

REGIONE CAMPANIA  
PROVINCIA DI SALERNO



COMUNE DI CENTOLA

REALIZZAZIONE DEI SERVIZI MINIMI PER IL SETTORE PESCA  
NEL PORTO DI PALINURO

PROGETTO ESECUTIVO



Codice elaborato :

**R 02**

Titolo elaborato :

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Scala:

Responsabile del Procedimento:

Ing. Francesco Sarnicola

Geologo:

Dr. Geol. Davide Pepe

Rif.

Data

DESCRIZIONE

Redatto:

Verificato:

Approvato:

GIUGNO 2019

EMISSIONE PER APPROVAZIONE

Note e commenti:

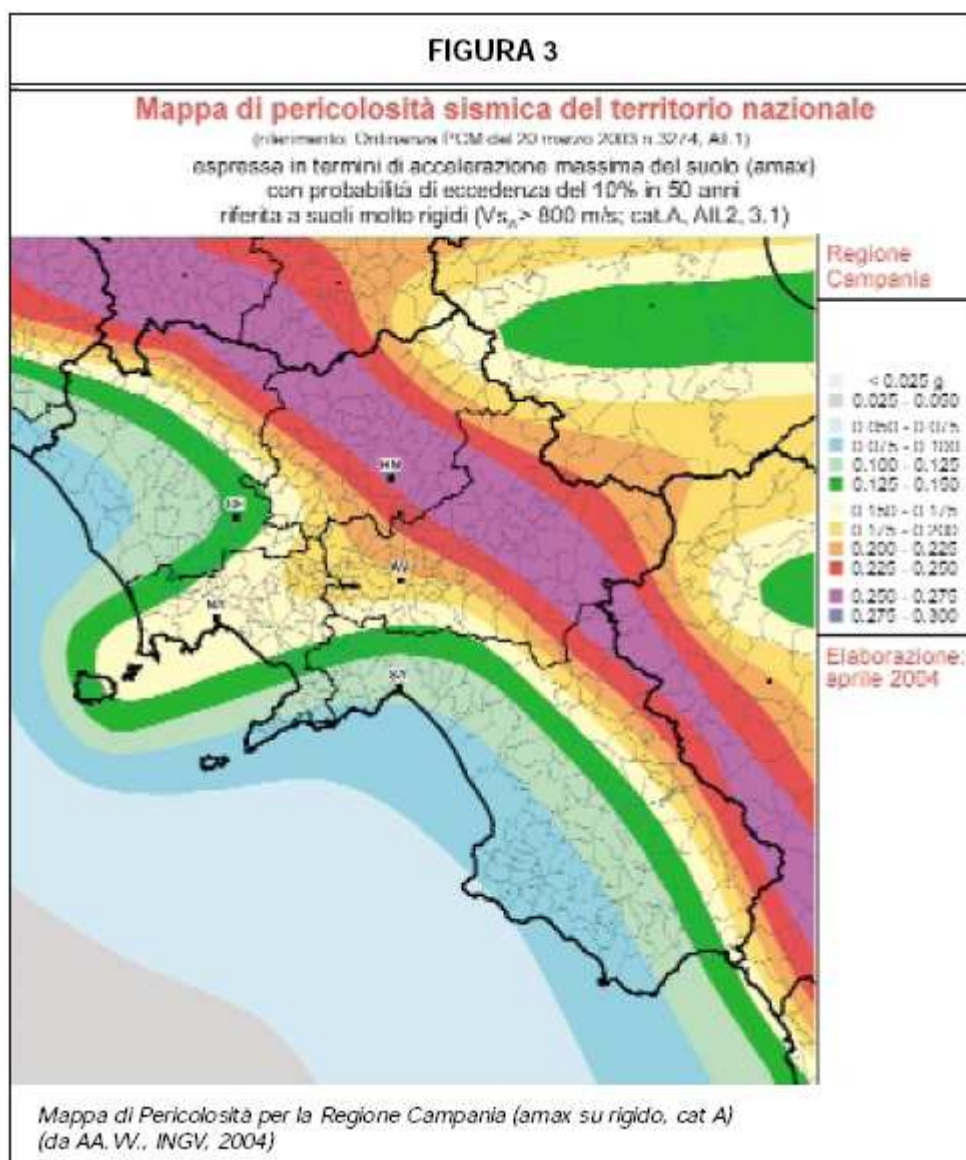
## 1. PREMESSA.

Il sottoscritto dr. Davide Pepe, geologo con studio in Rofrano (SA), ha eseguito la presente indagine geologica allegata al Progetto Definitivo dell'intervento di "Completamento infrastrutturale e dei servizi del Porto turistico di Palinuro – 2° stralcio".

L'area interessata dallo studio in oggetto è localizzata nella Frazione Palinuro del Comune di Centola ed è riportata nella Carta Topografica D'Italia al Foglio n° 519 - Sezione II.

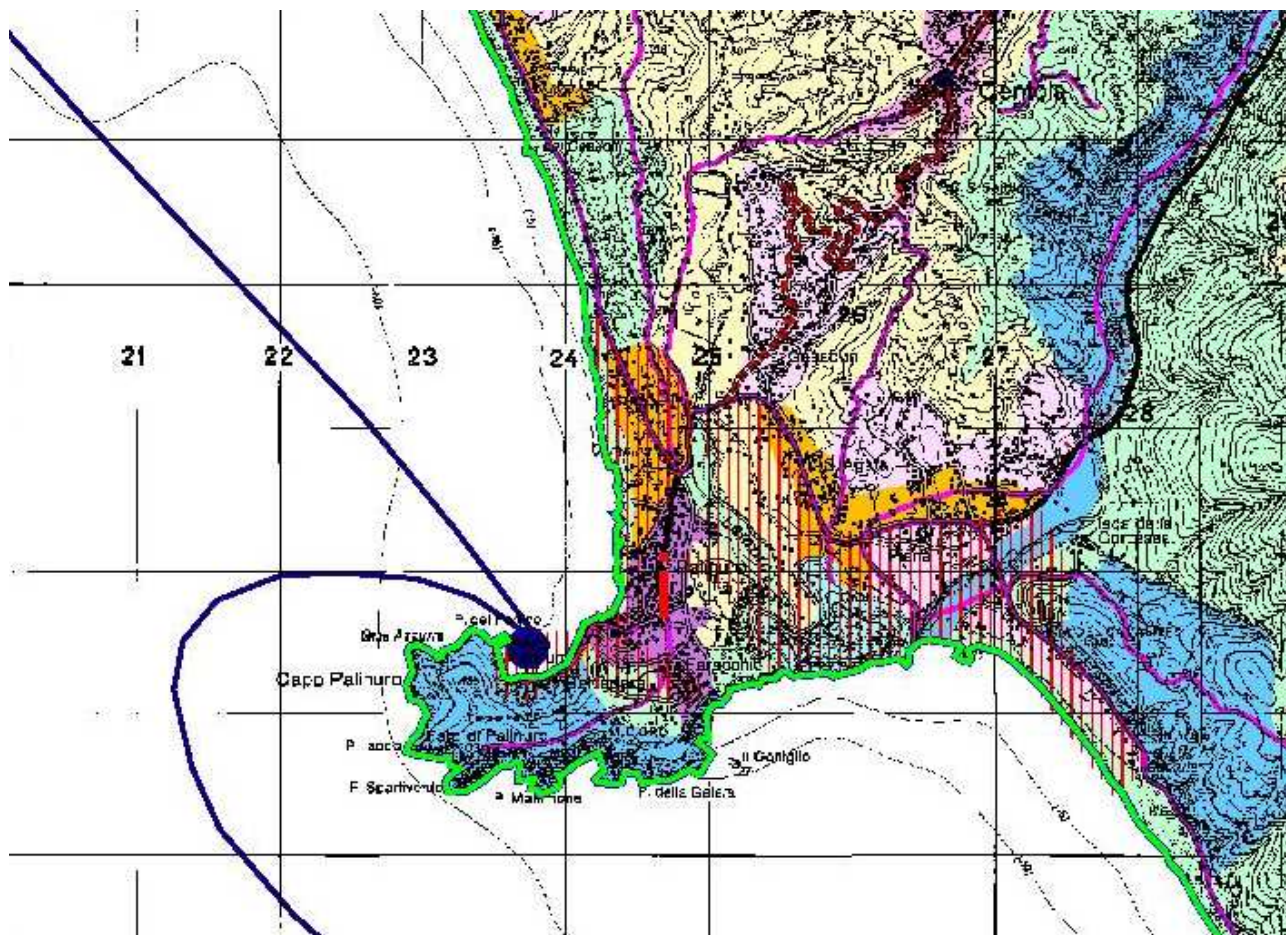
Trattandosi di territorio classificato come sismico (S6 = bassa sismicità), la presente indagine è stata condotta nel rispetto della normativa stabilita in materia antisismica (fig. n° 2).

**Fig. n° 2 – carta pericolosità sismica del territorio nazionale**



In riferimento alla perimetrazione del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano, tale area si colloca nella Zona "2" della perimetrazione suddetta (fig. n° 3);

**fig n° 3 – perimetrazione Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano**



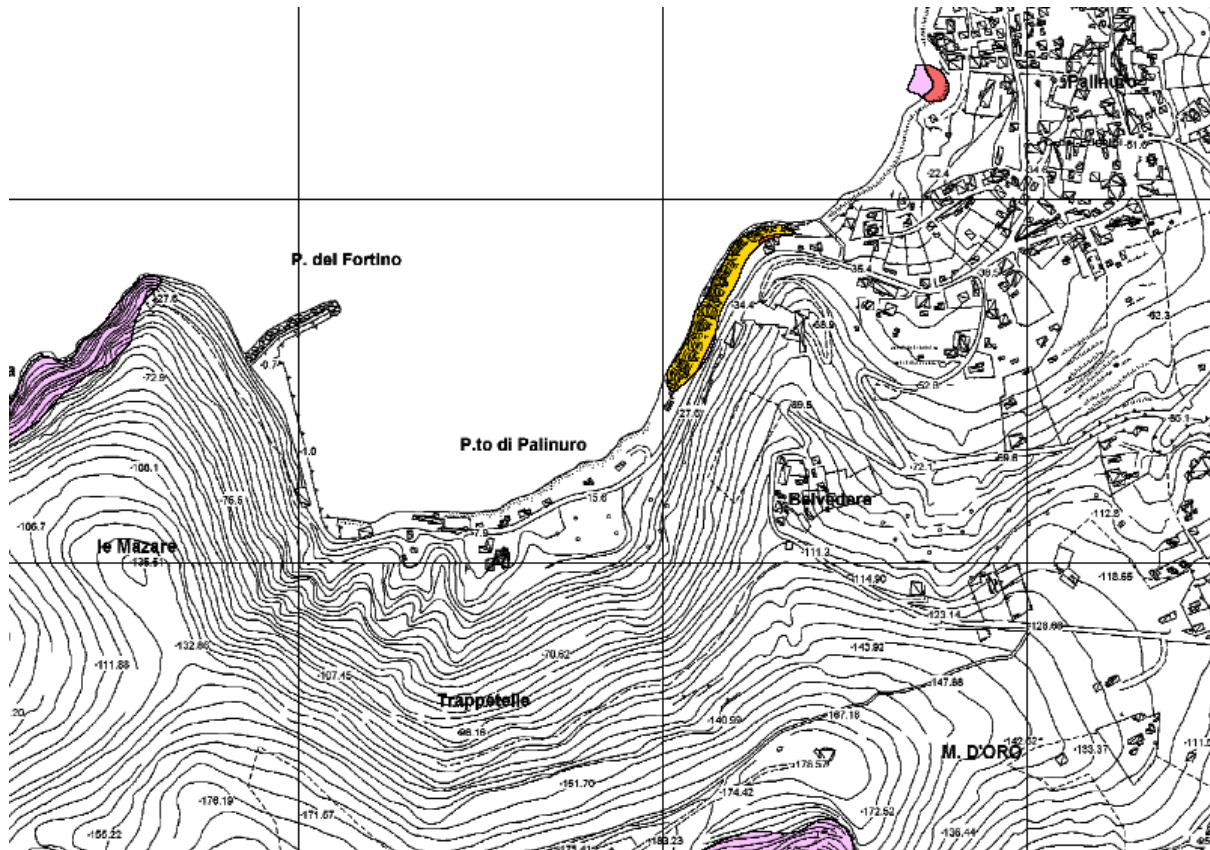
### Zone art. 8

- A1 - riserva integrale
- A2 - riserva integrale di interesse storico-culturale e paesistico
- B1 - riserva generale orientata
- B2 - riserva generale orientata alla formazione di Boschi Vetusti
- C - zone di protezione
- D1 - zone urbane o urbanizzabili
- D2 - centri rurali e aree insediate a bassa densità
- D3 - aree rurali in parte compromesse
- D4 - aree per attrezzature turistiche
- D5 - aree per attrezzature produttive
- Aree di recupero ambientale e paesistico art. 17



secondo quanto recita il recente PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (contenente "l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato per l'incolumità delle persone e per la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale", redatto dall'Autorità di Bacino Regionale Sinistra Sele ai sensi dell'Art 1, comma 1 del decreto di legge 11 giugno 1998, n° 180, e s.m.i. e dell'Art. 1 bis della legge 11 Dicembre 2000, n° 365), inoltre, la zona in esame non rientra nelle aree censite tra le aree a rischio idraulico e/o a rischio da dissesto di versante. (vedi Planimetrie allegate).

**Tavola n° 1- stralcio carta rischio frane in scala 1:5.000**



#### STRALCIO CARTA RISCHIO FRANA



AREA UBICAZIONE INTERVENTO

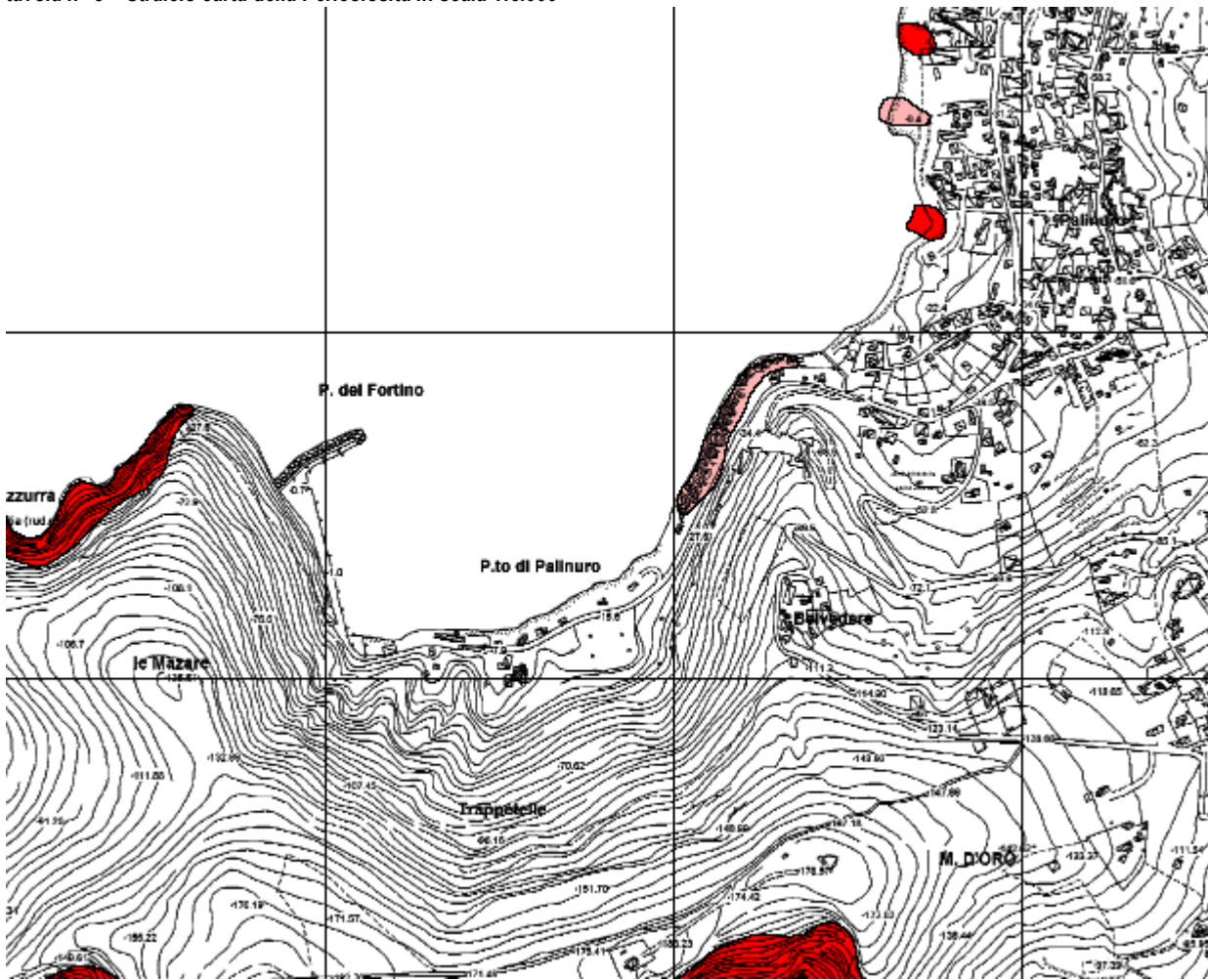
#### Legenda:

- |   |               |
|---|---------------|
|  | Moderato      |
|  | Medio         |
|  | Elevato       |
|  | Molto elevato |





tavola n° 3 – Stralcio carta della Pericolosità in scala 1:5.000



STRALCIO CARTA PERICOLOSITA'

AREA DI INTERVENTO

### Legenda:

|   |               |
|---|---------------|
|  | Moderato      |
|  | Medio         |
|  | Elevato       |
|  | Molto elevato |







Delimitazione del territorio di competenza dell'AdB SxSele

Limiti amministrativi comunali

Limiti Comunità Montana Calore Salernitano

FASCIA A - Aiveo di piena standard ( $T=100$  anni)

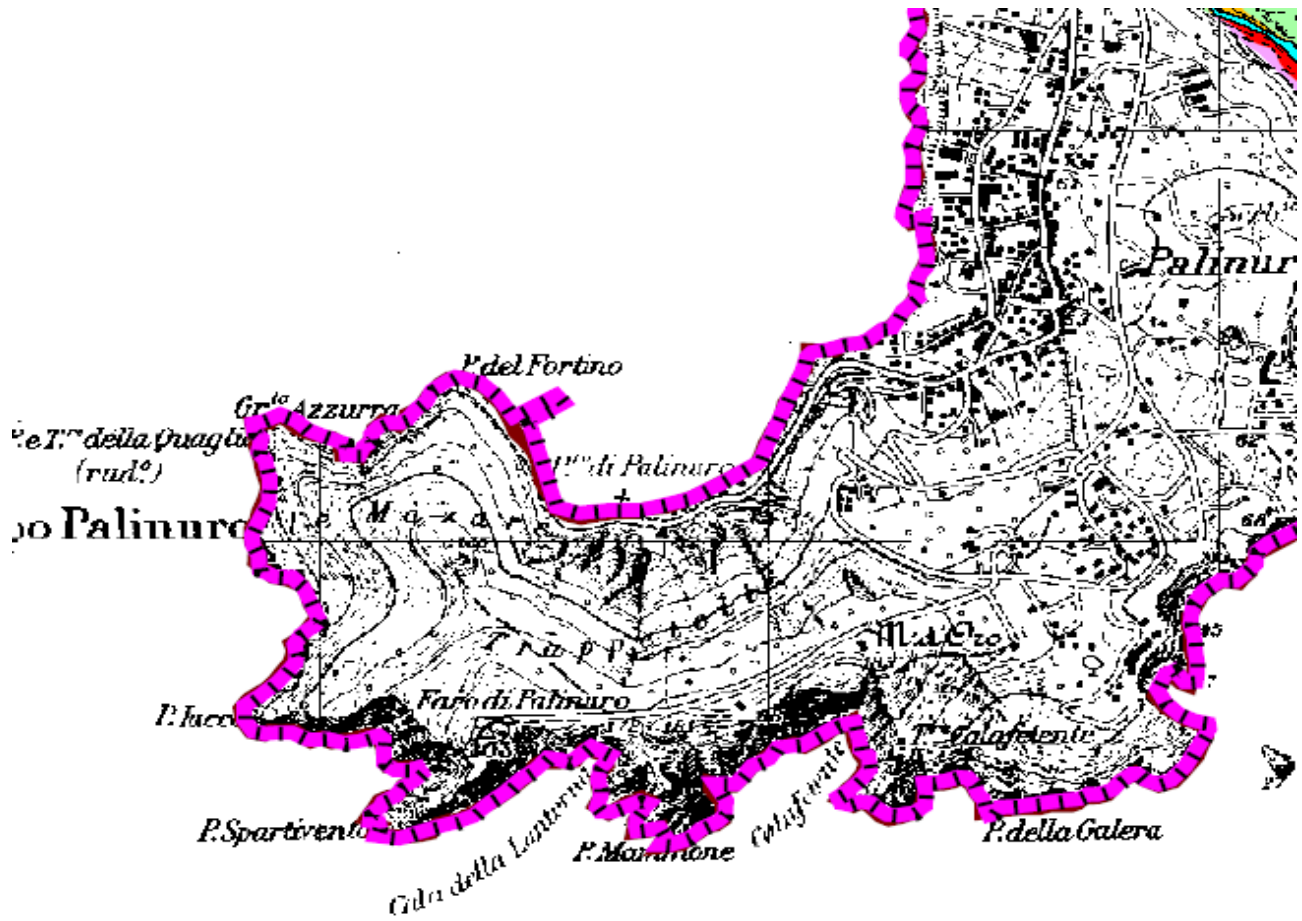
Sottofascia B1

Sottofascia B2

Sottofascia B3

FASCIA C - Fascia di inondazione per piena di intensità eccezionale ( $T=300$  anni)

tavola n° 6 – Stralcio carta Rischio alluvione in scala 1:25.000



STRALCIO CARTA RISCHIO ALLUVIONE

Legenda:



Il presente studio è stato redatto:

- in conformità alla Legge n° 64 del 02/02/1974;
- ai sensi dell'art. 23 L.R. 751996 n°11;
- ai sensi del D.M. 11/03/1988;
- in conformità al D.L. 11.05.1999, n° 152;
- ai sensi del D.P.R. 357/97 Siti Natura 2000;
- ai sensi della Circolare Ministeriale LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988;
- tenendo conto delle disposizioni per le aree a rischio di frana (D.L. 180/98 – L. 267/98 – D.P.C.M. 29/09/98 – L. 226/99).
- Il Regio Decreto del 28 maggio 1908 n. 245;
- Legge n. 542/1907 (art. 15).

Nell'approccio al lavoro si è inteso effettuare una prima analisi delle caratteristiche evolutive dell'intera area, analizzando precedenti approfondimenti geognostici realizzati in occasione di precedenti interventi realizzati nell'area. A tale scopo, nel presente studio, vengono riportate le risultanze di n° 3 analisi granulometriche su campioni prelevati in occasione di precedenti studi.

Sulla scorta dei rilievi effettuati, dell'analisi degli studi precedenti, e in considerazione degli obiettivi del presente studio, si è proceduto, inoltre, all'esecuzione di n° 1 sondaggio elettrico verticale SEV, di n° 1 sondaggio sisimico a rifrazione e di n° 3 sondaggi penetrometrici dinamici, tramite attrezzatura tipo "SUNDA DL 030", allo scopo di avere precise informazioni sulla stratigrafia locale.

Si è proceduto, infine, al prelievo di circa 15 campioni di sedimento al fine di realizzare l'analisi granulometrica dei sedimenti presenti nell'area.

L'ubicazione dei sondaggi, così come il punto di prelievo dei campioni analizzati, è stata finalizzata a investigare nella maniera più efficace possibile i suoli interessati in relazione alle problematiche evidenziate, mentre il loro approfondimento è stato condizionato dalla situazione stratigrafica riscontrata nei vari punti di stazionamento. La successiva elaborazione dei "Logs Penetrometrici" ha permesso di acquisire utili informazioni sulle caratteristiche geotecniche dei materiali attraversati, sullo spessore e sulla consistenza delle coltri di copertura naturale.

L'integrazione di tutti i dati rilevati, in aggiunta alle indagini geognostiche effettuate sull'area, ha permesso di ottenere un quadro sufficientemente chiaro della situazione morfoevolutiva dell'area e di suggerire opportuni criteri geologico-tecnici di intervento, a supporto delle scelte progettuali adottate per la realizzazione delle opere in progetto.

## 2. TETTONICA E ASSETTO STRUTTURALE DELL'AREA

Il settore meridionale della "Provincia Stratigrafico-Strutturale del Cilento", comprendente l'area in oggetto, rappresenta il risultato finale di numerosi eventi tettonico-sedimentari di tipo compressivo e distensivo, che, a partire dal Miocene inferiore, hanno interessato Unità appartenenti a diversi domini paleogeografici e sono stati responsabili della



costruzione di questa porzione della Catena Appenninica; a tali fasi sono seguite quelle orogenetiche, che hanno portato alla surrezione della stessa catena.

L'elemento strutturale di primo ordine è costituito dalla sovrapposizione tettonica dell'insieme di Unità di provenienza interna sui domini paleogeografici dell'Unità Albarno-Cervati, sovrapposizione avvenuta nel Burdigaliano inferiore.

La formazione del bacino di sedimentazione Silentino sarebbe da attribuire a fasi disgiuntive intercalate a fasi compressive. Il bacino è di età Burdigaliano (medio-superiore)-Langhiano ed è compreso fra le falde cristalline calabresi (in fase di rapido inserimento nel "varco" Calabro-Peloritano) e i domini esterni appenninici già deformati.

Gli affioramenti dell'Unità Cilento-Albidona sembrano suturare a scala regionale le superfici di accavallamento delle Unità esterne, interessate fino al Langhiano dalla tettogenesi.

Molto evidenti sono gli effetti della tettonica disgiuntiva plio-quadernaria, responsabile della formazione di blocchi variamente ribassati e/o rialzati e, quindi, della formazione delle principali morfostrutture dell'area.

Le successive fasi di modellamento, l'evoluzione accelerata dei versanti e l'incessante azione delle acque di ruscellamento hanno determinato l'attuale assetto geometrico dell'intera area, caratterizzato da una complessa ed articolata struttura a gradinata, degradante da E verso W, le cui principali linee di faglia presentano un andamento in direzione E-W e NE-SW.

### **3. CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA NEL CONTESTO STRATIGRAFICO -STRUTTURALE REGIONALE**

Dal punto di vista geologico regionale, l'area in esame s'inserisce nell'ambito del settore occidentale della Provincia Stratigrafico-Strutturale del Cilento, composto da successioni prevalentemente terrigene, sebbene differenziate sotto l'aspetto composizionale e strutturale.

I modelli stratigrafico-strutturali tradizionali e la Cartografia Ufficiale riferiscono tali successioni, nell'insieme, all'Unità Stratigrafico-Strutturale del "Flysch del Cilento", ovvero al complesso Liguride p.p., che riconoscono essere costituito, procedendo dal basso verso l'alto, dalle seguenti Formazioni:

- Formazione delle Crete Nere (ovvero di S. Venere, ovvero di Ascea), di età Cretacico inferiore - medio;
- Formazione di Pollica, di età Cretacico superiore - Paleocene;
- Formazione di S. Mauro, di età Paleocene - Eocene superiore.

Recenti studi di Geologia Regionale, basati su correlazioni interregionali e su originali dati biostratigrafici, hanno reinterpretato le successioni affioranti, riconoscendo la presenza in Cilento della Formazione del Saraceno, che, insieme alla Formazione delle Crete Nere, costituisce la falda alloctona di origine interna, denominata Unità Nord-Calabrese.

L'insieme della Formazione di Pollica e della Formazione di S. Mauro costituirebbe una serie sedimentaria mesoautoctona, di età successiva alla prima fase tettonica che ha interessato invece i domini esterni della Piattaforma Campano-Lucana. In tal senso si conserva la denominazione Unità Cilento-Albidona.

Nell'ambito delle successioni dell'Unità Nord-Calabrese sono presenti sequenze che, per i caratteri litologici e strutturali, sono assimilabili alle successioni tipiche del cosiddetto Complesso Sicilide, di recente definite informalmente "Successioni ad Affinità Sicilide".

I rapporti geometrici fra queste ultime e l'Unità Nord-Calabrese sono molto complessi e non ancora ben definiti.

L'Unità del Cilento-Albidona poggia in modo trasgressivo e discordante sia sui terreni dell'Unità Nord-Calabrese che sulla successione flyscioide della Formazione del Bifurto, radicata sulla Piattaforma Campano-Lucana.

Secondo il nuovo modello, quindi, l'Unità Nord-Calabrese risulta costituita dalle seguenti tre formazioni:

- Formazione delle Crete Nere: successione fittamente stratificata di argille marnose silicifere fessurate nere e di argilliti varicolori, con interstrati argillitici e quarzo-arenitici, a luoghi prevalenti, e calcareniti e calcilutiti, estremamente deformate.
- Successioni ad Affinità Sicilide: strati marnosi, strati calcarei disarticolati e argilliti varicolori, fessurate e/o scagliose.
- Formazione del Saraceno: alternanze fitte di calcilutiti silicifere, rari orizzonti ruditici e interstrati argillitici nerastri; la successione è piegata a media e a piccola scala.

Queste successioni sono piegate, nell'insieme, secondo uno stile deformativo a pieghe isoclinali, per cui in campagna si osserva la ripetizione continua dei litotipi caratteristici.

Sulla Cartografia Geologica Ufficiale tali litologie sono state inserite nella Formazione delle Crete Nere - S. Venere - Ascea.

Seguono, verso l'alto, in contatto stratigrafico trasgressivo discordante, le successioni denominate "Gruppo del Cilento", di età Burdigaliano superiore - Langhiano, costituite da:

- Formazione del Torrente Bruca - Membro di Contrada Caporra: siltiti grigio-piombo e arenarie micacee nere fratturate.
- Formazione del Torrente Bruca - Membro delle Arenarie Straterellate: sequenza ordinata, o poco disturbata, di strati e straterelli di arenaria e di interstrati argillo-siltosi.
- Formazione del Torrente Bruca - Membro Arenaceo-Marnoso: sequenza ordinata di strati di arenaria, di straterelli di argille siltose e di banconi di marne calcaree con spessore fino a 5 metri ("fogliarina").
- Olistostroma intermedio: argille siltose varicolori a struttura fluidale, con elementi eterogenei ed eterometrici inglobati.
- Formazione del Torrente Bruca - Membro Conglomeratico-Arenaceo: conglomerati in banchi e in banconi anastomizzati, con rari livelli arenaceo-siltosi.
- Olistostroma superiore: argille fluidali con olistoliti di rocce basiche anche notevoli (superiori a 10.000 mc.).

Chiude la serie flyscioide la Formazione di Monte Sacro del Serravalliano, litologicamente costituita da arenarie grossolane in strati e banchi e sovrapposta, in contatto stratigrafico discordante, al descritto Gruppo del Cilento.

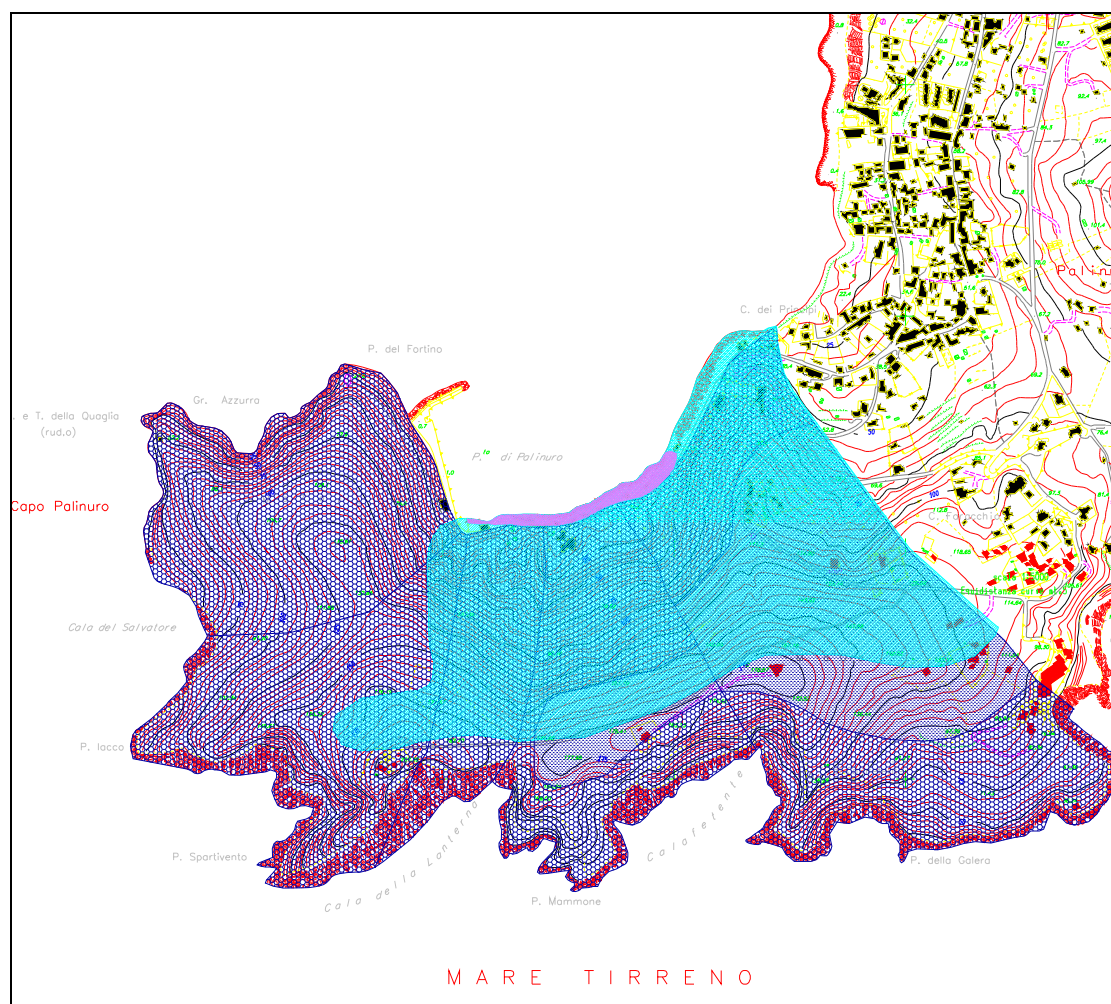
Limitatamente all'area di intervento, i rilievi di superficie, effettuati lungo i numerosi tagli naturali e artificiali presenti, hanno evidenziato la presenza di una formazione in posto quaternaria, appartenente all' Unità del Monte Bulgheria e rappresentata litologicamente da **Calcarei con noduli e liste di selce in strati e straterelli regolari** appartenente alla **Formazione dei Calcarei con selce**.

A larga scala, lo stato di alterazione dei terreni del substrato risulta molto variabile da zona a zona, presentando una discreta coltre di alterazione sui ripiani morfologici e una maggiore freschezza lungo i versanti di più recente denudazione.

Come ben si osserva nell'area, la stessa formazione è frequentemente sottoposta a spessori variabili di coperture quaternarie che ne impediscono l'affioramento. Tali terreni presentano a vari livelli stratificazione incrociata, sono costituiti da membri litologici appartenenti alla Serie Eolica e sono rappresentati da **Sabbie rosse pedogenizzate**.

La loro consistenza varia in dipendenza del contenuto d'acqua stagionale dell'accumulo, mentre la resistenza geomeccanica, generalmente bassa, è fortemente influenzata dalla distribuzione granulometrica, dal grado d'addensamento, dalla natura della porzione sottile, dallo spessore del deposito e dal contatto con il sottostante substrato in posto (fig. n° 4).

**Fig. n° 4 – Stralcio carta geolitologica in scala 1:5.000**





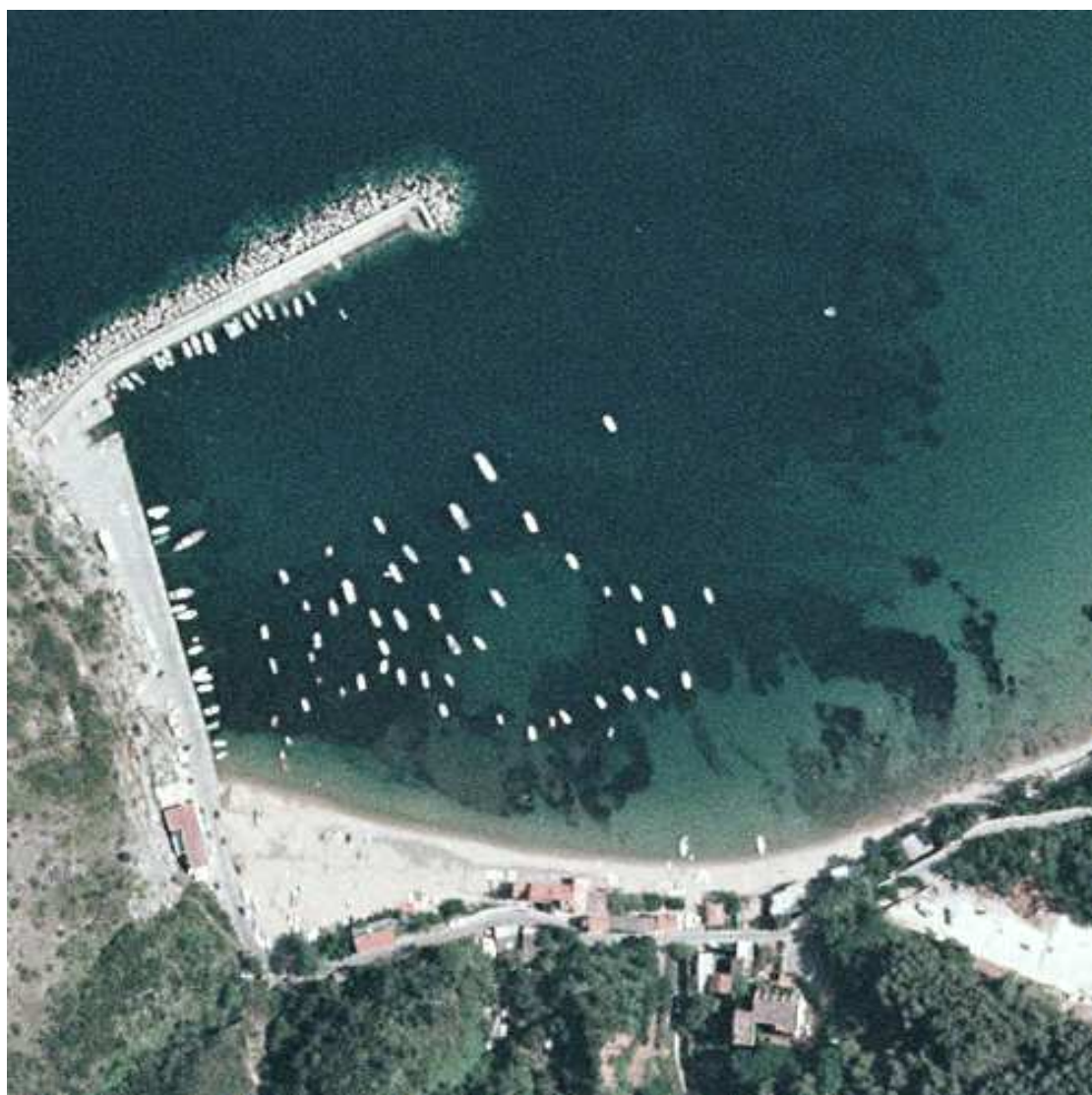


#### 4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E FISIOGRAFICO DELL'AREA

Per quanto riguarda l'aspetto morfologico dell'area analizzata, questa presenta i caratteri tipici dell'ambiente delle fascia costiera e si estende lungo il settore analizzato con una linea di spiaggia ben evidenziata. Si possono osservare, inoltre, una serie di insenature abbastanza profonde, ma con brevi linee di spiaggia.

L'unità costiera in studio situata nella Frazione Palinuro del Comune di Centola e compresa tra il promontorio del Fortino, a Ovest, e il promontorio dei Principi, a Est (fig. n° 5-6-7),

*Figura n° 5 – Stralcio Ortofoto*



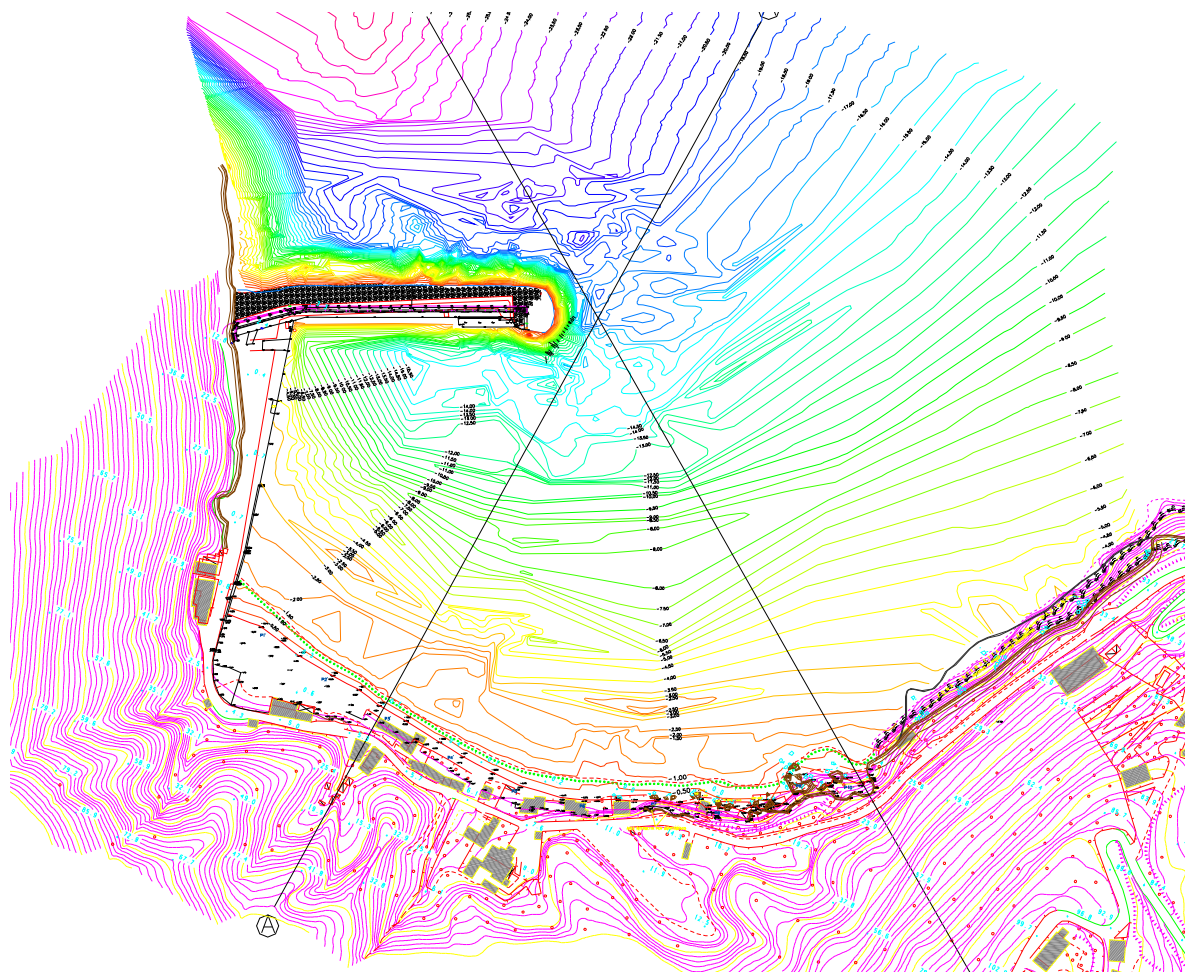
**Figura n° 6 – Inquadramento generale in scala 1:5.000**



costituisce un'unità fisiografica che si sviluppa per circa 1,5 Km in direzione E-O. Dal punto di vista morfologico essa rappresenta una "pocket beach" compresa tra due promontori e alimentata dai depositi erosi dalle falesie ad essa adiacenti.



**Figura n° 7 – Inquadramento area portuale in scala 1:2.000**

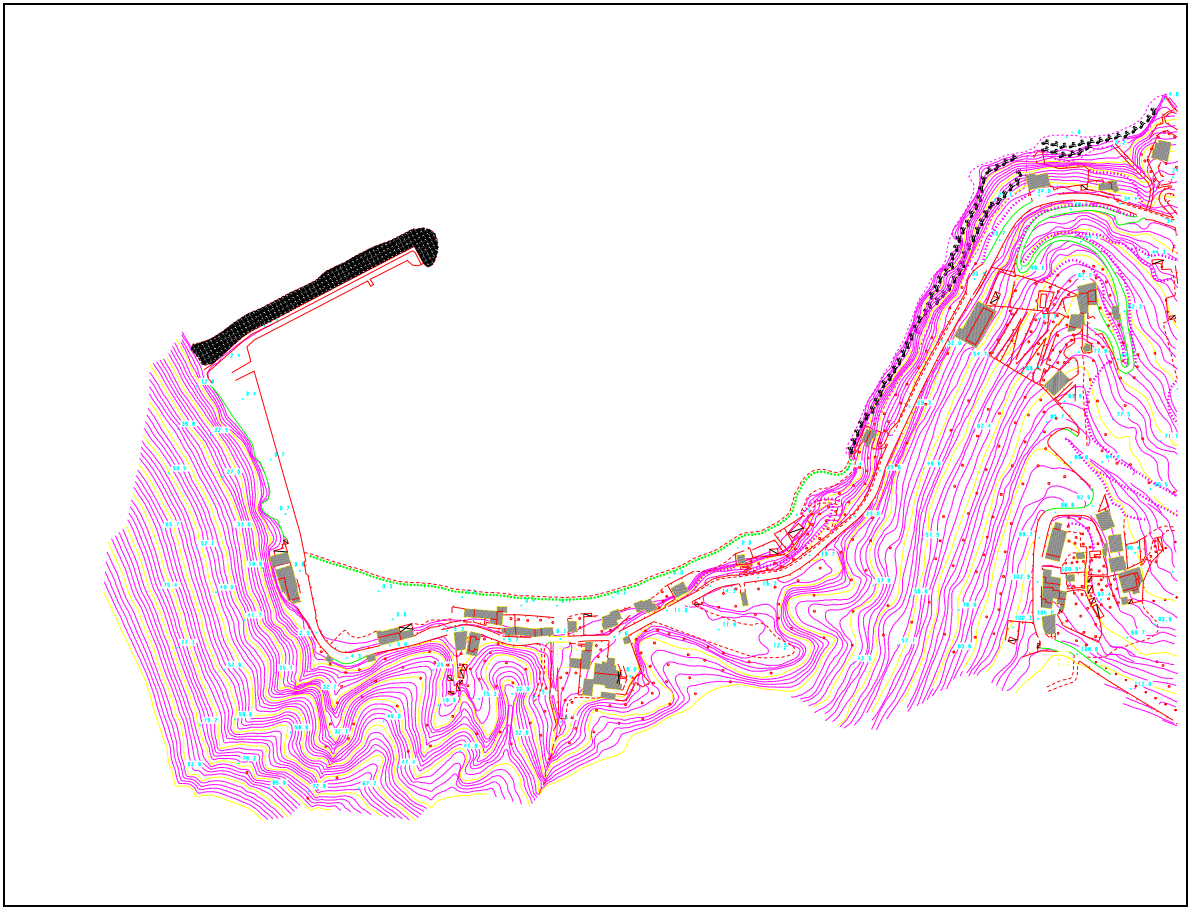


Il limite esterno dell'unità costiera è costituito dalla Punta del Fortino che raggiunge quote di circa 130,00 m; a ridosso di tale promontorio è stato costruito, in più fasi, un porto turistico commerciale con un molo di sopraflutto in direzione N 90°. A Est, il limite dell'unità è rappresentato dal promontorio dei Principi che raggiunge quote di 90-100 m s.l.m., presentando nella porzione costiera esposta a nord-ovest falesie alte fino a 15-20 metri e con gradienti di inclinazione compresi tra 60° e 65°.

A tergo dell'unità costiera è presente un'area poco elevata (tra 25 e 30 m di quota) che, raccordandosi alla porzione più interna della Frazione Palinuro, è delimitata a sud dalla loc. Trappetelle.

La spiaggia bassa e sabbiosa che costituisce la "pocket beach" è suddivisa in due porzioni, di cui quella più orientale è rappresentata dalla spiaggia della loc. Ficocelle e quella occidentale dalla spiaggia del Porto s.s.(fig. 8).

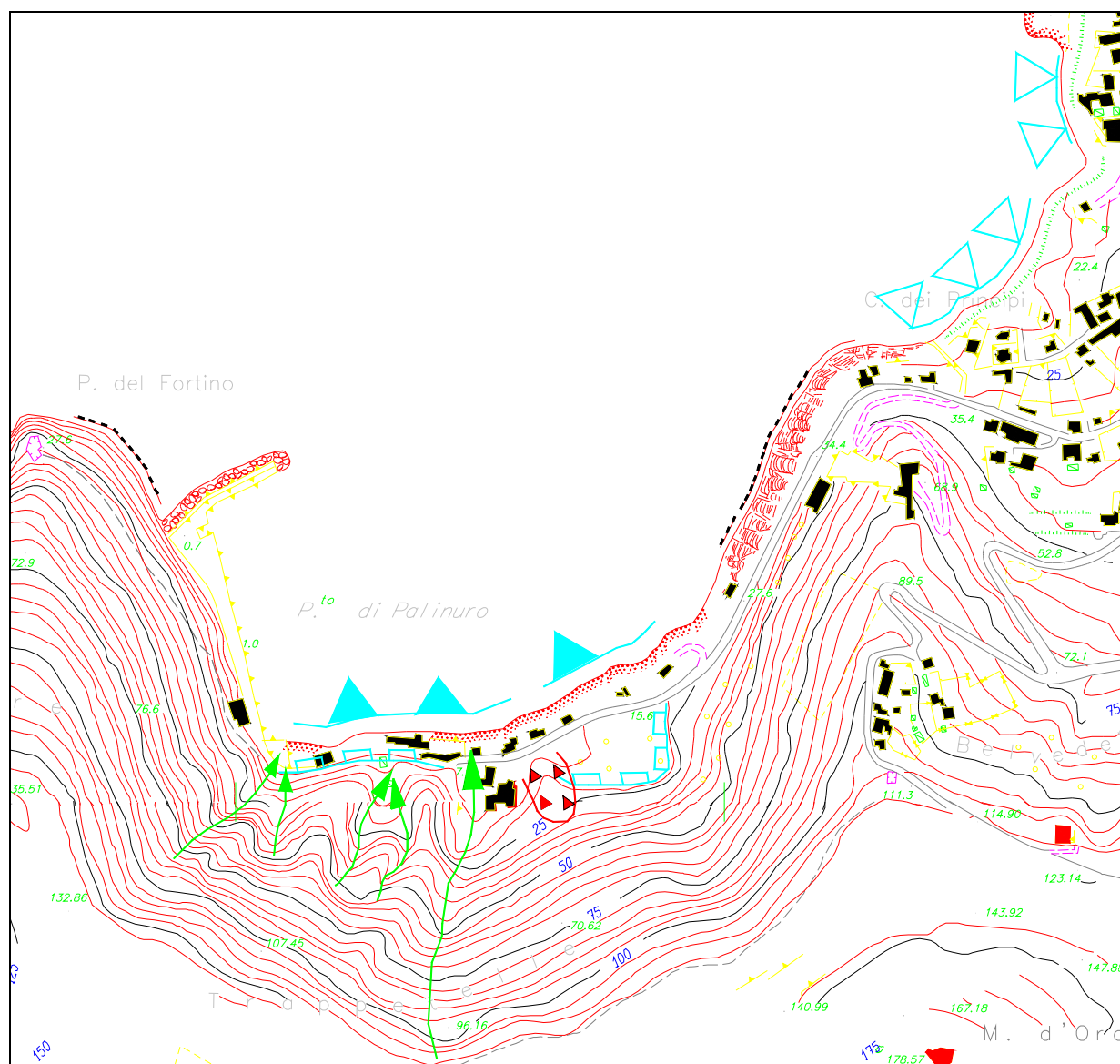
**Figura n° 8 – Inquadramento area spiaggia in scala 1:2.000**

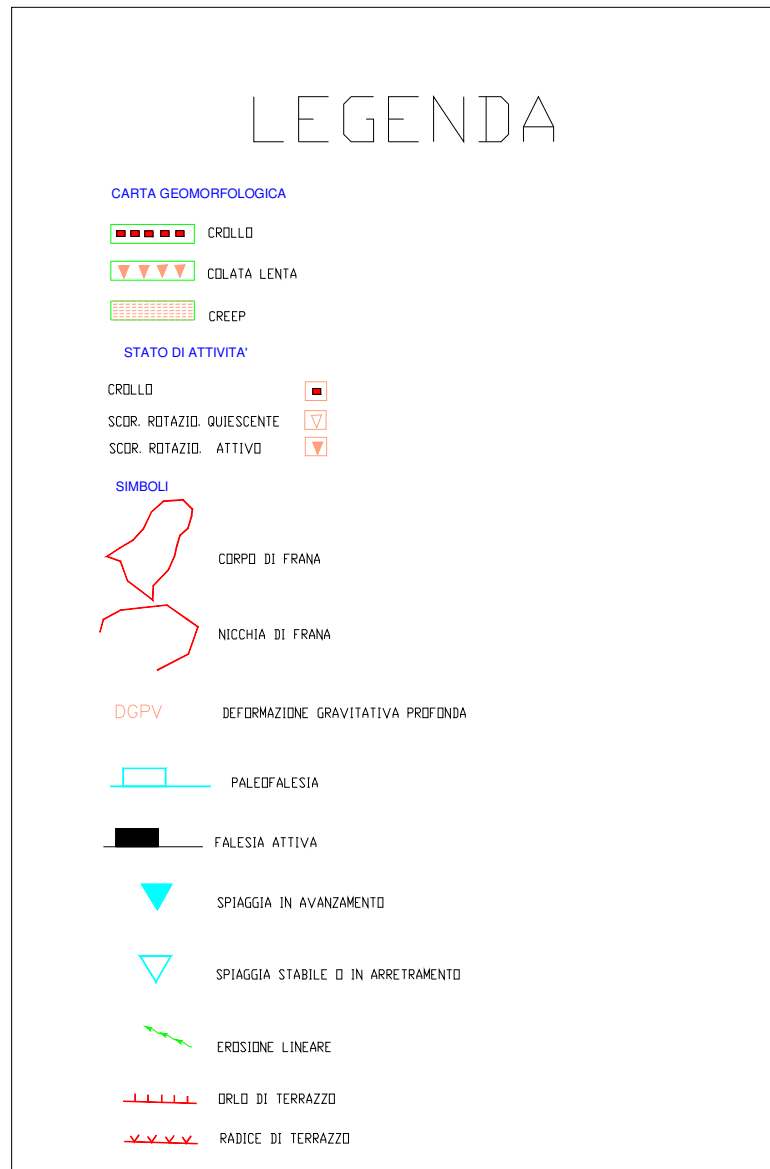


Quasi tutta l'unità costiera, dalla spiaggia della Ficocelle fino all'estremità occidentale della Punta del Fortino, è caratterizzata dalla presenza di un molo di sopraflutto.

Attualmente la porzione orientale dell'unità costiera, la spiaggia delle Ficocelle, è interessata da intensi fenomeni di erosione dell'arenile, con arretramento della linea di riva e conseguente pericolo delle infrastrutture antropiche poste a tergo. Sono stati osservati, inoltre, sia un arretramento della linea di riva in corrispondenza della spiaggia della C. dei Principi che fenomeni di crollo nella falesia a sud di essa: a conferma dell'ipotesi che i processi erosivi, nel tempo, si sono spostati gradualmente sempre più a nord. E' ipotizzabile, peraltro, l'accadimento di crolli relativamente recenti, in quanto i depositi presenti alla base della falesia non sono stati ancora del tutto elaborati dal moto ondoso. La scomparsa quasi totale dell'arenile, soprattutto nell'area più estrema del settore, ha avuto come conseguenza l'eliminazione della naturale difesa della falesia in relazione al moto ondoso incidente. Ciò ha consentito che l'azione erosiva del mare operasse lo scalzamento al piede della costa alta e l'innescò dei fenomeni franosi lungo i versanti delle falesie stesse (fig. n° 9).

Figura n° 9 – Stralcio carta Geomorfologica in scala 1:5.000



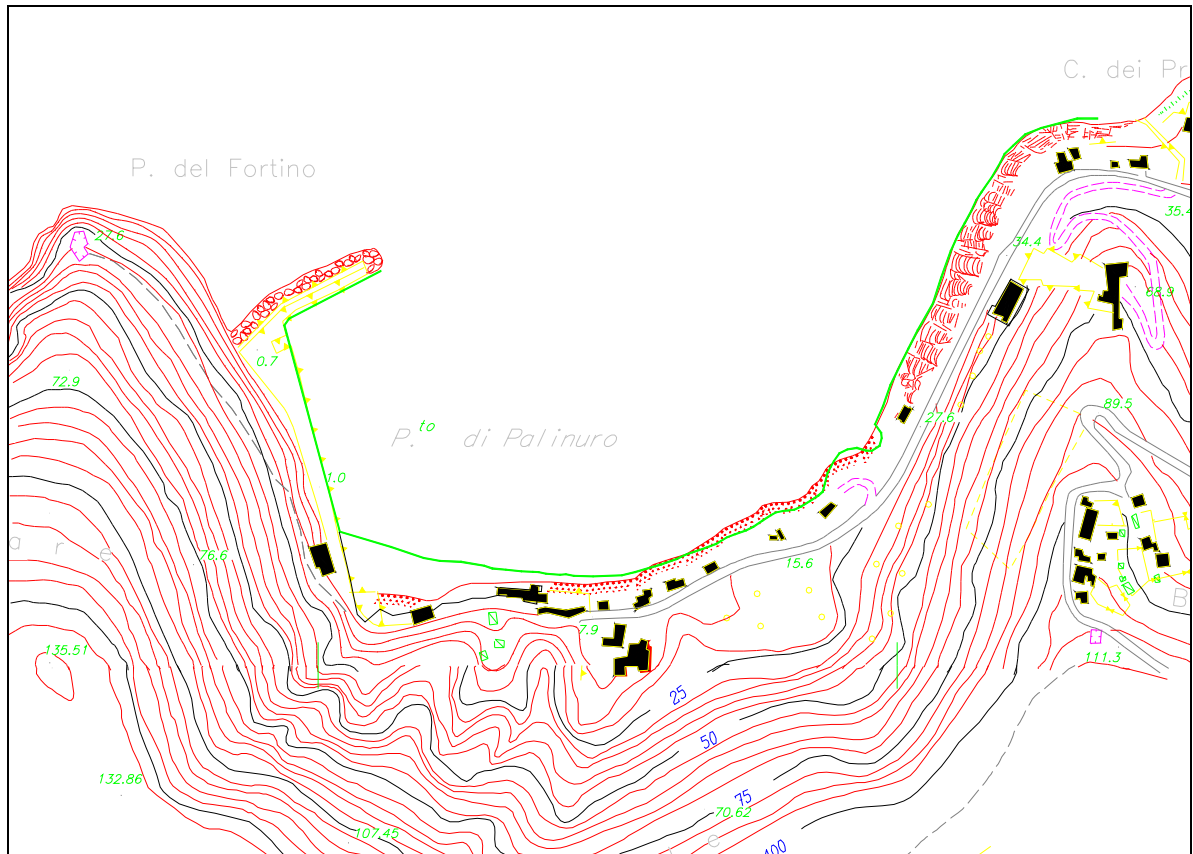


Il settore occidentale, con spiagge ampie poche decine di metri, confinate a monte da zone con pendenze più contenute, risulta molto più protetto e presenta un sostanziale equilibrio della linea di riva. In particolare in quest'area, pur verificandosi l'allontanamento dei materiali sabbiosi, testimoniato in alcuni periodi dall'arretramento della linea di costa, la spiaggia mantiene in parte il suo equilibrio, in quanto viene rifornita periodicamente dai materiali erosi dall'area orientale e ridistribuiti dalle correnti litoranee.

L'analisi comparativa della cartografia del litorale, relativa a differenti periodi, mette in risalto come i fenomeni erosivi abbiano mutato la fisiografia del litorale (fig. 10) .



**Figura n° 10 – Sovrapposizione cartografie anno 1985-1996**



LINEA DI SPIAGGIA '85

LINEA DI SPIAGGIA '96

## 5. METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio della morfologia della spiaggia sommersa, delle caratteristiche dei sedimenti e della loro distribuzione è stato condotto, nella fase definitiva, mediante l'analisi di dati reperiti dallo scrivente presso Enti che hanno, a vario titolo, effettuato studi nell'area di interesse, oltre che dal prelievo di quindici campioni di sedimento, dalla linea di spiaggia a profondità comprese tra -2 m e -10 m..

I rilievi batimetrici analizzati sono stati realizzati dalla Comunità Montana "Lambro e Mingardo" in occasione della redazione del progetto di "Difesa dall'erosione e di consolidamento in loc. Rada di Palinuro" l. 183/89 – anno 2002.

Nella stessa occasione sono stati prelevati n° 3 campioni di sedimento e sottoposti ad analisi tessiturale.

I campioni di sedimento prelevati in questa fase progettuale sono stati sottoposti ad analisi tessiturale, al fine di definire la loro distribuzione areale (fig. 10 a – *Carta distribuzione dei sedimenti – tabelle n° 1*).

Il numero dei campioni, reperiti e analizzati dallo scrivente, ha consentito inoltre l'individuazione degli assi di transito sedimentario, così come l'individuazione delle sub-popolazioni sedimentarie che efficacemente concorrono alla dinamica del litorale.

Tutti i sedimenti sono caratterizzati da una classazione discreta; la presenza di una modesta aliquota di sedimento fine, indica la presenza di una coda di frazione fine nella distribuzione, non completamente ripulita dai processi idrodinamici. Questo andamento è condizionato dalla presenza di materiale litoide carbonatico e terrigeno che ostacolano in parte la normale dispersione dei sedimenti sottili, determinandone la deposizione con i sedimenti di dimensione maggiore. In tutto il quadrante Est-Sud si osserva una distribuzione che mostra una progressiva diminuzione del diametro medio verso il largo. Procedendo dalla battigia verso il largo, dall'analisi dei campioni di questo settore, sono state individuate delle sabbie medie caratterizzate da una classazione discreta passante verso il largo a sabbie fini. Verso Ovest si osserva la presenza di sabbie fini con un passaggio verso il molo di sopraflutto, ad un cuneo di sedimenti sabbiosi grossolani.

Le sub-popolazioni sedimentarie che efficacemente concorrono alla dinamica del litorale sono rappresentate dalle sabbie medie, dalle sabbie fini e subordinatamente dalle sabbie grossolane.

I vettori di transito delle sabbie medie (fig. 10 b) indicano uno spostamento dei materiali sabbiosi sia in direzione SW-NE che in direzione NE-SW. E' possibile osservare inoltre un movimento delle sabbie medie con spostamento verso il largo con direzione SW-NE.

Lo spostamento delle sabbie fini avviene essenzialmente per l'esistenza probabile di una cella di circolazione, la quale condiziona la distribuzione dei sedimenti nell'area portuale e una successiva movimentazione verso il largo.

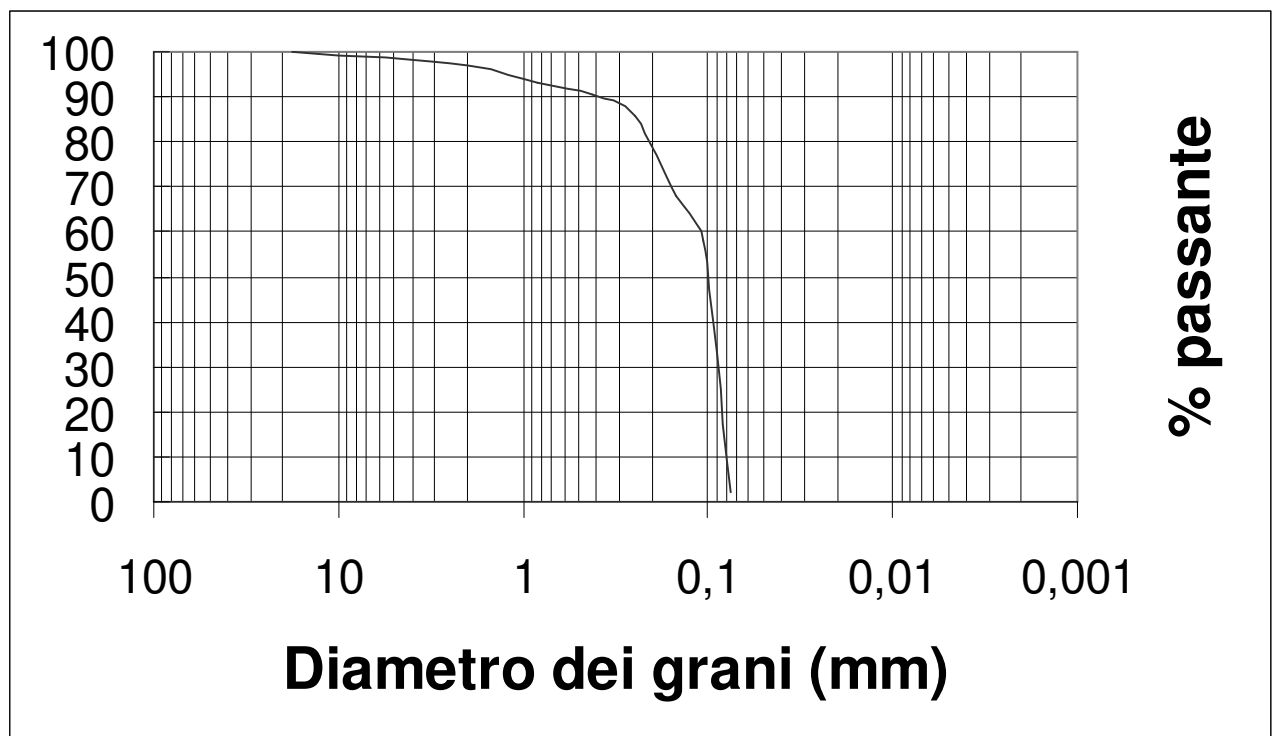
Figura n° 10 a – Carta distribuzione dei sedimenti



Tab. n° 1 – analisi granulometrica dei campioni rappresentativi

## CAMPIONE N° 1

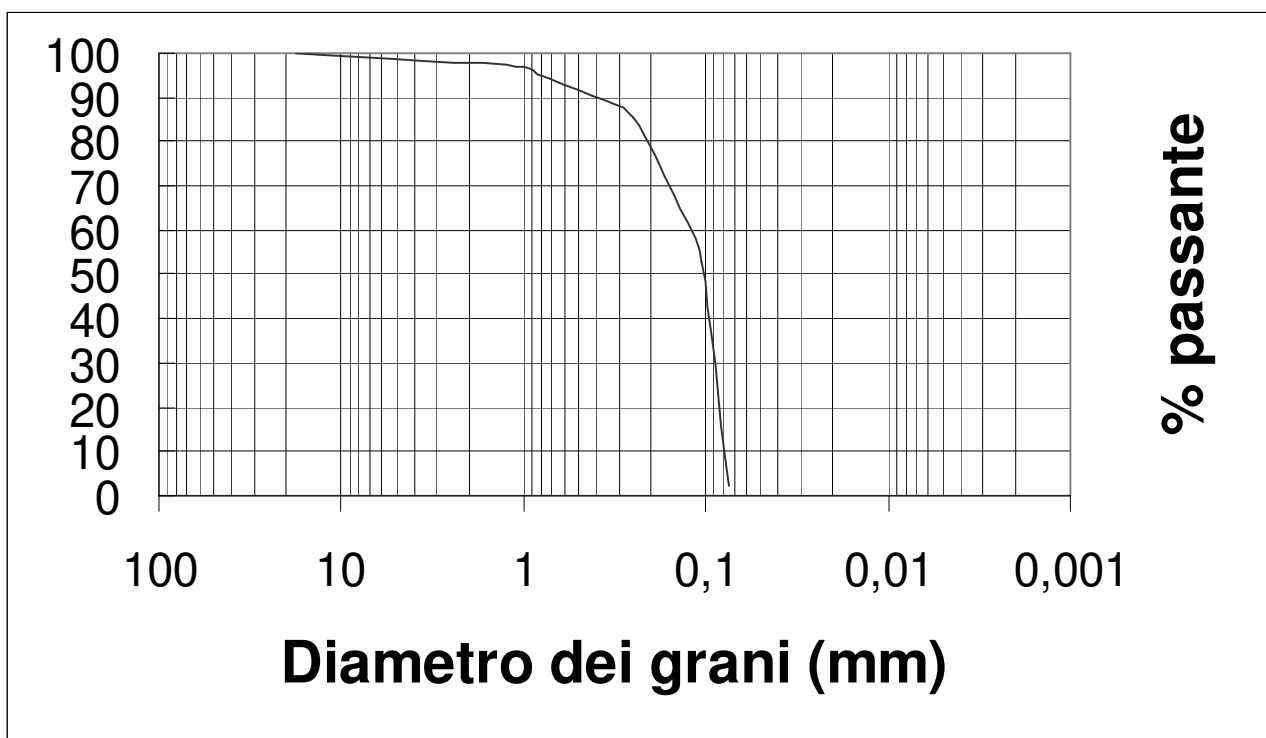
|                      |  |  |  |                        |             |  |       |   |
|----------------------|--|--|--|------------------------|-------------|--|-------|---|
|                      |  |  |  |                        |             |  |       |   |
| FRAZIONE CIOTTOLOSA  |  |  |  | (D > 60.00 mm):        |             |  | 0,00  | % |
| FRAZIONE GHIAIOSA    |  |  |  | (2.00 < D < 60.00 mm): |             |  | 6,94  | % |
| FRAZIONE SABBIOSA    |  |  |  | (0.06 < D < 2.00 mm):  |             |  | 80,63 | % |
| FRAZIONE LIMOSA      |  |  |  | (0.002 < D < 0.06 mm): |             |  | 11,91 | % |
| FRAZIONE ARGILLOSA   |  |  |  | (D < 0.002 mm):        |             |  | 0,53  | % |
|                      |  |  |  |                        |             |  |       |   |
| PASSANTE AL SETACCIO |  |  |  | N° 4                   | (4.760 mm): |  | 97,81 | % |
| PASSANTE AL SETACCIO |  |  |  | N° 10                  | (2.000 mm): |  | 93,06 | % |
| PASSANTE AL SETACCIO |  |  |  | N° 20                  | (0.840 mm): |  | 86,52 | % |
| PASSANTE AL SETACCIO |  |  |  | N° 40                  | (0.425 mm): |  | 77,55 | % |
| PASSANTE AL SETACCIO |  |  |  | N° 60                  | (0.250 mm): |  | 67,90 | % |
| PASSANTE AL SETACCIO |  |  |  | N° 140                 | (0.105 mm): |  | 55,05 | % |
| PASSANTE AL SETACCIO |  |  |  | N° 200                 | (0.074 mm): |  | 53,54 | % |
|                      |  |  |  |                        |             |  |       |   |





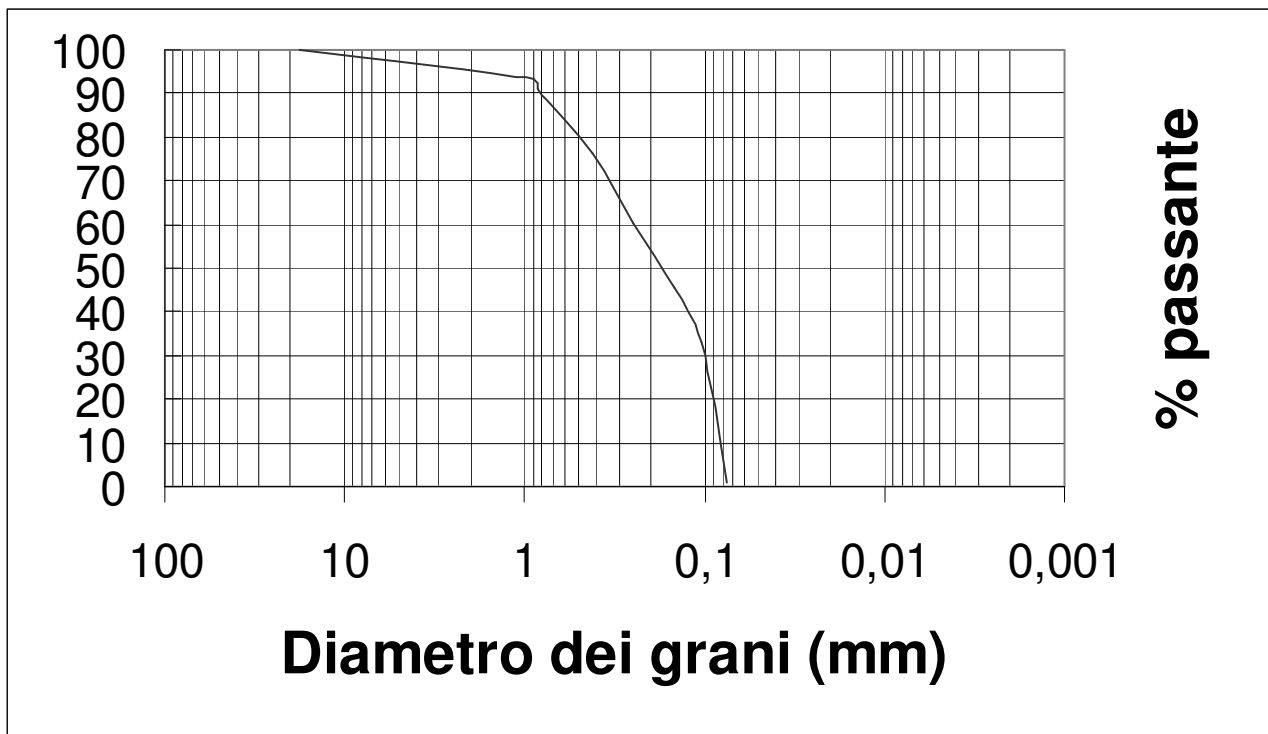
## CAMPIONE N° 2

|  |                      |        |  |                        |  |       |   |  |
|--|----------------------|--------|--|------------------------|--|-------|---|--|
|  |                      |        |  |                        |  |       |   |  |
|  | FRAZIONE CIOTTOLOSA  |        |  | (D > 60.00 mm):        |  | 0,00  | % |  |
|  | FRAZIONE GHIAIOSA    |        |  | (2.00 < D < 60.00 mm): |  | 5.21  | % |  |
|  | FRAZIONE SABBIOSA    |        |  | (0.06 < D < 2.00 mm):  |  | 82.03 | % |  |
|  | FRAZIONE LIMOSA      |        |  | (0.002 < D < 0.06 mm): |  | 9.98  | % |  |
|  | FRAZIONE ARGILLOSA   |        |  | (D < 0.002 mm):        |  | 2.78  | % |  |
|  |                      |        |  |                        |  |       |   |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 4   |  | (4.760 mm):            |  | 97,01 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 10  |  | (2.000 mm):            |  | 95,08 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 20  |  | (0.840 mm):            |  | 90,52 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 40  |  | (0.425 mm):            |  | 85,60 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 60  |  | (0.250 mm):            |  | 67,90 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 140 |  | (0.105 mm):            |  | 53,00 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 200 |  | (0.074 mm):            |  | 2,00  | % |  |
|  |                      |        |  |                        |  |       |   |  |



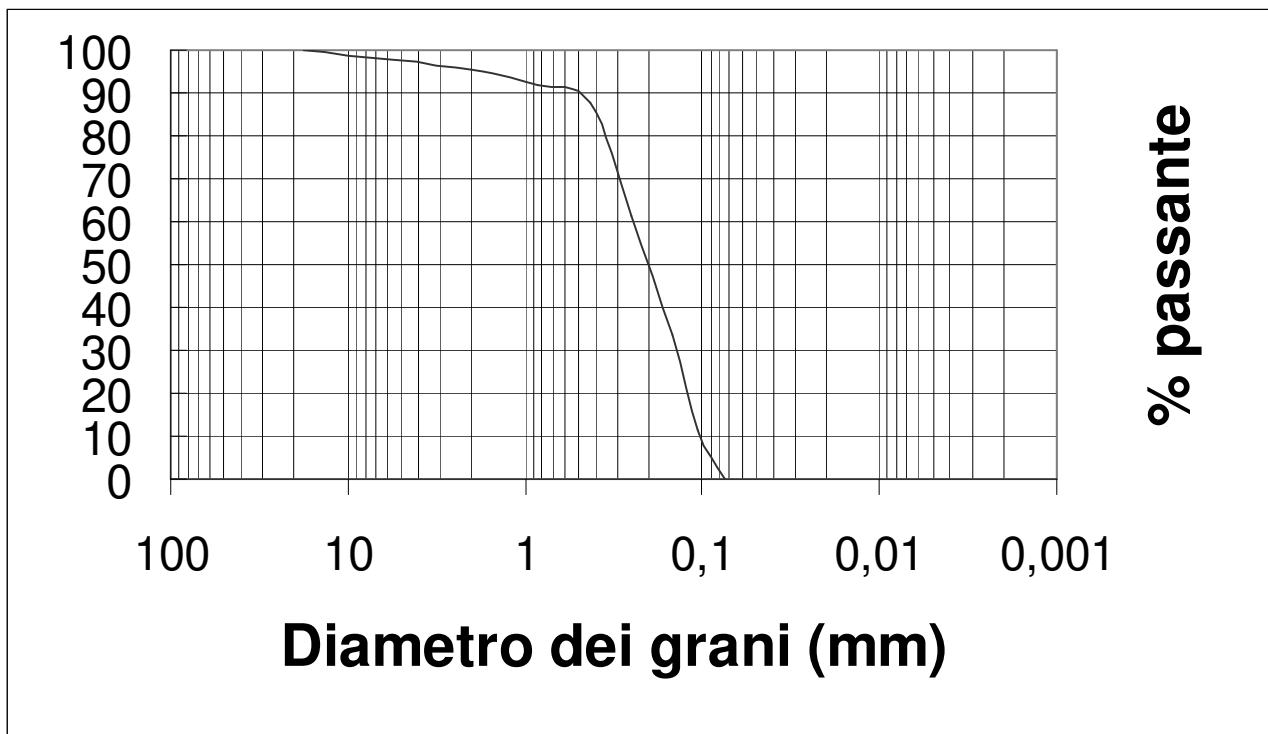
## CAMPIONE N° 6

|  |                      |  |  |                        |             |       |   |
|--|----------------------|--|--|------------------------|-------------|-------|---|
|  |                      |  |  |                        |             |       |   |
|  | FRAZIONE CIOTTOLOSA  |  |  | (D > 60.00 mm):        |             | 0,00  | % |
|  | FRAZIONE GHIAIOSA    |  |  | (2.00 < D < 60.00 mm): |             | 6,9   | % |
|  | FRAZIONE SABBIOSA    |  |  | (0.06 < D < 2.00 mm):  |             | 79,50 | % |
|  | FRAZIONE LIMOSA      |  |  | (0.002 < D < 0.06 mm): |             | 7,70  | % |
|  | FRAZIONE ARGILLOSA   |  |  | (D < 0.002 mm):        |             | 5,9   | % |
|  |                      |  |  |                        |             |       |   |
|  | PASSANTE AL SETACCIO |  |  | N° 4                   | (4.760 mm): | 93,50 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO |  |  | N° 10                  | (2.000 mm): | 91,05 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO |  |  | N° 20                  | (0.840 mm): | 76,45 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO |  |  | N° 40                  | (0.425 mm): | 60,07 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO |  |  | N° 60                  | (0.250 mm): | 45,60 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO |  |  | N° 140                 | (0.105 mm): | 33,20 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO |  |  | N° 200                 | (0.074 mm): | 1,00  | % |
|  |                      |  |  |                        |             |       |   |

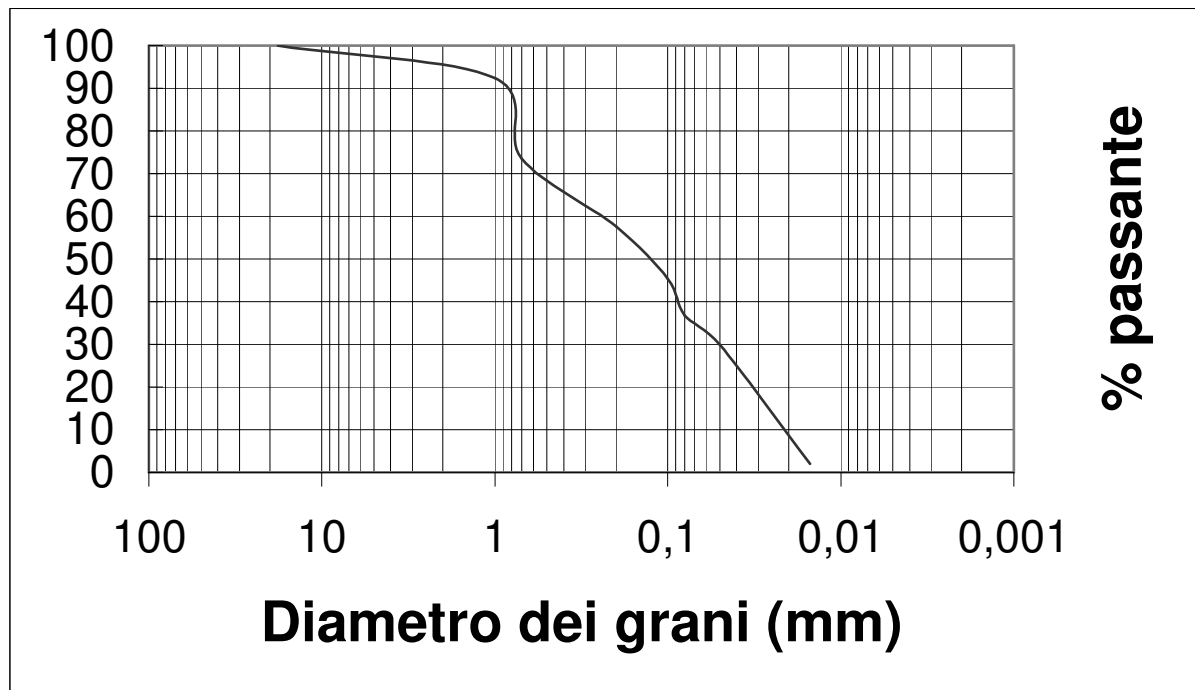


## CAMPIONE N° 7

|  |                      |        |                        |  |  |       |   |
|--|----------------------|--------|------------------------|--|--|-------|---|
|  |                      |        |                        |  |  |       |   |
|  | FRAZIONE CIOTTOLOSA  |        | (D > 60.00 mm):        |  |  | 0,00  | % |
|  | FRAZIONE GHIAIOSA    |        | (2.00 < D < 60.00 mm): |  |  | 12,50 | % |
|  | FRAZIONE SABBIOSA    |        | (0.06 < D < 2.00 mm):  |  |  | 79,61 | % |
|  | FRAZIONE LIMOSA      |        | (0.002 < D < 0.06 mm): |  |  | 5,5   | % |
|  | FRAZIONE ARGILLOSA   |        | (D < 0.002 mm):        |  |  | 2,39  | % |
|  |                      |        |                        |  |  |       |   |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 4   | (4.760 mm):            |  |  | 95,23 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 10  | (2.000 mm):            |  |  | 91,68 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 20  | (0.840 mm):            |  |  | 87,56 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 40  | (0.425 mm):            |  |  | 61,52 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 60  | (0.250 mm):            |  |  | 33,61 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 140 | (0.105 mm):            |  |  | 11,20 | % |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 200 | (0.074 mm):            |  |  | 0,00  | % |
|  |                      |        |                        |  |  |       |   |



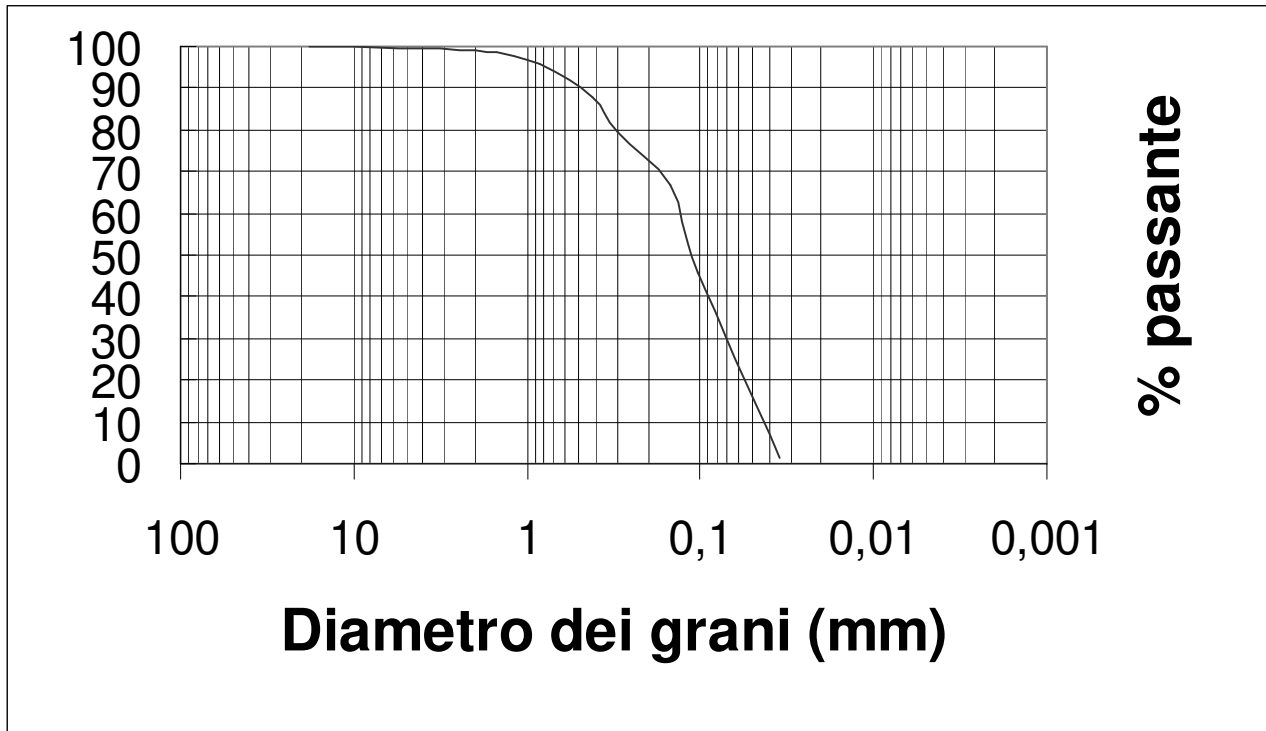
CAMPIONE N° 18



CAMPIONE N° 21



|  |                      |        |                        |  |  |       |   |  |
|--|----------------------|--------|------------------------|--|--|-------|---|--|
|  |                      |        |                        |  |  |       |   |  |
|  | FRAZIONE CIOTTOLOSA  |        | (D > 60.00 mm):        |  |  | 0,00  | % |  |
|  | FRAZIONE GHIAIOSA    |        | (2.00 < D < 60.00 mm): |  |  | 5.89  | % |  |
|  | FRAZIONE SABBIOSA    |        | (0.06 < D < 2.00 mm):  |  |  | 78.64 | % |  |
|  | FRAZIONE LIMOSA      |        | (0.002 < D < 0.06 mm): |  |  | 13.24 | % |  |
|  | FRAZIONE ARGILLOSA   |        | (D < 0.002 mm):        |  |  | 2.23  | % |  |
|  |                      |        |                        |  |  |       |   |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 4   | (4.760 mm):            |  |  | 98,90 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 10  | (2.000 mm):            |  |  | 95,60 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 20  | (0.840 mm):            |  |  | 87,90 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 40  | (0.425 mm):            |  |  | 79,58 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 60  | (0.250 mm):            |  |  | 66,66 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 140 | (0.105 mm):            |  |  | 45,65 | % |  |
|  | PASSANTE AL SETACCIO | N° 200 | (0.074 mm):            |  |  | 1,30  | % |  |
|  |                      |        |                        |  |  |       |   |  |

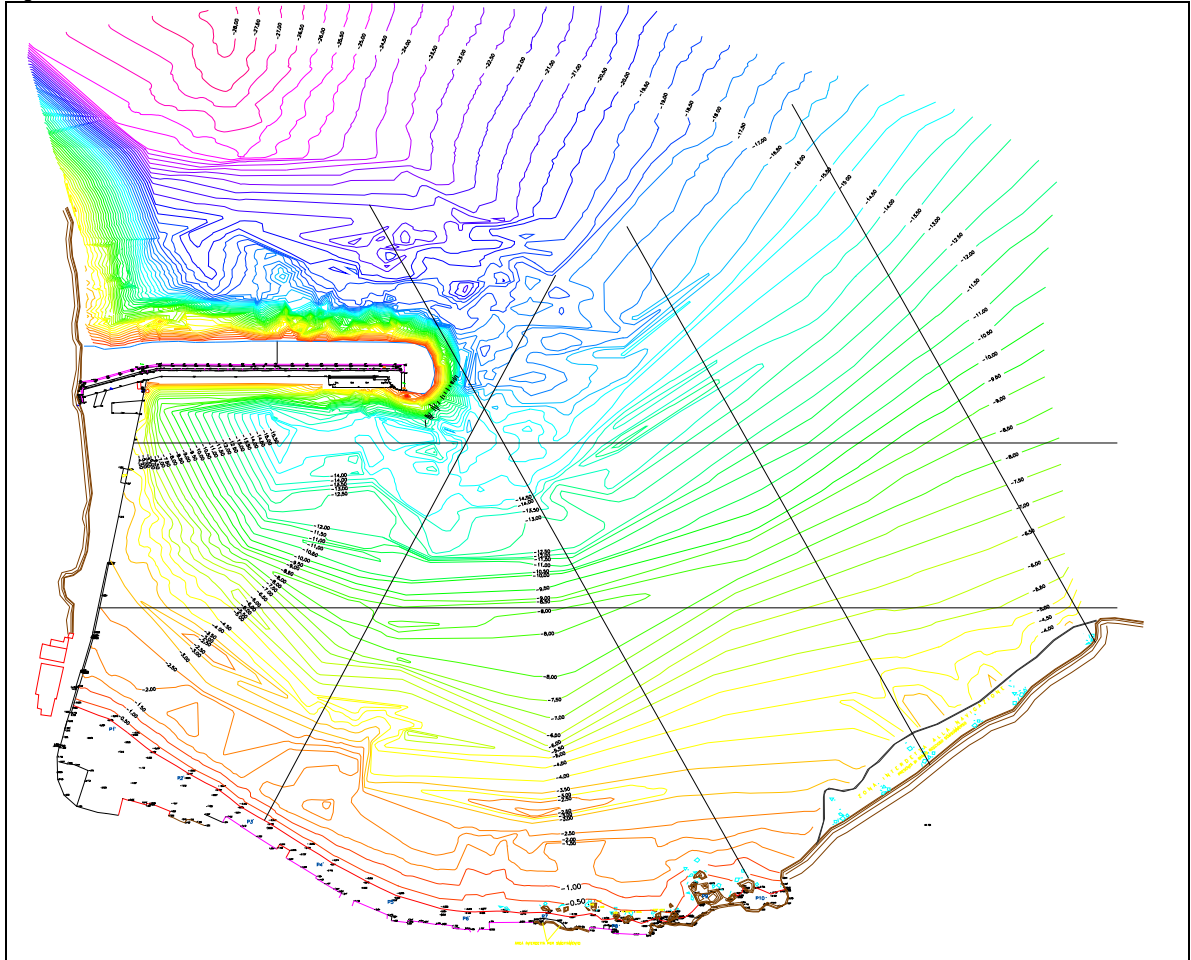


### 5.1. morfologia della spiaggia sommersa

L'elaborazione delle carte batimetriche bidimensionali dell'area (fig. 11) ha messo in evidenza un andamento

piuttosto articolato della spiaggia sommersa: è possibile infatti osservare fino alla batimetria di - 5 la presenza di grossi accumuli sedimentari intersecati da canali. In particolare, sono visibili accumuli in corrispondenza della falesia sabbiosa (zona Ficocelle), attualmente interessata da fenomeni franosi, nell'area antistante lo sbocco delle incisioni provenienti dalla loc. Trappetelle e nelle zone antistanti la falesia della C. dei Principi.

**Figura n° 11 – Stralcio carta batimetrica in scala 1: 2.000**



E' da sottolineare la presenza di una blanda rottura di pendenza, in corrispondenza delle batimetriche - 7/-10 m, che separa una zona essenzialmente più pianeggiante compresa tra i -7e i -9 m.

I fondali marini, nell'area occidentale, a profondità comprese tra -3 e -5 m, sono caratterizzati dalla presenza di forme che, molto verosimilmente, possono essere interpretate come massi carbonatici, in parte sepolti da accumuli di sedimenti. Anche nell'area orientale si osserva una morfologia che fa ipotizzare la presenza di blocchi di natura sabbiosa sui fondali regolarizzati in parte dai processi sedimentari successivi al crollo e alla deposizione sul fondale. La parte più prossima alla costa è caratterizzata dalla presenza di numerosi accumuli sedimentari differentemente orientati, la cui formazione è sicuramente legata alla ridistribuzione dei sedimenti sabbiosi, erosi dalle spiagge e dalle falesie a causa del modellamento dei fondali operato dalle fondazioni incidenti e dalle correnti litoranee da esso generate. I canali che separano le differenti aree di accumulo sono invece da mettere in relazione all'opera delle forti correnti di compensazione che tendono ad allontanare i sedimenti trasversalmente alla costa. Alcuni di tali canali, in special modo quelli più prossimi alle coste alte, sono da correlare verosimilmente alla presenza di celle di circolazione secondaria che

si individuano in seguito ai fenomeni di rifrazione, diffrazione e riflessione del moto ondoso, rispettivamente sul fondo, sulle scogliere del molo e sulle falesie dei promontori. Grossi accumuli di materiale sono stati osservati alla profondità di -5 m.

Dalla carta batimetria è possibile osservare inoltre una serie di incisioni che quasi certamente rappresentano le vie preferenziali di rimozione dei sedimenti verso il largo e verso le alte profondità.

L'andamento dei profili batimetrici trasversali mette in evidenza una piattaforma costiera generalmente ubicata entro la batimetria dei 20 m con una ampiezza massima di almeno 500 m. E' possibile inoltre osservare che la scarpata presenta un profilo convesso e acclività elevata nel settore occidentale, mentre la stessa mostra numerose ondulazioni, una minore pendenza ed un profilo concavo nell'area centrale ed orientale, .

Le forme osservate in corrispondenza dei profili batimetrici evidenziano l'esistenza di sviluppati fenomeni di accumulo sedimentario nella zona più occidentale e in quella centrale della baia, mentre nella zona orientale presenta caratteristiche verosimilmente ereditate da una paleomorfologia collegata all'evoluzione tettonica.

## 5.2. Distribuzione e dispersione sedimentaria

In questa fase dello studio l'analisi dei campioni esistenti e i nuovi prelievi ci permettono di definire il valore del diametro medio dei sedimenti che caratterizza l'area indagata.

Tutti i sedimenti sono caratterizzati da una cassazione discreta; la presenza di una modesta aliquota di sedimento fine, indica la presenza di una coda di frazione fine nella distribuzione, non completamente ripulita dai processi idrodinamici. Questo andamento è condizionato dalla presenza di materiale litoide carbonatico e terrigeno che ostacolano in parte la normale dispersione dei sedimenti sottili, determinandone la deposizione con i sedimenti di dimensione maggiore. In tutto il quadrante Est-Sud si osserva una distribuzione che mostra una progressiva diminuzione del diametro medio verso il largo. Procedendo dalla battigia verso il largo, dall'analisi dei campioni di questo settore, sono state individuate delle sabbie medie caratterizzate da una cassazione discreta passante verso il largo a sabbie fini

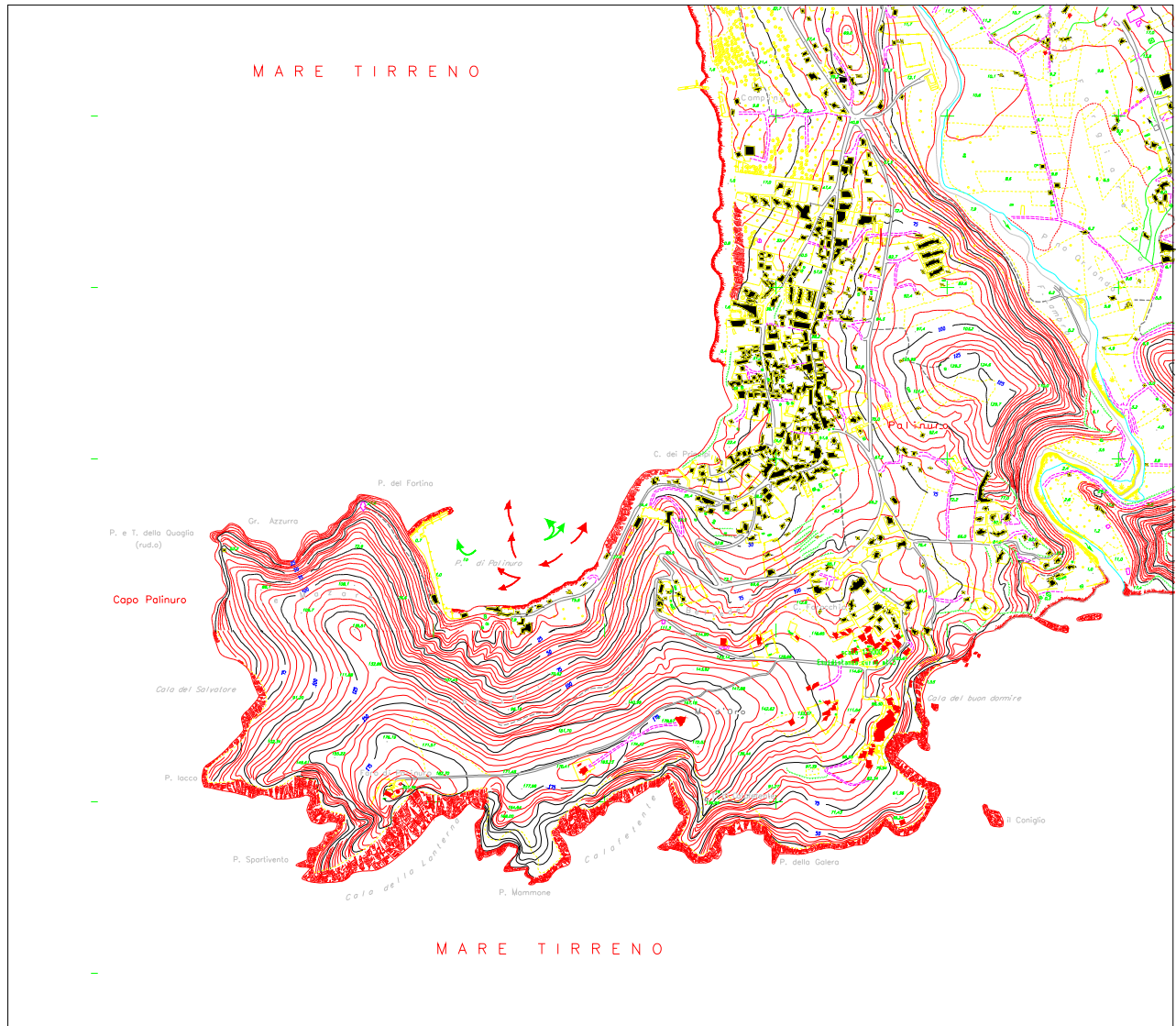
Verso Ovest si osserva la presenza di sabbie fini con un passaggio verso il molo di sopraflutto, ad un cuneo di sedimenti sabbiosi grossolani.

Le sub-popolazioni sedimentarie che efficacemente concorrono alla dinamica del litorale sono rappresentate dalle sabbie medie, dalle sabbie fini e subordinatamente dalle sabbie grossolane.

I vettori di transito delle sabbie medie (fig. 10 b) indicano uno spostamento dei materiali sabbiosi sia in direzione SW-NE che in direzione NE-SW. E' possibile osservare inoltre un movimento delle sabbie medie con spostamento verso il largo con direzione SW-NE.

Lo spostamento delle sabbie fini avviene essenzialmente per l'esistenza probabile di una cella di circolazione, la quale condiziona la distribuzione dei sedimenti nell'area portuale e una successiva movimentazione verso il largo.

**Figura n° 10 b – Carta Assi di transito sedimentari**



## 6. PROGETTO DI INDAGINE E PUNTI DI CAMPIONAMENTO

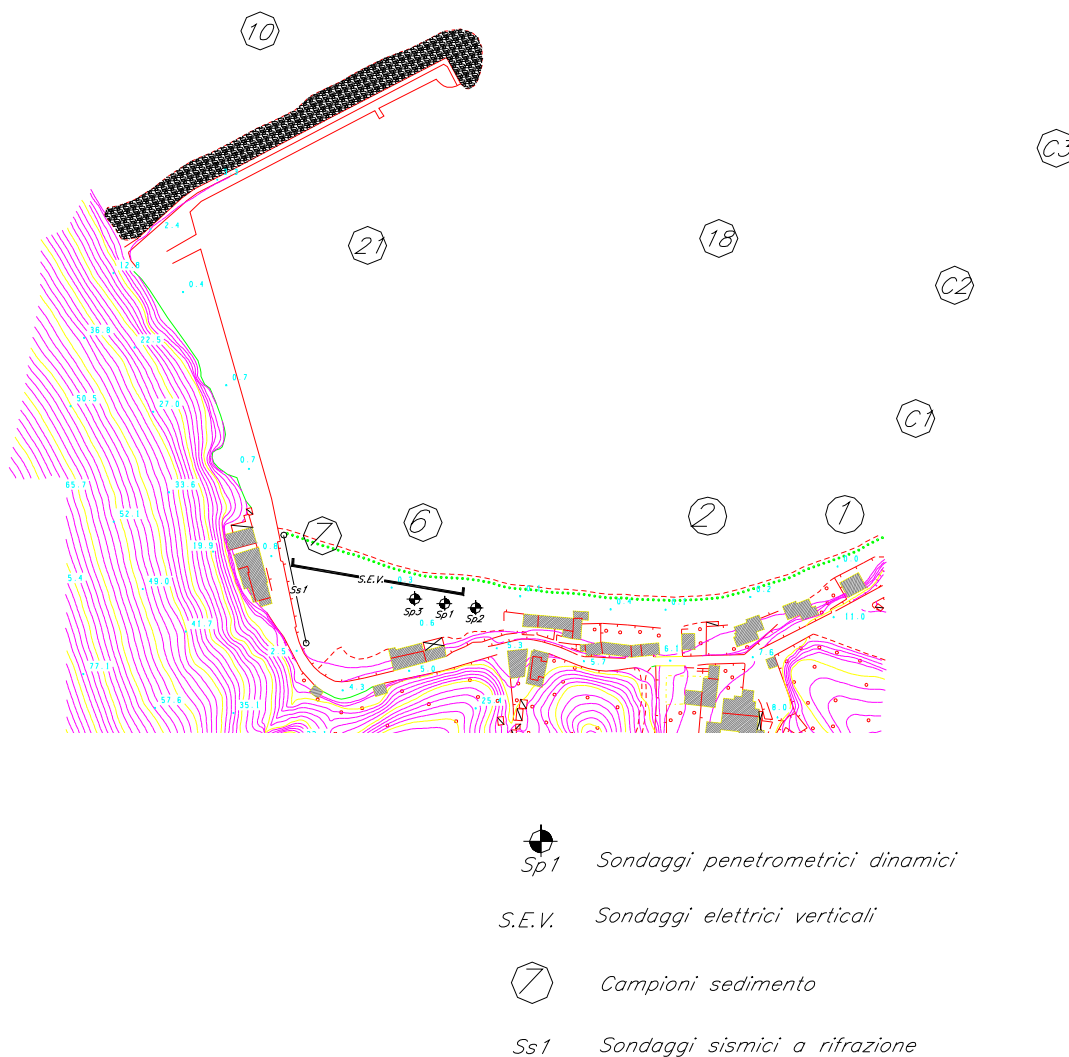


Nella fase preliminare del presente Studio è stata indicata la necessità di realizzare una campagna geognostica che secondo le necessità e le finalità progettuali ha previsto le seguenti attività le cui risultanze vengono di seguito allegate (tab c –d-e):

- n° 1 sondaggi elettrici verticali SEV;
- n° 3 sondaggi penetrometrici dinamici;
- n° 1 sondaggi sismici a rifrazione.
- prelievo di 15 campioni di sedimento (carta ubicazione di massima allegata), distribuiti tra la battigia e il fondo marino, con profondità da -2 a -5 m; registrazione delle coordinate geografiche per ciascun punto mediante GPS; registrazione della profondità mediante ecoscandaglio digitale.

L'ubicazione di massima dei punti di prelievo dei campioni di sedimento e dei punti interessati da indagine geognostica è stata riportata su cartografia aerofotogrammetrica in scala 1:5.000 (fig. n° 12).

**Figura n° 12 – Stralcio carta ubicazione sondaggi e punti di campionamento in scala 1:5.000**



### 6.1. indagini penetrometriche e assetto stratigrafico locale (Grafici, Tabulati e ubicazione di dettaglio ALLEGATO A)

In base a quanto emerso dalla prima fase di indagini di campagna, mirata al rilevamento delle condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche generali dell'area, si è ritenuto opportuno eseguire un approfondimento geognostico per la definizione dell'andamento geostratigrafico degli orizzonti significativi e dei relativi spessori.

Sono state così eseguite delle indagini geognostiche puntuali, consistenti in prove penetrometriche dinamiche, la cui distribuzione, condizionata anche dalla accessibilità dei luoghi, è stata mirata a investigare nella maniera più efficace possibile l'area in esame in relazione alle caratteristiche geomorfologiche e alle finalità del presente lavoro.

Tali indagini sono state effettuate tramite un'attrezzatura leggera del tipo *Sunda L30*, che attualmente costituisce lo standard internazionale delle prove penetrometriche dinamiche leggere.

Com'è noto, questo tipo di indagine consente di determinare indirettamente le caratteristiche geomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo, incoerenti o coerenti, mediante una procedura standardizzata che permette la misura dell'energia necessaria all'infissione nel terreno di una punta conica a perdere.

Quest'ultima, costituita da un cono di acciaio con angolo di  $60^\circ$  e da un'area di base di circa  $10 \text{ cm}^2$ , viene infissa nel terreno mediante una batteria di aste di acciaio, di diametro di 20 mm e peso di 2.4 Kg/m, alla cui estremità superiore viene esercitata un'energia d'impatto costante, rappresentata dalla caduta di un maglio di 30 Kg di peso dall'altezza di 20 cm (58.86 Joule).

Le prove consistono nel misurare il parametro  $N_{10}$ , rappresentato dal numero di cadute del maglio (**numero di colpi**) necessarie all'infissione nel terreno della batteria di aste per 10 cm. La punta conica ha un diametro di circa 35 mm, superiore a quello delle aste che la seguono, pertanto quest'ultime sono soggette durante l'infissione ad un attrito laterale trascurabile, soprattutto in corrispondenza di terreni incoerenti e per profondità non elevate.

Nella fattispecie, l'attrezzatura penetrometrica utilizzata consta di un gruppo motore che aziona una pompa ad olio; l'olio in pressione, attraverso una tubazione di mandata e una di ritorno, aziona un motore idraulico che, mediante un manovellismo, solleva e lascia cadere liberamente la massa battente di 30 Kg sul piatto di battuta, situato in testa alla batteria di aste. La frequenza di cadute del maglio è di circa 55 colpi/minuto.

Le prove vengono spinte fino alla profondità di interesse, difficilmente superiore ai 15 m, o comunque fino alla profondità alla quale il numero di colpi diventa molto elevato; generalmente si adotta il valore di 100 colpi, per il quale si ritiene che sussista il "rifiuto" alla penetrazione.

Il valore di rifiuto può essere raggiunto in varie condizioni:

- a) la punta raggiunge un substrato roccioso non penetrabile;
- b) la punta raggiunge un trovante roccioso nell'ambito dei terreni attraversati non penetrabile;
- c) la punta raggiunge un livello i cui terreni sono dotati di uno strato di addensamento o di una consistenza molto elevate, rispettivamente se i terreni sono incoerenti o coerenti.

Il risultato finale delle prove penetrometriche dinamiche è una misura, discretizzata per intervalli di 10 cm, di una proprietà meccanica del terreno ( $N_{10}$ ), correlabile alle principali caratteristiche geomeccaniche dei terreni; esse, pertanto, sono prove che consentono un elevato dettaglio stratigrafico (*log penetrometrico*) e offrono la possibilità di effettuare buone correlazioni stratigrafiche.

Com'è noto dalla letteratura tecnico-scientifica, le prove penetrometriche effettuate con il penetrometro dinamico leggero sono correlabili alle più diffuse prove penetrometriche **SPT** (Standard Penetration Test), per le quali sono state provate sperimentalmente, e riconosciute a livello internazionale, le relazioni tra il numero di colpi necessario ad infiggere un campionatore standard per 30 cm nel terreno ( $N_{SPT30}$ ) e le principali caratteristiche geomeccaniche del terreno.

Quindi, conoscendo la relazione tra  $N_{10}$  e  $N_{SPT30}$ , anche attraverso le prove penetrometriche dinamiche, eseguite con attrezzatura leggera, si possono ricavare gli stessi parametri geomeccanici; ciò, peraltro, è possibile anche mediante le correlazioni empiriche fornite dalle stesse case costruttrici dei penetrometri dinamici leggeri.

Per la caratterizzazione stratigrafica e geomeccanica dei terreni presenti nell'area, sono state eseguite tre prove penetrometriche, denominate rispettivamente **Sp1, Sp2, Sp3**, in corrispondenza di punti rappresentativi di settori del versante in esame.

La rappresentazione grafica dei *logs penetrometrici* e le informazioni geologiche ottenute dal rilevamento di superficie hanno consentito di evidenziare l'assetto stratigrafico locale e di apprezzare l'entità spaziale degli orizzonti stratigrafici significativi.

In particolare è stata riconosciuta, partendo dall'alto verso il basso, la seguente successione litologica:

- Orizzonte "A":** Depositi di Sabbie litologicamente costituiti da sabbie sciolte continuamente movimentate .  
Lo spessore nei punti di indagine è risultato estremamente variabile: da un minimo di circa 0.70 mt. in Sp1 ad un massimo di circa 1.30 mt. in Sp3.
- Orizzonte "B":** Depositi di Sabbie litologicamente costituiti da sabbie mediamente addensate.  
Lo spessore nei punti di indagine è risultato variabile da un minimo di circa 1.30 mt. in Sp1 ad un massimo di circa 3.30 mt. in Sp3.
- Orizzonte "C":** Intercettato dai sondaggi penetrometrici, rispetto all'attuale p.c., a profondità rispettivamente di 2,60 mt. in Sp1, e di 3,50 mt. in Sp3, costituisce le sabbie a stratificazione incrociata più o meno cementate. Lo spessore dello strato non è stato definito.

E' evidente che gli spessori degli orizzonti riconosciuti si riferiscono esclusivamente alle stazioni d'indagine e, quindi, per quanto attendibili, non possono considerarsi validi per tutta l'area di ingombro dell'opera da realizzare.

TABELLA f

Sintesi delle caratteristiche tecniche delle prove penetrometriche dinamiche e principali dati geotecnici e stratigrafici ricavati dalla loro interpretazione.

Studio Geologico-geotecnico a corredo del progetto per "lavori di completamento porto di Palinuro".

| Prova | Profondità | NDL030  | g                    | f       | C                     | qa                    | Falda   | Litologia                                     |
|-------|------------|---------|----------------------|---------|-----------------------|-----------------------|---------|---|
| N°    | (cm)       | (medio) | (g/cm <sup>3</sup> ) | (gradi) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (metri) |   |
| 1     | 3.50       | 12.3    | 1.75                 | 27      | 0.08                  | 1.06                  | -       | Sabbie sciolta                                |
| 2     | 1.50       | 2       | 1.75                 | 28.2    | 0.2                   | 1.25                  | -       | Sabbie Mediamente addensata                   |
| 3     | 4.20       | 27      | 1.8                  | 30      | 0.6                   | 1.82                  | -       | Sabbie a stratificazione incrociata addensata |

## 6.2 sondaggi sismici a rifrazione

### 6.2.1 Principi e metodi della sismica a rifrazione

Lo scopo delle indagini di sismica a rifrazione è quello di determinare, tramite la misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, o onde P, le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati e i rapporti geometrici tra i vari orizzonti a diverse caratteristiche meccaniche; in generale si osserva una diretta proporzionalità tra la velocità di propagazione delle onde sismiche e le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Il metodo si basa sulla registrazione dei tempi impiegati dalle onde sismiche a percorrere la distanza intercorrente tra la sorgente delle onde sismiche (massa battente di 8 Kg.) al geofono (sensore che trasduce le vibrazioni del suolo in segnali elettrici); tale misurazione viene effettuata su distanze note via via crescenti e aventi passo di spaziatura costante, prima in una direzione (tiro diretto), poi invertendo la posizione del geofono rispetto alla linea di stendimento (tiro inverso).

La presenza nel sottosuolo di corpi geologici a diverso comportamento meccanico (diverse velocità di propagazione delle onde sismiche) induce il fenomeno della rifrazione delle onde elastiche grazie al quale, se il mezzo superficiale ha velocità di propagazione minore del sottostante, il raggio sismico viene rifratto verso l'alto ritornando in superficie in tempi minori di quello diretto, che ha attraversato solo il mezzo superficiale; infatti il primo attraversa per un tratto il secondo mezzo a velocità maggiore. La diagrammazione dei tempi di arrivo in funzione delle distanze mostra, a meno di errori sperimentali e di anisotropie del sottosuolo, un allineamento dei punti secondo una linea spezzata in cui ogni segmento elementare (dromocrona) rappresenta il contributo di uno strato a diverse caratteristiche meccaniche. La velocità di propagazione di ogni strato è rappresentata dall'inverso della pendenza del segmento stesso (Velocità = Spazio / Tempo). Applicando, tramite un programma di calcolo opportunamente implementato su calcolatore, il modello teorico di GARDNER, è possibile ricostruire i rapporti giacitureali tra i corpi geologici a diverso comportamento meccanico, in particolare gli spessori, e l'inclinazione degli orizzonti rifrangenti.

Le stratigrafie sismiche possono essere fornite in proiezione topografica piana e in proiezione topografica reale. Quest'ultima, nel caso non si abbia una linea di livellazione topografica di precisione su cui basare lo stripping dei tempi rifratti, è da ritenersi puramente qualitativa, infatti un errore di quota topografica può comportare un sensibile errore nella determinazione della profondità degli strati. Ad ogni modo, nello stendimento eseguito si è tenuto conto dei dislivelli topografici.

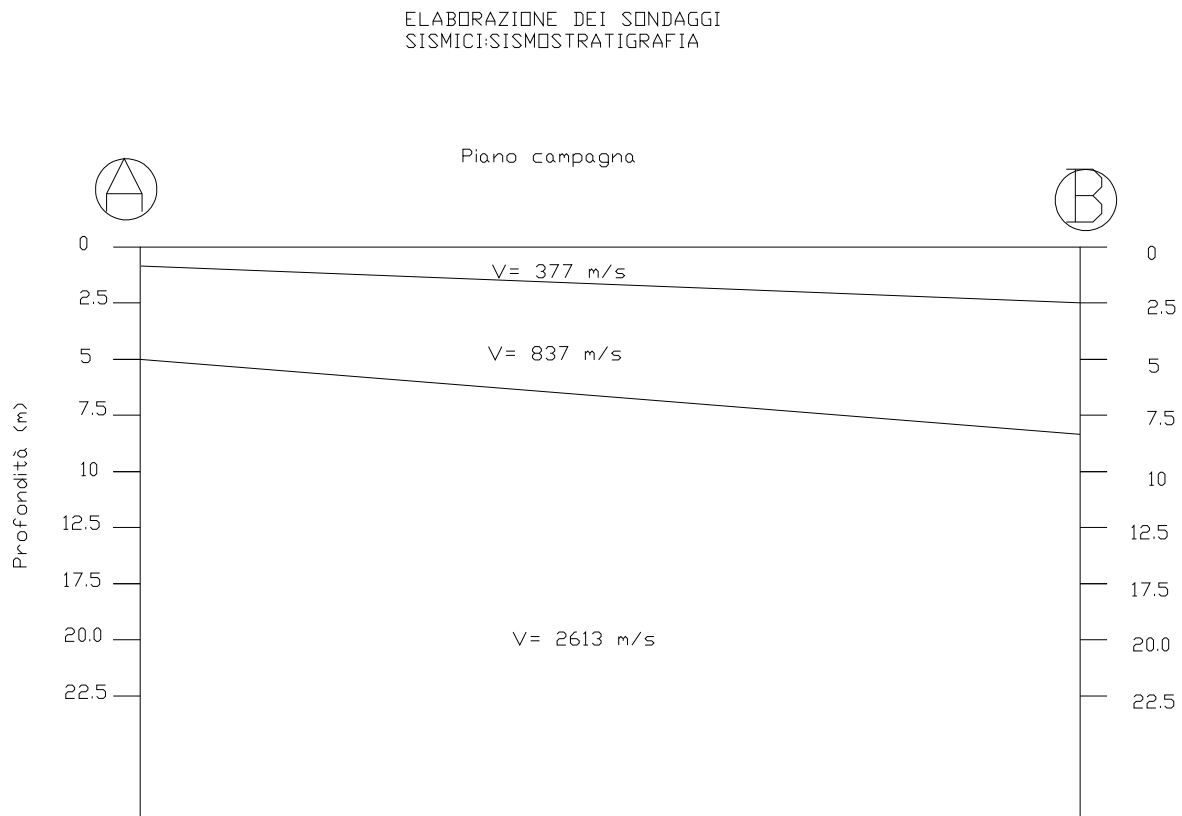
### 6.2.2 Sondaggi di sismica a rifrazione, interpretazione sismostratigrafica e correlazione geologico-stratigrafica

E' stato effettuato uno stendimento della lunghezza di 50 m, (S1) coniugato (tiro diretto e inverso). Il passo di misurazione è stato scelto in 2 m, poiché ritenuto un giusto compromesso tra il potere risolutivo dell'indagine e gli scopi della stessa. La disposizione dello stendimento e la sua lunghezza sono state condizionate dalla situazione logistica locale. È stato utilizzato un sismografo a 12 canali, ECHODODICI della Sundageofisica ad incremento di segnale. Le indagini hanno raggiunto una profondità di circa 10.00 m, da ritenersi sufficiente per lo scopo del nostro lavoro.

Dai risultati dei sondaggi si evince, fino alla massima profondità di investigazione, un modello sismostratigrafico caratterizzato da tre strati. Di seguito si evidenzieranno i caratteri medi di questi strati, mentre per un approfondimento dei dati sperimentali, della loro interpretazione e della loro elaborazione si rimanda ai grafici e alle tabelle presenti nell' **ALLEGATO B**.

| Sondaggio | Lunghezza    | I strato       | I strato           | II strato      | II strato          | III strato     |
|-----------|--------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
|           | (m.)         | Velocità (m/s) | Spessore medio (m) | Velocità (m/s) | Spessore medio (m) | Velocità (m/s) |
| <b>S1</b> | 50 coniugato | 377            | 1.55               | 837            | 6.75               | 2613           |

Tabella g1 riassuntiva dei risultati dei sondaggi di sismica a rifrazione



Dall'analisi del sondaggio, sintetizzati nella tabella precedente, si evince il quadro sismostratigrafico dell'area. Di seguito si evidenzieranno i caratteri salienti dei vari orizzonti sismostratigrafici e si correleranno alle situazioni litologiche locali.



Il primo strato ha una velocità di propagazione delle onde longitudinali compresa tra 320 e 434 m/s e corrisponderebbe al le sabbie sciolte e mediamente addensate.

Il secondo strato, avente velocità variabile tra i 762 e i 929 m/s, corrisponderebbe al materiale sabbioso a stratificazione incrociata.

Infine il terzo strato, con velocità tra i 2485 e i 2800 m/s, corrisponderebbe al substrato integro e poco alterato.

TABELLA g2

Sintesi delle caratteristiche tecniche delle indagini sismiche e principali dati geotecnica e stratigrafici ricavati dalla loro interpretazione.

Studio Geologico-geotecnico a corredo del progetto per "lavori di completamento porto di Palinuro".

| <b>St. sismico n°</b> | <b>Lun. stendimento (metri)</b> | <b>Strato</b> | <b>Vp (m/sec.)</b> | <b>Vs (m/sec.)</b> | <b>M.Young (Kg/cmq)</b> | <b>M. Rigidità ( Kg/cmq)</b> | <b>Mod. Poisson</b> | <b>Profondità strato Min - max</b> |
|-----------------------|---------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| <b>SS1</b>            | <b>50</b>                       | <b>1</b>      | <b>434</b>         | <b>320</b>         | <b>1470</b>             | <b>545</b>                   | <b>0.350</b>        | <b>0.60-2.50</b>                   |
|                       |                                 | <b>2</b>      | <b>762</b>         | <b>929</b>         | <b>7616</b>             | <b>2920</b>                  | <b>0.300</b>        | <b>5.50-8.00</b>                   |
|                       |                                 | <b>3</b>      | <b>2800</b>        | <b>2485</b>        | <b>73100</b>            | <b>29240</b>                 | <b>0.250</b>        | <b>indefinito</b>                  |

### 6.3 indagine geoelettrica

All'interno del piano di indagini previste sono state effettuate indagini geoelettriche, al fine di avere una conoscenza puntuale della superficie del substrato litoide prequaternario.

La realizzazione di queste indagini permette di ottenere un modello di resistività e caricabilità lungo sezioni coincidente con gli stendimenti realizzati.

Lo stendimento andrà posizionato lungo la linea di spiaggia, per una lunghezza complessiva di investigazione di ml. 65,00 al fine di avere un migliore riscontro dei dati ricavati dalle altre indagini e una immediata comparazione degli stessi.

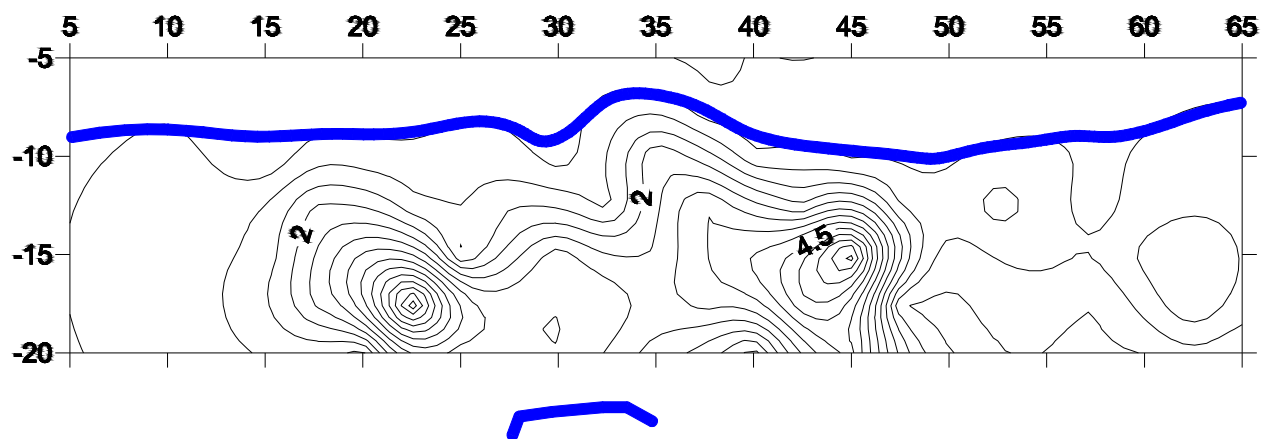
#### 6.3.1 Strumentazione ed apparecchiature utilizzate

La strumentazione utilizzata è una strumentazione combinata sismica-geoelettrica PASI16G24 a 24 canali con elettrodi in acciaio e cavi di qualità conforme alle norme UNI. Il software utilizzato per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati acquisiti è il RES2D. I dati tecnici della strumentazione utilizzata sono i seguenti:

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Processore         | Pentium 200 Intel     |
| Trattamento dati   | Floating Point 32-bit |
| Ambiente operativo | Windows               |
| Puntamento         | Versa Point Mouse     |

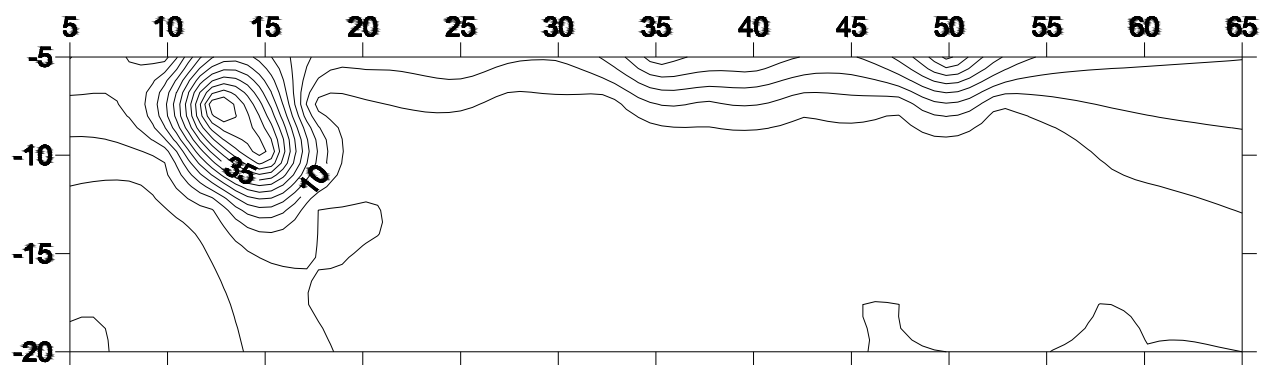
|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Risoluzione di acquisizione | 16 bit: range in 65536 parti (max 610 nV)                                      |
| Accuratezza relativa        | +/- 0.75 LSB (tip); +/- LSB (max)  |
| Base tempi                  | Risoluzione 24 bit (4 contatori indipendenti) 20 Mhz con accuratezza +/- 0.01% |
| Energizzatore               | P.A.S.I. P – 300T  |
| Sonde                       | 32 picchetti in acciaio inox   |
| Alimentazione               | 12 Vdc (batterie o adeguato alimentatore esterno)                              |
| Umidità                     | 5% - 90% interna non condensante   |
| Dimensioni Fisiche          | 50x40x22 cm.   |
| Peso                        | 16 Kg  |

### Sezione resistività modello inverso



Superficie substrato

### Pseudosezione resistività apparente



## 7. QUADRO SINOTTICO DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI ESAMINATI

*Tab. H* – Caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti

**TABELLA H**  
Schema riassuntivo delle caratteristiche geotecniche principali dei terreni affioranti

| <i>Tipologia<br/>litologica<br/>(sigla)</i> | <i>Y<br/>(T/mc)</i> | <i>Ps<br/>(T/mc)</i> | <i>Phi<br/>(gradi)</i> | <i>C<br/>(Kg/cmq)</i> | <i>Nspt<br/>n°<br/>colpi<br/>medio</i> | <i>e(0)</i> | <i>Sr<br/>(%)</i> | <i>Vp<br/>(med.)<br/>(Km/sec)</i> | <i>M.<br/>Poisson</i> | <i>Rs<br/>(Vp)<br/>x Y</i> | <i>M.<br/>Rigidità<br/>(Kg/cmq)</i> |
|---|---------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|--|-------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| <b>Sa scl.</b>                              | <b>1.75</b>         | <b>2.2</b>           | <b>27°50'</b>          | <b>0.08</b>           | <b>&gt;20</b>                          | <b>0.96</b> | <b>25.08</b>      | <b>320</b>                        | <b>0.249</b>          | <b>0.93</b>                | <b>12031</b>                        |
| <b>Sa m.<br/>add.</b>                       | <b>1.75</b>         | <b>2.60</b>          | <b>28°30'</b>          | <b>0.2</b>            | <b>&gt;25</b>                          | <b>1.2</b>  | <b>17.20</b>      | <b>434</b>                        | <b>0.249</b>          | <b>1.41</b>                | <b>22194</b>                        |
| <b>Sa. Str.<br/>Incr.</b>                   | <b>1.8</b>          | <b>2.82</b>          | <b>30</b>              | <b>0.6</b>            | <b>&gt;30</b>                          | <b>2.1</b>  | <b>20.26</b>      | <b>762</b>                        | <b>0.299</b>          | <b>0.66</b>                | <b>550</b>                          |

**Legenda:**

Sigle litologiche: *Sa scl.* (sabbie sciolte); *Sa m. add.* (Sabbie mediamente addensate); *Sa. Str. Incr.* (Sabbie a stratificazione incrociata).

Y ( peso dell'unità di volume); Ps ( peso specifico dei grani); Phi (angolo di attrito interno); C (coesione); Nspt (n° colpi alla prova SPT); e(0) ( Indice dei vuoti naturale); Sr ( grado di saturazione); Vp (velocità di propagazione dell'onda elastica longitudinale); Mod. Poisson; Rs(rigidità o impedenza sismica); mr( modulo di rigidità)

## 7. SEZIONI GEOLOGICHE

Sulla scorta dei rilievi effettuati e delle indagini realizzate, è stato possibile effettuare una ricostruzione stratigrafica della zona, allo scopo di avere le prime informazioni sulla distribuzione litologica locale.

Ne è derivato, per le finalità di questa fase dello studio, un quadro sufficientemente chiaro della distribuzione e della sovrapposizione litologica, nonché della loro continuità laterale.

Tali risultanze hanno consentito, inoltre, di sviluppare due direzioni preferenziali, da cui estrapolare altrettante sezioni geologiche che descrivono in linea di massima la situazione litologica della linea di costa e del fondale. Nella presente ricostruzione stratigrafica è stato possibile, inoltre, descrivere gli spessori.

### ALLEGATO n° 1 – Sezioni geologiche

#### COLONNA STRATIGRAFICA FALESIA C. DEL PRINCIPE

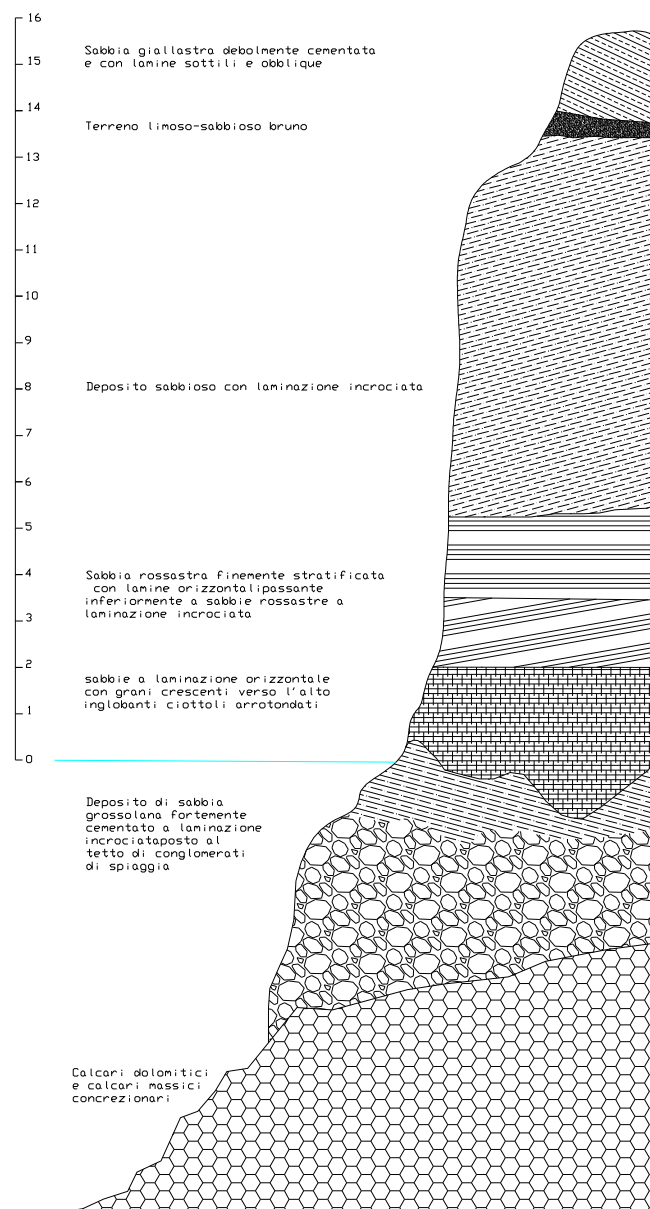




Foto n° 1 – falesia zona Ficocelle



## 8. CONCLUSIONI

### a) *descrizione degli scenari*

L'area litorale in esame ha subito nel corso degli anni diverse variazioni (avanzamento e arretramento) del limite della spiaggia.

L'andamento delle batimetriche consente di definire una dinamica piuttosto complessa, che risente della presenza dei due promontori, delle diverse litologie e delle differenti direzioni d'incidenza del moto ondoso, confinate, queste ultime, nella maggior parte degli eventi perturbativi, tra le direzioni di circa  $130^\circ$  e  $220^\circ$ . L'analisi della morfologia dei fondali e l'analisi tessiturale dei campioni di sedimento ci hanno consentito di individuare l'esistenza di differenti direzioni di spostamento dei sedimenti.

Attraverso l'analisi della morfologia dei fondali e della linea di costa è stato possibile individuare le aree interessate dai processi di asportazione dei sedimenti sabbiosi. Il fondale indagato, morfologicamente articolato, e la presenza di falesie controllano la rifrazione e la riflessione dell'onda che condiziona di conseguenza la circolazione delle correnti.

**b) Risultanze degli studi**

Le indagini morfologiche dei fondali antistanti l'unità costiera tra il promontorio del Fortino e la C. del Principe hanno messo in evidenza forme legate ad una complessa dinamica morfoevolutiva dell'area. Dalla realizzazione dello studio sulle caratteristiche tessiturali dei sedimenti di fondo e di battigia e dei relativi vettori di transito è stato possibile analizzare la migrazione e la tipologia del sedimento.

Inoltre, le indagini geognostiche effettuate hanno permesso una precisa definizione degli spessori dei sedimenti interessati dalle opere a farsi oltre che delle caratteristiche geotecniche dei litotipi interessati.

Lo Studio ha messo in evidenza la differenza di esposizione del settore orientale dell'area portuale rispetto a quello occidentale. Infatti, il complesso modello di circolazione delle correnti e del moto ondoso porta ad esercitare un'azione erosiva nel settore orientale dell'area portuale con direzione di spostamento dei sedimenti sia verso nord che verso sud.

Nel settore occidentale, ospitante una spiaggia in espansione, indica chiaramente che l'azione del moto ondoso e delle correnti porta ad una deposizione dei sedimenti in parte provenienti dalle aree settentrionali.

Gli stessi sedimenti sono stati rideposti in modo da caratterizzare morfologicamente i fondali prospicienti la spiaggia stessa.

Del presente studio sono parte integrante e sostanziale gli allegati di seguito presentati.

Rofrano

IL TECNICO

Dott. Geol. Davide PEPE