

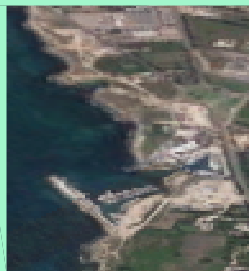


REGIONE PUGLIA



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

SG01

TITOLO

STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO,
SISMICO, SEDIMENTOLOGICO, GEOFISICO
E BOTANICO-VEGETAZIONALE

Relazione

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

CONSULENTE GEOMORFOLOGICO
Prof. geol. Sanso' Paolo

CONSULENTE BOTANICO
Dott. Medagli Pietro

CONSULENTE GEOFISICO
Dott. geol. De Giorgi Alberto

CONSULENTE AMBIENTALE
Dott.ssa Negro Maria Antonietta



Sommario

1.	INTRODUZIONE	3
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E MORFOLOGICO	4
3.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERESSE.....	5
4.	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA D'INTERESSE	7
4.1	I terrazzi marini	7
4.2	Forme eoliche.....	9
4.3	La rete idrografica.....	10
4.4	La morfologia costiera	11
4.5.	La morfologia dei fondali.....	13
4.5.1.	<i>Il quadro geologico-strutturale</i>	13
4.5.2.	<i>La piattaforma continentale</i>	14
4.5.3.	<i>La scarpata continentale</i>	15
4.5.4.	<i>La morfologia del primo fondale (0 – 10 m)</i>	15
5.	LE MAREGGIATE LUNGO LE COSTE DEL SALENTO LECCESE.....	21
5.1	La mareggiata del 01/01/1980.....	21
5.2	La mareggiata del 11/01/1987.....	22
5.3	La mareggiata del 24/11/1991.....	23
5.4	La mareggiata del 12/12/2008.....	25
5.5	La mareggiata del 30/01/2015.....	25
5.6	La frequenza delle mareggiate e i danni riportati lungo le coste ioniche del Salento negli ultimi trent'anni.....	26
6.	CONSIDERAZIONI SUL REGIME DELLA DINAMICA LITORANEA	27
6.1	Analisi sedimentologica	27
6.2	Osservazioni al microscopio ottico dei campioni:	35
6.3	Analisi dei dati.....	37
6.4	Deriva litorale.....	38
6.5	Traccianti naturali.....	40
7.	INDAGINI GEOFISICHE	42
7.1	Indagine geofisica a rifrazione e MASW	42
7.2	Indagine geoelettrica.....	57
7.2.1.	<i>Metodo della resistività</i>	58
7.2.2.	<i>Configurazioni elettrodiche</i>	60
7.2.3.	<i>Strumentazione e software utilizzati</i>	61
7.2.4.	<i>Acquisizione profili geoelettrici</i>	61
7.2.5.	<i>Elaborazione dati</i>	62
7.2.6.	<i>Interpretazione dei dati</i>	64
7.3	Indagini elettromagnetiche (G.P.R.).....	64
7.3.1.	<i>Principi del metodo elettromagnetico impulsivo (G.P.R.)</i>	65
7.3.2.	<i>Metodologia e strumentazione</i>	66
7.3.3.	<i>Risultati</i>	68
7.3.4.	<i>Sezioni radar più significative relative alle indagini eseguite nell'area</i>	68
8.	STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICADI BASE	70
8.1	Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento.....	70
8.2	Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno.....	71
8.3	Definizione della pericolosità sismica di base	72
8.4	Pericolosità sismica di sito.....	76
8.4.1.	<i>Coefficienti sismici</i>	76
8.5	Pericolosità sismica di base.....	77
8.6	Pericolosità sismica di sito.....	79
9.	ANALISI BOTANICO-VEGETAZIONALE E FITOCLIMATICA.....	82
9.1	Aspetti fitoclimatici.....	82
9.2	Vegetazione potenziale e serie di vegetazione.....	88

9.3	Metodologia impiegata per l'analisi floristico-vegetazionale	89
9.4	Analisi floristico-vegetazionale del sito.....	91
9.5	Considerazioni finali	94
10.	CARATTERIZZAZIONE BIONOMICA	96
10.1	PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO.....	96
10.2	MATERIALI E METODI	96
10.3	LA ZONAZIONE BIONOMICA.....	97
10.4	INFORMAZIONI PREGRESSE.....	97
10.5	DESCRIZIONE DELLE BIOCENOSI NELL'AREA ESAMINATA.....	98
10.6	PRINCIPALI IMPATTI ANTROPICI SULLE FANEROGAME MARINE	102
10.7	IMPATTI INDIRETTI.....	103
10.8	CONCLUSIONI.....	104
11.	CONCLUSIONI E PROVVEDIMENTI MITIGATORI	105

1. INTRODUZIONE

Il presente studio riguarda un'area situata a Nord del comune di Gallipoli interessata dal "Progetto per la riqualificazione infrastrutturale, architettonica ed ambientale di Porto Gaio – Marina di Gallipoli (Le)". In particolare il presente studio è stato redatto sulla base delle indicazioni riportate nel comma 3 dell'art. 1 dell'allegato 2 del **Decreto Interministeriale del 14.04.1998** "Approvazione di requisiti per la redazione di progetti da allegare ad istanze di concessione demaniale marittima per la realizzazione di strutture dedicate alla nautica da diporto": lo studio comprenderà:

- *l'inquadramento geologico dei luoghi sulla base delle conoscenze della geologia regionale;*
- *la geomorfologia del sito;*
- *la identificazione delle formazioni presenti nel sito, e lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, sulla base di appositi indagini geognostiche.*
- *le caratteristiche granulometriche del materiale costituente il segmento di litorale entro il quale è inserita l'opera;*
- *lo studio delle acque sotterranee e delle acque superficiali;*
- *la classificazione sismica del sito oggetto di intervento;*
- *le componenti biocenotiche coinvolte;*
- *le componenti botanico vegetazionali.*

L'analisi degli elementi considerato ha consentito di realizzare le seguenti carte tematiche:

- *Carta geologica (SG02);*
- *carta geomorfologica (SG03);*
- *carta geomorfologica di dettaglio (SG04);*
- *sezioni geologiche (SG05);*
- *Carta delle isofreatiche (SG06);*
- *Carta botanico vegetazionale (SG07);*
- *Carta delle biocenosi (SG08).*

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E MORFOLOGICO

L'area oggetto del presente studio si trova poco a Nord dell'abitato di Gallipoli, compresa tra la linea di costa e la S.P. 108, in ampliamento dell'esistente porto turistico denominato "Porto Gaio".

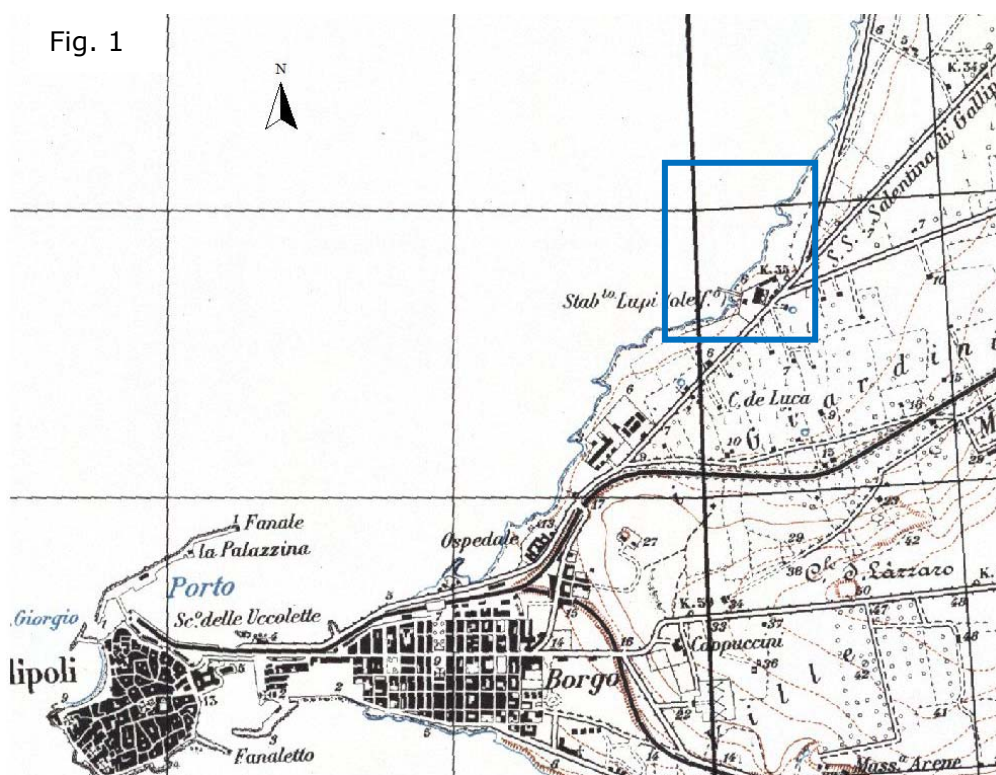
L'area di intervento si sviluppa per una lunghezza di circa 500 metri comprendendo una piccola insenatura nella sua porzione più settentrionale. (Fig. 1 Scala 1: 25000 e Fig.2 Estratto della CTR della Regione Puglia)

Ubicazione geografica

Proiezione di Conforme Universale Trasversa di Mercatore Fuso 33 (WGS84)

(A) 4439418 Lat. N 755690 Long. E

(B) 4439844 Lat. N 756056 Long. E



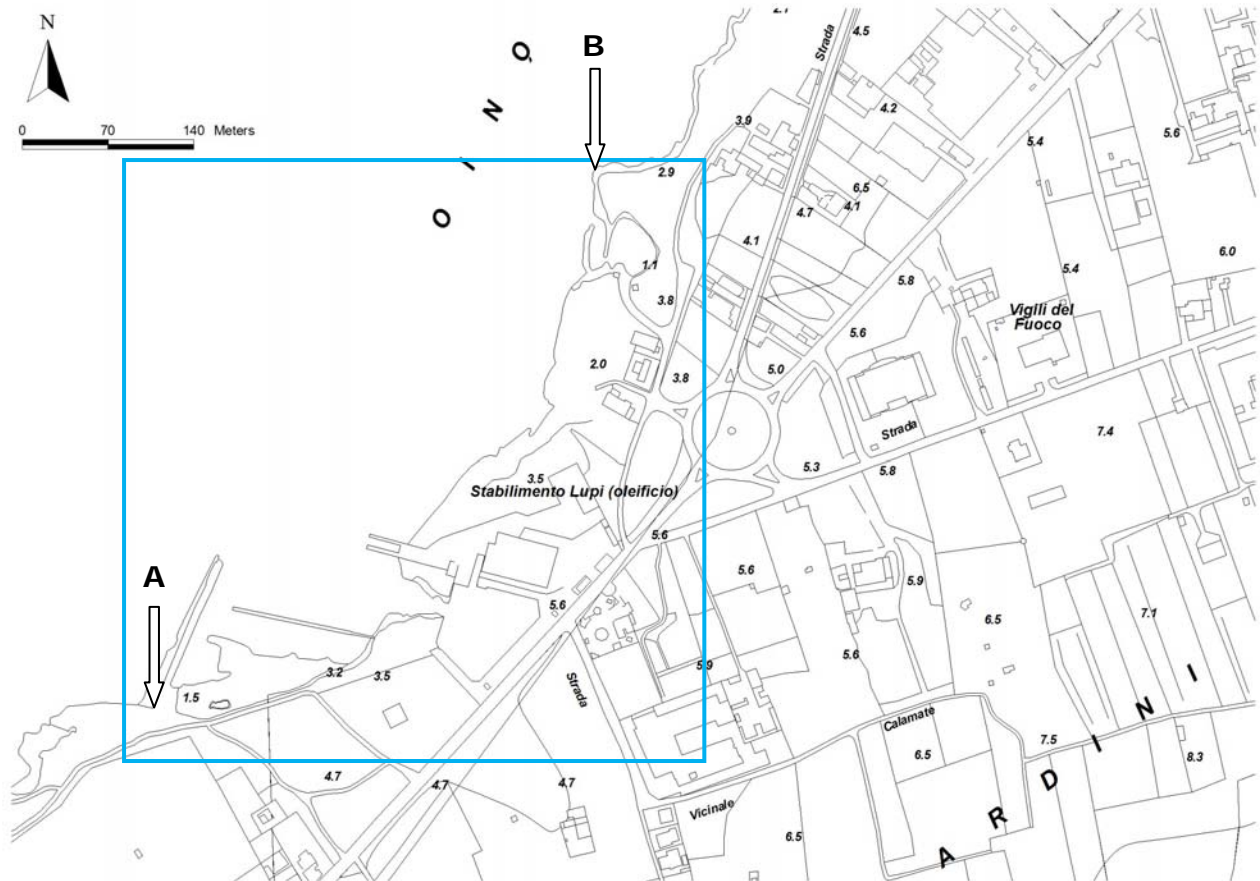


Fig. 2 Estratto CTR Regione Puglia

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERESSE

Il rilevamento diretto in campagna integrato dai dati riportati nella letteratura nazionale ed internazionale unitamente ai dati provenienti dalla perforazione di pozzi realizzati dall' Ente Irrigazione rende possibile la ricostruzione dettagliata della locale successione stratigrafica.

Il locale basamento geologico è rappresentato dai calcari del Cretaceo superiore, localmente non affioranti ma raggiunti in perforazione a circa 70 m di profondità. Questi litotipi possono essere riferiti alla Formazione dei Calcari di Altamura. Si tratta di un litotipo caratterizzato da calcari micritici compatti a frattura concoide di colore grigio nocciola, a volte chiari e porcellanacei; in letteratura sono denominati "Calcari di Melissano" (Martinis B., 1969). Sono il prodotto di una sedimentazione avvenuta in ambiente di piattaforma interna; ad essi sono talvolta intercalate breccie che testimoniano una possibile fase di temporanea emersione. Sono interessati da un carsismo policiclico spesso molto evoluto e maturo

Sui calcari poggiano in trasgressione calcareniti parzialmente diagenizzate, di colore biancastro, potenti circa 6.5 metri, riferibili alla Formazione delle Calcareniti di Gravina del Pleistocene inferiore. Questa unità appare costituita da calcari grossolani organogeni di tipo "panchina" e sabbioni calcarei.

Anche questa unità non affiora nell'area investigata.

L'unità sfuma rapidamente verso l'alto in sabbie limoso-argillose potenti circa 50 metri e anch'esse riferibili al Pleistocene inferiore. Tale corpo sedimentario è riferibile alla Formazione di Gallipoli, affiorante in corrispondenza di poco elevate falesie in prossimità della linea di riva. In alcune esposizioni è possibile osservare la presenza di un livello decimetrico di natura vulcano-clastica presente in questa unità.

Per esempio in località Le Fontanelle, subito a sud della zona di interesse, lungo la locale falesia è osservabile dal basso verso l'alto la seguente successione:

- a) Circa 2.5 m di argille azzurre fossilifere contenenti prevalentemente *Ditrupa* e *Cardium* ;
- b) Circa 2.5 m di argille sabbiose giallastre ricchissime di pettinidi e *Ditrupa*. Nella parte mediana di questo intervallo si riconoscono esemplari fossili di *Artica islandica* (Linneo);
- c) Circa 40-50 cm di sabbie grossolane, argillose, giallastre, ricche di litotamni e lamellibranchi;
- d) Circa 6 m di calcareniti giallastre con numerosi frammenti di litotamni e lamellibranchi.

La Formazione di Gallipoli affiora anche sui fondali tra Gallipoli e l'Isola del Campo, e in corrispondenza della Secca del Rafo.

La fauna caratteristica di questa unità suggerisce un ambiente di deposizione con clima temperato-freddo ad una batimetria al limite tra la zona infralitorale e quella circalitorale. L'età della formazione è attribuita al Pleistocene inferiore.

La Formazione di Gallipoli è coperta in trasgressione da sottili corpi sedimentari di natura sia marina che continentale connessi alla gradinata di terrazzi marini di accumulo del Pleistocene medio-superiore che localmente caratterizza il paesaggio costiero tra 50 m di altitudine e il livello del mare.

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA D'INTERESSE

Il paesaggio fisico dell'area di Gallipoli appare costituito principalmente da due gruppi di forme geneticamente omogenee. Il primo gruppo è costituito da forme marine di età pleistocenica medio-superiore, i terrazzi marini; il secondo gruppo, invece, comprende varie generazioni di cordoni dunari di età compresa tra il Pleistocene superiore e l'Olocene.

4.1 I terrazzi marini

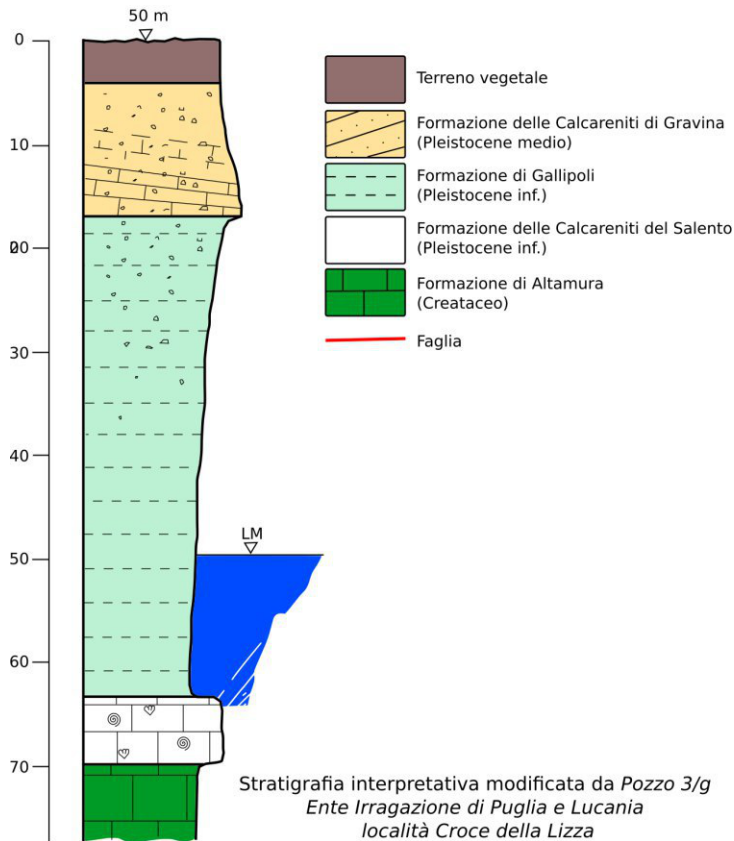
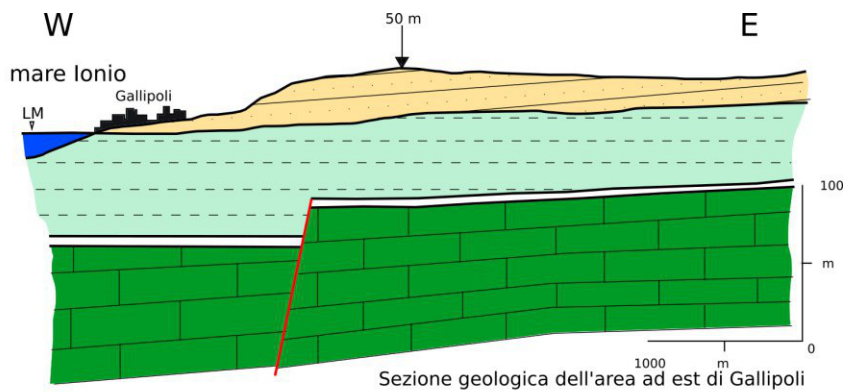
Il paesaggio fisico di Gallipoli è caratterizzato da una serie di terrazzi marini sia di tipo erosivo che deposizionale.

Il locale terrazzo del primo ordine costituisce la Piana Tatiano, una estesa superficie allungata per circa 4 km in direzione est-ovest e debolmente inclinata dalla quota di 52 metri del suo margine interno, poco a est dell'abitato di Alezio, alla quota di 45 metri del suo margine esterno, alla periferia occidentale del centro urbano di Gallipoli. La superficie terrazzata è delimitata sia verso NW che verso SW da relativamente ripidi versanti che la raccordano con le superfici terrazzate più basse in quota.

L'originaria morfologia del terrazzo è stato comunque profondamente alterata dall'attività antropica che ha interessato il corpo sedimentario del terrazzo marino, costituito da rocce calcarenitiche (denominate volgarmente "carpari") estratte in profonde cave a fossa.

Le conoscenze geologiche dell'area ed in particolare la posizione altimetrica della linea di riva riferibile all'ultimo periodo interglaciale, permettono di attribuire il modellamento di questo terrazzo marino ad un lungo stazionamento del livello del mare nel corso del Pleistocene medio.

Nel dettaglio i depositi di questo terrazzo sono costituiti da calcareniti bioclastiche grossolane, ben cementate e di colore giallo-aranciato, segnate da una evidente laminazione piano parallela. A più altezze sono presenti dei livelli più cementati e di colore biancastro con grana fine. L'analisi strutturale dei depositi di questo terrazzo ha messo in risalto la presenza di un sistema di fratture e faglie, spesso rinsaldate da calcite, prodotte da una distensione in direzione NE-SO avvenuta nella parte terminale del Pleistocene medio.



Il terrazzo marino del secondo ordine mostra una superficie maggiore rispetto al primo e caratterizza l'area estesa a NE e SE del perimetro urbano di Gallipoli.

Il margine interno del terrazzo è posto a quota 30 m mentre quello esterno a circa 20 m. Quest'ultimo appare segnato in località Masseria Arene da una paleofalesia con buona evidenza morfologica, modellata in calcareniti bioclastiche grossolane disposte in strati clinostratificati di spessore metrico.

Il terrazzo marino del terzo ordine è situato tra quota 10 e 6 metri. Esso si estende per un ampiezza di circa 0.5 km lungo costa sia a nord che a sud della città. In località "Ospedale vecchio" è ben visibile il margine interno del terrazzo segnato da

megablocchi di calcarenite bioclastica a grana media omogenea e laminata di color arancio scuro, provenienti dall'arretramento della falesia, immersi in una matrice ad alto contenuto algale riccamente fossilifera.

Il terrazzo marino del IV ordine si riconosce a ridosso della linea di riva tra 6 e 2 m di quota. Il terrazzo risulta in parte costituito da depositi di spiaggia formati a ridosso di piccole punte rocciose modellate nei depositi medio-pleistocenici del terrazzo del III ordine.

I depositi di spiaggia, costituiti da calcarenite bioclastiche fossilifere laminate e bioturbate, sono caratterizzati dalla presenza di resti fossili di *Strombus bubonius* Lamarck, un mollusco attualmente presente lungo le coste del Senegal che colonizzò il Mediterraneo durante la fase più calda dell'ultimo periodo interglaciale verificatosi 125 mila anni fa.

Lungo la costa a nord di Gallipoli è presente un'ultima superficie di modellamento marino, non cartografabile, corrispondente ad una piattaforma di abrasione posta a circa 2 metri sul livello del mare e intagliata nelle calcarenite con *Strombus bubonius* Lamarck; secondo i dati riportati in letteratura essa è riferibile al Marine Isotope Substage 5a verificatosi circa 80 mila anni fa.

4.2 Forme eoliche

Il paesaggio fisico di Gallipoli è caratterizzato oltre che da superfici marine terrazzate anche da estesi cordoni dunari relitti riferibili a differenti fasi morfogenetiche succedutesi dal Pleistocene medio ad oggi.

Nell'area a nord di Gallipoli si rilevano diversi cordoni dunari relitti. Il più antico ed alto in quota si stende al piede della paleofalesia che raccorda il terrazzo del I e del II ordine, in località Montefiore. Il cordone è costituito da calcarenite a grana fine di colore giallo-arancio, sottilmente laminate. Spostandosi verso la linea di riva, in località Il Monte, è rilevabile un cordone dunare più recente orientato in direzione N-S e suddiviso in quattro grossi corpi cupoliformi. Il deposito eolico è costituito da calcarenite a grana fine ben diagenizzata di colore grigio e sono presenti laminazioni incrociate.

Nell'area a ridosso della linea di riva sono presenti i cordoni dunari relitti più recenti, di età tirreniana e medio-olocenica. I primi si presentano con un buon grado di cementazione e con la caratteristica stratificazione incrociata ad alto

angolo mentre i secondi, estesi su di un'area ben maggiore, sono debolmente cementati e caratterizzati dalla presenza di abbondanti resti fossili di gasteropodi polmonati (*Helix* sp.). In località Torre Sabea, poco a nord dell'area di diretto interesse, sono ben esposte entrambe queste due unità.

4.3 La rete idrografica

La penisola salentina è un'area interessata estesamente dai processi carsici per cui le acque superficiali in prevalenza si infiltrano nel sottosuolo per raggiungere il mare per via ipogea. In alcune aree però le locali condizioni geologiche e periodi climatici più umidi dell'attuale hanno permesso lo sviluppo di una rete idrografica, se pur non particolarmente sviluppata.

Una di queste aree è quella compresa tra la linea di riva a nord di Gallipoli ed il centro abitato di Sannicola. Qui è possibile riconoscere una singola linea di impluvio, localmente denominata "Li Canali", che inizia individuarsi nei pressi della stazione ferroviaria di Sannicola. In un primo tratto l'asta fluviale compie un paio di brusche deviazioni con direzione NNW-SSE e WNW-ESE probabilmente per cause strutturali. Nel secondo tratto l'asta assume un andamento rettilineo orientato grossomodo NW-SE e si approfondisce nel substrato geologico, localmente costituito da sabbie argillose giallastre riconducibili alla Formazione di Gallipoli. Qui l'asta fluviale scorre in una incisione ampia da 50 a 150 m circa e delimitata da netti gradini morfologici. L'incisione perde la sua individualità morfologica in corrispondenza del margine interno del terrazzo marino del terzo ordine, a quota 15 m circa.

L'asta fluviale si presenta oggi condizionata dall'intervento antropico cosicché le acque di ruscellamento vengono convogliate tramite un canale sino alla linea di riva, in corrispondenza dell'insenatura di Rivabella.

L'analisi geomorfologica rivela come questa rete idrografica si sia formata in condizioni climatiche più umide dell'attuale e con una posizione relativa del livello del mare più alta dell'attuale.

L'analisi delle tavolette IGM in scala 1:25.000 del 1948 riportano inoltre un'altra asta fluviale di piccola lunghezza, circa 600 m, poco a nord di Torre Sabea, presso l'insediamento turistico di Rivabella. Attualmente quest'asta non è più riconoscibile a causa della diffusa urbanizzazione dell'area.

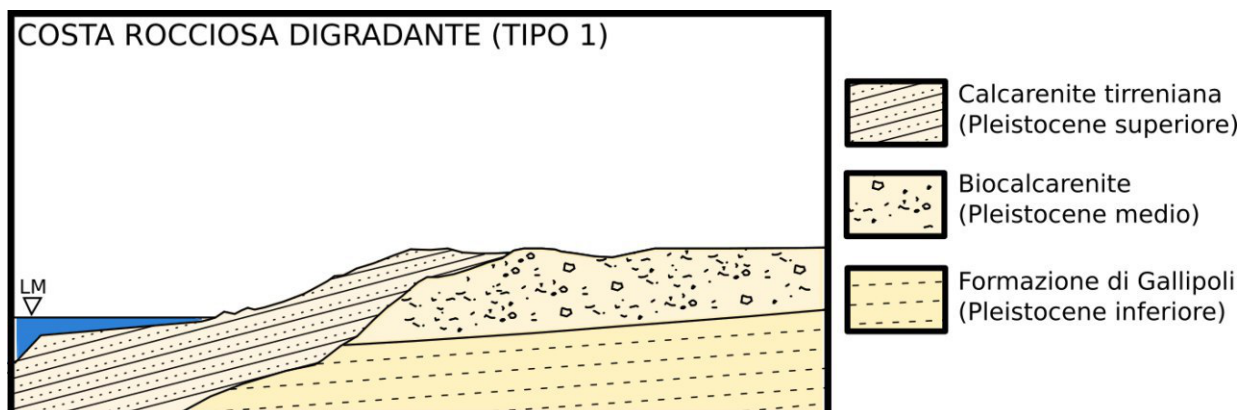
4.4 La morfologia costiera

La costa emersa estesa per circa 2 km a cavallo dell'area di Porto Gaio è stata oggetto di un rilevamento geomorfologico di dettaglio al fine di definirne le caratteristiche e la dinamica evolutiva. L'indagine ha inoltre permesso l'acquisizione di una ricca documentazione fotografica dello stato dei luoghi.

Nel dettaglio la morfologia della costa nella fascia altimetrica compresa tra 6 metri di quota e il livello del mare appare caratterizzato dalla presenza di due superfici terrazzate di origine marina. La più alta in quota si estende parallelamente alla linea di costa attuale ad una quota compresa tra 6 e 2 m sul livello del mare per una ampiezza media di circa 200 metri. La superficie appare intagliata su biocalcareniti riccamente fossilifere riferibili al locale terrazzo del III ordine del Pleistocene medio.

La seconda superficie si rileva a ridosso della linea di costa tra il livello del mare e i 2 m di quota in una stretta fascia mediamente ampia poco meno di 50 m. La superficie è prevalentemente di abrasione e risulta intagliata sia sulle calcareniti di età tirreniana che sulle biocalcareniti riccamente fossilifere del Pleistocene medio.

Lungo la linea di costa si alternano essenzialmente tre morfotipi costieri. Il primo morfotipo è la **costa rocciosa digradante piana (tipo 1)** rappresentato da una superficie debolmente inclinata verso mare che raggiunge il livello del mare senza significativi gradini morfologici. Questo morfotipo è in gran prevalenza modellato sulle calcareniti di età tirreniana anche se si rilevano dei tratti modellati nelle biocalcareniti riccamente fossilifere del Pleistocene medio.



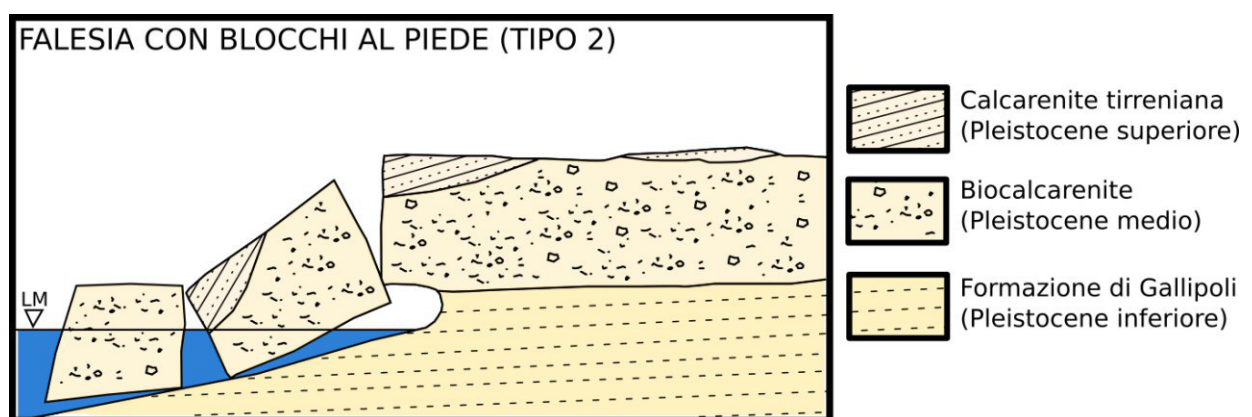
Generalmente lungo i tratti costieri caratterizzati da questo morfotipo è riconoscibile in corrispondenza del primo fondale una piattaforma costiera ampia una decina di

metri mentre numerose microforme carsiche costiere caratterizzano la parte emersa.

Dal punto di vista evolutivo questo morfotipo costiera risulta caratterizzato da una velocità di evoluzione molto bassa connessa essenzialmente a processi erosivi di natura biologica e chimica.

Questo morfotipo costiero caratterizza il tratto di costa a cavallo di Porto Gaio, per circa 300 m verso NE e circa 100 m verso SO.

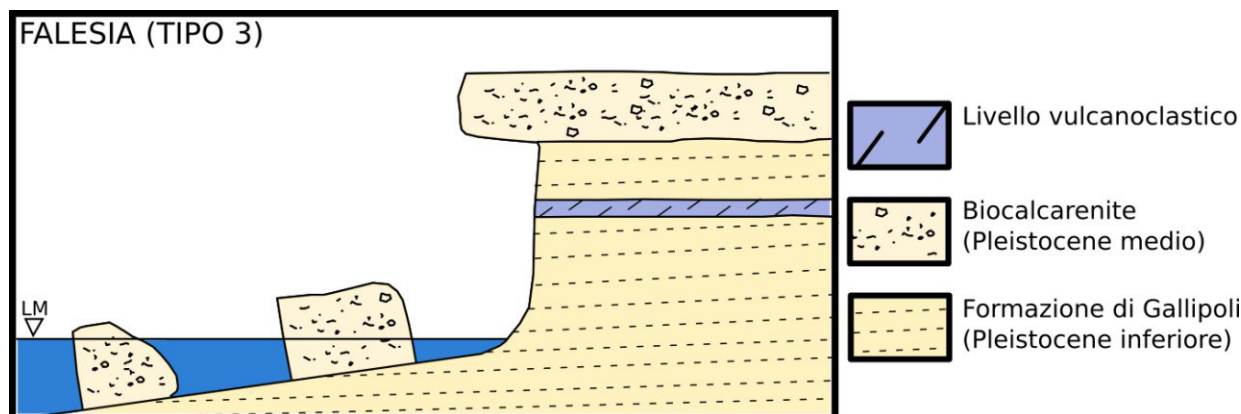
Il secondo morfotipo costiero è la **falesia con blocchi al piede (tipo 2)** rappresentata da una bassa falesia di altezza variabile tra 2 e 3 m di altezza con il piede coperto da blocchi calcarenitici di dimensioni metriche. Tale configurazione morfologica è determinata dalla presenza poco al di sopra del livello del mare del piano di contatto tra le sabbie argillose della Formazione di Gallipoli e le coperture calcarenitiche. Solchi di battente molto profondi sono modellati sia dall'azione del moto ondoso sia dalle acque di infiltrazione che si muovono verso mare seguendo il piano di contatto tra i due litotipi innescando intensi processi di degradazione ed erosione del substrato sabbioso argilloso (processi di *sapping*). Il modellamento di profondi solchi al piede della falesia produce frane da ribaltamento dei corpi calcarenitici sia del Pleistocene medio che superiore. I relativi corpi di frana mascherano il piede della falesia costituendo nel contempo una efficace protezione dall'azione del moto ondoso.



Questo tipo di costa arretra lentamente a causa dello sviluppo di cavità nel substrato sabbioso-argilloso ad opera delle acque di infiltrazione.

Questo morfotipo costiero caratterizza un lungo tratto di costa alla estremità nord-orientale dell'area investigata ed un tratto di lunghezza minore in corrispondenza di quella sud-occidentale.

Il terzo ed ultimo morfotipo costiero è la **falesia (tipo 3)** rappresentata da una superficie subverticale di metri 3 circa di altezza modellata in gran parte nelle sabbie argillose della Formazione di Gallipoli. Il tratto superiore della falesia è invece intagliato nelle calcareniti del Pleistocene superiore e/o medio.



L'arretramento della falesia è determinato dal modellamento di profonde cavità ad opera del moto ondoso e dall'azione di degradazione determinata dalle acque di infiltrazione. Il primo fondale appare caratterizzato da lastroni calcarenitici provenienti dal crollo della parte alta della falesia.

Questo morfotipo costiero è rilevabile in corrispondenza di piccole insenature di forma grossomodo semi-circolare, ampie da 300 a 600 metri, in rapida evoluzione a causa di diffusi movimenti di massa.

4.5. La morfologia dei fondali

4.5.1. Il quadro geologico-strutturale

L'area studiata rientra geograficamente nell'unità del Golfo di Taranto che costituisce la parte settentrionale del Mar Ionio ed è confinato da Puglia, Basilicata e Calabria. Dal punto di vista geodinamico il Golfo di Taranto è considerato parte dell'attuale avanfossa dell'Appennino Meridionale compresa tra le unità alloctone ad ovest e la Piattaforma Apula ad est.

Nel settore occidentale dell'unità è possibile individuare due fronti di accavallamento: quello esterno è il fronte attuale delle unità alloctone messo in

posto nel Pleistocene inferiore mentre quello interno, individuato in profondità, rappresenta la prosecuzione verso mare del fronte di sovrascorrimento rilevabile sulla terraferma.

Sempre nel settore occidentale sono presenti due bacini riempiti da sedimenti plio-pleistocenici, impostati sulle unità alloctone della catena (bacini di *piggyback*). Il settore orientale, invece, appare costituito dalle sequenze calcaree mesozoiche della Piattaforma Apula, ribassate da faglie normali a gradinata verso l'area di catena. La gradinata è articolata localmente dalla presenza di due graben che costituiscono dei bacini minori di avampaese riempiti da sedimenti plio-pleistocenici. A sud di Gallipoli, a circa 20 km dalla costa, sono stati perforati in uno di questi bacini oltre 500 m di depositi quaternari.

4.5.2. La piattaforma continentale

La piattaforma continentale del settore pugliese del Golfo di Taranto mostra un'ampiezza variabile compresa tra 1 km e 20 km e pendenza tra 1° e 2°. Il ciglio della piattaforma è ubicato ad una profondità media di -110 m.

La morfologia della piattaforma è caratterizzata dalla presenza di tre ordini di terrazzi ubicati a 25-30 m, 50-60 m e 110-120 m di profondità. Il margine esterno dei terrazzi, soprattutto quello relativo alla superficie posta a 50-60 m di profondità, è contrassegnato da banchi coralligeni.

La superficie della piattaforma appare ricoperta in una stretta fascia a ridosso della linea di riva da sedimenti sabbiosi fini ben sortiti (biocenosi SFBC). Verso il largo compare un'ampia fascia colonizzata da *Posidonia oceanica* (L.) Delile (biocenosi HP), una pianta endemica del Mediterraneo con radici, fusto (detto rizoma) e foglie, che può riprodursi sia per via sessuale, producendo fiori e frutti sia per via asessuale, per allungamento della pianta (stolonizzazione). Nella zona jonica il limite inferiore dell'area colonizzata dalla *Posidonia* spesso supera anche i 25 m di profondità, arrivando a sfiorare la batimetria dei 30 m a Gallipoli, con *Posidonia* su roccia, e a Torre Colimena, con *Posidonia* su matte. Il limite superiore generalmente è localizzato intorno alla batimetria dei 10 m e raramente è stato rilevato in acque più basse.

Segue verso il largo una fascia costituita da da sabbie, da molto grossolane a molto fini, generalmente poco classate, costituite generalmente da bioclasti prodotti dall'erosione dei banchi coralligeni (biocenosi DC). Le caratteristiche granulometriche dei sedimenti indicano un trasporto per trazione e saltazione con

allontanamento della frazione pelitica. In corrispondenza delle parti più esterne della piattaforma si rilevano infine fanghi terrigeni (biocenosi VTC).

4.5.3. La scarpata continentale

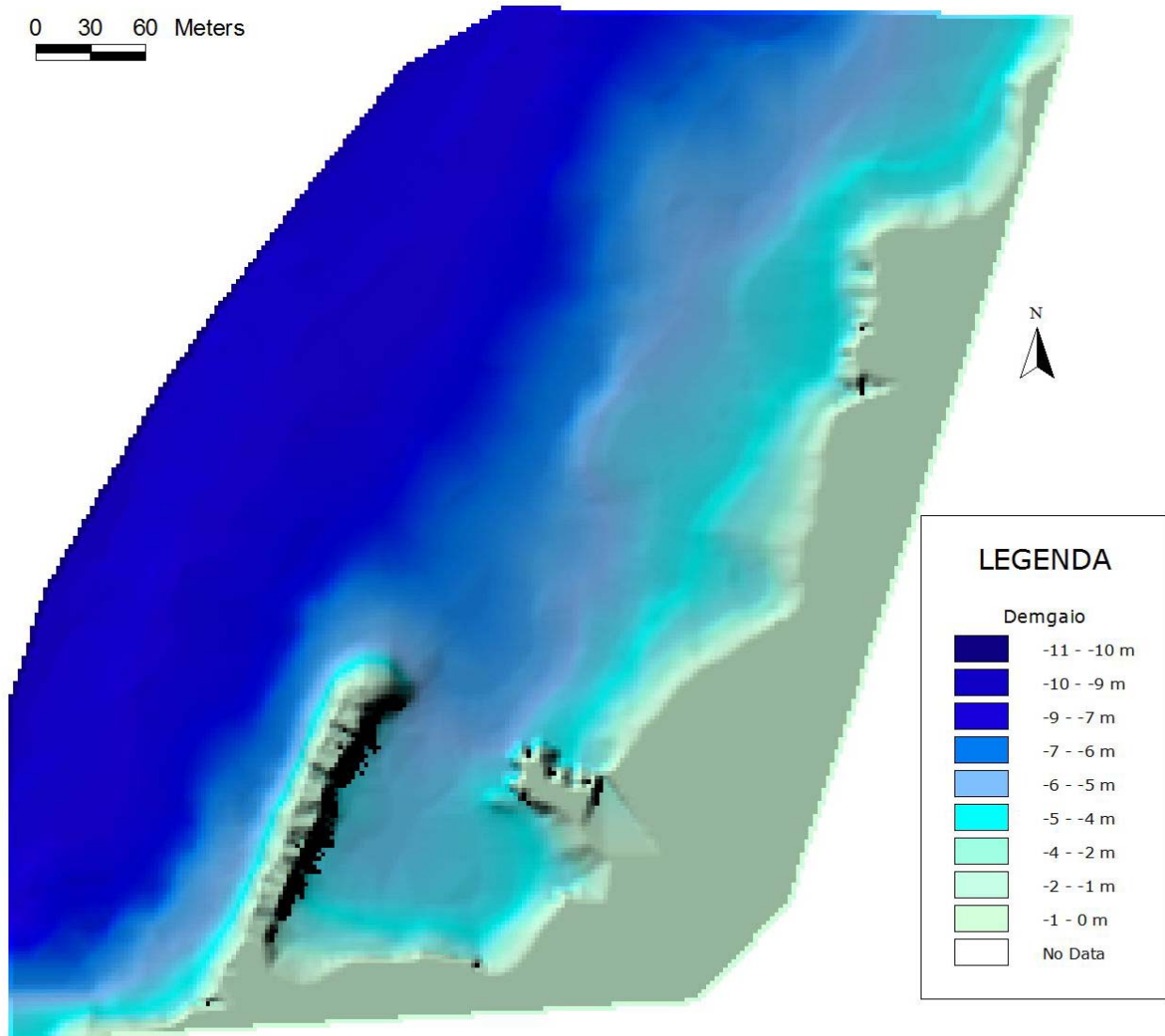
La scarpata continentale pugliese appare caratterizzata per il 30% circa della sua superficie da fenomeni franosi, in corrispondenza di superfici con inclinazione uguale o maggiore del 5-10%. In particolare, nel settore a nord del traverso di Torre Ovo prevalgono gli scivolamenti gravitativi lungo piani di taglio regolari senza notevoli deformazioni nel corpo di frana. Le zone di distacco e di accumulo di queste frane sottomarine sono allungate in senso appenninico e sembrano controllate da strutture tettoniche.

Nel settore meridionale, invece, prevalgono i movimenti rototraslazionali che comportano una notevole deformazione dei sedimenti coinvolti e distruzione della originaria stratificazione a causa di fenomeni di liquefazione.

I sedimenti mobilizzati dai fenomeni gravitativi raggiungono, anche dopo varie stasi, il margine della Valle di Taranto, una profonda depressione posta al centro del Golfo di Taranto che sprofonda sino a 2200 m di profondità. Qui i sedimenti sono infine mobilizzati e rideposti da correnti longitudinali di fondo verso il basso.

4.5.4. La morfologia del primo fondale (0 – 10 m)

Il rilevamento di dettaglio della batimetria del fondale nell'area di intervento rivela la presenza di una superficie con morfologia abbastanza regolare che si immerge gradualmente verso il largo con una pendenza media di 2,5%. Un'analisi più dettagliata permette però di riconoscere due superfici suborizzontali raccordate da gradini morfologici allungati secondo la direzione generale della linea di costa (da SSW a NNE). La prima risulta compresa tra la batimetrica -5 e -6 m di profondità e si presenta di limitata estensione; la seconda, riconoscibile per un tratto più ampio tra la batimetrica -9 e -8 m di profondità mostra ampiezza media di circa 100 metri. Il primo fondale risulta modellato generalmente nelle sabbie argillose della Formazione di Gallipoli ad eccezione di una stretta fascia a ridosso della linea di costa intagliata nelle Calcareniti del Pleistocene superiore. Sono riconoscibile delle sottili coperture di sabbie grossolane bioclastiche, più potenti in corrispondenza dei due ripiani che caratterizzano la morfologia del primo fondale.



Primo fondale (a circa 5 metri di profondità): è visibile il substrato costituito dalla Formazione di Gallipoli, ricoperto da un esiguo livello di sabbia bioclastica



Foto 1 – Morfotipo costiero **Falesia con blocchi al piede (tipo 2)**. I blocchi provengono da frane di ribaltamento indotte da profonde cavità modellate nel substrato sabbioso-argilloso del Pleistocene inferiore.



Foto 2 – Morfotipo costiero **Falesia con blocchi al piede (Tipo 2)**. I blocchi provengono da frane di ribaltamento indotte da profonde cavità modellate nel substrato sabbioso-argilloso del Pleistocene inferiore.



Foto 3 – Morfotipo costiero **Falesia (tipo 3)**. Il piede della falesia appare modellato nelle sabbie argillose del Pleistocene inferiore riferibili alla Formazione di Gallipoli.



Foto 4 – Morfotipo costiero **Costa rocciosa digradante piana (tipo 1)**. Questo morfotipo costiero è modellato direttamente sulle calcareniti pleistoceniche. Numerose microforme carsiche costiere caratterizzano questo tipo di costa così come la presenza di un'ampia piattaforma in corrispondenza del primo fondale.



Foto 5 – Morfotipo costiero **Costa rocciosa digradante piana (tipo 1)**. Questo morfotipo costiero è modellato direttamente sulle calcareniti pleistoceniche. Numerose microforme carsiche costiere caratterizzano questo tipo di costa così come la presenza di un'ampia piattaforma in corrispondenza del primo fondale.



Foto 6 – Morfotipo costiero **Falesia (tipo 3)**. Il piede della falesia appare modellata nelle sabbie argillose del Pleistocene inferiore riferibili alla Formazione di Gallipoli.



Foto 7 – Morfotipo costiero **Falesia con blocchi al piede (tipo 2)**. I blocchi provengono da frane di ribaltamento indotte da profonde cavità modellate nel substrato sabbioso-argilloso del Pleistocene inferiore.



Foto 8 – Morfotipo costiero **Falesia (tipo 3)**. Il piede della falesia appare modellata nelle sabbie argillose del Pleistocene inferiore riferibili alla Formazione di Gallipoli. Da notare le profonde cavità modellata nella parte inferiore della falesia e la presenza del livello vulcanoclastico di colore scuro.

5. LE MAREGGIATE LUNGO LE COSTE DEL SALENTO LECCESE.

Metodi d'indagine

La penisola salentina è interessata per la sua particolare posizione geografica da venti provenienti da tutte le direzioni, con prevalenza di quelli da NW-N-NE e SE-S-SW. Questi venti producono una serie di fenomeni che interessano particolarmente le coste del Salento leccese, da Casalabate, situata lungo la costa adriatica, fino a Punta Prosciutto lungo la costa ionica.

La ricerca storica dei casi di mareggiate verificatesi lungo il lato ionico del perimetro costiero del Salento leccese è stata eseguita utilizzando le notizie riportate nelle pagine di cronaca locale nel periodo compreso tra il 1980 ed il 2018.

I dati raccolti evidenziano in prima battuta che le mareggiate nel Salento si verificano prevalentemente nei mesi di novembre, dicembre e gennaio e subordinatamente negli altri mesi dell'anno. Esse sono prodotte in particolare dai venti provenienti da sud-est (scirocco) e da sud-ovest (libeccio). Queste mareggiate non solo sono le più frequenti, ma anche quelle che provocano i danni maggiori, probabilmente a causa della posizione geografica della penisola salentina che si protende nel Mediterraneo, esponendo il suo lato sud orientale proprio allo scirocco e quello occidentale al libeccio. Altri venti che provocano mareggiate di minor frequenza ed intensità sono la tramontana lungo il lato nord orientale della penisola, il ponente ed il maestrale entrambi sul lato occidentale.

In sintesi, l'analisi delle cronache indica che negli ultimi venti anni si sono verificati 19 casi di mareggiate che hanno provocato danni rilevanti a persone e cose lungo le coste ioniche del Salento leccese. Di queste 19 mareggiate, 3 risultano essere state di gran lunga le più disastrose, quelle verificatesi il 01/01/80, 11/01/87 e 24/11/91.

5.1 La mareggiata del 01/01/1980.

La mareggiata del 01/01/1980 ha prodotto i maggiori danni a Gallipoli, città costiera posta sul litorale ionico del Salento, esposta ai venti di libeccio e di maestrale.

La cronaca riferisce il danneggiamento di molte imbarcazioni ormeggiate nel porto di Gallipoli. Le infrastrutture hanno subito danni notevoli, ad esempio sono

state distrutte le barriere frangiflutti e nel centro storico, si sono verificate delle pericolose infiltrazioni nel sottosuolo.

I funzionari del Genio Civile hanno quantificato i danni riportati in una decina di miliardi di lire.

Risultano colpite dalla mareggiata molte altre località poste sul versante ionico del Salento come testimoniato dalle numerose denunce depositate presso la Capitaneria di Porto di Gallipoli, da parte dei pescatori di S. M. al Bagno, S. Caterina e Porto Cesareo, relative alla perdita, alla distruzione o ai danneggiamenti subiti dalle proprie imbarcazioni.

I dati anemometrici registrati dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare di Brindisi, Marina di Ginosa e S. M. di Leuca, indicano che il Salento meridionale era interessato nelle giornate precedenti la mareggiata, da venti provenienti da sud, sud-ovest (libeccio) con velocità massime che superavano i 40 nodi e da mare forza 6.

5.2 La mareggiata del 11/01/1987.

Questa mareggiata, come la precedente, è stata provocata da venti provenienti da sud, sud-ovest (libeccio) ed ha prodotto i maggiori danni lungo il tratto di costa del versante ionico del Salento, da Porto Cesareo fino a S. M. di Leuca, mentre sulla costa adriatica si registrano danni di minor entità.

Ancora una volta la località più colpita dalla mareggiata è stata la città di Gallipoli. Qui le onde hanno investito una zona denominata la "Giudecca", arrivando a lambire le abitazioni che si affacciano sul lungomare Galileo Galilei, danneggiando in maniera irreparabile muri di cinta e cancelli. La barriera frangiflutti non ha impedito la distruzione della banchina in cemento armato realizzata di fronte alla caserma dei Vigili del Fuoco. Alcune strade sono state chiuse al traffico, sia per il pericolo provocato dalla risacca, sia perché il manto stradale era stato completamente divelto dalla furia del mare. Il forte vento di libeccio, ha provocato danni anche nel centro storico della cittadina, dove un torrione della riviera Nazario Sauro è stato seriamente danneggiato. Decine di imbarcazioni ormeggiate nel porto sono state seriamente danneggiate.

L'entità dei danni subiti dalla città di Gallipoli a causa di questa mareggiata, sono evidenziati da alcune foto scattate nelle ore immediatamente successive all'evento.

Stime fatte dai responsabili dell'Ufficio Tecnico Comunale e del Genio Civile di Lecce, riferiscono di danni per centinaia di milioni e della necessità di rinforzare la barriera frangiflutti situata di fronte alla "Giudecca", per cercare di evitare simili danneggiamenti in futuro.

Un'altra località dove si sono registrati danni notevoli è stata Santa Caterina situata a nord di Gallipoli. Qui le onde hanno divelto il muro che costeggia la strada costiera per Santa Maria al Bagno e spinto sulla carreggiata una enorme quantità di massi che hanno impedito la circolazione stradale ed alcuni di essi hanno sfondato i garages e le porte di abitazioni che si affacciavano sulla litoranea. Molte imbarcazioni ormeggiate nel porticciolo della marina sono state affondate o sono state seriamente danneggiate; la sabbia di una spiaggia è stata completamente erosa.

Anche per questa località è stato possibile reperire una documentazione fotografica, che evidenzia come si presentava la situazione ai primi soccorritori.

I dati anemometrici della stazione meteo di S. M. di Leuca confermano che questa mareggiata è stata prodotta da venti provenienti da sud, sud-ovest, con velocità massime di 40 nodi e con mare forza 8.

5.3 La mareggiata del 24/11/1991.

Un'altra forte mareggiata si è verificata il 24/11/91. I dati anemometrici registrati dalle stazioni meteo di Brindisi, Marina di Ginosa e S. M. di Leuca, indicano per quel periodo venti con forte velocità provenienti da sud (mezzogiorno) e sud-ovest (libeccio).

Ancora una volta la località maggiormente colpita è stata Gallipoli. Qui la mareggiata ha distrutto la scogliera di levante, il lungomare della cittadina ed eroso l'arenile di lido S. Giovanni fino a Torre del Pizzo. Un'area urbana della città, denominata la "Giudecca", essendo poco protetta, è stata quella più danneggiata. Le onde del mare forza 8 (dato non confermato dai dati anemometrici della stazione meteo di S. M. di Leuca, che indicano uno stato del mare pari a forza 6, con onde alte fino a 6 m), hanno divelto i lastroni che pavimentavano il lungomare, trascinandoli verso terra fino ad una decina di metri di distanza. Molti sono stati gli scantinati e le abitazioni invasi dalle acque del mare, con in alcuni casi il verificarsi anche di crolli. Numerosi sono stati gli interventi dei Vigili del Fuoco per cercare di

ristabilire la normalità. L'arenile di lido S. Giovanni, dove sorgono diversi stabilimenti balneari, è stato completamente sommerso dalle acque.

Ingenti danni sono stati registrati lungo il versante ionico a nord di Gallipoli, precisamente nel tratto di costa da S. M. al



Gallipoli 24/11/1991

Bagno fino a Porto Cesareo. In particolare, nel porticciolo di S. M. al Bagno, le imbarcazioni sono affondate o sono state gravemente danneggiate per i violenti urti contro la scogliera.

A Santa Caterina, le onde hanno completamente eroso uno spuntone roccioso e i sedimenti di spiaggia sono stati completamente rimossi, tanto che in alcuni punti è riaffiorato il substrato roccioso.

La mareggiata ha colpito anche S. M. di Leuca. Qui, le onde oltre ad affondare le imbarcazioni, hanno anche spostato i pesanti tetrapodi con cui era stata realizzata la barriera frangiflutti e provocato una grossa voragine sulla banchina del porto.

Danni sono riportati anche lungo la costa adriatica da S. M. di Leuca ad Otranto a Marina di Novaglie, Tricase Porto, Andrano e Porto Miggiano.

L'analisi dei dati anemometrici relativi a questa mareggiata individuano alcune incongruenze tra i dati giornalistici e quelli registrati dalle stazioni meteo. La cronaca riporta infatti di mare forza 9 e vento da scirocco con velocità di 53 nodi, mentre i dati registrati, indicano la provenienza del vento dal quadrante sud, cioè variabile da scirocco a mezzogiorno e libeccio, mentre le velocità massime non superavano i 35 nodi.

5.4 La mareggiata del 12/12/2008.

Vento e pioggia battente, onde alte oltre gli otto metri e la "solita" mareggiata invernale si porta via mezzo lungomare di scirocco. Gallipoli ancora una volta nella morsa del maltempo e della furia distruttrice del suo amico mare. E così da ieri sera, lo scenario visibile sul lato nord del lungomare Galilei (nel tratto che parte dal Seno del Canneto e transita da Piazzale Malta e sino all'altezza di via Filomarini) è di quelli che vengono considerati, quasi, apocalittici. La furia devastante delle onde ha lasciato i suoi segni tangibili: banchine distrutte, asfalto letteralmente smantellato, cartelloni e plance divelti, vetri rotti e una massa di detriti e pietrame scagliato a distanza siderale sino all'altezza del centralissimo Corso Roma. Già da ieri sera le forze dell'ordine in allerta hanno provveduto ad impedire il transito sul lungomare sul versante nord per l'eccessiva pericolosità della mareggiata in corso, facendo deviare il percorso dei veicoli provenienti da sud all'altezza di via Gian Giacomo Russo. Da questa mattina poi, a causa dell'invasione di sassi e detriti lungo le vie di accesso al lungomare, si è reso necessario chiudere ulteriormente, per impraticabilità, anche via Quartini e via Don Minzoni e tutta la zona di piazza Malta.

5.5 La mareggiata del 30/01/2015.

Una mareggiata di rara intensità, ma non così inusuale per una zona, quella di Gallipoli, in cui il mare, quando il vento soffia da Sud con forte intensità (le raffiche hanno raggiunto i 90-100 km/h), è in grado di generare onde alte diversi metri. Lo spettacolo è stato notevole. La mareggiata ha danneggiato anche diversi stabilimenti balneari, e costretto alla chiusura al traffico del tratto del lungomare Galilei che si affaccia sul seno della Giudecca. Le forti raffiche di vento e la mareggiata che ha interessato la zona ha provocato, come di consueto, l'inondazione del tratto di strada che costeggia la banchina superando la flebile protezione dei massi frangiflutti. L'acqua del mare ha invaso, in più momenti della giornata, la carreggiata lambendo gli edifici, tra cui anche la caserma della Guardia di finanza e il Tribunale, e le vie perpendicolari sino al comando dei carabinieri di via Pagliano. Alcune autovetture sono finite semi sott'acqua e sono state letteralmente spostate dal mare.

5.6 La frequenza delle mareggiate e i danni riportati lungo le coste ioniche del Salento negli ultimi trent'anni.

La classificazione degli eventi di mareggiata in funzione dei danni è stata eseguita utilizzando una scala appositamente costruita.

Questa scala prevede cinque gradi di danno:

Grado 0: durante queste mareggiate non si verificano danni, ma sono registrate dagli strumenti;

Grado 1: durante queste mareggiate si possono verificare solo lievi disagi alla navigazione;

Grado 2: in questo caso cominciano a verificarsi lievi danni alle imbarcazioni ormeggiate nei porti;

Grado 3: mareggiate di questa intensità possono provocare gravi danni alle imbarcazioni ormeggiate nei porti;

Grado 4: in questo caso i danni alle imbarcazioni ormeggiate risultano ingenti, alcune vengono affondate e si possono registrare lievi danni alle infrastrutture costiere;

Grado 5: i danni alle imbarcazioni ormeggiate nei porti sono molto ingenti, numerose sono quelle affondate dalla forza del mare, molto gravi risultano essere i danni alle infrastrutture costiere.

L'analisi evidenzia che la maggior parte degli eventi sia stata provocata da venti provenienti da Sud, in particolare da Sud-Est (scirocco) e da Sud-Ovest (libeccio) e che le mareggiate provocate da questi venti sono anche quelle con le conseguenze più gravi per i danni riportati. Altri venti che hanno indotto mareggiate sono la tramontana, il ponente ed il maestrale che, in base alla valutazione dei danni riportati, possono essere considerate di grado inferiore. Dall'analisi della provenienza dei venti, risulta che lungo le coste del Salento leccese, non si sono verificate nel periodo di tempo considerato mareggiate provocate da venti provenienti da Nord-Est (grecale) o da Est (levante).

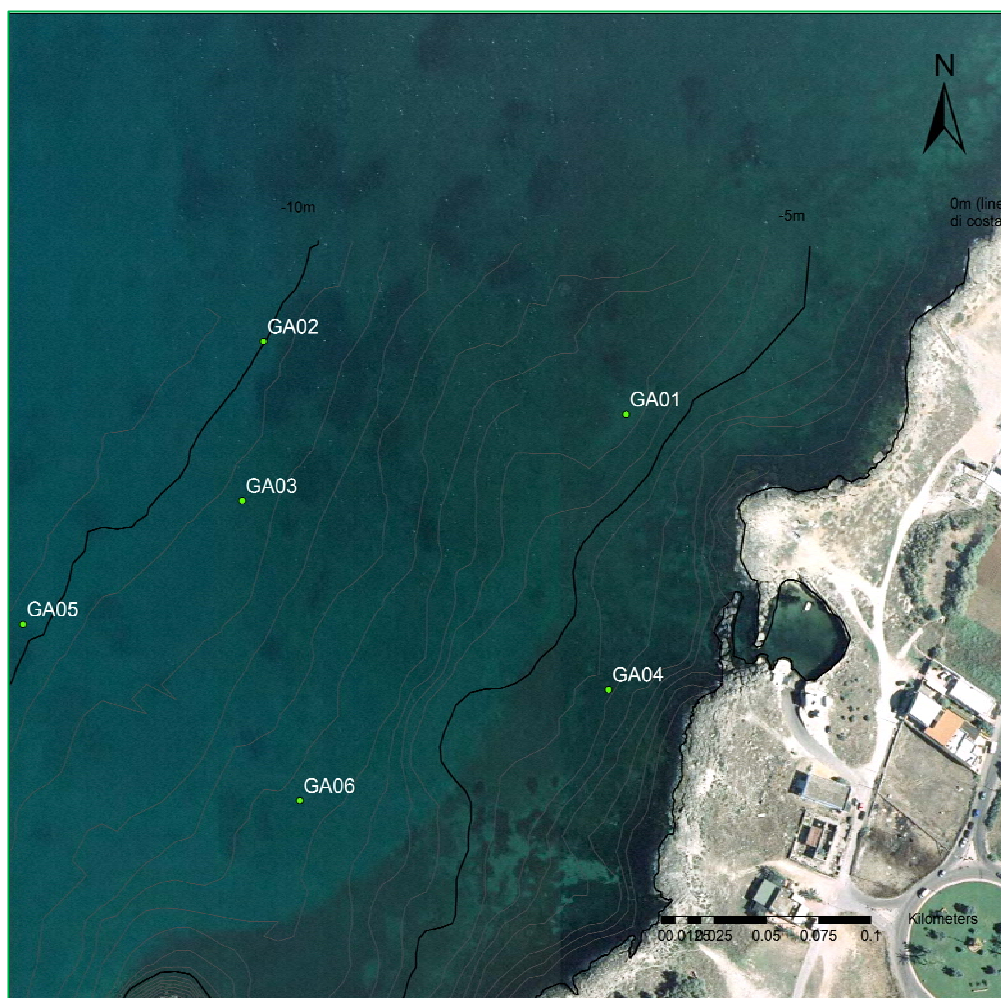
Per quanto riguarda la distribuzione temporale delle mareggiate risulta che esse si sono verificate con maggiore frequenza nella parte centrale degli anni

ottanta e novanta, mentre negli ultimi anni le mareggiate sono state meno frequenti e di intensità minore.

6. CONSIDERAZIONI SUL REGIME DELLA DINAMICA LITORANEA

6.1 Analisi sedimentologica

Sui fondali del paraggio sono state campionate le sabbie che coprono in spessori ridottissimi - non superiori ai 20 cm - il substrato roccioso.



Rilievo dei punti da caratterizzare e relative coordinate Ubicazione punti di prelievo del sedimento

Tabella - Dati delle stazioni di campionamento	Coordinate geografiche		Profondità(m)
GA01	40.07035 N	18.001967 E	-5.5
GA02	40.070717 N	17.99995 E	-8.4
GA03	40.070033 N	17.9998 E	-8.8
GA04	40.069167 N	18.001817 E	-4.2
GA05	40.069533 N	17.99855 E	-9
GA06	40.068733 N	18.000067 E	-5.5

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 deponevano 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 che distribuisce lungo costa il materiale proveniente dalla distruzione di quelle falesie.

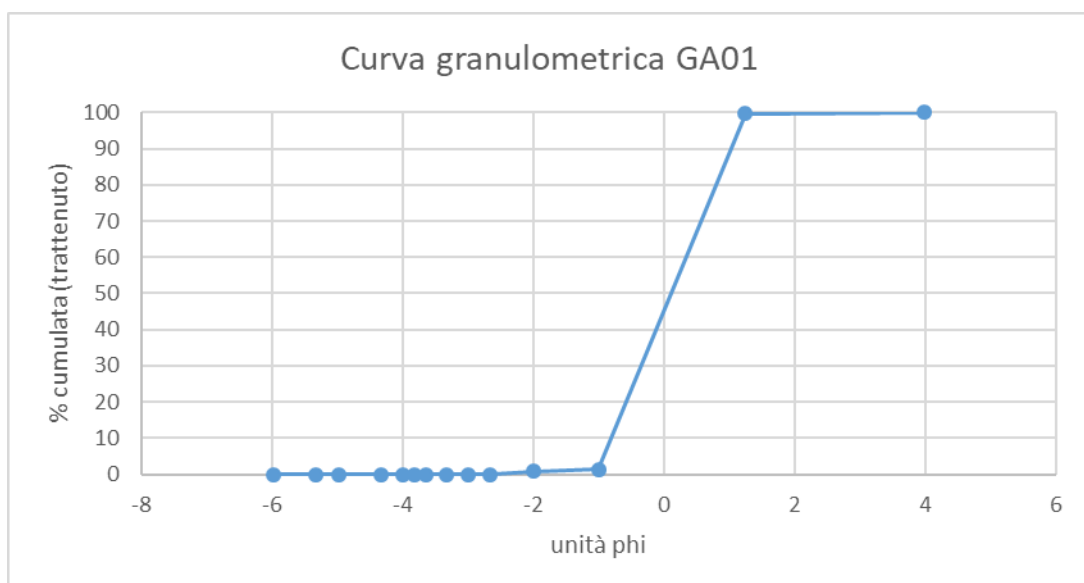
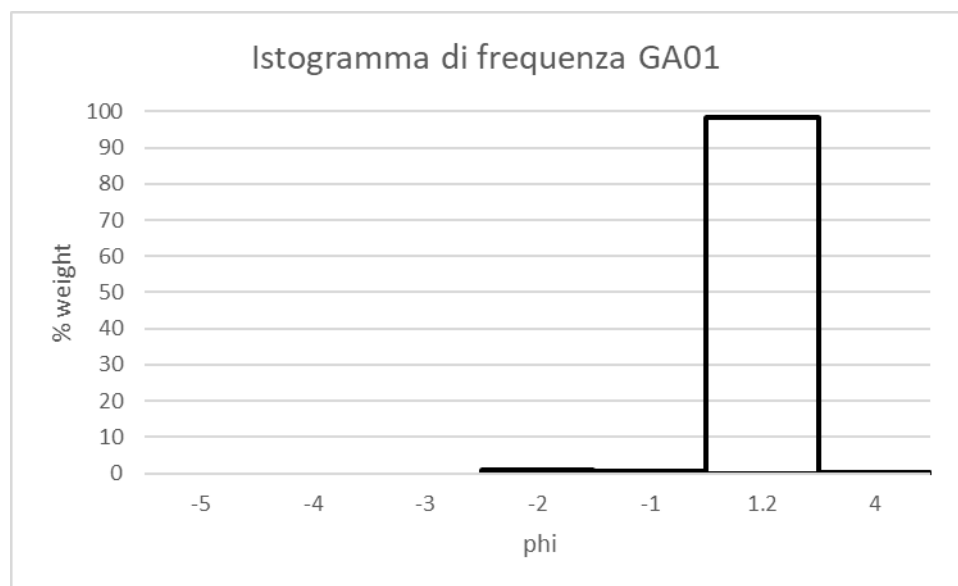
I risultati delle analisi granulometriche stati elaborati in modo da ricavare i principali parametri statistici (Media, Asimmetria, Deviazione Standard e Curtosi), le relative curve granulometriche, gli istogrammi di frequenza e successivamente è stata eseguita una analisi al microscopio dei campioni tramite luce riflessa.

Analisi granulometrica e statistica dei campioni:

Campione GA01

Diametro	Diametro	Setaccio	Passante	Trattenuto	Trattenuto
ϕ	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

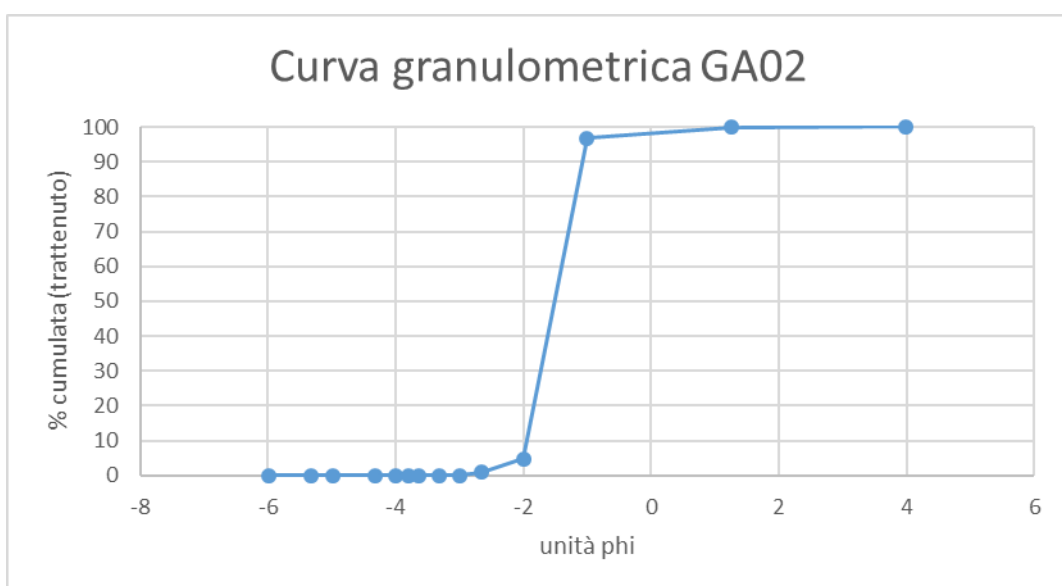
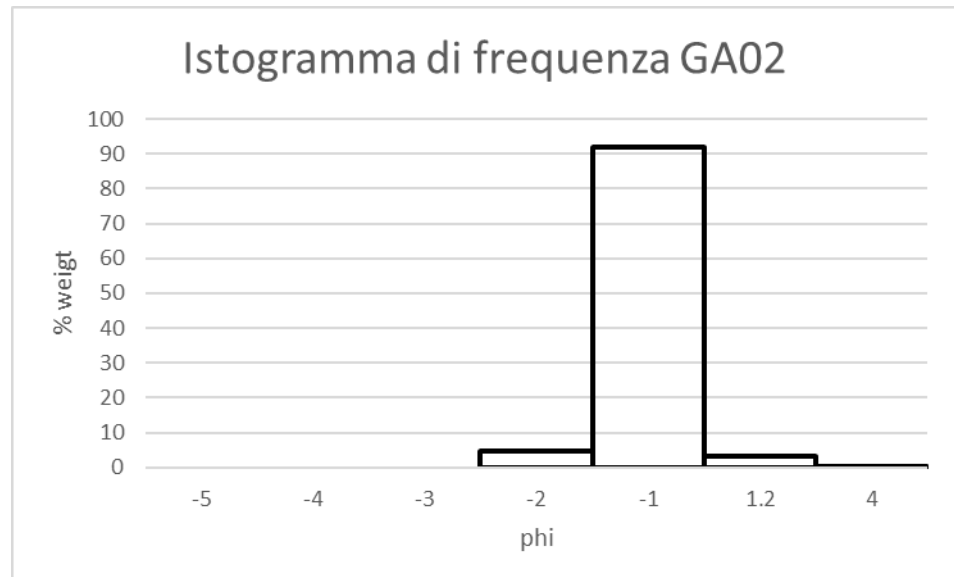
Parametri GA01	
ϕ_5	-0.917625792
ϕ_{16}	-0.665926824
ϕ_{25}	-0.459991305
ϕ_{50}	0.112051804
ϕ_{75}	0.684094913
ϕ_{84}	0.890030433
ϕ_{95}	1.141729401
U	2.210036064
Mz	0.112051804
σ_f	0.701012828
Sk1	-4.26136E-17
Kg	0.737704918



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

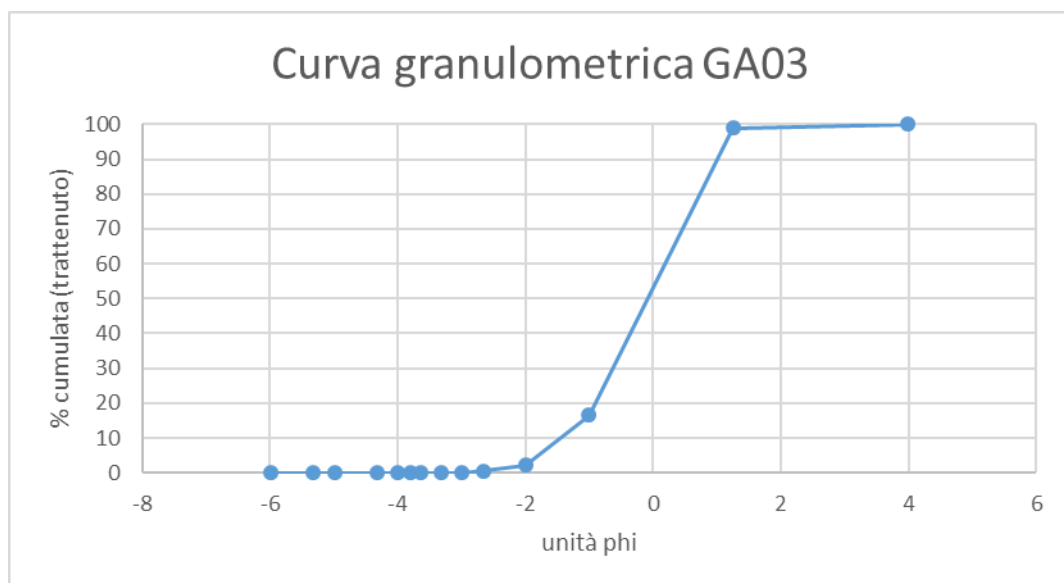
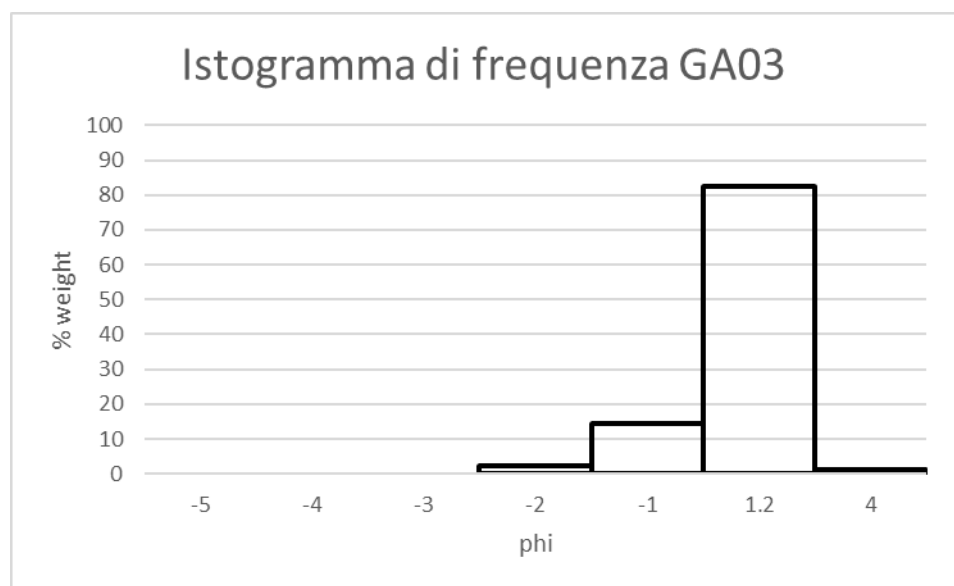
Parametri GA02	
ϕ_5	-1.997826087
ϕ_{16}	-1.87826087
ϕ_{25}	-1.780434783
ϕ_{50}	-1.508695652
ϕ_{75}	-1.236956522
ϕ_{84}	-1.139130435
ϕ_{95}	-1.019565217
U	1.457473691
Mz	-1.508695652
σ_f	0.333003953
Sk1	3.00413E-16
Kg	0.737704918



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

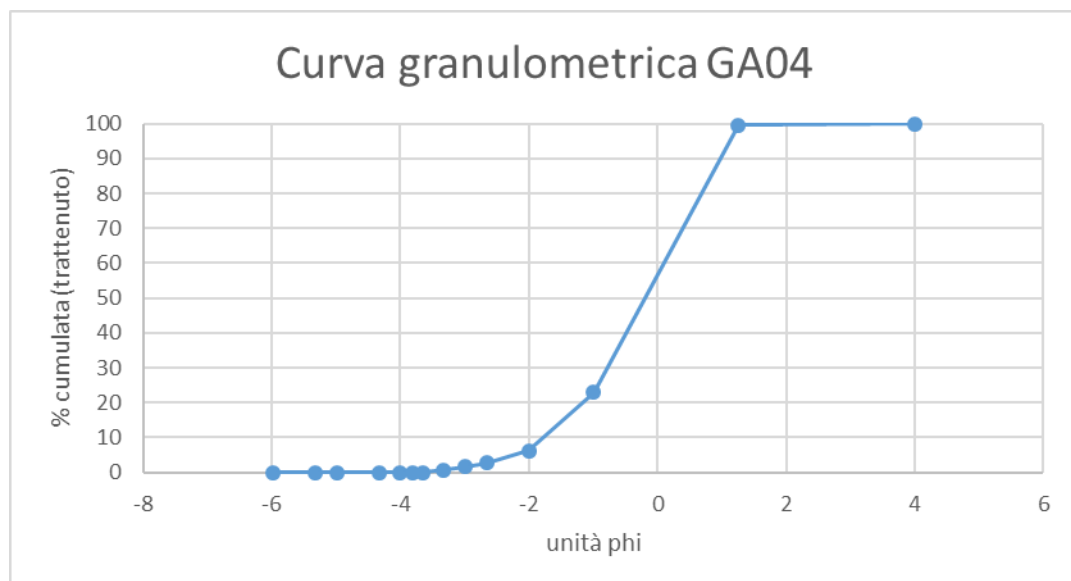
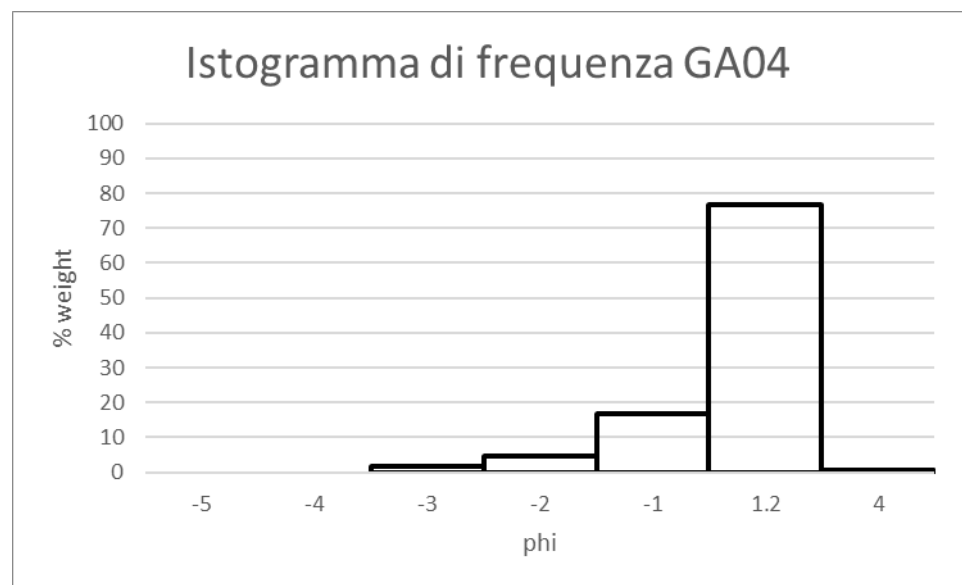
Parametri GA03	
ϕ_5	-1.805555556
ϕ_{16}	-1.041666667
ϕ_{25}	-0.770196701
ϕ_{50}	-0.08625831
ϕ_{75}	0.597680081
ϕ_{84}	0.843897902
ϕ_{95}	1.144830794
U	2.580896737
Mz	-0.094675692
σ_f	0.918419377
Sk1	-0.089432483
Kg	0.883979281



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

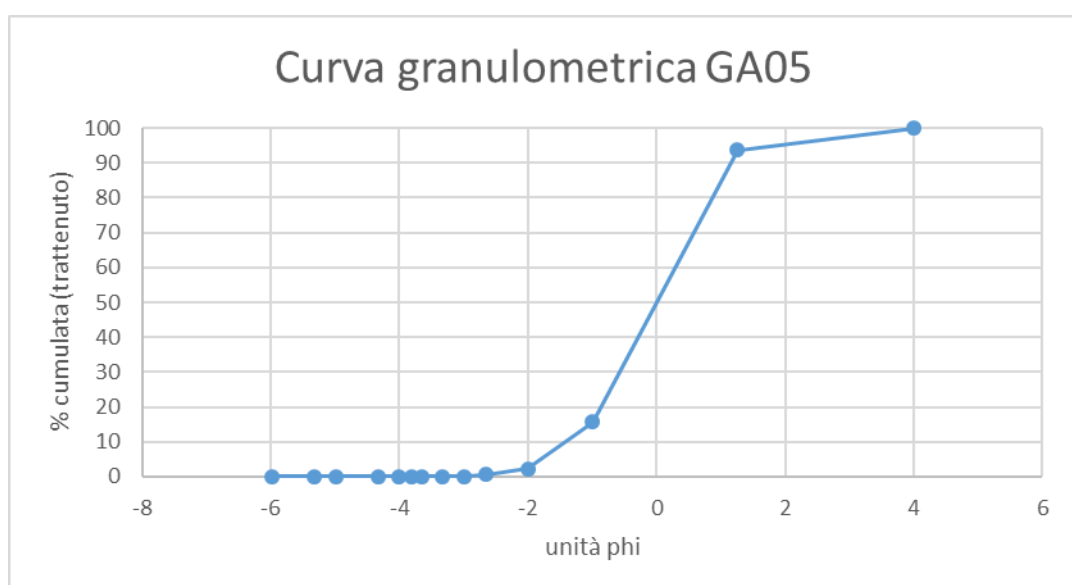
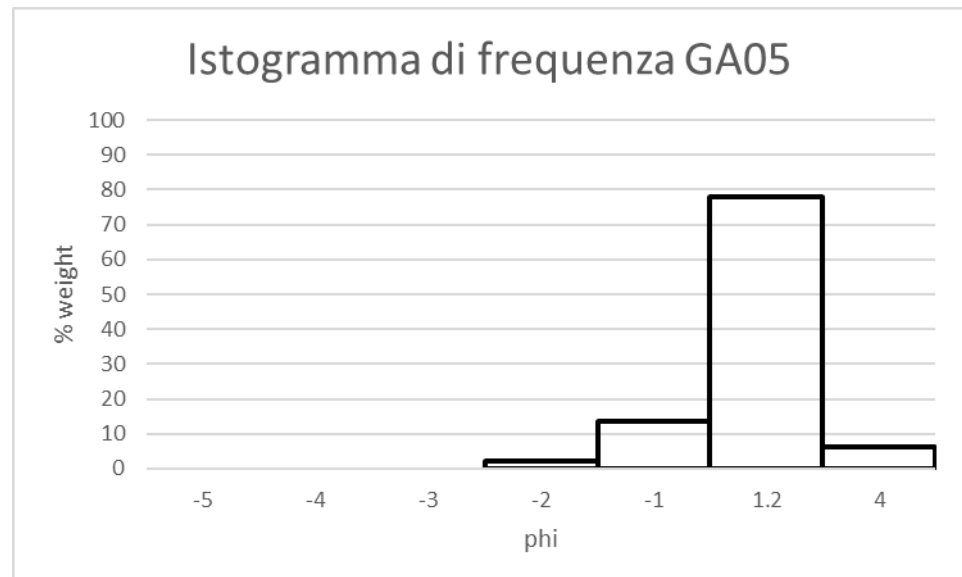
Parametri GA04	
ϕ_5	-2.224656406
ϕ_{16}	-1.413173653
ϕ_{25}	-0.938354958
ϕ_{50}	-0.204485411
ϕ_{75}	0.529384137
ϕ_{84}	0.793577174
ϕ_{95}	1.116479775
U	2.765929641
Mz	-0.274693963
σ_f	1.057920461
Sk1	-0.152358961
Kg	0.932943812



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

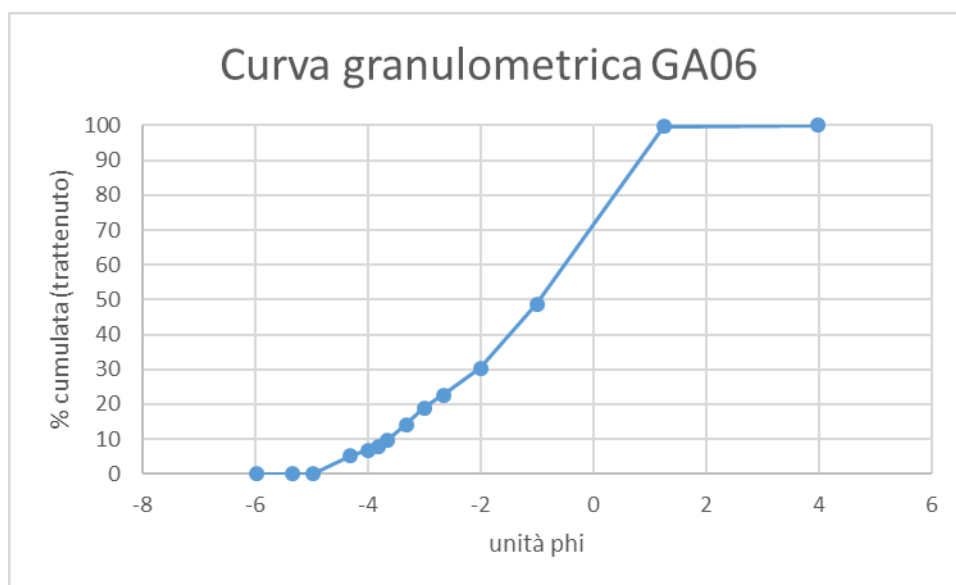
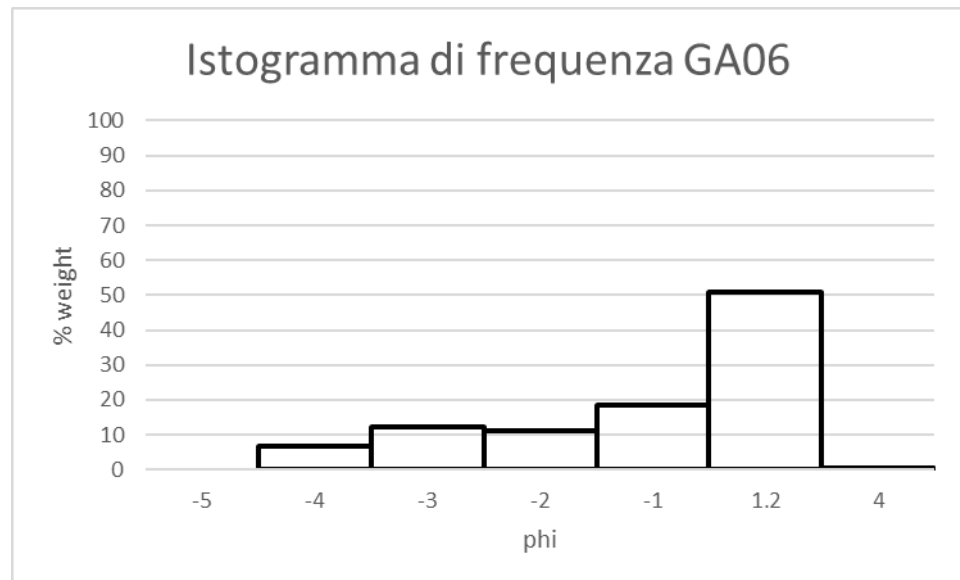
Parametri GA05	
ϕ_5	-1.792592593
ϕ_{16}	-0.991329229
ϕ_{25}	-0.731206104
ϕ_{50}	-0.008641868
ϕ_{75}	0.713922368
ϕ_{84}	0.974045493
ϕ_{95}	1.850410537
U	2.72291472
Mz	-0.008641868
σ_f	1.043313852
Sk1	0.010307661
Kg	1.033149715



Campione GA06

Diametro	Setaccio	Passante	Trattenuto	Trattenuto
mm	mesh	% cumulata		frazione %
31.5	1.1/4	100	0	0
16	5/8	93.1	6.9	6.9
8	5/16	81	19	12.1
4	5	69.7	30.3	11.3
2	10	51.2	48.8	18.5
0.42	40	0.4	99.6	50.8
0.06	230	0	100	0.4

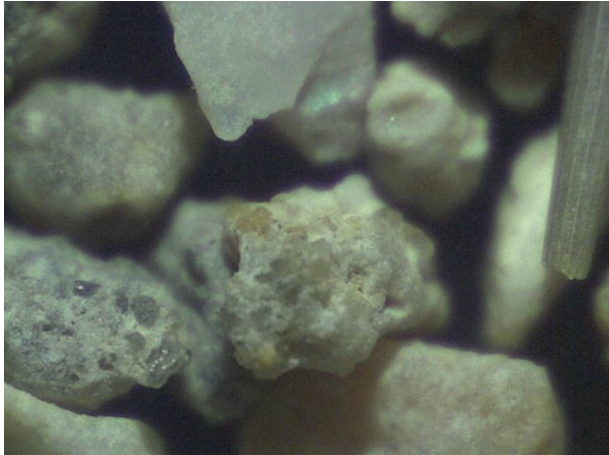
Parametri GA06	
ϕ_5	-4.33481965
ϕ_{16}	-3.201207243
ϕ_{25}	-2.457014745
ϕ_{50}	-0.946813226
ϕ_{75}	0.161244571
ϕ_{84}	0.560145377
ϕ_{95}	1.047690808
U	5.003563647
Mz	-1.195958364
σ_f	1.755870043
Sk1	-0.228804518
Kg	0.842524228



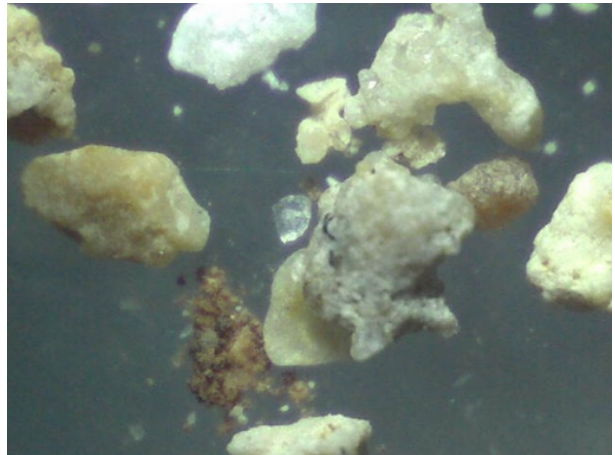
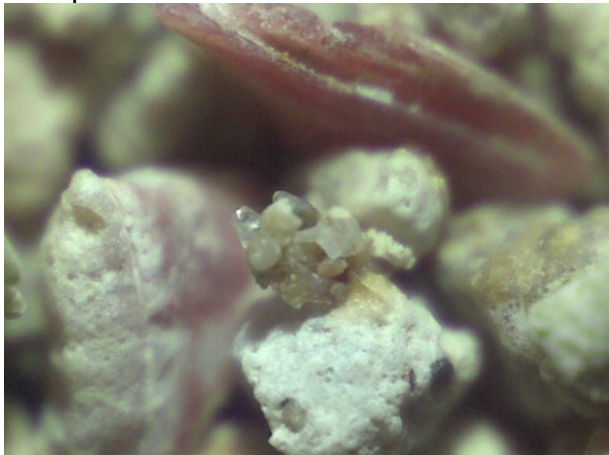
6.2 Osservazioni al microscopio ottico dei campioni:

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.

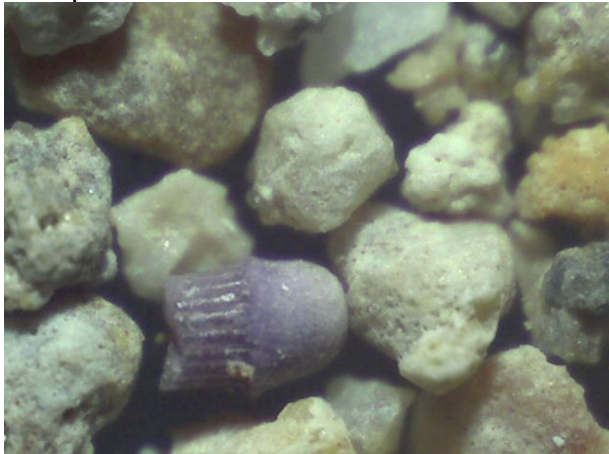
Campione GA01



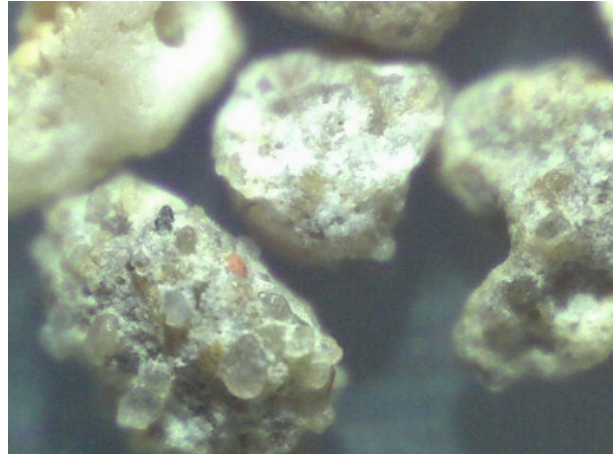
Campione GA02



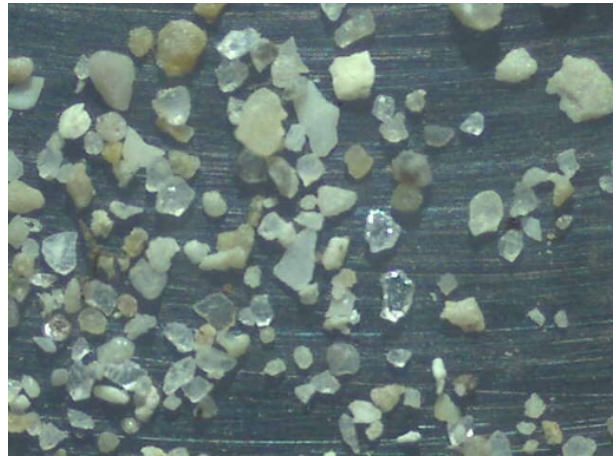
Campione GA03



Campione GA04



Campione GA05



Campione GA06



6.3 Analisi dei dati

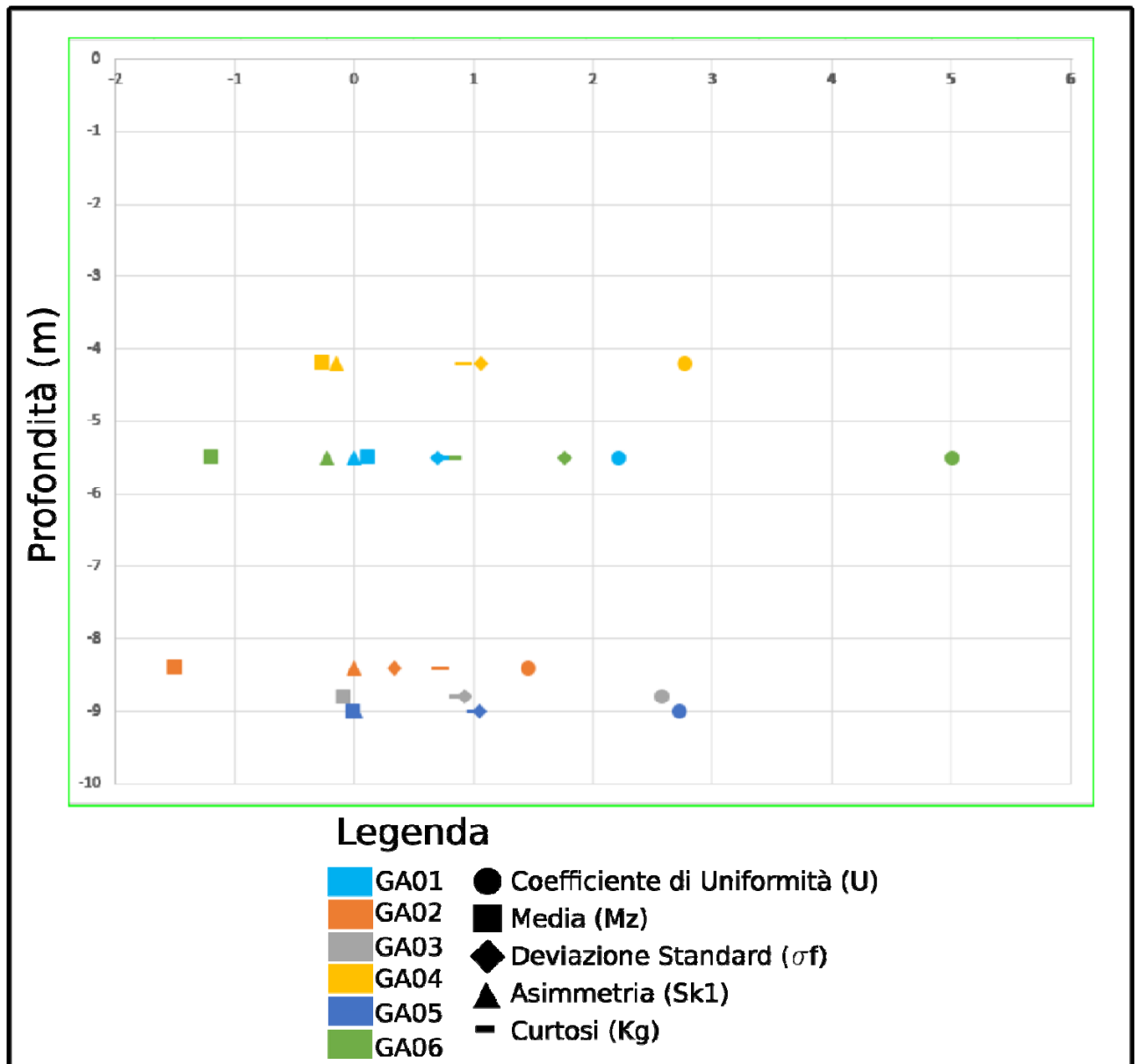
Le sabbie analizzate sono state campionate lungo transetti che vanno da 5 a 10 m di profondità nella zona di *shoreface*. Come precedentemente specificato, i risultati delle analisi granulometriche stati elaborati in modo da ricavare i principali parametri statistici (Media, Asimmetria, Deviazione Standard e Curtosi), le relative curve granulometriche, gli istogrammi di frequenza e successivamente è stata eseguita una analisi al microscopio dei campioni tramite luce riflessa.

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 (eccetto per il campione GA02) e verso l'imbocco del porto. Dato osservabile anche dai valori di asimmetria più negativi di questi campioni rispetto ai campioni posti a maggiore distanza dalla costa. Degno di nota è il campione GA06 che presenta un coefficiente di uniformità uguale a 5 mentre i restanti campioni si attestano nell'intervallo di valori 1-3. Questa differenza è imputabile alla funzione di protezione della diga foranea prossima al campione GA06 in quanto l'opera di difesa determina condizioni di energia del moto ondoso più basse.

Dal punto di vista della cernita i campioni eccetto per il campione GA06 mostrano valori simili, generalmente appartenenti alla classe dei 'ben cerniti'. Probabilmente la poca variazione con l'aumento della profondità può essere collegata alle condizioni di energia dell'ambiente deposizionale generalmente elevate e uniformi e dipendente dall'apporto di continuo materiale dalla costa rocciosa in continua erosione.

I dati osservati sono quindi, in generale, compatibili con la quanto ci si può aspettare in ambiente deposizionale marino di *upper shoreface* per quanto riguarda la distribuzione granulometrica in relazione alla distanza dalla costa.



6.4 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.

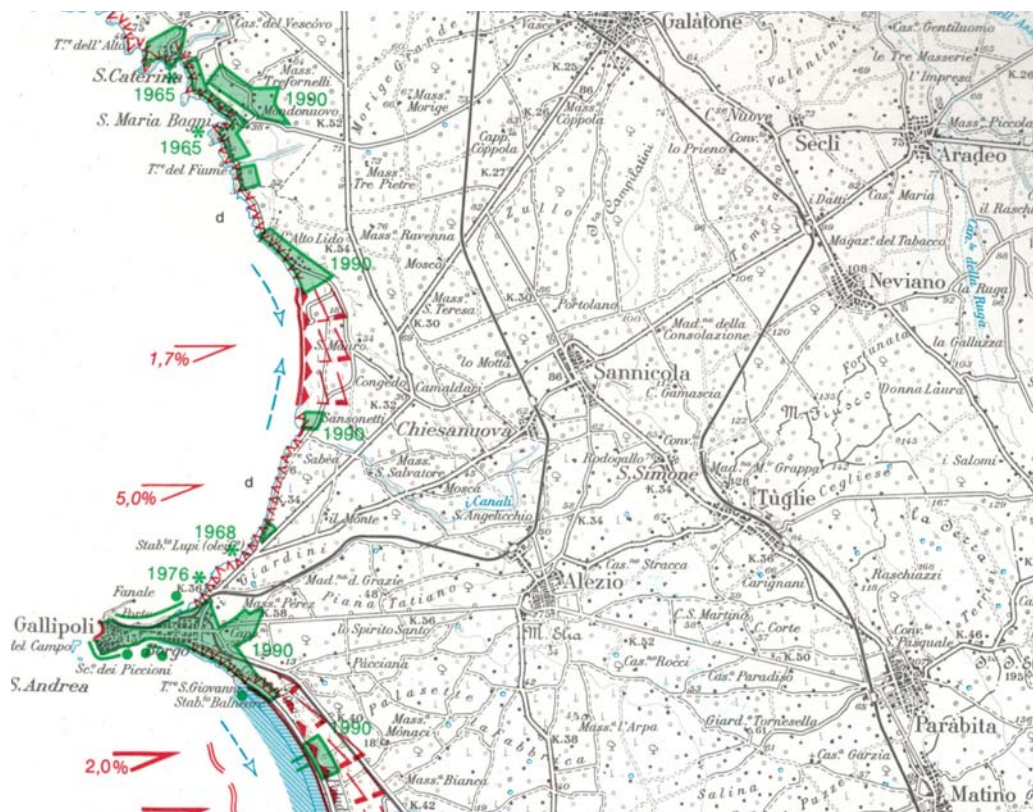
La distribuzione del sedimento lungo costa è molto limitata anche in condizioni meteomarine apparentemente favorevoli. Essa si limita a distribuire lo scarso sedimento di produzione autoctona lungo le coste immediatamente sottese. Non si assiste quindi ad una vera e propria deriva litorale specialmente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

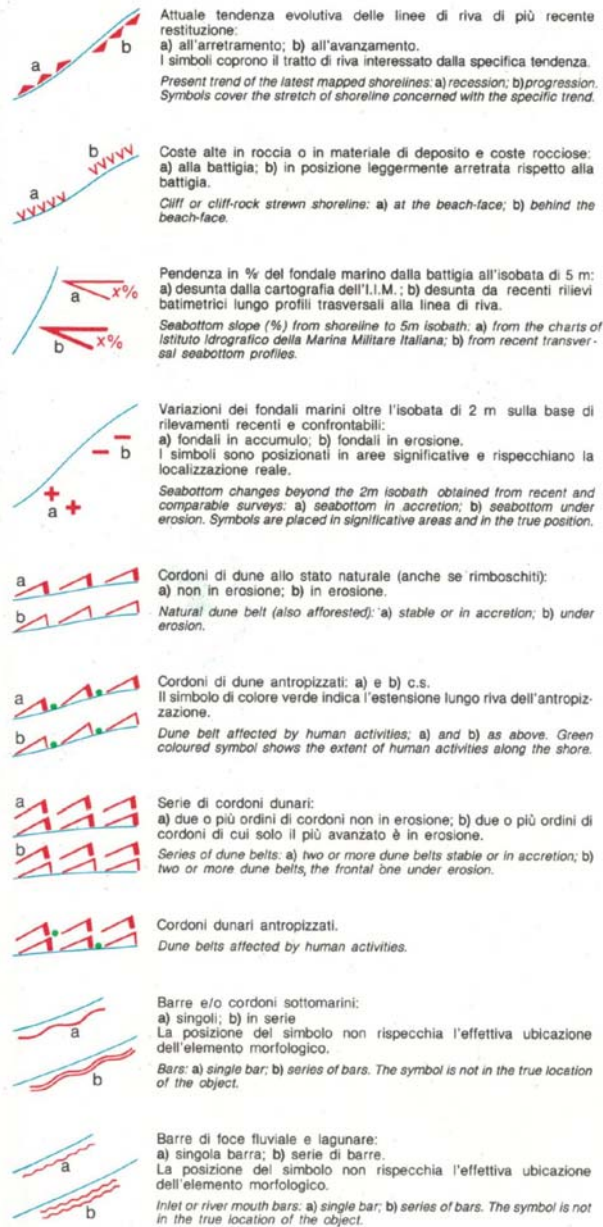
6.5 Traccianti naturali

In questo quadro complesso dal punto di vista della dinamica litorale, assumono particolare importanza alcuni traccianti naturali quali i già citati granati piralspitici.

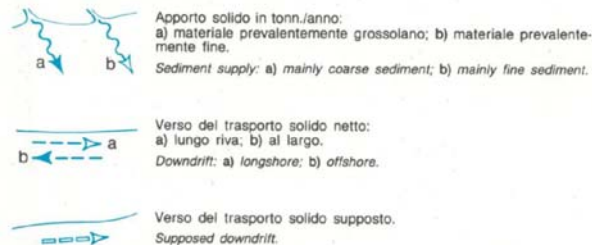
Quei granati sono oggi presenti in livelli intercalati nelle argille della formazione di Gallipoli, estesamente affiorante subito a nord di quella città, lungo le falesie nei pressi dell'ospedale.

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 da Gallipoli verso NO, che distribuisce lungo costa il materiale più fine proveniente dalla distruzione di quelle falesie. Quanto osservato trova conferma in quanto riportato nell'Atlante delle Spiagge (CNR) di cui si riporta uno stralcio.





DINAMICA IDROLOGICA E SEDIMENTARIA
HYDROLOGIC AND SEDIMENTARY DYNAMICS



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

7. INDAGINI GEOFISICHE

7.1 Indagine geofisica a rifrazione e MASW

Sono stati realizzati alcuni rilievi geofisici, nell'area a terra prossima alla zona a mare in cui sarà realizzata la diga foranea, allo scopo di effettuare una modellizzazione dei primi metri del sottosuolo e calcolare la risposta sismica del sito (Vs30). Sono state pertanto eseguite indagini di tipo sismico tomografico a rifrazione orizzontale e verticale e MASW. L'ubicazione dei profili è in basso.



Ubicazione profilo sismico

Cenni sulla teoria del metodo sismico

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da

investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti. Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell. Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore. La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità. Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

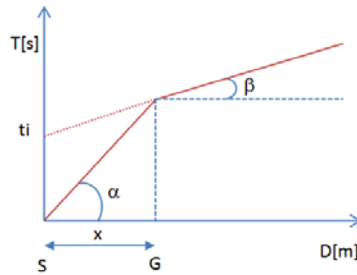
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

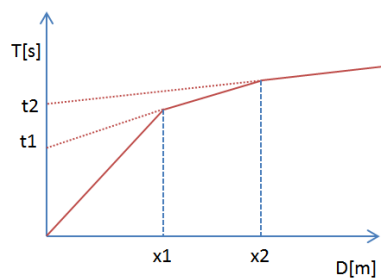
L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si ispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



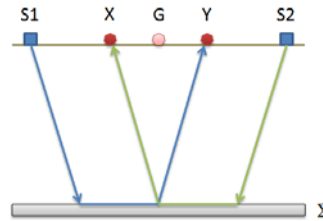
La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione. Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.



Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

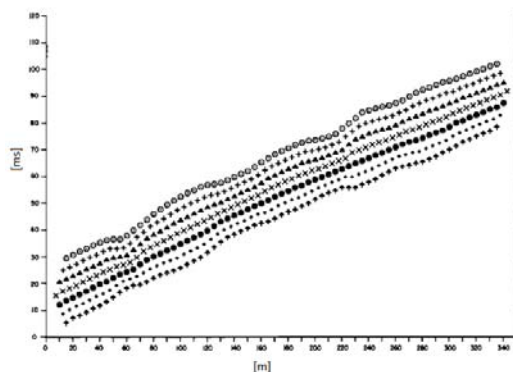
$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980. Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori. Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$

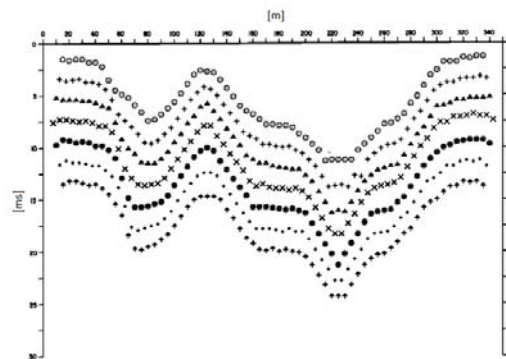


dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il

tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_V è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento. Il calcolo della funzione T_V viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare. Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo. Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h. Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

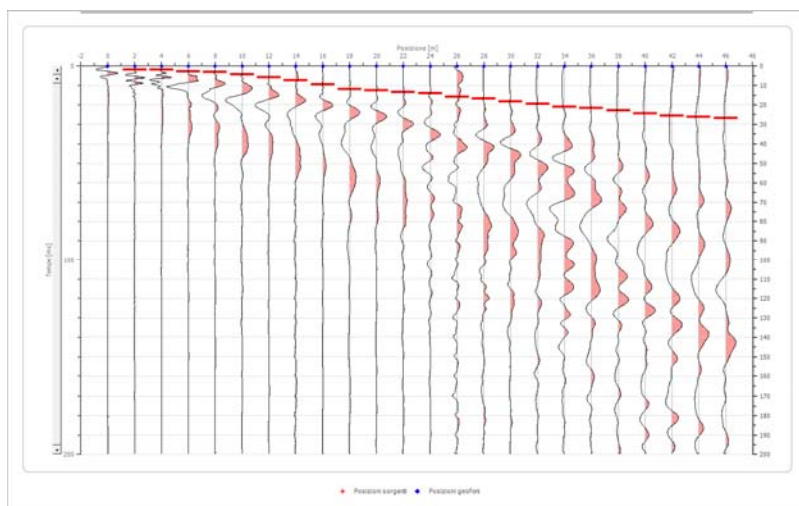
Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.0
2	2.0	0.0
3	4.0	0.0
4	6.0	0.0
5	8.0	0.0
6	10.0	0.0
7	12.0	0.0
8	14.0	0.0
9	16.0	0.0
10	18.0	0.0
11	20.0	0.0
12	22.0	0.0
13	24.0	0.0
14	26.0	0.0
15	28.0	0.0
16	30.0	0.0
17	32.0	0.0
18	34.0	0.0
19	36.0	0.0
20	38.0	0.0
21	40.0	0.0
22	42.0	0.0
23	44.0	0.0
24	46.0	0.0

Dati battute

Battuta 1 Posizione sorgente X 0[m]

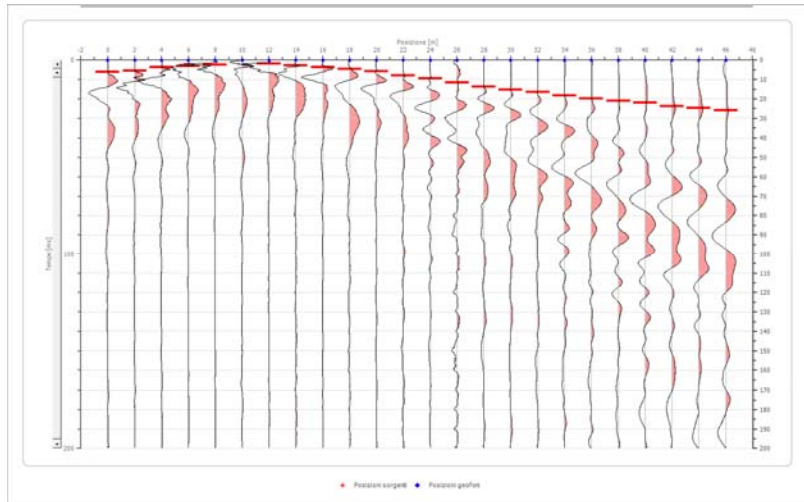
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	0.0000
2.0	1.9084
4.0	1.9084
6.0	2.6718
8.0	3.0534
10.0	4.1985
12.0	5.7252
14.0	7.2519
16.0	9.5420
18.0	11.8321
20.0	12.5954
22.0	13.3588
24.0	14.1221
26.0	16.0305
28.0	16.7939
30.0	18.3206
32.0	19.4656
34.0	20.9924
36.0	21.7557
38.0	22.9008
40.0	24.4275
42.0	25.5725
44.0	26.3359
46.0	26.7176



Battuta 2

Posizione sorgente X 10 [m]

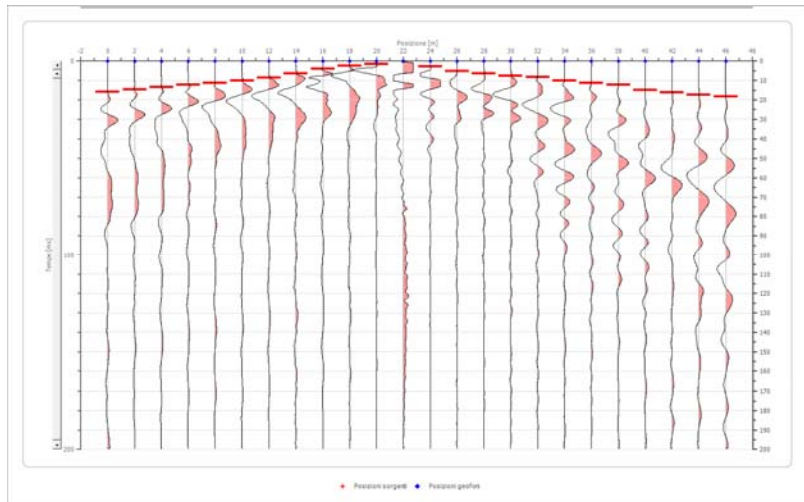
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	6.1069
2.0	5.3435
4.0	3.8168
6.0	3.0534
8.0	2.2901
10.0	0.0000
12.0	1.9084
14.0	2.6718
16.0	3.8168
18.0	4.5802
20.0	5.7252
22.0	8.0153
24.0	9.5420
26.0	11.4504
28.0	13.7405
30.0	15.2672
32.0	16.4122
34.0	18.3206
36.0	19.8473
38.0	20.9924
40.0	22.1374
42.0	23.6641
44.0	24.8092
46.0	25.9542



Battuta 3

Posizione sorgente X 22 [m]

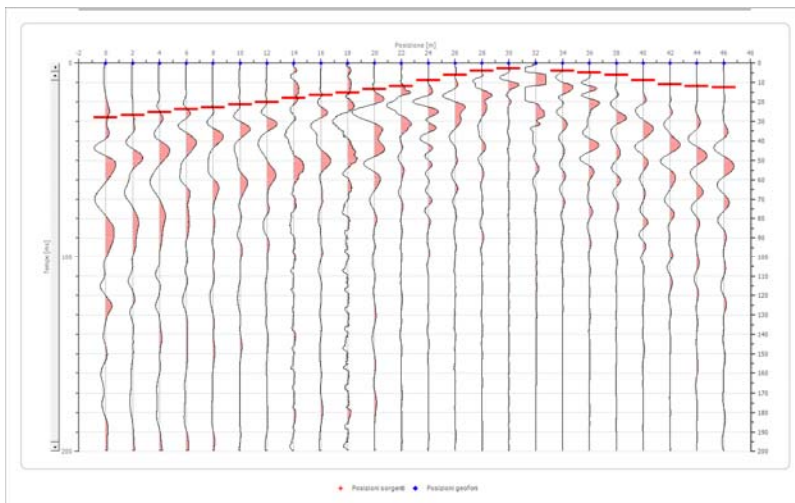
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	15.8779
2.0	14.6565
4.0	13.4351
6.0	12.2137
8.0	11.2977
10.0	10.0763
12.0	8.5496
14.0	6.4122
16.0	3.9695
18.0	2.4427
20.0	1.5267
22.0	0.0000
24.0	2.7481
26.0	5.1908
28.0	6.4122
30.0	7.6336
32.0	8.2443
34.0	10.0763
36.0	11.2977
38.0	12.2137
40.0	14.9618
42.0	16.1832
44.0	17.4046
46.0	18.3206



Battuta 4

Posizione sorgente X 32 [m]

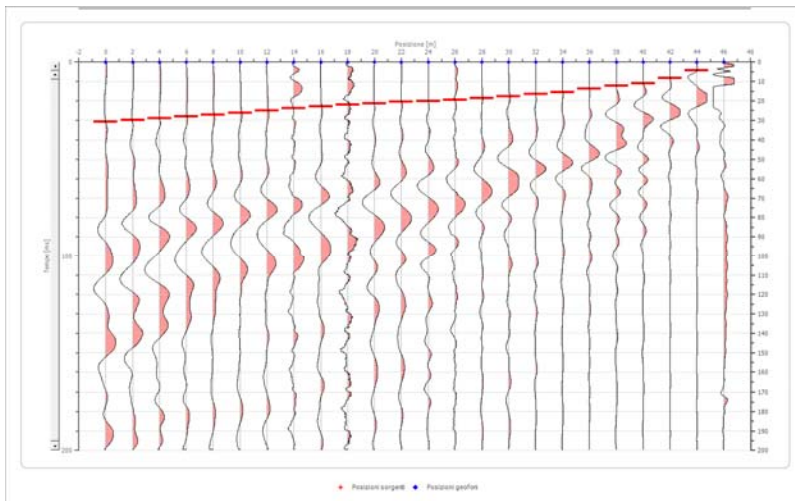
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	28.0916
2.0	26.8702
4.0	25.3435
6.0	23.8168
8.0	22.9008
10.0	21.3740
12.0	20.1527
14.0	18.0153
16.0	16.4885
18.0	15.2672
20.0	13.4351
22.0	11.9084
24.0	8.8550
26.0	6.1069
28.0	3.9695
30.0	2.7481
32.0	0.0000
34.0	3.9695
36.0	4.8855
38.0	6.1069
40.0	8.8550
42.0	10.9924
44.0	11.9084
46.0	12.5191



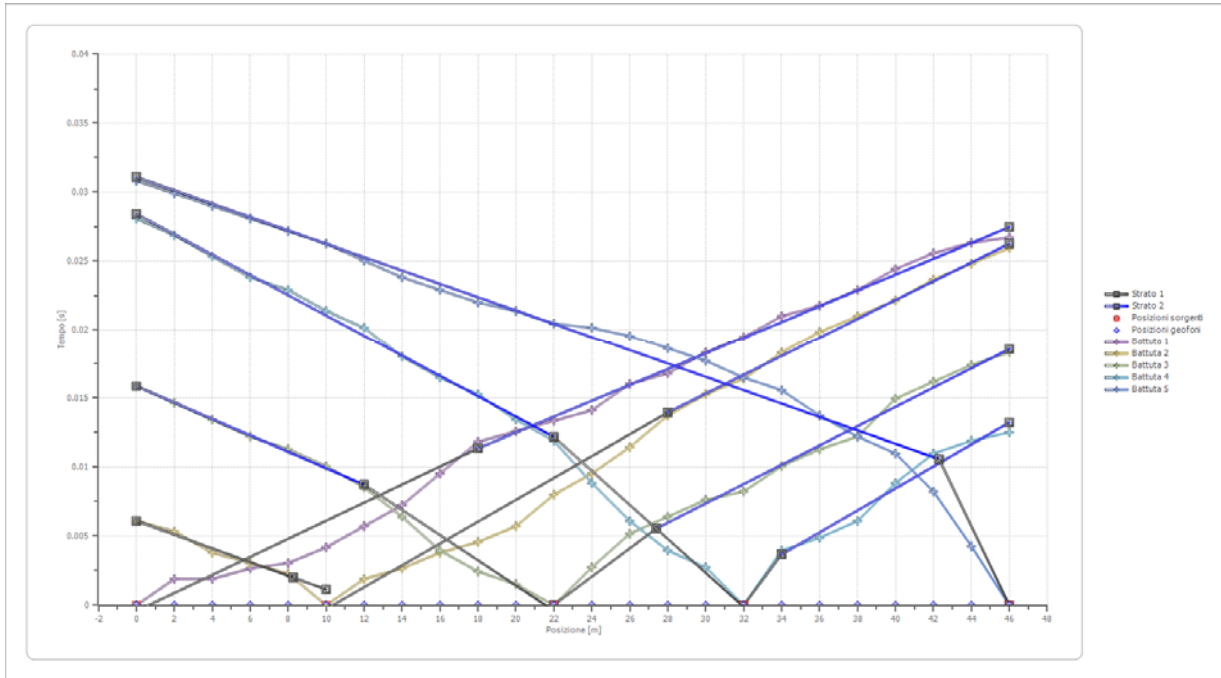
Battuta 5

Posizione sorgente X 46 [m]

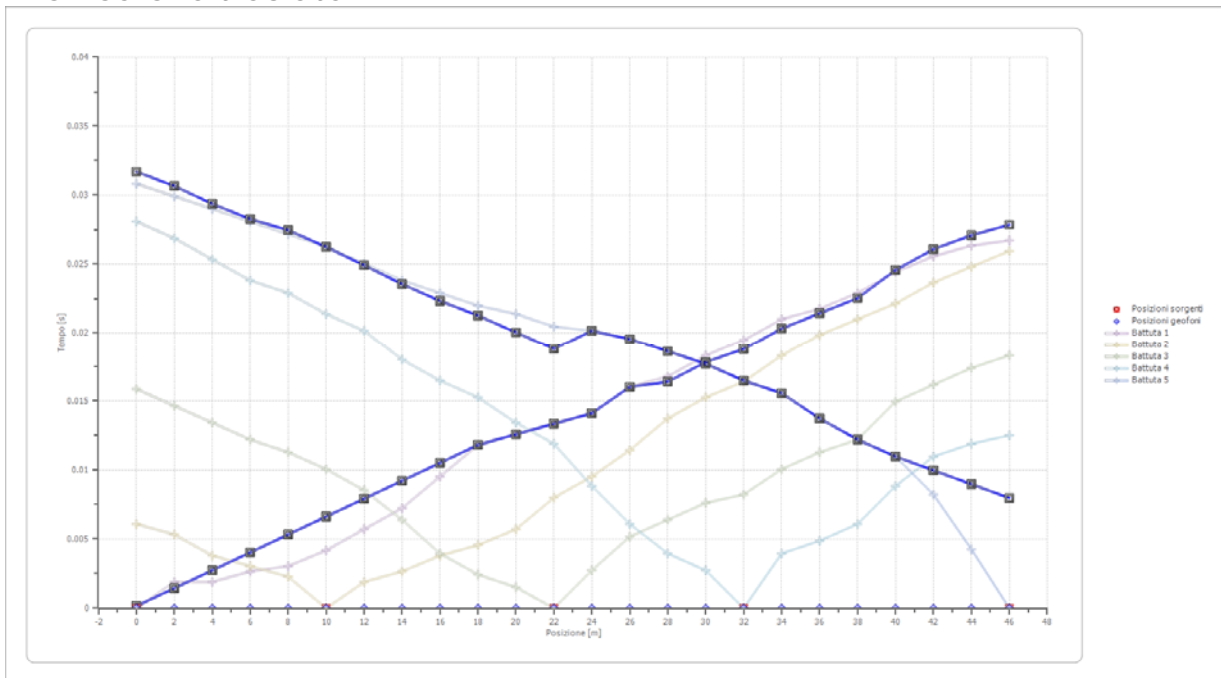
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	30.8397
2.0	29.9237
4.0	29.0076
6.0	28.0916
8.0	27.1756
10.0	26.2595
12.0	25.0382
14.0	23.8168
16.0	22.9008
18.0	21.9847
20.0	21.3740
22.0	20.4580
24.0	20.1527
26.0	19.5420
28.0	18.6260
30.0	17.7099
32.0	16.4885
34.0	15.5725
36.0	13.7405
38.0	12.2137
40.0	10.9924
42.0	8.2443
44.0	4.2748
46.0	0.0000



Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	1.4	6.7
G= 2.0 [m]	1.6	7.0
G= 4.0 [m]	1.6	7.0
G= 6.0 [m]	1.7	7.1
G= 8.0 [m]	2.0	7.8
G= 10.0 [m]	2.0	4.2
G= 12.0 [m]	2.0	2.0
G= 14.0 [m]	2.0	2.0
G= 16.0 [m]	2.0	2.0
G= 18.0 [m]	2.1	2.1
G= 20.0 [m]	1.9	1.9
G= 22.0 [m]	1.6	2.3
G= 24.0 [m]	2.8	3.1
G= 26.0 [m]	3.6	4.6
G= 28.0 [m]	3.3	3.3
G= 30.0 [m]	3.6	3.6
G= 32.0 [m]	3.4	3.4
G= 34.0 [m]	3.8	3.8
G= 36.0 [m]	3.4	3.4
G= 38.0 [m]	3.1	3.1
G= 40.0 [m]	3.6	3.6
G= 42.0 [m]	3.9	3.9
G= 44.0 [m]	3.9	3.9
G= 46.0 [m]	3.8	3.8
Velocità [m/sec]	986.7	1843.5
Descrizione	Terreno veg.	Calcareniti alterate

Altri parametri geotecnici

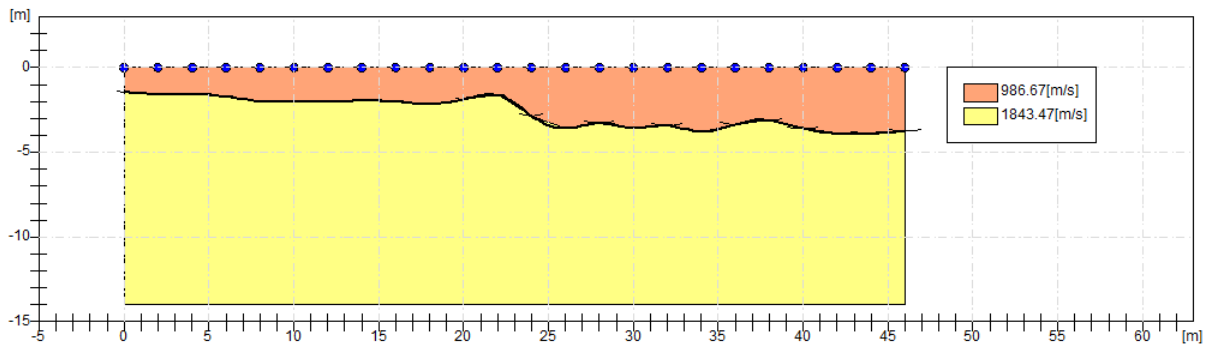
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.40	0.35
Densità [kg/m ³]	1751.29	1908.87
Vp [m/s]	660.60	1039.62
Vs [m/s]	269.69	499.42
G0 [MPa]	130.92	448.95
Ed [Mpa]	785.50	1945.44
M0 [MPa]	654.59	1496.49
Ey [Mpa]	366.57	1212.16

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



E' stata inoltre valutata la Vs30 con il metodo MASW.

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei

comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

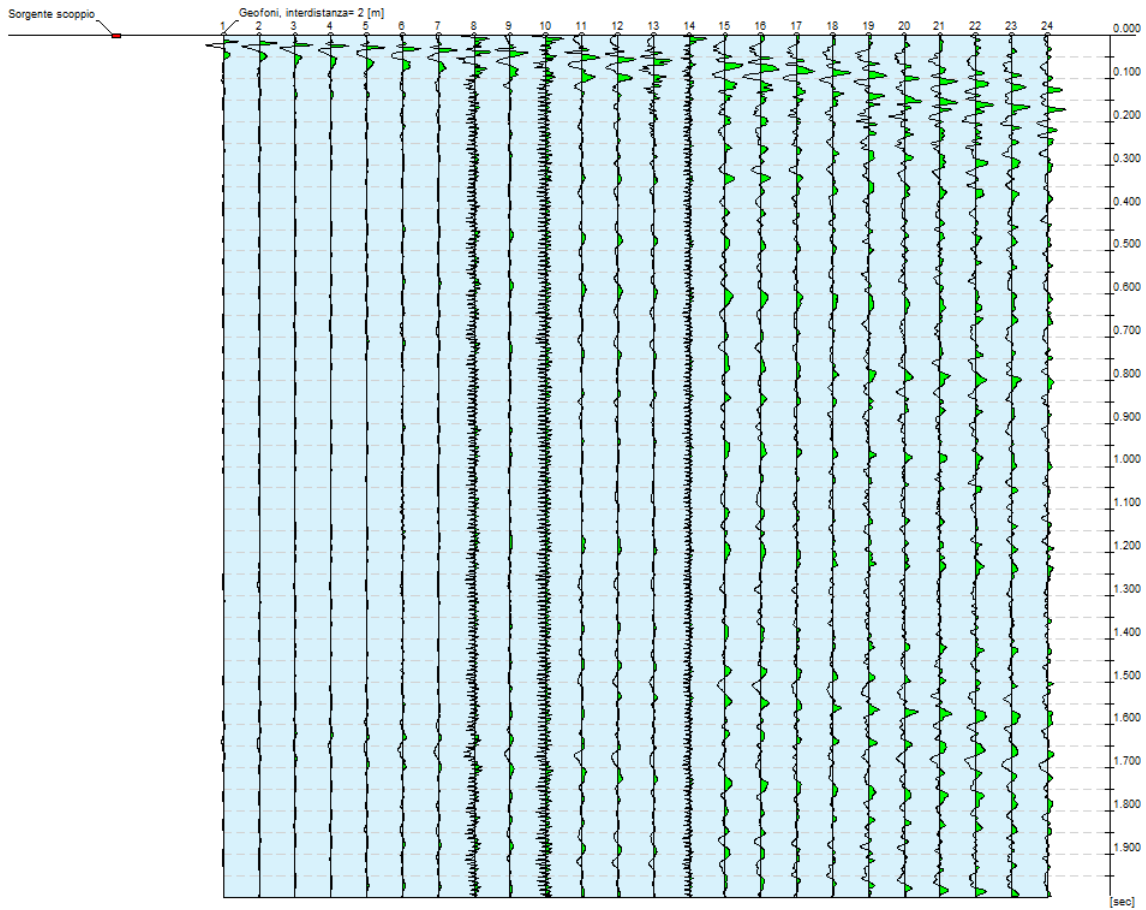
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

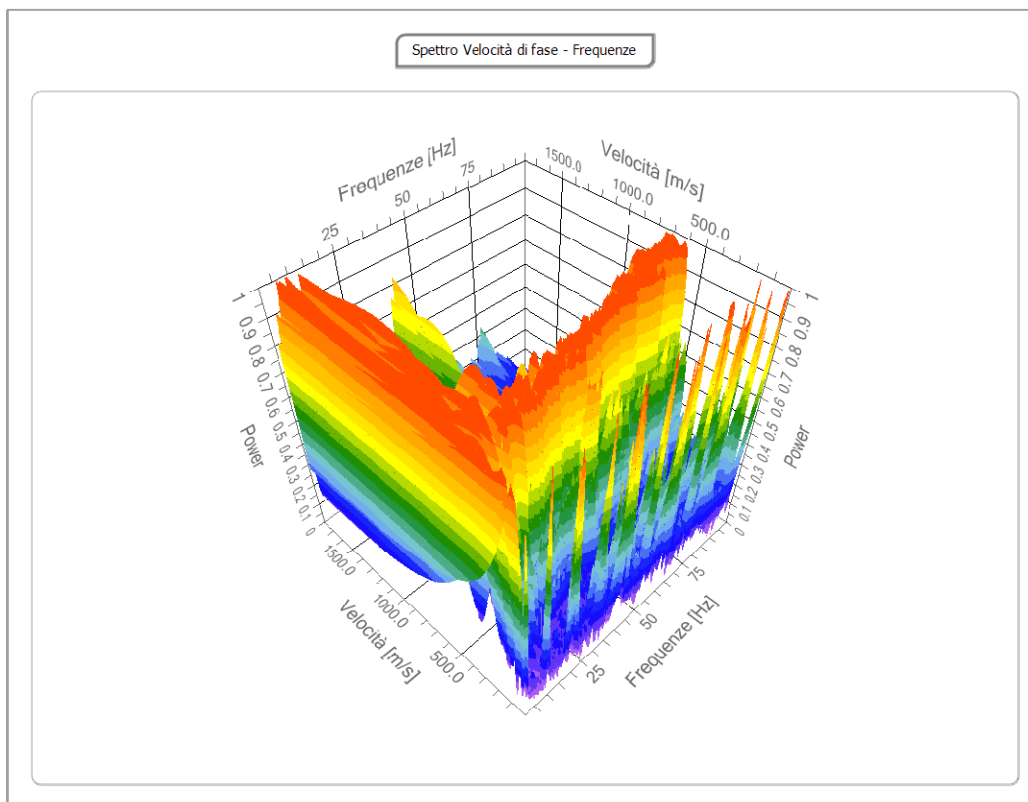
Tracce

N. tracce 24
Durata acquisizione [msec] 2000.0
Interdistanza geofoni [m] 2.0
Periodo di campionamento [msec] 1.00



Analisi spettrale

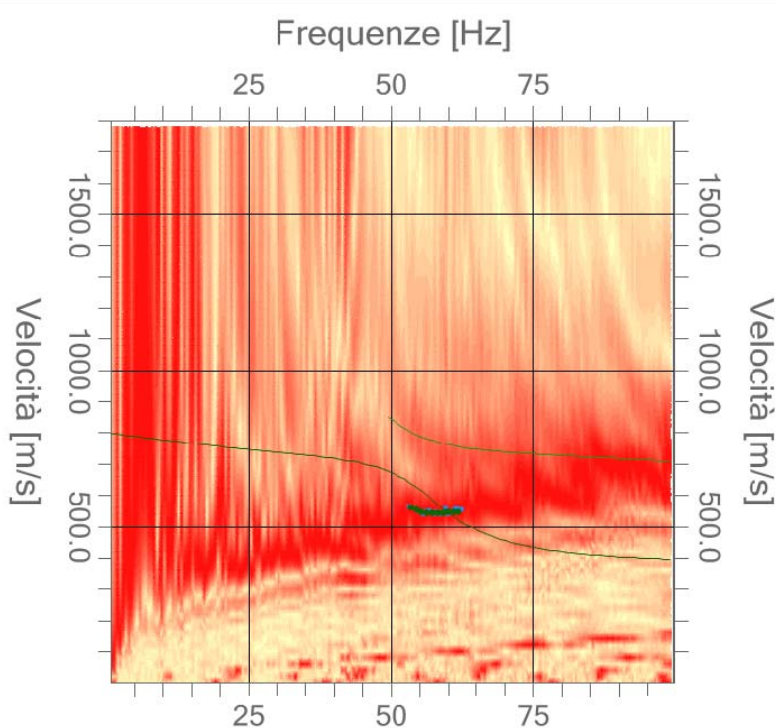
Frequenza minima di elaborazione [Hz] 1
Frequenza massima di elaborazione [Hz] 100
Velocità minima di elaborazione [m/sec] 1
Velocità massima di elaborazione [m/sec] 1800
Intervallo velocità [m/sec] 1



Spettro Velocità di fase - Frequenze

Curva di dispersione

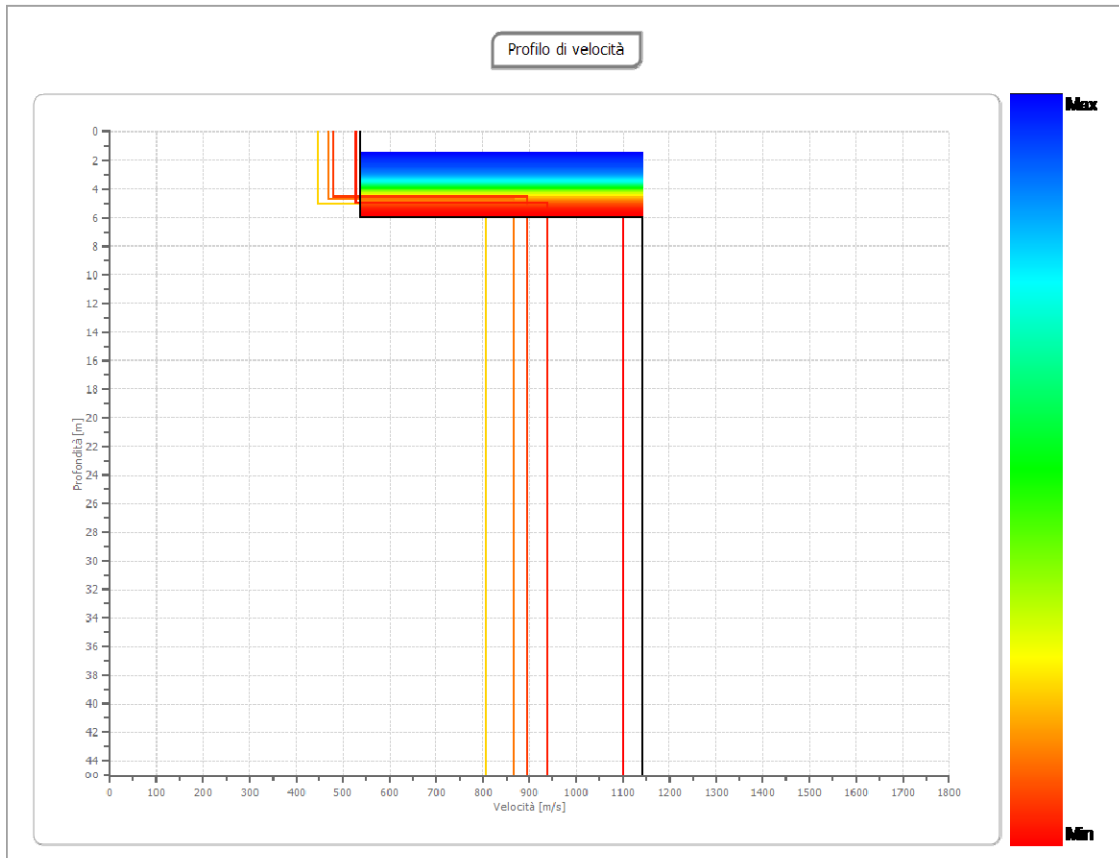
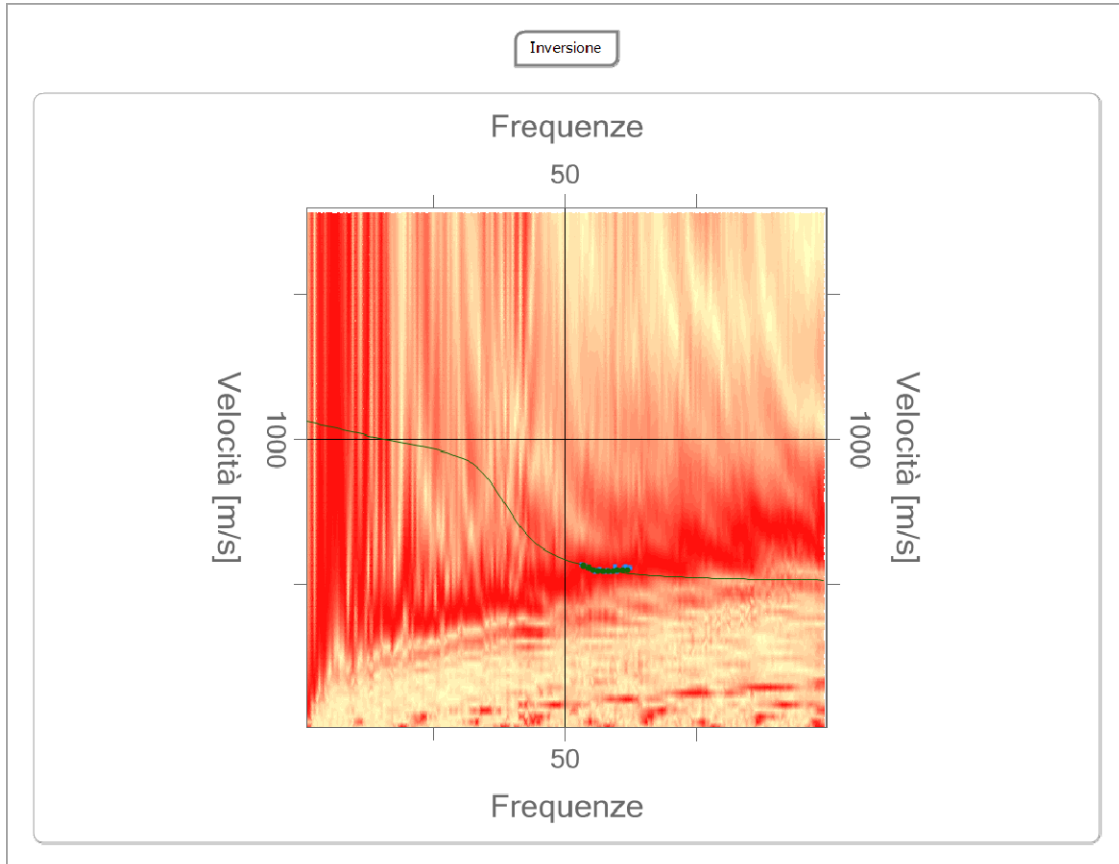
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	53.6	560.8
2	54.5	551.4
3	55.4	545.6
4	56.3	542.7
5	57.3	542.1
6	58.2	542.6
7	59.1	543.7
8	60.0	545.0
9	61.0	546.4
10	61.9	547.6



Inversione

Percentuale di errore 0.016%

Fattore di disadattamento della soluzione 0.013



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=5.96 m)	537.08
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

7.2 Indagine geoelettrica

È stata condotta un'indagine geofisica di tipo elettrico allo scopo di effettuare una modellizzazione dei primi metri del sottosuolo al fine di individuare la presenza di cavità, variazioni litologiche e/o idriche.



Fig. 3. Foto aerea, localizzazione delle tracce.

La scelta del metodo geofisico più idoneo per la prospezione del sottosuolo dipende da diversi fattori; principalmente bisogna tener conto delle caratteristiche geologiche, della profondità di investigazione che si vuole raggiungere, della

risoluzione che si vuole ottenere, della morfologia, della presenza o meno di acqua nel primo metro di profondità e delle caratteristiche fisiche del target. Il metodo geoelettrico consente di caratterizzare il sottosuolo attraverso la determinazione delle proprietà elettriche e ottenere informazioni per la ricostruzione del modello del sottosuolo individuando anomalie stratigrafiche e/o tettoniche (cavità, faglie, fratture, materiale da riporto ecc..) o zone maggiormente conduttive per la presenza di acquiferi. Le suddette indagini si basano sul parametro (ρ_a), ovvero la resistività apparente che dipende principalmente dalla composizione mineralogica, dalla granulometria e dal contenuto d'acqua della roccia.

Per l'area in esame è stata realizzata un'indagine geoelettrica 2D (ERT- Electrical Resistivity Tomography) mediante il metodo della resistività.

7.2.1. Metodo della resistività

Lo scopo di questo metodo è quello di stimare la distribuzione del parametro resistività nel sottosuolo. È noto che la resistività dipende da vari parametri, principalmente la porosità, il contenuto in acqua delle rocce, la salinità dell'acqua, la temperatura, la granulometria, la composizione mineralogica; variazioni nella distribuzione di resistività, quindi, stanno ad indicare variazioni nelle caratteristiche fisico-chimiche del terreno. Tra i metodi elettrici quello più utilizzato è il metodo della resistività che è stato utilizzato nella indagine in questione.

Il metodo della resistività consiste nell'immettere corrente continua nota (I) attraverso due elettrodi, detti "di corrente", posizionati sulla superficie del terreno (generalmente denominati A e B), e nel misurare la differenza di potenziale (V) prodotta dal passaggio di corrente tra altri due elettrodi, detti "di potenziale" (generalmente denominati M e N). I quattro elettrodi di acciaio inossidabile, sono conficcati nel terreno: i primi due sono collegati ad un generatore di corrente, gli altri due ad un circuito provvisto di voltmetro per la misura della V .

Supponendo che il sottosuolo sia omogeneo, isotropo ed uniforme, si può calcolare la resistività a partire dai valori di corrente immessa e di tensione misurata. Dato che il sottosuolo che noi indaghiamo non rientra in questa approssimazione poiché in natura molto difficilmente si verificano tali condizioni, ciò che misuriamo è la resistività apparente che è definita attraverso la seguente relazione:

$$\rho_a = K \frac{V}{I}$$

dove K (fattore geometrico) dipende solo dalla disposizione geometrica degli elettrodi ed è, in generale, espresso dalla relazione:

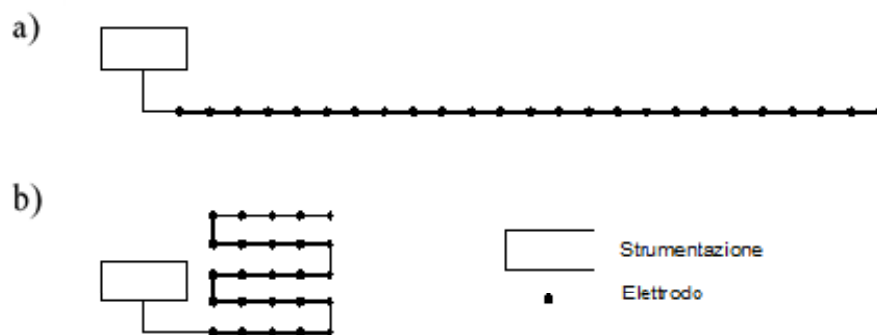
$$K = 2\pi / (AM^{-1} - AN^{-1} - BM^{-1} + BN^{-1}) \quad \text{Astier (1971)}$$

Tale fattore geometrico assume specifiche espressioni al variare delle disposizioni elettrodiche adoperate nel rilievo geoelettrico. Le varie configurazioni differiscono solo per la posizione degli elettrodi. Per i dispositivi di Schlumberger e di Wenner, il suddetto coefficiente è dato rispettivamente da:

$$K_S = \pi(AM \cdot \frac{AN}{MN})$$

$$K_W = 2\pi MN$$

Negli ultimi decenni è stata sviluppata una nuova tecnica di indagine in cui le misure di resistività sono fatte usando un sistema costituito da un gran numero di elettrodi. Questa tecnica multielettrodica è nota con il nome di tomografia elettrica (ERT) e risulta particolarmente adatta per investigazioni in aree di interesse geologico, idrogeologico, ambientale ed archeologico. La tomografia elettrica può essere bidimensionale o tridimensionale, a seconda che la zona di interesse sia una sezione piana verticale del sottosuolo o un intero volume di terreno. Nel primo caso gli elettrodi saranno disposti sul terreno generalmente allineati ed equispaziati, mentre nel secondo caso saranno disposti sempre sulla superficie del terreno, ma sui nodi di una griglia quadrata.



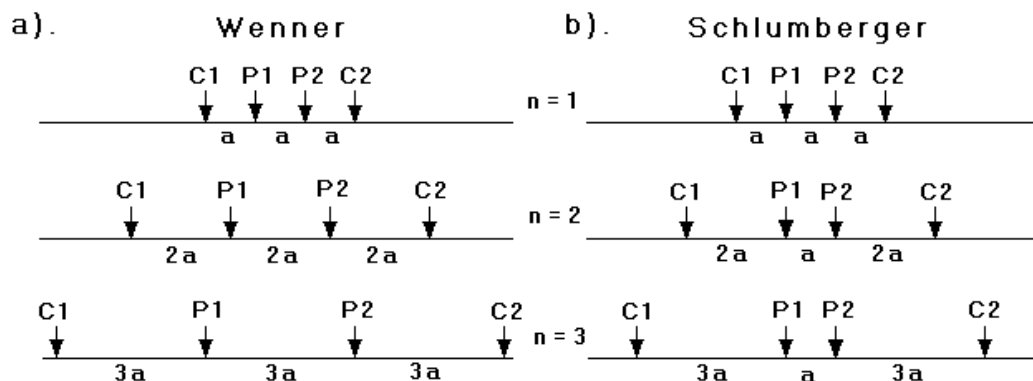
Disposizione degli elettrodi sul terreno per indagini geoelettriche multielettrodiche 2D (a) e 3D (b).

La resistività apparente misurata può essere rappresentata in una sezione verticale che mostra le sue variazioni spaziali. I valori di resistività apparente misurati dipendono dalla distribuzione di resistività nel sottosuolo, ma anche dalla particolare geometria degli elettrodi.

Per ottenere un possibile modello della distribuzione reale del sottosuolo è necessario eseguire poi un'inversione dei dati di resistività apparente misurati e questo, dal punto di vista fisico-matematico, significa la risoluzione di un problema inverso (Menke,1989).

7.2.2. Configurazioni elettrodiche

Le configurazioni elettrodiche (*array*) da utilizzare sono varie e dipendono molto dal contesto geologico e dagli obiettivi dell'indagine. Gli *array* più utilizzati sono il Dipolo-Dipolo, il Wenner e il Wenner-Schlumberger. In questo caso è stata utilizzata la configurazione di Wenner-Schlumberger (WS) perché permette di evidenziare sia variazioni di resistività apparente verticali che variazioni laterali e permette in spazi limitati di raggiungere profondità superiori rispetto al semplice Wenner, circa il 15% in più.



Step usati dalle configurazioni elettrodiche (a) Wenner e dal (b) Wenner-Schlumberger per aumentare la profondità d'investigazione.

Il valore della resistività apparente per il WS è dato dalla seguente equazione:

$$\rho = \pi n(n+1) a^2 R$$

Dove:

R= resistenza misurata

a= spaziatura tra gli elettrodi P1 e P2 (M e N)

n= rapporto della distanza tra C1-P1 (AM) e P1-P2 (MN)

La spaziatura tra gli elettrodi di potenziale rimane costante e pari ad a mentre la spaziatura tra gli elettrodi di corrente aumento secondo multipli interi di a . Il valore di n , in questo caso è dato dal rapporto tra la distanza degli elettrodi A-M (o N-B) e la spaziatura tra gli elettrodi di potenziali M-N. Quando n è maggiore del valore 2, l'*array* diventa effettivamente quello di Schlumberger. Effettivamente si tratta di

una combinazione dell'array Wenner e dell'array Schlumberger adattati per un arrangiamento degli elettrodi allineati ed equamente distanziati.

7.2.3. Strumentazione e software utilizzati

La strumentazione utilizzata è costituita da un georesistivimetro Syscal R1 Switch composto da:

- 2 batterie Tx e Rx per l'invio di corrente e l'alimentazione dello strumento
- Un trasformatore che consente uscite di corrente a voltaggio variabile
- Un sistema automatico di registrazione dati
- 48 elettrodi in acciaio inox connessi mediante cavi elettrici per l'invio di corrente e di misura dei potenziali

I tempi di acquisizione per ogni singola misura di resistività possono variare da 250ms a 1000ms.

I software specifici utilizzati nell'indagine geoelettrica consistono in:

- Electre II (IRIS Instruments) per la definizione della configurazione elettrodica e per la definizione dei livelli di indagine
- Prosys II (IRIS Instruments) per la lettura, organizzazione e prelievo dei dati misurati dal georesistivimetro
- RES2DINV (Geotomo software) per la creazione delle pseudosezioni di resistività apparente e la definizione di un modello d'inversione della resistività.

7.2.4. Acquisizione profili geoelettrici

La scelta dell'arrangiamento elettrodico è stata ottimizzata in modo da ricoprire l'area a terra in prossimità della diga foranea in progetto di realizzazione. Ogni profilo geoelettrico è stato acquisito utilizzando una distanza interelettrodica di 1m e utilizzando 24 elettrodi in acciaio coprendo così una distanza di 23m per un numero di 4 profili (fig. 3).

Si è proceduto all'acquisizione dati secondo una sequenza di misura prestabilita che prevede, per ogni configurazione quadripolare, l'immissione di corrente nel terreno, la misura della differenza di potenziale ed il calcolo della resistività apparente. Ogni misura è stata eseguita in corrente diretta ed inversa per annullare gli effetti dei

potenziali spontanei/indotti ed è stata ripetuta per diverse iterazioni, calcolando la resistività apparente e la deviazione standard che ne definisce l'accuratezza.



Fig. 4: Foto dello strumento utilizzato e della configurazione elettrodoica, vista da Ovest.

7.2.5. Elaborazione dati

I dati acquisiti rappresentano una matrice di valori di resistività del terreno (definita pseudosezione); essa fornisce un'idea qualitativa della distribuzione delle resistività reali del sottosuolo e consente di verificare la coerenza dei dati acquisiti.

In questa fase, prima di procedere all'inversione dei dati stessi, è possibile evidenziare ed eliminare anomalie locali determinate da valori troppo alti o troppo bassi rispetto ai valori limitrofi. La pseudosezione di resistività apparente è generalmente ricostruita mediante la tecnica del *contouring*; nel caso in esame le pseudosezioni, o sezioni di iso-resistività, sono state ottenute mediante il software RES2DINV suddividendo gli spessori di terreno in blocchi rettangolari con posizione e dimensioni regolari definite in modo automatico dal programma.

Successivamente si passa alla fase d'inversione tomografica che consiste nell'elaborazione iterativa della pseudosezione e nella definizione di un modello di resistività del terreno (sezione tomografica) per il quale i valori calcolati si avvicinano a quelli misurati ottenendo così una *Inverse Model Resistivity Section* (fig. 4). Per l'inversione di tutti i dati sperimentali non si è andati oltre alla terza iterazione, in quanto l'errore quadratico medio percentuale (RMS) tra i valori di

resistività apparente calcolati e misurati, diminuisce con l'aumentare delle iterazioni stesse, fino ad assestarsi su un valore non significativamente riducibile, nonostante se ne aumenti il numero (Olayinka et alii., 2000). La tecnica di inversione utilizzata è quella definita *Least-Squares Inversion* e basata sui lavori di De Groot-Hedlin e Constable 1990, Loke e Barker 1996.

In modo visualizzare i valori di resistività in maniera tale da poter confrontare le varie tracce misurate, si è scelto di utilizzare una scala di colori divisa per range di resistività uguali per tutte e quattro le tracce.

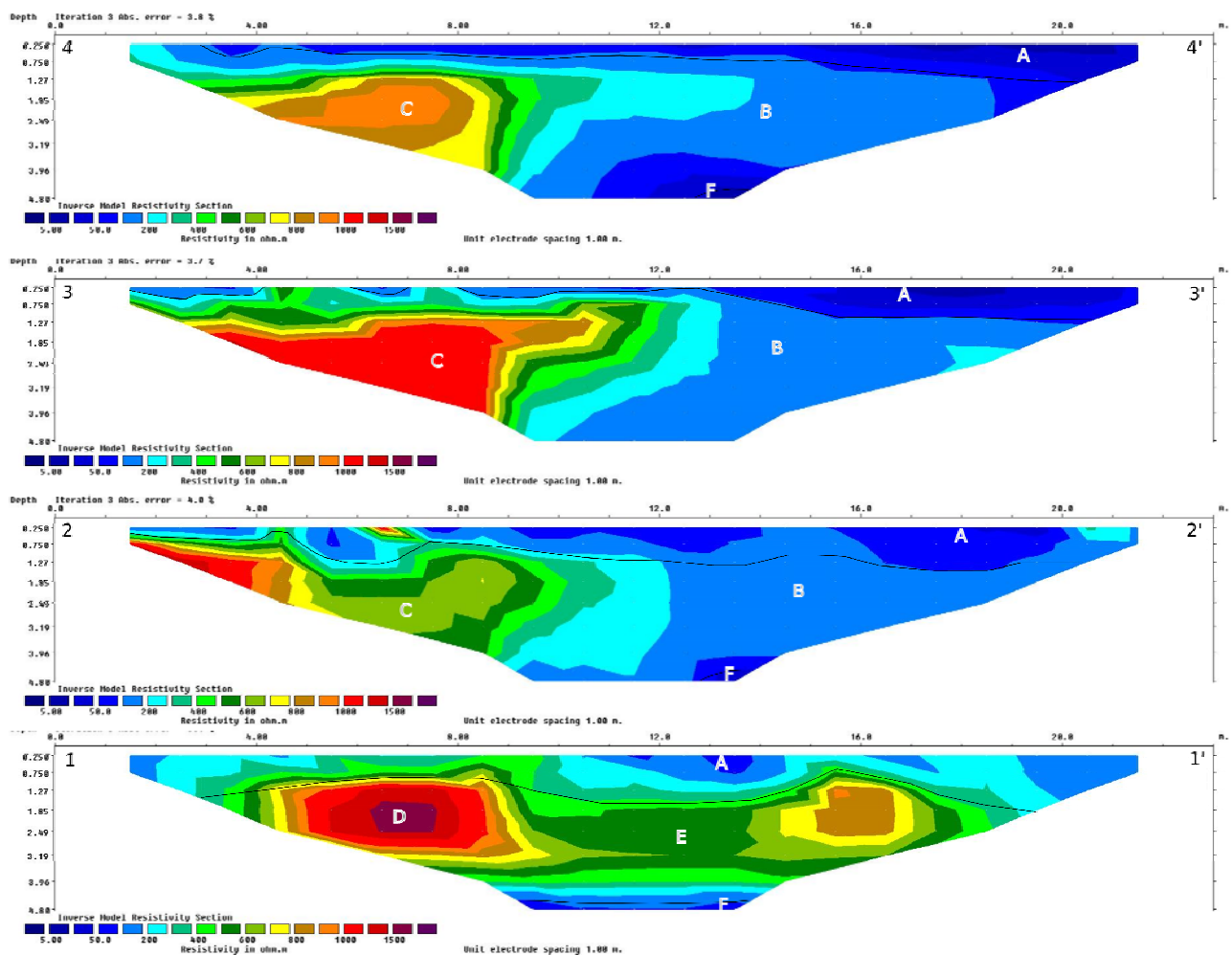


Fig. 4: Sezione tomografica profili 1-1', 2-2', 3-3', 4-4'.

7.2.6. Interpretazione dei dati

L'interpretazione dei sondaggi elettrici è avvenuta in due fasi.

Nella prima fase sono stati individuati i differenti strati elettroresistenti, valutandone l'intervallo di resistività e gli spessori relativi. Nella seconda fase sono stati identificati gli elettrostrati in termini geologici.

Il modello di distribuzione della resistività del sottosuolo, ottenuto con il dispositivo elettrodico Wenner-Schlumberger, ha messo in evidenza la presenza di almeno tre elettrostrati (fig 4).

In particolare si distinguono sulla sezione:

-Un elettrostrato (A) poco resistivo (minore di 100 Ohm·m) associabile a suolo di copertura e porzioni di roccia che permeate dagli ioni salini dovuti allo spray marino. Lo spessore di questo elettrostrato è variabile (da 30 cm a 70 cm).

- Un elettrostrato (B+C+D+E) caratterizzato da valori di resistività che variano da 200 Ohm·m a 1500 Ohm·m. Si tratta biocalcarenti che passano verso il basso a sabbie limose e limi argillosi. Il marker D sta ad indicare la presenza di una possibile cavità. Mentre i marker C ed E indicano aree della porzione sabbiosa più asciutte rispetto a quelle laterali che risentono della presenza della falda superficiale e/o aree fortemente fratturate.

-Un elettrostrato (F) caratterizzato da valori di resistività minori di 50 Ohm·m associabili alla zona di miscelazione tra acqua dolce e acqua salata con un aumento quindi in cloruri che aumenterebbero la conducibilità.

Si consiglia di porre cautela nelle aree segnalate con le lettere D e C in quanto è possibile la presenza di cavità al di sotto del p.c.

7.3 Indagini elettromagnetiche (G.P.R.)

È stata condotta un'indagine geofisica di tipo elettromagnetico (G.P.R.) finalizzata all'identificazione di eventuali cavità, discontinuità e/o sottoservizi al di sotto del piano campagna nell'area perimetrata dall'Adb ad Alta e Media pericolosità geomorfologica.

Sono stati realizzati profili radar con ubicazione e modalità determinate in base alle problematiche logistiche e tecniche del sito e in base agli obiettivi su esposti.

Come è noto, le indagini G.P.R. sono le più idonee all'identificazione di ipogei e/o cavità nel sottosuolo nei primi metri e, le indagini in oggetto, hanno mostrato una discreta profondità di indagine di circa cinque metri.



Fig.5 - Localizzazione profili GPR (foto Google Earth).

7.3.1. Principi del metodo elettromagnetico impulsivo (G.P.R.)

L'indagine effettuata tramite metodologia GPR (Ground Penetrating Radar), è una tecnica diagnostica geofisica non distruttiva che consente l'identificazione di discontinuità presenti nel sottosuolo, dovute a strati o a corpi isolati di differente composizione chimico-fisica e quindi con proprietà elettromagnetiche (e.m.) diverse dall'ambiente circostante.

Il radar, nella sua definizione più generale è un'apparecchiatura che permette di rilevare la posizione di un oggetto o di una cavità, dal confronto tra un segnale di riferimento emesso dal trasmettitore e quello riflesso dall'oggetto di cui si deve determinare la posizione. Un breve impulso e.m. (dell'ordine dei ns) ad alta frequenza (da qualche centinaia di MHz ad alcuni GHz) viene immesso nel terreno da un'antenna trasmittente posta sulla sua superficie; l'onda di energia e.m. si propaga verso il basso e, quando incontra una superficie di discontinuità nelle proprietà dielettriche, parte di essa viene riflessa verso l'alto e parte trasmessa. L'impulso radar viene poi ricevuto o dalla stessa antenna oppure da un'altra: nel caso di una sola antenna che funziona sia da trasmettente che da ricevente il

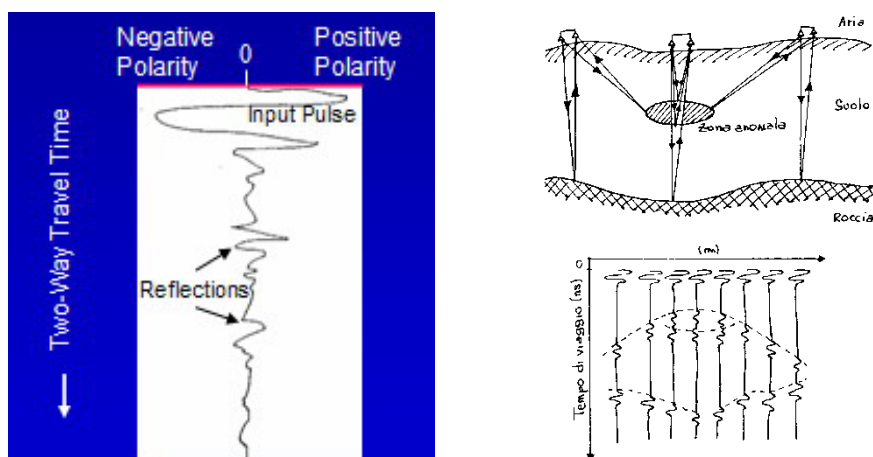
sistema è detto "monostatico", nel caso di due (o più) antenne separate, il sistema è detto "bistatico".

Ogni antenna è caratterizzata da una determinata frequenza di centro banda. La scelta dell'antenna da utilizzare in una prospezione dipende dagli scopi della prospezione stessa, dalla profondità e dalle dimensioni dei corpi da investigare.

Il segnale, riflesso dalla superficie di discontinuità (riflettori) o diffratto da punti spigolosi o da corpi anomali di dimensioni confrontabili con la lunghezza d'onda della radiazione incidente (diffrattori) captato dall'antenna ricevente e opportunamente amplificato, viene registrato e contemporaneamente visualizzato sul video mediante tracce.

L'insieme delle tracce radar registrate al variare della posizione delle antenne lungo il profilo, costituisce la *sezione radar* in cui in ascissa sono riportate le posizioni delle antenne e in ordinata i tempi di andata e di ritorno degli impulsi e.m. (tempi doppi).

In questo lavoro presenteremo i risultati 2D delle indagini eseguite.



Singola traccia G.P.R. (a sinistra) e a destra in alto riflessione delle onde e.m. in corrispondenza di interfacce geologiche o zone anomale; in basso a destra identificazione degli arrivi corrispondenti (linee a tratteggio) sulla sezione radar.

7.3.2. Metodologia e strumentazione

Le indagini elettromagnetiche sono state eseguite con strumentazione georadar SIR-4000 che utilizza due antenne contemporaneamente, una di 300 MHz e l'altra di 800 MHz montate su apposito carrellino denominato Utility Scan (fig.6).



Fig.6 –Georadar SIR-4000 della GSSI Standard Survey Cart.

La scelta delle frequenze delle antenne è stata dettata dalla necessità di ottenere il migliore compromesso tra una buona risoluzione con un altrettanto buona profondità di investigazione.

Le indagini hanno trattato l'area per individuare eventuali anomalie che potrebbero essere indicative della presenza di cavità al di sotto del sottosuolo. La disposizione dei profili è riportata in 5.

Le indagini sono state eseguite con una prima fase di acquisizione dati sul campo e con un successivo step di elaborazione dei dati al computer. I dati sono stati elaborati con il software Radan7 (GSSI).

Tutti i dati sono stati acquisiti con 512 campioni/traccia e 150 scan/sec ed una finestra di acquisizione dati di 87.25 ns (antenna 300MHz) e 52.25 ns (antenna 800 MHz); gli altri parametri di acquisizione sono stati ottimizzati in loco cercando di ottenere già in fase di acquisizione una buona qualità dei dati. Il segnale elettromagnetico si è propagato discretamente nel sottosuolo permettendo di raggiungere comunque profondità e risoluzione possibili delle antenne utilizzate.

Le elaborazioni prima delle visualizzazioni 2D sono consistite nell'eseguire:

- una **Time Zero Correction** in modo da far coincidere la quota del top della scansione con il piano campagna;
- successivamente si è proceduto a rimuovere il rumore di fondo mediante la funzione **Background Removal**;

- mediante il processo definito **Migration**, è stato possibile accentuare alcuni riflettori posti a profondità maggiori approssimando. La Migration è una tecnica che sposta riflettori molto inclinati, che appaiono come code iperboliche, nella loro posizione reale facendo collassare le diffrazioni iperboliche in un punto e ricalibrando la profondità delle altre riflessioni approssimandole a quella reale.

7.3.3. Risultati

Sono stati eseguiti 9 profili (1-1F,..9-9F) orientati secondo esigenze logistiche e in modo da coprire un'area sufficientemente grande. In Figura 5 è riportata l'area di indagine con le tracce dei profili radar.

Dalle sezioni radar si osserva che le caratteristiche del segnale e le anomalie messe in evidenza sono molto simili per entrambe le antenne utilizzate, l'unica differenza è che la sezione relativa alla 300 MHz come previsto dalla teoria penetra più in profondità mentre la 800 MHz ha un segnale più risolutivo rispetto alla 300 MHz. Le strutture cercate sono ben visibili nei profili ricavati dai dati dell'antenna a 300MHz e saranno i profili utilizzati nell'elaborato.

7.3.4. Sezioni radar più significative relative alle indagini eseguite nell'area

Nelle sezioni radar riportate di seguito (fig.7) si osservano una serie di anomalie sottolineate da cerchi e rettangoli presenti su diversi profili. I cerchi blu sottolineano le anomalie collegate a possibili sottoservizi (fogna, acquedotto ecc.). I cerchi verdi sottolineano le anomalie collegate a possibili cavità, diverse dai sottoservizi. I quadrati neri segnalano aree molto fratturate. In ultimo vengono segnalate due fratture ben visibili nelle sezioni radar.

Nel profilo 9 è segnalata la presenza di una possibile cavità legata al solco di battente molto approfondito presente al di sotto del p.c. molto prossimo alla sezione.

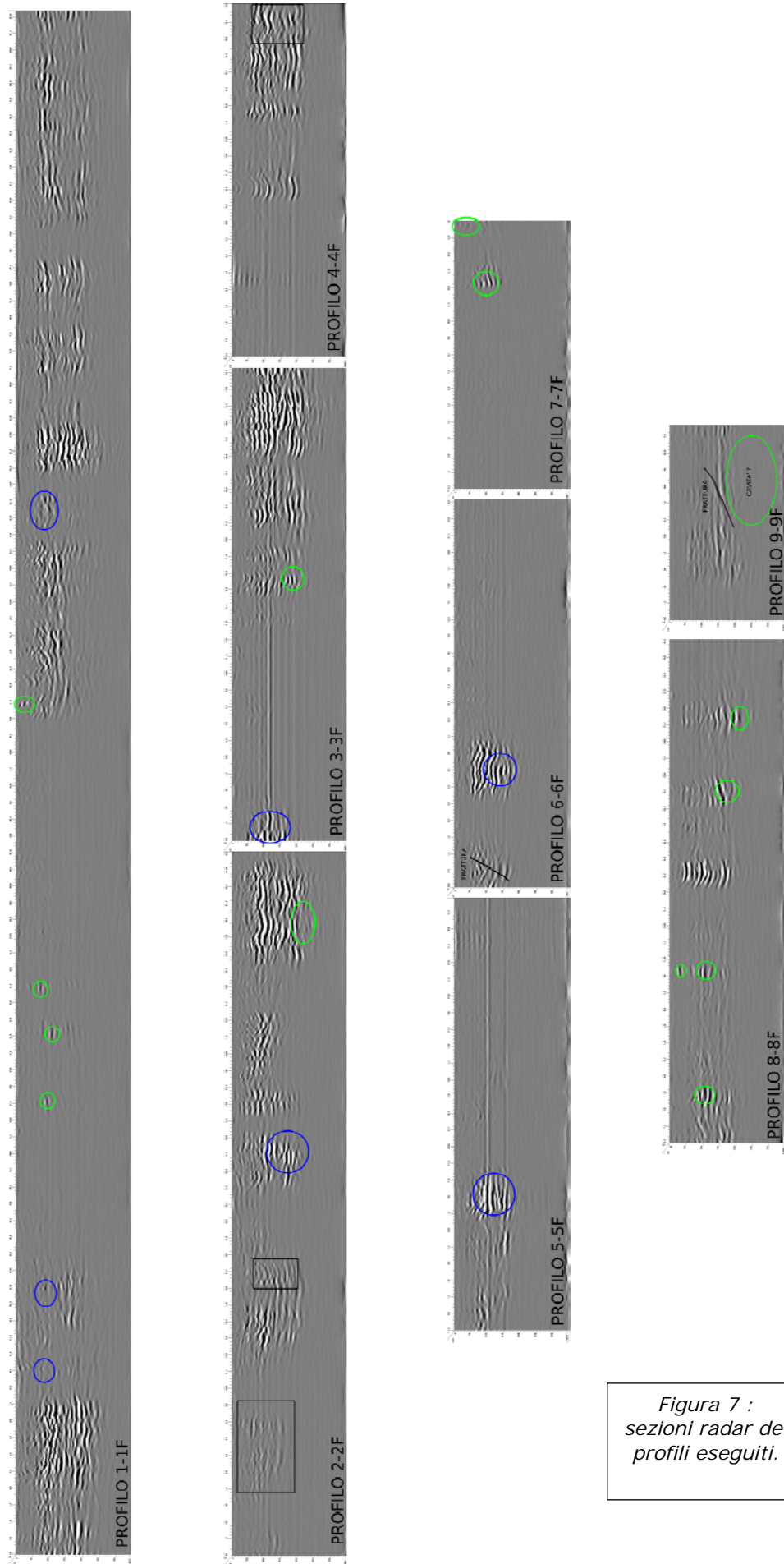


Figura 7 :
sezioni radar dei
profili eseguiti.

8. STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

8.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso: nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Una volta ottenuti V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

8.2 Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata. Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU). Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima

del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

tato limite di esercizio: operatività	SLO	P_{VR} = 81%
Stato limite di esercizio: danno	SLD	P_{VR} = 63%
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	P_{VR} = 10%
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	P_{VR} = 5%

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'**Allegato A** delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è **$V_R = 50$ anni**, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

8.3 Definizione della pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale. Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica". Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101,

140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{V_R} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 8), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_O, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1, 2}$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_O, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

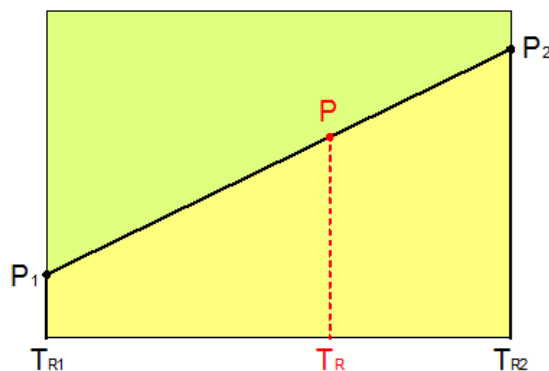


Figura 8 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 9

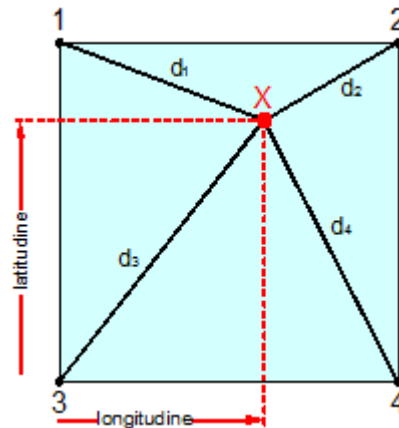


Figura 9 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza. La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

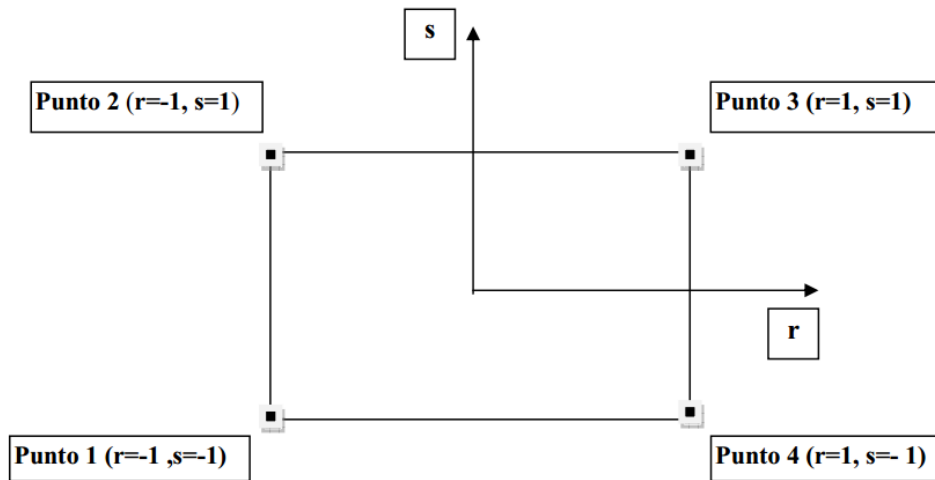


Figura 10 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

8.4 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

8.4.1. Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale K_H e verticale K_V dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

8.5 Pericolosità sismica di base



Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40,0681114 [°]

Longitudine (WGS84): 18,0021973 [°]

Latitudine (ED50): 40,0690994 [°]

Longitudine (ED50): 18,0029736 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	36144	40,093960	17,999240	2782,67
2	36145	40,091300	18,064440	5782,92
3	36367	40,041380	18,060900	5814,28
4	36366	40,044040	17,995750	2853,42

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento.

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,370	0,162
SLD	50	0,021	2,356	0,233
	72	0,026	2,314	0,294
	101	0,030	2,358	0,332
	140	0,034	2,418	0,359
	201	0,039	2,451	0,405
SLV	475	0,053	2,496	0,522
SLC	975	0,066	2,615	0,552
	2475	0,086	2,760	0,588

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,383	0,161
SLD	50	0,021	2,374	0,226
	72	0,025	2,310	0,286
	101	0,030	2,340	0,323
	140	0,034	2,404	0,349
	201	0,039	2,467	0,378
SLV	475	0,054	2,446	0,515
SLC	975	0,069	2,543	0,548
	2475	0,091	2,662	0,586

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,382	0,162
SLD	50	0,021	2,367	0,228
	72	0,026	2,323	0,287
	101	0,030	2,351	0,324
	140	0,035	2,421	0,349
	201	0,039	2,485	0,379
SLV	475	0,055	2,461	0,512
SLC	975	0,070	2,549	0,546
	2475	0,093	2,674	0,580

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,367	0,162
SLD	50	0,022	2,348	0,235
	72	0,026	2,322	0,294
	101	0,031	2,366	0,333
	140	0,035	2,431	0,359
	201	0,039	2,463	0,406
SLV	475	0,054	2,509	0,519
SLC	975	0,067	2,619	0,550
	2475	0,087	2,758	0,586

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,016	2,373	0,162
SLD	50	0,021	2,358	0,232
SLV	475	0,054	2,486	0,518
SLC	975	0,068	2,594	0,550

8.6 Pericolosità sismica di sito

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

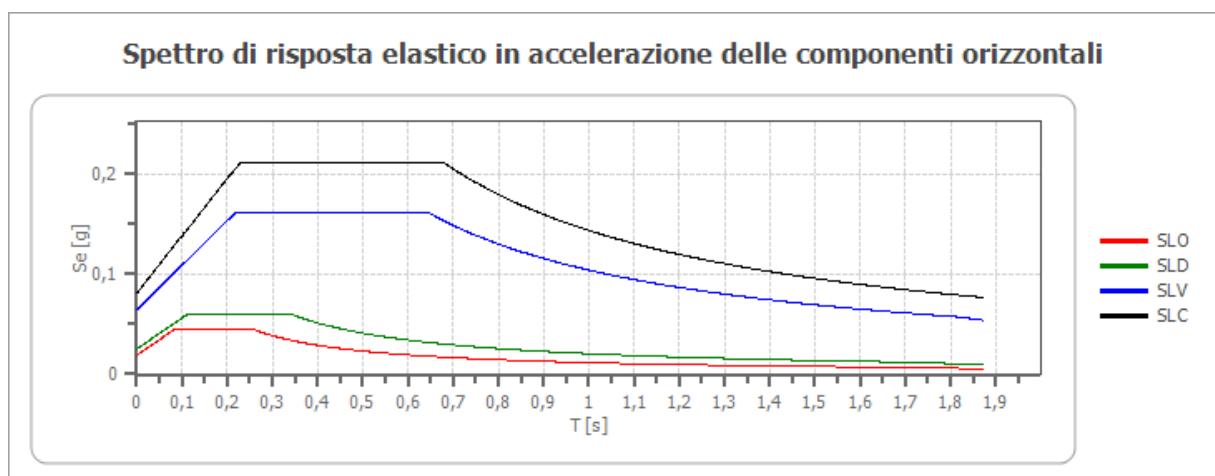
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,004	0,005	0,013	0,016
0,002	0,003	0,006	0,008	
amax [m/s ²]	0,187	0,250	0,632	0,796
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

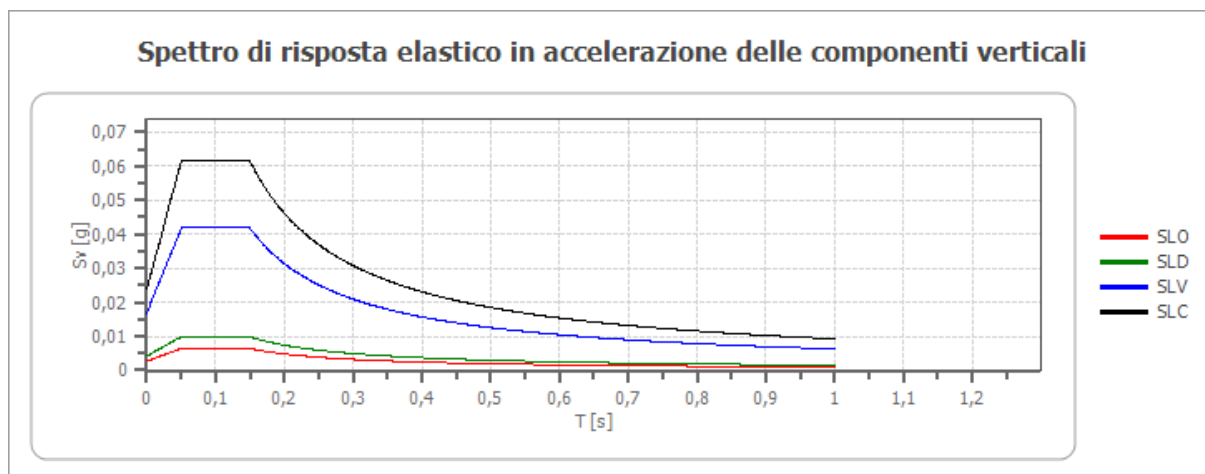


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,016	2,373	0,162	1,200	1,580	1,000	1,200	1,000	0,085	0,256	1,663	0,019	0,045
SLD	1,0	0,021	2,358	0,232	1,200	1,470	1,000	1,200	1,000	0,114	0,341	1,685	0,025	0,060
SLV	1,0	0,054	2,486	0,518	1,200	1,250	1,000	1,200	1,000	0,216	0,648	1,815	0,064	0,160
SLC	1,0	0,068	2,594	0,550	1,200	1,240	1,000	1,200	1,000	0,227	0,682	1,870	0,081	0,210

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000



	cu	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]	Ss[-]	Cc[-]	St[-]	S [-]	η [-]	TB[s]	TC[s]	TD[s]	Se(0)[g]	Se(TB)[g]
SLO	1,0	0,016	2,373	0,162	1	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,006
SLD	1,0	0,021	2,358	0,232	1	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,010
SLV	1,0	0,054	2,486	0,518	1	1,250	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,042
SLC	1,0	0,068	2,594	0,550	1	1,240	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,024	0,062

Spettro di progetto

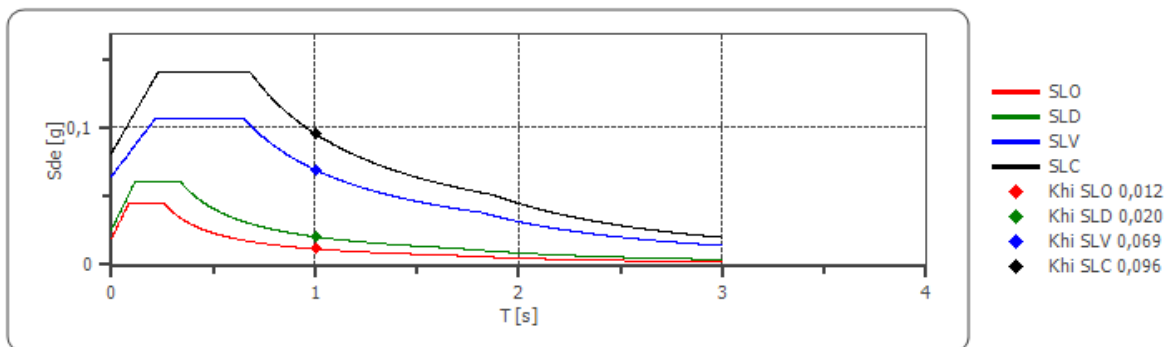
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

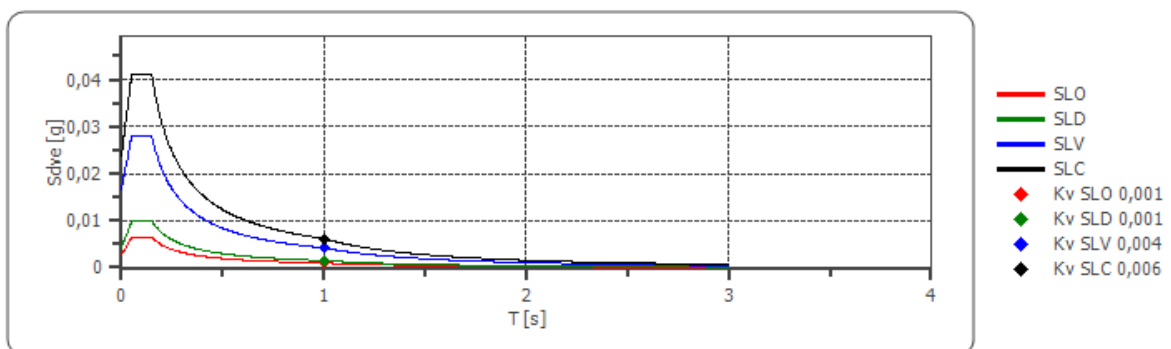
Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,012	0,020	0,069	0,096
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,001	0,001	0,004	0,006

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,016	2,373	0,162	1,200	1,580	1,000	1,200	1,000	0,085	0,256	1,663	0,019	0,045
SLO verticale	1,0	0,016	2,373	0,162	1,200	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,006
SLD orizzontale	1,0	0,021	2,358	0,232	1,200	1,470	1,000	1,200	1,000	0,114	0,341	1,685	0,025	0,060
SLD verticale	1,0	0,021	2,358	0,232	1,200	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,010
SLV orizzontale	1,0	0,054	2,486	0,518	1,200	1,250	1,000	1,200	1,500	0,216	0,648	1,815	0,064	0,107
SLV verticale	1,0	0,054	2,486	0,518	1,200	1,250	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,017	0,028
SLC orizzontale	1,0	0,068	2,594	0,550	1,200	1,240	1,000	1,200	1,500	0,227	0,682	1,870	0,081	0,140
SLC verticale	1,0	0,068	2,594	0,550	1,200	1,240	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,024	0,041

9. ANALISI BOTANICO-VEGETAZIONALE E FITOCLIMATICA

La presente relazione tecnica ha il principale compito di riportare i risultati di una analisi conoscitiva della componente botanico-vegetazionale di un'area sita lungo la fascia costiera in prossimità del centro abitato di Gallipoli che si presenta fortemente antropizzata e ricca di infrastrutture turistiche e produttive, con pochi lembi di vegetazione spontanea ancora presenti.

9.1 *Aspetti fitoclimatici*

Il Salento, per la sua posizione geografica tra il Mar Ionio e Adriatico, per la sua ampiezza limitata, per il suo sviluppo costiero e per l'assenza di veri e propri rilievi montuosi (ad eccezione del limitato e basso sistema collinare delle Serre) è caratterizzato da un clima particolare, differenziato da quello regionale (MACCHIA, 1984).

La diversa esposizione dei due versanti costieri (sottoposti l'uno, quello ionico, alle componenti caldo umide del Mediterraneo centrorientale, l'altro a quelle secche e fredde del settore nordorientale) e le differenti direzioni della linea di costa fanno sì che i territori salentini siano caratterizzati da diversi domini climatici, tutti comunque inquadrabili in un macroclima di tipo mediterraneo.

E' possibile quindi suddividere climaticamente il Salento in tre settori geografici:

- i territori adriatici a nord di Otranto, influenzati dai settori settentrionale ed orientale, che presentano un clima più freddo;
- i territori orientali a sud di Otranto fino a S. Maria di Leuca, influenzati dall'Egeo meridionale;
- **i territori del versante ionico, influenzati dal clima mediterraneo centrale e, in particolare, dai venti caldi della Tunisia e della Libia.**

Il territorio di Gallipoli ricade nell'ultimo di questi tre settori.

Andamento pluviometrico

L'analisi dei dati termopluviometrici rilevati dalle stazioni del Servizio Idrografico del Genio Civile presenti nella Penisola Salentina, riguardanti le medie mensili delle temperature massime e minime, il numero di giorni piovosi e la quantità di pioggia in mm, evidenzia come il Salento riceva una media annua di mm 806, distribuita in

70 giorni piovosi, e una media mensile di mm 53,7 di pioggia, distribuita in 5,7 giorni piovosi.

Le piogge sono abbondanti da ottobre a dicembre, con un massimo a novembre di mm 97,7 di pioggia distribuiti in 7,6 giorni piovosi; le precipitazioni decrescono da dicembre a maggio, fino a raggiungere luglio con appena mm 13,9 di pioggia in 1,4 giorni piovosi.

La piovosità, oltre che scarsa, non è uniforme. Questo dato è stato confermato da studi successivi, in particolare da quello sulle zone climatiche omogenee della Puglia (RUGGIERO *et al.*, 1988).

Dalle isoiete annue si rileva come le precipitazioni sono più abbondanti con lo spostarsi verso sud, con un massimo di mm 850 annui sia sul versante orientale (Otranto), sia in quello sudoccidentale (Presicce).

Il versante ionico del Salento, su cui insiste Gallipoli presenta il più basso valore di precipitazione meteorica annua, progressivamente decrescente man mano che ci si sposta in direzione nord-ovest verso Taranto. Le precipitazioni annue, infatti, vanno da mm 350 a 500.

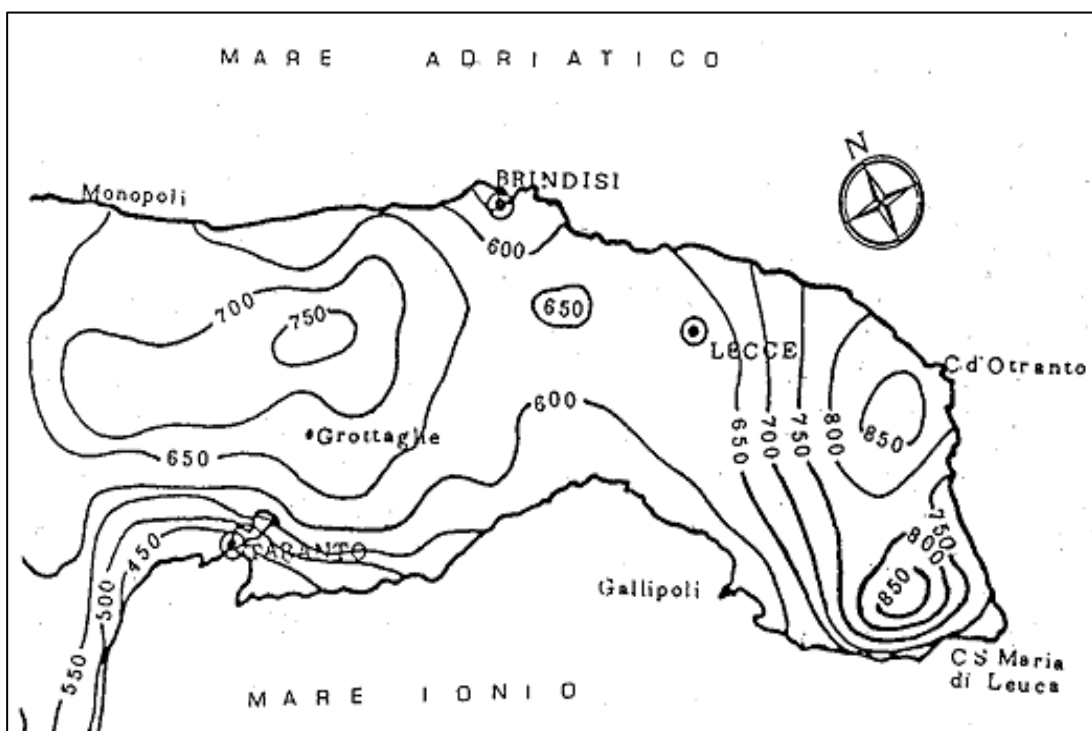


FIG. 11 - Isoiete annue nel Salento in mm (MACCHIA, 1984, p. 35; mod.)

Andamento termico

L'andamento termico consente di stabilire i valori medi mensili delle temperature invernali e primaverili, i quali hanno grande importanza nel risveglio vegetativo primaverile e nella ripresa autunnale delle sempreverdi.

L'analisi dei dati mostra che la massima temperatura media annua nel Salento è $20,8^{\circ}\text{C}$, quella minima di $12,5^{\circ}\text{C}$; i mesi più caldi sono luglio e agosto, con media massima mensile di $30,1^{\circ}\text{C}$ e minima mai al di sotto di $20,2^{\circ}\text{C}$, mentre il più freddo è gennaio temperature rispettivamente di $12,6^{\circ}\text{C}$ e $5,8^{\circ}\text{C}$.

Similmente alla piovosità, l'andamento termico non è omogeneo.

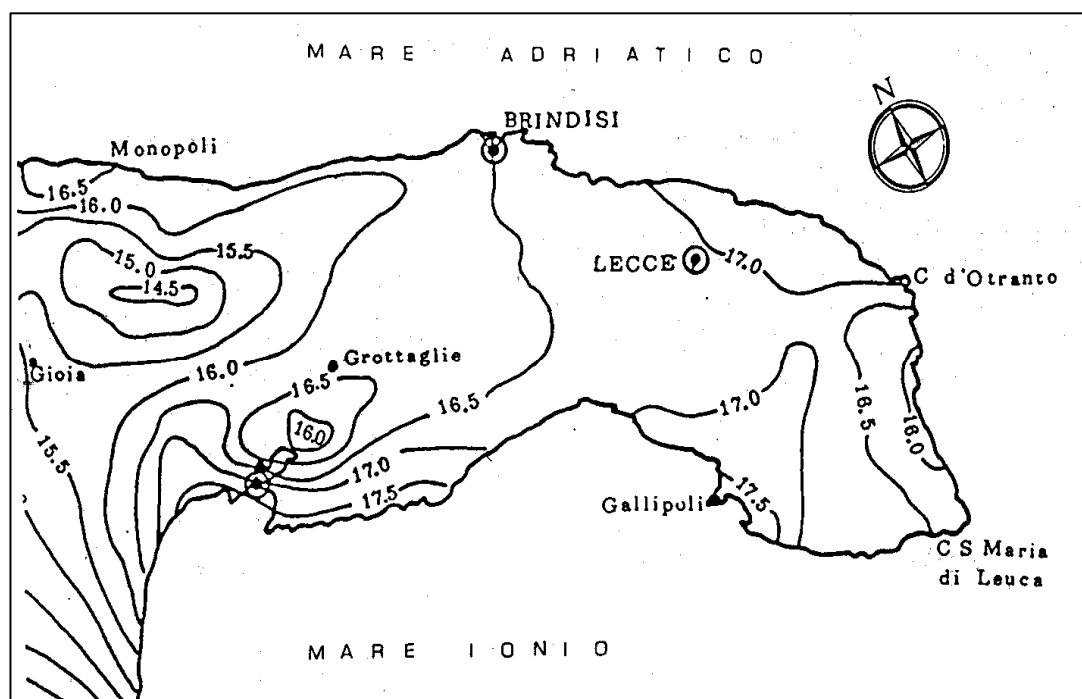


FIG.12 - Isotherme medie annue nel Salento in $^{\circ}\text{C}$ (MACCHIA, 1984)

Le isoterme medie annue del Salento sono comprese tra 16°C e 17°C , con un massimo di $17,5^{\circ}\text{C}$ proprio sul versante ionico. Le temperature risultano così leggermente superiori rispetto a tutte le altre zone della Puglia centro-settentrionale, per la presenza delle seppur basse Murge a nord che riparano la zona dalle fredde correnti balcaniche.

L'analisi dei dati termici del clima mette in evidenza che la zona di Gallipoli presenta temperature più miti d'inverno e più elevate d'estate.

Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione, introdotta da *Thornthwaite* negli anni '50, è una fattore di estrema importanza per la vita delle piante; l'autore distingue l'evapotraspirazione reale e quella potenziale (**Ep**). La prima è definita come la quantità di acqua che effettivamente evapora dal suolo sia direttamente che attraverso l'assorbimento e la traspirazione delle piante in un determinato luogo a seconda delle caratteristiche del suolo e del clima; la seconda, invece, è la quantità d'acqua che evaporerebbe dal suolo, direttamente o indirettamente, attraverso l'assunzione o la traspirazione delle piante, senza esaurimento delle riserve idriche, in determinate condizioni pedologiche e climatiche. L'**Ep**, quindi, rappresenta una condizione ideale di umidità costante del suolo, una situazione ottimale per la vita delle piante la cui conoscenza e delimitazione è di estrema importanza sia in ambito bioclimatico che ecologico.

L'**Ep**, in definitiva, risulta di grande aiuto per interpretare la vegetazione quando essa è correlata alle effettive disponibilità idriche del suolo ed alle temperature medie dell'aria durante i diversi periodi dell'anno (MACCHIA, 1984).

Dall'andamento dei valori di **Ep** dell'area salentina, è facile rilevare come il settore meridionale ionico è quello che presenta i tassi più elevati di perdita potenziale di acqua di contro ad un regime pluviometrico tra i più bassi di tutto il territorio.

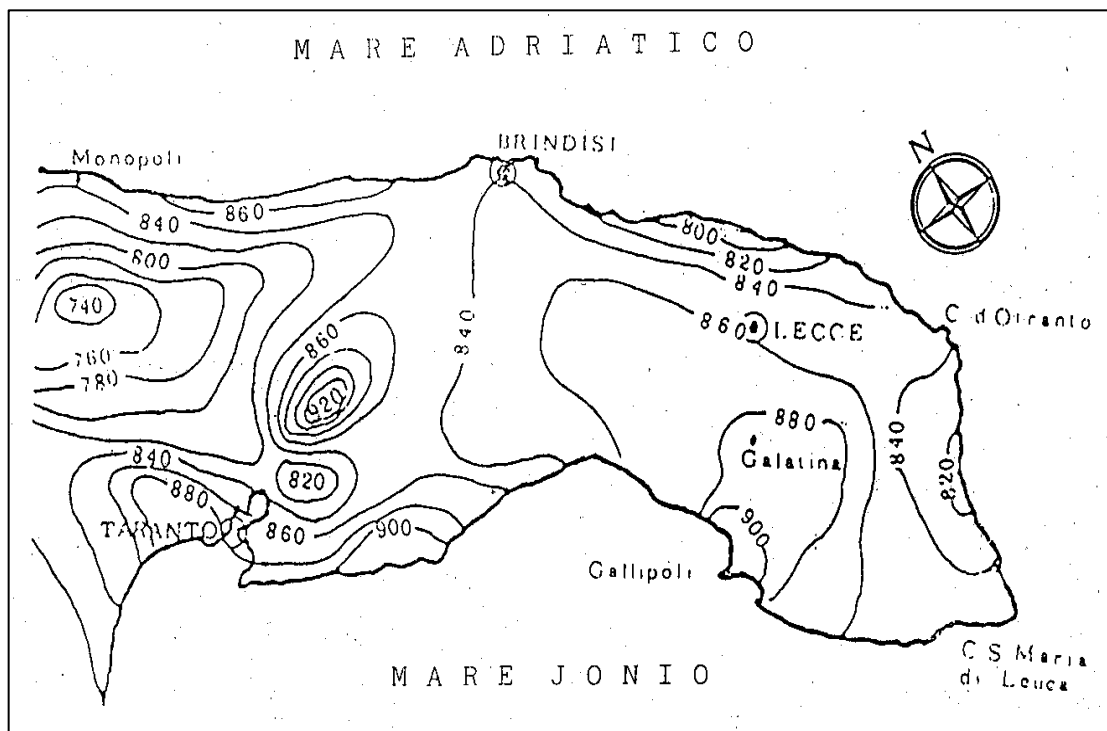


FIG. 13 - Mappa dell'evapotraspirazione potenziale in mm (MACCHIA, 1984)

Un quadro conclusivo e sintetico è presentato in Tabella 4, in cui sono riportate le osservazioni climatologiche rilevate in un arco di tempo di almeno 30 anni in alcune stazioni salentine.

In realtà le osservazioni hanno riguardato 65 stazioni, distribuite su tutta la Puglia. Esse sono state poi raggruppate per similarità in 11 classi distinte, corrispondenti a relative zone climatiche omogenee (Figura 14).

TABELLA 4 - Alcune stazioni climatiche del Salento e relativi valori medi delle variabili utilizzate per la determinazione delle zone climatiche omogenee (RUGGIERO et al., 1988)

Stazione	T min.	T med.	T max	Gp	Ep	P	Er	Sp	Df
S.M. di Leuca	9,6	16,8	25,5	61	866	649	629	203	419
Presicce	8,6	16,4	25,5	60	855	853	695	373	370
Taviano	8,9	17	25,8	59	887	648	629	208	447
Gallipoli	10,3	17,8	26,3	55	915	560	555	112	467
Nardò	8,5	16,8	26,4	68	883	618	613	177	442
Avetrana	9,1	16,5	24,6	66	847	602	567	139	384
Manduria	8,4	16,5	26,1	54	867	625	603	152	384

Legenda:

T min. = temperatura minima media annuale in °C

T med. = temperatura media annuale in °C

T max. = temperatura massima media annuale in °C

Gp = numero medio annuale di giorni piovosi

P = totali medi annui delle precipitazioni in mm

Ep = evapotraspirazione potenziale secondo *Thornthwaite* in mm

Er = evapotraspirazione reale secondo *Thornthwaite* in mm

Sp = surplus di acqua nei mesi invernali in mm

Df = deficit di acqua nei mesi estivi, in valore assoluto, in mm

In particolare si evince che tali zone risultano molto sensibili alle variazioni dell'orografia e sembrano non risentire della distanza dal mare; difatti zone marine costiere sono omogenee a fasce interne del territorio. Anche l'esposizione dei

versanti ai venti non sembra esercitare una grossa influenza nel determinare una apprezzabile differenza climatica tra le varie zone: la costa adriatica, esposta a venti freddi e secchi del nord, ha pressoché lo stesso clima della fascia ionica, investita da venti meridionali caldi e umidi dell’Africa.

In conclusione il litorale di Gallipoli è caratterizzato da un clima tipicamente mediterraneo, con estati piuttosto calde, lunghe e secche, appena mitigate dal vento prevalentemente di scirocco, e da inverni particolarmente miti, nei quali si concentrano le scarse precipitazioni annuali, che solo raramente hanno carattere nevoso.

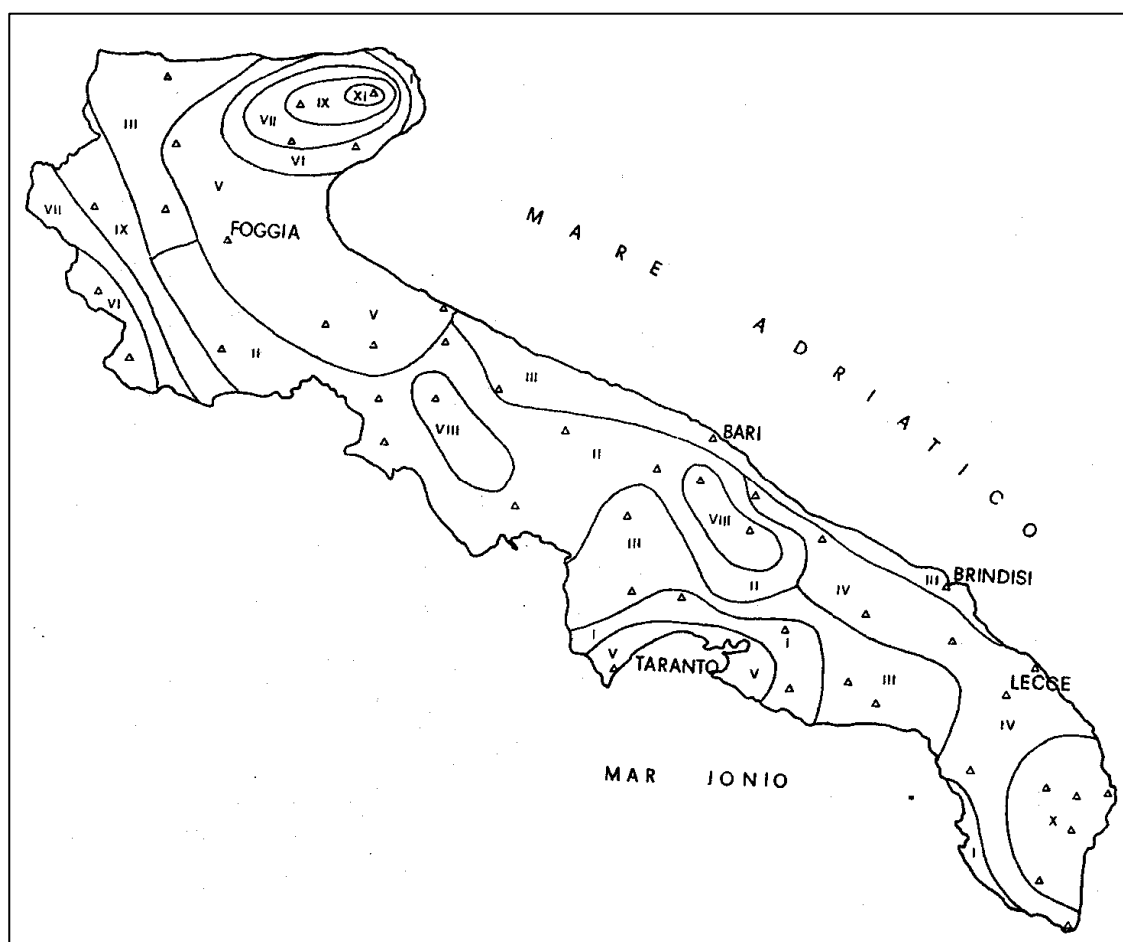


FIG. 14 - Le zone climatiche della Puglia (RUGGIERO et al., 1988)

9.2 Vegetazione potenziale e serie di vegetazione

Il concetto di "vegetazione naturale potenziale attuale" formulato dal Comitato per la Conservazione della Natura e delle Riserve Naturali del Consiglio d'Europa è così enunciato: "Per vegetazione naturale potenziale si intende la vegetazione che si verrebbe a costituire in un determinato territorio, a partire da condizioni attuali di flora e di fauna, se l'azione esercitata dall'uomo sul manto vegetale venisse a cessare e fino a quando il clima attuale non si modifichi di molto". Più precisamente c'è da fare una sottile distinzione fra la vegetazione che si ritiene essere stata presente nei tempi passati, e quindi potenzialmente presente anche oggi, se non fossero intervenute influenze e modificazioni antropiche, e la vegetazione che pensiamo potrebbe formarsi da oggi in seguito alla cessazione delle cause di disturbo. In entrambi i casi si è portati a pensare, sotto il profilo teorico, a due situazioni similari, ma probabilmente non fra loro del tutto identiche. L'analisi dei resti della vegetazione spontanea presenti nel territorio oggetto di indagine, in accordo con i dati fitoclimatici precedentemente illustrati, ci indica che la vegetazione della zona appartiene potenzialmente alla serie del leccio il cui stadio maturo è rappresentato dall'associazione ***Ciclamino hederifolii-Quercetum ilicis*** Biondi, Casavecchia, Medagli, Beccarisi & Zuccarello 2005 che si inquadra nella classe fitosociologia dei ***Quercetea ilicis***. Pertanto si può concludere che il territorio di Gallipoli rientra in un ambito territoriale fitoclimatico in cui ricade l'*optimum* per l'affermarsi della serie vegetazionale della macchia-boscaglia sempreverde del leccio.

Per degradazione della lecceta si formano aspetti di macchia-boscaglia a prevalenza di sclerofille sempreverdi con prevalenza di alaterno, lentisco, fillirea, mirto ecc., cioè un tipo di vegetazione che si inquadra sempre nella classe ***Quercetea ilicis*** ma nell'ordine fitosociologico del ***Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni***. Ulteriore degradazione di queste formazioni per incendio e pascolamento portano ad una trasformazione della vegetazione verso la macchia bassa, ancora inquadrabile nel ***Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni***, e la gariga costituita da specie più spiccatamente termo-xerofile, costituita prevalentemente da arbusti non sclerofillici ascrivibile alla classe ***Rosmarinetea officinalis***.

9.3 Metodologia impiegata per l'analisi floristico-vegetazionale

L'area oggetto di studio è stata analizzata sotto il profilo floristico e vegetazionale, utilizzando come base di riferimento i dati bibliografici reperiti in letteratura ed integrati con dati originali ottenuti con ricognizioni in campo.

Lo studio ha puntato a definire le presenze floristiche nell'area e ad inquadrare le fitocenosi riscontrate sotto il profilo fitosociologico per un inquadramento generale dell'area. A tal fine è stata utilizzata la metodologia della *Scuola Sigmatista di Montpellier*.

La caratterizzazione condotta sull'area vasta ha lo scopo di inquadrare l'unità ecologica di appartenenza del sito di indagine.

I dati floristici e vegetazionali raccolti sono stati esaminati criticamente oltre che dal punto di vista del loro intrinseco valore biogeografico, anche alla luce della loro eventuale inclusione in direttive e convenzioni internazionali, comunitarie e nazionali, al fine di evidenziarne il valore sotto il profilo conservazionistico.

In particolare si è fatto costante riferimento alla *DIRETTIVA 92/43/CEE* (nota anche come Direttiva Habitat) e relativi allegati inerenti la flora e gli habitat (Appendice I e II). La *DIRETTIVA 92/43* rappresenta un importante punto di riferimento riguardo agli obiettivi della conservazione della natura in Europa. (RETE NATURA 2000). Infatti tale Direttiva ribadisce esplicitamente il concetto fondamentale della necessità di salvaguardare la biodiversità attraverso un approccio di tipo "ecosistemico", in maniera da tutelare l'habitat nella sua interezza per poter garantire al suo interno la conservazione delle singole componenti biotiche. Tale Direttiva indica negli allegati sia le specie vegetali che gli habitat che devono essere oggetto di specifica salvaguardia da parte della U.E. Il criterio di individuazione del tipo di habitat è principalmente di tipo fitosociologico, mentre il valore conservazionistico è definito su base biogeografica (tutela di tipi di vegetazione rari, esclusivi del territorio comunitario). Essi vengono suddivisi in due categorie:

a) *Habitat prioritari*: che in estensione occupano meno del 5% del territorio comunitario e che risultano ad elevato rischio di alterazione, per loro fragilità intrinseca e per la collocazione territoriale in aree soggette ad elevato rischio di alterazione antropica;

b) Habitat di interesse comunitario: meno rari e a minor rischio dei precedenti, ma comunque molto rappresentativi della regione biogeografica di appartenenza e la cui conservazione risulta di elevata importanza per il mantenimento della biodiversità.

Data l'elevata importanza rappresentata dagli habitat definiti prioritari, essi furono oggetto di uno specifico censimento affidato dalla Comunità Europea al Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente e alla Società Botanica Italiana che è stato attuato nel triennio 1994-1997.

Per quanto riguarda lo studio della flora presente nell'area è stato utilizzato il criterio di esaminare gli eventuali elementi floristici rilevanti sotto l'aspetto della conservazione in base alla loro inclusione nella Direttiva 92/43, nella Lista Rossa Nazionale o Regionale, oppure ricercare specie notevoli dal punto di vista fitogeografico (specie transadriatiche, transioniche, endemiche ecc.). Pertanto gli elementi (habitat e specie) che hanno particolare significato in uno studio ambientale e che sono stati espressamente ricercati sono compresi nelle seguenti categorie:

Habitat prioritari della Direttiva 92/43/CEE

Sono, come già accennato, quegli habitat significativi della realtà biogeografica del territorio comunitario, che risultano fortemente a rischio sia per loro intrinseca fragilità e scarsa diffusione che per il fatto di essere ubicati in aree fortemente a rischio per valorizzazione impropria.

(Per l'interpretazione degli habitat ci si è avvalsi del Manuale Italiano di Interpretazione degli habitat recentemente messo in rete dalla Società Botanica Italiana sul sito dell'Università di Perugia all'indirizzo: <http://vnr.unipg.it/habitat/>).

Habitat di interesse comunitario della Direttiva 92/43/CEE

Si tratta di quegli habitat che, pur fortemente rappresentativi della realtà biogeografica del territorio comunitario, e quindi meritevoli comunque di tutela, risultano a minor rischio per loro intrinseca natura e per il fatto di essere più ampiamente diffusi.

(Per l'interpretazione degli habitat ci si è avvalsi del Manuale Italiano di Interpretazione degli habitat recentemente messo in rete dalla Società Botanica Italiana sul sito dell'Università di Perugia all'indirizzo: <http://vnr.unipg.it/habitat/>).

Specie vegetali dell'Allegato della Direttiva 92/43/CEE

Questo allegato contiene specie poco rappresentative della realtà ambientale dell'Italia meridionale e risulta di scarso aiuto nell'individuazione di specie di valore conservazionistico. Solo due specie pugliesi sono attualmente incluse nell'allegato: *Marsilea strigosa* e *Stipa austroitalica*, assenti nell'area considerata.

Specie vegetali della Lista Rossa Nazionale

Recentemente la Società Botanica Italiana e il WWF-Italia hanno pubblicato il "Libro Rosso delle Piante d'Italia" (Conti, Manzi e Pedrotti, 1992). Tale testo rappresenta la più aggiornata e autorevole "Lista Rossa Nazionale" delle specie a rischio di estinzione su scala nazionale.

Specie vegetali della Lista Rossa Regionale

Questo testo rappresenta l'equivalente del precedente ma su scala regionale, riportando un elenco di specie magari ampiamente diffuse nel resto della Penisola Italiana, ma rare e meritevoli di tutela nell'ambito della Puglia. La lista pugliese è stata redatta da Marchiori e Medagli (Di.S.Te.B.A. Università del Salento) in Conti et al., 1997.

9.4 Analisi floristico-vegetazionale del sito

L'area in questione, posta nella immediata periferia del centro urbano di Gallipoli, mostra la presenza di infrastrutture portuali e turistico ricreative, nonché di nuclei residenziali che ne hanno profondamente alterato la naturalità. Tale utilizzo risulta di antica data, sulla base anche della cartografia I.G.M. in scala 1:25.000 del 1948.

Pertanto solo alcuni tratti della costa conservano un aspetto semi-naturale, ancora non completamente intaccato dalle attività antropiche, rappresentato essenzialmente da una fascia di scogliera bassa e da lembi retrostanti di vegetazione erbacea alo-psammofila e da superfici incolte con vegetazione nitrofilo-

ruderales. Sulla base della carta dell'Uso del suolo e della vegetazione allegata si osservano le tipologie vegetazionali presenti. La fascia di scogliera si presenta continua e risulta generalmente bassa e rocciosa, con copertura vegetale rada, come tipicamente si verifica in questo ambiente, data la presenza del moto ondoso che "spazza" frequentemente le scogliere.

Le presenze vegetali sono rappresentate da specie alofile con apparato radicale estremamente tenace. Sono presenti due specie di *Limonium*, *Limonium virgatum* (Willd.) Fourr., più diffuso che a tratti è sostituito o accompagnato dal più raro ed endemico ***Limonium japigicum* (Groves) Pign.**, specie esclusiva delle coste rocciose del Salento meridionale, scoperto nel 1887 sull'isola di S. Andrea dal botanico Groves e successivamente individuato su quasi tutte le coste ioniche del Salento. Altre specie tipiche di scogliera sono: *Crithmum maritimum* L., *Silene sedoides* L., *Arthrocnemum fruticosum* Delile, *Alimione portulacoides* (L.) Aellen, *Inula crithmoides* L., *Beta maritima* L. Tale vegetazione appartiene alla classe fitosociologica *Crithmo-Limonietea* Br.-Bl. 1947 che comprende le vegetazioni alofile di scogliera ed alle associazioni *Crithmo maritimi-Limonietum virgati* Pirone 1995 e ***Limonietum japigici* Curti e Lorenzoni 1968**. In particolare la vegetazione a *Limonium japigicum* identifica l'habitat della Direttiva 92/43 con **codice 1240: Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici**, un habitat tipico delle scogliere e coste rocciose del Mediterraneo ricoperte, seppure in forma discontinua, da vegetazione con specie alo-rupicole. Si tratta di piante per lo più casmofitiche, casmocomofite e comofitiche che hanno la capacità di vivere nelle fessure delle rocce e di sopportare il contatto diretto con l'acqua marina e l'aerosol marino. Sono questi importanti fattori limitanti per le specie vegetali per cui le piante, che possono colonizzare l'ambiente roccioso costiero, sono altamente specializzate. Questo habitat è caratterizzato da specie endemiche e microendemiche del genere *Limonium* rese sito-specifiche da particolari meccanismi di riproduzione asessuata (apomissia) e dalla bassa dispersione dei propaguli, come nel caso specifico di *Limonium japigicum*.

In posizione più arretrata rispetto alla linea di costa sono presenti piccole formazioni annuali di specie alofile in piccole conche che in inverno risultano allagate dal moto ondoso. In particolare in queste piccole conche si rinviene la specie *Frankenia pulverulenta* che colonizza questo singolare habitat.

In posizione più arretrata verso l'entroterra è presente una vegetazione molto eterogenea che in parte si sviluppa su suoli rocciosi dando origine a garighe allo stadio iniziale con *Teucrium polium* e *Thymus capitatus* ed in parte su suolo sabbioso-limoso identificabile come praterie alo-psammofile, costituite da specie di tipo costiero che si sviluppano su suoli tendenzialmente ad elevato contenuto di sabbia e di sale, data la vicinanza con mare. Si tratta di prati quasi monospecifici a *Plantago coronopus*, di formazioni dense della poacea *Agropyron elongatum*, da distese fitte di *Lavatera arborea* che connotano una vegetazione tipicamente ruderale. Tale vegetazione, dato il notevole disturbo antropico si caratterizza per l'estrema frammentarietà, ma in qualche modo ospita una serie seppur degradata di comunità vegetali tipiche attualmente in forte rarefazione lungo le coste salentine.

Numerose sono le superfici incolte presenti nell'area, corrispondenti ad aree a forte disturbo antropico caratterizzate da una vegetazione nitrofilo ruderale di tipo infestante. Le più frequenti sono: *Reseda alba* L., *Rubus ulmifolius* Schott, *Malva sylvestris* L., *Daucus carota* L., *Knautia integrifolia* (L.) Bertol., *Scabiosa maritima* L., *Inula viscosa* (L.) Aiton, *Pallenis spinosa* (L.) Cass., *Anthemis arvensis* L., *Chrysanthemum segetum* L., *Chrysanthemum coronarium* L., *Cichorium intybus* L., *Picris hieracioides* L., *Picris echioides* L., *Sonchus oleraceus* L., *Reichardia picroides* (L.) Roth., *Lolium perenne* L., *Bromus sterilis* L., *Hordeum bulbosum* L., *Agropyron repens* (L.) Beauv., *Dasypyrum villosum* (L.) Borbas, *Avena barbata* Potter, *Lagurus ovatus* L., *Oryzopsis miliacea* (L.) Asch. et Schweinf. Le specie spontanee citate sono prevalentemente di tipo erbaceo e sono rappresentate da entità generalmente a ciclo breve con spiccate caratteristiche di nitrofilia. Si tratta, infatti, di specie tipiche di incolti, margine dei coltivi e bordo strada. Tra le specie riportate non vi è alcuna specie notevole sotto il profilo della tutela, poiché non è stata rilevata la presenza né di specie appartenenti alla lista rossa nazionale o regionale, né, comunque, di specie rare o di interesse fitogeografico. Nel complesso la vegetazione è essenzialmente costituita da elementi floristici che si inquadrano in larghissima parte nella classe fitosociologica ***Stellarietea mediae* R. Tx., Lohm. & Preisng. in R. Tx. 1950**, classe che comprende la vegetazione terofitica (cioè erbacea a ciclo annuale) che si rinviene su suoli nitrificati per attività antropozoogena propria dei terreni soggetti a utilizzo agricolo.

9.5 Considerazioni finali

- L'area oggetto di studio non presenta aree di valore botanico, ad eccezione di residui tratti di scogliera rocciosa con *Limonium japgicum* che identifica un habitat di interesse comunitario.
- Con l'eccezione del suddetto *Limonium*, non è stata rilevata alcuna altra presenza di habitat e specie vegetali di valore conservazionistico ai sensi di liste rosse e direttive comunitarie.



Scogliera con *Limonium japgicum*



Dettaglio con *Limonium*



Gariga iniziale a Teucrium polium



Prato alo-psammofilo ad Agropyron elongatum

10. CARATTERIZZAZIONE BIONOMICA

10.1 PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Il presente paragrafo illustra l'indagine condotta per verificare la presenza e la distribuzione della bionosi e habitat di interesse comunitario nel tratto di fondale interessato dall'intervento e antistante un'area di interesse comunitario, descrivendo le principali biocenosi osservate fino alla batimetrica di circa 12 m..

In particolare, l'area oggetto di studio, non è ricompresa nel SIC Mare " Montagna spaccata e rupi di San Mauro" (IT9150008); il Sito di Importanza Comunitaria è caratterizzato principalmente dalla presenza dell' habitat: 1120* "Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanicae*)".

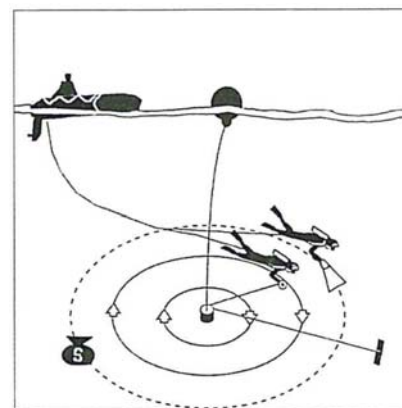
Il presente lavoro descrive le attività ed i risultati di un rilievo bionomico eseguito a Maggio del 2019 nello specchio acqueo antistante porto Gaio di Gallipoli (LE).

Il rilievo è finalizzato all'elaborazione di una cartografia dettagliata degli habitat situati nella suddetta area.

10.2 MATERIALI E METODI

L'indagine dell'area esaminata è stata condotta con la tecnica dei campionamenti in situ, modificata sul modello O.S.S.A.L.C. (Operatori del Servizio di Sicurezza Abilitati al Lavoro in Carena) delle unità navali della Marina Militare Italiana per la ricerca e il recupero (Abbo, 1997), mediante schemi circolari attraverso 5 transetti prescelti (con un totale di 23 punti di campionamento) e attraverso l'analisi di immagini satellitari. In tal modo è stato possibile coprire un'ampia porzione di fondale marino per valutarne meglio le diverse biocenosi. In

Schema di rilevamento



Operatore subacqueo in fase di rilevamento

particolare, in bibliografia, si ritrovano molti casi nei quali le praterie di *Posidonia oceanica* vengono mappate combinando sia informazioni provenienti da foto aeree con rilievi effettuati in situ che con immagini side scan sonar (Baroli et al. 2004, Cancemi et al. 2000, De

Falco et al. 2000, Pasqualini et al. 1999, Pasqualini et al. 1998). Per ottenere tale mappatura sono state incrociate differenti tipologie di informazioni. Grazie, infatti alla fotointerpretazione è stato possibile identificare dei punti chiave per la cartografia che associati ai dati riguardanti le batimetrie e i rilievi effettuati in immersione hanno permesso di ottenere una cartografia bionomica adeguata.

10.3 LA ZONAZIONE BIONOMICA

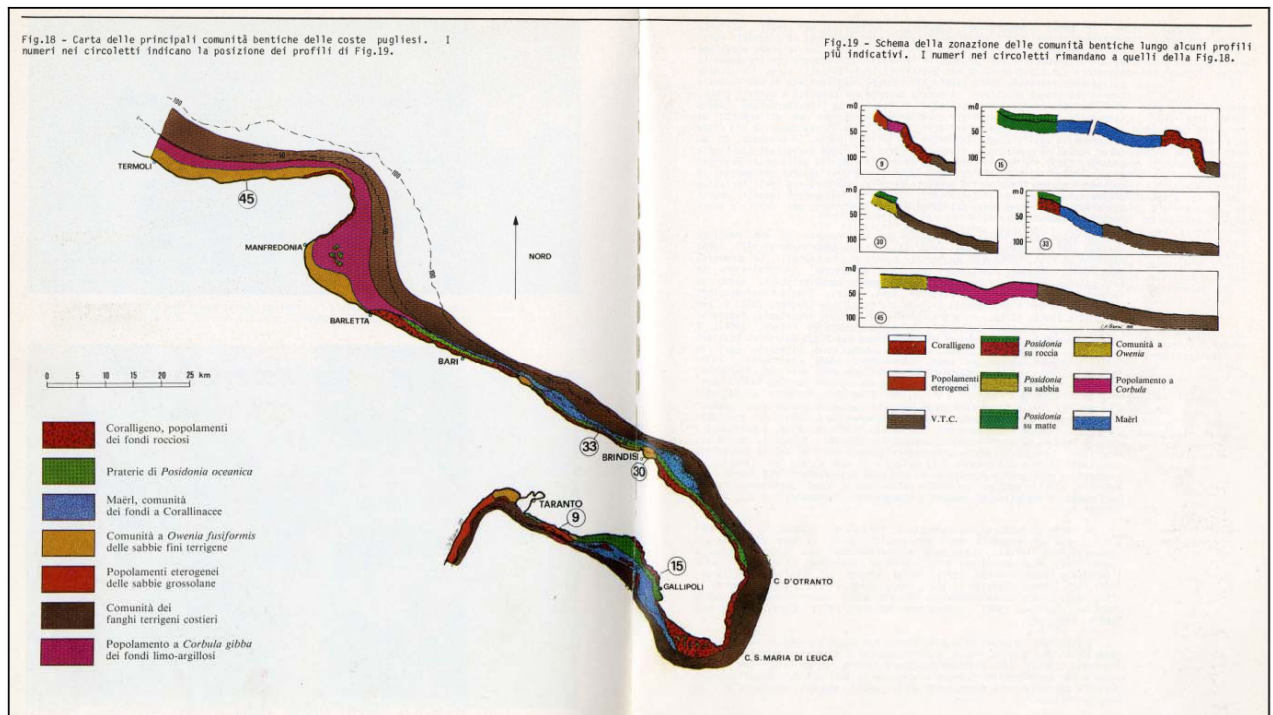
Campo di studio della bionomia è la zonazione dei popolamenti biologici. Uno dei concetti basilari in bionomia è quello di biocenosi: secondo la teoria individualistica è un raggruppamento di specie organizzato e funzionalmente integrato. Si tratta dunque di una caratterizzazione biologica dell'ambiente che mira a definire zone diverse sulla base del popolamento biologico che lo abita. In mare la distribuzione degli organismi non è omogenea ma varia in accordo alle caratteristiche dei diversi ambienti che sott'acqua si possono incontrare. Limitandosi al bentos è constatazione comune che esiste una netta zonazione biologica, che i raggruppamenti florofaunistici cambiano ad esempio, in relazione alla natura del substrato: sui fondi rocciosi sono preponderanti gli organismi che vivono al di sopra del substrato (epibenthos), mentre sui fondi sabbiosi e fangosi sono nel complesso più rappresentati gli organismi che vivono infossati nei sedimenti (endobenthos) (Bianchi C. N. 1991). Per l'analisi delle biocenosi prenderemo in considerazione la zonazione verticale, che divide l'ambiente marino in zone o piani (zona verticale di spazio in cui le condizioni ambientali sono più o meno omogenee) e il tipo di substrato. All'interno di ogni piano si trovano le biocenosi tipiche dello stesso, che sono costituite da specie caratteristiche, accompagnatrici e accidentali.

10.4 INFORMAZIONI PREGRESSE

L'ENEA (Comitato Nazionale per la ricerca e lo sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative) a partire dal 1982 al 1984 ha condotto una ricerca ambientale lungo la costa della regione Puglia scegliendola come primo esempio per uno studio interdisciplinare a livello regionale (ENEA, 1986). Tra le numerose analisi effettuate è stata anche realizzata una caratterizzazione biocenotica e strutturale del macrobenthos delle coste pugliesi. Le comunità macrobentoniche rivestono un ruolo fondamentale nella caratterizzazione degli ecosistemi marini costieri in quanto, per le loro caratteristiche di persistenza, costituiscono delle vere e proprie memorie

biologiche capaci di integrare nel tempo eventi diversi (Bianchi e Zurlini, 1984). Uno dei risultati della caratterizzazione è la “Carta delle principali comunità bentiche delle coste Pugliesi” riportata di seguito.

Lo studio dell’Enea, seppur effettuato ad una scala grossolana di dettaglio, mette in evidenza la prevalenza di biocenosi dei popolamenti di fondi rocciosi nelle prime fasce batimetriche, lungo le coste del Comune di Gallipoli.



Carta delle principali comunità bentiche delle coste Pugliesi. (ENEA, 1986)

Per approfondimenti sugli habitat si riva all'allegato 1 al R.r. 6/2016 e al Manuale italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE (<http://vnr.unipg.it/habitat/index.jsp>).

10.5 DESCRIZIONE DELLE BIOCECENOSI NELL'AREA ESAMINATA

Nella zona in esame sono state rinvenute le seguenti biocenosi bentoniche:

- “Biocenosi delle Praterie a *Posidonia oceanica*”;
- “Biocenosi dei fondali rocciosi”;
- “Biocenosi di substrato duro”;

Praterie a *Posidonia oceanica* (*Posidonium oceanicae*):

Le praterie di *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile sono caratteristiche del piano infralitorale del Mediterraneo (profondità da poche dozzine di centimetri a 30-40 m) su substrati duri o mobili, queste praterie costituiscono una delle principali comunità climax. Esse tollerano variazioni relativamente ampie della temperatura e dell'idrodinamismo, ma sono sensibili alla dissalazione, normalmente necessitano di una salinità compresa tra 36 e 39 ‰. *Posidonia oceanica* si trova generalmente in acque ben ossigenate ed è sensibile all'inquinamento, all'ancoraggio di imbarcazioni, alla posa di cavi sottomarini, all'invasione di specie rizofitiche aliene, all'alterazione del regime sedimentario. forniscono una serie di microhabitat e risorse alla flora e fauna ad esse associate (Lewis, 1984) con un conseguente aumento nella ricchezza in specie (Edgar et al., 1994; Böstrom & Bonsdorff, 1997). Inoltre, specialmente nel caso della *P. oceanica*, le praterie costituiscono un'efficace barriera per la difesa della costa dall'erosione, poiché in grado di attenuare significativamente l'idrodinamismo e aumentare la stabilizzazione della frazione più sottile di sedimento (Sánchez-González et al., 2011; Infantes et al., 2012). Esse rappresentano un ottimo indicatore della qualità dell'ambiente marino nel suo complesso. Vere e proprie praterie si rinvencono intorno alla profondità di 12 m. Distanti quindi oltre 60 m dalla diga foranea in progetto nell'area di studio. Piccole comunità si rinvencono all'interno nei pressi dell'area in oggetto di intervento. Tra le fanerogame presenti nel Mediterraneo, le praterie di *P. oceanica* sono quelle a maggiore protezione, poiché considerate "habitat prioritario" dalla Direttiva 92/43/CEE sulla conservazione degli habitat naturali e la fauna e flora selvatica (Direttiva Habitat). Per quanto concerne le altre fanerogame non ci sono specifiche normative o tutele di salvaguardia nazionali ed internazionali, ad eccezione di *C. nodosa* che è soggetta a regime di tutela secondo la Convenzione di Berna (Berna, 19/09/1979, legge n. 503 del 05/08/1981).



Foto: *C. nodosa*



Foto: *Posidonia oceanica*

Biocenosi dei fondali rocciosi:

Nella fascia di costa rocciosa compresa tra il livello di alta e bassa marea si trova la biocenosi della roccia infralitorale colonizzata da specie fotofile in grado di tollerare condizioni ambientali critiche per l'alternanza di periodi di immersione ed emersione e per l'elevato idrodinamismo. Più in profondità, sino a 2-5 m i popolamenti dominanti sono rappresentati dall'alga bruna *Cystoseira* spp e dall'alga rossa. La scogliera sommersa è generalmente ricoperta da alghe che sono tanto più rigogliose quanto l'acqua è più trasparente. L'estensione verticale delle specie vegetali viventi sugli scogli è molto ridotta, bastano pochi metri di profondità per cambiare rapidamente le condizioni di vita, questo è molto evidente nelle alghe che vivono a livelli ben definiti.

Nonostante la scogliera sommersa sembri di dominio vegetale, numerosi sono gli organismi animali che vivono al riparo di esse: dai molluschi ai pesci sino ai crostacei come *Palaemon elegans*.

Comunque, tutti gli animali che fanno parte della fauna bentonica, hanno una notevole estensione verticale, ossia possiamo trovarli sia in pochi metri di acqua vicino alla riva, che a profondità maggiori sulla platea continentale.

Biocenosi di substrato duro:

Sono substrati duri e compatti su fondi solidi e incoerenti o molli, che emergono dal fondo marino nel piano sublitorale e litorale.

Si possono distinguere:

- "*Substrati duri e compatti*": rocce (comprese rocce tenere, ad es. gesso), sassi e ciottoli (generalmente > 64 mm di diametro).
- "*Concrezioni biogeniche*": definite come: concrezioni, incrostazioni, concrezioni corallogeniche e banchi di bivalvi provenienti da animali vivi o morti, vale a dire fondi biogenici duri che offrono habitat per specie epibiotiche.
- "*Origine geogenica*": scogliere formate da substrati non biogenici.
- "*Che si innalzano dal fondo marino*": la scogliera è topograficamente distinta dal fondo marino circostante.
- "*Piano sublitorale e litorale*": le scogliere possono estendersi dal piano sublitorale (infralitorale e circolitorale) ininterrottamente nel piano intertidale (litorale) o possono essere presenti solo nel piano sublitorale, incluse le zone di acqua profonda, come il batiale.

Nel nostro caso si tratta di substrati duri ricoperti da uno strato sottile e mobile di sedimento di sabbia fine ben classata dove la flora e la fauna associate sono dipendenti dal substrato duro piuttosto che dal sedimento soprastante. L'habitat può essere classificato come *Facies di pascolo con alghe incrostanti*.

Dominano lungo la costa le biocenosi delle alghe fotofile di substrato duro rappresentate principalmente dall'alga bruna *Padina pavonica* e *Dictyota dichotoma*; tra le specie animali annoveriamo *Chromis chromis*, *Diplodus* spp. e *Coris julis*. Specialmente lungo costa il forte idrodinamismo permette nel sedimento sabbioso di esiguo spessore la dominanza di *Saccocirrus papillocercus* e il nemertino *Lineus lacteus*.

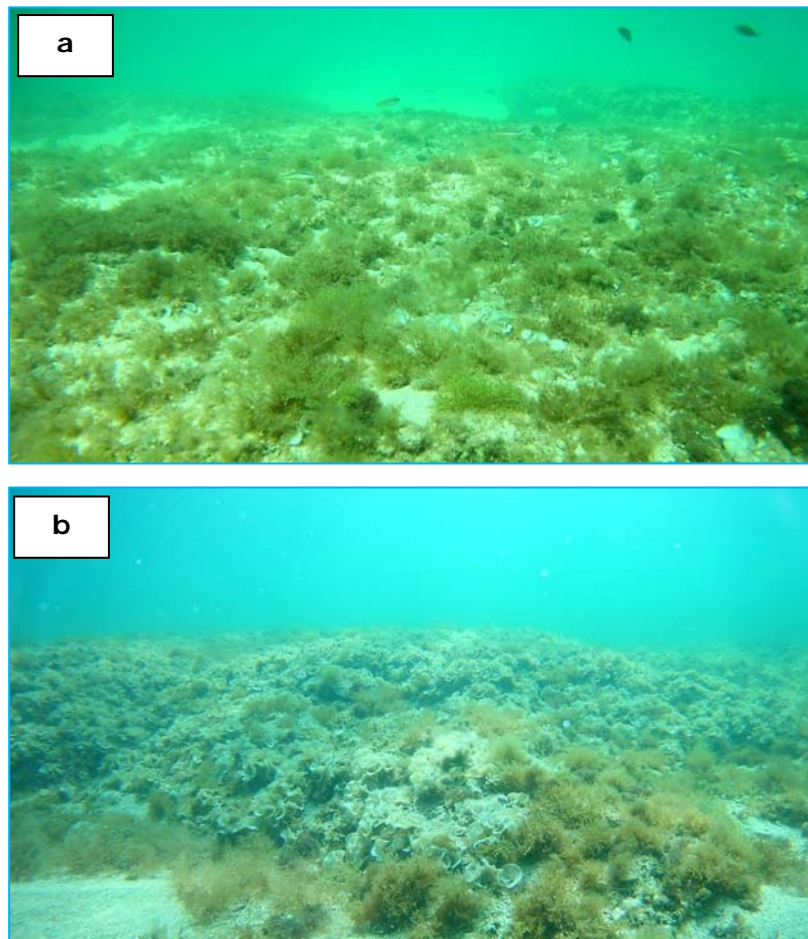


Foto a, b: *Padina pavonica* e *Dictyota dichotoma*.

10.6 PRINCIPALI IMPATTI ANTROPICI SULLE FANEROGAME MARINE

Le principali sorgenti di disturbo che minacciano gli habitat a fanerogame sono principalmente di origine antropica e possono essere suddivise in attività che causano un impatto diretto sulle praterie e attività, altrettanto dannose, che agiscono indirettamente. Le prime possono avvenire in aree dove le fanerogame sono presenti e portano ad un immediato degrado, mentre le seconde riguardano attività che non avvengono direttamente sulle praterie, ma che possono influenzare l'ambiente circostante, alterando significativamente la qualità delle acque (incremento della torbidità, alterazioni della composizione chimica, ecc.) ed il conseguente funzionamento, persistenza e sviluppo degli habitat a fanerogame (Bellan-Santini & Picard, 1984; Boudouresque et al., 2009; Coles et al., 2013).

In alcuni casi, se limitate nel tempo e nello spazio, per esempio nell'installazione di condotte e cavi sottomarini, a queste attività segue un ripristino naturale una volta che l'attività è terminata (Badalamenti et al., 2011). In altri casi, come ad esempio

alterazioni della morfologia costiera dovuta all'antropizzazione (urbanizzazione, costruzione di porti, ecc.) la compromissione delle praterie a fanerogame interessa aree molto estese con un'alterazione permanente delle condizioni fisico-chimiche necessarie allo sviluppo delle fanerogame, escludendo qualsiasi possibilità di recupero.

Nella seguente Tabella si riportano le principali sorgenti di disturbo antropico delle fanerogame marine.

Principali sorgenti di disturbo antropico sugli habitat a fanerogame

<i>Sorgenti di disturbo diretto</i>	<i>Sorgenti di disturbo indiretto</i>
Pesca a strascico	Sversamento di idrocarburi o di inquinanti in genere
Altre attività di pesca	Agricoltura
Ancoraggio	Attività industriali
Mobilitazioni di sabbie	Modificazioni della costa (urbanizzazione, infrastruttura portuali)
Condotte e cavi sottomarini	Sovrasfruttamento della pesca
Estrazioni petrolifere	Scarico da impianti di desalinazione
Estrazioni minerarie	Gas serra
Ripascimenti	Inidoneo trattamento dei reflui urbani per alte densità di popolazione
Costruzione di strutture costiere (porti, frangiflutti, ecc.)	
Scarichi diretti e dilavamento	
Turismo stagionale di massa sulle coste	
Impianti di acquacoltura	

10.7 IMPATTI INDIRETTI

Le attività di costruzione della diga foranea potrebbero determinare una risospensione e dispersione dei sedimenti, con conseguente aumento della torbidità che potrebbe avere un impatto indiretto sullo stato di salute delle formazioni dei piccoli gruppi di fanerogame nelle adiacenti alle zone di scavo.

Come ampiamente evidenziato nella letteratura scientifica, sorgenti di disturbo localizzate e limitate nel tempo, come ad esempio la deposizione di cavi, gasdotti, o ripascimenti del litorale sabbioso, possono determinare una perdita locale di habitat a fanerogame ma non sono in grado di modificare le condizioni ambientali in modo

tale da causare effetti a lungo termine (Guidetti & Fabiano, 2000; Erftemeijer & Lewis, 2006). Pertanto, in condizioni ambientali idonee, una volta che il disturbo cessa di agire, le fanerogame possono facilmente recuperare il loro stato ante operam (Badalamenti et al., 2011).

Le fanerogame, infatti, hanno una buona resistenza ai disturbi legati all'alterazione del regime sedimentario, come l'aumento di torbidità conseguente all'aumento dei sedimenti in sospensione, o all'interramento dovuto all'aumento del carico sedimentario, soprattutto se temporanei (Erftemeijer & Lewis, 2006; Badalamenti et al., 2011). Per quanto riguarda l'aumento di torbidità, le soglie minime critiche registrate in Mediterraneo per *P. oceanica* e *C. nodosa* si attestano rispettivamente al 8-16% e 7-11% dell'irradianza superficiale (Drew, 1978; Duarte, 1991; Ruiz & Romero, 2003).

Questo implica che l'aumento di torbidità, per determinare degli effetti negativi sulle fanerogame, dovrebbe determinare un'attenuazione della luce irradiata alla superficie superiore all'80%. Inoltre, in generale, tali condizioni devono persistere per giorni, o settimane, prima di determinare degli effetti significativi sulla mortalità delle fanerogame (Erftemeijer & Lewis, 2006).

10.8 CONCLUSIONI

Le osservazioni hanno permesso di verificare in maniera speditiva la densità fogliare della *Posidonia* presente tra 8 e 10 metri di profondità: i dati ottenuti pongono la prateria studiata nello Stadio IV – prateria molto rada – della classificazione di Giraud (1977); dal punto di vista biocenotico l'area di intervento non presenta importanti emergenze naturalistiche. Le tipologie di habitat riscontrate, infatti, secondo il metodo di valutazione introdotto da Bardat et al. (1997), vengono classificate come NR (Non Rimarchevoli), ovvero habitat di scarso valore conservazionistico (Relini, 2002).

11. CONCLUSIONI E PROVVEDIMENTI MITIGATORI

In sintesi l'analisi eseguita ha evidenziato:

L'area oggetto di studio è situata a Nord del comune di Gallipoli ed è caratterizzata dall'affioramento di depositi pleistocenici ascrivibili alla Formazione di Gallipoli. La morfologia della costa nella fascia altimetrica compresa tra 6 metri di quota e il livello del mare appare caratterizzato dalla presenza di due superfici terrazzate di origine marina. La più alta in quota si estende parallelamente alla linea di costa attuale ad una quota compresa tra 6 e 2 m sul livello del mare per una ampiezza media di circa 200 metri. La superficie appare intagliata su biocalcareni riccamente fossilifere. La seconda superficie si rileva a ridosso della linea di costa tra il livello del mare e i 2 m di quota in una stretta fascia mediamente ampia poco meno di 50 m.

Lungo la linea di costa si alternano essenzialmente tre morfotipi costieri. Il primo morfotipo è la **costa rocciosa digradante piana, falesie con blocchi al piede e falesie** (cfr. par. 4.4).

Il rilevamento di dettaglio della batimetria del fondale nell'area di intervento rivela la presenza di una superficie con morfologia abbastanza regolare che si immerge gradualmente verso il largo con una pendenza media di 2,5%.

Lo studio delle mareggiate e dei casi estremi di vento ha evidenziato che la maggior parte degli eventi dannosi verificatisi è stata provocata da venti provenienti da Sud, in particolare da Sud-Est (scirocco) e da Sud-Ovest (libeccio) e che le mareggiate provocate da questi venti sono anche quelle con le conseguenze più gravi per i danni riportati storicamente.

L'analisi sedimentologica ha evidenziato che il trasporto lungo costa è quasi assente, limitato ai soli bacini sottesi alle principali biocenosi bentoniche.

L'assenza di sedimenti che possano essere mobilizzati sia lungo costa che in direzione ad essa trasversale, le caratteristiche morfologiche della costa e del primo fondale, nonché le scelte progettuali rendono praticamente irrilevanti o di dimensione puntuale gli effetti dell'opera sulla dinamica costiera dei tratti limitrofi. Inoltre, l'assenza di sedimenti nel tratto di litorale antistante rende estremamente improbabili i fenomeni di insabbiamento dell'imboccatura portuale.

Poiché l'estremità settentrionale dell'opera da realizzare si trova in prossimità di un'area perimetrata dall'AdB della Regione Puglia come zona a Elevata pericolosità

geomorfologica, sono state eseguite delle indagini geofisiche al fine di meglio evidenziare lo stato dei luoghi: l'indagine sismica ha consentito di classificare l'area (ai sensi della NTC 2018) come categoria di sottosuolo di tipo B; l'indagine geoelettrica e GPR hanno evidenziato uno stato di alterazione dell'ammasso roccioso senza tuttavia rilevare la presenza di cavità di dimensioni metriche.

Lo studio botanico vegetazionale ha evidenziato l'assenza di aree di valore botanico, ad eccezione di residui tratti di scogliera rocciosa con *Limonium japigicum* che identifica un habitat di interesse comunitario.

Con l'eccezione del suddetto *Limonium*, non è stata rilevata alcuna altra presenza di habitat e specie vegetali di valore conservazionistico ai sensi di liste rosse e direttive comunitarie.

Le osservazioni sulle biocenosi marine hanno permesso di verificare in maniera speditiva la densità fogliare della Posidonia presente tra 8 e 10 metri di profondità: i dati ottenuti pongono la prateria studiata nello Stadio IV – prateria molto rada – della classificazione di Giraud (1977); dal punto di vista biocenotico l'area di intervento non presenta importanti emergenze naturalistiche.



Studio idrogeologico e geomorfologico
Dr. Geol. Francesco GIANFREDA

Consulente geomorfologo
Prof. Geol. Paolo SANSONO

Consulente botanico
Dr. Pietro MEDAGLI

Consulente geofisico
Dr. Geol. Alberto DE GIORGI

Consulente Ambientale
Dott.ssa Maria Antonietta NEGRO



MBS
Emmebi
Salento sas
di MUSCOGIURI C. & C.

LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
CONTROLLI E COLLAUDO STRUTTURE
Viale Francia, 16 - C.P.41 - 73010 SURBO(LE)
Tel.: 0832/363546 - Fax: 0832/367175
C.C.I.A.A. di Lecce - R.I. n. 54381/98 ; R.E.A n. 214517
P. IVA - C. F. : 03291530750



UNI EN ISO 9001:2015

Servizio delle Certificazioni

Lecce li 20/05/2019

CERTIFICATO N. 1573÷1578/T

RICHIEDENTE

Dott. Francesco GIANFREDA
Via Schilardi, 16 - MAGLIE (LE)
PER CONTO: Proprio

CAMPIONE

SABBIA PRELEVATA DA PORTO GAIO - GALLIPOLI (LE)
SIGLA CAMPIONI: GA01+GA06;

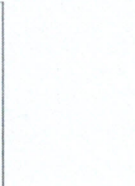
OGGETTO

Determinazione delle caratteristiche geometriche;
Prove eseguite:
- Analisi granulometrica - (UN CEN ISO/TS17892-4)





LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
CONTROLLI E COLLAUDO STRUTTURE
Viale Francia, 16 - C.P.41 - 73010 SURBO(LE)
Tel.: 0832/363546 - Fax: 0832/367175
C.C.I.A.A. di Lecce - R.I. n. 54381/98 ; R.E.A n. 214517
P. IVA - C. F. : 03291530750



Lecce li 20/05/2019

CERTIFICATO N. 1573/T prova del 14/05/2019

RICHIEDENTE: Dott. GIANFREDA Francesco
Via Schilardi, 16 - MAGLIE (LE)

Per Conto: Proprio

Verb. ordine n. 800/T del 13/05/2019 Richiesta Del 13/05/2019

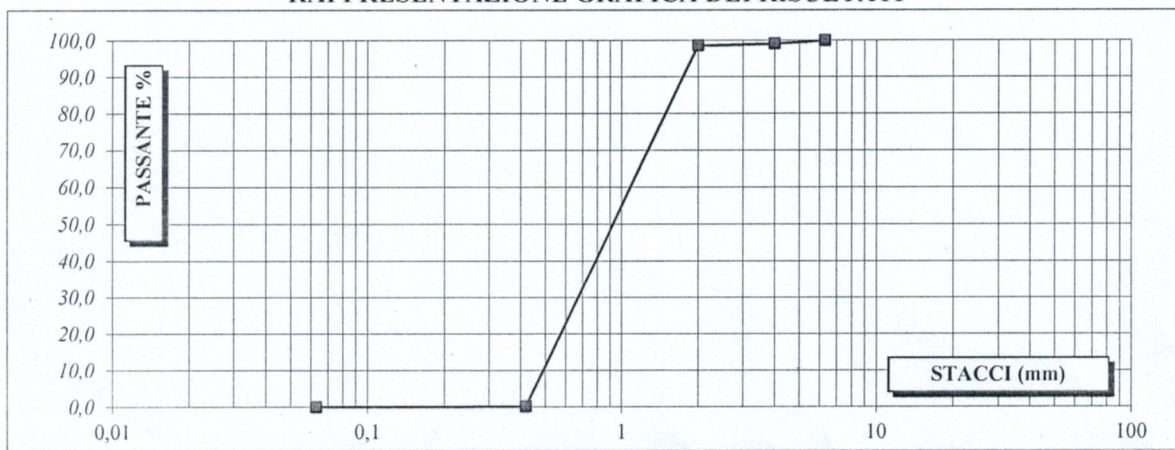
Natura del campione: Sabbia prelevata a cura del richiedente in data 11/05/2019
da Porto Gaio - GALLIPOLI (LE) SIGLA CAMPIONE: GA01



Analisi granulometrica per stacciatura (UN CEN ISO/TS17892-4)

Massa iniziale campione di prova essiccato M (g)				1835	
STACCI l (mm)	Trattenuto+Tara (g)	Tara (g)	Trattenuto prog. (g)	TRATTENUTO %	PASSANTE %
63					
40					
31,5					
20					
16					
14					
12,5					
10					
8					
6,3	179	179	0	0,0	100,0
4,0	194	179	15	0,8	99,2
2,0	204	179	25	1,4	98,6
0,420	2011	179	1832	99,8	0,2
0,063	2014	179	1835	100,0	0,0
F	2014	179	1835	100,0	0,0

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI



TECNICO SPERIMENTATORE

(ing. Marco MUSCOGIURI)

DIRETTORE DEL LABORATORIO

(ing. Cosimo MUSCOGIURI)

Lecce li 20/05/2019

CERTIFICATO N. 1574/T prova del 14/05/2019

RICHIEDENTE: Dott. GIANFREDA Francesco
 Via Schilardi, 16 - MAGLIE (LE)

Per Conto: Proprio

Verb. ordine n. 800/T del 13/05/2019 Richiesta Del 13/05/2019

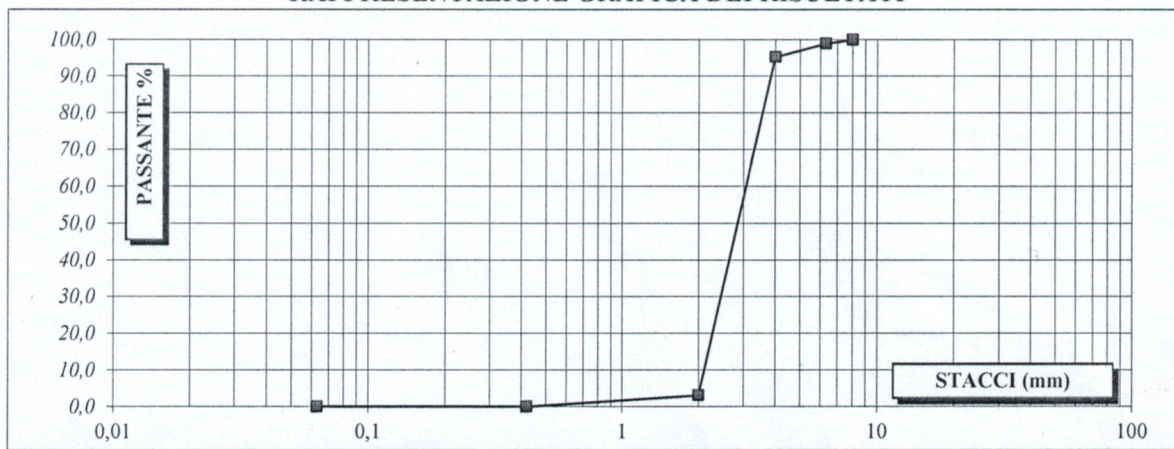
Natura del campione: Sabbia prelevata a cura del richiedente in data 11/05/2019
 da Porto Gaio - GALLIPOLI (LE) **SIGLA CAMPIONE: GA02**



Analisi granulometrica per stacciatura (UN CEN ISO/TS17892-4)

Massa iniziale campione di prova essiccato M (g)				1820	
STACCI l (mm)	Trattenuto+Tara (g)	Tara (g)	Trattenuto prog. (g)	TRATTENUTO %	PASSANTE %
63					
40					
31,5					
20					
16					
14					
12,5					
10					
8	171	171	0	0,0	100,0
6,3	189	171	18	1,0	99,0
4,0	258	171	87	4,8	95,2
2,0	1933	171	1762	96,8	3,2
0,420	1990	171	1819	99,9	0,1
0,063	1991	171	1820	100,0	0,0
F	1991	171	1820	100,0	0,0

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI



TECNICO SPERIMENTATORE

(ing. Marco MUSCOGIURI)

DIRETTORE DEL LABORATORIO

(ing. Cosimo MUSCOGIURI)



MBS
Emmebi
Salento sas
di MUSCOGIURI C. & C.

LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
CONTROLLI E COLLAUDO STRUTTURE
Viale Francia, 16 - C.P.41 - 73010 SURBO(LE)
Tel.: 0832/363546 - Fax: 0832/367175
C.C.I.A.A. di Lecce - R.I. n. 54381/98 ; R.E.A n. 214517
P. IVA - C. F. : 03291530750



UNI EN ISO 9001:2015

Settore delle Costruzioni

Lecce li 20/05/2019

CERTIFICATO N. 1575/T prova del 14/05/2019

RICHIEDENTE: Dott. GIANFREDA Francesco
Via Schilardi, 16 - MAGLIE (LE)

Per Conto: Proprio

Verb. ordine n. 800/T del 13/05/2019 Richiesta Del 13/05/2019

Natura del campione: Sabbia prelevata a cura del richiedente in data 11/05/2019

da Porto Gaio - GALLIPOLI (LE)

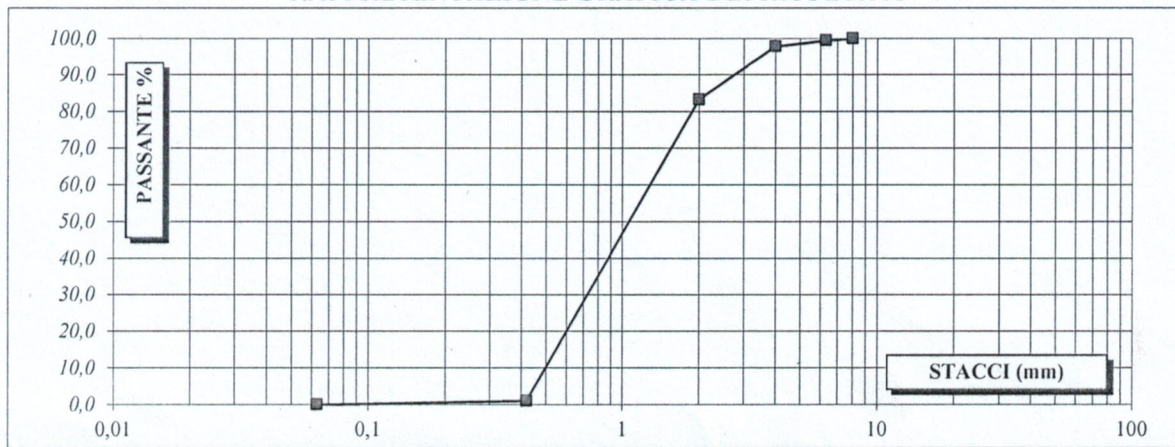
SIGLA CAMPIONE: GA03



Analisi granulometrica per stacciatura (UN CEN ISO/TS17892-4)

Massa iniziale campione di prova essiccato M (g)				1982	
STACCI l (mm)	Trattenuto+Tara (g)	Tara (g)	Trattenuto prog. (g)	TRATTENUTO %	PASSANTE %
63					
40					
31,5					
20					
16					
14					
12,5					
10					
8	178	178	0	0,0	100,0
6,3	187	178	9	0,5	99,5
4,0	221	178	43	2,2	97,8
2,0	508	178	330	16,6	83,4
0,420	2139	178	1961	98,9	1,1
0,063	2160	178	1982	100,0	0,0
F	2160	178	1982	100,0	0,0

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI



TECNICO SPERIMENTATORE

(ing. Marco MUSCOGIURI)

DIRETTORE DEL LABORATORIO

(ing. Cosimo MUSCOGIURI)

Settore TERRE

Autorizzazione Ministero II.TT. ad eseguire Prove sulle Terre - Art. 59 DPR 380/01

pag. 1/1

PTCA/AG-02



LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
CONTROLLI E COLLAUDO STRUTTURE
Viale Francia, 16 - C.P.41 - 73010 SURBO(LE)
Tel.: 0832/363546 - Fax: 0832/367175
C.C.I.A.A. di Lecce - R.I. n. 54381/98 ; R.E.A n. 214517
P. IVA - C. F. : 03291530750



Lecce li 20/05/2019

CERTIFICATO N. 1576/T prova del 14/05/2019

RICHIEDENTE: Dott. GIANFREDA Francesco
Via Schilardi, 16 - MAGLIE (LE)

Per Conto: Proprio

Verb. ordine n. 800/T del 13/05/2019 Richiesta Del 13/05/2019

Natura del campione: Sabbia prelevata a cura del richiedente in data 11/05/2019
da Porto Gaio - GALLIPOLI (LE)

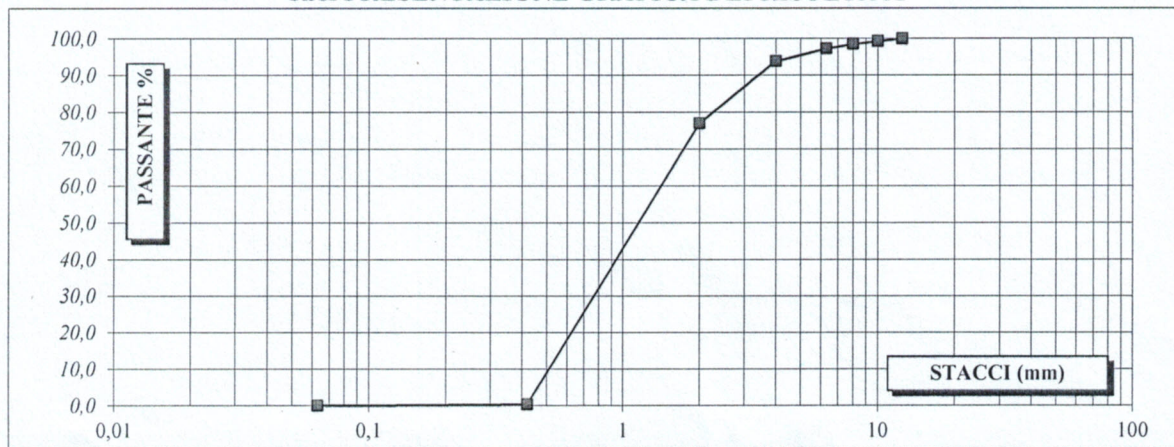
SIGLA CAMPIONE: GA04



Analisi granulometrica per stacciatura (UN CEN ISO/TS17892-4)

Massa iniziale campione di prova essiccato <i>M</i> (g)				2288	
STACCI l (mm)	Trattenuto+Tara (g)	Tara (g)	Trattenuto prog. (g)	TRATTENUTO %	PASSANTE %
63					
40					
31,5					
20					
16					
14					
12,5	171	171	0	0,0	100,0
10	186	171	15	0,7	99,3
8	205	171	34	1,5	98,5
6,3	232	171	61	2,7	97,3
4,0	312	171	141	6,2	93,8
2,0	695	171	524	22,9	77,1
0,420	2450	171	2279	99,6	0,4
0,063	2459	171	2288	100,0	0,0
F	2459	171	2288	100,0	0,0

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI



TECNICO SPERIMENTATORE

(ing. Marco MUSCOGIURI)

DIRETTORE DEL LABORATORIO

(ing. Cosimo MUSCOGIURI)

Settore TERRE

Autorizzazione Ministero II.TT. ad eseguire Prove sulle Terre - Art. 59 DPR 380/01

pag. 1/1

PTCA/AG-02

Lecce li 20/05/2019

CERTIFICATO N. 1577/T prova del 14/05/2019

RICHIEDENTE: Dott. GIANFREDA Francesco
 Via Schilardi, 16 - MAGLIE (LE)

Per Conto: Proprio

Verb. ordine n. 800/T del 13/05/2019 Richiesta Del 13/05/2019

Natura del campione: Sabbia prelevata a cura del richiedente in data 11/05/2019

da Porto Gaio - GALLIPOLI (LE)

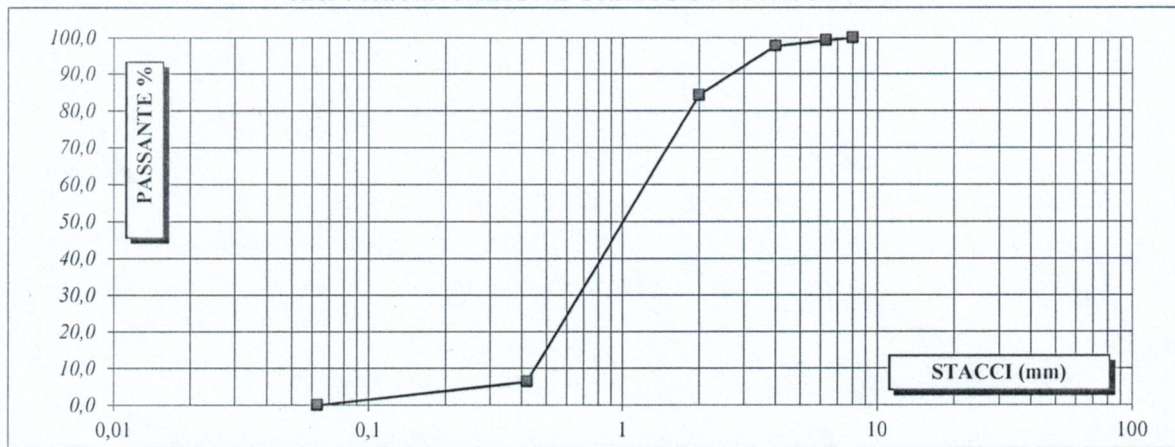
SIGLA CAMPIONE: GA05



Analisi granulometrica per stacciatura (UN CEN ISO/TS17892-4)

Massa iniziale campione di prova essiccato M (g)				1572	
STACCI l (mm)	Trattenuto+Tara (g)	Tara (g)	Trattenuto prog. (g)	TRATTENUTO %	PASSANTE %
63					
40					
31,5					
20					
16					
14					
12,5					
10					
8	178	178	0	0,0	100,0
6,3	189	178	11	0,7	99,3
4,0	213	178	35	2,2	97,8
2,0	425	178	247	15,7	84,3
0,420	1649	178	1471	93,6	6,4
0,063	1750	178	1572	100,0	0,0
F	1750	178	1572	100,0	0,0

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI



TECNICO SPERIMENTATORE

(ing. Marco MUSCOGIURI)

DIRETTORE DEL LABORATORIO

(ing. Cosimo MUSCOGIURI)



LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
CONTROLLI E COLLAUDO STRUTTURE
Viale Francia, 16 - C.P.41 - 73010 SURBO(LE)
Tel.: 0832/363546 - Fax: 0832/367175
C.C.I.A.A. di Lecce - R.I. n. 54381/98 ; R.E.A n. 214517
P. IVA - C. F. : 03291530750



Lecce li 20/05/2019

CERTIFICATO N. 1578/T prova del 14/05/2019

RICHIEDENTE: Dott. GIANFREDA Francesco
Via Schilardi, 16 - MAGLIE (LE)

Per Conto: Proprio

Verb. ordine n. 800/T del 13/05/2019 Richiesta

Del 13/05/2019

Natura del campione: Sabbia prelevata a cura del richiedente in data 11/05/2019

da Porto Gaio - GALLIPOLI (LE)

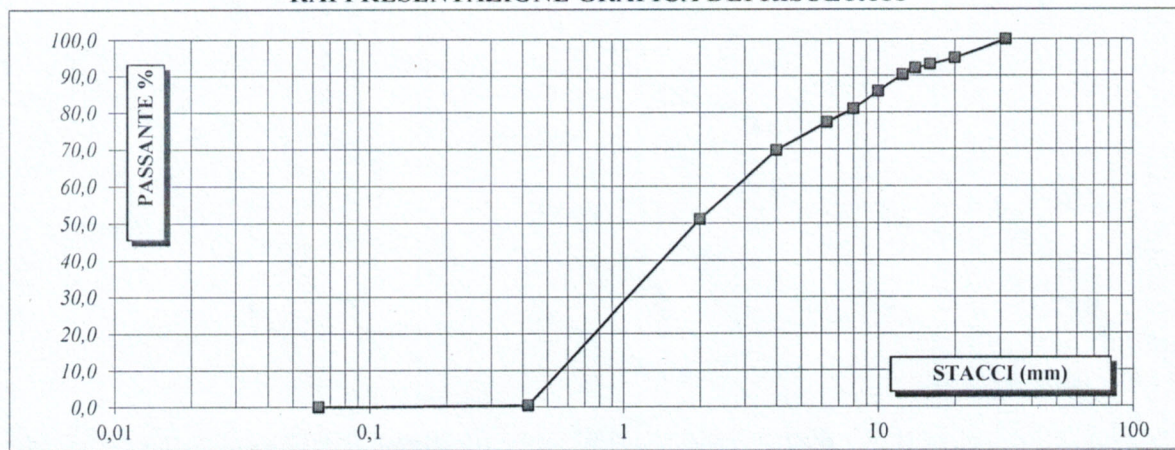
SIGLA CAMPIONE: GA06



Analisi granulometrica per stacciatura (UN CEN ISO/TS17892-4)

Massa iniziale campione di prova essiccato M (g)				1818	
STACCI l (mm)	Trattenuto+Tara (g)	Tara (g)	Trattenuto prog. (g)	TRATTENUTO %	PASSANTE %
63					
40					
31,5	170	170	0	0,0	100,0
20	263	170	93	5,1	94,9
16	295	170	125	6,9	93,1
14	314	170	144	7,9	92,1
12,5	347	170	177	9,7	90,3
10	429	170	259	14,2	85,8
8	516	170	346	19,0	81,0
6,3	583	170	413	22,7	77,3
4,0	721	170	551	30,3	69,7
2,0	1058	170	888	48,8	51,2
0,420	1980	170	1810	99,6	0,4
0,063	1988	170	1818	100,0	0,0
F	1988	170	1818	100,0	0,0

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI



TECNICO SPERIMENTATORE

(ing. Marco MUSCOGIURI)

DIRETTORE DEL LABORATORIO

(ing. Cosimo MUSCOGIURI)

Settore TERRE

Autorizzazione Ministero II.TT. ad eseguire Prove sulle Terre - Art. 59 DPR 380/01

pag. 1/1

PTCA/AG-02