



REGIONE PUGLIA



CITTA' di GALLIPOLI

PROVINCIA DI LECCE



# PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE CON AMPLIAMENTO DI PORTO GAIO

MARINA DI GALLIPOLI

## PROGETTO DEFINITIVO

ISTANZA CONCESSIONE DEMANIALE MARITTIMA  
(D.P.R. 509/97 E L.R. N.17/2015)

COMMITTENTE

Porto Gaio S.r.l.



TAVOLA

ALLEGATO 1 **SA**

TITOLO

VALUTAZIONE DELL'INCIDENZA DELLE OPERE DI PROGETTO  
SUL PATRIMONIO CULTURALE SOMMERSO E COSTIERO

PROGETTISTI

OPERE PORTUALI, RETROPORTUALI E MARITTIME E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
ing. Mirarco Walter  
ing. Cariddi Pierpaolo  
d\_progetti DONATI D'ELIA Associati

STUDIO IDRO-GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO  
geol.Gianfreda Francesco

STUDIO ARCHEOLOGICO  
dott. Cossa Angelo

COLLABORATORE  
ing. Filieri Andrea



## 1. PREMESSA

La presente relazione analizza la possibilità del verificarsi, in seguito alla realizzazione dell'ampliamento del porto turistico di Porto Gaio a Gallipoli, di mutamenti delle dinamiche marine e processi idrodinamici e sedimentologici, nel breve, medio e lungo termine, in grado di generare fenomeni di variazione delle correnti marine, insabbiamenti, erosioni costiere, con potenziali ripercussioni sul patrimonio culturale marino e costiero presente nel paraggio.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL PARAGGIO

Secondo gli elaborati a corredo del Piano Regionale delle Coste (PRC) della Regione Puglia, il settore di traversia geografico del paraggio di Gallipoli (Figura 1) comprende tutte le direzioni tra  $180^\circ$  e  $340^\circ$ N. La distribuzione dei fetch presenta tre zone ben distinte: la prima che si estende da  $180^\circ$  a  $210^\circ$  con fetch dell'ordine di 800-900 km limitati dalle coste nordafricane, mentre nella seconda da  $215^\circ$  a  $300^\circ$  i fetch si estendono fino alle coste calabresi e lucane con distanze da costa a costa intorno ai 100 km, l'ultima zona da  $305^\circ$  a  $340^\circ$  è caratterizzata da fetch molto piccoli limitati dalla costa pugliese.



Figura 1. Inquadramento del paraggio

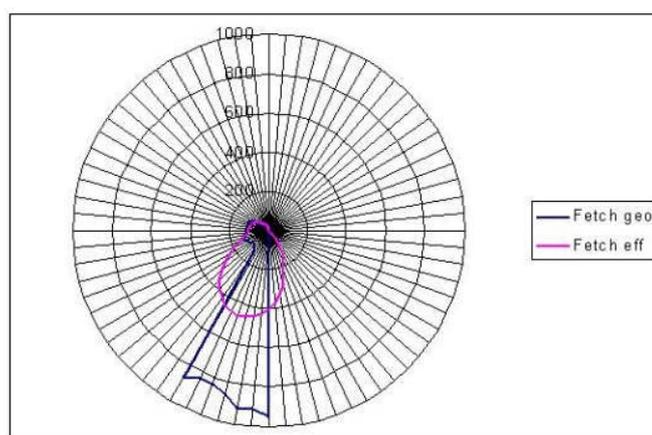


Figura 2. Distribuzione dei fetch geografici e efficaci

### 3. REGIME ANEMOLOGICO DI AREA VASTA

La suddivisione del settore di traversia in principale e secondario, o coincidenti, necessita la presa in considerazione del regime anemometrico. L'area di Gallipoli è sprovvista di un stazione anemometrica. Pertanto, come nel Piano Regionale delle Coste della Regione Puglia, ci si riferisce alla stazione anemometrica di Taranto ove la serie di dati è costituita dalle registrazioni acquisite nel periodo 1951-1967.

Dall'elaborazione delle registrazioni emerge che la classe delle calme risulta piuttosto frequente; esse, infatti, costituiscono il 20.19 % dell'intera popolazione. Dalla distribuzione delle frequenze di apparizione dei venti per direzione di provenienza (Figura 3) risulta che il maggior numero di osservazioni spetta ai venti da E, la cui percentuale di presenze rispetto all'intera popolazione è del 9.97 %. Seguono i venti da N e NNO con frequenza del 9.6 %. I venti provenienti da S e OSO fanno registrare percentuali intorno all'8 %, mentre i venti da SSO e ONO si attestano attorno alla percentuale del 6.5 %. Le altre direzioni sono caratterizzate da percentuali comprese tra il 5.25 % (SSE) ed il 3.14 % (ENE).

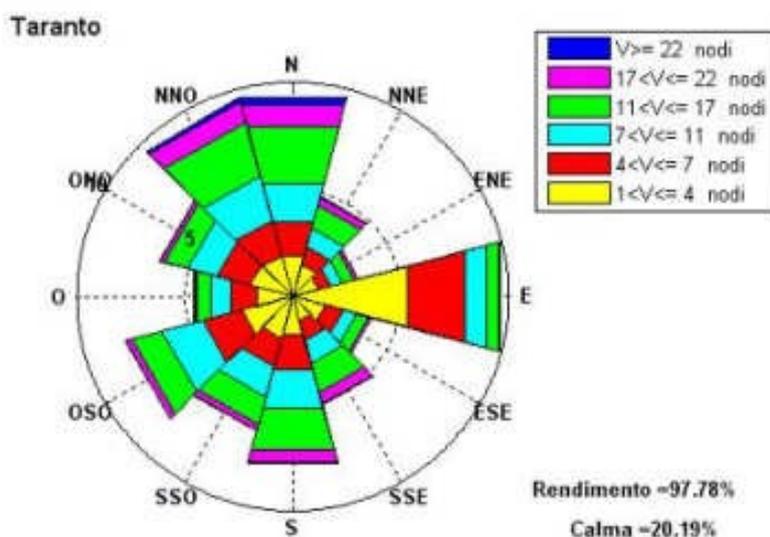


Figura 3. Frequenze di apparizione annuali (da elaborati del PRC)

In sintesi, i venti al da N a NNO, presentando contemporaneamente le due caratteristiche di alta frequenza (regnanti) e velocità (dominanti), risultano essere i prevalenti. E quindi, i due settori di traversia principale e secondaria si sovrappongono.

Si può concludere che i venti prevalenti sono quelli provenienti da N (Maestro) e da NNO (Maestro Tramontana). Frequenti le forti mareggiate da Libeccio (SO) e da Scirocco (SE).

#### 4. REGIME ANEMOLOGICO LOCALE

Come detto, l'area di Gallipoli è sprovvista di un anemometro di misura diretta delle caratteristiche del vento in prossimità della costa. Pertanto, per ottenere informazioni valide a livello locale, occorre ricorrere alle osservazioni eseguite presso il sito dotato di stazione anemometrica più prossimo a Gallipoli. Negli anni 2006-2011, la Regione Puglia ha sostenuto la osservazione del vento a Porto Cesareo (Rete di monitoraggio costiero - Regione PUGLIA) ove è stato attivo un anemometro gestito dalla società SMA di Noci, sotto la sorveglianza del Politecnico di Bari. Le caratteristiche della stazione anemometrica di Porto Cesareo sono le seguenti:

*anemometro c/o Hotel "Lo Scoglio" di Porto Cesareo (LE) - coordinate UTM33 datum WGS84 – nord 4460116 – est 745913 – livello 12 m sul livello medio del mare.*

La Figura 4 mostra la rosa dei venti ottenuta a seguito dell'analisi statistica dei dati storici osservati

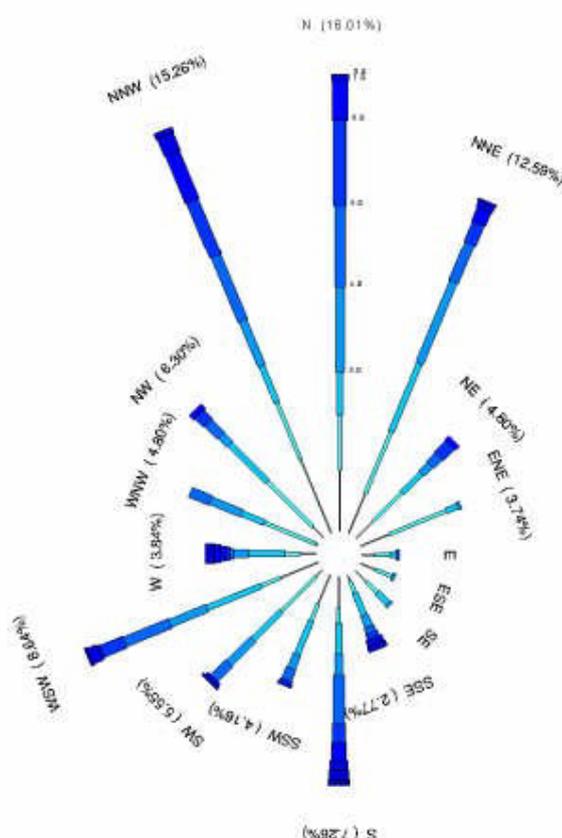


Figura 4. Rosa del vento a Porto Cesareo

Sostanzialmente, la rosa del vento annuale in Figura 7 conferma quanto osservato sulla base dei dati anemometrici raccolti a Taranto.

In conclusione, si può dire che in prossimità di Gallipoli, la traversia principale si estende alle direzioni da cui provengono i venti del I quadrante e parte del IV quadrante (cioè da NNO a E) per il Porto Mercantile, per cala Fontanelle e per porto Gaio. Per il porto San Giorgio la traversia principale è rappresentata dalle direzioni attorno a Ponente (O). Infine, per il Seno del Canneto la traversia principale è rappresentata dalle direzioni attorno a S (Mezzogiorno). Per porto Mercantile, cala Fontanelle e porto Gaio, la traversia secondaria è rappresentata dal settore da cui provengono i venti da OSO (Libeccio Ponente) a ONO (Ovest Nord Ovest)

## 5. STUDIO CON MODELLO NUMERICO DEL REGIME DELLA DINAMICA LITORANEA E DEGLI EVENTUALI FENOMENI DI INTERRIMENTO

Secondo quanto riportato nelle “Linee guida per la difesa delle coste basse”<sup>1</sup>, il tratto costiero interessato dal presente studio è compreso tra l’abitato di Gallipoli e Nardò, in particolare nella Sub Unità Fisiografica 6.2 che ha origine dal porto di Gallipoli e si sviluppa per una lunghezza di 31.98 Km fino a giungere a Torre Inserraglio (Nardò) (Figura 5).

La sub unità fisiografica rappresenta il luogo in cui potenzialmente possono verificarsi fenomeni indotti dalla variazione delle condizioni costiere.



Figura 5. Localizzazione dei limiti della S.U.F. 6.2

Ad eccezione del tratto tra lido Conchiglie e Rivabella, il litorale compreso tra Gallipoli e Torre Inserraglio è **costituito da costa rocciosa** ed il cordone dunale ivi presente risulta degradato a causa della presenza di numerose strutture antropiche (lidi balneari e strutture ricettive). **Pertanto alla luce di quanto riportato dalle “Linee guida per la difesa delle coste basse” della Regione Puglia, la Sub Unità Fisiografica 6.2 che contiene porto Gaio non presenta alcuna vulnerabilità all’erosione; infatti, la costa è prevalentemente rocciosa ed inerodibile, come emerge dalla figura 6 che non segnala porzioni in erosione (colore rosso).**

---

<sup>1</sup> “Studi propedeutici per la predisposizione del Piano Stralcio della Dinamica delle Coste” ALLEGATO 3.1 “Individuazione di strutture di mitigazione del rischio (ambientalmente compatibili per le coste basse) per ciascuna Unità Fisiografica”



Figura 6. Stato del sistema costiero (Piano delle Coste Regionale)

Infine, la Figura 7 mostra quanto riportato nell' « Atlante delle spiagge italiane » edito dal CNR nel 1983 e sviluppato nel corso del progetto finalizzato « Conservazione del suolo », sottoprogetto « Dinamica dei litorali ». Anche in questo caso, per il tratto di litorale in questione, si conferma la sua inerodibilità e, in presenza di spiagge, la stabilità di queste.

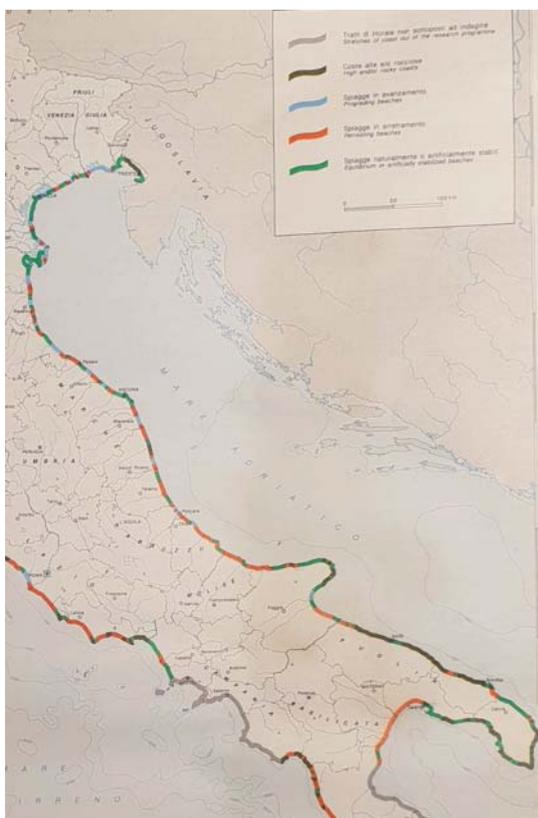


Figura 7. Atlante spiagge italiane (CNR, 1983)

Si è appena appurato che dalle osservazioni è risultato che il tratto di litorale della S.U.F. 6.2 non è vulnerabile all'erosione in quanto prevalentemente di natura rocciosa, occorre ora verificare la vulnerabilità a fenomeni di interrimento.

A tal fine si è adottato il modello di calcolo del trasporto litoraneo denominato C.E.R.C. (Coastal Engineering Research Center, USACE 1984) per la stima del trasporto litoraneo potenziale. Il modello si basa sulla determinazione del valore di Q mediante la formula di CERC che esprime Q in mc per unità di tempo (anno).

Sulla base dei risultati ottenuti dal calcolo è stato possibile stimare il trasporto potenziale longitudinale riportato nella tabella seguente:

Dir / Hs(m)	0.125	0.375	1	2	3.75	8.5	somma
0°	149.774	3486.133	34911.390	12605.658	0.000	0.000	51152.956
22.5°	61.684	611.904	4173.171	1276.055	0.000	0.000	6122.814
247.5°	-44.861	-1534.616	-9023.072	-2552.110	-3071.444	0.000	-16226.104
270°	-75.913	-2014.921	-13741.718	-4201.886	0.000	0.000	-20034.438
292.5°	-55.812	-1111.695	-6454.723	-2381.310	0.000	0.000	-10003.541
337.5°	134.879	5292.636	87700.040	33338.346	3821.184	0.000	130287.085
<b>somma</b>	169.751	4729.441	97565.088	38084.753	749.740	0.000	<b>141298.773</b>

Lo studio ha quindi stabilito che il moto ondoso che agisce nel paraggio può generare solo un potenziale movimento di sedimenti diretto da NE (Greco) verso OSO (Libeccio-Ponente); **ma si osserva nuovamente che tale valore è ipotizzabile solo ove vi fosse una disponibilità di sedimenti per generare lo spostamento.**

In realtà, si è già visto che, per il tratto di litorale di interesse, le indagini compiute dalla Regione Puglia e dal CNR hanno portato a concludere che la S.U.F. 6.2 in cui è ubicato il porto non è vulnerabile all'erosione in quanto prevalentemente di natura rocciosa.

**In ogni caso lo studio consente di affermare che, se pur ci fosse la disponibilità di sedimenti soggetti al trasporto indotto dalle correnti litoranee indotte dal moto ondoso, questo avverrebbe da NE verso OSO, pertanto i sedimenti risultano in uscita dal paraggio verso il largo e non possono generare insabbiamenti di siti costieri o di siti marini eventualmente presenti.**

In ultimo, a maggior riprova che il trasporto dei sedimenti è nullo, si osserva che il porto Mercantile di Gallipoli, con apertura a NE, negli anni non ha sofferto di fenomeni di interrimento.

## 6. ULTERIORI CONSIDERAZIONI SUL REGIME DELLA DINAMICA LITORANEA

### 6.1 Analisi sedimentologica

Sui fondali del paraggio sono state campionate le sabbie **che coprono in spessori ridottissimi (on superiori ai 20 cm) il substrato roccioso.**

L'analisi granulometrica ha permesso di riconoscere in esse sabbie grossolane. La componente biogenica dei clasti è sempre dominante; essa raggiunge nelle frazioni grossolane anche la totalità del campione. Nelle frazioni più fini i clasti carbonatici si riducono a circa il 60%; la restante frazione è rappresentata da minerali silicatici e in particolare da granati. Sono presenti solo in tracce i minerali pesanti (pirosseni di tre generazioni del Monte Vulture). Particolare importanza assumono i granati. La loro origine è riconducibile alle fasi esplosive dell'attività del Monte Vulture manifestatasi durante il Pleistocene medio; la loro ricaduta ha avuto luogo nel bacino marino nel quale si deponivano le Argille di Gallipoli. Quei granati sono oggi presenti in livelli intercalati in quella formazione ed estesamente affioranti subito a nord di Gallipoli, lungo le falesie nei pressi dell'ospedale. Il loro ritrovamento in mare dispersi e frammisti a sedimenti autoctoni bioclastici, che comunque rappresentano la maggior parte del sedimento, è un ottimo indicatore di **deriva litorale diretta da Gallipoli verso NO, quindi verso l'esterno rispetto alla costa.**

I risultati delle analisi granulometriche sono stati elaborati in modo da ricavare i principali parametri statistici (Media, Asimmetria, Deviazione Standard e Curtosi), e successivamente è stata eseguita un'analisi al microscopio dei campioni tramite luce riflessa.

\* Analisi granulometrica e statistica dei campioni:

#### Campione GA01

Diametro	Diametro	Setaccio	Passante	Trattenuto	Trattenuto
$\phi$	mm	mesh	% cumulata		frazione %
-5	31.5	1.1/4	100	0	0
-4	16	5/8	100	0	0
-3	8	5/16	100	0	0
-2	4	5	99.2	0.8	0.8
-1	2	10	98.6	1.4	0.6
1.2	0.42	40	0.2	99.8	98.4
4	0.06	230	0	100	0.2

#### Campione GA02

Diametro	Setaccio	Passante	Trattenuto	Trattenuto
mm	mesh	% cumulata		frazione %
31.5	1.1/4	100	0	0
16	5/8	100	0	0
8	5/16	100	0	0
4	5	95.2	4.8	4.8
2	10	3.2	96.8	92
0.42	40	0.1	99.9	3.1
0.06	230	0	100	0.1

Campione GA03

Diametro	Setaccio	Passante	Trattenuto	Trattenuto
mm	mesh	% cumulata		frazione %
31.5	1.1/4	100	0	0
16	5/8	100	0	0
8	5/16	100	0	0
4	5	97.8	2.2	2.2
2	10	83.4	16.6	14.4
0.42	40	1.1	98.9	82.3
0.06	230	0	100	1.1

Campione GA04

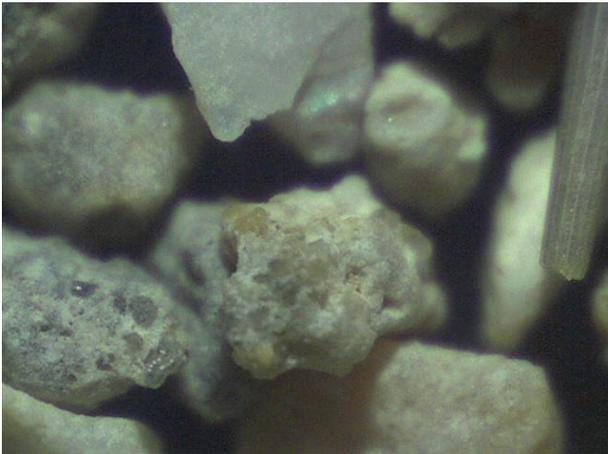
Diametro	Setaccio	Passante	Trattenuto	Trattenuto
mm	mesh	% cumulata		frazione %
31.5	1.1/4	100	0	0
16	5/8	100	0	0
8	5/16	98.5	1.5	1.5
4	5	93.8	6.2	4.7
2	10	77.1	22.9	16.7
0.42	40	0.4	99.6	76.7
0.06	230	0	100	0.4

Campione GA05

Diametro	Setaccio	Passante	Trattenuto	Trattenuto
mm	mesh	% cumulata		frazione %
31.5	1.1/4	100	0	0
16	5/8	100	0	0
8	5/16	100	0	0
4	5	97.8	2.2	2.2
2	10	84.3	15.7	13.5
0.42	40	6.4	93.6	77.9
0.06	230	0	100	6.4

I clasti, osservati al microscopio ottico binoculare, sono soprattutto rappresentati da carbonati (derivanti da sedimentazione terrigena e organogena), quarzo ed altri minerali presenti in percentuali trascurabili quali pirosseno e feldspati; sono presenti anche rari frammenti di rocce silicoclastiche.

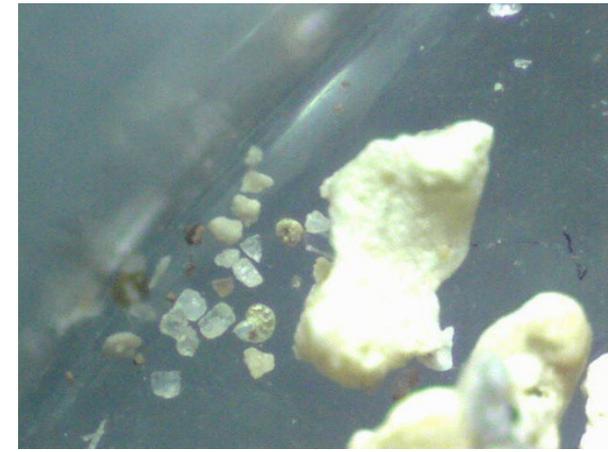
Campione GA01



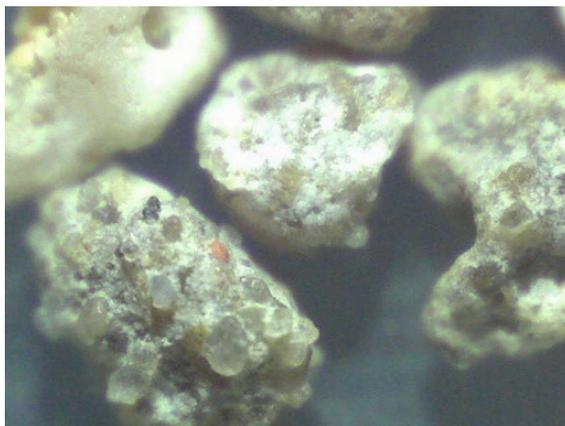
Campione GA02



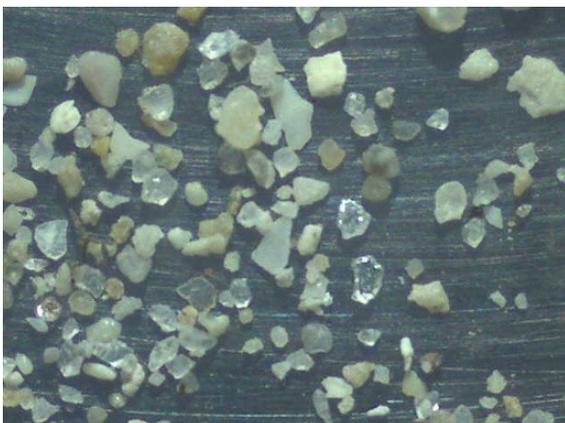
Campione GA03



Campione GA04



Campione GA05



Le sabbie analizzate sono state campionate lungo transetti che vanno da 5 a 10 m di profondità nella zona di shoreface. Da un punto di vista della classificazione granulometrica USCS vengono siglate come terreni a grana grossa del gruppo S e sottogruppo SP con un coefficiente di uniformità ( $D_{10}/D_{60}$ ) minore di 6. Si tratta dunque di sabbia con ghiaia per il campione GA06, sabbia ghiaiosa per i campioni GA03, GA04, GA05, e ghiaia pulita con granulometria poco assortita per i campioni GA01 e GA02.

Il diametro delle sabbie appare maggiore nei campioni più prossimi alla costa. Dato osservabile anche dai valori di asimmetria più negativi di questi campioni rispetto ai campioni posti a maggiore distanza dalla costa. Dal punto di vista della cernita i campioni mostrano valori simili, generalmente appartenenti alla classe dei 'ben cerniti'.

## 6.2 Correnti e deriva litorale

Il Golfo di Taranto pur apparendo in pianta come una figura geometrica semplice assimilabile ad un rettangolo con il vertice più settentrionale corrispondente con Taranto, ha una morfologia estremamente complessa. La fascia costiera è caratterizzata dalla limitata estensione della piattaforma continentale e da scarpate ripide segnate da canyon sottomarini che raggiungono il fondo del Golfo in corrispondenza dei circa 1500 metri di profondità della Valle di Taranto.

La circolazione idrica nel Golfo di Taranto è condizionata dall'andamento morfologico dei versanti della Valle di Taranto, dagli apporti di acque continentali, dalla dinamica dell'atmosfera e dalle relazioni funzionali con i bacini limitrofi: il Mar Adriatico, il Mare Egeo e il Mare Ionio. La complessità del sistema fa sì che per quanto concerne l'andamento delle correnti superficiali nel golfo i dati disponibili siano limitati ed approssimativi. Ancor più complessa è poi la distribuzione e l'andamento delle correnti verticali, di compensazione, la cui variabilità – contemporaneamente all'assenza di dati scientifici -, impedisce di tracciare qualsivoglia quadro generale riassuntivo. Tutto il Golfo, date le caratteristiche anemologiche, quelle dei fondali e dei bacini limitrofi è caratterizzato da notevole differenza della circolazione idrica fra il semestre estivo e quello invernale.

Nel periodo invernale-primaverile la circolazione sembra essere molto intensa e collegata alla circolazione del basso Adriatico; acque di origine adriatica penetrano nel Mar Ionio e defluiscono lungo la costa nordorientale del Golfo favorendo la circolazione ciclonica interna. Successivamente essa si indebolisce e nel periodo estivo si instaura, nel Golfo di Taranto, una circolazione chiusa, con caratteristiche anticicloniche locali, distinta dalla circolazione ionica a grande scala; una corrente di deflusso in uscita impedisce alle acque adriatiche di entrare nel bacino.

Le correnti di trasporto litoranee ricalcano a grandi linee il sistema di circolazione superficiale appena descritto. Tale modello di trasporto spiega quindi l'assenza nelle sabbie litorali dei pirosseni originati dalle fasi effusive del Monte Vulture così diffusi lungo il litorale adriatico. I profondi fondali sottocosta nella zona di Otranto e la controcorrente al largo di Santa Maria di Leuca limitano gli apporti e frenano le correnti litorali di provenienza adriatica limitandone fortemente l'immissione nel circuito del Golfo di Taranto. Qui la circolazione diviene locale e con grossi condizionamenti stagionali.

**La distribuzione del sedimento lungo costa è molto limitata anche in condizioni meteomarine apparentemente favorevoli. Essa si limita a distribuire lo scarso sedimento di produzione autoctona lungo le coste immediatamente sottese. Non si assiste quindi ad una vera e propria deriva litorale specialmente sulle lunghe distanze.**

In questo quadro complesso dal punto di vista della dinamica litorale, assumono particolare importanza alcuni traccianti naturali quali i già citati granati piralspitici. Quei granati sono oggi presenti in livelli intercalati nelle argille della formazione di Gallipoli, estesamente affiorante subito a nord di quella città, lungo le falesie nei pressi dell'ospedale.

**La loro presenza nelle sabbie sul primo fondale, dispersi e frammisti a sedimenti autoctoni bioclastici che comunque rappresentano la maggior parte del sedimento, indicano deriva litorale netta di scarsa entità, diretta tra l'altro verso l'esterno, da Gallipoli al largo.** Quanto osservato trova conferma in quanto riportato nell'Atlante delle Spiagge (CNR) di cui si riporta uno stralcio.



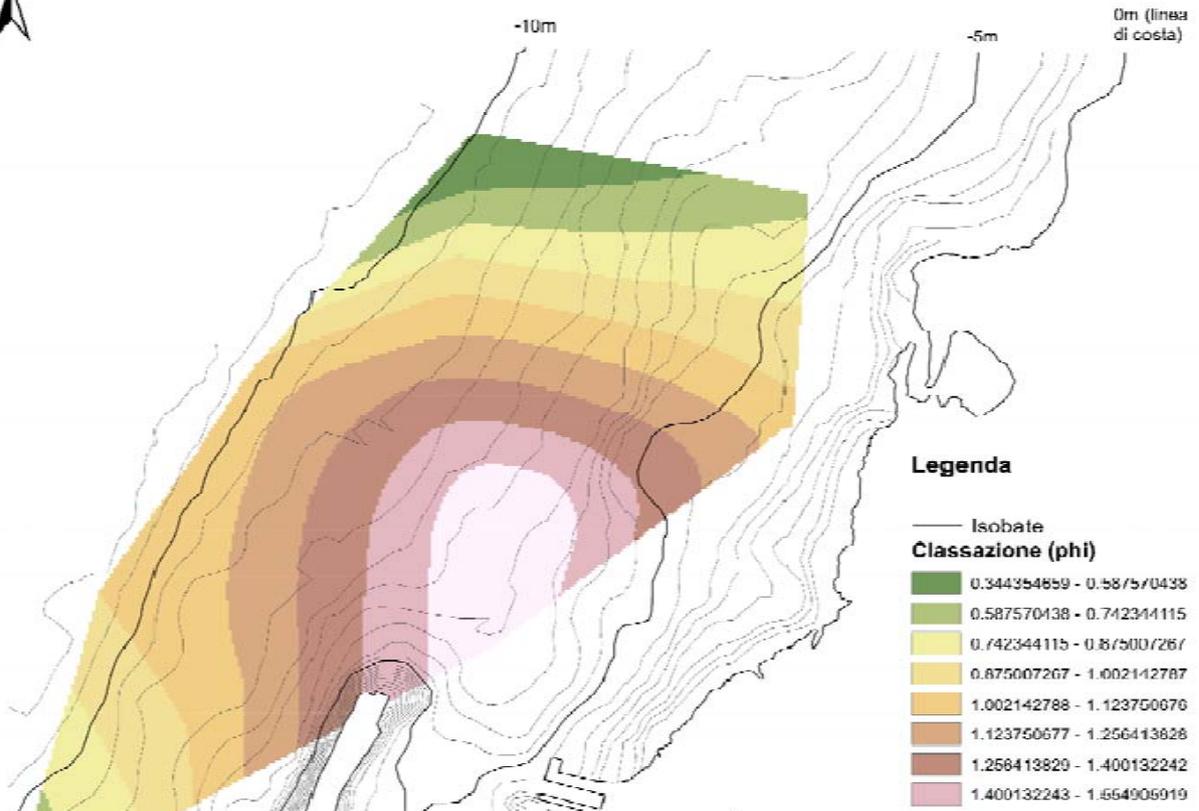
Estratto Legenda Atlante delle spiagge italiane; dinamismo, tendenza evolutiva, opere umane, CNR, Firenze : SELCA, 1985-1997

Si riportano di seguito alcune ulteriori considerazioni relative all'elaborazione di un modello semi quantitativo (Gao e Collins 1992) che consente un'analisi delle direzioni di trasporto dei sedimenti lungo riva.

La classazione dei sedimenti è generalmente correlabile in modo diretto all'energia dell'ambiente di sedimentazione anche se l'interpretazione in termini energetici risente delle dimensioni medie dei sedimenti. **I bassi valori di classazione registrati e riportati in precedenza indicano modesti livelli energetici lungo il tratto di costa.** La bassa classazione, come visibile dalla mappa SG09b, aumenta allontanandosi dal porto che con molta probabilità mitiga l'azione di cernita del moto ondoso. **Pertanto la realizzazione del porto non solo non influenza le dinamiche al largo ma le attenua nelle sue immediate vicinanze.**

L'asimmetria leggermente negativa dei campioni è proprio dovuta all'apporto sedimentario dalla costa che non viene facilmente trasportato e classato se non in occasioni eccezionali di forte energia del moto ondoso.

SG09b  
Distribuzione  
areale della  
classazione



## 1. CONCLUSIONI

Le valutazioni riportate nel presente studio mettono in evidenza come il contesto costiero nell'intorno del luogo di intervento (ampliamento porto turistico di Porto Gaio) sia caratterizzato da una morfologia a costa bassa, definita da complessi rocciosi non facilmente erodibili, ma assai stabili.

La realizzazione della nuova diga foranea, non solo non potrà influenzare in nessun modo tale contesto, ma rappresenterà per la sola area di intervento una ulteriore protezione al fenomeno erosivo.

Anche con riferimento al trasporto solido in mare le nuove opere non avranno alcun impatto, dal momento che non è presente in zona una disponibilità di sedimenti per generare uno spostamento.

Gli studi condotti con modelli matematici hanno evidenziato che se pur ci fosse la disponibilità di sedimenti soggetti al trasporto indotto dalle correnti litoranee da moto ondoso, questo avverrebbe da NE verso OSO, pertanto i sedimenti risulterebbero in uscita dal paraggio verso il largo e non possono generare insabbiamenti di siti costieri o di siti marini eventualmente presenti.

Tali risultati hanno trovato conforto anche nell'analisi dei pochi sedimenti presenti nel paraggio, la cui distribuzione granulometrica, con bassi valori di classazione, indica modesti livelli energetici lungo il tratto di costa. Pertanto la realizzazione del porto non solo non influenza le dinamiche al largo ma le attenua nelle sue immediate vicinanze.

In conclusione, le opere di progetto non alterano i contesti ambientali costieri nel tratto di costa interessato, né con riferimento al regime delle correnti marine, né dei fenomeni erosivi, né del trasporto solido litoraneo.

**Pertanto il progetto non produce impatti o ripercussioni sul patrimonio culturale con riferimento a relitti e siti archeologici sommersi eventualmente presenti nelle aree contermini a quella di intervento.**