grado è importante inserire ulteriori descrizioni di unità spazio-temporali in ambito costiero che spesso sono utilizzate evidenziando una certa disomogeneità nelle definizioni in relazione ai diversi ambiti di approccio tecnico/scientifico.

L'unità di trasporto litoraneo (UTL) fa unico riferimento al *longshore transport*, universalmente inteso come la componente lungo costa del trasporto sedimentario trattivo che si sviluppa nella spiaggia sommersa ad opera di onde e correnti. Questa definizione semplificata di trasporto litorale implica che:

- si ignora il trasporto trasversale alla costa, anche nel caso in cui l'UTL sottintende un concetto di bilancio sedimentario;
- si considera il solo verso prevalente del trasporto ignorando i brevi tratti con trasporto in senso inverso;
- si considera il trasporto netto per cui è possibile rilevare un verso temporaneamente opposto a quello fornito dalle osservazioni a lungo termine.

L'UTL quindi è un elemento spazio-temporale dell'ambiente costiero generico che può essere caratterizzato attraverso le Unità Fisiografiche Naturali (UFN), le Province Petrografiche (PP) e la cella di trasporto litorale (CL).

L'UFN è data un'area costiera in cui il trasporto litorale netto indotto da onde e correnti è unidirezionale e continuo su una distanza di numerosi chilometri. La delimitazione dell'UF è definita dalla scala di studio. Il trasporto è dato dall'applicazione del vettore energia su



un determinato tratto costiero secondo specifiche direzioni di attacco dei frangenti d'onda. L'UFN dipende quindi primariamente dalla morfologia della costa e dalla sua orientazione in rapporto alle onde significative. I limiti dovuti ad infrastrutture marittime non determinano interruzione dell'UF.

Le Province Petrografiche - pp

La PP definisce un tratto costiero in cui la composizione petrografica dei sedimenti sabbiosi si mantiene relativamente omogenea. Il trasporto litorale viene caratterizzato sulla base della descrizione petrografica delle sabbie.

Gazzi et al., (1973) identificano in questi tratti di spiaggia emersa e sommersa insieme alle aree di alimentazione (ad esempio fiumi e torrenti) delle unità spazio-temporali di distribuzione geografica dei sedimenti relativa alle aree sorgenti.

La definizione di PP implica che mentre le zone di convergenza del verso del trasporto a lungo termine risultano dei limiti di PP, le zone di divergenza (foce di un fiume) non sempre risultano anche limiti di PP. Dal punto di vista metodologico la caratterizzazione delle PP si basa sulla capacità discriminante sia della moda Q-F-L (grani quarzosi, feldspatici e litici) sia della moda di maggior dettaglio Lm-Lv-Ls-Lc in cui si disaggregano i costituenti interni al polo della frazione litica (grani metamorfici, vulcanici, silicoclastici e carbonatici). Tuttavia l'analisi della sola componente sabbiosa preclude il riconoscimento del trasporto litoraneo di litotipi facilmente disaggregabili come ad esempio carbonati e rocce metamorfiche di basso grado che spesso caratterizzano in modo prevalente i sedimenti fluvio-torrentizi calabresi.

Ad esempio la provincia petrografica della Catena Costiera nel Tirreno settentrionale delimitata a sud da Capo Suvero è caratterizzata da sabbie quarzolitiche e metamorfoclastiche si differenzia dalla provincia di Sant'Eufemia quarzofeldspatica e metamorfoclastica delimitata a sud dal porto di Vibo Valentia. La differenza è data da un numero inferiore di clasti sabbiosi di origine metamorfica nella provincia di Sant'Eufemia ed un aumento del Quarzo e Feldspati. Questa differenziazione delle due PP non viene confermata dai modelli morfodinamici che individuano un limite di convergenza tra le foci del Fiume Amato ed Angitola. Recenti studi basati sull'analisi della componente ghiaiosa



ed in particolare di traccianti naturali, hanno evidenziato un trasporto attivo fino al punto di convergenza del modello morfodinamico (Ferraiuolo C.).

Le peculiarità dei sistemi di alimentazione dei bacini idrografici calabresi e il rimaneggiamento lungo il trasporto litoraneo impongono un approccio integrato di analisi quantitative sulla componente ghiaiosa, sabbiosa ed anche pelitica.

La Cella Litoranea - CL

La Cella Litoranea definisce un tratto costiero che costituisce un sistema chiuso in termini di dispersione trattiva dei sedimenti lungo costa senza scambi di sedimento con le celle adiacenti. Concretamente, si tratta di un segmento costiero delimitato da barriere fisiche, naturali (es. promontorio) o antropiche (es. foce armata), insormontabili dalla deriva litorale (fig. 3). Il significato concettuale di interruzione del trasporto trattivo ad opera lungo costa a causa di un elemento fisico naturale o antropico evidenzia come la Cella di trasporto litorale non ha nulla a che vedere con l'Unità fisiografica naturale. Infatti l'UFN non varia se non muta la corrente litoranea. La CL è caratterizzata dall'individuazione delle sistemi di alimentazione come le foci fluviali, la presenza di promontori esposti al moto ondoso, costruzioni organiche nella spiaggia sottomarina (Pranzini 1994).

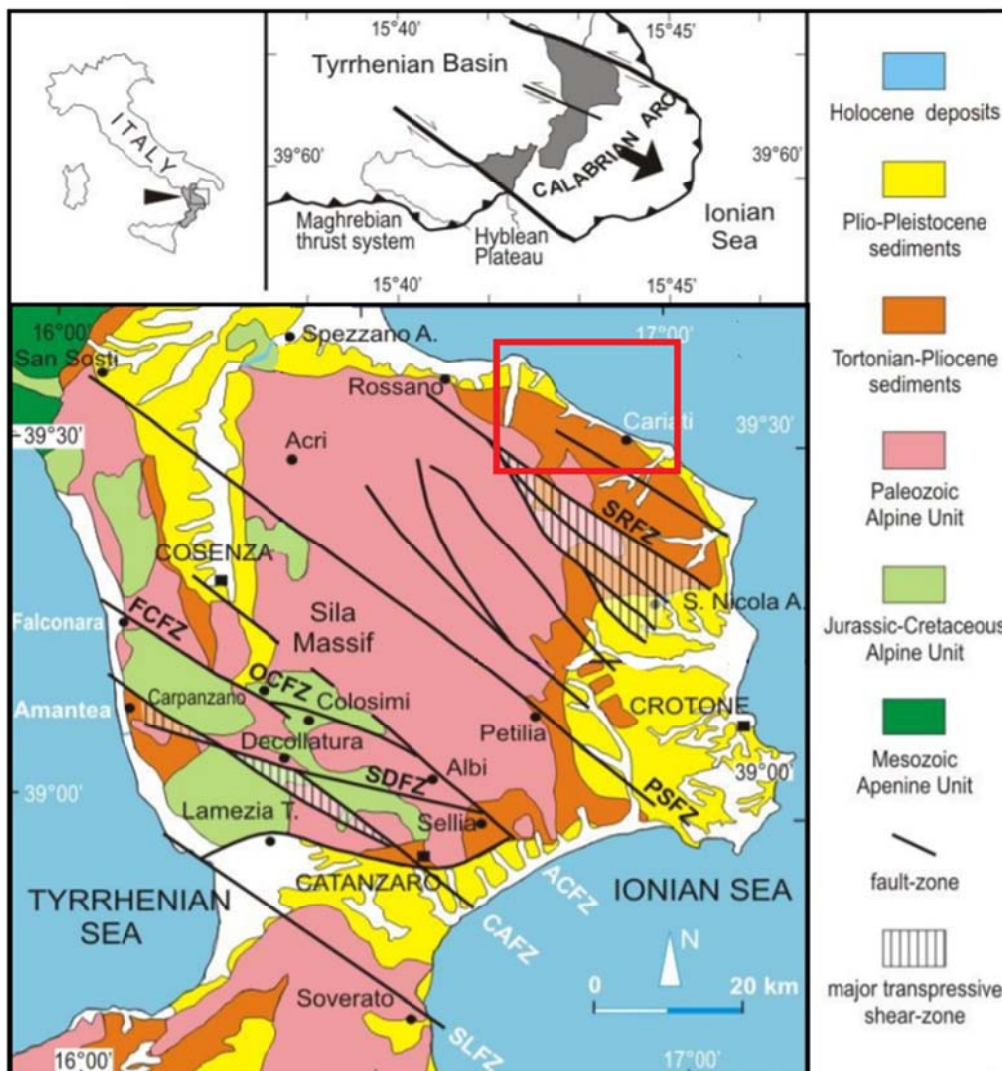


INQUADRAMENTO GEO- MORFOSEDIMENTOLOGICO DELL'AREA COSTIERA 3

Inquadramento geologico

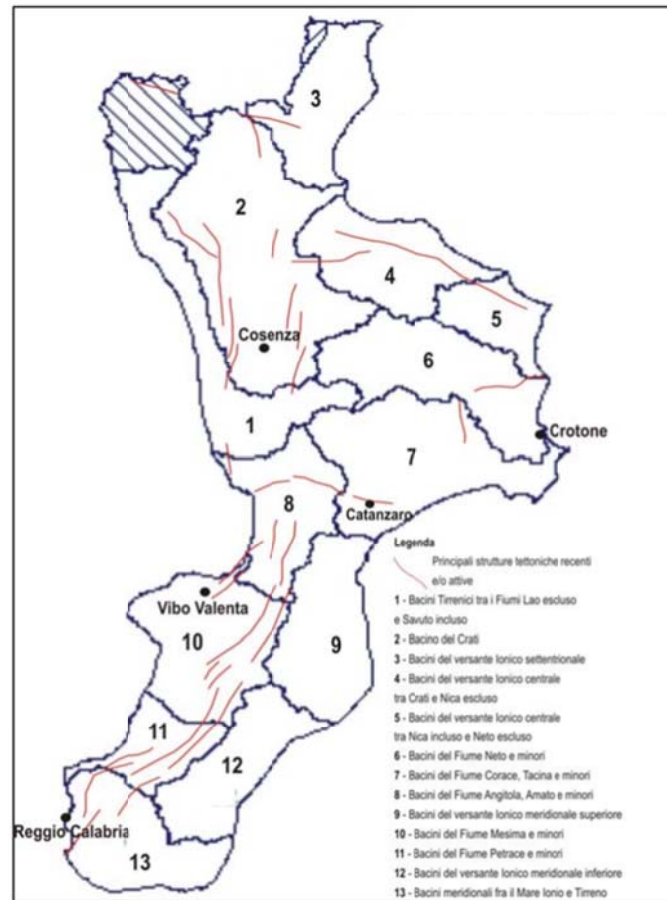
L'area costiera costituisce un sottile intervallo stratigrafico (olocene) del sistema di bacini sedimentari di wedge top che caratterizzano il versante orientale del Massiccio della Sila. Il substrato è formato da un sistema a falde (unità tettoniche) sovrascorse dal Cretaceo inferiore al Paleocene con vergenza europea, che a loro volta si accavallano a partire dal Miocene inferiore sulla catena appenninica in via di formazione. Ormai saldati tra di loro, l'edificio appenninico e quello alpino (nella fase medio-pliocenica) sovrascorrono verso Est sui depositi dell'avanfossa controllati da sistemi trasformativi rispettivamente sinistri e destri, anche se in superficie il loro movimento dominante è il sovrascorrimento (Amodio-Morelli et al., 1976; Tortorici, 1982; Van Dijk e Okkes, 1991). In seguito alla sua strutturazione, l'ACP è stato interessato da un'intensa fase tettonica post-orogena estensionale, iniziata nel Pliocene superiore ed ancora in atto, legata al sollevamento isostatico dell'Arco stesso, generatosi in seguito al distacco in profondità della placca ionica subdotta (De Jonge et al., 1994; Westaway, 1993; Wortel & Spackman 1993; Monaco et al., 1995; Monaco e Tortorici, 2000). Questo sollevamento ha generato componenti normali, lungo faglie d'importanza regionale e individuando morfostrutture primarie che determinano la geometria del primo ordine nella regione (Sorriso-Valvo & Tansi 1996).

Invece, l'architettura e la storia tettonica dei bacini nord-orientali dell'Arco Calabro sono il risultato delle fasi tettoniche registrate nelle inversioni bacinali aventi meccanismi transtensivi e transpressivi (Critelli, 1999; Van Dijk et al., 2000, Barone et al., 2008).



All'interno del riquadro rosso l'area in esame. Mappa schematica con i principali lineamenti tettonici della Calabria settentrionale. SLFZ = Soverato-Lamezia Fault Zone; CAFZ = Catanzaro-Amantea Fault Zone; ACFZ = Albi-Cosenza Fault Zone; SDFZ = Sellia-Decollatura Fault Zone; OCFZ = Colle Ospedale-Colosimi Fault Zone; FCFZ = Falconara-Carpanzano Fault Zone; PSFZ = Petilia-S. Sosti Fault Zone; SRFZ = S. Nicola-Rossano Fault Zone (da VAN DIJK et al., 2000).

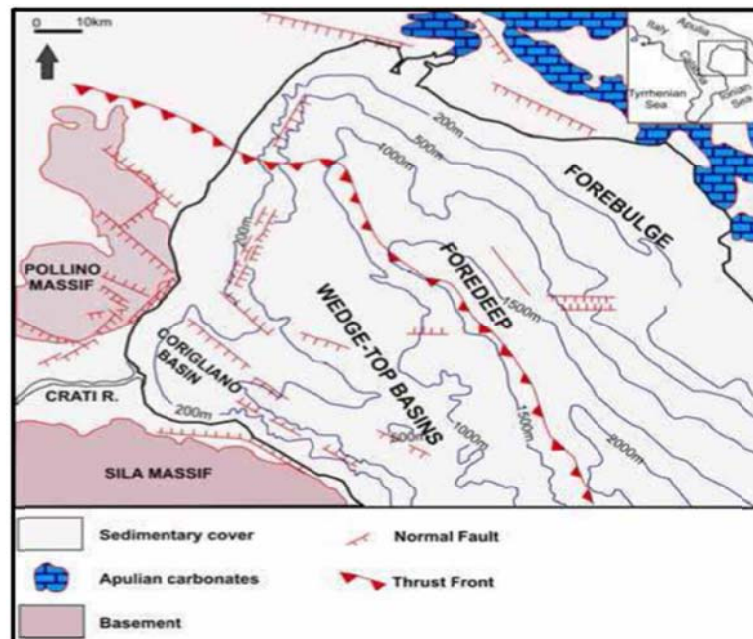
L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di faglie normali-trascorrenti sinistre subverticali con direzione medie N 120-130°, attive fino al Pleistocene medio (Monaco & Tansi, 1992, Barone et al., 2008, Corbi et al., 2007; Muto et al., 2017).



Relazioni tra la distribuzione dei bacini idrografici e l'assetto neotettonico (Le strutture tettoniche riportate sono state desunte da: Sorriso-Valvo e Tansi, 1996; Monaco & Tortorici, 2000).

Il tasso di sollevamento di questo settore negli ultimi 0,7 MA è di circa 1 mm/a (Westaway, 1993). L'insieme dei Bacini di Rossano, Cirò-Cariati e il settore del Bacino Crotonese, costituiscono la porzione più prossimale del sistema di Avampaese (Foreland) sud-appenninico-calabro ed in particolare rappresentano il riempimento di bacini di wedge-top (Critelli, 1999; Barone et al., 2008).

Attualmente, la configurazione di Bacino di foreland (fig. 1.7) è rappresentata dalla depozona di wedg-top (Bacino di Corigliano e di Amendolara), dalla depozona di foredeep marina e subaerea (Golfo di Taranto e Bacino del Fiume Bradano), dalla depozona di forebulge (Bacino di Gallipoli) e dal backbulge (Mar Adriatico Meridionale) (Critelli, 1999).

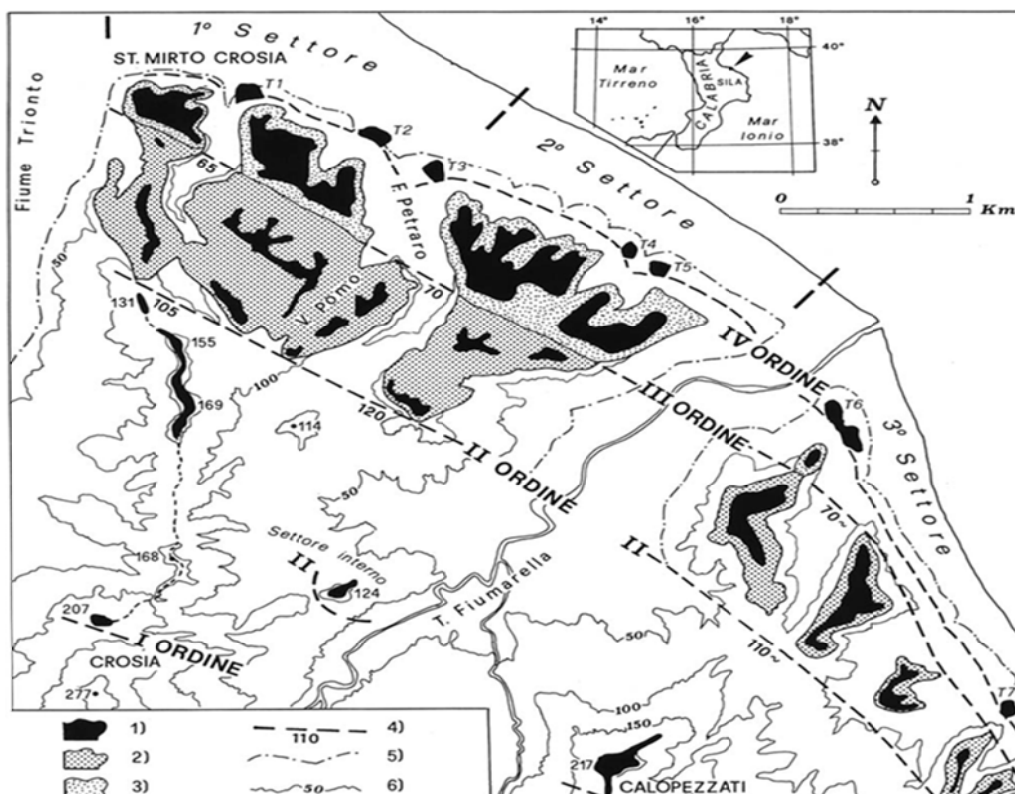


Mapa dell'attuale bacino di Foreland nell'Appennino meridionale (Critelli, 1999).

I bacini di Crotone e di Rossano rappresentano la porzione interna del sistema di Foreland miocenico dell'Italia Meridionale (Cello et al., 1981; Bonardi et al., 1982), la successione basale mostra caratteristiche di depozona di wedge top in cui l'interazione tra le variazioni del livello marino e l'evoluzione tettonica regionale, si evidenzia attraverso le maggiori unconformity (Critelli, 1999; Barone et al., 2008).

L'evoluzione del settore settentrionale dell'ACP si verifica quindi, a partire dal Tortoniano, con una catena interna in sollevamento, in cui lungo il suo margine esterno la subsidenza favoriva l'accumulo di una spessa successione Tortoniano-Quaternaria dominatamente silicoclastica depositata nella depozona di wedge-top "Bacino di Rossano e Crotone" (Barone et al., 2008).

L'intensa attività tettonica del Quaternario produce un notevole sollevamento della Sila provoca la formazione di terrazzi marini lungo le coste tirreniche e ioniche ed innesca un'intensa attività erosiva dei rilievi causata dalla forte sismicità che caratterizza la Calabria. L'area di studio è caratterizzata da quattro ordini diversi di terrazzi marini, sviluppatisi durante il Pleistocene medio-superiore in un regime deformativo estensionale (fig.1.8), caratterizzato da sollevamento di 0,5 mm/a e da ripresa dell'attività delle faglie (Dramis et al., 1990; Robustelli et al., 2009; Carobene, 2003).



Distribuzione dei quattro ordini di terrazzi marini riconosciuti lungo il tratto di costa studiato. 1) Relitti meglio conservati delle superfici superiori; 2) Distribuzione dei depositi terrazzati di II ordine; 3) Distribuzione dei depositi terrazzati del III ordine (Carobene, 2003).

La copertura sedimentaria più recente è costituita quasi totalmente da depositi alluvionali di versante situati lungo i corsi d'acqua principali. Ricerche sui terrazzi hanno dato un contributo alla conoscenza degli eventi sedimentari, climatici, eustatici, morfologici e tettonici avvenuti nella parte finale del Pliocene medio-superiore.

In questa zona gli spartiacque sono caratterizzati da più ordini di terrazzi fluvio-marini generati dall'interazione tra il sollevamento regionale e le oscillazioni eustatiche del livello marino (Dramis et al., 1990; Molin et al., 2001; Robustelli et al., 2009).

Durante il sollevamento dell'area, gli alti livelli eustatici degli ultimi interglaciali hanno originato un caratteristico terrazzamento a gradinata; le antiche linee di riva del I, II, III e IV ordine si sono in tal modo "allontanate" progressivamente dalla riva attuale. Il rapporto sollevamento/distanza che si può calcolare per ogni singola linea di riva fornisce valori angolari variabili tra 2°, 1° e 3°. Il rapporto distanza/età favorisce invece i valori della



“velocità di allontanamento” di ogni singola linea di riva; tali valori variano tra 1 e 1,5 cm/a (Carobene, 2003).

Da un punto di vista stratigrafico i depositi più vecchi affioranti nell'area in esame sono costituiti da arenarie ben cernite in strati tabulari e riferite ad un ambiente marino costiero. L'età di tali unità non è nota con esattezza, anche se queste vengono comunemente riferite al Miocene superiore. Questi depositi arenacei costituiscono il substrato della successione marina pleistocenica. Lo spessore di tale successione è di circa 60 m nella porzione meridionale dell'area esaminata, dove dominano litologie sabbiose, ed aumentano verso nord dove dominano sedimenti argillosi. Lo spessore dei depositi pelitici a nord non è noto con esattezza, ma certamente è superiore ai 250 m.

L'area oggetto del presente studio prospetta il Mar Ionio, con un andamento circa NO-SE, dalla quale si elevano i rilievi in modo più o meno regolare. La costa è priva di falesie e spostandoci verso il basso assume morfologie dolci dove i corsi d'acqua sviluppano canali di tipo braided, ampliando i loro alvei (fino ad 1 km di larghezza) (Panizza, 1966; Dramis et al., 1990). L'idrografia superficiale è influenzata principalmente dalla presenza delle montagne della Sila Greca e della stretta vicinanza di questa alla linea di costa, dando vita così a corsi d'acqua aventi un tempo di corrivazione abbastanza limitato. Fondamentale influenza idrografica è data dal Fiume Trionto, che sfocia a circa 6 km a nord della foce del T. Fiumarella dando origine ad un alveo di tipo braided. Il corrispettivo bacino di drenaggio è di circa 290 km², produce un'ampia valle fluviale occupata da sedimenti ghiaiosi alimentando un sistema costiero sabbioso-ghiaioso. L'area marina è caratterizzata da una stretta piattaforma ed una scarpata sottomarina alimentata direttamente dagli apporti clastici del Fiume Trionto in occasione di piene importanti e dal trasporto litoraneo costiero lungo costa formando sistemi torbidity di mare relativamente profondo, da – 300 m a -600 m circa (Perri et al., 2012).

Inquadramento morfosedimentologico del sistema costiero-piattaforma-scarpata

Sulla base di questi delle conoscenze pregresse possiamo certamente utilizzare il termine UFCP e UFN come sinonimi. Per la cella Litoranea invece è necessario identificare una scala spazio-temporale di osservazione e la suddivisione in UF di 2° e 3° grado identifica una gerarchizzazione. Le UFCS (2° grado) UFG (3° grado) oltre agli elementi



caratterizzanti rappresentati da le foci fluviali, la presenza di promontori naturali ed antropici esposti al moto ondoso, costruzioni organiche della spiaggia emersa devono inglobare anche le caratterizzazioni degli habitat che controllano in modo diretto ed indiretto i processi di trasporto, erosione e sedimentazione (fanerogame marine e sistema dunale). Infine per la PP è fondamentale un'analisi di tutte le componenti tessiturali in relazione al trasporto litoraneo ed ai sistemi di alimentazione con particolare riferimento a sedimenti peculiari (minerali pesanti) o particolari litotipi che possono essere utilizzati da traccianti.

L'area di studio rappresenta il settore meridionale del tratto costiero 8 (Indagine conoscitiva 2003) che ricade nella cosiddetta area di studio (AS) 4 del Master Plan della fascia costiera (Master Plan, 2014).

Nella definizione del master Plan il "tratto costiero" che utilizza i dati dell'indagine conoscitiva il tratto di costiero è caratterizzato dai seguenti fattori:

- Omogeneità della morfologia costiera (costa alta, costa bassa);
- Presenza di elementi morfologici caratteristici (punte, capi, foci di fiumi);
- Omogeneità di orientamento ed esposizione della costa;
- Presenza di strutture particolarmente influenti sulla dinamica litoranea (porti, opere di difesa);
- Lunghezza media del tratto costiero di ~10 km.

Si tratta di unità di base utilizzate per:

- la presentazione delle caratteristiche fisiche di tutto il litorale calabrese;
- lo svolgimento delle analisi finalizzate allo studio del trasporto solido litoraneo e dei bilanci di materiale;
- l'individuazione delle aree pericolose e a rischio di erosione costiera;
- l'indicazione le tipologie d'intervento;

I tratti costieri sono stati successivamente raggruppati in 21 macroaree di analisi sulla base di un criterio generale di omogeneità e talora per esigenze di monitoraggio di opere in corso di realizzazione.

L'area costiera 3 è delimitata da Capo Trionto e la Foce del Fiume Nicà ed è composta da 6 tratti costieri di seguito descritti da nord verso sud:



Tratto costiero 8.2 – dalla foce del Fiume Trionto alla Foce del T.te Fiumarella (Crosia);

Tratto costiero 8.3 - dalla foce del T.te Fiumarella alla foce del T.te Acquaniti (Calopezzati-Pietrapaola);

Tratto costiero 9.1 – dalla foce del T.te Acquaniti alla foce del T.te dell'Arso (Mandatoriccio);

Tratto costiero 9.2 – dalla foce del T.te dell'Arso alla foce del T.te Moranidi (Scala Coeli-Cariati);

Tratto costiero 9.3 – dalla foce del T.te Moranidi al T.te Santa Caterina (Cariati);

Tratto costiero 9.4 – dalla foce del T.te Santa Caterina alla foce del Fiume Nicà (Cariati);

L'area costiera 3 in termini morfosedimentologici, nell'indagine conoscitiva del 2003 e quindi del master Plan 2014, rappresenta un'Unità Fisiografica Naturale di 1° ordine delimitata da due punti di divergenza del trasporto solido rappresentati dalla Foce del Fiume Nicà e del Fiume Trionto (Capo Trionto) mentre i tratti costieri rappresentano delle unità fisiografica secondaria (2° grado). All'interno di alcune unità fisiografiche costiere di 2° ordine sono state distinte delle unità fisiografiche costiere di 3° ordine.



TRATTO	Unità Fisografiche	Limiti	LATITUDINE - LONGITUDINE	LATITUDINE - LONGITUDINE
8.2	Crosia nord 3° ordine	Rossano - Mirto "Limite Nord Macchia della Bura"	39°36'59.44" N 16°44'11.23" E	39°36'23.04" N 16°47'20.76" E
8.2	Crosia sud 3° ordine	Mirto "Limite Nord Macchia della Bura – Foce T. Fiumarella.	39°36'23.04" N 16°47'20.76" E	39°35'16.78" N 16°49'4.87" E
8.3	Calopezzati 3° ordine	Foce T. Fiumarella – Pietrapaola "Inizio litorale Pietrapaola"	39°35'16.78" N 16°49'4.87" E	39°33'41.50" N 16°50'1.76" E
8.3	Pietrapaola 3° ordine	Pietrapaola "Inizio litorale Pietrapaola" - Foce T. Acquaniti	39°33'41.50" N 16°50'1.76" E	39°32'39.08" N 16°51'43.50" E
9.1	Mandatoriccio 2° ordine	Foce T. Acquaniti – Foce F. Arso	39°32'39.08" N 16°51'43.50" E	39°32'29.11" N 16°54'8.46" E
9.2	Cariati 2° ordine	Foce F. Arso – Cariati "Fine tratto scala Coeli"	39°32'29.11" N 16°54'8.46" E	39°30'31.91" N 16°56'18.99" E

Area Costiera 3 – Unità Fisiografica Naturale.

La caratterizzazione in termini morfosedimentologici si basa sull'utilizzo globale ed integrale di dati ed elaborazioni di immagini satellitari, linee di riva, osservazioni di campo integrate per la porzione sommersa da dati batimetrici e geofisici acquisiti nell'ambito di una campagna oceanografica effettuata dal 21 agosto al 1 Settembre 2005 lungo la costa ionica settentrionale della Calabria oggetto di specifiche pubblicazioni (Perri et al., 2012, 2015; Rebesco et al., 2012, Filippis P., 2008). Tutti i dati sono stati gestiti in ambiente GIS.

In dettaglio i dati topobatimetrici sono rappresentati da rilievi multibeam mentre la caratterizzazione della stratigrafia del fondale è stata eseguita mediante l'utilizzo di strumentazione geofisica (*sub bottom profile*). Sulla base dei dati, l'unità fisiografica costiera è stata suddivisa nelle seguenti unità fisografiche costiere di 2° grado:

- Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 8.2 – dalla foce del Fiume Trionto alla Foce del T.te Fiumarella (Crosia);



- Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 8.3 - dalla foce del T.te Fiumarella alla foce del T.te Acquaniti (Calopezzati-Pietrapaola);
- Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 9.1 – dalla foce del T.te Acquaniti alla foce del T.te dell'Arso (Mandatoriccio);
- Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 9.2 – dalla foce del T.te dell'Arso alla foce del T.te Moranidi (Scala Coeli-Cariati);
- Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 9.3 – dalla foce del T.te Moranidi al T.te Santa Caterina (Cariati);
- Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 9.4 – dalla foce del T.te Santa Caterina alla foce del Fiume Nicà (Cariati);

Di seguito vengono descritti i principali elementi morfosedimentologici dell'Unità fisiografica costiera di 2° grado compresa tra la Foce del Fiume Trionto e Cariati e i relativi sistemi di piattaforma-scarpata (Cicciù D., 2020).

Unità fisiografica Costiera 8.2 di 2° ordine - Crosia

Spiaggia emersa e sistema dunale

La spiaggia emersa si sviluppa per circa 8,7 km tra la foce del Fiume Trionto e quella del T.te Fiumarella. L'orientazione della linea di riva, la morfologia e la tessitura dei sedimenti sono elementi fortemente controllati dalla presenza di queste due foci e dai processi ad esse connesse. La linea di riva orientata NE-SW e NW-SE in asse alla foce del Trionto definisce un punto di divergenza con trasporto litoraneo orientato verso Ovest sul lato orientato NE-SW e verso S sul lato orientato NW-SE.

All'interno del UFC-2° possiamo distinguere due unità fisiografiche costiere di 3° ordine. La prima compresa tra il limite nord dell UFC-2° (lat. 39°36'59.44" N e long. 16°44'11.23) ed il limite nord della Macchia della Bura (lat. 39°36'23.04 e long. 16°47'20.76) denominata Crosia Nord, la seconda tra il limite nord della Macchia della Bura e la foce del T.te Fiumarella (lat. 39°35'16.78, long.; 16°49'4.87) denominata Crosia sud.

La prima UFC-3° si sviluppa per circa 5.5 km ed è caratterizzata da una costa bassa con spiagge ampie mediamente 25 m fino a 50 m in prossimità della Foce del F.me Trionto, connesse ad un sistema dunale nel comune di Mirto ma con diversi focus erosivi.

La spiaggia presenta una continuità laterale interrotta al limite SE del Comune di Rossano ed al limite NE di Mirto dove sono presenti due barriere in aderenza posta a protezione degli abitati. La spiaggia in questi due tratti ha dimensioni ridotte. I due tratti sono separati da una spiaggia naturale che conserva un'ampiezza che raggiunge e supera talora i 20 m.

Il limite sud è definito da un pennello sommerso, parte integrante di un sistema di protezioni con barriere soffolte che ha permesso la formazione di una spiaggia ampia 50m.

Questo settore è caratterizzato da una spiaggia ghiaiosa-sabbiosa con un limite verso terra fortemente antropizzato, dove si sviluppa un centro urbano che ha occupato gran parte del sistema dunale.



UFC-3° Crosia nord compresa tra il Comune di Rossano e il limite Nord Macchia della Bura.

La seconda UFC-3° ordine si sviluppa interamente nel comune di Crosia per circa 3.3 km orientata SE-NW con trasporto verso SE. Si tratta del settore meno antropizzato con una perfetta continuità laterale della spiaggia ampia circa 30 m ben strutturata (battigia sabbiosa, berma sabbiosa-ghiaiosa, backshore sabbioso) connessa ad un sistema dunale ampio dai 45 m ai 150 m.



UFC-3° ordine Crocia sud compresa delimitata a nord dalla Macchia della Bura ed a sud dalla foce del T.te Fiumarella.

Spiaggia sommersa

La spiaggia sommersa è prevalentemente ciottolosa in corrispondenza del delta conoide del F.me Trionto e fino alla profondità di 1 m ed evolve a prevalentemente sabbiosa. A SE della Foce Trionto, dal centro abitato di Crocia si sviluppa un sistema di barre alimentate dal Trionto. La prima barra è orientata quasi parallelamente alla linea di riva e presenta una cresta a circa 200 m dalla linea di riva. In prossimità della zona centrale della Macchia della Bura, una seconda barra più piccola posta in posizione più interna si connette al foreshore sommerso per poi collegarsi al sistema di barriere soffolte.

Variazione della Linea di riva

Le variazioni di linee di riva nella prima UFC-2° registra un arretramento costante dal 1954 al 2018 con valori massimi nella 1 unità UFC-3° che raggiungono valori di 80 m che diminuiscono verso sud. Nel settore orientale dell'UFC-3° (Crocia) caratterizzata da pennelli e barriere soffolte si registra un avanzamento tra il 2008 e il 2018 di circa 20 m.



Piattaforma Scarpata

L'area rientra nel settore B dell'allegato "Carta morfologica del sistema piattaforma-scarpata". La piattaforma continentale alla Foce del F.me Trionto raggiunge un valore massimo di 1,76 km che rappresenta per ampiezza in termini assoluti uno dei valori minimi dell'intera regione Calabria. In questo tratto la piattaforma è caratterizzata da un margine irregolare con gullies e canali. I canali incidono profondamente la piattaforma costituita da sedimenti recenti incoerenti stratificati con spessore compreso tra 9 e 13 msec, poggianti lungo una superficie suborizzontale probabilmente rappresentata da argille plio-pleistoceniche. Le testate dei canali si sviluppano al margine della piattaforma ma molto spesso entrano nella piattaforma dove captano i sedimenti trasportati dal drift costiero e dai principali corsi d'acqua (T.te Coserie, Fiumarella, Nubrica e F.me Trionto). La morfologia della piattaforma è caratterizzata da un'area con pendenze medie di 10° sino alla profondità massima di 260 m (ad ovest della Foce del F.me Trionto) dove si registra un brusco aumento di pendenza. Nel settore orientale la mancanza di dati batimetrici non permette di effettuare misure di dettaglio.

Unità fisiografica Costiera di 2° ordine, 8.3 – Calopezzati

Spiaggia emersa e sistema dunale

L'UFC-2° 8.3 Calopezzati è composta da due UFC-3° delimitate rispettivamente dalla foce del T.te Fiumarella e la foce del T.te Calamiti denominata Calopezzati nord e dalla Foce del T.te Calamiti e il T.te Acquaniti denominata Pietrapaola.

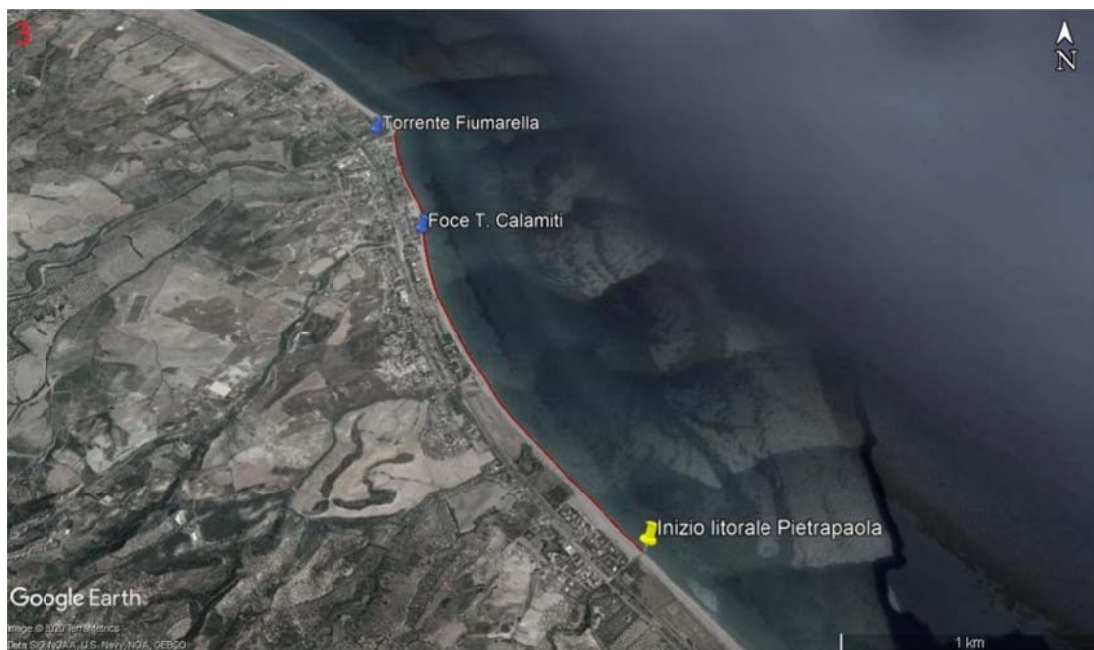
La UFC-3° Calopezzati nord mostra una morfologia tipica costa bassa che si sviluppa per circa 3.3 km in direzione SE-NW e trasporto prevalente verso SE.

In questo tratto immediatamente a sud dalla foce del T.te Fiumarella si registra un focus erosivo che ha eroso completamente la spiaggia su una lunghezza di circa 350 m, interrompendone la continuità laterale anche per la presenza di una barriera in aderenza necessaria per la protezione di fabbricati. Nella porzione meridionale la spiaggia è continua lateralmente ed ha un'ampiezza che da circa 20 e si connette ad un sistema dunale occupato da un lungomare pedonale con evidenti morfologie erosive. Verso sud la

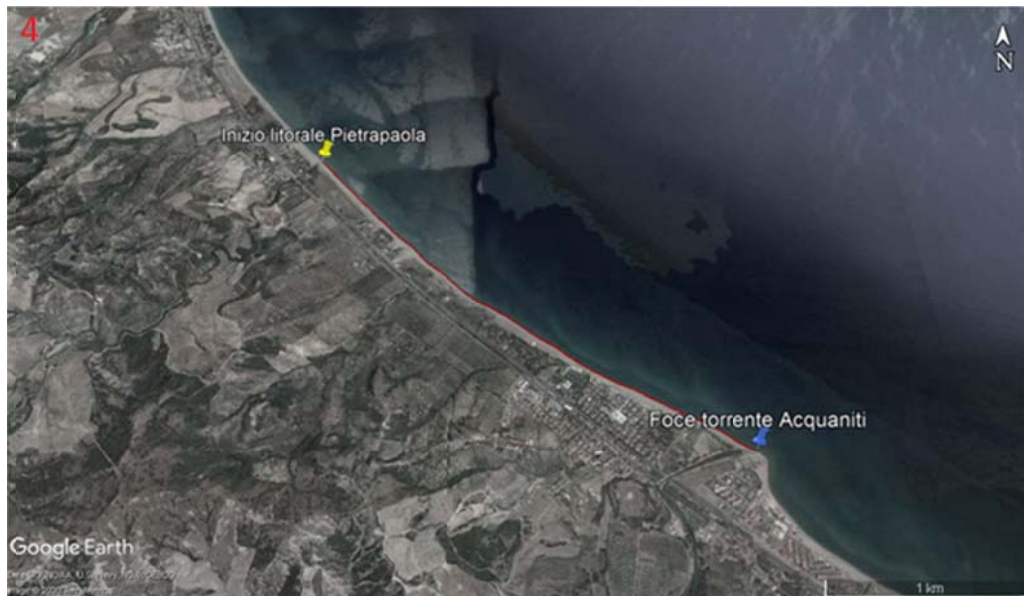


spiaggia aumenta gradualmente fino a circa 30 -35 m ed in questi settori non si evidenziano elementi morfosedimentologici da ricondurre a processi erosivi. la battigia e berma ghiaiosa-sabbiosa con backshore sabbioso ghiaioso nel settore nord orientale registrano tipiche morfologie e caratteristiche tessiturali da ricondurre a focus erosivi importanti. Verso sud la spiaggia presenta una suddivisione battigia, berma e backshore ben evidente ma con morfologie concave e scarpate erosive importanti sul sistema dunale. Si tratta di elementi che caratterizzano spiagge soggette ad erosione ma che ancora conservano degli elementi di equilibrio.

La UFC-3° Pietrapaola orientata NW-SE per una lunghezza circa 3,1 km ha una spiaggia continua lateralmente con un'ampiezza che da circa 20-25 m si stabilizza circa 30-35 m nella porzione prossima alla foce del T.te Acquaniti (limite orientale del Comune di Pietrapaola).



UFC-3° ordine Calopezzati.



UFC-3° ordine Pietrapaola.

Spiaggia sommersa

La spiaggia sommersa è da un sistema di barre alimentato dal trasporto litoraneo lungo costa connesso al Fiume Trionto, T.te Fiumarella e dal T.te Acquaniti. Quest'ultimo alimenta il sistema di barre solo in occasione di eventi meteoamrini che innescano trasporto litoraneo verso NW. Il sistema di barre è caratterizzato dalla presenza di deporesioni orientate parallelamente alla costa dove spesso si possono trovare depositi pelitici. Il sistema di barre è caratterizzato dalla presenza di un importante posidonieto.

I sedimenti ben classati con dimensioni medie (250-500 micron) hanno una composizione a maggiore presenza di quarzo e feldspati e minore e presenza di litici metamorfici.

Variazione della Linea di riva

L'evoluzione della linea di riva dell'UFC-3° Calopezzati registra in modo costante a partire dal 1958 fino al 2018 un arretramento con valori complessivi compresi tra 30 m ai 50 m. La variazione minore si registra nella porzione meridionale in corrispondenza dell'area SIC "T9310048" caratterizzato dalla presenza di posidonia oceanica.



In dettaglio dal 1954 al 1985 si registra un arretramento medio di 20 m con valori massimi di 25 m a nord del tratto in corrispondenza della foce del T. Fiumarella. Tra il 1985 e il 2008 è soggetta ad arretramento con valori simili al periodo 1954-1985. Tra il 2008 e il 2018 si registra avanzamento a nord con valori dai 5 m ai 10 m, e arretramento nella parte centrale e meridionale con valori medi di 10 m e massimi di 14 m.

L'evoluzione della linea di riva dell'UFC-3° Pietrapaola registra dei trend di avanzamento costanti dal 1958 al 1985 con valori massimi di 50 m, ad eccezione della parte meridionale dove si è registrata un modesto arretramento dell'ordine dei 10-15 m sino circa l'asse centrale della foce del Torrente Acquaniti. Dal 1985 al 2008 prevale sempre l'avanzamento con valori di 30-40 m in settori caratterizzati da una spiaggia connessa ad un sistema dunale naturale. Tra il 2008 al 2018 si alternano fasi di avanzamento e arretramento per tutto il tratto con valori massimi di + oppure – 15/20 m che indicano una generale stabilità.

Piattaforma Scarpata

L'area rientra nel settore C dell'allegato "Carta morfologica del sistema piattaforma-scarpata". Il settore C ha una lunghezza di circa 8 km e il suo bacino idrografico è caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua quasi tutti di poca rilevanza. Il torrente di maggior importanza è il Torrente Acquaniti caratterizzato da argini naturali mentre nel settore costiero, in corrispondenza dei ponti della SS 106 e della linea ferroviaria, mostra restringimenti antropici. Il suo tracciato presenta una morfologia caratterizzata da una modesta sinuosità ed un settore di circa 1,4 km caratterizzato da meandri (immagini foto aerea 5).

Il settore costiero è caratterizzato da una morfologia piatta con una spiaggia emersa sabbioso-ciottolosa e prevalentemente ciottolosa nella sua porzione sommersa (Atlante delle coste CNR). Nel settore C l'analisi della variazione della linea di costa 1955-1998 non evidenzia un trend omogeneo infatti si riscontrano segmenti in arretramento prevalenti ed piccole aree in avanzamento. I settori in arretramento sono localizzati in corrispondenza della foce del T.te Fiumarella e del T.te Acquaniti. L'arretramento dell'area costiera della T.te Fiumarella si estende per un fronte di 1 km dall'argine sinistro e 1,2 km dall'argine destro con un picco massimo di 50 m. Il secondo tratto in erosione si estende



dalla foce dell' 'Acquaniti verso SE per circa 1,6 km con valori massimi di m 53 a circa 600 m dall'argine destro della Foce dell'Acquaniti. A questi settori in arretramento si contrappone un'area con avanzamento della linea riva che si estende per circa 750 m a N-NW dalla Foce del T.te Calamitti e termina circa a 2,3 km a S-SE dalla foce con valore massimo di 57 m a 420 m dall'argine destro del torrente.

In questo settore la piattaforma si sviluppa per una larghezza compresa tra 2,660 km (foce Fiumarella) e 3,45 km (Foce Acquaniti). La piattaforma si sviluppa sino ai 60 m e mostra una pendenza compresa di $1,7^\circ$ - $1,6^\circ$ nei settori del T.te Fiumarella e dell'Acquaniti, e di $1,4^\circ$ nella zona del T.te Calamitti. La piattaforma si connette ad una scarpata con pendenze medie di $9,6^\circ$ in corrispondenza della foce del T.te Fiumarella, di $8,3^\circ$ in corrispondenza del T.te Calamitti e di $5,4^\circ$ in corrispondenza del T.te Acquaniti.

I profili SBP in piattaforma interna alla profondità di 49 msec circa(WGDT 32b) permettono di stimare uno spessore dei sedimenti recenti compresi tra 13 e 25 msec. Le variazioni di spessore sono connesse al profilo del substrato sordo caratterizzato da depressioni e morfologie convesse. Il margine della piattaforma posto alla profondità di 75-100 m è inciso da sei canali principali, posti circa in corrispondenza della foce del T.te Acquaniti e Calamitti. I sei canali sviluppano al margine della piattaforma un articolato reticolo, con numerosissimi canali secondari, che incidono la piattaforma definendo una peculiare morfologia a gullies. I canali al margine della piattaforma hanno un profilo a V con argini di altezza compresa tra 7 e 14 msec. Questa morfologia è riconoscibile sino alla profondità minima compresa di 100 m circa. I canali correlati ai torrenti Calamitti e Acquaniti osservati, ad una profondità compresa fra i 54 e 105 msec hanno tutti una valle tipo a V con un' altezza dei versanti rispetto al fondo compresa fra i 32 e 90 msec con substrato acustico privo di copertura di sedimenti recenti stratificati.

Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 9.1 Mandatoriccio.

Spiaggia emersa e sistema dunale

L'UFC-2° Mandatoriccio si sviluppa interamente nel territorio costiero di Mandatoriccio per una lunghezza di circa 4,2 km. La spiaggia nel tratto immediatamente a Sud della foce del T. Acquaniti ha un'ampiezza di circa 10 m, per poi ampliarsi verso la foce del F. Arso,



dove raggiunge ampiezza di 25-30 m ed è connessa con un sistema dunale ben conservato per lunghi tratti. La spiaggia presenta delle morfologie prevalentemente convesse ed una suddivisione dei sub-ambienti foreshore superiore (battigia, berma) e backshore ben caratterizzati dal punto di vista morfoogico e sedimentologico. Il sistema dunale è ben conservato ad esclusione di occupazione temporanee e processi di erosione attivi durante il periodo estivo (parcheggi). Solo all'estremità settentrionale il sistema dunale è occupato dal lungomare e da un'urbanizzazione importante



UFC-2° ordine Mandatoriccio.

Spiaggia sommersa

La spiaggia sommersa presenta molte caratteristiche in comune con il precedente UFC. E' presente è un sistema di barre alimentato dal trasporto litoraneo lungo costa connesso al Fiume Trionto, T.te Fiumarella, dal T.te Acquaniti e dal Fiume dell'Arso.

Il sistema di barre è formato da barre sinuose oppure oblique rispetto alla linea di riva formando una angolo di circa 10°. Le barre hanno una continuità laterale non inferiore ai 400 m con canali trasversali ampi da 20 a 30 m

I sedimenti ben classati con dimensioni medie (250-500 micron) hanno una composizione a maggiore presenza di quarzo e feldspati e minore e presenza di litici metamorfici.



Variazione della Linea di riva

Il trend evolutivo della linea di riva dal 1958 al 1985 registra un avanzamento limitato alla foce seguito da un arretramento medio di 25 m su una lunghezza di 1,6 km ed un trend di avanzamento nella porzione centrale con valori medi di circa 15-20 m- Alla foce del Fiume Arso prevale l'arretramento con valori di -15 m.

Dal 1985 al 2008 continua l'arretramento nel settore settentrionale con valori che raggiungono i 50 m e si riduce drasticamente verso sud dove sono presenti piccoli avanzamenti.

Tra il 2008 e il 2018 si registra una generale stabilità con variazioni di linea di riva di + o - medi di 10-15m e piccoli tratti in erosione nella parte centrale con variazione massimi di 30m.

Piattaforma Scarpata

L'area rientra nel settore D dell'allegato "Carta morfologica del sistema piattaforma-scarpata". Il settore D si estende per circa 6,5 km dalla foce del Torrente Acquaniti fino all'abitato di Cariati ed è caratterizzato da piccoli corsi d'acqua. Il principale corso d'acqua è il Torrente Moranidi situato al margine meridionale del settore. Il T.te Moranidi è caratterizzato da un andamento sinuoso ed un alveo di circa 25-30m di larghezza. In prossimità della SS 106, l'alveo mostra un forte restringimento ed una sezione idraulica di 10 m circa. Il T.te Arso nella porzione terminale presenta un andamento caratterizzato da una bassa sinuosità con un'ampiezza molto variabile compresa tra 30 m fino agli 80 m circa della foce. Non risulta essere regimato tranne in zona foce dove esiste un'arginatura in sinistra idrografica del torrente che inizia da un ponte sulla statale 106 fino alla linea di riva. Dallo stesso ponte verso l'interno è presente un'altra arginatura posizionata in destra idrografica che prosegue verso l'entroterra per circa 220m.

L'area costiera è costituita da spiagge emerse prevalentemente sabbiose-ciottolose che evolvono nella porzione subacquea a sabbia fine e grossolana con locali ghiaie prevalenti alla foce del T.te Acquaniti (Atlante delle coste CNR). L'analisi delle variazioni di linea di riva 1954-1998 evidenzia due settori in avanzamento. Il primo settore registra avanzamento con valori massimi di circa 21 m a circa 1,9 km dall'argine sinistro del T.te



Arso, per un fronte che si estende di circa 2,1 km dall'argine sinistro del T.te dell'Arso ed 1 km dall'argine destro. Il secondo settore è localizzato alla Foce del T.te S. Cataldo e registra un avanzamento con valori compresi tra 25 e 30 m per un fronte di 1,2 km. L'arretramento della linea di riva registra il focus principale alla foce del T.te San Leo. L'erosione della linea di riva si sviluppa per un fronte di 400 m in destra idrografica con valore massimo di 28 m ed un settore in sinistra idrografica a circa 200 m dalla foce con valori compresi tra 11 m alla foce e 28 m.

La piattaforma presenta una geometria in pianta rettangolare e si estende per una larghezza massima di 5,5 km in corrispondenza della Foce del T.te Arso restringendosi verso sud a circa 3,5 km. La piattaforma è delimitata a nord e sud dalla testata di due canali che incidono il fianco destro del Canyon di Corigliano. Il margine esterno della piattaforma è posto alla profondità di circa 130 e 140 m e diminuisce gradualmente verso sud dove si posiziona ad una profondità compresa tra 100 e 75 m mentre la pendenza media passa da circa 1,7° in corrispondenza del Torrente Arso a 2° dell'area prospiciente la foce del torrente S. Cataldo.

Il profilo SBP-WGDT 32b mostra in piattaforma, a largo del Torrente Arso circa, la presenza di copertura sedimentaria di spessore compreso tra 7 e 15 msec caratterizzata da una stratificazione suborizzontale in discordanza (geometria onlap) su un substrato caratterizzato da facies sorde. Sempre in corrispondenza della foce del Torrente Arso la copertura sedimentaria recente ricopre un substrato stratificato lungo una superficie discordante definendo geometria di tipo top-lap. I canali incidono la scarpata caratterizzata da pendenze comprese tra 4,6° e 6° fino alla profondità di 500-600 m circa dove una brusca diminuzione di pendenza da 1° a 2° definisce il rialzo della scarpata che si collega al Canyon di Corigliano alla profondità di 700-800 m.

Unità fisiografica Costiera di 2° grado, 9.2 - Cariatì

Spiaggia emersa e sistema dunale

L'UFC-2° Cariatì è compresa tra la Foce del Fiume Arso e il molo di sopraflutto del porto di Cariatì. Si tratta di una spiaggia lunga circa 4,3 km di cui 1,1 nel territorio comunale di Scala Coeli e la restante parte nel territorio comunale di Cariatì.



Il litorale presenta una spiaggia continua tipica di costa bassa orientata NW-SE con ampiezza compresa tra i 10-15 m nel settore immediatamente a sud della Foce del Fiume Arso per una lunghezza di circa 400 (esposto verso NE) che aumenta verso sud fino alla foce T.te San Cataldo registrando ampiezze costanti di 30-35 m. A sud della Foce del T.te san Cataldo la spiaggia aumenta in ampiezza in modo brusco fino a circa 70 m a causa della presenza del molo del porto di Cariatì che blocca il trasporto litoraneo. A sud del Porto di cariatì la spiaggia si riduce nuovamente a valori di 10-15 m per poi ampliarsi fino alla foce del Fiume Nica a circa 20-25 m.

La spiaggia presenta un profilo convesso caratterizzata da sub-ambienti ben definiti. Il foreshore hioaioso sabbioso con una berma ghiaiosa sabbiosa passa ad un backshore costituito da sabbie ben classate che alimentano un ampio sistema dunale antropizzato ad uso agricolo ma con pochissime strutture urbane. Il sistema dunale è in parte antropizzato dall'urbanizzazione nell'area immediatamente a nord del T.te San Cataldo per una lunghezza di 600 m. La spiaggia immediatamente a nord del Porto di Cariatì ampia fino a 70 m si connette ad un sistema dunale embrionale a forte impatto antropico durante la stagione estiva ampia fino ad 80 m.

La forte crescita in ampiezza della spiaggia di Cariatì è connessa al meccanismo di trappola che svolge il molo di sopraflutto ed il sistema di pennelli messi in opera per ridurre l'insabbiamento del porto. Lo stesso meccanismo è il responsabile dell'aumento della spiaggia nella zona contigua al molo di sottoflutto e della riduzione nella parte restante per circa 3,5 km.



UFC-2° ordine Cariati.

Spiaggia sommersa

La spiaggia sommersa nel settore settentrionale fino alla foce del T.te San Cataldo presenta molte caratteristiche in comune con la precedente UFC. A sud del T.te San Cataldo il sistema di barre è meno evidente parzialmente obliterato dai processi di sedimentazione causati dall'effetto trappola del porto e dei pennelli .

Variazione della Linea di riva

La spiaggia registra un arretramento tra il 1958 e il 1985 nella porzione meridionale e settentrionale con valori compresi tra massimi di -35 m. Nel settore centrale si registra un lieve incremento. Nell'intervallo 1985-2018 si registra un generale avanzamento generalizzato ad eccezione di una piccola porzione nel settore settentrionale tra il 1985-2008.

Piattaforma Scarpata

Nell'analisi del sistema piattaforma scarpata viene analizzata un'area più ampia di quella definita dell'unità fisiografica di 2° ordine Cariati denominato settore E nell'allegato "Carta



morfologica del sistema piattaforma-scarpata”. Il settore E si estende per una lunghezza di 12 km circa in cui sfociano numerosi piccoli corsi d'acqua, fatta eccezione per il Fiume Nicà. Il fiume Nicà presenta nel settore di foce a valle della SS 106 un alveo regimato all'interno di una sezione idraulica di larghezza compresa tra 60 m in corrispondenza del ponte della SS 106 fino a 120 m. A monte gli argini delimitano una sezione idraulica caratterizzata da barre longitudinali e canali.

La morfologia costiera del settore è costituita da una spiaggia emersa sabbioso ciottolosa con ghiaie prevalenti alla foce del F.me Nicà, del T.te Moranidi e del T.te R.S. Caterina. La porzione sommersa è caratterizzata da sistemi di barre e truogoli connesse ad un'elevata idrodinamicità costiera che controlla fortemente i caratteri tessiturali dei sedimenti costituiti da sabbie fini-medie e grossolane con ciottoli (Andrea Grisafi, 2007).

Nell'analisi delle variazioni di riva 1958-98, il settore è caratterizzato da circa 2,6 km in avanzamento, 4,8 km in arretramento e per i rimanenti 4,6 km si registra una situazione di stabilità. Il settore in arretramento si concentra alla foce del f.me Nicà per una lunghezza complessiva di 3,5 km con valori massimi di arretramento compresi tra 180 m alla foce del 1954 e di 120 m alla foce del T.te Giardino. Il settore soggetto ad avanzamento si sviluppa da poco a sud della foce del T.te Giardino alla foce del Carufuno di Cacciapica con valori compresi tra 16 e 46 m.

La piattaforma ha una larghezza compresa tra 3 km in prossimità della foce del F.me Nica e 7 km in corrispondenza del litorale di Cirò con una pendenza media compresa tra 1,6° tra la foce del Moranidi e Punta Nicà, e 1,1° fra la foce del T. Giardino e Torretta di Crucoli. Il margine della piattaforma si colloca ad una profondità compresa tra meno di 75 m e 160 m. Nella porzione sommitale della scarpata si riconosce la presenza di un “terrazzo” posto tra 210 e i 330 m di profondità inciso per circa 5 km da una serie di canali. Il sistema di bypass posto in corrispondenza della Foce del F.me Nicà è costituito da 2 canali principali a nord e sud che delimitano un'area intermedia caratterizzata da una fitta serie di canali

Il canale localizzato più a NW è riconoscibile sino alla profondità di 550 m situato in corrispondenza del tratto di costa posizionata immediatamente a nord di Punta Nicà. In dettaglio fino alla profondità di 250 m circa è caratterizzato da una morfologia a con valle asimmetrica. Il canale localizzato nel punto più meridionale incide la scarpata ed il rialzo



connettendosi direttamente alla profondità di 850 m al Canyon di Corigliano. Il settore centrale è caratterizzato da gullies e vallecule a V che si riconoscono fino alla profondità di circa 250-275 m.



ANALISI MORFOSEDIMENTOLOGICA DELL'UNITÀ FISIOGRAFICA COSTIERA DI CALOPEZZATI

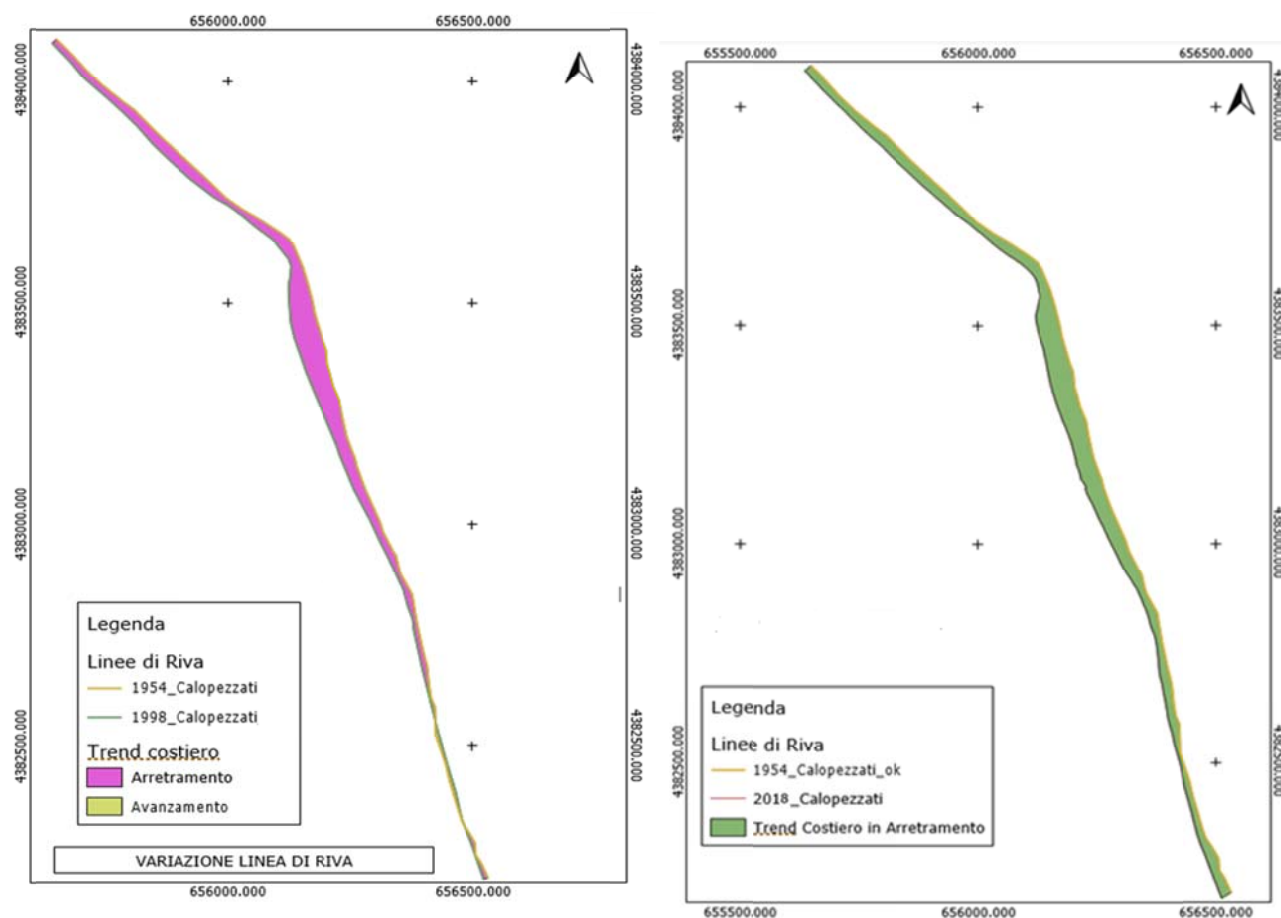
L'analisi morfosedimentologica dell'unità fisiografica costiera di 3° grado è riportata nel "report 2 Caratterizzazione granulometrica della spiaggia di Calopezzati". Di seguito vengono di seguito descritti i caratteri principali integrati da un'analisi di dettaglio delle linee di riva e trend di variazioni della spiaggia emersa.

In questo tratto è stata eseguita un'analisi delle variazioni della spiaggia emersa per i seguenti anni 1954-1958, 1958-1985, 1985-1998, 1998-2000, 2000-2006, 2006-2008, 2008-2011, 2011-2018.

Di seguito in tabella i dati qualitativi più significativi

ANNO	MOVIMENTO
1954-1958	Arretramento, eccetto l'ultimo km a sud dove si è verificato avanzamento.
1958-1985	Arretramento
1985-1998	Arretramento
1998-2000	Stabile con leggeri accrescimenti nei primi 300 m (a sud) dell'asse centrale della foce del T. Fiumarella.
2000-2006	Avanzamento con accrescimento alla foce ad eccezione dei primi 550 m a partire da nord (arretramento).
2006-2008	Stabile
2008-2011	Avanzamenti ed arretramenti che complessivamente definiscono una stabilità della linea di riva
2011-2018	Arretramento

Sulla base di questa preliminare analisi, sono stati scelti i seguenti intervalli temporali che permettono di definire l'evoluzione temporale della spiaggia emersa nel tratto considerato: 1954 al 1998 e dal 1954 al 2018.



Variazioni della spiaggia emersa dal 1994-1998 a sinistra e dal 1954 al 2018 a destra.

L'elevata risoluzione delle foto da satellite 2018 integrata da l'analisi e misure in situ di 5 transesti rappresentativi dell'area costiera ha permesso di eseguire una zonazione morfosedimentologica dell'area costiera emersa mappando i limiti del foreshore, backshore e del sistema dunale.



DISCUSSIONE DEI DATI

Variazione delle linee di riva

Grazie all'utilizzo del software QGIS è stato possibile individuare ed analizzare la variazione della linea di riva che si è registrata lungo il tratto di costa compreso nella Sotto-Unità Capo Trionto per i seguenti periodi di tempo: 1958-1985; 1985-2008; 2008-2018 (tab. 7.1; 7.2)

Tra il 1958 e il 1985 si è persa una superficie di spiaggia emersa pari a -252.686 m^2 a cui si contrappone un aumento di circa $+104.630 \text{ m}^2$ che determina una riduzione complessiva di circa -148.630 m^2 , per un arretramento medio di $-6,76 \text{ m}$.

Nello stesso intervallo di tempo si è registrato un aumento della spiaggia emersa nella "Marina di Pietrapaola" (Camigliano), con un valore massimo di $+55 \text{ m}$ su una lunghezza di circa 2.3 km .

L'area che ha registrato la massima erosione, circa -134.712 m^2 è la spiaggia che si sviluppa lungo il delta conoide del Fiume Trionto per una lunghezza di circa di 2 km verso Sud e 1.8 km verso nord. Nel settore nord è stato raggiunto il valore massimo di arretramento pari a -65 m .

Dal 1985 fino al 2008 si registra un arretramento della linea di costa con la perdita di circa -275.334 m^2 di spiaggia ed un avanzamento di circa $+91.850 \text{ m}^2$. Il valore complessivo determina una riduzione di circa -183.484 m^2 e un arretramento medio di $-8,34 \text{ m}$.

Il tratto di costa maggiormente interessato dall'arretramento si estende dalla foce del Trionto verso Sud fino a raggiungere il litorale di Crosia, con una perdita di circa -173.262 m^2 di spiaggia emersa ed un valore massimo di arretramento pari a circa -70 m in corrispondenza della foce del F. Trionto e di circa -50 m di fronte nel centro abitato di Crosia. L'area che ha registrato un massimo avanzamento nella zona di Camigliano con un valore massimo di circa $+40 \text{ metri}$.

PERIODO	I.S.E. (mq)	I.S.S. (mq)	I.S.E. COMPLESSIVO (mq)	I.S.E. MEDIO (m)
1958-1985	252.686	104.630	148.630	6,76
1985-2008	275.334	91.850	183.485	8,34



Tabella 7.1 – Sintesi dei dati nell'intervallo temporale 1958-2008 di perdita ed incremento della spiaggia emersa e dei corrispettivi valori medi di arretramento ed avanzamento della linea di riva. I.S.E. = incremento della spiaggia emersa; I.S.S. = incremento della spiaggia sommersa.

Nell'intervallo 2008-2018 ha prevalso l'avanzamento della linea di riva con un aumento della spiaggia pari a $+164.587 \text{ m}^2$ ed una riduzione di soli $+65.562 \text{ m}^2$ con un valore complessivo di $+99.025 \text{ m}^2$ che corrisponde ad un avanzamento medio di $-4,50 \text{ m}$.

L' avanzamento massimo si registra a nord del porto di Cariatì per un tratto lungo circa 850 m con un valore massimo di $+75 \text{ m}$. Nell'area tra il Torrente Acquaniti e il Torrente Arso (a sud) ha prevalso l'arretramento con valori massimi di circa -30 m su una lunghezza di circa 1.6 Km .

PERIODO	I.S.S. (mq)	I.S.E. (mq)	I.S.S. COMPLESSIVO (mq)	I.S.S. MEDIO (m)
2008-2018	164.587	65.562	99.025	4,50

Tabella 7.2.– Sintesi dei dati nell'intervallo temporale 2008-2018 di perdita ed incremento della spiaggia emersa e del valore medio di avanzamento della linea di riva. I.S.S. = incremento della spiaggia sommersa; I.S.E. = incremento della spiaggia emersa.

Nel tratto costiero Fiumarella-Calopezzati analizzato con maggiore dettaglio, si registra un continuo arretramento nell'intervallo 1954-2018.

Nello specifico si registra una perdita di spiaggia emersa pari a -31.656 m^2 nel periodo tra il 1958 e il 1985 e un arretramento medio di $-9,4 \text{ m}$; tra il 1985 e il 2008 un arretramento complessivo di -25.240 m^2 e arretramento medio di $-9,0 \text{ m}$; nell'intervallo temporale 2008-2018 si ha una riduzione complessiva di spiaggia emersa pari a -10.837 m^2 con un arretramento medio di $3,8 \text{ m}$.

Prendendo in considerazione intervalli di tempo maggiore per avere una stima più generica notiamo che dal 1954 al 1998 si ha una riduzione complessiva di -30.703 m^2 con un arretramento medio di $-10,9 \text{ m}$; il massimo arretramento della linea di riva si registra 200 m a sud dell'asse centrale attuale della foce del T.te Fiumarella, in corrispondenza del centro abitato di Calopezzati con un valore di circa -50 m .



Nel periodo compreso tra il 1954 e il 2018 è stato quantificato un tasso di arretramento medio di -14,8 m, con un'erosione pari a -53.551 m² ed riduzione complessiva di spiaggia emersa pari a -41.562 m².

PERIODO	I.S.E. (mq)	I.S.S. (mq)	I.S.E. COMPLESSIVO (mq)	I.S.E. MEDIO (m)
1958-1985	31.656	5.100	26.556	9,48
1985-2008	27.656	2.416	25.240	9,01
2008-2018	12.498	1.625	10.837	3,87
1954-1998	40.243	9.540	30.703	10,97
1954-2018	53.551	11.989	41.562	14,84

Tabella 7.3. Sintesi dei dati nell'intervallo temporale 1954-2018 di perdita ed incremento della spiaggia emersa e del valore medio di avanzamento della linea di riva. I.S.E. = incremento della spiaggia emersa; I.S.S.= incremento della spiaggia sommersa.

Dati Morfosedimentologici

L'analisi morfosedimentologica di dettaglio dell'area di studio ha permesso di osservare nelle unità fisiografiche Crosia, Calopezzati (Unità fisiografica di 3° ordine) un caratteristico profilo concavo; la presenza di scarpate di erosione alla base del sistema dunale; trend e valori dei parametri statistici dei sedimenti peculiari che forniscono importanti informazioni. La presenza di frazioni ghiaiose o sabbiose grossolane nel backshore incompatibili con il sistema dunale sono uno degli elementi granulometrici più evidenti del disequilibrio sedimentario. La presenza di scarpate di erosione alla base del sistema dunale con talora la presenza di ghiaia sono un evidente elemento-parametro morfosedimentologico che registra l'elevata energia del flusso montante che non viene più dissipata dalla spiaggia in forte arretramento. Gli equilibri morfosedimentologici tra backshore e sistema dunale ancora si mantengono in prossimità della foce del T.te Fiumarella.

Nel settore meridionale che comprende l'unità fisiografica di 3° - Pietrapaola, Mandatoriccio e Cariati si registra un caratteristico profilo convesso della spiaggia emersa, una strutturazione ben definita tra *foreshore* e *backshore* con delle evidenti differenze in termini granulometrici. Tutti elementi che evidenziano la presenza di un equilibrio sedimentario.



Trasporto solido longitudinale

Il focus erosivo di Calopezzati è un'amplificazione di un processo di erosione ed arretramento della linea di riva che interessa l'intera area di studio tra la Foce del Trionto e Cariati e che si sposta gradualmente da nord verso sud.

Il focus erosivo potrebbe essere il prodotto di un deficit di input clastico del T.te Fiumarella lungo il cui percorso da una serie di briglie e regimazioni idrauliche (Gismondo, 2020) nell'intervallo di tempo 2012-2018 ha trattenuto circa 7.800 mc pari ad un tasso di circa 1.100 mc/anno.

Nell'intervallo 2008-2018 si registra una perdita di circa 10.837 m² di spiaggia emersa con un arretramento di 3,8 m che attraverso l'utilizzo di dati batimetrici inediti della Provincia di Cosenza del 2012 e 2018 (personale comunicazione Ing. Paolo Papalino) permettono di stimare una perdita di un volume di circa 12.000 mc pari ad un tasso di circa 1.090 mc/anno.



BIBLIOGRAFIA

Cicciù D. (2020) - Studio morfosedimentologico dell'area costiera di Calopezzati (Cosenza, Calabria). Tesi di laurea, Corso di laurea in scienze Geologiche, Dip. di Biologia Ecologia e Scienze della Terra, UNICAL; Relatore Prof. Rocco Dominici, Dott. Antonio Viscomi; A.A. 2018/2019.

Ferraiuolo Cristian (2015) – Analisi del trasporto solido mediante l'utilizzo di traccianti litologici, nell'area costiera compresa tra Coreca (Cs) e Pizzo(VV). Tesi di laurea, Corso di laurea in scienze Geologiche, Dip. di Biologia Ecologia e Scienze della Terra, UNICAL; Relatore Prof. Rocco Dominici, A.A. 2015/2016

Fillipis P. (2008) - Caratteri morfologici e sedimentologici dell'area costiera compresa tra la foce del fiume Crati e il torrente Carafuno di Cacciapica (mar Ionio - Calabria). Tesi di Laurea, Corso di Laurea in Scienze Geologiche, Facoltà di Scienze matematiche, Fisiche e natura

Gismondo S. (2020) – Stima dei processi di produzione, erosione e trasporto del t.te Fiumarella mediante il modello EPM (Calopezzati, Cosenza). Tesi di laurea, Corso di laurea in scienze Geologiche, Dip. di Biologia Ecologia e Scienze della Terra, UNICAL; Relatore Prof. Rocco Dominici, Dott. Antonio Viscomi; A.A. 2018/2019

Le Pera Emilia, Critelli Salvatore (1997) - Sourceland controls on the composition of beach and fluvial sand of the northern coast of Calabria, Italy: implication actualistic petrofacies. *Sedimentary Geology* 110, 81-97.

Barsanti M., Calda N., Valloni R. (2008) - Definizione operativa delle unità sedimentarie di trasporto litorale. Collana editoriale di studi e ricerche, n. 9.

MATTM-Regioni(2018)- Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici. Versione 2018 - Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA, 305 pp).

Perri F., Critelli S., Dominici R., Muto F., Ponte M.(2015) - Sourceland controls and dispersal pathways of Holocene muds from boreholes of the Ionian Basin, Calabria, southern Italy. *Geol. Mag.*: page 1 of 16 cCambridge University Press 2015.



Perri F., Critelli S., Dominica R., Muto F., Tripodi V., Ceramicola S. (2012) - Provenance and accommodation pathways of late Quaternary sediments in the deep-water northern Ionian Basin, southern Italy. *Sedimentary Geology* 280 (2012) 244–259

Pranzini E. (1994) - Bilancio sedimentario ed evoluzione storica delle spiagge, *Il Quaternario*, 7 (1), 197-204.

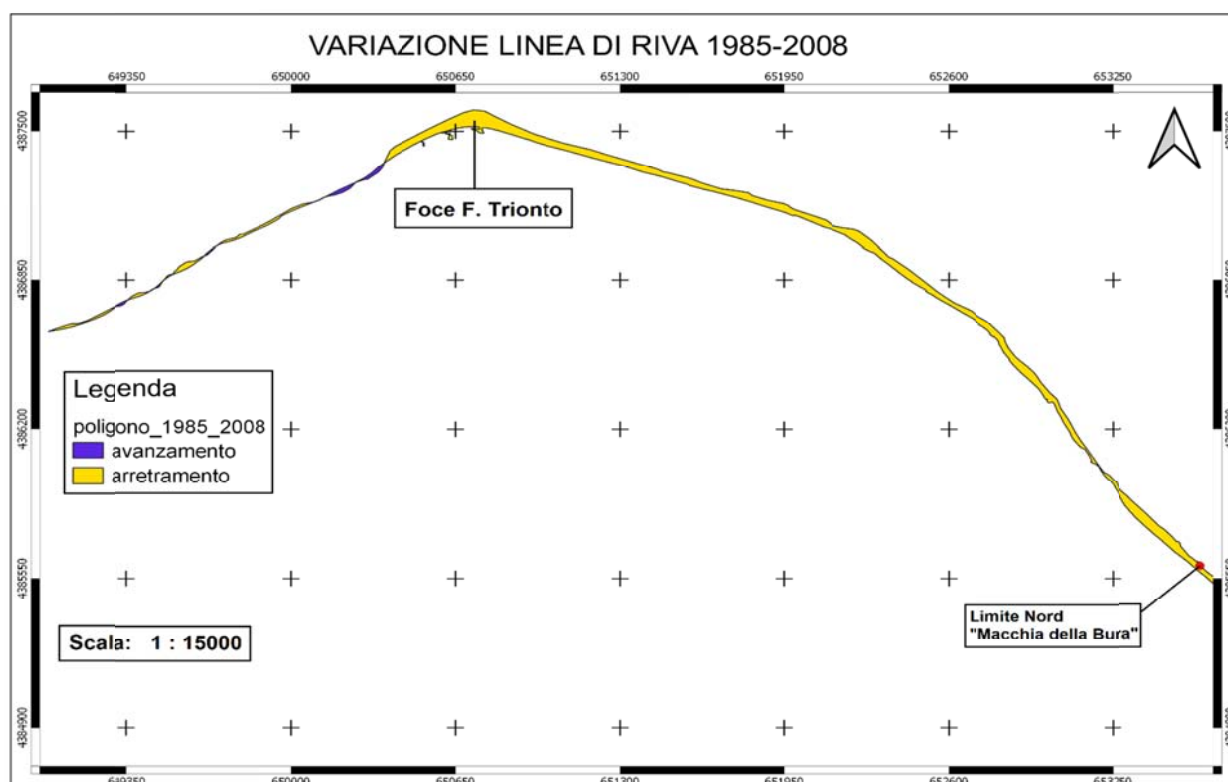
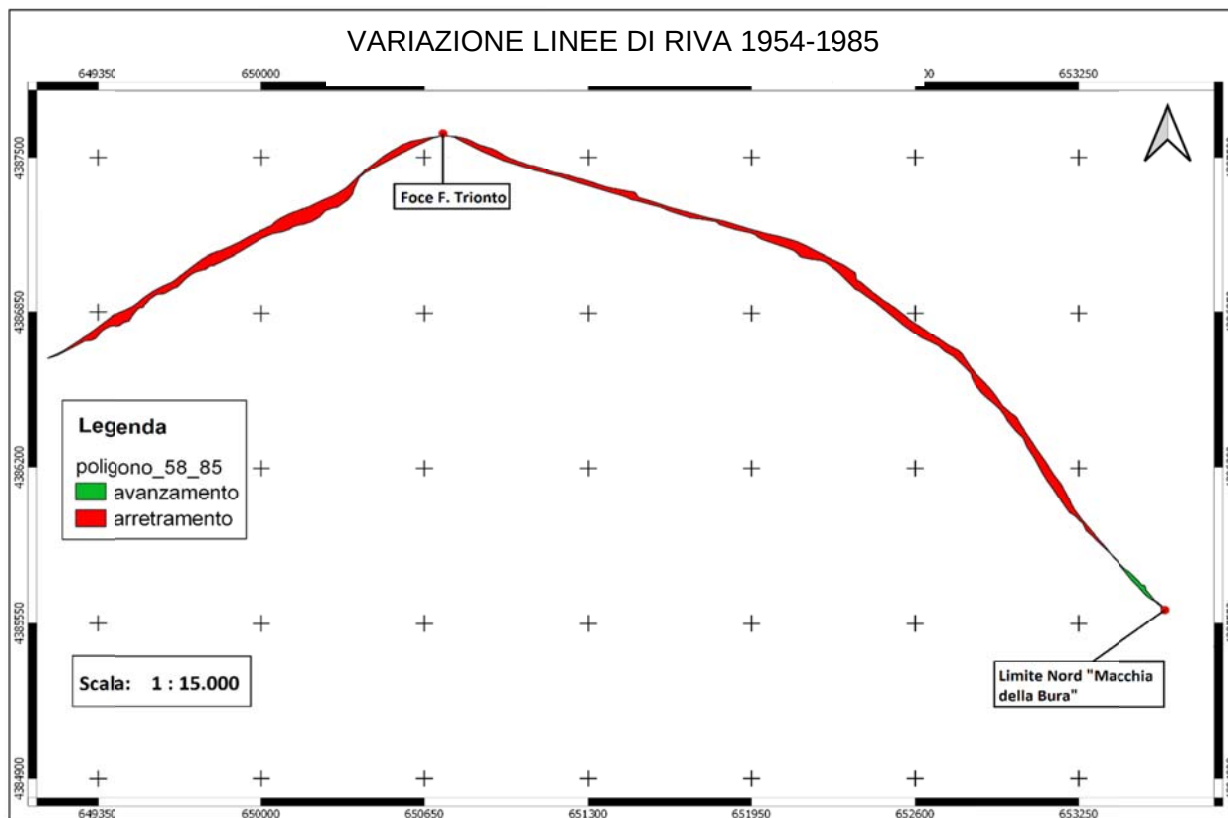
Rebesco M., R. C. Neagu A. Cuppari, F. Muto, D. Accettella, R. Dominici. A. Cova, C. Romano. A. Caburlotto (2009) - Morphobathymetric analysis and evidence of submarine mass movements in the western Gulf of Taranto (Calabria margin, Ionian Sea). *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* 98:791–805

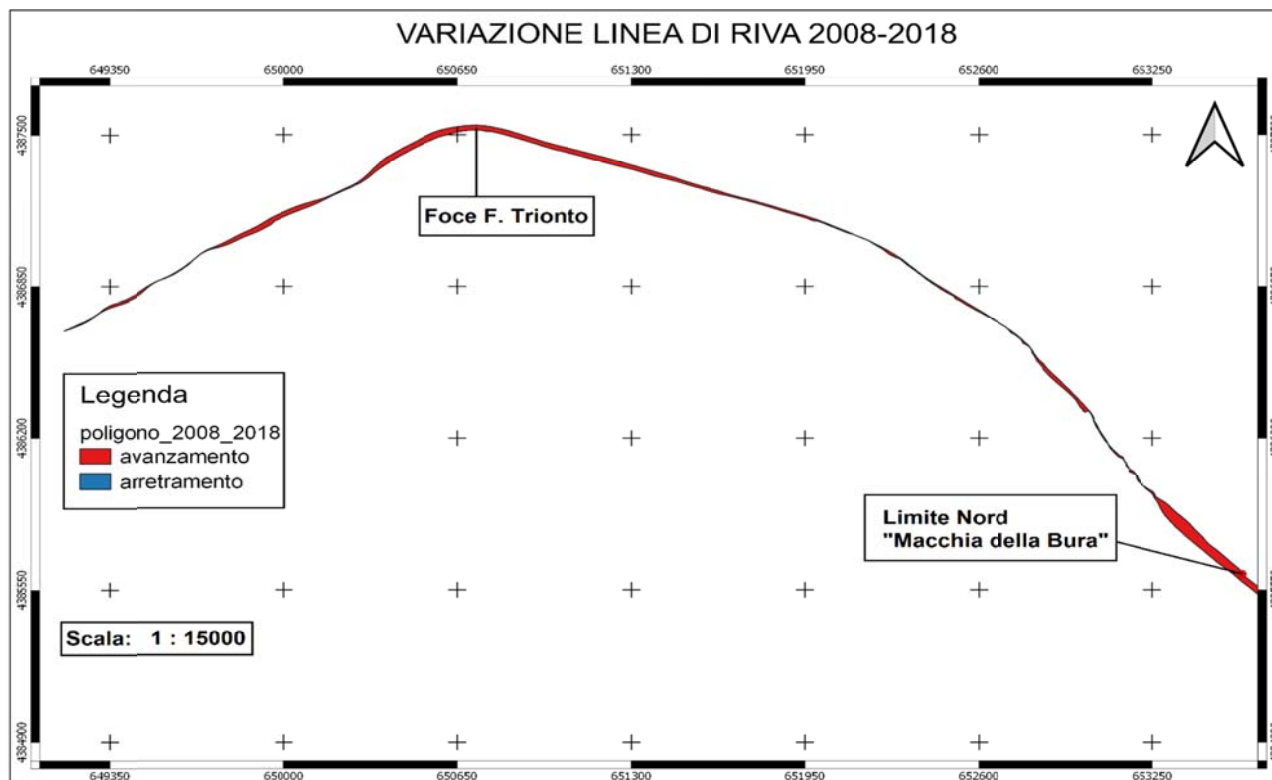


ALLEGATI



VARIAZIONI DELLE LINEE DI RIVA



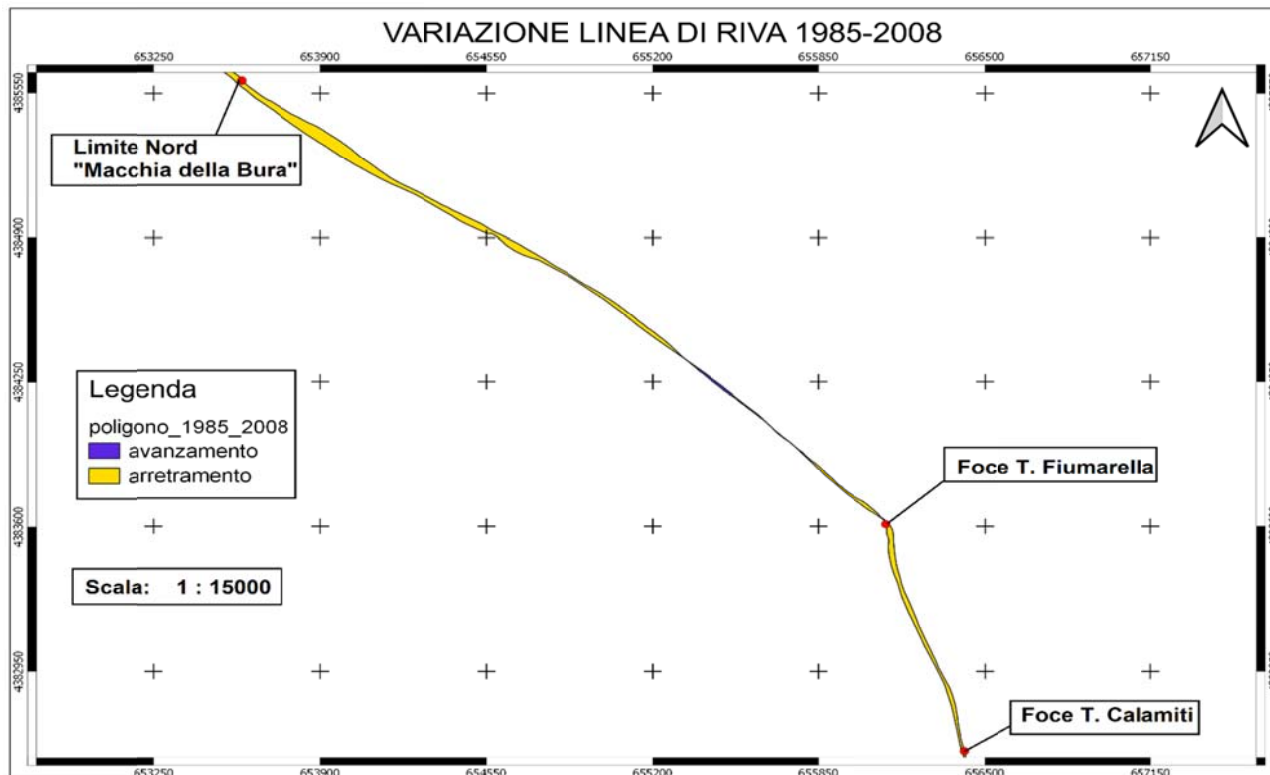
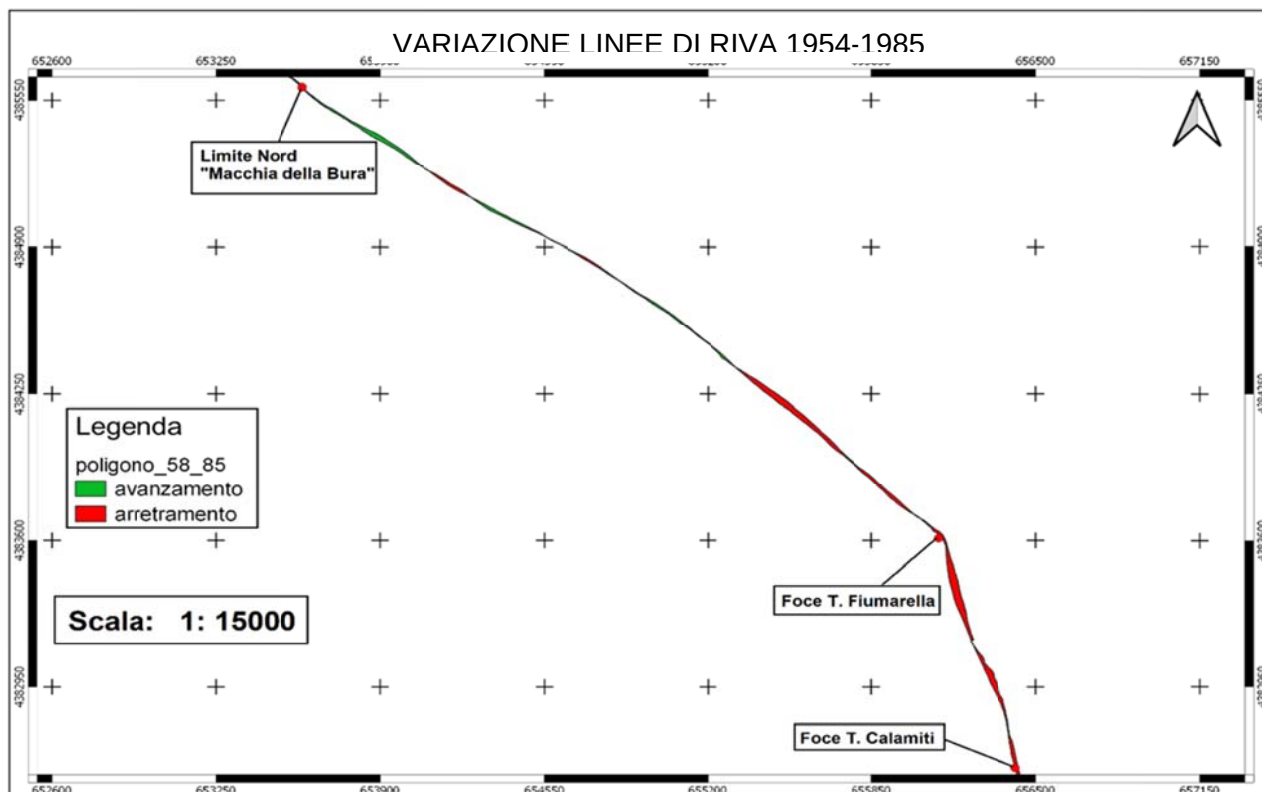


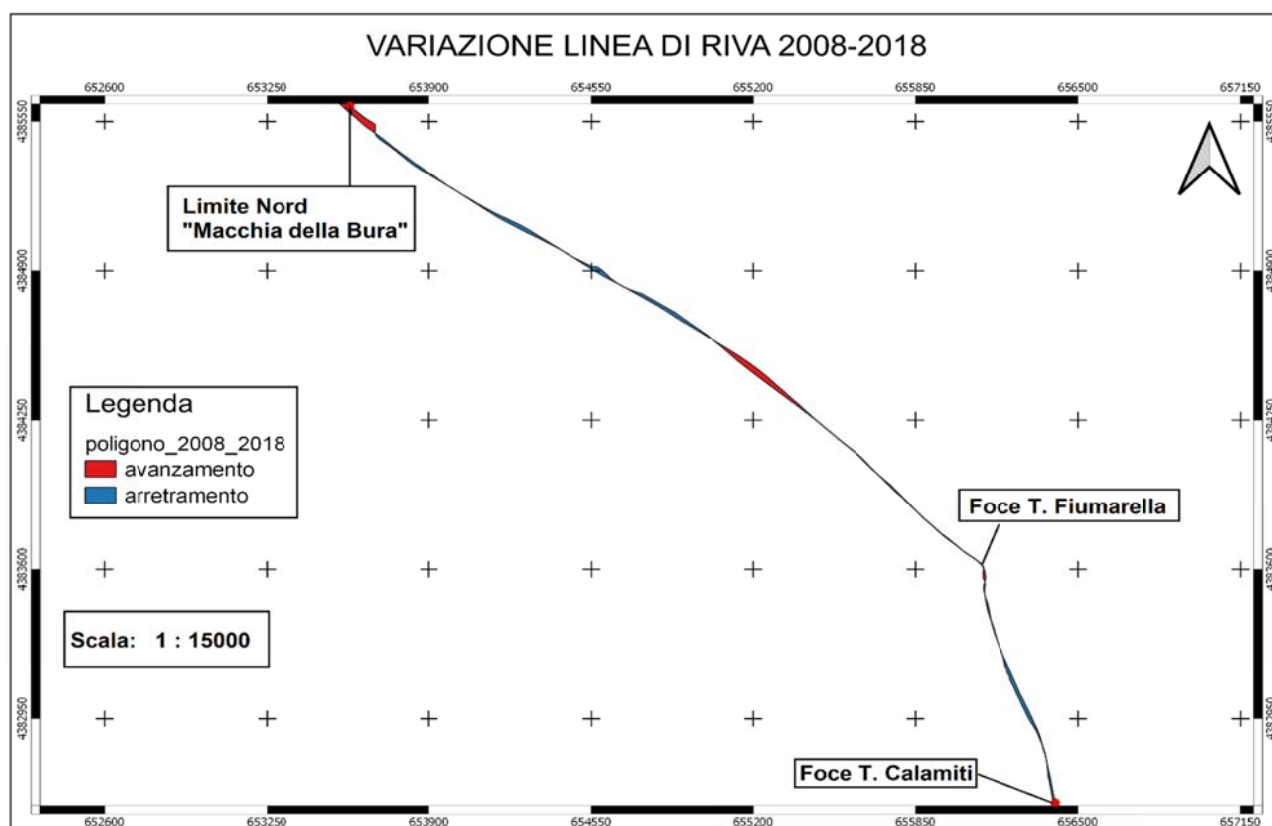
Unità fisiografiche di 3° ordine – Crosia nord e Crosia sud - Incrementi e riduzioni della spiaggia emersa in relazione alle variazioni delle linee di riva negli intervalli 1958-1985, 1985-2008, 2008-2018

**DiBEST**

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra

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



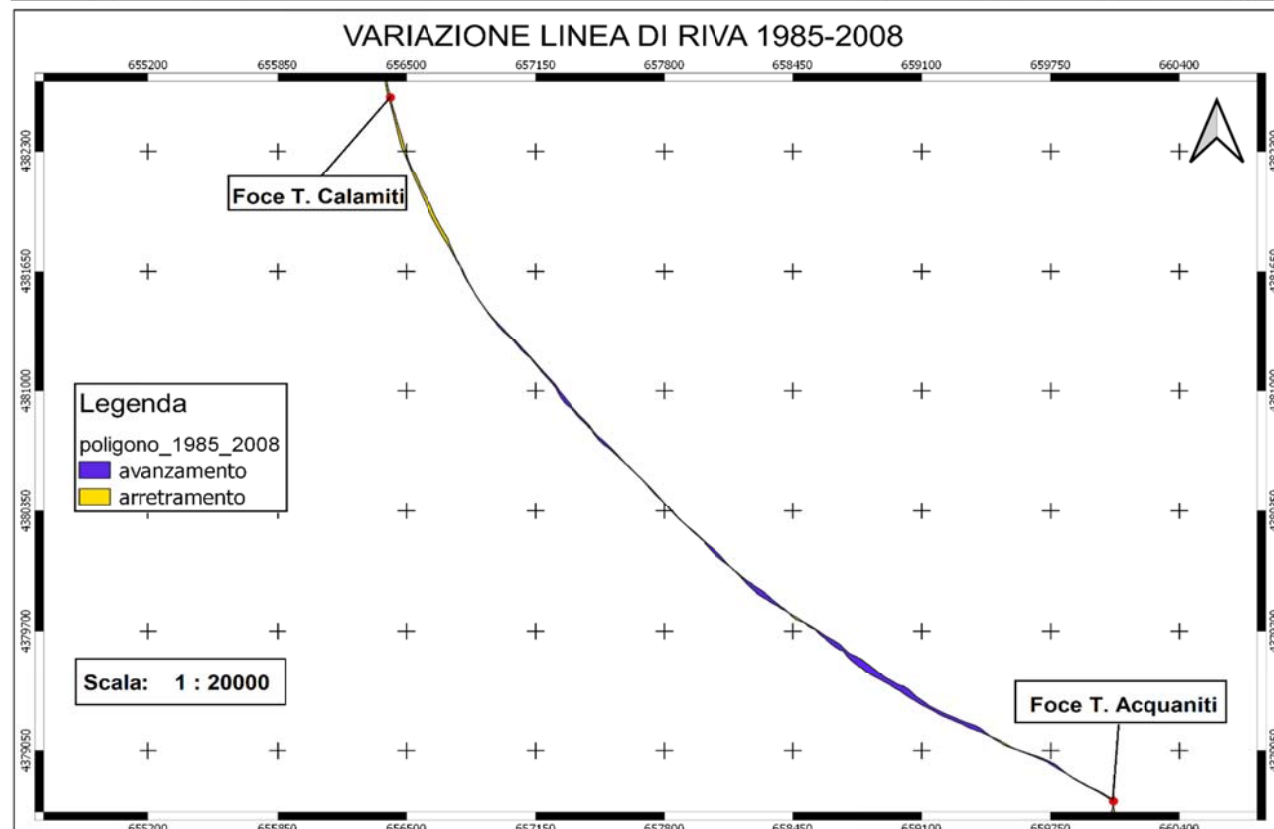
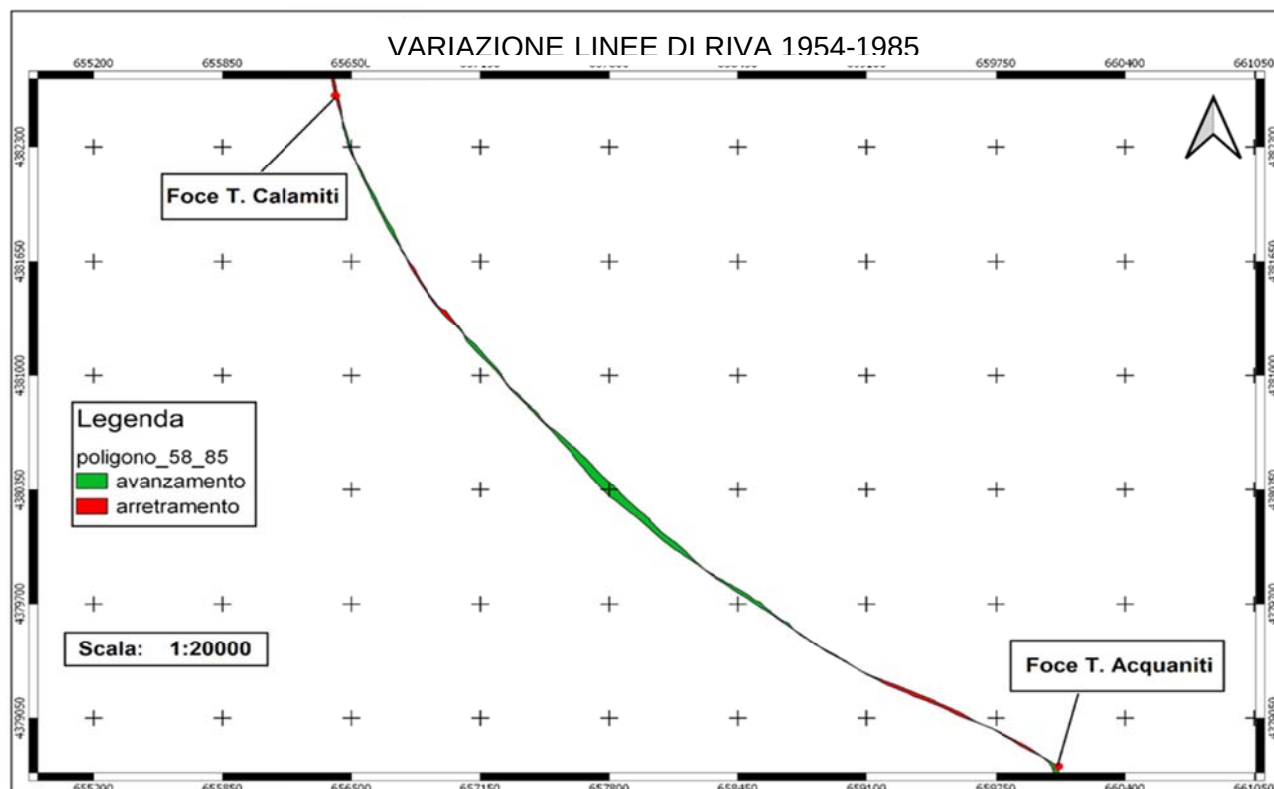


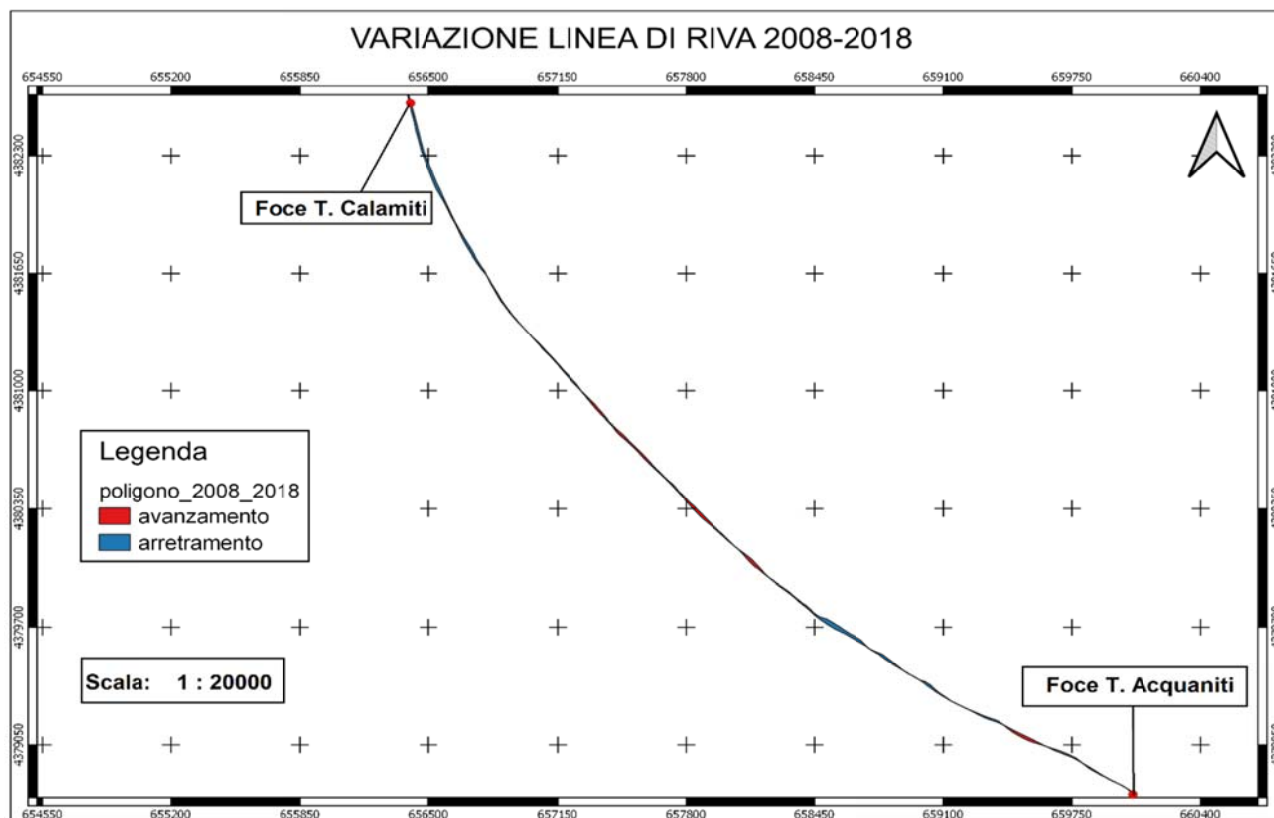
Unità fisiografica di 3° ordine – Calopezzati (foce Fiumarella – Torrente calamiti) - Incrementi e riduzioni della spiaggia emersa in relazione alle variazioni delle linee di riva negli intervalli 1958-1985, 1985-2008, 2008-2018

**DiBEST**

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra

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



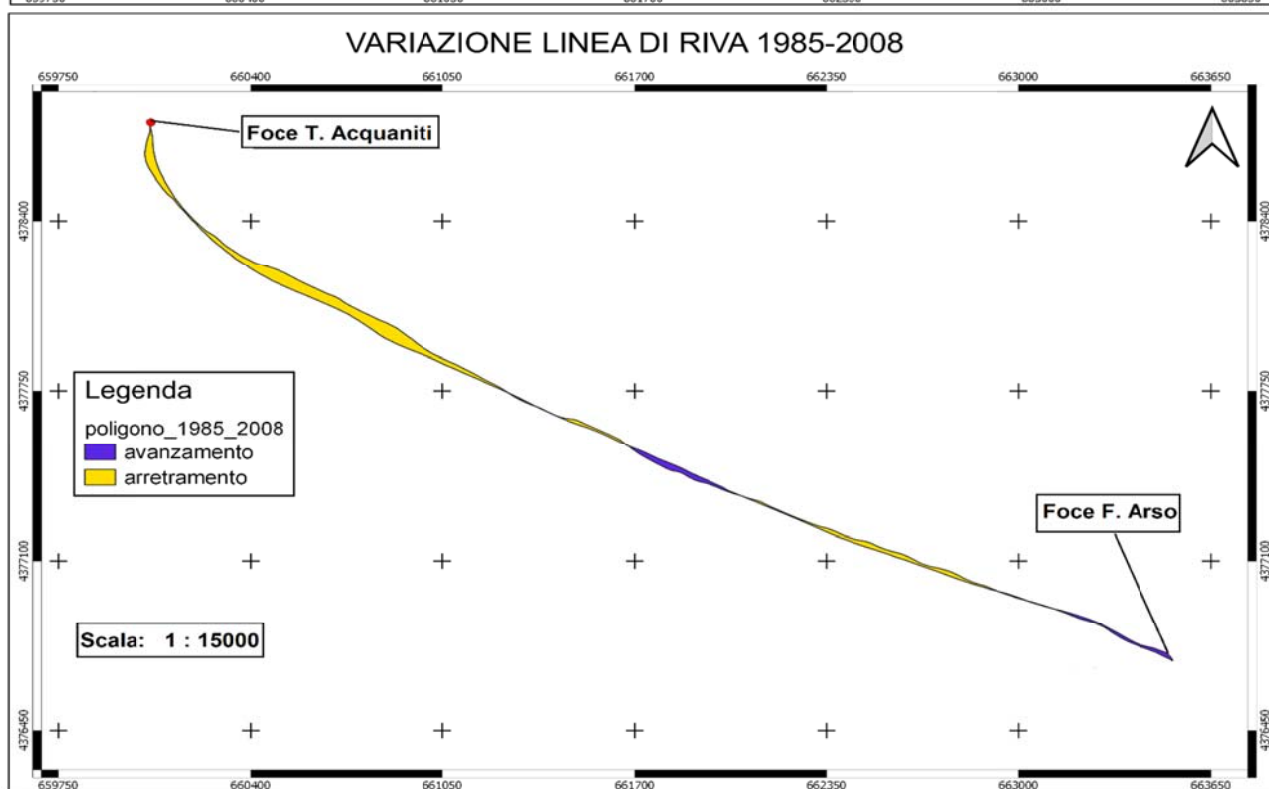
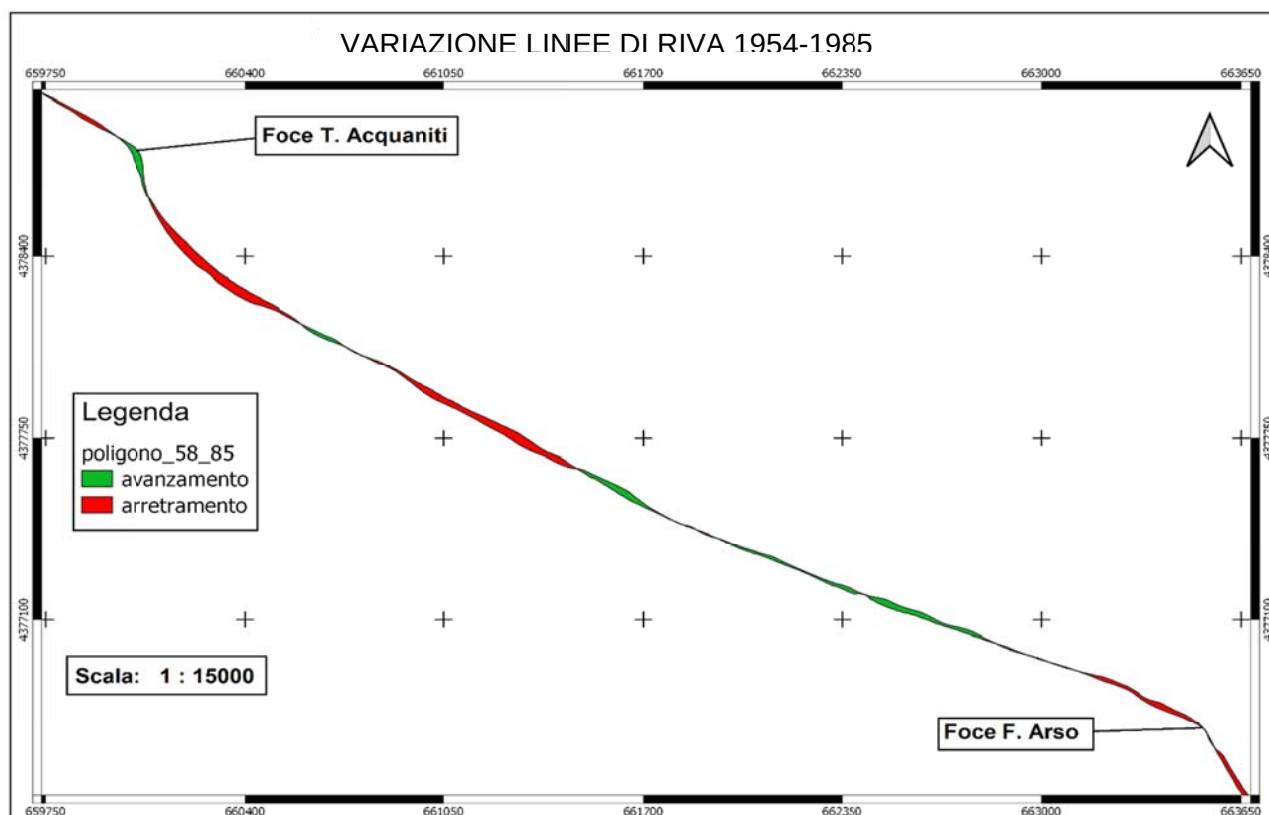


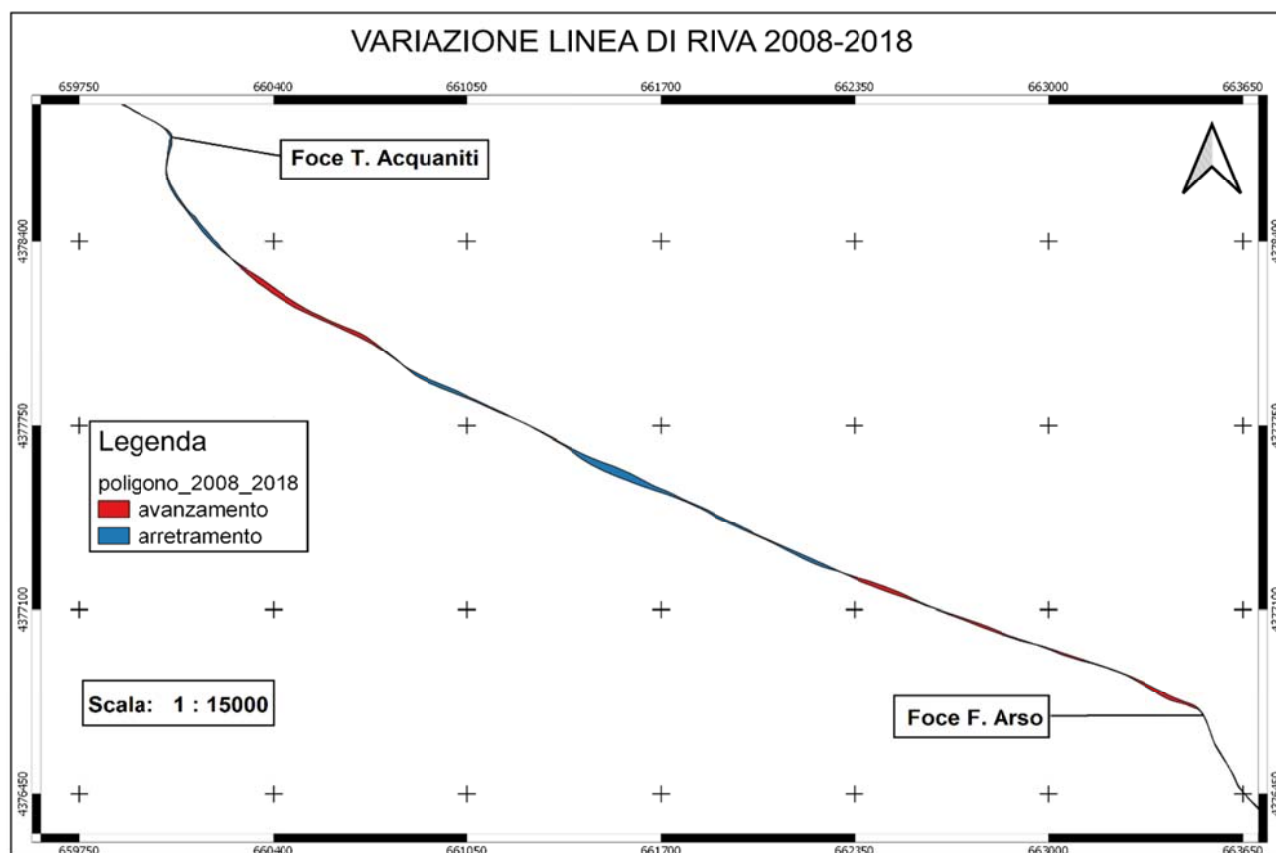
Unità fisiografica di 3° ordine – Pietrapaola - Incrementi e riduzioni della spiaggia emersa in relazione alle variazioni delle linee di riva negli intervalli 1958-1985, 1985-2008, 2008-2018

**DiBEST**

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra

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



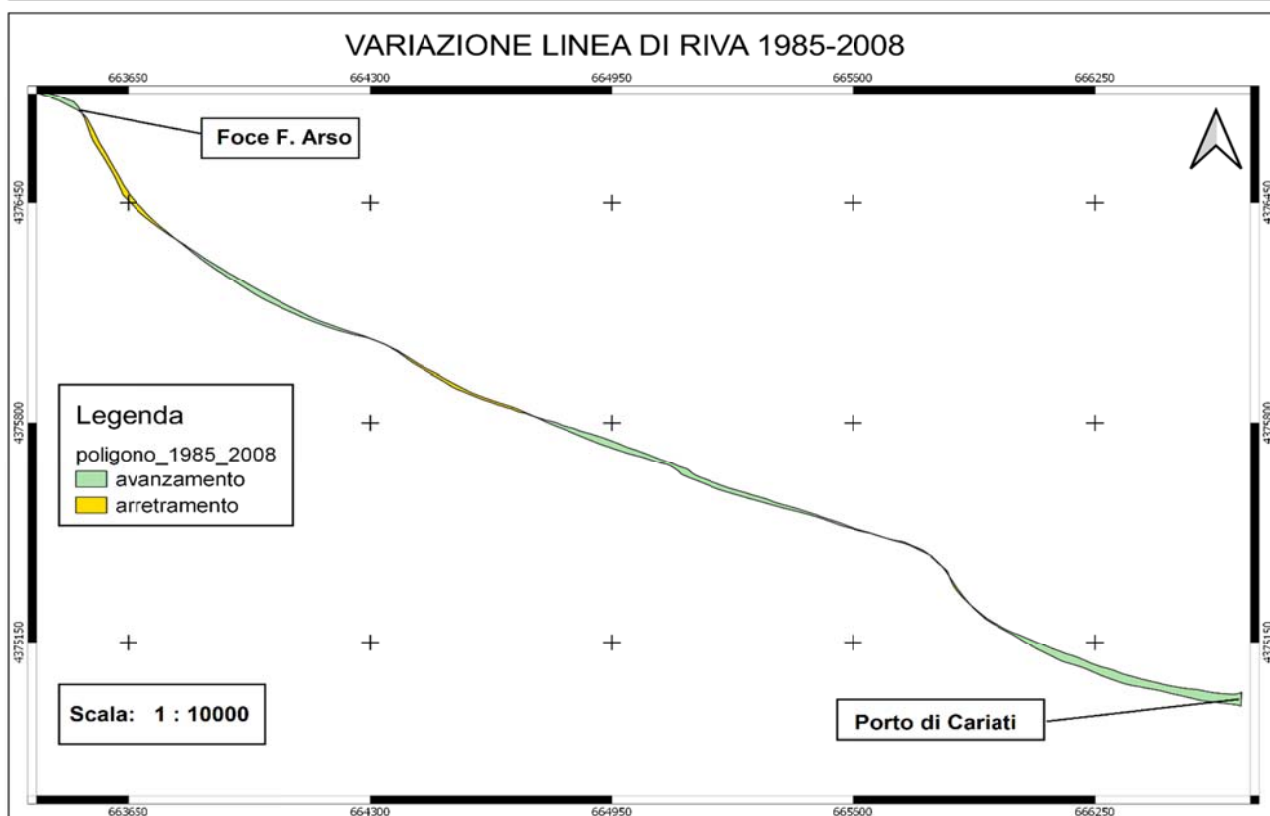
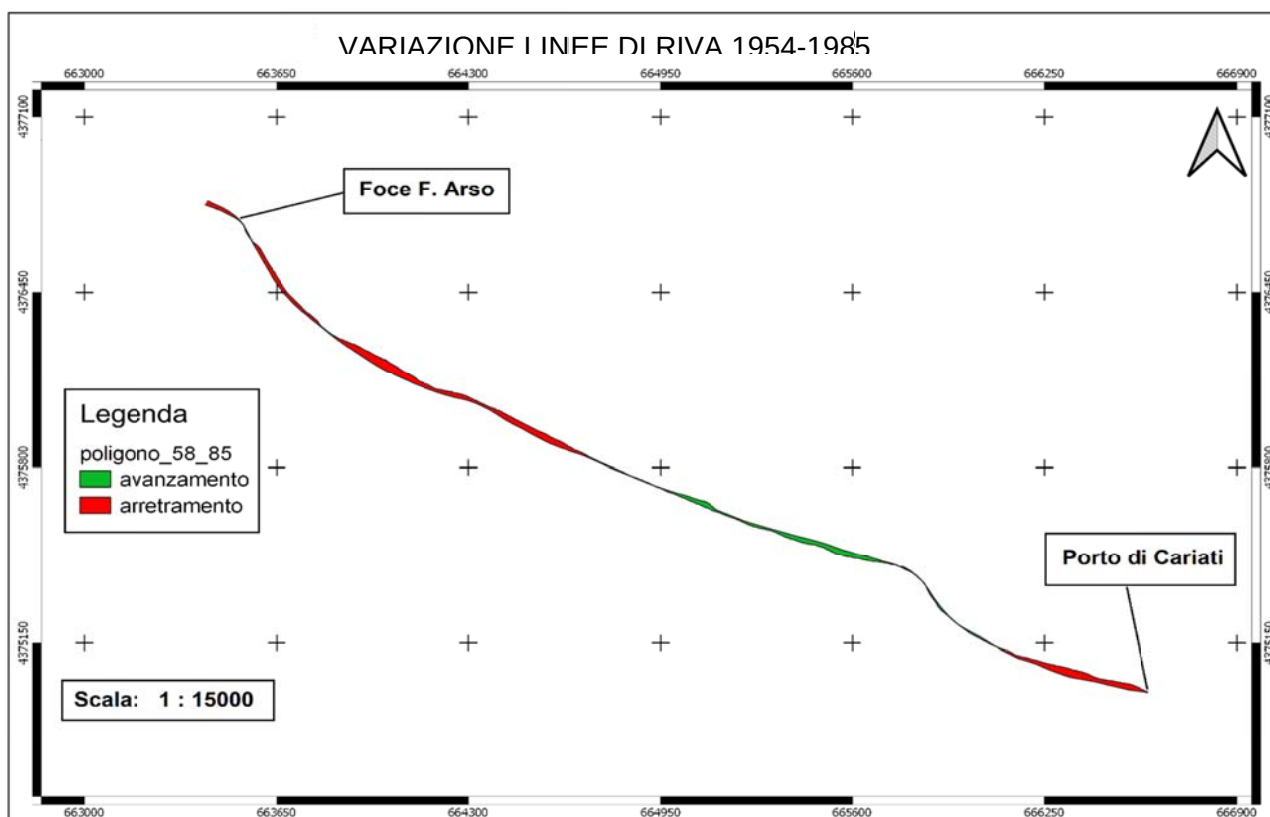


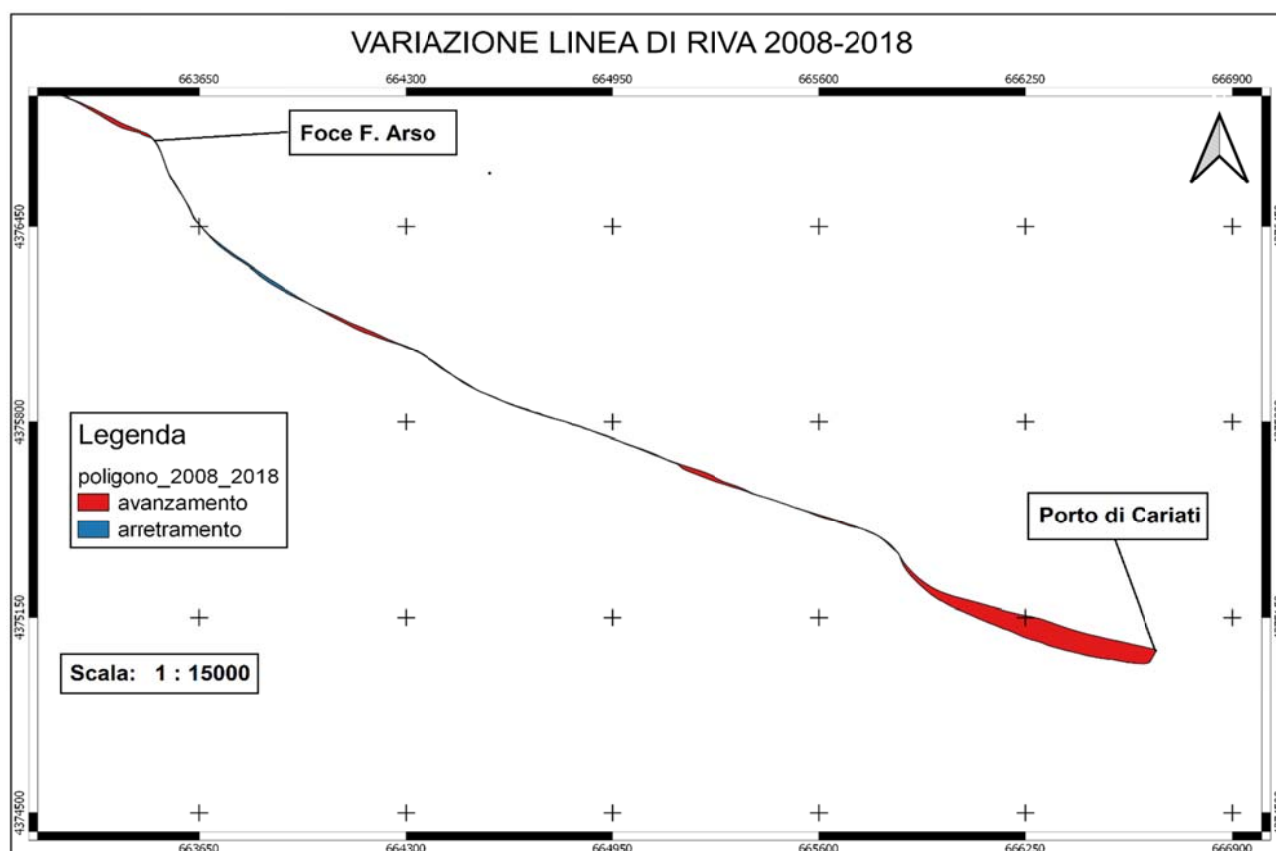
Unità fisiografica di 2° ordine – Mandatoriccio - Incrementi e riduzioni della spiaggia emersa in relazione alle variazioni delle linee di riva negli intervalli 1958-1985, 1985-2008, 2008-2018

**DiBEST**

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra

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





Unità fisiografica di 2° ordine – Cariati - Incrementi e riduzioni della spiaggia emersa in relazione alle variazioni delle linee di riva negli intervalli 1958-1985, 1985-2008, 2008-2018.