



# COMUNE DI BONIFATI

PROVINCIA DI COSENZA

## AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BONIFATI

### **Progettazione:**

Ufficio Tecnico Comunale  
Settore IV Urbanistica e Demanio M.tmo

Deliberazione del Commissario ad acta n. 1 del 09/06/2017

### **Gruppo di lavoro:**

Arch. Cristina Talesa

Dott.ssa Geol. Nadine Cetraro - Studio Geologico

Dott. Geom. Giuseppe Riccetti - Rilevamenti e Supp. Tecnico Cartografico

### **IL RUP**

Arch. Cristina Talesa

### **Approvazioni:**

**Redazione Piano:**

**Settembre 2017**

**Elaborato: Tav. 3.8**

**PIANO COMUNALE SPIAGGIA (PCS)**

L.R. n. 19/2002 e s.m.i. "Norme per la tutela, governo e uso del territorio"

L.R. n. 17/2005 e s.m.i. "Norme per l'esercizio della delega delle funzioni amministrative sulle aree del Demanio Marittimo"

**QUADRO PROGETTUALE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**



## Sommario

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO .....	5
GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA .....	8
DINAMICHE DI LITORALE .....	11
COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA DEL PIANO.....	18
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA.....	20
FATTIBILITA' DI PIANO .....	22
CONCLUSIONI.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	33

## PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Bonifati (CS) ha affidato alla sottoscritta la redazione dello studio geologico per il Piano Comunale di Spiaggia che ai sensi dell'Articolo 8 comma 1 della Legge Regionale 17/2005, regolamentano l'utilizzo del litorale garantendo in particolare il suo pubblico utilizzo, la tutela e la conservazione degli ambienti marini e litoranei nelle aree demaniali marittime.

L'analisi territoriale è stata sviluppata seguendo il percorso fissato dalle linee guida della Regione Calabria che hanno finalità di:

- a) Favorire lo sviluppo turistico della costa calabrese in maniera da non compromettere le sue qualità paesaggistiche e ambientali;
- b) Garantire la continuità tra arenile e contesto retrostante, naturale o urbano che sia, migliorandone l'accessibilità;
- c) Promuovere e incentivare la rinaturalizzazione delle strutture balneari attraverso l'uso di strutture precarie ed a basso impatto ambientale;
- d) Tutelare le aree di singolare pregio e, in particolare, gli ecosistemi locali costieri;
- e) Regolarizzare le attività svolgibili sull'arenile per una maggiore integrazione e complementarità delle stesse.

L'ambito di disciplina dei PCS è individuato dalla linea di andamento del confine demaniale (Dividente Demaniale Marittima) tracciato dal SID. Sono da escludere dall'ambito territoriale comunale di interesse:

- a) Le zone foci, le aree a rischio frana e/o inondazione, normate dal Piano Idrogeologico dell'Autorità di Bacino, ai sensi del D.L. 180/98 e dalle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia approvate dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale, seduta del 31.07.2002
- b) Aree destinate ad altri usi pubblici, come stabilito nell'art. 34 del Cod. Nav..
- c) Aree destinate ad altre Amministrazioni dello Stato, ai sensi dell'art. 36 del Reg. Nav.
- d) Aree sulle quali insistono strutture portuali di interesse regionale e interregionale e relativi specchi d'acqua.

L'elaborazione dei diversi tematismi (geologia, geomorfologia, idrologia, rischio idraulico, rischio di erosione costiera) hanno consentito di definire il quadro generale delle condizioni di stabilità generali del territorio comunale e delineare le procedure per interventi con azioni compatibili con le realtà fisiche oggi rilevabili nel territorio

comunale, con particolare riguardo alle aree demaniali nelle quali ogni intervento infrastrutturale dovrà considerare il concetto del minimo rischio prevedibile.

Lo studio, nella sua organizzazione, è stato sviluppato per fasi successive e conseguenti al fine di avere una visione completa di ogni rischio territoriale che grava sull'area costiera territorio comunale.

La cartografia e le componenti descrittive che formano lo Studio Geomorfologico sono di seguito espliciti:

- analisi delle informazioni esistenti relative alla geolitologia, geomorfologia, idrogeologia, erosione costiera e rischio sismico attraverso la bibliografia scientifica e/o tecnica riguardante le aree tirreniche che hanno permesso la redazione delle seguenti cartografie:
- TAV.3.1 corografia e bacini idrografici scala 1:25.000 nella quale si inquadra l'intero territorio comunale di Bonifati e si tracciano i limiti dei principali bacini idrografici;
- TAV.3.2 carta di inquadramento generale geologico e strutturale del territorio comunale scala 1:5.000 sovrapponendo le informazioni del rilevamento di campagna e la verifica delle formazioni affioranti, per aree campione, attraverso il confronto con la cartografia geologica ufficiale per la Calabria (CASMEZ 1960) e gli studi geologici redatti per il PSC;
- TAV.3.3 carta geomorfologica scala 1:5.000 redatta mediante fotointerpretazione con approfondite verifiche sul terreno e confronto con gli studi geomorfologici redatti per il PSC;
- TAV.3.4 carta idrogeologica e del sistema idrografico scala 1:5.000 redatta mediante studio delle caratteristiche idrogeologiche delle litologie e confronto con gli studi idrogeologici redatti per il PSC;
- TAV.3.5 carta zonazione della pericolosità sismica locale scala 1:10.000, si riporta cartografia degli studi di microzonazione sismica di primo livello effettuati recentemente sul territorio comunale;
- TAV.3.6 carta vincoli PAI scala 1:5.000 per il tratto ricadente nel comune di Bonifati si riportano le aree definite secondo il PAI dette d'attenzione per pericolo d'inondazione;
- TAV.3.7 (a-b-c-d) Carta delle pericolosità geologiche. Fattibilità delle azioni di Piano scala 1:2.000 contenente la formulazione di proposte per suddividere il territorio in classi di fattibilità geologica. Tale carta applicativa è mirata a

dimostrare la fattibilità geologica, tenendo conto delle valutazioni critiche della pericolosità dei singoli fenomeni, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico-ambientale.

La classificazione fornisce inoltre indicazioni generali in ordine alle destinazioni d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto. In sostanza nella carta si attribuisce un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono (a ciascun'area) con un impegno di grande rilievo perché si tratta di associare ai livelli di pericolosità incidenze negative che hanno un peso sicuramente valutabile quando sono nulle o quando sono preclusive, ma che lasciano vari gradi di incertezza quando sono limitativi, imponendo limitazioni che sono risolvibili con accorgimenti tecnici di maggiore o minore peso economico. In tale ottica si individuano quattro classi di fattibilità:

- Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni;
- Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni;
- Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni;
- Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il Comune di Bonifati si colloca sulle estreme propaggini meridionali dell'Appennino dove la catena montuosa prende il nome di Arco Calabro, in corrispondenza della linea tettonica a carattere regionale di Sangineto.

Proprio in corrispondenza di tale lineamento tettonico, che parte appunto dalla vallata del torrente omonimo continua attraversando la vallata del fiume Esaro e prosegue nella piana di Sibari costeggiando i versanti meridionali della catena del Pollino fino al mar Ionio.

I movimenti Est vergenti dell'Arco Calabro, unitamente all'imponente sollevamento ed al sovrascorrimento delle unità alpine oltre alle numerosi fasi tettoniche subite dai depositi arenaceo argillosi miocenici e dal basamento metamorfico coinvolto nell'orogenesi della catena costiera, hanno generato una serie di faglie sia parallele che trasversali lungo tutti i versanti.

Le faglie dirette, a gradinata hanno generato una serie di terrazzamenti e di scarpate; le faglie inverse, generate da uno stress di tipo compressivo hanno sollevato e basculato gli strati arenacei miocenici formando, localmente, creste collinari parallele al versante rialzate rispetto ai pendii di monte.

Ma là dove il sollevamento e gli stress tettonici sono stati elevati, l'erosione ha smantellato le coperture mioceniche e ha messo a nudo il metamorfico composto dagli Scisti Sericitici (ss) e dagli gneiss granatiferi (sbg) come lembi sovrascorsi sul basamento calcareo del mesozoico (Mc; Tdl;cc) e sull'unità di Malvito composta dai calcescisti (Cc?) e dalle Metabasiti ( $\beta$ ).

La morfologia del territorio comunale si può suddividere fisicamente in due settori rappresentati da:

- Un settore collinare-montano che si può far coincidere con gli affioramenti arenaceo-conglomeratici, calcareo-dolomitici e scistoso-gneissici; i versanti con pendenze accentuate disegnano una morfologia a tratti aspra e scoscesa, in cui si sviluppa erosione intensa che produce pareti verticali nelle valli fluviali delle incisioni torrentizie;

- Un settore di piana costiera comprendendo il raccordo con le aree collinari, che è caratterizzato dai terrazzi marini che formano spianate morfologiche sopraelevate rispetto alla pianura costiera esigue come sviluppo con prevalenza di piccoli rilievi, pendenze molto lievi e incisioni torrentizie, con i letti più ampi che danno luogo a

piccoli terrazzi fluviali e/o a superfici golenali. Il Torrente Sangineto resta l'incisione più importante e fa da confine a nord del territorio comunale.

Il reticolo idrografico ha una notevole densità di drenaggio, con valli torrentizie che si appiattiscono man mano che si approssimano alla linea di costa.

Nella parte montana si esplica la maggiore capacità erosiva che si riduce e/o si annulla nella porzione costiera dove l'alveo si allarga con le aree di depositi golenale.

Il percorso all'interno della Catena Costiera è spesso tortuoso ed approfondito a dimostrare la notevole erosione di fondo che innesca la franosità all'interno delle valli fluviali per scalzamento al piede di terreni con caratteristiche meccaniche variabili ma prevalentemente mediocri - scadenti.

Come ben evidente dalla cartografia, lungo la costa del comune di Bonifati sfociano ben 11 fossi, che drenano il vasto territorio, e hanno prevalentemente presenza di acqua in occasione di precipitazioni piovose.

Solo alcuni di questi, fanno eccezione e presentano presenza di acqua durante tutto l'anno.

Le precipitazioni piovose sono concentrate nel periodo Ottobre – Marzo con una flessione della quantità nel periodo Aprile - Maggio a cui segue di un periodo di relativa aridità nel trimestre Giugno - Agosto. Un aumento repentino dei millimetri di pioggia si nota nel mese di settembre che marca l'inizio della stagione delle piogge (dati delle stazioni pluviometriche Cetraro, Belvedere M.mo, Cirella).

Il regime pluviometrico quindi è caratterizzato da un semestre notevolmente piovoso ed un semestre con scarse precipitazioni.

Le caratteristiche diverse di permeabilità dei terreni affioranti nel territorio comunale sono conseguenza della presenza rilevante arealmente del substrato metamorfico; si osservano notevoli estensioni di scisti sericitici di permeabilità media relativamente alla coltre di alterazione superficiale e permeabilità da scarsa a sensibile (permeabilità secondaria per fratturazione) per le masse sottostanti di natura e consistenza litoide. Lo spessore non elevato delle coltri di alterazione consente accumuli di riserve idriche limitate che alimentano emergenze torrentizie di portate limitate e stagionali.

La massa calcareo – dolomitica, invece, ha tutte le caratteristiche di una roccia serbatoio e alimenta emergenze sorgentizie con portate consistenti.

Le arenarie, i conglomerati e gli spessori sabbioso-limoso della piana costiera presenti nelle porzioni basse del territorio comunale sono caratterizzati da una

permeabilità per porosità medio-alta che possono ospitare falde anche di capacità apprezzabili.

## GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Ai fini di questo studio è importante porre un'attenzione particolare agli aspetti geolitologici e geomorfologici dell'intera fascia litoranea in questione, in quanto quest'ultimi sono dei fattori che influenzano notevolmente la dinamica costiera, oltre agli aspetti meteomarini e quelli di carattere prettamente antropico.

A tal proposito, prima di passare all'analisi dettagliata delle litologie affioranti lungo la fascia costiera, bisogna ricordare quanto descritto nei precedenti paragrafi, ovvero la presenza di affioramenti di materiali metamorfici, prevalentemente scistosi, difficilmente erodibili che caratterizzano la parte montana ma che presentano coperture di alterazione facilmente disgregabili. Tale caratteristica permette un modesto apporto di sedimenti alla spiaggia grazie al trasporto che avviene tramite i diversi corsi d'acqua che attraversano il territorio.

Per l'esattezza i fossi che solcano il territorio sono n.11, da nord:

- Burrone Marianna;
- Fosso Marianna II;
- Fosso Marianna I;
- Fosso Marianna III;
- Fosso Bambagia;
- Fosso San Pietro;
- Fosso Capo Bonifati;
- Fosso Cittadella;
- Fosso Torre del Capo;
- Fosso San Lorenzo;
- Fosso San Tommaso.

Tornando agli aspetti prettamente geolitologici dell'area d'interesse, per poter mostrare tali caratteristiche, è stata redatta, in scala 1:5.000, una carta di inquadramento generale geologico e strutturale (TAV.2), ove sono mostrate tutte le litologie affioranti lungo l'intera fascia costiera di Bonifati; tale cartografia tematica è stata redatta grazie alle osservazioni svolte in attività di campo, nonché grazie alla consultazione di diverse fonti bibliografiche reperite presso gli enti comunali, tra cui si annovera lo studio geologico allegato al P.S.C. di Bonifati e la relazione geologico – tecnica relativa al P.S.C..

Osservando l'elaborato TAV.2, partendo dalla linea di costa, si evince la presenza di un disteso ed ampio litorale caratterizzato prevalentemente da sabbie da fini a grossolane costituenti i depositi attuali di spiaggia, i quali costituiscono gli ambiti d'interesse.

Proseguendo verso l'interno, al di là dei depositi poc'anzi descritti, si riscontra una fascia caratterizzata da depositi alluvionali fissati dalla vegetazione ma per la maggiore artificialmente dalla presenza di infrastrutture viarie, quali strade e rilevato ferroviario, o aree densamente urbanizzate con fabbricati.

Questo lembo densamente urbanizzato è da identificarsi nella fascia dunare del sistema spiaggia, che l'alto grado di urbanizzazione ha stravolto completamente, compromettendo il naturale assetto morfologico, impedendo oltretutto in molte aree la diretta osservazione di questi affioramenti. Bisogna ricordare che la cementificazione delle dune è una delle cause che diminuisce la stabilità delle spiagge e la sicurezza in merito al rischio costiero, in quanto l'assorbimento dell'acqua marina da parte delle sabbie e della vegetazione è un elemento naturale di protezione contro le inondazioni in caso di forti mareggiate.

Avanzando ancora nell'entroterra si riscontrano i terrazzi fluviali ricoperti da conglomerati sabbiosi bruno-rossastri che degradano verso monte mettendo a nudo il basamento metamorfico degli scisti che caratterizzano la quasi totalità del territorio comunale.

Il litorale è caratterizzato in primis da una lunga spiaggia soggetta ad erosione nella porzione nord a partire da Capo Bonifati (ambito 1 e ambito 2), la cui vera estensione è stata sovente interrotta dalle strutture antropiche, quali strada e rilevato ferroviario, ove vi è un minor grado di urbanizzazione, si riscontra il diretto passaggio dalla spiaggia alla fascia dunare.



*Figura 1 Spiaggia località Paneduro*

A sud di Capo Bonifati, invece, la continuità di spiaggia è interrotta da costoni rocciosi, con insenature e piccole spiagge di particolare interesse naturalistico (ambito 3 e ambito 4).

Gli aspetti prettamente legati alla geomorfologia costiera, nonché all'evoluzione della linea di costa, verranno affrontati in maniera più dettagliata nel prossimo paragrafo, in quanto all'interno degli studi propedeutici ai Piani di Spiaggia bisogna dare notevole attenzione alle problematiche legate all'erosione costiera.

Le aree retrostanti la zona di spiaggia, sono caratterizzate da un'area terrazzata costituita da depositi alluvionali antichi che diversi corsi d'acqua incidono, ove, essendo caratterizzata da pendenze medie, non si riscontra alcuna problematica legata ai fenomeni franosi, che interessano principalmente le zone collinari-montuosa del comune di Bonifati.

Pertanto l'attenzione deve essere volta a ciò che riguarda il rischio idraulico, in quanto il regime dei corsi d'acqua che attraversano questi luoghi, come già accennato nei precedenti paragrafi, è molto particolare. Si tratta di un deflusso esiguo o quasi del tutto assente nei periodi estivi, mentre in quelli autunnali e invernali si possono riscontrare portate di piena eccezionali.

A comprova di ciò, osservando le carte allegate, secondo quanto evidenziato dalle carte del rischio idraulico del P.A.I., redatto dall'Autorità di Bacino Regionale della Calabria, sono state segnalate delle aree di attenzione, di cui se ne discuterà in dettaglio nei prossimi paragrafi.

Dal punto di vista idrogeologico la circolazione idrica sotterranea avviene secondo modalità differenti in relazione alle proprietà idrogeologiche dei depositi terrigeni, inoltre gioca un ruolo importante la morfologia del terreno e i rapporti geometrici con gli acquiferi adiacenti.

Lungo la fascia costiera, come specificato in precedenza, si riscontra l'affioramento principalmente di depositi costituiti da una granulometria grossolana, pertanto caratterizzati da una permeabilità medio – elevata, fornendo alimentazione alle falde sotterranee, mentre le formazioni metamorfiche vengono a costituire la base impermeabile. Ovviamente i depositi litoranei sono sedi di falde freatiche a pochi metri di profondità, le cui acque dolci spesso possono diventare salmastre per l'alterazione dell'equilibrio dell'interfaccia acqua dolce – acqua salata, a causa di sovrasfruttamenti della falda mediante opere di pompaggio.

## DINAMICHE DI LITORALE

Ai fini della pianificazione, come già accennato in precedenza, è fondamentale affrontare tutti gli aspetti legati alla dinamica dei litorali ed ai fattori che ne influenzano l'evoluzione. Pertanto in questo paragrafo verranno innanzitutto descritte in linea generale le caratteristiche sia sedimentologiche che geomorfologiche della costa, nonché gli aspetti prettamente meteomarini; l'insieme di tali condizioni giustifica la dinamica dell'intero litorale.

Le spiagge sono il risultato dell'equilibrio che si stabilisce in conseguenza degli apporti solidi fluviali o di erosione di tratti di costa rocciosa e del meccanismo di ridistribuzione dei detriti ad opera dell'azione principale del moto ondoso (trasporto solido litoraneo), combinata con quella delle correnti marine, del vento e di fattori geologici.

Il trasporto litoraneo è schematizzabile in un trasporto longitudinale, parallelo alla linea di costa, ed in uno trasversale, normale alla linea di costa.

I meccanismi che regolano i due fenomeni, come pure gli effetti che questi ultimi causano sull'equilibrio costiero sono molteplici.

Il primo è correlabile al clima statico medio del moto ondoso ed in particolare alla risultante dell'energia del moto ondoso ed è fortemente influenzato dalle opere che insistono sulla spiaggia emersa e sommersa; il secondo determina la pendenza del fondale, è legato alla caratteristica del sedimento ed è correlabile alla entità delle singole mareggiate incidenti ed alle loro variazioni stagionali.

Per l'area in esame il fenomeno che risulta determinante è il trasporto solido longitudinale.

I maggiori prelievi e reperimenti di materiali avvengono grazie agli apporti dei principali fiumi e corsi d'acqua che sfociano lungo la costa.

L'apporto detritico da questi corsi d'acqua, grazie alle loro caratteristiche fisiografiche, date da brevi tratti ed elevate pendenze, viene stimato in 70.000-90.000 m<sup>3</sup>/anno ma risulta alimentare in modo insufficiente il litorale.

L'evoluzione dei litorali dipende da molteplici fattori sia naturali che antropici. Si ritiene, infatti che le diverse opere antropiche realizzate lungo la costa a breve distanza dalla riva (strade, ferrovia e insediamenti urbani), siano responsabili, nella gran parte dei casi, di fenomeni di turbamento delle naturali condizioni di equilibrio del litorale e

della modificazione e irrigidimento dei sistemi dunari presenti lungo il litorale, i quali rappresentano naturali fondi di ripascimento delle spiagge.

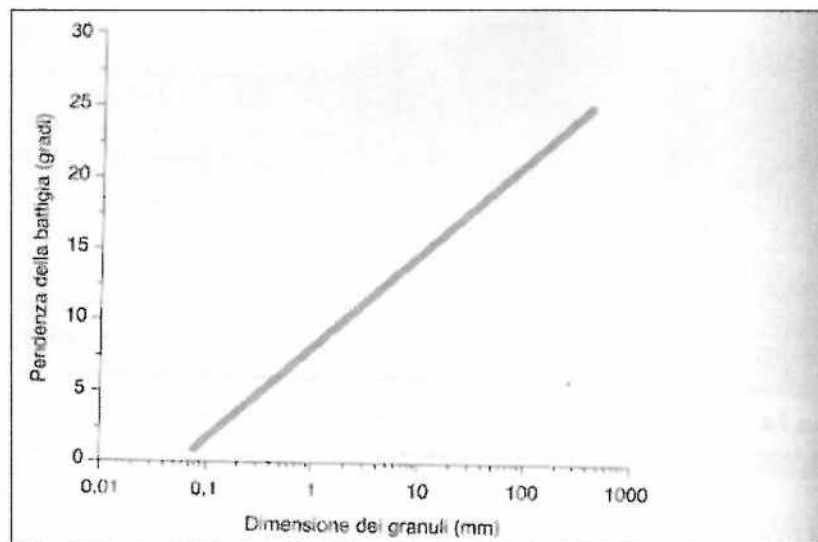
Il litorale del comune di Bonifati si sviluppa per circa 5 Km, il cui limite a nord è dato dai confini con il Comune di Sangineto, mentre ad sud è delimitato dai confini comunali di Cetraro.

Si distinguono;

- Tra il limite comunale con Cetraro e Capo Santa Maria, una spiaggia media con costa alta;
- Tra Capo Santa Maria e Cittadella del Capo, una spiaggia ristretta con costa alta;
- Tra Capo Bonifati e Sparvasile in prossimità del confine comunale di Sangineto, una spiaggia medio-ampia, costa con cordoni dunari.

Dal punto di vista sedimentologico la spiaggia emersa, è caratterizzata in vicinanza della linea di riva principalmente da sabbia grossolana e ghiaia, mista a ciottoli, mentre proseguendo verso l'interno la granulometria diventa sempre più fine ed omogenea, ovvero essenzialmente costituita da sabbia grossolana e fine. Il grado di sorting ovviamente è maggiore in corrispondenza delle dune, modellate soprattutto dall'azione dei venti, capaci di trasportare solo le particelle di sedimenti più fini.

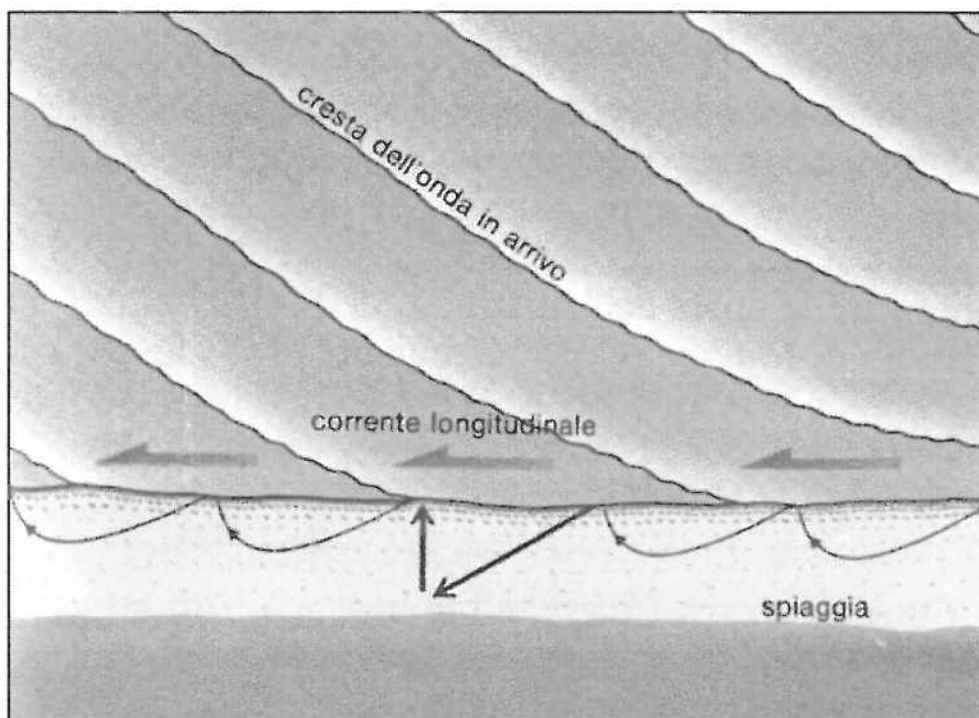
Oltre a questa distribuzione generale, sempre in prossimità della linea di riva è possibile denotare delle fasce, più o meno parallele alla costa, caratterizzate da una maggiore concentrazione di materiale grossolano (ghiaie e ciottoli), che rappresentano i punti di arrivo delle onde di maggiore energia, in quanto è risaputo che nel momento di downrush le onde rilasciano lungo la spiaggia i sedimenti di maggiori dimensioni.



*Figura 2 Relazione generale fra la pendenza della battigia e dimensione media dei sedimenti. La funzione descritta è puramente descrittiva e non tiene conto dell'energia del moto ondoso (da Silvester e Hsu, 1993).*

La natura dei granuli, come già accennato in precedenza, è svariata, in quanto l'apporto sedimentologico proviene in primis dal trasporto solido apportato dai corsi d'acqua che sfociano lungo il litorale considerato, inglobano durante il loro tragitto materiali eterometrici ed eterogenei.

Per quanto riguarda la forma del litorale si osserva un andamento tendenzialmente rettilineo da nord sino a Capo Bonifati, da Capo Bonifati sino al confine sud il litorale ha caratteristiche più frastagliate a causa delle litologie rocciose che ridiscendo direttamente sul mare. Tale assetto morfologico non è casuale, in quanto esso è influenzato dalla presenza di una corrente litoranea (longshore drift), in tal caso proveniente da N, nonché dagli apporti di sedimenti laterali da parte dei corsi d'acqua.



*Figura 3 Schema del trasporto sotto costa dei materiali.*

La longshore drift è dovuta principalmente al fenomeno di rifrazione delle onde, soprattutto nel caso in cui il fronte d'onda abbia una direzione obliqua rispetto alla costa; questo fenomeno avviene per l'attrito imposto dal fondale determinando una rotazione progressiva delle onde, che sovente possono disporsi parallelamente alla riva.

La morfologia dei litorali è influenzata anche dall'assetto dei fondali, in particolar modo dalla tipologia di scarpata continentale, nonché dalla presenza o meno di canyon sottomarini, i quali se posti in prossimità possono provocare delle vie di fuga preferenziali di sedimenti.

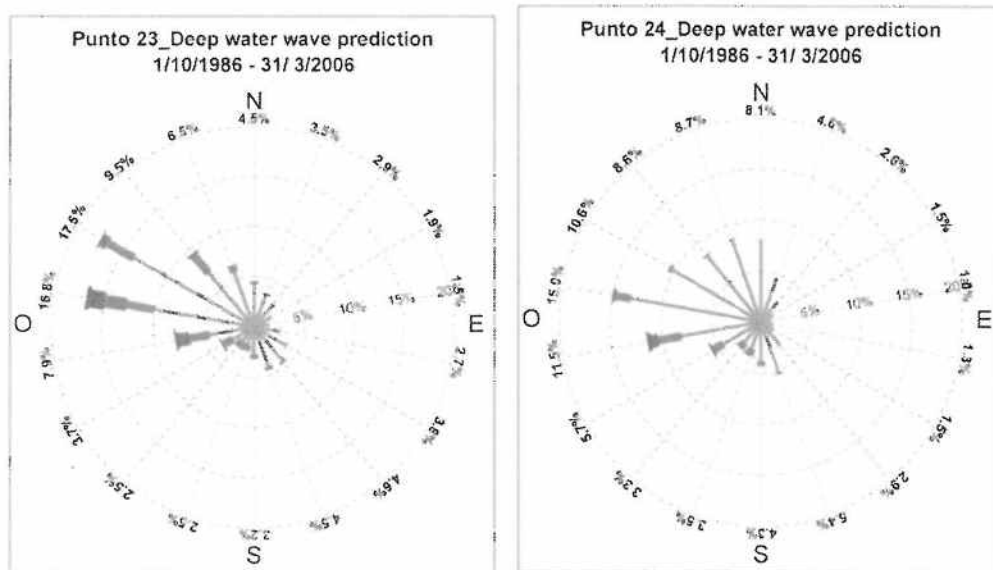
Ovviamente man mano che ci si approfondisce lungo la scarpata continentale, i sedimenti costituenti i fondali assumono granulometrie sempre più fini, del tipo sabbiose – siltose – argillose.

Un aspetto non meno importante da considerare riguardo al tema della dinamica dei litorali è l'influenza da parte dell'uomo attraverso la realizzazione di opere antropiche, come quelle volte alla difesa del litorale stesso (pennelli trasversali, scogliere parallele, ecc...), o ancora da azioni che comportano uno sconvolgimento nel bilancio sedimentario (ripascimenti, dragaggi, ecc.).

E' doveroso specificare che la presenza di strutture antropiche, specialmente quelle trasversali (moli, pennelli), influenzano non soltanto la morfologia della riva, possono provocare delle vie di fuga preferenziali di sedimenti.

Il tratto di litorale delimitato dai confini amministrativi non rappresenta un'unità fisiografica a se stante, per tali ragioni in tale studio, al fine di individuare i fattori che possono influenzare il bilancio sedimentario, è stato considerato un tratto di costa più ampio.

Le registrazioni del moto ondoso hanno indentificato sul litorale di Bonifati il valore della frequenza del moto ondoso, e come evidenziato nei grafici sotto riportati le maggiori frequenze si hanno tra 280°N e 300°N, con una percentuale massima compresa tra il 15% e 17%, le onde più alte provengono grosso modo tutte da O SO.

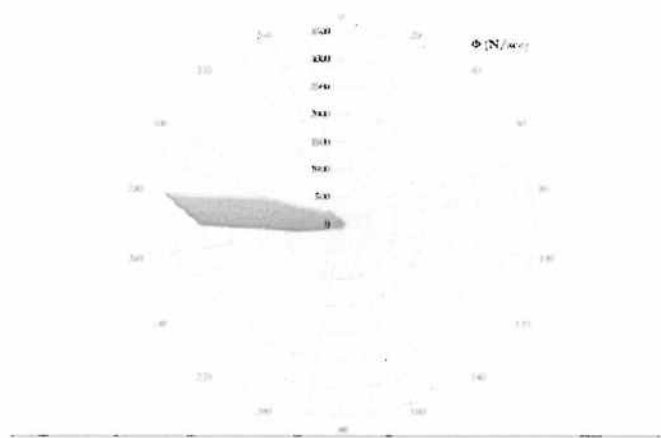


*Figura 4* Frequenza di apparizione delle onde

Gli studi meteomarini effettuati dall'Autorità di Bacino Regionale per la porzione sud di Bonifati caratterizzata quasi totalmente da costa bassa, ad eccezione del promontorio di Capo Bonifati, che presenta i valori più elevati calcolati del flusso di

energia, concentrati intorno ai settori provenienti da ovest, caratterizzati da fetch di notevole dimensione (lungo alcune direzioni superiori ai mille metri). I fondali sono caratterizzati a modeste pendenze inferiori al 3%.

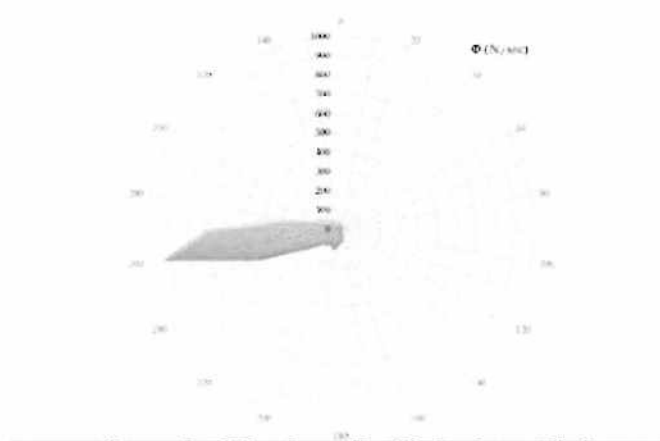
Flusso di energia – Area di studio AS23												
Settori [°N]	345-15	15-45	45-75	75-105	105-135	135-165	165-195	195-225	225-255	255-285	285-315	315-345
Flusso(N/s)	160	55	25	24	63	148	177	221	531	<b>6553</b>	2462	671



*Figura 5* Valore massimo del flusso di energia del moto ondoso proveniente dal settore (255°N-285°N), pari a 6553 N/s

Per quanto riguarda la porzione nord del territorio comunale, caratterizzata totalmente da costa bassa, che presenta valori modesti del flusso di energia, concentrati anche qui nei settori provenienti da ovest, con fetch di notevole estensione. I fondali sono caratterizzati a modeste pendenze inferiori al 4%.

Flusso di energia - Area di studio AS24												
Settori [°N]	345-15	15-45	45-75	75-105	105-135	135-165	165-195	195-225	225-255	255-285	285-315	315-345
Flusso(N/s)	85	13	4	3	6	42	225	316	789	<b>1946</b>	300	109

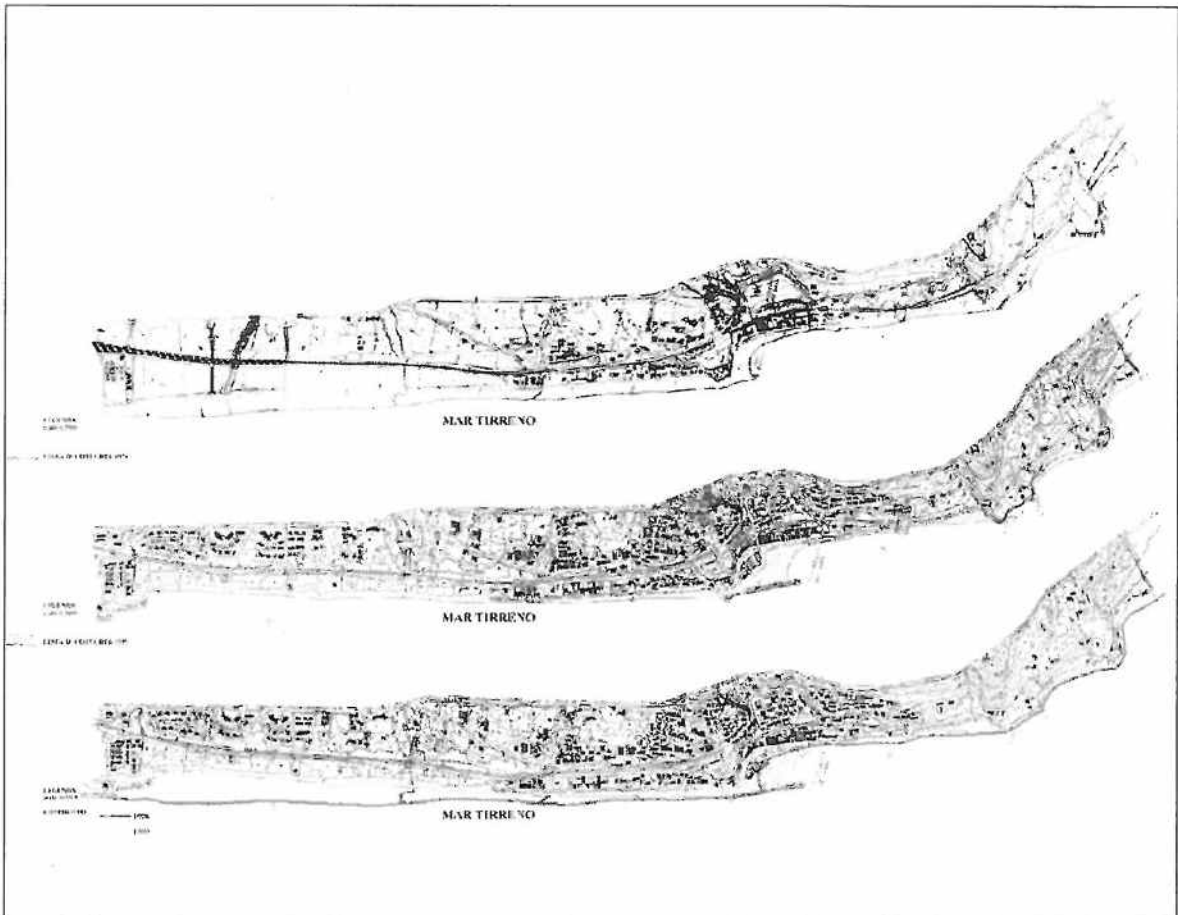


*Figura 6* Valore massimo del flusso di energia del moto ondoso proveniente dal settore (255°N-285°N), pari a 1946 N/s

L'insieme degli aspetti descritti sin'ora, interagendo tra loro, delineano l'evoluzione del litorale in questione, il quale, secondo gli studi compiuti dall'Autorità di Bacino della Calabria (P.A.I.), ha subito un sostanziale arretramento descritto nei paragrafi

successivi. Tali porzioni di costa in erosione sono stati ricavati dall’Autorità di Bacino partendo dall’osservazione delle linee di costa nelle ortofoto del 1998 e del 2006.

Al fine di studiare l’evoluzione della costa, si riporta di seguito la sovrapposizione di rilievi tra il 1974 e il 1999, dai quali si evince il forte arretramento della linea di costa in particolar modo nel tratto nord, ed un avanzamento di fronte al borgo di cittadella in corrispondenza del piccolo molo.



*Figura 7 Evoluzione linea di riva 1974-1999*

Dalle osservazioni scaturite dagli studi effettuati dal P.A.I. e quelli svolti per questo studio si sostiene che il tratto di litorale considerato sia in continua trasformazione, mostrando trend evolutivi differenti.

Per la redazione del piano in oggetto è stato eseguito un rilievo della linea di riva nel mese di aprile 2017 da parte del geom. G. Riccetti, che evidenzia un ulteriore

arretramento rispetto alla linea di riva della base cartografica derivata da volo dell'aprile 2007.

Tutte le considerazioni fatte in questo paragrafo, assieme alle restanti osservazioni riguardanti altri aspetti (geomorfologia, eventi alluvionali, P.A.I.), saranno alla base della Fattibilità di Piano, di cui si discuterà in dettaglio nei prossimi paragrafi.

## COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA DEL PIANO

Le caratteristiche di compatibilità idrogeologica del territorio interessato dal Piano Comunale di Spiaggia di Bonifati sono state verificate tenendo in debito conto i seguenti parametri fondamentali:

- Gli studi di pianificazione territoriale;
- Il rilevamento geologico e geomorfologico eseguito lungo la fascia costiera, anche con l'ausilio di foto aeree.

Gli studi pianificatori cui si fa riferimento sono il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e gli allegati geologico – tecnici alla pianificazione comunale (PSC, microzonazione sismica I livello).

Visionando il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, redatto dall'Autorità di Bacino Regionale Calabria, che è l'Ente pianificatore in materia di difesa suolo che ha competenza sul Comune di Bonifati, emergono le seguenti caratteristiche.

Innanzitutto bisogna specificare che l'area demaniale marittima soggetta a pianificazione non è soggetta a fenomeni franosi e quindi non classificata a rischio frane. Viceversa la presenza di diversi corsi d'acqua, pone diverse problematiche per quanto riguarda la compatibilità del piano con il medesimo rischio, nonché essendo posti lungo la costa bisogna porre attenzione anche per ciò che concerne l'erosione costiera.

Per mostrare quanto evidenziato nel P.A.I. redatto dall'AdB Regionale della Calabria è stata redatta, come previsto dalle linee guida per la redazione dei piani di spiaggia, la carta dei vincoli P.A.I., in scala 1:5.000.

Per ciò che concerne le problematiche relative all'assetto idraulico bisogna puntualizzare che secondo il P.A.I. lungo la fascia costiera del territorio comunale di Bonifati vi sono aree definite a rischio.

Le zone ed aree d'attenzione sono perimetrazioni di aree lungo i corsi d'acqua in cui non è stato ancora individuato il livello di rischio dall'ABR, ma si vuole appunto porre una determinata attenzione. Secondo la disciplina delle aree di attenzione per pericolo d'inondazione, in mancanza di studi di dettaglio (cfr. Metodologia del PAI art. 24 comma 4), ai fini della tutela preventiva, valgono le stesse prescrizioni vigenti per le aree a rischio R4.

Pertanto non avendo effettuato degli studi di dettaglio gli areali che delimitano tali zone sono rimasti invariati rispetto a quelli perimetrati dal P.A.I., occupando l'intero alveo dei corsi d'acqua che attraversano l'area d'interesse.

Dalla cartografia del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione si evincono i limiti areali delle zone interessate da pericolosità idraulica, nello specifico si riscontrano aree con pericolosità P3

**P3** *Aree allagabili a seguito di eventi di piena con tempo di ritorno di 50 anni. In queste aree sono anche incluse le zone che derivano da analisi idrologiche idrauliche speditive e/o analisi geomorfologiche già individuate come aree, zone e punti di attenzione nella precedente versione del PAI. Per i corsi d'acqua Esaro e Papaniciaro, compresi i loro principali affluenti, il tempo di ritorno di riferimento è 30 anni.*

Osservando la carta tematica in questione, sia la fascia litoranea A che B, si denota come tali aree e zone di attenzione vadano ad interessare alcuni ambiti oggetto d'intervento; in corrispondenza di codeste zone, ovvero gli areali degli ambiti dove ricadono codeste zone o aree di attenzione, non è possibile apportare delle modifiche urbanistiche ai sensi dell'art. 21 comma 2.

Per ciò che concerne l'erosione costiera Bonifati ha l'intero territorio costiero considerato in pericolo, le aree sono state individuate dal P.A.I. nel Piano Stralcio Erosione Costiera.



*Figura 8 Aree pericolo erosione costiera (PSEC)*

## CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Al fine di rendere completo lo studio geologico – tecnico del litorale si è ritenuto opportuno affrontare anche gli aspetti geotecnici e sismici della fascia demaniale e degli affioramenti retrostanti, anche se, come si ribadisce delle norme di attuazione e delle relazioni di piano le opere a farsi saranno realizzate in materiali tali da non incidere significativamente sui terreni di sedime, né, alla stessa maniera, interagiranno con le sollecitazioni sismiche.

La caratterizzazione geomeccanica dei terreni presenti nell'area di studio è avvenuta mediante l'utilizzo di dati estrapolati da indagini eseguite per precedenti lavori che hanno interessato il territorio di Bonifati.

Da quanto osservato in precedenza i depositi affioranti negli ambiti oggetto d'intervento sono sostanzialmente due, ovvero le sabbie da fini a grossolane costituenti i depositi di spiaggia e di duna e le sabbie, limi e ghiaie costituenti i depositi di alveo.

Bisogna specificare che in tal caso si è scelto di unificare i depositi di duna e di spiaggia in quanto le loro caratteristiche geomeccaniche non differiscono molto tra loro, in quanto sono entrambe caratterizzati da sabbie ed hanno la stessa origine.

Per tale ragione in questo paragrafo si elencano alcuni parametri geotecnici riferiti soltanto ai depositi di duna e spiaggia in quanto le aree di alveo sono escluse dalla possibile realizzazione di opere:

Sabbie costituenti i depositi di spiaggia e di duna

- Peso di volume  $\gamma = 16,7 \text{ kN/m}^3$ ;
- Angolo di attrito  $f = 33^\circ$ ;
- Coesione drenata  $c' = 0,0 \text{ kPa}$ .

Fermo restando gli approfondimenti da eseguirsi in sede di progettazione esecutiva, le caratteristiche geomeccaniche dei termini litologici interessati dalle opere a farsi possono essere ritenute idonee con le previsioni progettuali.

Ai fini di una corretta pianificazione territoriale è indispensabile effettuare l'analisi delle caratteristiche sismiche degli ambiti territoriali d'interesse, con il fine ultimo di tenere nel debito conto i fattori di rischio connessi con il verificarsi di terremoti, la cui azione distruttiva può risultare ancor più acuita dall'innescarsi di fenomeni come la liquefazione, le frane, i cedimenti di terreni e strutture.

Il territorio comunale di Bonifati non è mai stato epicentro di eventi sismici, ma gli effetti delle aree sismogenetiche adiacenti hanno avuto effetti importanti sulle strutture

edilizie presenti; a tal uopo si ricorda che la vulnerabilità sismica di un'area è funzione anche delle tipologie costruttive, e di conseguenza del rispettivo periodo di costruzione.

Bisogna oltretutto considerare che il territorio di Bonifati, come l'intera regione Calabria, è interessata da attività di tipo microsismico e da fenomeni sismotettonici ancora in atto.

Difatti il territorio comunale in questione, con la classificazione sismica, è classificato come Zona sismica 2, zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti, con valori compresi tra 0.150 e 0.250 ag.

Come prestabilito dalle linee guida per la redazione dei piani di spiaggia al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico la fascia costiera del territorio in questione è stata allegata al presente studio uno stralcio della carta di microzonazione sismica di I livello effettuata di recente da questo comune.

Le aree di costa oggetto del presente studio, sono classificate come

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali ZONA 3- depositi alluvionali costituiti da ghiaie limose, sabbie e limi caratterizzati da un grado di addensamento medio-basso in superficie crescente con la profondità;
- Zone di attenzione per instabilità ZALQ1 – zona di attenzione per liquefazione di tipo I;
- Zone costiere potenzialmente allagabili per ingressione marina conseguente ad onde di maremoto (quota piano campagna < 10m s.l.m.)

Sovrapponendo anche questa carta con le restanti cartografie è stato possibile ottenere la Carta di Fattibilità di piano, della quale se ne parlerà più dettagliatamente nel seguente paragrafo.

## FATTIBILITA' DI PIANO

Lo studio presentato nei paragrafi precedenti ha come fine ultimo la stesura di una carta che, dal punto di vista geologico – tecnico, possa individuare una serie di poligoni, ai quali è associato un diverso peso “di fattibilità”, **carta delle pericolosità geologiche. Fattibilità delle azioni di piano** TAV.3.7 (a,b,c,d) tenendo conto delle valutazioni critiche della pericolosità dei singoli fenomeni di dissesto idrogeologico, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico – ambientale.

Oltre a considerare i fattori ambientali sono state valutate le destinazioni d'uso dei diversi interventi previsti, appurando l'eventuale compatibilità con le Norme di Attuazione del P.A.I., redatto dall'Autorità di Bacino Regionale della Calabria.

Dall'osservazione dell'elaborato in questione (TAV.3.7), in accordo con le direttive delle Linee Guida riguardanti i Piani di Spiaggia, si individuano quattro classi di fattibilità:

- Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni;
- Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni;
- Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni;
- Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni.

Gli areali delimitati nella carta tematica in questione, caratterizzati da un diverso “grado” di fattibilità, sono stati individuati tenendo conto in primis delle delimitazioni proposte dal P.A.I., in tal caso riguardanti il rischio d'inondazione, nonché la pericolosità legata all'erosione costiera.

A tal proposito bisogna specificare che nella delimitazione delle aree con diversa classe di fattibilità non è stata considerata la categoria di sottosuolo, in quanto per tale lavoro la si ritiene del tutto ininfluenza sulle pericolosità geologiche individuate nelle zone oggetto d'intervento, essendo connesse principalmente a fenomeni d'inondazione e di erosione costiera; oltretutto bisogna puntualizzare che tutti gli ambiti di intervento ricadono interamente in una zona con la stessa categoria di sottosuolo.

Nella “carta delle pericolosità geologiche – fattibilità di piano” l'area d'esame è stata rappresentata in quattro zone distinte, suddividendo il litorale in quattro ambiti.

- Ambito 1 - zona nord dal confine con il comune di Sangineto località Sparvasile , sino alla località Parise;
- Ambito 2 - zona centrale da località Parise sino alla punta di Capo Bonifati;
- Ambito 3 - zona lungomare;

- Ambito 4 - zona sud, località Santa Maria.

Osservando nella totalità i quattro ambiti si evince che le classi di fattibilità con maggiori limitazioni (classe 3 e 4) sono quelle più diffuse.

Le aree di **classe 1**, caratterizzate da una fattibilità senza particolari limitazioni, interessano solo una piccola porzione di territorio dell'ambito 4 e sono associate ad un livello basso di pericolosità di erosione costiera P2 disciplinate dall'art.11 delle norme di attuazione del Piano di Bacino Stralcio Erosione Costiera adottato nel 2016 che si riporta di seguito:

***Art. 11 Disciplina delle aree con bassa pericolosità di erosione costiera (P1)***

*1. In tali aree, oltre a tutti gli interventi consentiti nelle aree a pericolosità P2 e P3, è ammessa anche la realizzazione di opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio, previo adeguato studio di compatibilità (a firma congiunta geologo - ingegnere) dell'intervento rispetto al pericolo di erosione costiera e di inondazione per mareggiata, redatto in conformità alle Linee Guida che saranno emanate dall'ABR, da presentare presso gli uffici competenti all'approvazione.*

*2. In presenza di costa alta e/o falesia, non ricadenti nelle perimetrazioni con pericolo di frana del PAI, la realizzazione di opere e le attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio, necessitano di adeguato studio di compatibilità geomorfologica che valuti le condizioni di stabilità del versante in riferimento anche all'azione di scalzamento al piede ad opera del moto ondoso.*

Le aree di **classe 2**, caratterizzate da una fattibilità con modeste limitazioni, interessano solo una piccola porzione di lungomare e sono associate ad un livello medio di pericolosità di erosione costiera P2 disciplinate dall'art.10 delle norme di attuazione del Piano di Bacino Stralcio Erosione Costiera adottato nel 2016 che si riporta di seguito:

***Art. 10 Disciplina delle aree con media pericolosità di erosione costiera (P2)***

*1. In tali aree, oltre a tutti gli interventi consentiti in area a pericolosità P3 di cui al precedente art. 9, sono ammessi anche:*

- a) gli interventi di sopraelevazione;*
- b) gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per necessità di adeguamento igienicosanitario;*
- c) gli interventi di ristrutturazione edilizia ai sensi del comma 1, lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. 380/2001 e ss.mm.ii. (esclusa la realizzazione di locali interrati o seminterrati) a condizione che fonte: <http://burc.regione.calabria.it> siano presenti*

*ostacoli naturali o antropici (comprese le opere di difesa costiera) ritenuti idonei a contrastare l'azione del moto ondoso.*

*d) gli interventi di nuova costruzione in lotto intercluso non ubicato fronte mare, se consentiti dagli strumenti urbanistici vigenti, escludendo la realizzazione di locali interrati o seminterrati;*

*e) la realizzazione di opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio, non rientranti tra quelle sovraelencate, corredate da un adeguato studio di compatibilità dell'intervento rispetto al pericolo di erosione costiera/mareggiata (firmato congiuntamente da tecnici abilitati: geologo – ingegnere) e redatto in conformità alle Linee Guida che saranno emanate dall'ABR.*

*2. Per gli interventi di cui al comma 1 lettera e) è previsto il parere dell'ABR da esprimersi entro 60 giorni.*

Le aree di **classe 3**, caratterizzate da una fattibilità con consistenti limitazioni, interessano la quasi totalità del litorale oggetto del presente studio non associate ad alcun valore di rischio idraulico. In tali aree sfociano comunque altri 5 fossi non disciplinati dall'Abr quali:

- Burrone Marianna;
- Fosso Marianna II;
- Fosso Marianna I;
- Fosso Marianna III;
- Fosso San Lorenzo.

Si consiglia, in mancanza di studi idraulici specifici disponibili, di mantenere comunque una *buffer zone* di 25.00m di distanza dall'asta fluviale, in modo tale da non ostacolare il deflusso delle acque.

Poiché, l'intero litorale in oggetto è caratterizzato da aree a pericolosità elevata P3 erosione costiera, è disciplinato dall'art.9 delle norme di attuazione del Piano di Bacino Stralcio Erosione Costiera adottato nel 2016 che si riporta di seguito:

***Art. 9 Disciplina delle aree con alta pericolosità di erosione costiera (P3)***

*1. Nelle predette aree sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio, ad esclusiva eccezione di quelle di seguito elencate:*

- a) interventi di demolizione delle strutture esistenti senza ricostruzione;*
- b) realizzazione di nuove strutture esclusivamente amovibili e in conformità alla pianificazione comunale;*

c) *interventi sul patrimonio edilizio esistente, di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti al comma 1, lettere a), b) e c) dell'art. 3 del DPR 6 giugno 2001 n.380 e ss.mm.ii., senza aumento di superfici e di volumi;*

d) *interventi di adeguamento del patrimonio edilizio esistente per il rispetto delle norme in materia di sicurezza e igiene del lavoro, di abbattimento delle barriere architettoniche, nonché interventi di adeguamento o miglioramento sismico o di riparazione o intervento locale così come definiti nel Cap. 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 approvate con D.M. 14.01.2008;*

e) *la realizzazione di opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico ed edilizio nei casi in cui ci si trovi nella zona di retrospiaggia già urbanizzata e si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:*

*1. Aree protette da efficienti opere di difesa costiera;*

*2. Aree interne rispetto a importanti rilevati stradali e/o ferroviari e infrastrutturali;*

f) *interventi finalizzati alla manutenzione ordinaria delle opere di difesa costiera esistenti;*

g) *interventi finalizzati alla manutenzione straordinaria delle opere di difesa costiera esistenti;*

h) *interventi volti alla mitigazione o rimozione del rischio idraulico sui tratti terminali dei corsi d'acqua (esclusa la spiaggia emersa, così come definita all'art. 2) che non costituiscano condizione di innesco o di accelerazione del processo di erosione costiera;*

i) *interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria relativa alle infrastrutture lineari di trasporto (strade, ferrovie e canali), alle infrastrutture a rete (energetiche, di esistenti);*

j) *interventi puntuali di difesa costiera sulla terraferma volti a diminuire il grado di vulnerabilità dei beni e degli edifici esistenti esposti al pericolo e rischio di erosione, senza aumento di superficie e di volume degli edifici stessi;*

k) *ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la sola realizzazione di nuove infrastrutture lineari di trasporto (strade, ferrovie, canali) e di nuove infrastrutture a rete (energetiche, di comunicazione, acquedottistiche e di scarico) non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano condizione di innesco o di accelerazione del processo di erosione e che venga salvaguardata la spiaggia emersa così come definita al precedente art. 2;*

*l) interventi di difesa costiera per la mitigazione del rischio e interventi volti alla ricostituzione e/o ripascimento di spiagge erose e all'eliminazione degli elementi d'interferenza antropica;*

*2. Per gli interventi di cui al comma 1 lettere a), b), c), d), f) ed i) non è previsto il parere dell'ABR;*

*3. Per gli interventi di cui al comma 1 lettere e), g), h), j), k), l) è previsto il parere dell'ABR da esprimersi entro 60 giorni;*

*4. I progetti definitivi relativi agli interventi di cui al comma 1 lettere e), g), h), j), k), l), e di manutenzione straordinaria di cui alla lettera i) dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità dell'intervento rispetto al pericolo di erosione costiera/mareggiata (firmato congiuntamente da tecnici abilitati: geologo – ingegnere), redatto in conformità alle Linee Guida che saranno emanate dall'ABR.*

*Al fine di snellire i tempi di espressione del suddetto parere di cui comma 3, è auspicabile un confronto tecnico con l'ABR già in fase di redazione del progetto preliminare.*

*5. Sugli edifici pubblici o privati, esclusi i manufatti e gli edifici vincolati ai sensi della legge n.1089/39 e della legge n. 1497/39 nonché di quelli di valore storico-culturale classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti, già compromessi nella stabilità strutturale per effetto di mareggiate sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione e quelli volti alla tutela della pubblica incolumità.*

*6. Non sono consentite le operazioni che comportino eliminazione o riduzione dei cordoni dunari costieri. Al riguardo è opportuno salvaguardare gli ecosistemi dunari costieri esistenti e le zone di foce dei corsi d'acqua.*

*7. Nelle aree a pericolosità P3 è, inoltre, prescritto quanto segue:*

*a) L'utilizzo di strutture e complessi ricettivo-turistici, sia fisse che amovibili, è subordinato all'attuazione di un sistema di monitoraggio e di pre-allertamento per la salvaguardia dell'incolumità delle persone e dei beni. Tale sistema, a cura dei gestori e/o proprietari di dette strutture, dovrà essere coordinato con il Piano di Protezione Civile Comunale e dovrà essere attivato sulla base dei bollettini meteo diramati dagli Enti preposti.*

*b) Le strutture amovibili, di cui alla precedente lettera a), nei periodi in cui non vengono utilizzate, dovranno essere poste in condizioni di sicurezza e secondo le indicazioni previste dal Piano di Protezione Civile Comunale.*

Le aree di **classe 4**, caratterizzate da una fattibilità con gravi limitazioni, sono concentrate nelle vicinanze dei corsi d'acqua classificati dall'Abr, la cui delimitazione è stata effettuata tenendo conto dei perimetri delle aree a rischio idraulico del PGRA

regionale e delle aree a pericolo erosione costiera del PSEC. Si è quindi avuta una sovrapposizione di un valore di rischio idraulico compreso tra R2 e R4, e un valore di pericolo erosione costiera elevato P3.

Tali aree sono disciplinate dall'*art.9 Disciplina delle aree con alta pericolosità di erosione costiera (P3)* delle norme di attuazione del Piano di Bacino Stralcio Erosione Costiera adottato nel 2016 riportato sopra, e in più dagli *art.21 Disciplina delle aree a rischio d'inondazione R4* e *art.23 Disciplina delle aree a rischio d'inondazione R2 e R1* delle Norme di attuazione e misure di salvaguardia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) 2011 di seguito riportati:

***Art. 21 (Disciplina delle aree a rischio d'inondazione R4)***

*1. Nelle aree a rischio R4, così come definite nell'art. 11, il PAI persegue l'obiettivo di garantire condizioni di sicurezza idraulica, assicurando il libero deflusso della piena con tempo di ritorno 20– 50 anni, nonché il mantenimento e il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo.*

*2. Nelle aree predette sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico e edilizio, ad esclusiva eccezione di quelle di seguito elencate:*

*a) interventi di demolizione senza ricostruzione;*

*b) interventi sul patrimonio edilizio esistente, di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti dall'articolo 31, lettere a), b) e c) della legge 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superfici e di volumi;*

*c) interventi di adeguamento del patrimonio edilizio esistente per il rispetto delle norme in materia di sicurezza e igiene del lavoro, di abbattimento delle barriere architettoniche, nonché interventi di adeguamento o miglioramento sismico o di riparazione o intervento locale così come definiti nel Cap. 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 approvate con D.M. 14.01.2008;*

*d) interventi finalizzati alla manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture, delle reti idriche e tecnologiche, delle opere idrauliche esistenti e delle reti viarie;*

*e) interventi idraulici volti alla mitigazione o rimozione del rischio che non pregiudichino le attuali condizioni di sicurezza a monte e a valle dell'area oggetto dell'intervento, nonché la sola realizzazione di nuove infrastrutture lineari di trasporto (strade, ferrovie e canali);*

*f) interventi volti a diminuire il grado di vulnerabilità dei beni e degli edifici esistenti esposti al rischio, senza aumento di superficie e di volume;*

g) ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o d'interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete (energetiche, di comunicazione, acquedottistiche e di scarico) non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso, o riduzione dell'attuale capacità d'invaso;

h) le pratiche per la corretta attività agraria, con esclusione di ogni intervento che comporti modifica della morfologia del territorio o che provochi ruscellamento ed erosione;

i) interventi volti alla bonifica dei siti inquinati, ai recuperi ambientali e in generale alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione dei fattori d'interferenza antropica;

j) occupazioni temporanee, se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non recare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;

k) interventi di manutenzione idraulica ordinaria (esclusa la risagomatura dell'alveo), di idraulica forestale, di rinaturazione come definiti nelle linee guida predisposte dall'ABR;

l) interventi di manutenzione idraulica straordinaria come definiti nelle linee guida predisposte dall'ABR;

3. Per gli interventi di cui al precedente comma lettera e) la progettazione definitiva, presentata presso le Amministrazioni competenti all'approvazione, dovrà essere dotata di studio idrologico idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR e dovrà, comunque, essere sottoposta a parere dell'ABR da esprimersi motivatamente entro sessanta giorni. Al fine di snellire l'iter di espressione del parere sul progetto definitivo da parte dell'ABR, la stessa può essere preliminarmente consultata in fase di redazione del progetto preliminare. 4. Per gli interventi di cui al comma 2 lettere g), i), j) e l) la progettazione presentata presso le Amministrazioni competenti all'approvazione, dovrà essere dotata di studio idrologico idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR.

5. Per gli interventi di cui comma 2 lettere a), b), c), d), f), g), h), i), j), k), l), non è previsto il parere dell'ABR.

### **Art. 23 (Disciplina delle aree a rischio di inondazione R2 e R1)**

1. Nelle aree a rischio R2 e R1 non è consentita la realizzazione di locali sotterranei e/o seminterrati ad uso abitativo e commerciale.

2. Per gli interventi da realizzare in area R1 ed R2, esclusi quelli finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico, non è previsto il parere dell'ABR.

- Ambito 1 - zona nord dal confine con il comune di Sangineto località Sparvasile , sino alla località Parise. Tav.3.7.a CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE. FATTIBILITÀ DI PIANO

Il tratto di costa dell'ambito 1 è caratterizzato dalla presenza della foce di n.5 fossi, da nord, Burrone Marianna; Fosso Marianna II; Fosso Marianna I; Fosso Marianna III; Fosso Bambagia. I primi quattro non sono disciplinati da norme dell'ABR, ma si ritiene necessario mantenere comunque una distanza minima di 25,00 metri dall'asse fluviale, in modo tale da non ostacolare il deflusso delle acque anche in condizioni di maggiore criticità.

Il Fosso Bambagia, è invece caratterizzato dalla presenza di un'area identificata dall'ABR a rischio idraulico R2.

L'intero territorio è quindi identificato con CLASSE 3, fattibilità con consistenti limitazioni, a causa del pericolo erosione costiera P3 ad eccezione dell'area di foce del Fosso Bambagia. In corrispondenza del fosso Bambagia si identifica la CLASSE 4, fattibilità con gravi limitazioni, a causa della sovrapposizione del pericolo erosione costiera P3 e del rischio idraulico R2.

- Ambito 2 - zona centrale da località Parise sino alla punta di Capo Bonifati. Tav.3.7.b CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE. FATTIBILITÀ DI PIANO

L'intero tratto di costa dell'ambito 2 è caratterizzato dalla presenza di CLASSE 3, fattibilità con consistenti limitazioni, a causa del pericolo erosione costiera P3 ad eccezione dell'area di foce del Fosso San Pietro. In corrispondenza del fosso San Pietro si identifica la CLASSE 4, fattibilità con gravi limitazioni, a causa della sovrapposizione del pericolo elevato erosione costiera P3 e del rischio idraulico R2 e per una piccolissima porzione a rischio R4.

- Ambito 3 - zona lungomare. Tav.3.7.c CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE. FATTIBILITÀ DI PIANO

Il tratto di costa dell'ambito 3 è caratterizzato dalla presenza della foce di n.2 fossi, da nord, Fosso Capo Bonifati; Fosso Cittadella. Entrambi sono disciplinati da norme dell'ABR, ma si ritiene necessario mantenere comunque una distanza minima di

25,00 metri dall'asse fluviale, in modo tale da non ostacolare il deflusso delle acque anche in condizioni di maggiore criticità.

Il Fosso Capo Bonifati, che sfocia sotto il lungomare, è caratterizzato dalla presenza di un'area identificata dall'ABR a rischio idraulico R2 e R4. Il rischio idraulico R4 interessa nella quasi totalità aree urbanizzate con infrastrutture viarie e sportive che comporta una CLASSE 4, fattibilità con gravi limitazioni.

Il rischio idraulico R2 interessa invece l'area di spiaggia sottostante il lungomare protetto ad ovest dal molo. Per tale area si è scelto di applicare una CLASSE 3, fattibilità con consistenti limitazioni, in quanto il molo è un'opera che impedisce l'erosione costiera, e si ritiene perciò paragonabile alle aree adiacenti senza considerare la sovrapposizione di vincoli.

Una piccola porzione di lungomare, a nord della area a rischio idraulico R4, è di CLASSE 2, fattibilità con modeste limitazioni, in quanto il livello di pericolosità erosione costiera è P2.

Il fosso Cittadella è caratterizzato dalla presenza di un'area identificata dall'ABR a rischio idraulico R2 e R4 che comporta una CLASSE 4, fattibilità con gravi limitazioni.

Il resto dell'area in oggetto è invece identificato con CLASSE 3, fattibilità con consistenti limitazioni, a causa del pericolo elevato erosione costiera P3.

- Ambito 4 - zona sud, località Santa Maria. Tav.3.7.d CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE. FATTIBILITÀ DI PIANO

Il tratto di costa dell'ambito 4 è caratterizzato dalla presenza della foce di n.3 fossi, da nord, Fosso Torre del Capo; Fosso San Lorenzo; Fosso San Tommaso. Il secondo non è disciplinato da norme dell'ABR, ma si ritiene necessario mantenere comunque una distanza minima di 25,00 metri dall'asse fluviale, in modo tale da non ostacolare il deflusso delle acque anche in condizioni di maggiore criticità.

Sia il Fosso Torre del Capo che il Fosso San Tommaso, sono caratterizzati dalla presenza di un'area identificata dall'ABR a rischio idraulico R2 che comporta una CLASSE 4, fattibilità con gravi limitazioni, a causa della sovrapposizione del pericolo erosione costiera P3.

Il resto dell'area in oggetto è invece identificato con CLASSE 3, fattibilità con consistenti limitazioni, a causa del pericolo erosione costiera P3.

## CONCLUSIONI

Lo studio geologico – tecnico, è parte integrante di tutta la documentazione costituente il Piano Comunale Spiaggia del Comune di Bonifati, ed è stato redatto ottemperando la Legge Regionale nr. 17/2005 s.m.i. *Norme per l'esercizio della delega di funzioni amministrative sulle aree del demanio marittimo* – come trova applicazione con il P.I.R. – Piano di Indirizzo Regionale di cui all'applicazione della Legge Regionale di cui sopra.

Il presente elaborato ed i suoi allegati, sono stati redatti seguendo alcune fasi operative che è possibile così sintetizzare:

- Acquisizione, presso gli uffici comunali della documentazione tecnico – amministrativa;
- Riunioni operative con gli altri componenti del gruppo di progettazione;
- Primi sopralluoghi sul litorale;
- Approfondimento del rilevamento geologico e geomorfologico;
- Elaborazione della cartografia tematica e redazione dello studio geologico – tecnico e dinamica del litorale.

Per quanto riguarda la documentazione a cui ci si è riferiti per redigere il presente studio si citano le principali fonti consultate:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico;
- Studio geologico – tecnico P.S.C. (anno 2012);
- Studio microzonazione sismica di I livello (anno 2013).

È opportuno far presente che il presente studio geologico – tecnico, al fine di mostrare con chiarezza tutte le osservazioni svolte per il lavoro, sono stati allegati i seguenti elaborati cartografici:

- TAV.3.1 corografia e bacini idrografici scala 1:25.000
- TAV.3.2 carta di inquadramento generale geologico e strutturale del territorio comunale scala 1:5.000
- TAV.3.3 carta geomorfologica scala 1:5.000
- TAV.3.4 carta idrogeologica e del sistema idrografico scala 1:5.000
- TAV.3.5 carta zonazione della pericolosità sismica locale scala 1:10.000
- TAV.3.6 carta vincoli PAI scala 1:5.000
- TAV.3.7 (a-b-c-d) Carta delle pericolosità geologiche. Fattibilità delle azioni di Piano scala 1:2.000

- TAV.3.8 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Sanginetto, li Settembre 2017

Il Geologo

Dott.ssa Nadine Cetraro

## BIBLIOGRAFIA

- AMODIO-MORELLI L., BONARDI G., COLONNA V., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICARRETTA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN-LORENZONI E. E ZUPPETTA A., 1976: *L'Arco Calabro-Peloritano nell'orogene Appenninico-Magrebide* - **Mem. Soc. Geol. It.**, **17**, 1-60.
- *Autorità di Bacino Regionale della Calabria, Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, C.N.R. I.R.P.I. Catanzaro, 2002;*
- Barone.G, P. Papalino, G. Petrungraro, G. Spadafora, Regione Calabria, Autorità di Bacino Regionale – Master Plan Erosione Costiera - **Area 20;**
- *Bonardi G. et alii, L'Unità di Stilo nel settore meridionale dell'arco calabro-peloritano, Boll. Soc. Geol. It.*, 1984;
- *Bosellini et alii, Rocce e successioni sedimentarie, UTET, Torino, 1989;*
- CALOIERO D., NICCOLI R., REALI C. 1990 – Le precipitazioni in Calabria (1921-1980) – CNR Cosenza.
- *Castiglioni G.B., Geomorfologia, UTET, Torino, 1992;*
- *Celico P., Prospezioni idrogeologiche, LIGUORI, Napoli, 1986;*
- *Cestelli Guidi C., Geotecnica e tecnica delle fondazioni, HOEPLI, Milano, 1981;*
- *Colombo P., Elementi di geotecnica, ZANICHELLI, Bologna, 1996;*
- *Cremonini G., Rilevamento geologico, PITAGORA, Bologna, 1985;*
- D'ALESSANDRO L., DAVOLI L., FREDI P., LUPIA PALMIERI E, 1982 – *Il litorale calabro compreso tra il delta del F. Savuto e Capo Bonifati: evoluzione recente della spiaggia e variazioni del regime anemometrico.*
- D'ALESSANDRO L., DAVOLI L., LUPIA PALMIERI E, 1987 - *Evoluzione Storica e recente del litorale tra Capo Palinuro e Capo Bonifati.*
- D'ALESSANDRO L., DAVOLI L., LUPIA PALMIERI E, 1992 – *Recent dynamics of the Tyrrhenian beaches of Calabria (Southern Italy)* Bollettino di Oceanografia teorica ed applicata, vol X,n. 2, 3, 4, 187-195.
- *Ghisetti F., Evoluzione neotettonica dei principali sistemi di faglie della Calabria centrale, Boll. Soc. Geol. It.*, 1979;
- IETTO A., BARILARO A.M., CALLIGARO G., Mancuso C. (1992),: *Elementi per una revisione dei rapporti Appennino-Arco Calabro* - **Boll. Soc. Geol. It.**, **111**, 193-215, 14 ff., 1
- LANZAFAME G. e TORTORICI L., 1981: *La tettonica recente della valle del Fiume Crati (Calabria)* - **Geograf. Fis. Dinam. Quat.** **4**, 11-21, 5 ff.
- MERCURI T, 1980 - *La mareggiata della notte di S. Silvestro sulla costa tirrenica calabrese da Diamante a Scilla* – CNR IRPI.
- SCANDONE P., 1982: *Structure and evolution of the Calabrian Arc* - **Earth Evol.Sc.**, **3**, 172 180.
- UNITA' OPERATIVA GEOGRAFIA FISICA –IST. DI GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI ROMA-Atlante delle spiagge italiane - Dinamismo, Tendenza Evolutiva - Opere Umane.