

Associazione Temporanea d'Imprese:



Tel. e Fax: ++39 0916852121 - ++39 0916850224  
www.progettioopere.it



Tel. e Fax: ++39 0289422170 - ++39 0289425133  
mail@ldrotec-Ingegneria.it



COMMITTENTE:				<b>AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO</b> Ports of Palermo and Termini Imerese	
TESTATA:					
<b>VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA DEL NUOVO PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI PALERMO</b>					
TITOLO:					
<b>Rapporto Ambientale</b> ex art. 13 D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. <b>VOLUME II</b>					
ELABORATO:		DATA:		SCALA:	
<b>RA.2</b>		29 Settembre 2011			
				NS. RIF.:	
				<b>RA_2.docx</b>	
REDATTORE:		CONTROLLO:		RIF. ARC. - NA4:	
<b>IL</b>		<b>EC</b>		<b>AUTAPA08 - 182</b>	
IL COMMITTENTE			IL TECNICO PER L' A.T.I. <b>Ing. Elio Ciralli</b>		

**VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA  
DEL NUOVO PIANO REGOLATORE  
DEL PORTO DI PALERMO**

**RAPPORTO AMBIENTALE**

ex art. 13 D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

**VOLUME II**

**settembre 2011**

VERSIONE:	DESCRIZIONE:	PREPARATO:	APPROVATO:	DATA:
00	EMISSIONE	IL - ED	GI	29 SET 2011
NOME FILE: RA_2.DOCX			DISTRIBUZIONE: RISERVATA	

## INDICE GENERALE DEL RAPPORTO AMBIENTALE

### VOLUME I

<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>ELENCO ACRONIMI</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>4</b>
<b>2. LA VAS E IL PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI PALERMO</b> .....	<b>7</b>
2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI E PROCEDURE VAS/PIANO .....	7
2.1.1 <i>Riferimenti normativi e procedure della valutazione ambientale strategica</i>	7
2.1.2 <i>Riferimenti normativi e procedure del piano regolatore del porto</i>	8
2.1.3 <i>Processo metodologico</i>	8
2.2 REDAZIONE DEL RAPPORTO PRELIMINARE.....	10
2.3 CONSULTAZIONE DEL RAPPORTO PRELIMINARE .....	10
2.4 CONVENZIONE CON L'AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA REGIONE SICILIANA.....	10
<b>3. CONTENUTI E OBIETTIVI DEL PIANO</b> .....	<b>12</b>
3.1 LO STATO DI FATTO .....	12
3.1.1 <i>Criticità</i>	12
3.1.2 <i>Opere e funzioni</i>	12
3.1.3 <i>Accessibilità al porto</i>	17
3.1.4 <i>Viabilità interna e flussi portuali</i>	17
3.1.5 <i>I traffici portuali</i>	18
3.2 IL NUOVO PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI PALERMO.....	18
3.2.1 <i>Obiettivi e strategie</i>	18
3.2.2 <i>Il nuovo layout del porto</i>	19
3.2.3 <i>Ambito portuale, sotto-ambiti e aree funzionali</i>	20
3.2.4 <i>Il miglioramento della mobilità e dell'accessibilità</i>	30
3.2.5 <i>Relazioni città-porto</i>	33
3.2.6 <i>Potenziamento delle superfici funzionali</i>	35
3.2.7 <i>Interventi sulle opere di grande infrastrutturazione</i>	39
<b>4. RAPPORTO CON ALTRI PIANI E PROGRAMMI PERTINENTI IL PRP</b> .....	<b>41</b>
4.1 PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE .....	41
4.1.1 <i>Piano Territoriale Paesistico</i>	41
4.1.2 <i>Piano Territoriale Provinciale di Palermo</i>	46
4.1.3 <i>Piano Regolatore Generale e vincoli</i>	54
4.2 PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE SETTORIALE.....	57
4.2.1 <i>La pianificazione dei trasporti di livello europeo</i>	57

4.2.2	<i>Il Piano Generale dei Trasporti () (P.G.T.)</i>	59
4.2.3	<i>Piano Regionale dei Trasporti e della Mobilità</i>	61
4.2.4	<i>Piano Strategico per lo Sviluppo della Nautica da Diporto in Sicilia</i>	64
4.2.5	<i>Piano Regolatore vigente del Porto di Palermo</i>	74
4.2.6	<i>Piano Regolatore vigente del Porto dell'Arenella</i>	74
4.2.7	<i>Piano Regolatore vigente del Porto di Termini Imerese</i>	74
4.3	<b>PIANIFICAZIONE IN MATERIA DI TUTELA AMBIENTALE</b>	79
4.3.1	<i>Aree protette e zone SIC e ZPS (Rete Natura 2000)</i>	79
4.3.2	<i>Important Bird Areas (IBA)</i>	89
4.3.3	<i>Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico</i>	90
4.4	<b>ALTRI PIANI E PROGRAMMI DI LIVELLO LOCALE</b>	96
4.4.1	<i>Piano per il recupero del mare e della costa</i>	96
4.4.2	<i>Piano di Utilizzo delle Aree Demaniali Marittime (P.U.D.M.)</i>	99
4.4.3	<i>Programma Innovativo in Ambito Urbano "Porti e Stazioni" (P.I.A.U.)</i>	100
4.4.4	<i>Piano Generale del Traffico Urbano (P.G.T.U.)</i>	101
4.4.5	<i>Piano Strategico per la Mobilità Sostenibile</i>	103
4.4.6	<i>Piano sulla Qualità dell'Aria</i>	103
4.4.7	<i>Piano di Zonizzazione Acustica</i>	103
4.4.8	<i>Piano d'ambito dell'ATO rifiuti</i>	104
4.4.9	<i>Piano di raccolta e gestione dei rifiuti prodotti dalle navi e residui del carico nel Porto di Palermo</i>	105
4.5	<b>COERENZE CON PIANI E PROGRAMMI</b>	105

## VOLUME II

<b>5.</b>	<b>QUADRO AMBIENTALE</b>	<b>110</b>
5.1	<b>FLORA, FAUNA, BIODIVERSITÀ</b>	<b>110</b>
5.1.1	<i>Aree naturali protette, biodiversità, rete Natura 2000</i>	111
5.1.2	<i>Verde urbano</i>	158
5.1.3	<i>Comunità bentoniche della frangia e dell'infralitorale superiore</i>	161
5.2	<b>SUOLO E RISCHI NATURALI</b>	<b>169</b>
5.2.1	<i>Inquadramento idrogeologico, geologico e geotecnico</i>	169
5.2.2	<i>Aspetti idrologici e idraulici</i>	184
5.2.3	<i>Rischio Tsunami</i>	186
5.3	<b>EROSIONE E DINAMICA COSTIERA</b>	<b>192</b>
5.3.1	<i>Tipologia dei sedimenti dei fondali</i>	193
5.3.2	<i>Comportamento dinamico del litorale</i>	227
5.4	<b>ACQUA E AMBIENTE MARINO</b>	<b>235</b>
5.4.1	<i>Analisi della matrice d'acqua</i>	237
5.4.2	<b>TRIX E TRBIX</b>	261



5.4.3	<i>Analisi del macrozoobenthos</i>	265
5.4.4	<i>Caratterizzazione dei sedimenti</i>	266
5.4.5	<i>Risultati delle analisi di qualità per le acque interne: i fiumi Oreto ed Eleuterio</i>	270
5.4.6	<i>Balneazione</i>	277
5.4.7	<i>Studio meteomarinario</i>	278
5.4.8	<i>Studio agitazione interna ed imboccature</i>	280

### VOLUME III

5.5	ARIA E FATTORI CLIMATICI .....	284
5.5.1	<i>Caratterizzazione climatica</i>	284
5.5.2	<i>Qualità dell'aria</i>	288
5.6	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA .....	358
5.6.1	<i>Territorio e popolazione</i>	358
5.6.2	<i>Caratteristiche strutturali della popolazione</i>	360
5.6.3	<i>L'istruzione: scuole ed università</i>	362
5.6.4	<i>Caratteri del patrimonio edilizio</i>	365
5.6.5	<i>La salute a Palermo: strutture e prevenzione</i>	365
5.6.6	<i>Le campagne di educazione sanitaria promosse dall'amministrazione comunale</i>	368
5.6.7	<i>Le attività sociali promosse dall'Amministrazione</i>	368
5.7	BENI MATERIALI .....	370
5.7.1	<i>Attività produttive, turismo e agricoltura</i>	370
5.8	PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE, ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO ..	383
5.8.1	<i>Paesaggio</i>	383
5.8.2	<i>Patrimonio culturale, architettonico e archeologico</i>	390
5.9	RUMORE E VIBRAZIONI.....	391
5.9.1	<i>Rumore</i>	391
5.9.2	<i>Vibrazioni</i>	401
5.10	ELETTROMAGNETISMO .....	407
5.10.1	<i>Conclusioni</i>	413
5.11	MOBILITÀ E TRASPORTI.....	413
5.11.1	<i>Mobilità esterna</i>	413
5.11.2	<i>Mobilità interna</i>	417
5.11.3	<i>Parcheggi</i>	418
5.12	AMBIENTE URBANO.....	418
5.13	SITI CONTAMINATI .....	420
5.14	RIFIUTI .....	421
5.15	RISCHIO ANTROPOGENICO .....	433
5.16	ENERGIA .....	433

## VOLUME IV

<b>6. OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE .....</b>	<b>436</b>
6.1 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE .....	436
6.2 OBIETTIVI DEL NUOVO PRP .....	438
6.3 ANALISI DI COERENZA ESTERNA .....	439
<b>7. VALUTAZIONI STRATEGICHE .....</b>	<b>443</b>
<b>8. VALUTAZIONE DEI POSSIBILI EFFETTI SIGNIFICATIVI SULL'AMBIENTE .....</b>	<b>444</b>
8.1 FLORA, FAUNA E BIODIVERSITÀ.....	444
8.1.1 <i>Relazione di Incidenza</i> .....	444
8.1.2 <i>Verde urbano</i> .....	446
8.1.3 <i>Comunità bentoniche della frangia e dell'infralitorale superiore</i> .....	446
8.2 SUOLO E RISCHI NATURALI .....	446
8.3 EROSIONE E DINAMICA COSTIERA .....	447
8.4 ACQUA E AMBIENTE MARINO .....	447
8.4.1 <i>Verifica dell'ossigeno disciolto (DO)</i> .....	448
8.4.2 <i>Valutazione dell'indice TRIX</i> .....	460
8.4.3 <i>Conclusioni sulla matrice acqua</i> .....	464
8.5 ARIA E FATTORI CLIMATICI .....	465
8.5.1 <i>Introduzione</i> .....	465
8.5.2 <i>Descrizione del modello di dispersione e del software di lavoro</i> .....	465
8.5.3 <i>Parametri meteorologici</i> .....	468
8.5.4 <i>Caratteristiche delle sorgenti</i> .....	469
8.5.5 <i>Risultati</i> .....	472
8.5.6 <i>Conclusioni</i> .....	481
8.6 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA .....	482
8.7 BENI MATERIALI .....	483
8.8 PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE, ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO ..	483
8.9 RUMORE E VIBRAZIONI.....	483
8.9.1 <i>Introduzione</i> .....	483
8.9.2 <i>Descrizione del modello ISO 9613 e del software di lavoro</i> .....	484
8.9.3 <i>I dati in ingresso al programma</i> .....	484
8.9.4 <i>Risultati</i> .....	486
8.9.5 <i>Conclusioni</i> .....	492
8.10 ELETTRROMAGNETISMO .....	492
8.11 MOBILITÀ E TRASPORTI.....	493
8.12 AMBIENTE URBANO.....	493
8.13 SITI CONTAMINATI .....	493

---

8.14 RIFIUTI .....	493
8.15 RISCHIO ANTROPOGENICO .....	493
8.16 ENERGIA .....	493
8.17 MATRICE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE.....	494
<b>9. MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI E OPERE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE</b>	<b>497</b>
<b>10. SINTESI DELLE RAGIONI DELLA SCELTA DELLE ALTERNATIVE .....</b>	<b>499</b>
<b>11. MISURE PER IL MONITORAGGIO.....</b>	<b>500</b>

## INDICE DEL VOLUME II

<b>5. QUADRO AMBIENTALE.....</b>	<b>110</b>
5.1 FLORA, FAUNA, BIODIVERSITÀ.....	110
5.1.1 Aree naturali protette, biodiversità, rete Natura 2000	111
5.1.2 Verde urbano	158
5.1.3 Comunità bentoniche della frangia e dell'infralitorale superiore	161
5.2 SUOLO E RISCHI NATURALI .....	169
5.2.1 Inquadramento idrogeologico, geologico e geotecnico	169
5.2.2 Aspetti idrologici e idraulici	184
5.2.3 Rischio Tsunami	186
5.3 EROSIONE E DINAMICA COSTIERA.....	192
5.3.1 Tipologia dei sedimenti dei fondali	193
5.3.2 Comportamento dinamico del litorale	227
5.4 ACQUA E AMBIENTE MARINO .....	235
5.4.1 Analisi della matrice d'acqua	237
5.4.2 TRIX E TRBIX	261
5.4.3 Analisi del macrozoobenthos	265
5.4.4 Caratterizzazione dei sedimenti	266
5.4.5 Risultati delle analisi di qualità per le acque interne: i fiumi Oreto ed Eleuterio	270
5.4.6 Balneazione	277
5.4.7 Studio meteomarinario	278
5.4.8 Studio agitazione interna ed imboccature	280

## **VOLUME II**

## 5. QUADRO AMBIENTALE

---

Il presente capitolo ha il compito di descrivere il quadro conoscitivo del contesto ambientale di riferimento su cui interverrà il Piano Regolatore del Porto di Palermo.

L'analisi dello stato attuale dell'ambiente è tesa a rintracciare le sensibilità territoriali e a prevedere l'entità degli effetti connessi agli interventi previsti dal Piano.

Essa è strutturata secondo le tematiche flora, fauna, biodiversità, popolazione, salute umana, aria, fattori climatici, acqua, suolo, paesaggio, patrimonio culturale architettonico e archeologico, beni materiali e interrelazione dei suddetti fattori, energia, rifiuti, mobilità e trasporti, ambiente urbano, come disposto dall'Allegato VI, lettera f, del D.l.vo n. 152 del 03/04/2006 e s.m.i. ed approfondita per quelle tematiche direttamente interessate dall'attuazione del Piano.

### 5.1 FLORA, FAUNA, BIODIVERSITÀ

---

L'individuazione delle componenti naturalistiche, ambientali e culturali di un territorio, rappresenta - alla luce degli orientamenti europei, recepiti a livello nazionale e regionale, elemento preliminare indispensabile per un duplice ordine di motivi:

- in primo luogo perché le componenti naturalistiche ed ambientali rappresentano le "invarianti" di un territorio ovvero gli elementi la cui modificazione o la cui perdita comporterebbe come conseguenza l'impovertimento del patrimonio collettivo di un'area e l'impossibilità del rispetto del principio di sostenibilità delle trasformazioni che prevede la possibilità di garantire alle generazioni future lo stesso grado di fruibilità dei beni naturali ed ambientali possibili oggi;
- in secondo luogo perché il patrimonio ambientale e culturale di un'area rappresenta la base su cui fondare un processo di identificazione ed appartenenza che valorizzando e salvaguardando le potenzialità locali, si inserisca in un quadro di integrazione più ampio.

In particolare nelle grandi aree urbane, la presenza di spazi naturali - specie se contenitori di biodiversità - da un lato consente di minimizzare l'interruzione della rete ecologica globale, dall'altro assolve anche ad una funzione basilare, quale quella della fruizione e godibilità delle risorse anche in ambienti congestionati.

Quest'ultimo aspetto contribuisce ad elevare il livello della qualità della vita delle popolazioni ma anche a promuovere la coscienza e la consapevolezza dell'importanza delle risorse, partecipando al perseguimento degli obiettivi di informazione ed educazione ambientale.

La forma e qualità delle relazioni tra i centri urbani ed il territorio dipendono dai processi di sviluppo, dai modelli di riferimento nelle diverse epoche storiche, dalla qualità delle relazioni di reciprocità tra il sistema urbano ed il sistema dell'ambiente naturale. La qualità della gestione del territorio contemporaneo si misura sulla capacità di risposta a problemi ed esigenze diverse rispetto al passato, e richiede in primo luogo un'adeguata modifica dei modelli di riferimento e delle funzioni delle città.

Le politiche urbane possono contribuire a garantire un uso razionale delle risorse naturali, gestendole come patrimonio comune, da salvaguardare e valorizzare, ed attivando un processo di gestione delle trasformazioni che tenga conto delle componenti naturali ed antropiche, secondo principi di sostenibilità ambientale.



### 5.1.1 Aree naturali protette, biodiversità, rete Natura 2000

Il territorio del Comune di Palermo si estende per 16.010,9 ettari, dei quali circa 4.000 sono occupati dall'area urbana.

La Città di Palermo si colloca nella pianura costiera caratterizzata da teatri montuosi che delimitano la piana palermitana, storicamente definita Conca d'Oro. Quest'ultima è una pianura ricca di acque e fertile, coltivata prevalentemente ad agrumeti; la pianura costiera è attraversata dalle valli fluviali dell'Oreto, dell'Eleuterio, della Milizia e del S.Leonardo zone nelle quali sono presenti alti valori culturali e ambientali. La piana è inserita nel settore nord orientale dei Monti di Palermo e cinta dai monti Pellegrino e Gallo a nord-ovest, e dai monti Megna, Castellaccio, Gibilforni, Cuccio e Grifone, procedendo da nord-ovest a sud e nord-est.

Il Fiume Oreto è oggi, di fatto, l'unico fiume rimasto all'interno della Conca d'Oro. In esso sono rinvenibili ancora esempi pregevoli di vegetazione di ambienti umidi, nonostante il generale impoverimento delle specie dovuto al degrado che ha interessato soprattutto l'ultimo tratto del fiume.

Purtroppo, il più generale degrado della costa palermitana ha determinato, di fatto, la rarefazione della vegetazione preesistente, soprattutto di quella vivente sulle spiagge sabbiose, mentre nei tratti rocciosi, specie se inaccessibili, questa risulta meglio conservata.

Il contesto ambientale e paesaggistico in cui si inserisce la Città di Palermo è dunque di grande rilievo e sia nell'area urbana che extraurbana esistono importanti aree naturali, a diversi livelli di integrazione con il tessuto urbanizzato, in alcuni casi importanti bacini di biodiversità.

Per quanto riguarda la presenza di Aree Naturali Protette, nel territorio comunale sono presenti 4 Riserve Naturali ed un'Area Marina Protetta. Su di esse insistono una molteplicità di soggetti gestori, tutti molto attivi.

Aree Naturali Protette	Istituzione	Superficie (ha)	Ente Gestore
Riserva Naturale Orientata Monte Pellegrino	1996	1.016,87	Rangers d'Italia
Riserva Naturale Orientata Capo Gallo	2001	585,83	Azienda Regionale Foreste Demaniali
Area Marina Protetta Capo Gallo – Isola delle Femmine	2002	2.173,00	Capitaneria di Porto di Palermo
Riserva Naturale Integrale Grotta Conza	1995	4,37	CAI – Club Alpino Italiano
Riserva Naturale Orientata Grotta Molara	2008	40,20	Gruppi di Ricerca Ecologica
<b>Totale</b>		<b>3820,27</b>	

Per quanto riguarda la presenza di aree afferenti alla Rete Natura 2000, nel Comune di Palermo vi sono 6 Siti di Interesse Comunitario (SIC) e 1 Zona di Protezione Speciale (ZPS), che interessano, anche per una parte, il territorio comunale.

pSIC / ZPS	Istituzione	Superficie (ha)
ITA020006 "Capo Gallo"	1995	546,82
ITA020012 "Valle del Fiume Oreto"	1995	138,39
ITA020014 "Monte Pellegrino"	1995	832,80
ITA020023 "Raffo Rosso, Monte Cuccio e Vallone Sagana"	1995	6.089,63
ITA020044 "Monte Grifone"	1995	1.648,84
ITA020047 "Fondali di Isola delle Femmine-Capo Gallo"	1995	963,25
ITA020049 "Monte Pecoraro e Pizzo Cirina"	2005	8.604,00
<b>Totale</b>		<b>18823,73</b>

### 5.1.1.1 Riserva Naturale Orientata di Monte Pellegrino / ITA020014 "Monte Pellegrino"

La riserva naturale orientata "Monte Pellegrino", la cui gestione è affidata all'Associazione Nazionale Rangers D'Italia, ospita circa mille specie di piante, a partire da quelle endemiche e circa la metà delle specie isolate di mammiferi, nonché alcune specie di uccelli migratori ed una colonia di rettili. Il Monte Pellegrino, un massiccio carbonatico di età oscillante dal Cretaceo al Paleogene, offre grazie alla sua conformazione a fortezza un ottimo rifugio per la fauna paleontologica isolana, la vegetazione rupestre e le boscaglie di leccio. Si ipotizza che il monte sia stato frequentato sin dall'antichità grazie agli innumerevoli ritrovamenti fatti, come i graffiti paleolitici della Grotta Niscemi, quelli della grotta delle Incisioni e della Grotta dei Bovidi, i resti dei nuclei stanziali risalenti all'eneolitico e numerosi reperti come orci e vasellami oggi custoditi al Museo Archeologico Palermitano. Il nome gli fu dato dai romani, che lo trovarono impervio ("Peregrinus" = ostile).

#### Parco Storico della Favorita

Si trova all'interno della riserva Orientata di Monte Pellegrino ed è nato come riserva reale di caccia all'epoca di Ferdinando III Borbone che si rifugiò in queste zone dove creò una sua residenza ed un parco di circa 400 ettari ricavato annettendo parte dei feudi vicini e caratterizzato da una struttura viaria costituita da viali alberati alternati con luoghi di sosta, fontane, piazze e obelischi.

L'area instaura un rapporto privilegiato da un lato con il Monte Pellegrino, fondale scenografico di indiscutibile suggestione, e dall'altro con il tessuto edificato, costituendo elemento di forza del sistema urbano del verde e anticipazione del sistema delle ville suburbane della Piana dei Colli.

La copertura vegetale attuale è il risultato di un processo continuo di antropizzazione che ha sostituito quella originaria, verosimilmente caratterizzata in larga misura dalla macchia e dalla foresta mediterranea. L'impianto di colture agrarie, di boschetti ed, in tempi più recenti, di essenze per la riforestazione, ha determinato un quadro paesistico che alterna elementi di valore con effetti banalizzanti.

Tra i siti più affascinanti della riserva ricordiamo la Valle del Porco dove si può ammirare la vegetazione rupestre caratterizzata dal garofano e cavolo rupestri, dall'erba perla e dalla palma nana; la boscaglia del leccio costituita dal leccio stesso, dal lentisco, dal terebinto, dal corbezzolo e dall'alaterno trova la sua massima espressione nel bosco di S. Pantaleo, vicino l'omonimo anfiteatro. La fauna locale è costituita da rapaci come la poiana ed il falco pellegrino, predatori come la volpe, uccelli come il saltimpalo e l'occhiotto.

#### SIC ITA020014 "Monte Pellegrino"

La Scheda Natura 2000 al punto 4 riporta la descrizione del sito:

##### Caratteristiche generali sito

Si tratta di un biotopo di rilevante interesse naturalistico ed ambientale, già incluso all'interno dell'omonima riserva naturale; si estende complessivamente per una superficie di circa 833 ettari, ricadendo nel territorio comunale di Palermo. L'area del SIC include l'aspro promontorio che chiude ad ovest il Golfo di Palermo; esso culmina nelle vette di Pizzo Semaforo (600 m); di poco inferiori sono le cime che sovrastano i piani di Camarrone (574 m) e della Torre (586 m).

Dal punto di vista geologico il territorio rientra nella serie dei monti di Palermo, costituito da sedimenti relativi alla cosiddetta "piattaforma Panormide", quale risultato di una tettonica che ha provocato la sovrapposizione di unità prevalentemente carbonatiche. Si tratta di un massiccio risalente al Cretaceo paleogene, caratterizzato da calcari, calcari dolomitici, calcari oolitici e pseudoolitici, calcari biostromali, calciruditi, calcareniti, calciluliti talvolta dolomizzati e con lenti di breccie intraformazionali, con frequenti fenomeni di carsismo epigeo ed ipogeo.

Sulla base della classificazione bioclimatica secondo Rivas-Martinez, il territorio rientra prevalentemente nell'ambito della fascia termomediterranea, con ombrotipo subumido inferiore; oltre i 450-500 metri di quota, è possibile ipotizzare condizioni tendenti verso la fascia del mesomediterraneo.

Il paesaggio vegetale risente notevolmente delle intense utilizzazioni del passato. La diffusa urbanizzazione della fascia costiera ed i popolamenti forestali artificiali che ricoprono estesamente il promontorio costituiscono gli aspetti antropogeni che maggiormente incidono sulla sua fisionomia. La vegetazione potenziale della stessa area è prevalentemente da riferire alle seguenti serie:

- della Palma nana (*Pistacio-Chamaeropo humilis sigmetum*), lungo i versanti subcostieri;
- del Leccio e dell'Alaterno (*Rhamno-Quercu ilicis sigmetum pistacietoso terebinthi*), sui versanti detritici;
- dell'Olivastro (*Oleo-Euphorbio dendroidis sigmetum*), sulle cenge e le creste rocciose più aride (versante sud);
- del Leccio e del Lentisco (*Pistacio-Quercu ilicis sigmetum*), nella parte alta del tavolato.

Alle succitate serie sono altresì da aggiungere le microgeoserie legate a condizioni edafiche particolari, come nel caso delle pareti rocciose, delle aree detritiche, ecc.

#### Qualità e importanza

Si tratta di un'area di rilevante pregio naturalistico-ambientale e paesaggistico. Sono da segnalare le formazioni casmofitiche di rilevante interesse scientifico e paesaggistico, oltre ad una comunità a *Ziziphus lotus*, unica in Italia. Nella sezione 3.3, indicate con la lettera D, sono elencate entità vegetali la cui presenza nel territorio è ritenuta di rilevante interesse fitogeografico. Il promontorio di Monte Pellegrino svolge anche un ruolo importante per la migrazione degli uccelli. Di rilievo è anche la presenza di specie di insetti endemiche e/o rare.

#### Vulnerabilità

Le formazioni vegetali naturali risentono della pressione antropica non indifferente (incendi, edilizia non controllata, ecc.), soprattutto nella parte sottostante le pareti rocciose. Per quanto riguarda la gestione forestale, come evidenziato da alcuni studi (Gianguzzi, 2004), i danni del pascolo non sono ritenuti particolarmente significativi nell'ambito del dinamismo della vegetazione naturale; ciò a differenza degli incendi e degli impianti di riforestazione – soprattutto se attuati con interventi drastici (scasso, gradonamenti, buche profonde, ecc.) e con l'utilizzo di essenze estranee alle formazioni native – i quali tendono a rallentare il recupero degli aspetti più maturi delle rispettive serie di vegetazione.

Nelle Tabelle che seguono sono riportate le informazioni pertinenti sui tipi di habitat e sulle specie di flora e di fauna presenti nel sito:

### 3. INFORMAZIONI ECOLOGICHE

#### 3.1. Tipi di HABITAT presenti nel sito e relativa valutazione del sito:

##### TIPI DI HABITAT ALLEGATO I:

CODICE %	COPERTA	RAPRESENTATIVITA	SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE
1 1 7 0	1		D		
1 2 1 0	1		D		
1 2 4 0	1		D		
1 3 1 0	1		D		
2 1 1 0	1		D		
5 2 2 0	1	C	A	C	B
5 2 3 0	1				
5 3 3 1	4	C	C	B	B
5 3 3 2	2				
5 3 3 3	1	I	D		
6 2 2 0	3 5	C	C	B	B
6 3 1 0	1				
8 1 3 0	2	B	C	A	A
8 2 1 4	1 5	B	C	A	A
9 3 2 0	4	C	C	B	B
9 3 4 0	3	C	C	C	C

#### Gruppo 1 HABITAT COSTIERI E VEGETAZIONI ALOFITICHE

##### Sottogruppo 11 – Acque marine e ambienti a marea.

- *Cod. 1170 – Scogliere*

##### Sottogruppo 12 – Scogliere marine e spiagge ghiaiose

- *Cod. 1210 – Vegetazione annua delle linee di deposito marine*
- *Cod. 1240 – Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium spp.* Endemici*

##### Sottogruppo 13 – Paludi e pascoli inondati atlantici e continentali

- *Cod. 1310 – Vegetazione annua pioniera a *Salicornia* e altre specie delle zone fangose e sabbiose*

#### Gruppo 2 DUNE MARITTIME E INTERNE

##### Sottogruppo 21 – Dune marittime delle coste atlantiche, del Mare del Nord e del Baltico

- *Cod. 2110 – Dune mobili embrionali*

#### Gruppo 5 MACCHIE E BOSCHIE SCLEROFILLE (MATORRAL)

##### Sottogruppo 52 – Matorral arborescenti mediterranei

- *Cod. 5220\* – Matorral arborescenti di *Zyziphus**
- *Cod. 5230\* – Matorral arborescenti di *Laurus nobilis**

##### Sottogruppo 53 – Boscaglie termo-mediterranee e pre-steppiche

- *Cod. 5331 – Formazioni ad *Euphorbia dendroides**
- *Cod. 5332 – Garighe ad *Ampelodesma mauritanica**
- *Cod. 5333 – Formazioni a *Chamaerops humilis**

#### Gruppo 6 FORMAZIONI ERBOSE NATURALI E SEMINATURALI

##### Sottogruppo 62 – Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli

- *Cod. 6220\* – Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*

##### Sottogruppo 63 – Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (dehesas)

- *Cod. 6310 – Dehesas con *Quercus spp.* sempreverde*

Gruppo 8 HABITAT ROCCIOSI E GROTTI

Sottogruppo 81 – Ghiaioni

- Cod. 8130 – *Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili*

Sottogruppo 82 – Pareti rocciose con vegetazione casmofitica

- Cod. 8214 – *Versanti calcarei dell'Italia meridionale (Dianthion rupicolae)*

Gruppo 9 FORESTE

Sottogruppo 93 – Foreste sclerofille mediterranee

- Cod. 9320 – *Foreste di Olea e Ceratonia*
- Cod. 9340 – *Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia*

**3.2.a. Uccelli elencati nell'Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO				
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Riprod.	Svern.	Stazion.				
A 2 2 9	Alcedo atthis					D			
A 2 4 3	Calandrella brachydactyla		P		C		B		C
A 0 8 1	Circus aeruginosus			P		D			
A 0 8 4	Circus pygargus			P		D			
A 1 0 3	Falco peregrinus	P			B		B	A	B
A 3 2 1	Ficedula albicollis			P		D			
A 1 2 7	Grus grus			P		D			
A 0 9 3	Hieraaetus fasciatus			P	A		B	A	B
A 0 9 2	Hieraaetus pennatus			P		D			
A 0 7 3	Milvus migrans			P		D			
A 0 7 7	Neophron percnopterus			P	A		B	A	B
A 0 9 4	Pandion haliaetus			P		D			
A 0 7 2	Pernis apivorus			P		D			
					A B C	D	A B C	A B C	A B C

**3.2.b. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO				
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Riprod.	Svern.	Stazion.				
A 2 9 7	Acrocephalus scirpaceus		P			D			
A 1 6 8	Actitis hypoleucos			P		D			
A 2 5 7	Anthus pratensis			P		D			
A 2 2 6	Apus apus		P			D			
A 2 2 8	Apus melba		P			D			
A 2 2 7	Apus pallidus		P			D			
A 0 2 8	Ardea cinerea			P		D			
A 2 2 1	Asio otus			P		D			
A 3 6 5	Carduelis spinus			P		D			
A 0 9 7	Falco vespertinus			P		D			
A 3 2 2	Ficedula hypoleuca			P		D			
A 2 9 9	Hippoboscus icterina			P		D			
A 2 3 3	Jynx torquilla			P		D			
A 3 4 1	Lanius senator		P			D			
A 2 7 1	Luscinia megarhynchos		P			D			
A 2 3 0	Merops apiaster			P		D			
A 2 8 0	Monticola saxatilis			P		D			
A 2 6 0	Motacilla flava			P		D			
A 3 1 9	Muscicapa striata		P			D			
A 2 7 8	Oenanthe hispanica			P		D			
A 2 7 7	Oenanthe oenanthe			P		D			
A 3 3 7	Oriolus oriolus			P		D			
A 2 1 4	Otus scops	P		P		D			
A 2 7 3	Phoenicurus ochruros			P		D			
A 3 1 5	Phylloscopus collybita			P		D			
A 3 1 4	Phylloscopus sibilatrix			P		D			
A 3 1 6	Phylloscopus trochilus			P		D			
A 2 6 6	Prunella modularis			P		D			
A 3 1 7	Regulus regulus			P		D			
A 2 4 9	Riparia riparia			P		D			
A 2 7 5	Saxicola rubetra			P		D			
A 1 5 5	Scolopax rusticola			P		D			
A 3 1 1	Sylvia atricapilla	P		P		D			
A 3 1 0	Sylvia borin			P		D			

A	3	0	4	Sylvia cantillans		P													
A	3	0	9	Sylvia communis						P									
A	3	0	3	Sylvia conspicillata		P													
A	2	3	2	Upupa epops						P									

**3.2.c. MAMMIFERI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO														
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale											
			Roprod.	Svern.	Stazion.														

**3.2.d. ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO														
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale											
			Roprod.	Svern.	Stazion.														

**3.2.f. INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO														
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale											
			Roprod.	Svern.	Stazion.														

**3.2.g. PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO								
			Popolazione	Conserv.	Isolamento	Globale					
1	4	6	8	Dianthus rupicola	C						
1	9	0	5	Ophrys lunulata	V						



### 3.3 Altre specie importanti di Flora e Fauna

GRUPPO							NOME SCIENTIFICO	POPOLAZIONE	MOTIVAZIONE		
U	M	A	R	P	I	V					
U							Buteo buteo	R			C
U							Columba livia	P			
U							Corvus corax	P	A		
U							Coturnix coturnix	P	A		
U							Loxia curvirostra	R			C
U							Monticola solitarius	P			C
U							Petronia petronia	R			C
U							Phoenicurus ochruros	P			C
U							Strix aluco	P			C
U							Tyto alba	P			C
	M						Crocidura sicula	P		B	
		A					Bufo viridis	P			C
		A					Discoglossus pictus	R	A		
		A					Hyla intermedia (Hyla arborea)	R	A		
			R				Chalcides ocellatus	P			C
			R				Podarcis wagleriana	P	A		
					I		Dolichomeira microphtalma	R		B	
					I		Geostiba panormitana	R		B	
					I		Scydmorephes panormitanus	R		B	
						V	Aceras anthropophorum	R		B	
						V	Agropyron panormitanum	R			D
						V	Allium obtusiflorum	R	A		
						V	Allium subvillosum	R	A		
						V	Ambrosinia bassii	R			D
						V	Anacamptis pyramidalis	R			C
						V	Anthriscum siculum	R		B	
						V	Asperula rupestris	R	A		
						V	Barlia robertiana	R			C
						V	Bellevia dubia subsp. dubia	R		B	
						V	Biscutella maritima	C		B	
						V	Bothriochloa pertusa var. panormitana	R	A		
						V	Brassica rupestris	R	A		
						V	Carlina sicula	C			D
						V	Cenchrus ciliaris	C	A		
						V	Centaurea ucriae subsp. ucriae	R	A		
						V	Centaurea ucriae subsp. umbrosa	R	A		
						V	Cheilanthes vellea	V	A		
						V	Convolvulus cneorum	V	A		
						V	Crocus longiflorus	R		B	
						V	Cyclamen hederifolium	R			C
						V	Cyclamen repandum	R			C
						V	Cymbalaria pubescens	R	A		
						V	Delphinium emarginatum subsp. emarginatum	R	A		
						V	Ephedra major subsp. major	V	A		
						V	Eryngium bocconeii	C		B	
						V	Euphorbia bivancae	C	A		
						V	Euphorbia ceratocarpa	C		B	
						V	Euphorbia dendroides	C			C
						V	Euphorbia melapetala	R	A		

					V	<i>Euphorbia serrata</i>	R	A			
					V	<i>Galium aetnicum</i>	R		B		
					V	<i>Helichrysum rupestre</i> var. <i>rupestre</i>	C		B		
					V	<i>Iberis semperflorens</i>	R	A			
					V	<i>Iris pseudopumila</i>	R	A			
					V	<i>Limodorum abortivum</i>	R			C	
					V	<i>Limonium bocconeii</i>	R		B		
					V	<i>Lithodora rosmarinifolia</i>	V	A			
					V	<i>Matthiola incana</i> subsp. <i>rupestris</i>	R	A			
					V	<i>Micromeria fruticulosa</i>	C		B		
					V	<i>Neotinea maculata</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys apifera</i>	P			C	
					V	<i>Ophrys bertolonii</i>	P			C	
					V	<i>Ophrys bombyliflora</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys ciliata</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys fusca</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys incubacea</i>	P			C	
					V	<i>Ophrys lutea</i> subsp. <i>lutea</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys lutea</i> subsp. <i>minor</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys oxypetala</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys sphecodes</i> subsp. <i>sicula</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys tenthredinifera</i>	R			C	
					V	<i>Ophrys vernixia</i>	R			C	
					V	<i>Orchis brancifortii</i>	R			C	
					V	<i>Orchis collina</i>	R			C	
					V	<i>Orchis coriophora</i>	R			C	
					V	<i>Orchis italica</i>	R			C	
					V	<i>Orchis longicornu</i>	R			C	
					V	<i>Orchis papilionacea</i> var. <i>grandiflora</i>	R			C	
					V	<i>Orchis tridentata</i> (incl. <i>O. commutata</i> )	R			C	
					V	<i>Oryzopsis coerulescens</i>	P				D
					V	<i>Panicum compressum</i>	P	A			
					V	<i>Phyllitis sagittata</i>	R	A			
					V	<i>Pimpinella anisoides</i>	R		B		
					V	<i>Ranunculus pratensis</i>	P				D
					V	<i>Ruscus aculeatus</i>	R			C	
					V	<i>Senecio sicalus</i>	R		B		
					V	<i>Serapias lingua</i>	R			C	
					V	<i>Serapias parviflora</i>	R			C	
					V	<i>Serapias vomeracea</i> subsp. <i>longipetala</i>	R			C	
					V	<i>Serratula cichoracea</i> subsp. <i>mucronata</i>	R	A			
					V	<i>Seseli bocconi</i> subsp. <i>bocconi</i>	R		B		
					V	<i>Tragopogon porrifolius</i> subsp. <i>cupanii</i>	R		B		
					V	<i>Viburnum tinus</i>	R	A			
					V	<i>Ziziphus lotus</i>	R	A			

CF = *Centaurea*; M = *Malva*; C = *Centaurea*; A = *Aster*; B = *Borragia*; D = *Dianthus*; P = *Pulsatilla*; R = *Ranunculus*; M = *Malva*

### 5.1.1.2 Riserva Naturale Orientata di Capo Gallo / ITA020006 "Capo Gallo"

La riserva deve il nome al Monte Gallo, rilievo carbonatico formatosi dal Mesozoico (225 milioni di anni fa) all'Eocene medio (54 e 33,7 milioni di anni fa). E' una Montagna carsica, che presenta numerose manifestazioni erosive superficiali ed endogene e parecchie cavità: la Fossa del Gallo, la Grotta Perciata, la Grotta dei Caprari, quella delle Vitelle, la Grotta Regina e la Grotta Caramula, la grotta Impisu. Recenti tracce testimoniano in passato la presenza di grandi animali del Quaternario, come il cervo e l'ippopotamo.

Di estremo interesse anche le testimonianze umane all'interno della Grotta Regina: tracce di figure umane e animali, di probabile epoca punica e forse anche precedenti. I fondali della grotta dell'Olio, ospitano il relitto di una nave cartaginese. In una grotta di Monte Gallo è stato rinvenuto lo scheletro di un elefante nano del Quaternario, vissuto 230.000 anni fa.

Il lentisco, il finocchio di mare e le diverse specie di Limonium, costituiscono il paesaggio vegetale tipicamente mediterraneo. Spesso, insieme al leccio, troviamo il sommacco siciliano, l'asparago spinoso, l'alaterno, l'olivastro e la ruta d'Aleppo.

Anche la costa rocciosa è caratterizzata dal trottoir a vermeti, per la presenza di un mollusco gasteropode che vive all'interno di tubi calcarei che salda a quelli degli organismi vicini e che, mantenendosi a pelo d'acqua, forma appunto una sorta di marciapiede (trottoir) vivente.

Sulle impervie rocche del Monte Gallo nidificano cincie, fringillidi, il merlo, l'occhiocotto, il colombaccio e anche specie migratorie: la cicogna bianca, il falco pecchiaiolo, il gruccione ed il cuculo. Per i rapaci notturni, il barbagianni, e l'allocco, che si nutrono di lucertole, topi e conigli selvatici di taglia più minuta. L'unico grande mammifero presente è la volpe. Significativa la presenza del rospo smeraldino.

#### SIC ITA020006 "Capo Gallo"

La Scheda Natura 2000 al punto 4 riporta la descrizione del sito:

##### Caratteristiche generali sito

L'area del SIC si estende complessivamente per una superficie di 547 ettari e ricade nel territorio comunale di Palermo, include un biotopocostiero di rilevante interesse, peraltro già compreso all'interno dell'omonima riserva naturale. Essa è dominata dal rilievo che chiude ad ovest il Golfo di Mondello e l'ampia Piana di Palermo, il quale culmina nelle vette di Pizzo Vuturo o dell'Avvoltoio (m 512), Pizzo della Sella (m 562) e Pizzo dello Stinco (m 612).

Dal punto di vista geologico l'area rientra nella serie dei monti di Palermo ed è costituita da sedimenti relativi alla cosiddetta "piattaforma Panormide", quale risultato di una tettonica che ha provocato la sovrapposizione di unità prevalentemente carbonatiche. Rappresenta un massiccio calcareo-dolomitico risalente al Triassico-cretacico superiore e Paleocene, con frequenti fenomeni di carsismo epigeo ed ipogeo. Nella parte settentrionale ed orientale si sviluppano irte falesie rocciose sovrastanti imponenti brecciai; i versanti a sud/sud-est declinano verso l'interno, mantenendo una morfologia meno acclive, ma tuttavia sempre abbastanza aspra ed accidentata.

Sulla base della classificazione bioclimatica secondo Rivas-Martinez, il territorio rientra prevalentemente nell'ambito della fascia termomediterranea, con ombrotipo subumido inferiore; oltre i 450-500 metri di quota, è possibile ipotizzare condizioni tendenti verso la fascia del mesomediterraneo.

Il paesaggio vegetale risente notevolmente delle intense utilizzazioni del passato, nonché degli incendi che si verificano quasi annualmente. I versanti esposti a sud-est si presentano alquanto denudati e monotoni, seguendo una fisionomia assai comune a quella degli altri rilievi calcarei della fascia costiera della Sicilia nord-occidentale. Domina incontrastata la prateria secondaria ad *Ampelodesma*, formazione floristicamente impoverita dal perpetrarsi dell'azione del fuoco; negli stessi ambiti sono stati talora effettuati impianti forestali artificiali, attraverso l'utilizzo di conifere estranee al territorio (generi *Pinus*, *Eucalyptus*, *Cupressus*, ecc.), anch'essi peraltro intaccati dagli incendi.

La vegetazione potenziale della stessa area è prevalentemente da riferire alle seguenti serie:

- della Palma nana (*Pistacio-Chamaeropo humilis sigmetum*), lungo i versanti subcostieri;
- del Leccio e dell'Alaterno (*Rhamno-Querco ilicis sigmetum pistacietoso terebinthi*), sui versanti detritici;
- dell'Olivastro (*Oleo-Euphorbio dendroidis sigmetum*), sulle cenge e le creste rocciose più aride (versante sud);
- del Leccio e del Lentisco (*Pistacio-Querco ilicis sigmetum*), nella parte alta del tavolato.

Ai succitati sigmeti sono altresì da aggiungere le microgeoserie legate a condizioni edafiche particolari, come nel caso delle pareti rocciose, delle aree detritiche, ecc.

#### Qualità e importanza

Si tratta di un'area di notevole interesse floro-faunistico e fitocenotico, spesso indicata fra gli esempi più significativi per esaltare la biodiversità della fascia costiera della Sicilia occidentale. Il promontorio di Monte Gallo risulta essere un'area di grande importanza per gli uccelli migratori sia come rotta che come luogo di sosta temporanea. Nell'area sono segnalate anche alcune specie di insetti rari o endemici. Nell'elenco riportato nella sezione 3.3, vengono citati anche alcuni interessanti elementi floristici, la cui presenza nel territorio è ritenuta di particolare interesse fitogeografico (D).

#### Vulnerabilità

A prescindere dall'istituzione della Riserva naturale, si tratta di un territorio alquanto vulnerabile a causa del notevole disturbo antropico (lottizzazioni abusive, turismo balneare non controllato, incendi, ecc.). Vanno ad esempio menzionati gli incendi, i quali si ripetono con notevole frequenza, arrecando notevoli danni alla flora ed alla stessa fauna; l'azione del fuoco sta alla base del preoccupante depauperamento di diverse specie legnose, oltre ad alcune delle succitate endemiche puntuali o piante rare di rilevante interesse fitogeografico. Vanno altresì citati gli stessi interventi di riforestazione – generalmente effettuati attraverso l'impiego di specie del tutto estranee alle formazioni boschive autoctone – con notevole disturbo alla normale dinamica evolutiva delle serie forestali ed al recupero delle formazioni naturali più mature. Fra gli altri aspetti di disturbo vanno altresì menzionati gli stessi interventi di ripulitura del sottobosco, le aperture di nuovi sentieri ed altre azioni che arrecano un certo disturbo al dinamismo della vegetazione naturale, oltre che alla stessa fauna. Altri segni del degrado sono legati all'azione di scavo ed all'asportazione di materiale detritico operati nel passato (soprattutto lato Mondello), nonché alla notevole pressione legata all'espansione edilizia che si registra lungo i margini esterni dell'intera area.

Nelle Tabelle che seguono sono riportate le informazioni pertinenti sui tipi di habitat e sulle specie di flora e di fauna presenti nel sito:

### 3. INFORMAZIONI ECOLOGICHE

#### 3.1. Tipi di HABITAT presenti nel sito e relativa valutazione del sito:

##### TIPI DI HABITAT ALLEGATO I:

CODICE %	COPERTA	RAPRESENTATIVITA	SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE
1 1 7 0	2				
1 2 1 0	1				
1 2 4 0	2				
1 3 1 0	1				
5 3 3 1	8	C			B
5 3 3 2	4 5	A		B	A
5 3 3 3	2	B	B	A	A
5 3 3 5	1				
6 2 2 0	1 5			B	B
6 3 1 0	1				
8 1 3 0	2	B		A	A
8 2 1 4	1 0	B		A	A
9 3 2 0	1				
9 3 4 0	3	C		C	C

#### Gruppo 1 HABITAT COSTIERI E VEGETAZIONI ALOFITICHE

Sottogruppo 11 – Acque marine e ambienti a marea.

- Cod. 1170 – *Scogliere*

Sottogruppo 12 – *Scogliere marine e spiagge ghiaiose*

- Cod. 1210 – *Vegetazione annua delle linee di deposito marine*
- Cod. 1240 – *Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. Endemici*

Sottogruppo 13 – *Paludi e pascoli inondati atlantici e continentali*

- Cod. 1310 – *Vegetazione annua pioniera a *Salicornia* e altre specie delle zone fangose e sabbiose*

#### Gruppo 5 MACCHIE E BOSCAGLIE SCLEROFILLE (MATORRAL)

Sottogruppo 53 – *Boscaglie termo-mediterranee e pre-steppe*

- Cod. 5331 – *Formazioni ad *Euphorbia dendroidea**
- Cod. 5332 – *Garighe ad *Ampelodesma mauritanica**
- Cod. 5333 – *Formazioni a *Chamaerops humilis**
- Cod. 5335 – *Ginestre termomediterranee*

#### Gruppo 6 FORMAZIONI ERBOSE NATURALI E SEMINATURALI

Sottogruppo 62 – *Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli*

- Cod. 6220\* – *Percorsi substeppe di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodieta*

Sottogruppo 63 – *Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (dehesas)*

- Cod. 6310 – *Dehesas con *Quercus* spp. sempreverde*

#### Gruppo 8 HABITAT ROCCIOSI E GROTTI

Sottogruppo 81 – *Ghiaioni*

- Cod. 8130 – *Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili*

Sottogruppo 82 – *Pareti rocciose con vegetazione casmofitica*

- Cod. 8214 – *Versanti calcarei dell'Italia meridionale (*Dianthion rupicolae*)*

#### Gruppo 9 FORESTE

Sottogruppo 93 – *Foreste sclerofille mediterranee*

- Cod. 9320 – Foreste di Olea e Ceratonia
- Cod. 9340 – Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia

### 3.2.a. Uccelli elencati nell'Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale			
			Riprod.	Svern.	Stazion.							
A 2 2 9	Alcedo atthis											
A 0 1 0	Calonectris diomedea											
A 0 8 2	Circus cyaneus											
A 0 8 4	Circus pygargus											
A 1 0 3	Falco peregrinus											
A 3 2 1	Ficedula albicollis											
A 1 7 6	Larus melanocephalus											
A 0 7 3	Milvus migrans											
A 0 9 4	Pandion haliaetus											
A 0 7 2	Pernis apivorus											
A 1 9 1	Sterna sandvichensis											

### 3.2.b. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale			
			Riprod.	Svern.	Stazion.							
A 1 6 8	Actitis hypoleucos											
A 2 5 7	Anthus pratensis											
A 2 5 6	Anthus trivialis											
A 2 2 6	Apus apus											
A 2 2 8	Apus melba											
A 2 2 7	Apus pallidus											
A 0 2 8	Ardea cinerea											
A 0 2 6	Egretta garzetta											
A 0 9 7	Falco vespertinus											
A 3 2 2	Ficedula hypoleuca											
A 2 9 9	Hippolais icterina											
A 3 0 0	Hippolais polyglotta											
A 2 3 3	Jynx torquilla											
A 3 4 1	Lanius senator											
A 1 7 9	Larus ridibundus											
A 2 7 1	Luscinia megarhynchos											
A 2 3 0	Merops apiaster											
A 2 8 0	Monticola saxatilis											
A 3 1 9	Muscicapa striata											
A 2 7 7	Oenanthe oenanthe											
A 3 3 7	Oriolus oriolus											
A 2 1 4	Otus scops											
A 3 1 5	Phylloscopus collybita											
A 3 1 4	Phylloscopus sibilatrix											
A 3 1 6	Phylloscopus trochilus											
A 2 6 6	Prunella modularis											
A 3 1 7	Regulus regulus											
A 2 7 5	Saxicola rubetra											
A 3 1 1	Sylvia atricapilla											
A 3 1 0	Sylvia borin											
A 3 0 4	Sylvia cantillans											
A 3 0 9	Sylvia communis											
A 3 0 3	Sylvia conspicillata											
A 2 3 2	Upupa epops											



**3.2.c. MAMMIFERI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale				
			Riprod.	Svern.	Stazion.								

**3.2.d. ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale				
			Riprod.	Svern.	Stazion.								

**3.2.f. INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale				
			Riprod.	Svern.	Stazion.								

**3.2.g. PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO			
			Popolazione	Conserv.	Isolamento	Globale
1 4 6 8	Dianthus rupicola	C		B		B
1 9 0 5	Ophrys lunulata	V	B	B	C	C

### 3.3 Altre specie importanti di Flora e Fauna

GRUPPO							NOME SCIENTIFICO	POPOLAZIONE	MOTIVAZIONE			
U	M	A	R	P	I	V						
U							Buteo buteo	R			C	
U							Corvus corax	P	A		C	
U							Coturnix coturnix	P	A			
U							Monticola solitarius	P			C	
U							Petronia petronia	R			C	
U							Phoenicurus ochrurus	P			C	
U							Ptyonoprogne rupestris	P			C	
U							Regulus ignicapillus	P			C	
U							Strix aluco	P			C	
	M						Crocidura sicula	P		B		
		A					Bufo viridis	P			C	
			R				Chalcides ocellatus	P			C	
			R				Podarcis wagleriana	P	A			
						V	Aceras anthropophorum	R		B		
						V	Allium cupanii	R		B		
						V	Allium lehmannii	R	A			
						V	Allium obtusiflorum	R	A			
						V	Allium subvillosum	R	A			
						V	Ambrosinia bassii	R				D
						V	Anacamptis pyramidalis	R			C	
						V	Anthemis ismelia	R	A			
						V	Anthemis secundiramea subsp. intermedia	C		B		
						V	Anthriscum siculum	R		B		
						V	Aristida coerulescens	R	A			
						V	Asperula rupestris	R	A			
						V	Barlia robertiana	R			C	
						V	Bellevalia dubia subsp. dubia	R		B		
						V	Biscutella maritima	C		B		
						V	Bothriochloa pertusa var. panormitana	R		B		
						V	Brassica rupestris	R	A			
						V	Bryonia acuta					
						V	Carduus corymbosus	C		B		
						V	Carlina sicula	C				D
						V	Centaurea ucriae subsp. todari	R	A			
						V	Centaurea ucriae subsp. ucriae	R	A			
						V	Colchicum cupanii	V	A			
						V	Convolvulus cneorum	V	A			
						V	Crocus longiflorus	R		B		
						V	Cyclamen hederifolium	R			C	
						V	Cyclamen repandum	R			C	
						V	Cymbalaria pubescens	R	A			
						V	Delphinium emarginatum subsp. emarginatum	R	A			
						V	Desmazeria sicula	R	A			
						V	Dianthus sicalus	R		B		
						V	Ephedra major subsp. major	V	A			
						V	Eryngium bocconeii	C		B		
						V	Euphorbia bivonae	C	A			
						V	Euphorbia ceratocarpa	C		B		
						V	Euphorbia dendroides	C			C	

					V	Euphorbia melapetala	R	A			
					V	Galium aetnicum	R		B		
					V	Genista gasparrinii	R	A			
					V	Helichrysum rupestre var. rupestre	C		B		
					V	Hieracium lucidum	V	A			
					V	Hyoseris baetica	R				D
					V	Iberis semperflora	R	A			
					V	Iris pseudopumila	R	A			
					V	Limonium bocconeii	R		B		
					V	Limonium panormitanum	P	A			
					V	Lithodora rosmarinifolia	V	A			
					V	Lonas annua	V	A			
					V	Matthiola incana subsp. rupestris	R	A			
					V	Micromeria fruticulosa	C		B		
					V	Neotinea maculata	R			C	
					V	Ophrys apifera	P			C	
					V	Ophrys bertolonii subsp. bertolonii	P			C	
					V	Ophrys bombyliflora	R			C	
					V	Ophrys exaltata	R			C	
					V	Ophrys fusca	R			C	
					V	Ophrys lutea subsp. lutea	R			C	
					V	Ophrys lutea subsp. minor	R			C	
					V	Ophrys oxyrhynchos	R			C	
					V	Ophrys tenthredinifera	R			C	
					V	Ophrys vernixia	R			C	
					V	Orchis brancifortii	R			C	
					V	Orchis collina	R			C	
					V	Orchis italica	R			C	
					V	Orchis lactea	R			C	
					V	Orchis longicornu	R			C	
					V	Orchis papilionacea var. grandiflora	R			C	
					V	Orchis tridentata (incl. O. commutata)	R			C	
					V	Orobanche aegyptiaca	V	A			
					V	Oryzopsis coerulescens	P				D
					V	Panicum compressum	P	A			
					V	Phyllitis sagittata	R	A			
					V	Pimpinella anisoides	R		B		
					V	Pseudoscabiosa limonifolia	V	A			
					V	Ranunculus pratensis	P				D
					V	Romulea linaresii subsp. linaresii	R	A			
					V	Ruscus aculeatus	R			C	
					V	Salvia viridis	R	A			
					V	Senecio siculus	R		B		
					V	Serapias cordigera	R			C	
					V	Serapias lingua	R			C	
					V	Serapias parviflora	R			C	
					V	Serapias vomeracea subsp. longipetala	R			C	
					V	Serratula cichoracea subsp. mucronata	R	A			
					V	Seseli bocconi subsp. bocconi	R		B		
					V	Thalictrum calabricum	R		B		
					V	Tragopogon porrifolius subsp. cupanii	R		B		
					V	Vicia altissima	R	A			

(U = Uccelli; M = Mammiferi; A = Anfibi; B = Batipi; D = Pesci; L = Invertebrati; V = Vegetali)

---

### 5.1.1.3 Area Marina Protetta Capo Gallo – Isola delle Femmine / ITA020047 “Fondali di Isola delle Femmine-Capo Gallo”

---

L'area marina costituisce certamente un unicum con la Riserva di Capo Gallo.

Grazie alle condizioni ottimali, al largo, sul fondale sabbioso, si è insediata una prateria di *Posidonia oceanica* e sulla Secca della Barra si trova una ricca comunità coralligena che raggiunge i 70 metri di profondità. Sul litorale roccioso, ad una distanza dalla riva sufficiente ad evitare la forza dei flutti, nelle diverse stagioni si osservano cespugli di piante resistenti al vento ed alla salsedine, fra queste sono il finocchio di mare e le diverse specie di *Limonium*. Salendo più in quota subentra una vegetazione cespugliosa di gariga o elementi della macchia mediterranea, caratterizzata da alberi di piccola taglia, arbusti e cespugli forti e resistenti. Qui si trova il leccio che è l'essenza più versatile della vegetazione mediterranea.

La costa rocciosa è orlata dal *trottoir* a *Vermetus*, costruito da un mollusco gasteropode che vive all'interno di tubi calcarei che salda a quelli degli organismi vicini e che, mantenendosi a pelo d'acqua, formano appunto una sorta di marciapiede (*trottoir*) vivente: il *trottoir* a *Vermeti* è endemico del Mediterraneo e vive solo in quegli ambienti in cui la qualità del mare è elevata. La sua presenza, nonostante l'inquinamento del mare nel Golfo di Palermo, non deve stupire: combinazioni di correnti consentono a questi siti di godere di acque pulitissime ed ossigenate che permettono lo sviluppo di un ecosistema ricco di biodiversità, fra i più interessanti del Mediterraneo centrale.

Salendo in quota troviamo l'habitat ideale dei piccoli uccelli: cince, fringillidi e merlo, occhiocotto, e colombaccio. Troviamo, inoltre, le lucertole e molti piccoli mammiferi tra i quali il topolino domestico e selvatico, il toporagno di Sicilia, ma anche il coniglio selvatico. Di notte, dominano il barbagianni, che si sposta dai suoi nidi su ruderi e pareti rocciose, e l'alocco, che invece vive nelle zone vegetate: entrambi esperti nella cattura di piccoli mammiferi. Qui, nonostante la forte antropizzazione alla base del monte, vive anche la volpe, il più grosso mammifero predatore superstite in Sicilia. Sul Monte Gallo, si possono osservare molte specie di uccelli interessanti in transito nelle stagioni di passo come la cicogna bianca, il falco pecchiaiolo, il coloratissimo gruccione ed il cuculo.

La piccola Isola delle Femmine, localizzata nel Golfo di Carini, è caratterizzata dalla sorprendente varietà di habitat che ha permesso la conservazione di un patrimonio floristico di circa 144 specie. La copertura vegetazionale è prevalentemente a gariga con arbusti di lentisco e barbosa che occupano la parte centrale dell'isola. La vegetazione della fascia costiera comprende piante resistenti alla salsedine tra cui il finestrino delle scogliere e la salicornia. Tra le componenti erbacee spiccano con i loro colori delicati l'asfodelo, il gladiolo dei campi e la speronella. L'Isola delle Femmine offre rifugio ad una colonia di gabbiani reali che risulta tra le più importanti del Mar Tirreno; sull'isola inoltre sostano il cormorano, l'airone cenerino, il martin pescatore e la garzetta.

I fondali che circondano l'Isola delle Femmine presentano diversi organismi legati agli ambienti sabbiosi, come la rara pinna comune (*Pinna nobilis*), imponente mollusco bivalve minacciato di estinzione. Anfratti e pareti rocciose offrono invece dimora a numerosi invertebrati, mentre polpi, nudibranchi, ricci, cavallucci marini e stelle di mare popolano i bassi fondali. Madrepora, attinie e molluschi danno luce con i loro colori anche ai fondali più profondi. Rigogliose gorgonie rosse si dipartono dalle rocce che formano la parete, tra i 35 e i 42 m di profondità, della Secca Palidda, ricca di anfratti e fenditure scelte come dimora da maestose cernie e timide aragoste. Anche la flora subacquea dell'isola è caratterizzata da elementi di spicco, con oltre cento specie di alghe tra cui la *Cystoseira mediterranea*, la rosa di mare e la coda di pavone. Infine, la presenza di plancton e di correnti marine attira pesci pelagici come le ricciole, i palamiti e i pesci luna. Lungo la fascia costiera si sviluppa il "marciapiede a *Vermetidi*", molluschi che costruiscono queste peculiari formazioni di alto valore naturalistico ed ambientale, presenti in Italia solo nella Sicilia settentrionale.

## SIC ITA020047 “Fondali di Isola delle Femmine-Capo Gallo”

La Scheda Natura 2000 al punto 4 riporta la descrizione del sito:

### Caratteristiche generali sito

Il sito comprende un'ampia estensione di mare aperto ed un'isola (Isola delle Femmine o Isola di Fuori). Il territorio considerato ricade all'interno dei comuni di Palermo e di Isola delle Femmine. Per gran parte dell'anno su tutta l'area prevalgono le correnti costiere dirette da ponente verso levante. Esse sono per lo più correnti di deriva, generate dallo spirare dei venti da Nord-Ovest, dominanti lungo tutto l'arco autunnale - primaverile. Questi causano un forte idrodinamismo, dando luogo a forti turbolenze fra la Punta del Passaggio ed intorno all'Isolotto. I venti del I quadrante sono limitati al periodo invernale e spirano con intensità. Periodicamente, in periodi di calma relativa, la costa viene investita da un forte flusso tangenziale da Est, che si mantiene costante soprattutto nella stagione estiva. Durante l'estate e nei periodi di alta pressione prevalgono le brezze giornaliere spiranti da Est: esse si levano nel tardo mattino ed aumentano di intensità fino ad acquistare una forza notevole nelle prime ore del pomeriggio, che si attenua verso il crepuscolo per cadere del tutto nelle ore serali.

L'isolotto delle Femmine, che sorge circa 600 metri al largo dell'omonima penisola, noto anche con il toponimo di “Isola di Fuori”, è un'emergenza di calcari mesozoici stratificati, profondamente rimaneggiati dall'erosione eolica e dall'impatto delle mareggiate. Sulle pareti sommerse dell'isolotto si incontrano fondali duri ricoperti in superficie da associazioni di alghe fotofile, cui seguono in profondità associazioni sciafile. Sul lato nord i fondali ricadono in imponenti gradinate rocciose alternate a piattaforme ricoperte di sabbie fini. La parete di nord-est precipita in una falesia incisa da fessurazioni profonde, localmente definita “Finestroni”: le correnti di fondo trasportano ingenti quantitativi di plancton e sostanza organica che consente un rigoglioso sviluppo di comunità concrezionanti (coralligeno di falesia) a filtratori, come *Eunicella* spp. e *Paramuricea clavata*. Il canale interposto tra l'isolotto e la terraferma è interamente occupato da una prateria a *Posidonia oceanica* su roccia che continua sui due versanti della penisola antistante.

L'intera costa rocciosa è orlata da un “trottoir” a vermeti. Il “trottoir” o marciapiede a vermeti è costituito dal concrezionamento dei gusci cilindrici di *Dendropoma petraeum*, un mollusco gasteropode caratterizzato da una conchiglia tubulare spessa a sezione triangolare. Gli individui di *D. petraeum* si insediano sui substrati duri a livello di marea e finiscono con il cementare le cime affioranti degli scogli, formando un continuum che assume lo sviluppo spaziale di una piattaforma e che nei casi più favorevoli riesce a raggiungere l'ampiezza di alcuni metri.

All'interno dell'area considerata è riscontrabile la biocenosi di “sabbie ad anfiosso”, caratterizzata dalla presenza della “lancetta” o *Branchiostoma lanceolatus*, minuscolo rappresentante dei Protocordati, animali immediatamente precedenti i Vertebrati nell'organizzazione strutturale. La specie è oggi molto rarefatta.

Lungo la costa di Capo Gallo si aprono numerose cavità carsiche, distribuite lungo la linea di battente. Esse sono per lo più antri o semplici incisure sulla roccia, prive di sviluppo all'interno. Solo due delle cavità si addentrano nella matrice dolomitica, costituendo delle vere e proprie grotte: la Grotta della Mazzara e la Grotta dell'Olio. I popolamenti sono tipici concrezionamenti sciafili di grotta, con una componente algale più o meno ridotta.

### Qualità e importanza

L'area in esame riveste una grande importanza in quanto al suo interno ricadono numerose emergenze. Tra queste il marciapiede a vermeti, più conosciuto come *trottoir à vermets*. questo è una costruzione biogena dovuta al gasteropode sessile *Dendropoma petraeum* (Monterosato), descritta inizialmente proprio per il litorale di Isola delle Femmine da M. De Quadrefages nel 1854. Il marciapiede a vermeti si presenta estremamente abbondante e con un ottimo livello di strutturazione nell'area considerata. Queste costruzioni organogene hanno in Mediterraneo una distribuzione puntiforme che ne accresce l'importanza dal punto di vista biogeografico e li rende equivalenti a degli endemismi.

Nelle due aree comprendenti la riserva marina, la fascia ad *Astroides calycularis* costituisce la prima frangia dell'infralitorale immediatamente a ridosso del marciapiede a vermeti. Essa non è ubiquitaria, ma si localizza sulle parti della scogliera meno soggette a disturbo antropico e più esposte ad un intenso ricambio delle acque.

Altra entità naturalistica degna di protezione è rappresentata dai popolamenti sciafili e dal coralligeno. Sui fondali dell'Isola di Fuori si registrano presenze notevoli dal punto di vista biogeografico e tassonomico. Vanno al proposito segnalate facies circalitorali ad alghe verdi (*Anadyomene stellata*) ed insediamenti di Laminariales sulle selle rocciose più battute dalle correnti. Segnalato a -50m sul versante settentrionale dell'isolotto un banco di corallo rosso, *Corallium rubrum*, e la presenza di *Gerardia savaglia* (il "corallo nero" del Mediterraneo). Le sabbie ad anfiosso ricoprono le spianate ed i terrazzi intercalati fra le scarpate rocciose della falesia sottomarina. Rappresentano una formazione relitta sempre più rara a causa dell'alta sensibilità al silting ed agli inquinamenti di ogni natura. Vanno salvate e tutelate, anche a causa della rarefazione della specie pilota, l'anfiosso (*Branchiostoma lanceolatum*).

Il *Lithophyllum lichenoides* è un'alga calcarea che vive nel piano mesolitorale, su substrati duri ad alto idrodinamismo e leggermente ombreggiati. In alcune località, questa specie costituisce dei particolari concrezionamenti ("trottoirs") che possono assumere una notevole estensione. Queste formazioni ospitano comunità faunistiche ricche ed originali.

### Vulnerabilità

La costa di Capo Gallo-Isola delle Femmine, data la vicinanza con l'area metropolitana di Palermo, è interessata da un'edilizia caotica di matrice abusiva un po' lungo tutto il litorale. L'inquinamento di tipo cloacale, proveniente da alcuni scarichi costieri e a volte con le correnti dal Golfo di Palermo, rappresenta una fonte di degrado per la qualità delle acque e dell'ecosistema marino. Un'altra fonte di impatto è rappresentata dagli ancoraggi non regolamentati, che possono determinare effetti negativi su biocenosi sensibili quali quella a *Posidonia oceanica* e quella tipica degli ambienti di coralligeno.

Il marciapiede a vermeti risulta essere una struttura particolarmente sensibile all'azione di inquinanti di natura cloacale sversati in mare ed all'aumento incontrollato dei tassi di sedimentazione che portano al soffocamento della struttura stessa.

Anche la pesca a strascico, la pesca subacquea incontrollata e la pesca artigianale, condotta con attrezzi illegali, sono un grave pericolo per la fauna ittica e per le biocenosi di pregio (prateria di *Posidonia oceanica*).

Nelle Tabelle che seguono sono riportate le informazioni pertinenti sui tipi di habitat e sulle specie di flora e di fauna presenti nel sito:



### **3. INFORMAZIONI ECOLOGICHE**

#### ***3.1. Tipi di HABITAT presenti nel sito e relativa valutazione del sito:***

**TIPI DI HABITAT ALLEGATO I:**

CODICE %	COPERTA	RAPRESENTATIVITA	SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE
1 1 1 0	5	D	C	B	B
1 1 2 0	6 0	B	C	B	B
1 1 7 0	1 5	B	C	B	B
8 3 3 0	0 1	C	C	B	B

**Gruppo 1 HABITAT COSTIERI E VEGETAZIONI ALOFITICHE**

**Sottogruppo 11 – Acque marine e ambienti a marea.**

- *Cod. 1110 – Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina*
- *Cod. 1120\* – Praterie di Posidonie ( Posidonion oceanicae)*
- *Cod. 1170 – Scogliere*

**Gruppo 8 HABITAT ROCCIOSI E GROTTI**

**Sottogruppo 83 – Ghiaioni**

- *Cod. 8330 – Grotte marine sommerse o semisommerse*

**3.2.a. Uccelli migratori abituali elencati nell'Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO						
			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale			
		STANZ.	MIGRATORIA						
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
						A B C D	A B C	A B C	A B C
						A B C D	A B C	A B C	A B C
						A B C D	A B C	A B C	A B C

*Copiare la pagine se necessario*

**3.2.b. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO						
			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale			
		STANZ.	MIGRATORIA						
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
						A B C D	A B C	A B C	A B C
						A B C D	A B C	A B C	A B C
						A B C D	A B C	A B C	A B C

*Please copy page if necessary*

**3.2.c. MAMMIFERI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO						
			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale			
1 3 4 9	Tursiops truncatus	STANZ.	MIGRATORIA						
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
		P				A B C D	A B C	A B C	A B C
						A B C D	A B C	A B C	A B C

*Copiare la pagina se necessario*

**3.2.d. ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO						
			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale			
1 2 2 4	Caretta caretta	STANZ.	MIGRATORIA						
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
		P				A B C D	A B C	A B C	A B C
						A B C D	A B C	A B C	A B C

*Please copy page if necessary*

**3.2.e. PESCI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO						
			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale			
		STANZ.	MIGRATORIA						
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
						A B C D	A B C	A B C	A B C
						A B C D	A B C	A B C	A B C

### 3.2.f. INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II Direttiva 92/43/EEC

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Roprod.	Svern.				
					A B C D	A B C D	A B C D	A B C A
					A B C D	A B C D	A B C D	A B C A
					A B C D	A B C D	A B C D	A B C A

*Please copy page if necessary*

### 3.2.g. PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC

GRUPPO	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO			
			Popolazione	Conserv.	Isolamento	Globale
		B	A B C D	A B C	A B C	A B C
			A B C D	A B C	A B C	A B C
			A B C D	A B C	A B C	A B C

### 3.3 Altre specie importanti di Flora e Fauna

GRUPPO	NOME SCIENTIFICO	POPOLAZIONE	MOTIVAZIONE
U M A R P I V			
M	Delphinus delphis	P	C
	Sciaena umbra	C	C
	Umbrina cirrosa	R	C
	Hippocampus hippocampus	V	C
	Hippocampus ramulosus	V	C
	Syngnathus abaster	R	C
	Branchiostoma lanceolatus	V	D
	Epinephelus marginatus	C	A
	Palinurus elephas	C	C
	Scyllarides latus	R	C
	Scyllarus arctus	R	C
	Scyllarus pygmaeus	R	C
	Maja squinado	P	C
	Corallium rubrum	V	C
	Astroides calycularis	C	C
	Gerardia savaglia	V	C
	Centrostephanus longispinus	C	C
	Paracentrotus lividus	C	C
	Ophidiaster ophidianus	C	C
	Lithophaga lithophaga	R	C
	Pinna nobilis	C	C
	Erosaria spurca	C	C
	Luria lurida	C	C
	Charonia lampas	V	C
	Dendropoma petraeum	C	B
	Cystoseira amentacea	C	C
	Cystoseira mediterranea	C	C
	Cystoseira spinosa	C	C
	Laminaria rodriguezii	V	C
	Posidonia oceanica	C	B
	Cymodocea nodosa	C	C

(U= Uccelli, M = Mammiferi, A = Anfibi, R = Rettili, P = Pesci, I = Invertebrati, V = Vegetali)

#### 5.1.1.4 *Riserva Naturale Integrale di Grotta Conza*

La grotta Conza, è stata tutelata come Riserva Naturale Integrale per garantire e trasmettere come valore naturalistico e culturale i suoi tratti geologici, speleogenetici e morfologici. La riserva comprende un territorio di circa quattro ettari suddiviso in una area di riserva integrale riguardante la cavità e dove sono permesse solo le attività scientifiche e alcune visite della grotta attuate previa autorizzazione dell'Ente Gestore, ed un'area di pre-riserva e dove vengono svolte attività silvo-pastorali, gestite in modo da non danneggiare il patrimonio naturale. La grotta, sita nell'omonima contrada alle pendici di Pizzo Manolfo nei pressi dell'abitato di Tommaso Natale, è composta da un unico vasto salone di crollo scavato nel detrito di falda ricementato. L'ingresso si apre in direzione nord est verso la Conca d'Oro ed è circondato da lembi dell'originario paesaggio agrario, con qualche bell'esemplare di ulivo (*Olea oleaster*), carrube (*Ceratonia siliqua*), mandorlo (*Prunus dulcis*) e frassino (*Fraxinus omus*). Al suo interno ospita nel "talus" resti di pasto e di industria litica risalenti al Paleolitico superiore e, per quanto riguarda la fauna, esemplari di volpe (*Vulpes vulpes*), di Istrice (*Hystrix eri-stata*), alcuni esemplari di chiroterri e di avifauna, tra cui spicca l'alocco (*Strix aluco*). Di grande interesse la fauna invertebrata il cui rappresentante più significativo è il diplopede *Orphanoiulus dinapolii*, endemico di alcune grotte del palermitano.

#### 5.1.1.5 *Riserva Naturale Orientata Grotta della Molara*

La zona, costituita dai calcari coralligeni del Trias-Giura (Era Mesozoica), è di notevole interesse per i fenomeni carsici che hanno dato origine a tre grotte in cui si rinvennero fossili dell'estinta fauna quaternaria e testimonianze della presenza di popolazioni umane preistoriche. Ricca di fauna invertebrata endemica, si segnala la presenza dell'artropode araneide *Cerrudia molara*.

#### 5.1.1.6 *SIC ITA020012 "Valle del Fiume Oreto"*

La Scheda Natura 2000 al punto 4 riporta la descrizione del sito:

##### Caratteristiche generali sito

Il sito include il tratto fluviale del Fiume Oreto che si sviluppa all'interno della Piana di Palermo, in particolare compreso tra la Contrada Fiumelato di Meccini (Altofonte) e la foce. All'altezza della contrada Pietra Mole, a circa 90 m s.l.m., esso scava un alveo meandriforme, per proseguire poi con andamento più lineare verso l'area urbana di Palermo, fino alla spiaggia di S. Erasmo. Il biotopo si estende per complessivi 155,11 ettari, interessando differenti litotipi (depositi carbonatici di età triassico-eocenica, terreni carbonatici e silico-carbonatici di età Triassico medio-Miocene inferiore, argille brune con livelli di arenarie quarzose dell'Oligocene-Miocene inferiore e calcareniti bioclastiche del Pleistocene inferiore-medio). Seguendo la classificazione bioclimatica proposta da Brullo et al. (1996), il territorio rientra prevalentemente nel termomediterraneo secco-subumido, con temperatura media compresa tra 17,2 e 18,6 °C e precipitazioni variabili da circa 600 mm della fascia litoranea di Palermo, ad oltre 900 mm delle zone montane più interne. La vegetazione del corso d'acqua è preminentemente caratterizzata da ripisilve a *Salix pedicellata* e *Salix alba* (*Salicetum albo-pedicellatae*) e, più a monte, a *Platanus orientalis* (*Platano-Salicetum pedicellatae*), oltre ad aspetti igro-idrofitici alveali ed aspetti boschivi insediati ai margini esterni del corso d'acqua.

### Qualità e importanza

E' un biotopo di rilevante importanza naturalistico-ambientale in quanto, oltre a costituire un'oasi di rifugio per la fauna, rappresenta un interessante sito per la localizzazione di alcuni aspetti di vegetazione alveo-ripariale. Sono presenti alcune rilevanti entità floristiche, quali ad esempio *Petasites fragrans*, *Laurus nobilis* ed *Ostrya carpinifolia*, ma, soprattutto, *Platanus orientalis* e *Carex panormitana*, quest'ultima endemica siculo-sarda a distribuzione molto circoscritta. Nella sezione 3.3 ed indicate con la lettera D, vengono riportate interessanti specie vegetali che in Sicilia risultano alquanto rare e la cui presenza nel territorio è comunque ritenuta di rilevante interesse fitogeografico.

### Vulnerabilità

Il biotopo include il tratto fluviale dell'Oreto che si sviluppa all'interno di una vasta area interessata dagli agrumeti che diedero vita alla mitica Conca d'Oro di Palermo. Esso è pertanto soggetto ad una notevole pressione antropica, che si manifesta sotto diversi aspetti (edificazione sparsa, inquinamento da scarichi fognari ed industriali, ecc.), soprattutto nel tratto terminale. Le notevoli trasformazioni territoriali che hanno interessato il bacino imbrifero nell'ultimo secolo, hanno causato la distruzione di habitat acquatici, determinando talora una banalizzazione del popolamento vegetale, originariamente alquanto ricco e diversificato. Alcune comunità vegetali legate all'ambiente alveo-ripariale sono pertanto scomparse, spesso sostituite da raggruppamenti eterogenei, a volte dominate da specie dal carattere cosmopolita ed invasivo (Marcenò e Traina, 2001). Alcune entità, già note dalla letteratura, o confermate da vecchi campioni di erbario, non sono state più rinvenute da tempo e risultano probabilmente estinte (come nel caso di *Teucrium campanulatum*), o comunque dubbie (ad esempio *Potamogeton natans*, *Potamogeton nodosus* e *Potamogeton pusillus*, ecc.); altre ancora, come nel caso di *Carex panormitana* – endemica siculo-sarda, in Sicilia esclusiva di quest'area – risulta alquanto rarefatta ed in pericolo di estinzione (Urbani et al. 1995). Da salvaguardare il popolamento di *Platanus orientalis*, localizzato con pochi individui nel tratto prossimo a Fiumelato di Meccina (Gianguzzi et al., 1995).

Nelle Tabelle che seguono sono riportate le informazioni pertinenti sui tipi di habitat e sulle specie di flora e di fauna presenti nel sito:

## 3. INFORMAZIONI ECOLOGICHE

### *3.1. Tipi di HABITAT presenti nel sito e relativa valutazione del sito:*

#### **TIPI DI HABITAT ALLEGATO I:**

CODICE %				COPERTA		RAPRESENTATIVITA				SUPERFICE RELATIVA		GRADO CONSERVAZIONE		VALUTAZIONE GLOBALE	
1	2	1	0		1					D					
3	2	8	0		8										
3	2	9	0	4	0				C			B			B
5	2	3	0		1			B				B			B
5	3	3	0	1	0										
5	3	3	1		1										
5	3	3	2		5										
6	2	2	0		3										
6	3	1	0		1										
8	2	1	0		1										
8	2	1	4		3										
9	2	A	0	1	0				C			A			B
9	2	C	0		1										
9	2	D	0		1										

## Gruppo 1 HABITAT COSTIERI E VEGETAZIONI ALOFITICHE

### Sottogruppo 12 – Scogliere marine e spiagge ghiaiose

- *Cod. 1210 – Vegetazione annua delle linee di deposito marine*

## Gruppo 3 HABITAT D'ACQUA DOLCE

### Sottogruppo 32 – Acque correnti

- *Cod. 3280 – Fiumi mediterranei a flusso permanente con il Paspalo-Agrostidion e con filari ripari di Salix e Populus alba*
- *Cod. 3290 – Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion*

## Gruppo 5 MACCHIE E BOSCHAGLIE SCLEROFILLE (MATORRAL)

### Sottogruppo 52 – Matorral arborescenti mediterranei

- *Cod. 5230\* – Matorral arborescenti di Laurus nobilis*

### Sottogruppo 53 – Boschaglie termo-mediterranee e pre-steppe

- *Cod. 5330 – Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici*
- *Cod. 5331 – Formazioni ad Euphorbia dendroides*
- *Cod. 5332 – Garighe ad Ampelodesma mauritanica*

## Gruppo 6 FORMAZIONI ERBOSE NATURALI E SEMINATURALI

### Sottogruppo 62 – Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli

- *Cod. 6220\* – Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*

### Sottogruppo 63 – Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (dehesas)

- *Cod. 6310 – Dehesas con Quercus spp. sempreverde*

## Gruppo 8 HABITAT ROCCIOSI E GROTTA

### Sottogruppo 82 – Pareti rocciose con vegetazione casmofitica

- *Cod. 8210 – Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica*
- *Cod. 8214 – Versanti calcarei dell'Italia meridionale (Dianthion rupicolae)*

## Gruppo 9 FORESTE

### Sottogruppo 92 – Foreste mediterranee caducifoglie

- *Cod. 92A0 – Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba*
- *Cod. 92C0 – Foreste di Platanus orientalis e Liquidambar orientalis (Platanion orientalis)*
- *Cod. 92D0 – Gallerie e forteti ripari meridionali (Nerio-Tamaricetea e Securineion tinctoriae)*



**3.2.a. Uccelli migratori abituali elencati nell'Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
A 2 2 9	Alcedo atthis			P					
A 0 2 9	Ardea purpurea								
A 0 2 6	Egretta garzetta			P					
A 1 7 6	Larus melanocephalus			P					
A 0 3 4	Platalea leucorodia								
A 1 9 1	Sterna sandvicensis			R					

*Copiare la pagina se necessario*

**3.2.b. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
A 2 9 8	Acrocephalus arundinaceus			P					
A 1 6 8	Actitis hypoleucos								
A 2 6 9	Erithacus rubecula			P					
A 1 3 0	Haematopus ostralegus								
A 1 7 9	Larus ridibundus			P					
A 1 5 8	Numenius phaeopus								
A 3 1 5	Phylloscopus collybita			P					
A 1 1 8	Rallus aquaticus								

*Please copy page if necessary*

**3.2.c. MAMMIFERI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C

*Copiare la pagina se necessario*

**3.2.d. ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C



*Please copy page if necessary*

**3.2.e. PESCI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO												
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione		Conservaz	Isolam	Globale								
			Roprod.	Svern.	Stazion.	A	B	C	D	A	B	C	A	B	C			

*Copiare la pagina se necessario*

**3.2.f. INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO												
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione		Conservaz	Isolam	Globale								
			Roprod.	Svern.	Stazion.	A	B	C	D	A	B	C	A	B	C			

*Please copy page if necessary*

**3.2.g. PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO															
			Popolazione	Conserv.	Isolamento	Globale												
1 4 6 8	Dianthus rupicola	R																
1 8 9 7	Carex panormitana	R	A															

### 3.3 Altre specie importanti di Flora e Fauna

GRUPPO							NOME SCIENTIFICO	POPOLAZIONE	MOTIVAZIONE	
U	M	A	R	P	I	V				
		A					Discoglossus pictus	R		C
		A					Hyla intermedia	R	A	
			R				Hierophis viridiflavus	C		C
			R				Podarcis wagleriana	C	A	
			R				Lacerta bilineata	C		C
						I	Dolichomeira siculus La Ferté-Sénectère	R		B
						I	Hydropsyche klefbecki Tjeder	R	A	
						I	Notoxus siculus La Ferté-Sénectère	R	A	
						I	Pseudomeira solarii (Pericart)	R		B
						I	Ryachophila rougemonti Mc Lachlan	R	A	
						V	Biscutella maritima	C		B
						V	Colchicum bivonae	R		D
						V	Colchicum cupani	R		D
						V	Crocus longiflorus	R		B
						V	Cyclamen hederifolium	R		C
						V	Cyclamen repandum	R		C
						V	Euphorbia dendroides	C		C
						V	Ipomoea sagittata	P	A	
						V	Iris pseudopumila	R	A	
						V	Iberis semperflorens	R	A	
						V	Jasminum fruticans	V		D
						V	Micromeria fruticulosa	R		B
						V	Phlomis fruticosa	V		D
						V	Platanus orientalis	V		D
						V	Petasites fragrans	V	A	
						V	Potamogeton natans	P	A	
						V	Potamogeton nodosus	P	A	
						V	Potamogeton pusillus	P	A	
						V	Ophrys fusca	R		C
						V	Ophrys lacaitae	R		B
						V	Ophrys lutea subsp. lutea	R		C
						V	Orchis italica	R		C
						V	Ostrya carpinifolia	V		D
						V	Ruscus aculeatus	R		C
						V	Serapias parviflora	R		C

(U = Uccelli, M = Mammiferi, A = Anfibi, R = Rettili, P = Pesci, I = Invertebrati, V = Vegetali)

### 5.1.1.7 SIC ITA020023 "Raffo Rosso, Monte Cuccio e Vallone Sagana"

La Scheda Natura 2000 al punto 4 riporta la descrizione del sito:

#### Caratteristiche generali sito

L'area del SIC ricade nell'ambito della parte occidentale dei cosiddetti "Monti di Palermo", dove si estende complessivamente per circa 6090 ettari, interessando i comuni di Capaci, Isola delle Femmine, Torretta e Palermo. In particolare, include la dorsale orografica che si sviluppa dall'area costiera di Tommaso Natale verso l'interno, comprendendo le cime di M. Castellaccio (m 890), Cozzo di Lupo (m 788), Pizzo Vuturo (m 1006), Monte Cuccio (m 1047), Pizzo Cirina (m 867), Monte Fior dell'Occhio (m 942), Cozzo della Campana (m 911) M. Gibilmesi (m 1152), Punta Busilmeri (m 928), Monte di Mezzo (m 891) e Punta Giardinello (m 874).

Dal punto di vista geologico tali rilievi risultano dalla sovrapposizione tettonica di corpi di natura prevalentemente carbonatica, riferiti a due Unità stratigrafico-strutturali derivanti dalla deformazione della Piattaforma panormide. Sotto l'aspetto bioclimatico, il territorio è prevalentemente compreso fra le fasce del termomediterraneo subumido inferiore e quella del mesomediterraneo subumido inferiore, con temperature medie compresa tra 17,5 e 13 °C e precipitazioni di 600-800 mm.

Il paesaggio vegetale risente notevolmente delle intense utilizzazioni del passato e dei frequenti incendi. Dominano gli aspetti di prateria ad *Ampelodesma*, formazione secondaria, nel cui ambito sono stati effettuati impianti forestali artificiali, attraverso l'utilizzo di conifere estranee al territorio (generi *Pinus*, *Cupressus*, ecc.), anch'essi peraltro intaccati dagli incendi; assai sporadici risultano nel complesso le aree forestali naturali.

La vegetazione potenziale della stessa area è prevalentemente da riferire alle seguenti serie:

- dell'Olivastro (*Oleo-Euphorbio dendroidis sigmetum*), sulle cenge e le creste rocciose più aride (versante sud);
- del Leccio (*Rhamno-Quercu ilicis sigmetum pistacietoso terebinti*, *Pistacio-Quercu ilicis sigmetum* e *Aceri campestris-Quercu ilicis sigmetum*), tutte pioniere sui substrati rocciosi calcarei, dove prediligono differenti situazioni ecologiche;
- della Quercia virgiliana (*Oleo-Quercu virgiliana sigmetum*), sui suoli profondi ed evoluti.

Ai succitati sigmeti sono altresì da aggiungere varie altre microgeoserie legate a condizioni edafiche particolari, come nel caso delle pareti rocciose, delle aree detritiche, ecc.

#### Qualità e importanza

Si tratta di un'area di notevole interesse faunistico, floristico-fitocenotico e paesaggistico. Di particolare rilevanza sono le formazioni rupicole e gli aspetti di prateria. Nell'elenco riportato nella sezione 3.3, vengono citati anche alcuni interessanti elementi floristici, la cui presenza nel territorio è ritenuta di particolare interesse fitogeografico (D). Il rilievo montuoso denota un'altrettanto varia ricchezza faunistica. L'area risulta essere interessata da un rilevante flusso migratorio sia in primavera che in autunno, per cui è da considerare un sito nevralgico della rotta di migrazione che interessa la Sicilia nord-occidentale.

**Vulnerabilità**

Fra i principali fenomeni di disturbo per gli aspetti biocenotici ed ambientali sono da menzionare soprattutto gli incendi e la caccia, oltre a vari altri fenomeni legati alle attività antropiche (cave, coltivazioni, pascolo, bracconaggio, eccessiva frammentazione del paesaggio, rimboschimenti con essenze alloctone, ecc.). Le espressioni di vegetazione forestale sono quasi del tutto assenti, denotando in alcuni casi caratteri di relittualità. Gli incendi si ripetono con notevole frequenza, arrecando notevoli danni alla flora ed alla stessa fauna; l'azione del fuoco sta alla base del preoccupante depauperamento di diverse specie legnose, oltre ad alcune delle succitate endemiche puntuali o piante rare di rilevante interesse fitogeografico. Vanno altresì citati gli stessi interventi di riforestazione – generalmente effettuati attraverso l'impiego di specie del tutto estranee alle formazioni boschive autoctone – con notevole disturbo alla normale dinamica evolutiva delle serie forestali ed al recupero delle formazioni naturali più mature.

Nelle Tabelle che seguono sono riportate le informazioni pertinenti sui tipi di habitat e sulle specie di flora e di fauna presenti nel sito:

**3. INFORMAZIONI ECOLOGICHE**

**3.1. Tipi di HABITAT presenti nel sito e relativa valutazione del sito:**

***TIPI DI HABITAT ALLEGATO I:***

CODICE	%	COPERTA	RAPRESENTATIVITA'	SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE
1	1	7	0			
1	2	1	0			
1	2	4	0			
3	1	7	0			
5	3	3	1			
5	3	3	2			
5	3	3	3			
6	2	2	0			
6	3	1	0			
8	1	3	0			
8	2	1	4			
9	2	A	0			
9	3	2	0			
9	3	4	0			

CODICE	%	RAPRESENTATIVITA'	SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE
	1				
	1				
	1				
	1				
	5	B			
4	5	A			
	1				
1	0	B			
	3				
	1				
	3	B			
	3				
	2		C		
	3		C		

CODICE	%	RAPRESENTATIVITA'	SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE

**Gruppo 1 HABITAT COSTIERI E VEGETAZIONI ALOFITICHE**

**Sottogruppo 11 – Acque marine e ambienti a marea.**

- *Cod. 1170 – Scogliere*

**Sottogruppo 12 – Scogliere marine e spiagge ghiaiose**

- *Cod. 1210 – Vegetazione annua delle linee di deposito marine*
- *Cod. 1240 – Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con Limonium spp. Endemici*

**Gruppo 3 HABITAT D'ACQUA DOLCE**

**Sottogruppo 31 – Acque stagnanti**

- *Cod. 3170\* – Stagni temporanei mediterranei*

**Gruppo 5 MACCHIE E BOSCHIE SCLEROFILLE (MATORRAL)**

**Sottogruppo 53 – Boscaglie termo-mediterranee e pre-steppe**

- *Cod. 5331 – Formazioni ad Euphorbia dendroides*
- *Cod. 5332 – Garighe ad Ampelodesma mauritanica*
- *Cod. 5333 – Formazioni a Chamaerops humilis*

---

## Gruppo 6 FORMAZIONI ERBOSE NATURALI E SEMINATURALI

Sottogruppo 62 – Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli

- *Cod. 6220\* – Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*

Sottogruppo 63 – Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (dehesas)

- *Cod. 6310 – Dehesas con Quercus spp. sempreverde*

## Gruppo 8 HABITAT ROCCIOSI E GROTTI

Sottogruppo 81 – Ghiaioni

- *Cod. 8130 – Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili*

Sottogruppo 82 – Pareti rocciose con vegetazione casmofitica

- *Cod. 8214 – Versanti calcarei dell'Italia meridionale (Dianthion rupicolae)*

## Gruppo 9 FORESTE

Sottogruppo 92 – Foreste mediterranee caducifoglie

- *Cod. 92A0 – Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba*

Sottogruppo 93 – Foreste sclerofille mediterranee

- *Cod. 9320 – Foreste di Olea e Ceratonia*
- *Cod. 9340 – Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia*

**3.2.a. Uccelli elencati dell'Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO				
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale	
			Roprod.	Svern.					Stazion.
A 4 1 3	Alectoris graeca whitakeri	R			A		B	A	
A 2 5 5	Anthus campestris			P		D			A
A 2 4 3	Calandrella brachydactyla		P		B		B		B
A 1 0 3	Falco peregrinus	R			B		C		B
A 2 4 6	Lullula arborea	P				D			
A 0 7 3	Milvus migrans			P		D			
A 0 7 2	Pernis apivorus			P		D			
					A B C	D	A B C	A B C	A B C

**3.2.b. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO				
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale	
			Roprod.	Svern.					Stazion.
A 1 1 3	Coturnix coturnix			P		D			
A 0 9 7	Falco vespertinus			P		D			
A 2 5 1	Hirundo rustica		P			D			
A 3 4 1	Lanius senator		P			D			
A 2 3 0	Merops apiaster			P		D			
A 2 8 0	Monticola saxatilis			P		D			
A 2 1 4	Otus scops		P			D			
					A B C	D	A B C	A B C	A B C

**3.2.c. MAMMIFERI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO				
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale	
			Roprod.	Svern.					Stazion.
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C

**3.2.d. ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO				
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale	
			Roprod.	Svern.					Stazion.
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C

**3.2.e. PESCI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO				
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale	
			Roprod.	Svern.					Stazion.
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C

**3.2.f. INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO				
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale	
			Roprod.	Svern.					Stazion.
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C	A B C

**3.2.g. PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO			
			Popolazione	Conserv.	Isolamento	Globale
1 4 6 8	Dianthus rupicola	C	B C	B	C	B C
1 9 0 5	Ophrys lunulata	V	B	B	C	C



### 3.3 Altre specie importanti di Flora e Fauna

GRUPPO						NOME SCIENTIFICO	POPOLAZIONE	MOTIVAZIONE		
U	M	A	R	P	I			V		
	M						R			C
	M						R	A		
	M						R		B	
	M						R			C
		A					R			C
		A					R	A		
			R				R		B	
			R				C		B	
			R				R		B	
					I		R		B	
						V	R			C
						V	R		B	
						V	R			D
						V	R			C
						V	V		B	
						V	R		B	
						V	R			C
						V	R		B	
						V	C		B	
						V	R	A		
						V	R	A		
						V	R	A		
						V	R			D
						V	R		B	
						V	R			D
						V	R			D
						V	R	A		
						V	R	A		
						V	R		B	
						V	C			C
						V	P	A		
						V	R		B	
						V	R	A		
						V	R			C
						V	R			D
						V	R	A		
						V	R	A		
						V	R			D
						V	V			D
						V	R		B	
						V	R		B	
						V	R			D
						V	C		B	

					V	Neotinea maculata	R				C	
					V	Odontites bocconei	R			B		
					V	Ophrys apifera	R				C	
					V	Ophrys bertolonii	R				C	
					V	Ophrys bombyliflora	R				C	
					V	Ophrys exaltata	R				C	
					V	Ophrys fusca	R				C	
					V	Ophrys lutea subsp. lutea	R				C	
					V	Ophrys lutea subsp. minor	R				C	
					V	Ophrys oxyrhynchus	R				C	
					V	Ophrys pallida	R				C	
					V	Ophrys tenthredinifera	R				C	
					V	Ophrys vernixia subsp. vernixia	R				C	
					V	Orchis brancifortii	R				C	
					V	Orchis collina	R				C	
					V	Orchis italica	C				C	
					V	Orchis lactea	R				C	
					V	Orchis longicornu	R				C	
					V	Orchis papilionacea var. grandiflora	R				C	
					V	Orchis tridentata (incl. O. commutata)	R				C	
					V	Paeonia mascula subsp. russii	R					D
					V	Phagnalon sordidum	P		A			
					V	Phyllitis sagittata	P		A			
					V	Pimpinella anisoides	R			B		
					V	Plantago humilis	P					D
					V	Poa bivonae	R				B	
					V	Polygala preslii	R				B	
					V	Ranunculus pratensis	R					D
					V	Ranunculus rupestris	R		A			
					V	Reseda luteola	P					D
					V	Saxifraga hederacea	P					D
					V	Senecio lycopifolius	R					D
					V	Senecio siculus	R				B	
					V	Serapias lingua	R					C
					V	Serapias parviflora	R					C
					V	Serapias vomeracea	R					C
					V	Seseli bocconi subsp. bocconi	R				B	
					V	Thalictrum calabricum	C				B	
					V	Thymus spinulosus	R				B	
					V	Trachelium coeruleum	R					D
					V	Trifolium physodes	R					D
					V	Triglochin laxiflorum	R		A			
					V	Tragopogon porrifolius subsp. cupanii	R				B	

(U = Uccelli, M = Mammiferi, A = Anfibi, R = Rettili, P = Pesci, I = Invertebrati, V = Vegetali)

### 5.1.1.8 SIC ITA020044 "Monte Grifone"

La Scheda Natura 2000 al punto 4 riporta la descrizione del sito:

#### Caratteristiche generali sito

L'area del SIC, estesa per circa 1649 ettari, interessa il territorio dei comuni di Palermo, Altofonte, Belmonte Mezzagno e Misilmeri. Essa ricade nell'ambito della dorsale carbonatica che caratterizza la parte interna dei cosiddetti "Monti di Palermo", localizzandosi nella parte orientale della Piana di Palermo, a ridosso della Conca d'Oro. La stessa dorsale culmina nelle cime di M. Grifone (m 882), il Serro di Chiarandà (m 704), il Balzo Rosso (m 732) ed il Balzo di Vaddi del Fico (m 785); verso est si spinge fino a Gibilrossa.

Dal punto di vista geolitologico si tratta di substrati preminentemente carbonatici i quali rientrano nel cosiddetto paleobacino "Imerese". Sotto l'aspetto bioclimatico il territorio è compreso tra le fasce del termo e mesomediterraneo (temperatura media: 16-13 °C), con ombrotipo subumido (precipitazioni medie di 650-850 mm).

Il paesaggio vegetale risente notevolmente delle intense utilizzazioni del passato e dei frequenti incendi. Dominano gli aspetti di prateria ad *Ampelodesma* ed altri aspetti di vegetazione secondaria, nel cui ambito sono stati effettuati impianti forestali artificiali, attraverso l'utilizzo di conifere estranee al territorio (generi *Pinus*, *Cupressus*, ecc.), anch'essi alquanto intaccati dall'azione del fuoco. Assai sporadici risultano gli aspetti forestali naturali; si tratta in particolare di oleastreti sulle cenge rocciose, o di lembi di lecceti localizzati lungo i margini di aree detritiche o abbarbicati in zone subrupestri meno interessate dal fuoco.

La vegetazione del territorio è prevalentemente da riferire a serie dell'Olivastro (*Oleo-Euphorbio dendroidissigmetum*) o del Leccio (*Rhamno-Quercu ilicis sigmetum pistacietoso terebinti* e *Aceri campestris-Quercu ilicis sigmetum*), le quali svolgono un ruolo pioniero sui substrati rocciosi calcarei. Sui suoli più profondi si rilevano ambiti seriali della Quercia virgiliana (*Oleo-Quercu virgiliana sigmetum*) o del Salice pedicellato (*Ulmo canescentis-Salico pedicellataesigmetum*), quest'ultima legata ai lungo i corsi d'acqua. Ai succitati sigmeti sono altresì da aggiungere varie altre microgeoserie legate a condizioni edafiche particolari, come nel caso delle pareti rocciose, delle aree detritiche, degli ambienti umidi, ecc.

#### Qualità e importanza

Si tratta di un'area di notevole interesse floristico-fitocenotico e faunistico, con aspetti di vegetazione in parte peculiari, come nel caso delle comunità rupicole, nel cui ambito è rappresentato un elevato numero di specie vegetali endemiche e/o di rilevante interesse fitogeografico. Le specie riportate nella sezione 3.3 ed indicate con la lettera D fanno riferimento ad altre entità che in Sicilia risultano alquanto rare, la cui presenza nel territorio in oggetto è comunque ritenuta di rilevante interesse fitogeografico. La zoocenosi presente comprende vertebrati selvatici appartenenti a specie rare o minacciate.

#### Vulnerabilità

Oltre alla caccia, fra i principali fenomeni di disturbo per gli aspetti biocenotici ed ambientali sono da menzionare soprattutto gli incendi, i quali si ripetono con notevole frequenza, arrecando notevoli danni alla flora ed alla stessa fauna; l'azione del fuoco sta alla base del preoccupante depauperamento di diverse specie legnose, oltre ad alcune delle succitate endemiche puntuali o piante rare di rilevante interesse fitogeografico.

Gli stessi interventi di riforestazione – generalmente effettuati attraverso l'impiego di specie del tutto estranee alle formazioni boschive autoctone – arrecano un notevole disturbo alla normale dinamica evolutiva delle serie forestali ed al recupero delle formazioni naturali più mature.

Nell'ambito del dinamismo della vegetazione naturale - come evidenziato da appositi studi effettuati in territori limitrofi (Gianguzzi, 2004) - meno significativi sono ritenuti i danni originati dal pascolo; ciò soprattutto quando la vegetazione legnosa tende ad affermarsi o tende ad essere dominante rispetto alle praterie.

Nelle Tabelle che seguono sono riportate le informazioni pertinenti sui tipi di habitat e sulle specie di flora e di fauna presenti nel sito:

### **3. INFORMAZIONI ECOLOGICHE**

#### ***3.1. Tipi di HABITAT presenti nel sito e relativa valutazione del sito:***

##### **TIPI DI HABITAT ALLEGATO I:**

CODICE %	COPERTA	RAPRESENTATIVITA		SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE
3 1 7 0	1		D			
5 3 3 1	3	C		C	B	C
5 3 3 2	5 2	B		C	B	B
6 2 2 0	1 0	B		C	B	B
6 3 1 0	3	C		C	B	C
8 1 3 0	1		D			
8 2 1 4	7	B		C	A	B
9 2 A 0	1		D			
9 3 2 0	4		D			
9 3 4 0	1		D			

#### Gruppo 3 HABITAT D'ACQUA DOLCE

##### Sottogruppo 31 – Acque stagnanti

- *Cod. 3170\* – Stagni temporanei mediterranei*

#### Gruppo 5 MACCHIE E BOSCAGLIE SCLEROFILLE (MATORRAL)

##### Sottogruppo 52 – Matorral arborescenti mediterranei

- *Cod. 5230\* – Matorral arborescenti di Laurus nobilis*

##### Sottogruppo 53 – Boscaglie termo-mediterranee e pre-steppiche

- *Cod. 5331 – Formazioni ad Euphorbia dendroides*
- *Cod. 5332 – Garighe ad Ampelodesma mauritanica*

#### Gruppo 6 FORMAZIONI ERBOSE NATURALI E SEMINATURALI

##### Sottogruppo 62 – Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli

- *Cod. 6220\* – Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*

##### Sottogruppo 63 – Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (dehesas)

- *Cod. 6310 – Dehesas con Quercus spp. sempreverde*

#### Gruppo 8 HABITAT ROCCIOSI E GROTTA

##### Sottogruppo 81 – Ghiaioni

- *Cod. 8130 – Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili*

##### Sottogruppo 82 – Pareti rocciose con vegetazione casmofitica

- *Cod. 8214 – Versanti calcarei dell'Italia meridionale (Dianthion rupicolae)*

#### Gruppo 9 FORESTE

##### Sottogruppo 93 – Foreste sclerofille mediterranee

- *Cod. 9320 – Foreste di Olea e Ceratonia*
- *Cod. 9340 – Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia*

**3.2.a. Uccelli elencati nell'Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO			Globale
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	
		Riprod.	Svern.	Stazion.				
A 4 2 3	Alectoris graeca whitakeri	P			A			B
A 2 5 5	Anthus campestris		P			D		B
A 2 4 3	Calandrella brachydactyla	P				C		B
A 0 8 1	Circus aeruginosus			P				
A 0 8 2	Circus cyaneus		P			D		
A 1 0 3	Falco peregrinus	P			B			B
A 2 4 6	Lullula arborea	P				C		B
A 0 7 3	Milvus migrans			P		D		
A 0 7 2	Pernis apivorus			P		D		
					A B C	D	A B C	A B C

**3.2.b. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
		Riprod.	Svern.	Stazion.				
A 2 2 6	Apus apus	P				D		
A 2 2 8	Apus melba	P				D		
A 3 2 2	Ficedula hypoleuca			P				
A 3 4 1	Lanius senator	P				D		
A 2 7 8	Oenanthe hispanica			P		D		
A 3 0 4	Sylvia cantillans	P				D		
A 2 3 2	Upupa epops	P				D		
					A B C	D	A B C	A B C

**3.2.c. MAMMIFERI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
		Riprod.	Svern.	Stazion.				
					A B C	D	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C

**3.2.d. ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA		Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
		Riprod.	Svern.	Stazion.				
					A B C	D	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C
					A B C	D	A B C	A B C

**3.2.f. INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO														
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale											
			Roprod.	Svern.	Stazion.															

**3.2.g. PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO																		
			Globale	Popolazione	Conserv.	Isolamento															
1	4	6	8																		
1	8	8	3	Dianthus rupicola	R																
1	9	0	5	Stipa austroitalica	V																
				Ophrys lunulata	V																



### 3.3 Altre specie importanti di Flora e Fauna

GRUPPO						NOME SCIENTIFICO	POPOLAZIONE	MOTIVAZIONE		
U	M	A	R	P	I			V		
U						Athene noctua	P			C
U						Buteo buteo	R			C
U						Columba livia	P	A		
U						Corvus corax	P	A		
U						Petronia petronia	R			C
U						Phoenicurus ochruros	P			C
U						Strix aluco	P			C
U						Tyto alba	P			C
	M					Hystrix cristata	R			C
	M					Lepus corsicanus	R			C
		A				Discoglossus pictus	R	A		
		A				Hyla intermedia (Hyla arborea)	R	A		
			R			Podarcis wagleriana	P	A		
					V	Aceras anthropophorum	R			C
					V	Anacamptis pyramidalis	R			C
					V	Anthemis cupaniana	R		B	
					V	Anthirrhinum siculum	R		B	
					V	Bellevia dubia subsp. dubia	C		B	
					V	Biscutella maritima	C		B	
					V	Bivonaea lutea	R	A		
					V	Brassica rupestris	R	A		
					V	Carduus macrocephalus subsp. siculum	R			D
					V	Centaurea parlatoris	V		B	
					V	Centaurea ucriae subsp. ucriae	V	A		
					V	Centaurea ucriae subsp. umbrosa	V	A		
					V	Carlina sicula subsp. sicula	C		B	
					V	Colchicum bivonae	C			D
					V	Colchicum cupanii	C			D
					V	Crepis vesicaria subsp. hyemalis	R		B	
					V	Crocus longiflorus	R		B	
					V	Cyclamen hederifolium	R			C
					V	Cyclamen repandum	R			C
					V	Cymbalaria pubescens	R	A		
					V	Dianthus siculum	R		B	
					V	Eryngium bocconeii	C		B	
					V	Euphorbia bivonae	C	A		
					V	Euphorbia ceratocarpa	C		B	
					V	Euphorbia dendroides	C			C
					V	Gagea granatelli	R	A		
					V	Helichrysum rupestre subsp. rupestre	R	A		
					V	Helichrysum pendulum	R	A		
					V	Iberis semperflorans	R	A		
					V	Iris pseudopumila	R	A		
					V	Lilium candidum	R			D
					V	Limodorum abortivum	R			C
					V	Linaria purpurea	R		B	
					V	Micromeria fruticulosa	C			D
					V	Neotinea maculata	R			C
					V	Ophrys apifera	P			C
					V	Ophrys bertolonii subsp. bertolonii	P			C

					V	Ophrys bombyliflora	R			C	
					V	Ophrys exaltata	R			C	
					V	Ophrys fusca	R			C	
					V	Ophrys lutea subsp. lutea	R			C	
					V	Ophrys lutea subsp. minor	R			C	
					V	Ophrys oxyrhynchos	R			C	
					V	Ophrys pallida	R			C	
					V	Ophrys tenthredinifera	R			C	
					V	Ophrys vernixia subsp. vernixia	R			C	
					V	Orchis brancifortii	R			C	
					V	Orchis collina	R			C	
					V	Orchis italica	R			C	
					V	Orchis lactea	R			C	
					V	Orchis laxiflora	R			C	
					V	Orchis longicornu	R			C	
					V	Orchis papilionacea var. grandiflora	R			C	
					V	Orchis provincialis	R			C	
					V	Orchis tridentata (incl. O. commutata)	R			C	
					V	Pimpinella anisoides	R		B		
					V	Polygala preslii	R		B		
					V	Ranunculus pratensis	R		B		
					V	Ruscus aculeatus	R			C	
					V	Senecio sicus	R		B		
					V	Serapias parviflora	R			C	
					V	Serapias vomeracea	R			C	
					V	Seseli bocconi subsp. bocconi	R		A		
					V	Spiranthes spiralis	R			C	
					V	Stipa barbata	R			C	
					V	Thalictrum calabricum	R		B		
					V	Thymus spinulosus	R		B		
					V	Tragopogon porrifolius subsp. cupanii	R		B		
					V	Trifolium bionae	R		A		

AT = Uccelli; M = Mammiferi; A = Anfibi; B = Rettili; D = Pesci; L = Invertebrati; V = Vegetali

### 5.1.1.9 ZPS ITA020049 "Monte Pecoraro e Pizzo Cirina"

La Scheda Natura 2000 al punto 4 riporta la descrizione del sito:

#### Caratteristiche generali sito

Il sito, diviso in due corpi, ricade nell'ambito della parte occidentale dei cosiddetti "Monti di Palermo", dove si estende complessivamente per 8.604,00 ettari. Il primo dei due biotopi comprende i rilievi che si sviluppano sopra Punta Raisi, interessando la dorsale di Monte Pecoraro; esso ricade nei territori dei comuni di Cinisi, Terrasini, Carini, Giardinello e Montelepre. Fra le vette più elevate figurano Pizzo Corvo (m 910), Pizzo Caccamo (m 909), Pizzo del Merio (m 935), Montagna Longa (m 975), Pizzo Peluso (m 921), Pizzo Montanello (m 964), Pizzo Mediello (m 850), Pizzo Ceresia (m 817), Pizzo Barone (m 897), M. Saraceno (m 949) e, isolato più a ovest, M. Palmeto (m 624).

Il secondo biotopo include la dorsale orografica che si sviluppa dall'area costiera di Tommaso Natale verso l'interno, comprendendo le cime di M. Castellaccio (m 890), Cozzo di Lupo (m 788), Pizzo Vuturo (m 1006), Monte Cuccio (m 1047), Pizzo Cirina (m 867), Monte Fior dell'Occhio (m 942), Cozzo della Campana (m 911) M. Gibilmesì (m 1152), Punta Busilmeri (m 928), Monte di Mezzo (m 891) e Punta Giardinello (m 874). Quest'ultimo interessa i comuni di Capaci, Isola delle Femmine, Torretta e Palermo.

Si tratta complessivamente di rilievi che risultano dalla sovrapposizione tettonica di corpi geologici di natura prevalentemente carbonatica, riferiti a due Unità stratigrafico-strutturali derivanti dalla deformazione della Piattaforma panormide: l'Unità M. Gallo-M. Palmeto (Trias sup.-Miocene inf.) e l'Unità Cozzo di Lupo (Trias sup.-Miocene inf.). Dal punto di vista bioclimatico, il territorio è prevalentemente compreso fra le fasce del termomediterraneo subumido inferiore e del mesomediterraneo subumido inferiore, con temperature medie compresa tra 17,5 e 13 °C e precipitazioni di 600-800 mm.

Il paesaggio vegetale risente notevolmente delle intense utilizzazioni del passato, nonché degli incendi che si verificano quasi annualmente, per cui i versanti si presentano in genere alquanto denudati e monotoni, seguendo una fisionomia assai comune a quella degli altri rilievi calcarei della fascia costiera della Sicilia nord-occidentale. Domina incontrastata la prateria secondaria ad *Ampelodesma*, formazione floristicamente impoverita dal perpetrarsi dell'azione del fuoco; negli stessi ambiti sono stati talora effettuati impianti forestali artificiali, attraverso l'utilizzo di conifere estranee al territorio (generi *Pinus*, *Eucalyptus*, *Cupressus*, ecc.), anch'essi peraltro intaccati dagli incendi. Assai sporadici risultano nel complesso le aree forestali naturali, generalmente a distribuzione pressochè puntiforme rappresentati prevalentemente da lecceti o querceti caducifogli a dominanza di *Quercus virgiliana*.

#### Qualità e importanza

Oltre ad una rilevante importanza faunistica, l'area denota un notevole interesse floristico-fitocenotico, in particolare per quanto concerne le comunità rupicole, nel cui ambito è rappresentato un elevato numero di specie vegetali endemiche e di rilevante interesse fitogeografico. Le espressioni di vegetazione forestale sono quasi del tutto assenti, denotando in alcuni casi caratteri di relittualità. Lungo le aree detritiche dei versanti costieri sono presenti alcuni lembi di lecceto, oltre a residuali lembi di carrubbeti e frassineti, i quali ultimi venivano un tempo sfruttati per l'estrazione della manna. Le specie riportate nella sezione 3.3 ed indicate con la lettera D fanno riferimento ad entità che in Sicilia risultano alquanto rare, la cui presenza nel territorio in oggetto è comunque ritenuta di rilevante interesse fitogeografico.

La dorsale montuosa compreso tra Monte Pecoraro e Raffo Rosso denota un'elevata ricchezza faunistica, con numerose specie di rapaci stanziali o migratrici. L'area risulta essere altresì interessata da un rilevante flusso migratorio, sia in primavera che in autunno, rappresentando un sito nevralgico della rotta di migrazione che interessa la Sicilia nord-occidentale.

### Vulnerabilità

Fra i principali fenomeni di disturbo per gli aspetti biocenotici ed ambientali sono da menzionare vari fenomeni legati alle attività antropiche (incendi, caccia, bracconaggio, eccessiva frammentazione del paesaggio, cave, coltivazioni, pascolo, ecc.). Gli incendi si ripetono con notevole frequenza, arrecando notevoli danni alla flora ed alla stessa fauna; l'azione del fuoco sta alla base del preoccupante depauperamento di diverse specie legnose, oltre ad alcune delle succitate endemiche puntuali o piante rare di rilevante interesse fitogeografico. Andrebbero altresì evitati gli stessi interventi di riforestazione con esotiche; infatti, l'impiego di specie del tutto estranee alle formazioni boschive autoctone arreca notevole disturbo alla normale dinamica evolutiva delle serie forestali ed al recupero delle formazioni naturali più mature.

Nelle Tabelle che seguono sono riportate le informazioni pertinenti sui tipi di habitat e sulle specie di flora e di fauna presenti nel sito:

## **3. INFORMAZIONI ECOLOGICHE**

### ***3.1. Tipi di HABITAT presenti nel sito e relativa valutazione del sito:***

#### **TIPI DI HABITAT ALLEGATO I:**

CODICE %	COPERTA	RAPRESENTATIVITA	SUPERFICE RELATIVA	GRADO CONSERVAZIONE	VALUTAZIONE GLOBALE
1 1 7 0	1				
1 2 1 0	1				
1 2 4 0	1				
3 1 7 0	1				
5 3 3 1	5	B			
5 3 3 2	4 0	A	C	B	B
5 3 3 3	1		C	B	B
6 2 2 0	1 0	B			
6 3 1 0	3		C	B	B
8 1 3 0	2	B	C	B	B
8 2 1 4	7	B	C	A	B
9 2 A 0	3				
9 3 2 0	3	C	C	B	B
9 3 3 0	1				
9 3 4 0	6	C	C	B	B

#### Gruppo 1 HABITAT COSTIERI E VEGETAZIONI ALOFITICHE

##### Sottogruppo 11 – Acque marine e ambienti a marea.

- *Cod. 1170 – Scogliere*

##### Sottogruppo 12 – Scogliere marine e spiagge ghiaiose

- *Cod. 1210 – Vegetazione annua delle linee di deposito marine*
- *Cod. 1240 – Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con Limonium spp. Endemici*

#### Gruppo 3 HABITAT D'ACQUA DOLCE

##### Sottogruppo 31 – Acque stagnanti

- *Cod. 3170\* – Stagni temporanei mediterranei*

#### Gruppo 5 MACCHIE E BOSCAGLIE SCLEROFILLE (MATORRAL)

##### Sottogruppo 53 – Boscaglie termo-mediterranee e pre-steppiche

- *Cod. 5331 – Formazioni ad Euphorbia dendroides*
- *Cod. 5332 – Garighe ad Ampelodesma mauritanica*
- *Cod. 5333 – Formazioni a Chamaerops humilis*

Gruppo 6 FORMAZIONI ERBOSE NATURALI E SEMINATURALI

Sottogruppo 62 – Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli

- *Cod. 6220\* – Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*

Sottogruppo 63 – Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (dehesas)

- *Cod. 6310 – Dehesas con Quercus spp. sempreverde*

Gruppo 8 HABITAT ROCCIOSI E GROTTI

Sottogruppo 81 – Ghiaioni

- *Cod. 8130 – Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili*

Sottogruppo 82 – Pareti rocciose con vegetazione casmofitica

- *Cod. 8214 – Versanti calcarei dell'Italia meridionale (Dianthion rupicolae)*

Gruppo 9 FORESTE

Sottogruppo 92 – Foreste mediterranee caducifoglie

- *Cod. 92A0 – Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba*

Sottogruppo 93 – Foreste sclerofille mediterranee

- *Cod. 9320 – Foreste di Olea e Ceratonia*
- *Cod. 9330 – Foreste di Quercus suber*
- *Cod. 9340 – Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia*

**3.2.a. Uccelli migratori abituali elencati dell'Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
A 2 4 6	Lullula arborea								
A 1 0 3	Falco peregrinus		P						
A 3 4 6	Pyrrhocorax pyrrhocorax		R		B		C		B
A 2 4 3	Calandrella brachydactyla		V		B		C		B
A 0 9 1	Aquila chrysaetos			P	B			C	B
A 4 1 3	Alectoris graeca whitakeri		R		B		C		B
A 0 7 2	Pernis apivorus		R		A				A
A 0 3 1	Ciconia ciconia					D			
A 0 7 7	Neophron percnopterus					D			
A 0 7 3	Milvus migrans			P		D			
A 2 5 5	Anthus campestris			P		D			
A 1 3 9	Eudromias morinellus			R		D			
A 2 5 5	Anthus campestris			P		D			

*Copiare la pagine se necessario*

**3.2.b. Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO			
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale
			Roprod.	Svern.	Stazion.				
A 1 1 3	Coturnix coturnix					D			
A 2 1 4	Otus scops			P		D			
A 2 8 0	Monticola saxatilis			P		D			
A 3 4 1	Lanius senator			P		D			
A 2 3 0	Merops apiaster			P		D			
A 2 5 1	Hirundo rustica		P			D			
A 0 9 7	Falco vespertinus			P		D			



**3.2.c. MAMMIFERI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale				
			Roprod.	Svern.	Stazion.								

*Copiare la pagina se necessario*

**3.2.d. ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale				
			Roprod.	Svern.	Stazion.								

*Please copy page if necessary*

**3.2.e. PESCI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale				
			Roprod.	Svern.	Stazion.								

*Copiare la pagina se necessario*

**3.2.f. INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO							
		STANZ.	MIGRATORIA			Popolazione	Conservaz	Isolam	Globale				
			Roprod.	Svern.	Stazion.								

*Please copy page if necessary*

**3.2.g. PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC**

CODICE	NOME	POPOLAZIONE	VALUTAZIONE SITO			
			Popolazione	Conserv.	Isolamento	Globale
1 4 6 8	Dianthus rupicola	R				
1 9 0 5	Ophrys lunulata	V				

*Copiare la pagina se necessario*

### 3.3 Altre specie importanti di Flora e Fauna

GRUPPO							NOME SCIENTIFICO	POPOLAZIONE	MOTIVAZIONE			
U	M	A	R	P	I	V			A	B	C	D
	M						Hystrix cristata	R	A			
	M						Martes martes	R			C	
	M						Felis silvestris	R			C	
	M						Lepus corsicanus	R		B		
		A					Hyla intermedia	R	A			
		A					Discoglossus pictus	R			C	
		A					Bufo viridis	R			C	
			R				Hierophis viridiflavus	C			C	
			R				Podarcis wagleriana	R		B		
			R				Lacerta bilineata	C		B		
			R				Elaphe longissima (E.lineata)	R		B		
					I		Meloe appenninicus Bologna 1988	R		B		
						V	Aceras anthropophorum	R		B		
						V	Agropyron panormitanum	R				D
						V	Allium cupanii	R				D
						V	Anacamptis pyramidalis	R			C	
						V	Anthemis cupaniana	V		B		
						V	Anthriscum siculum	R		B		
						V	Barlia robertiana	R			C	
						V	Bellevalia dubia subsp. dubia	R		B		
						V	Biscutella maritima	C		B		
						V	Bivonaea lutea	R	A			
						V	Brassica rupestris	R	A			
						V	Brassica villosa subsp. villosa	R	A			
						V	Carduus macrocephalus subsp. siculus	R				D
						V	Centaurea ucriae subsp. ucriae	R		B		
						V	Colchicum bivonae	R				D
						V	Colchicum cupani	R				D
						V	Coris monspeliensis	R	A			
						V	Crepis spathulata	R	A			
						V	Crocus longiflorus	R		B		
						V	Cyclamen hederifolium	C			C	
						V	Cyclamen repandum	C			C	
						V	Cymbalaria pubescens	R	A			
						V	Cynoglossum nebrodicense	R				D
						V	Ephedra nebrodensis	R	A			
						V	Euphorbia bivonae	R		B		
						V	Euphorbia dendroides	C			C	
						V	Euphorbia melapetala	P	A			
						V	Galium pallidum	R		B		
						V	Helichrysum pendulum	R	A			
						V	Himantoglossum hircinum	R			C	
						V	Hippocrepis glauca	R				D
						V	Iberis semperflorens	R	A			
						V	Iris pseudopumila	R	A			
						V	Leucojum autumnale	R				D
						V	Leuzea conifera	V				D
						V	Linaria purpurea	R		B		
						V	Matthiola fruticulosa subsp. fruticulosa	R		B		
						V	Mercurialis perennis	R				D

					V	Micromeria fruticulosa	C		B		
					V	Neotinea maculata	R			C	
					V	Odontites bocconeii	R		B		
					V	Ophrys apifera	R			C	
					V	Ophrys bertolonii	R			C	
					V	Ophrys bombyliflora	R			C	
					V	Ophrys exaltata	R			C	
					V	Ophrys fusca	R			C	
					V	Ophrys lutea subsp. lutea	R			C	
					V	Ophrys lutea subsp. minor	R			C	
					V	Ophrys oxyrhynchos	R			C	
					V	Ophrys pallida	R			C	
					V	Ophrys tenthredinifera	R			C	
					V	Ophrys vernixia subsp. vernixia	R			C	
					V	Orchis brancifortii	R			C	
					V	Orchis collina	R			C	
					V	Orchis italica	C			C	
					V	Orchis lactea	R			C	
					V	Orchis longicornu	R			C	
					V	Orchis papilionacea var. grandiflora	R			C	
					V	Orchis tridentata (incl. O. commutata)	R			C	
					V	Paonia mascula subsp. russii	R				D
					V	Phagnalon sordidum	P	A			
					V	Phyllitis sagittata	P	A			
					V	Pimpinella anisoides	R		B		
					V	Plantago humilis	P				D
					V	Poa bivonae	R		B		
					V	Polygala preslii	R		B		
					V	Pseudoscabiosa limonifolia	V	A			
					V	Ranunculus pratensis	R				D
					V	Ranunculus rupestris	V	A			
					V	Reseda luteola	P				D
					V	Saxifraga hederacea	P				D
					V	Senecio lycopifolius	R				D
					V	Senecio sicalus	R		B		
					V	Serapias lingua	R			C	
					V	Serapias parviflora	R			C	
					V	Serapias vomeracea	R			C	
					V	Seseli bocconi subsp. bocconi	R		B		
					V	Thalictrum calabricum	C		B		
					V	Thymus spinulosus	R		B		
					V	Trachelium coeruleum	R				D
					V	Tragopogon porrifolius subsp. cupanii	R				D
					V	Trifolium physodes	R				D
					V	Triglochin laxiflorum	R	A			

GU = Uscelli; M = Mammiferi; A = Anfibi; D = Rettili; P = Pesci; L = Invertebrati; V = Vegetali

### 5.1.2 Verde urbano

La presenza di aree verdi all'interno delle città, ha una funzione molto importante – non solo in termini di naturalità e biodiversità – ma anche come contributo essenziale al livello di qualità della vita per le popolazioni.

In questo senso aree verdi, anche sottoposte a gradi di artificializzazione molto forti, quali verde attrezzato, giardini, parchi urbani, etc. hanno un'importanza notevolissima dal punto di vista funzionale, senza dimenticare la loro funzione di "avvicinamento" culturale alla comprensione dell'importanza degli spazi aperti.

Nel caso specifico, Palermo affianca ad una notevole presenza di aree naturali protette, anche un'importante presenza di altre aree di verde urbano, che ammontano ad una dotazione di 77,3 m<sup>2</sup>/abitante (fonte: PANORMUS, annuario di statistica del Comune di Palermo, 2009).

**Tabella 5.1– Verde urbano - Superficie per tipologia (valori espressi in m<sup>2</sup>)**

	2009	2008	Δ	Δ%
Verde attrezzato	538.000	208.000	+30.00	+5,9
Parchi urbani	300.000	300.000	-	-
Verde storico	695.000	665.000	+30.000	+4,5
Aree di arredo urbano (aree spartitraffico, vie alberate, aiuole e giardini fruibili privi di interesse storico-artistico e di vincoli paesaggistici)	2.301.100	2.101.0100	+200.000	+9,5
<b>Aree speciali:</b>	<b>46.904.479</b>	<b>46.664.479</b>	<b>+240.000</b>	<b>+0,5</b>
<i>Giardini scolastici</i>	456.000	356.000	+100.000	+28,1
<i>Orti botanici e vivai</i>	190.000	180.000	+10.000	+5,6
<i>Giardini zoologici</i>	65.000	25.000	+40.000	+160,0
<i>Cimiteri urbani</i>	124.500	124.500	-	-
<i>Aree protette e riserve naturali</i>	15.611.756	15.611.756	-	-
<i>Aree boscate demaniali</i>	21.369.233	21.369.233	-	-
<i>Verde uso agricolo</i>	7.728.000	7.728.000	-	-
<i>Verde annesso alle strutture ospedaliere</i>	370.000	370.000	-	-
<b>Totale</b>	<b>50.738.579</b>	<b>50.238.579</b>	<b>+500.000</b>	<b>+1,0</b>

Nel 2009 la densità di verde urbano (percentuale sulla superficie comunale) in Italia si attesta al 9,3%, risultando sostanzialmente stabile rispetto al 2008 (+0,04 punti percentuali). Ovviamente, valori elevati dell'indicatore sono, in generale, da imputare alla presenza di vasti parchi naturali, zone boschive, aree protette e riserve naturali, la cui superficie ricade nel territorio comunale. In Sicilia, la densità del verde urbano è il 5,8%. Fra tutti emerge il dato di Palermo, dove la densità del verde urbano è il 31,9% della superficie comunale (fonte: Annuario Statistico Regionale 2010 – Regione Siciliana).

**Tabella 5.2– Densità di verde urbano in Sicilia per i comuni capoluogo di provincia (% sulla superficie comunale)**

COMUNI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Trapani	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Palermo	27,3	31,0	31,0	31,0	31,1	31,1	31,4	31,6	31,6	31,9
Messina	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
Agrigento	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Caltanissetta	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Enna	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Catania	11,7	11,7	11,5	11,6	11,6	11,7	11,9	11,9	11,9	11,9
Ragusa	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
Siracusa	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2





**Figura 5.1 – Villa Giulia**

Del resto, come noto, Palermo è caratterizzata da numerosi giardini storici che rappresentano il prolungamento delle Ville Palermitane; oltre alla loro abbondanza bisogna sottolinearne anche la qualità: qualità progettuale, qualità dell'impianto colturale e qualità per l'inserimento in un contesto edilizio, oggi spesso degradato, che trova nel residuo giardino storico il supporto per iniziare a riqualificare la zona di appartenenza. Alcuni giardini storici sono compresi anche all'interno di quelle aree di rilevante pregio paesistico e ambientale che il PRG definisce Parchi Urbani (la Favorita e le Ville settecentesche, l'Oreto, Boccadifalco ex Riserva Reale, a cui si deve aggiungere – pur con specifiche caratteristiche, proprio come parco, il parco agricolo di Ciaculli Croce Verde).

Sono aree/zone di grande estensione, che in parte rispecchiano un territorio scomparso, ma che singolarmente o nel loro insieme restituiscono il paesaggio naturale di Palermo. Nella varietà di queste aree si incontrano non solo giardini storici ma anche e soprattutto entità agricole; il territorio agricolo, infatti, in prevalenza si manifesta - anche se oramai in estensione molto ridotta - nelle zone pianeggianti della città. Le colture sono variamente articolate: dall'agrumeto al ficodindieto, dall'orto alle colture intensive, queste ultime in realtà sempre più scarse.

Discorso a parte merita l'Orto Botanico palermitano: è un vero polmone verde cittadino dove si ha l'alternanza di varie specie di piante ma anche rappresentazioni artistiche come i busti dedicati a personaggi storici. L'Orto Botanico si estende per 10 ettari e la sua struttura, come gli edifici presenti adibiti alla sperimentazione, furono progettati dall'architetto francese Dufourny. Al suo interno si trovano innumerevoli specie vegetali, a partire da quelle orientali come i bambù e le sudamericane *chorisie*, tanto per citare quelle poco comuni in Sicilia.

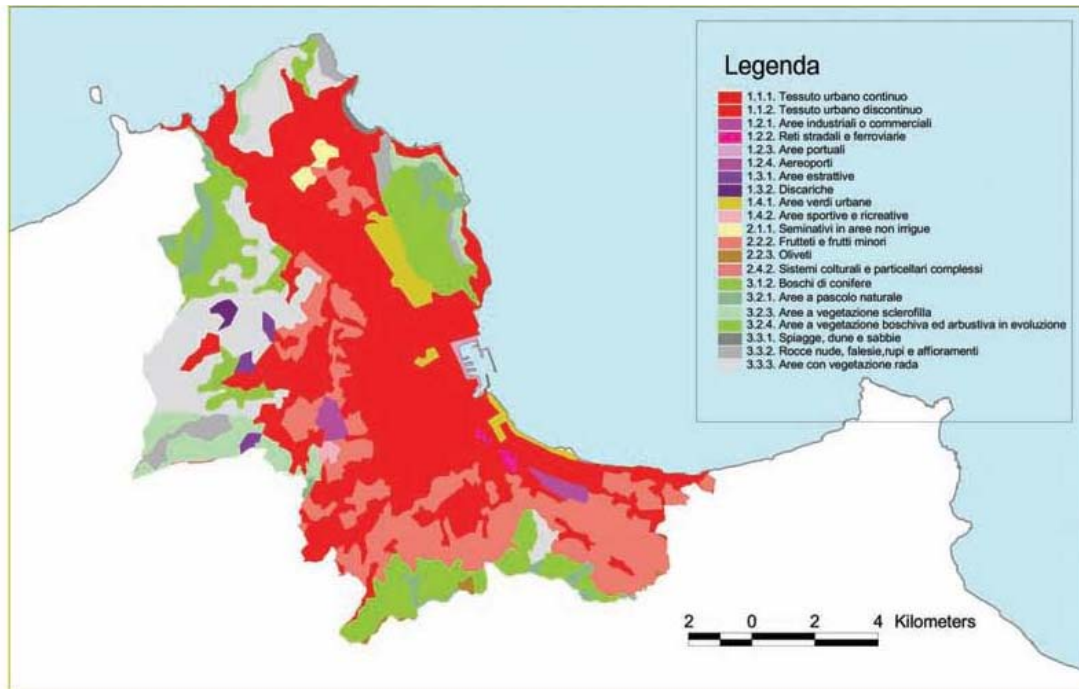


**Figura 5.2 – Orto Botanico**

A conferma e completamento di quanto esposto, è stata effettuata una elaborazione sulle diverse destinazioni di uso del suolo – a partire dalla copertura del suolo Corine Land Cover.

Nonostante tale strumento cartografico, risponda ad esigenze di diverso tipo e di diversa scala – si ricorda che l'unità minima cartografabile sono 25 ettari - la sua analisi contribuisce alla comprensione delle caratteristiche del sistema del verde – naturale ed artificiale, nel Comune di Palermo.

Aggregando le singole voci della carta Corine, come di seguito rappresentate, si evince che la superficie complessiva del tessuto urbano edificato, è pari al 44,5% circa della superficie territoriale totale, le aree verdi urbane ammontano al 2,34%, le aree agricole al 17,89% e le aree naturali al 34,79% ad indicare comunque una buona percentuale di aree, quanto meno, non edificate.



CODE	Ettari	%	Descrizione
111	2444,919	15,32%	Tessuto urbano continuo
112	4272,711	26,77%	Tessuto urbano discontinuo
121	81,356	0,51%	Aree industriali o commerciali
122	37,06	0,23%	Reti stradali e ferroviarie
123	37,166	0,23%	Aree portuali
124	91,835	0,58%	Aeroporti
131	82,253	0,52%	Aree estrattive
132	42,789	0,27%	Discariche
141	336,868	2,11%	Aree verdi urbane
142	36,142	0,23%	Aree sportive e ricreative
211	89,8	0,56%	Seminativi in aree non irrigue
222	2816,642	17,65%	Frutteti e frutti minori
223	33,461	0,21%	Oliveti
242	6,35	0,04%	Sistemi colturali e particellari complessi
312	768,754	4,82%	Boschi di conifere
321	448,522	2,81%	Aree a pascolo naturale
323	695,392	4,36%	Aree a vegetazione sclerofilla
324	1417,989	8,88%	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva
331	30,321	0,19%	Spiagge, dune e sabbie
332	321,35	2,01%	Rocce nude, falesie, rupi e affioramenti
333	1870,975	11,72%	Aree con vegetazione rada

Fonte: Corine Land Cover

**Figura 5.3 – Uso del suolo del Comune di Palermo – selezione delle sole voci presenti su Corine Land Cover**



### 5.1.3 Comunità bentoniche della frangia e dell'infralitorale superiore

La *Posidonia oceanica* è una fanerogama marina. Non un'alga, quindi, ma una delle poche piante superiori che popolano l'ambiente marino mediterraneo del quale è endemica.

Forma estese praterie lungo le coste marine sabbiose, o nei tratti in cui si alternano sabbia e scogli fra la superficie e i 30-40 metri di profondità. Il caratteristico accrescimento delle sue radici genera delle tipiche formazioni a terrazze, generate dall'intreccio dei rizomi morti e del sedimento, denominate *matte*. In genere le *matte* si accrescono di 1 metro ogni cento anni.

L'importanza, dal punto di vista ecologico, delle praterie marine a *Posidonia* è enorme. Esse costituiscono una delle principali comunità *climax* dell'ambiente marino mediterraneo, cioè rappresenta il massimo livello di sviluppo e complessità che un ecosistema può raggiungere. Il posidonieto è, quindi, l'ecosistema più importante del Mar Mediterraneo ed è stato indicato come "habitat prioritario" nell'allegato I della Direttiva 92/43/CEE – Direttiva Habitat.

Tra i più importanti ruoli ecologici della *Posidonia* ci sono i livelli di produzione primaria, di biodiversità e il mantenimento dell'equilibrio nella dinamica dei sedimenti.

La *Posidonia oceanica* ha quindi un importante ruolo di indicatore generale della qualità dell'ambiente marino, ruolo che oggi viene sempre più preso in considerazione ai fini delle pratiche di gestione e studio delle coste. Essa è particolarmente sensibile ad alcuni tipi di impatto antropico e per tale motivo è inserita nella lista delle specie marine in pericolo o minacciate di estinzione nel Mediterraneo (Boudouresque et al., 1996).



Figura 5.4 – *Posidonia oceanica*

In tutto il Mediterraneo le praterie di *Posidonia* sono in regressione, un fenomeno che è andato aumentando con gli anni con l'aumento della pressione antropica sulla fascia costiera.

Le cause della regressione sono da ricercarsi in:

- inquinamento,
- pesca a strascico,
- nautica da diporto dove non sono presenti porti turistici (raschiamento delle ancore sul fondale, sversamenti di idrocarburi, ecc.),
- costruzione di opere costiere con conseguente immissione di scarichi fognari in mare che aumentando la torbidità dell'acqua ostacolano la fotosintesi,
- costruzione di dighe, dighe foranee e barriere che modificano il tasso di sedimentazione in mare,
- eutrofizzazione delle acque costiere che provoca un'abnorme crescita delle alghe epifite, ostacolando così la fotosintesi.

Recentemente le praterie sono minacciate anche dalla competizione con due alghe tropicali accidentalmente immesse in Mediterraneo, la *Caulerpa taxifolia* e la *Caulerpa racemosa*. Le due alghe presentano una crescita rapidissima e stanno via via soppiantando la *Posidonia oceanica*.



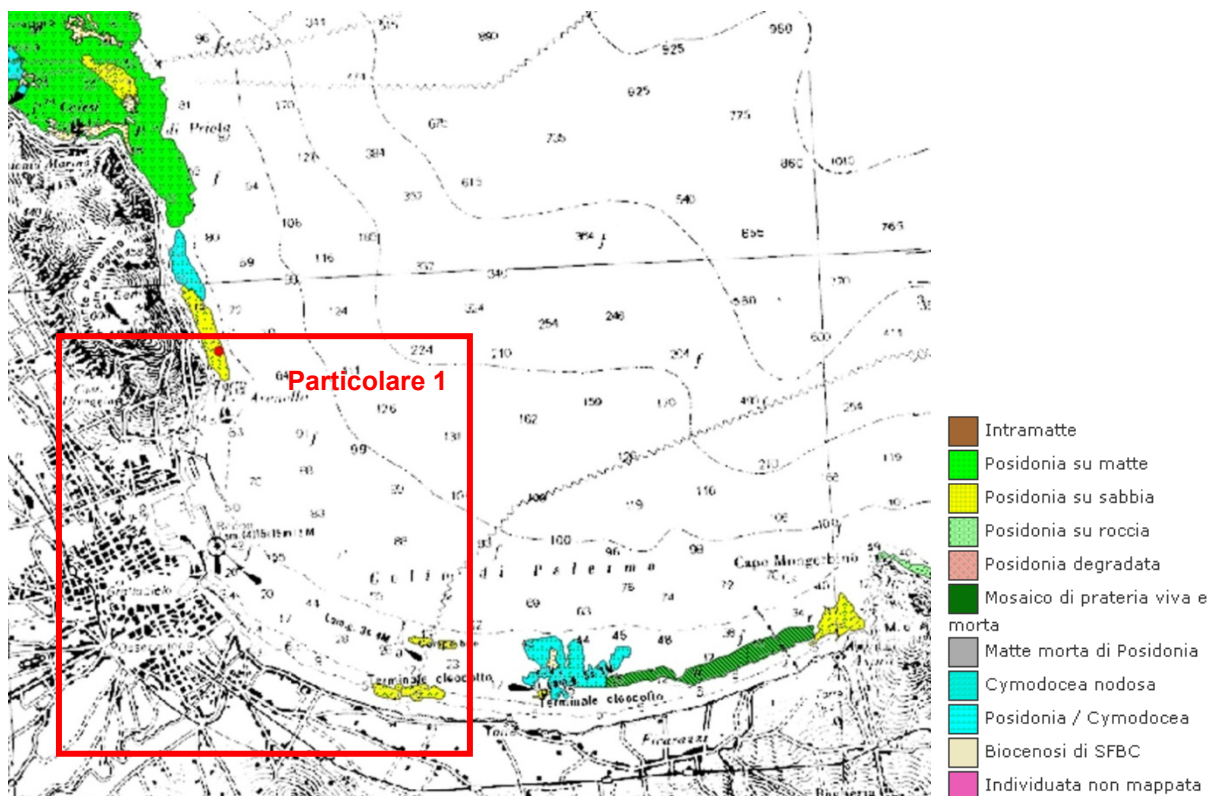


**Figura 5.5 – Caulerpa taxifolia e Caulerpa racemosa**

Il Servizio Difesa Mare del Ministero dell'Ambiente (Si.Di.Mar.), ha definito un piano specifico per la mappatura della *Posidonia* lungo le coste del Mediterraneo, secondo il "Programma nazionale di individuazione e valorizzazione della *Posidonia oceanica* nonché di studio delle misure di salvaguardia della stessa da tutti i fenomeni che ne comportano il degrado e la distruzione", previsto dalla Legge n. 426/98.

Tra il 1999 e il 2002 sono state realizzate le mappature delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sicilia e isole minori, e lungo le coste della Sardegna. Per quanto riguarda la Sicilia e isole minori sono state individuate 60 praterie.

L'immagine che segue rappresenta la presenza di *Posidonia oceanica* nell'ambito del Golfo di Palermo:



**Figura 5.6 – Mappatura delle fanerogame marine nel Golfo di Palermo (Si.Di.Mar.)**

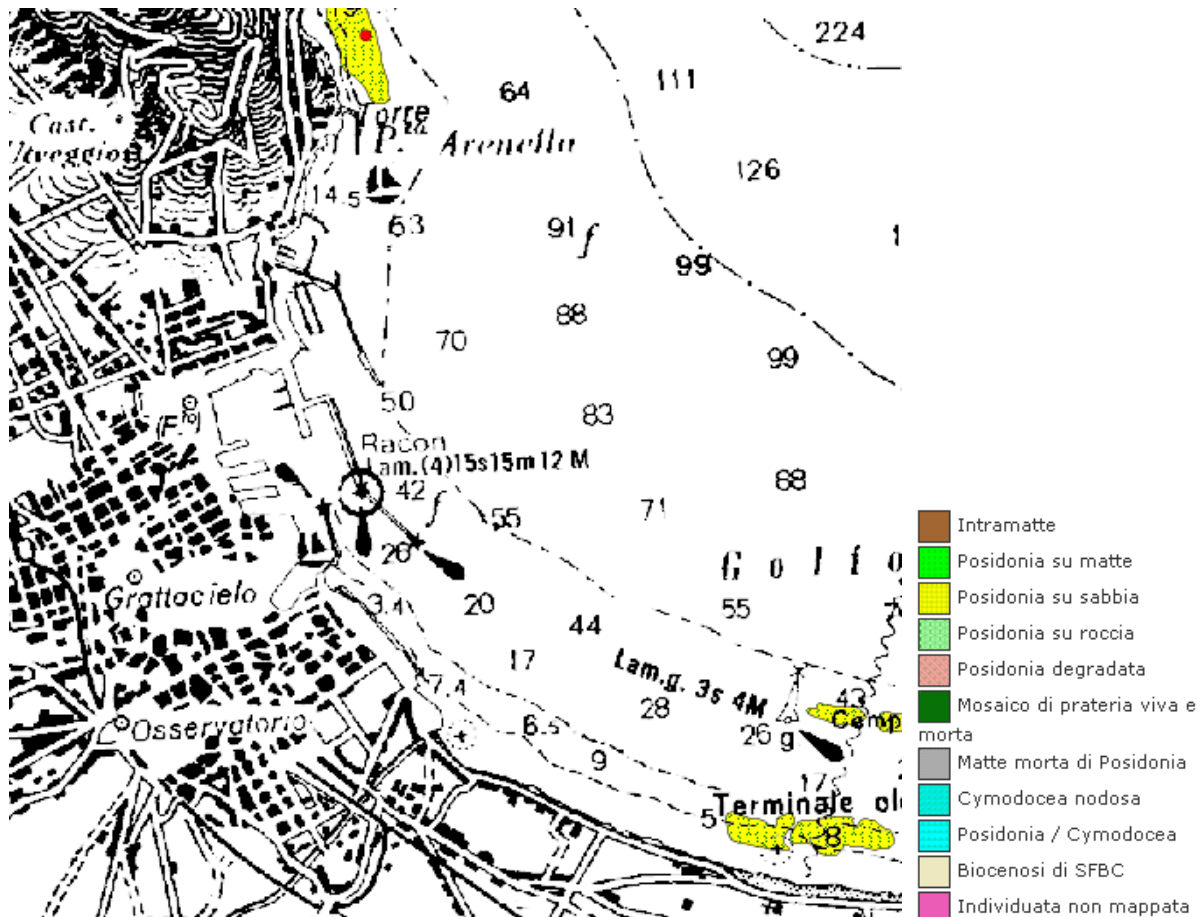


Figura 5.7 – Particolare 1: Mappatura delle fanerogame marine nell'ambito del PRP (Si.Di.Mar.)

Le praterie di posidonia (insieme a quelle, minori, di *Cymodocea nodosa*) sono presenti nei fondali del settore nord-occidentale della costa. Ben strutturati e in buono stato di salute, dal confine con Isola delle Femmine, per l'intero tratto dell'Area Marina Protetta, nei fondali antistanti Mondello e lungo l'intera costa dell'Addaura, da punta Priola fino a Vergine Maria.

Nel tratto centrale del Golfo di Palermo, a causa soprattutto delle discariche di materiale di risulta, che hanno alterato pesantemente le dinamiche di sedimentazione e la qualità chimico-fisica delle acque, la prateria è praticamente scomparsa.

Per maggiore dettaglio è stata effettuata una ricerca di ulteriori dati, esaminando tutti gli studi sulle biocenosi bentoniche effettuati negli ultimi anni a supporto di progetti di opere marittime ricadenti all'interno dell'ambito portuale.

Nel sito portuale dell'Arenella sono stati effettuati due studi.

Per il progetto di completamento del molo di sottoflutto è stata eseguita nel gennaio 2009, dal Centro Interdipartimentale per lo Studio dell'Ecologia degli Ambienti Costieri (C.I.S.A.C.), una "Campagna di rilevamento morfobatimetrico e sedimentologico dei fondali del porto dell'Arenella (Palermo) interessati dal progetto del prolungamento del molo di sottoflutto", della quale si riportano le conclusioni.

"I rilievi effettuati mediante survey acustiche, integrate con il materiale fotografico raccolto sul campo attraverso immersioni con Auto-Respiratore ad Aria (A.R.A.) e immagini aerofotogrammetriche, hanno consentito di identificare le principali biocenosi presenti nell'area.

Complessivamente è stata cartografata un'area di 16,3 ettari, compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei -16 m.

Dalla linea di riva fino circa all'isobata dei -7 m sono stati rinvenuti esclusivamente popolamenti ascrivibili alla categoria delle comunità fotofile di substrato duro; queste occupano complessivamente il 18,6% della superficie investigata (3,03 ettari). In particolare, i fondali sono colonizzati da popolamenti a vitalità ridotta e le specie più comuni sono *Asparagopsis armata* e *Dictiopteris membranacea*.

Il limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica* si rinviene ad una distanza di 81 m in direzione SE dalla testa del molo sottoflutto prevista in progetto. La prateria si presenta a mosaico, con *patch* di piante vive circondate da *matte* morte tra le isobate dei - 9 m e - 11 m ed occupa complessivamente il 14,8% dell'area di indagine, con una superficie di 2,4 ettari.

Tra le comunità fotofile di substrato duro ed il mosaico di *P. oceanica* viva e morta si rinviene un fondale di natura sabbiosa caratterizzato dalla biocenosi di sabbie fini ben calibrate (SFBC), che si sviluppa su una superficie di 10,8 ettari”.

È stata redatta una carta riportante i risultati della campagna (Figura 5.8)

Per i lavori di completamento del molo foraneo di sopraflutto è stato eseguito a luglio 2010 un “Inventario visuale dei fondali”, del quale si riportano le conclusioni.

“Si può affermare che lo stato delle biocenosi dell'area indagata risulta fortemente alterato dalle condizioni in cui si trova questo tratto di fascia costiera: ci troviamo in una zona prospiciente le aree portuali di Arenella e Acquasanta, in cui è presente un forte traffico marittimo, sia peschereccio che da diporto.

Inoltre l'area è interessata dalla presenza di numerosi scarichi fognari non trattati, situati a poche centinaia di metri dal sito in esame: lo sbocco del Passo di Rigano all'Acquasanta e lo scarico fognario di Arenella, situato alla radice del molo foraneo, sono solo i principali, in quanto apportano i reflui di centinaia di migliaia di abitanti equivalenti.

Gli effetti delle acque reflue non depurate, unitamente alle numerose alterazioni dovute alle discariche di cui è punteggiata la costa, ai lavori marittimi che negli ultimi decenni hanno interessato a più riprese il sito, e agli ancoraggi che interessano continuamente questi fondali, hanno causato la quasi totale distruzione della prateria di *Posidonia oceanica*, di cui si scorgono ancora gli ultimi lembi residui all'interno di un'estesa *matte* morta.

Il degrado in cui versano questi fondali è testimoniato altresì dalla presenza, sulla *matte* morta, di popolamenti a *Halophila stipulacea* e *Caulerpa racemosa*: quest'ultima è una specie molto invasiva ed è destinata a soppiantare completamente i popolamenti originari, agevolata in questo processo dalle alterazioni ambientali.

In considerazione di quanto esposto si ritiene che, dal punto di vista biologico, le biocenosi dell'area siano ormai talmente compromesse da non consentirne un naturale recupero, se non in tempi lunghissimi e a condizione che cessino tutte le alterazioni ambientali a cui si è fatto cenno in precedenza, e ciò vale anche per i residui lembi di *Posidonia oceanica* ancora vitali presenti all'interno della *matte* morta”.

Per il progetto di completamento delle opere di difesa della darsena turistica di S. Erasmo, sono stati effettuati dei rilievi bati-stratigrafici propedeutici alla redazione del progetto definitivo, le cui conclusioni, tratte dallo Studio di Impatto Ambientale, sono di seguito riportate:

“I rilievi bati-stratigrafici hanno permesso di fornire una ricostruzione dei fondali antistanti e nei dintorni dell'approdo, di delineare la morfologia e la stratigrafia superficiale dell'area interessata dalle opere in progetto e di ricostruire la distribuzione delle biocenosi che si insediano nell'area, rilevando l'assenza di *Posidonia Oceanica*”.



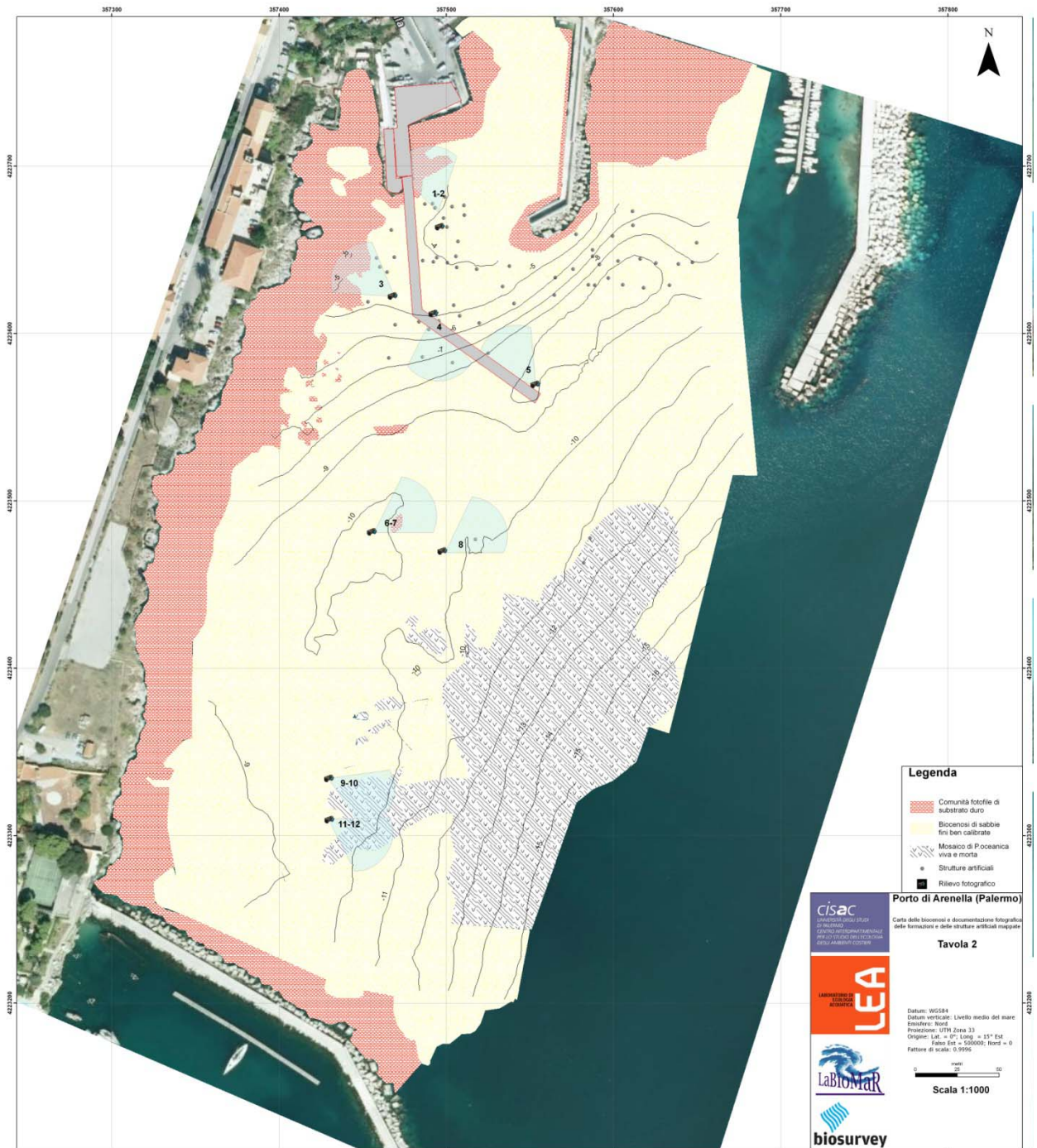


Figura 5.8 – Carta delle biocenosi (C.I.S.A.C. – gennaio 2009)

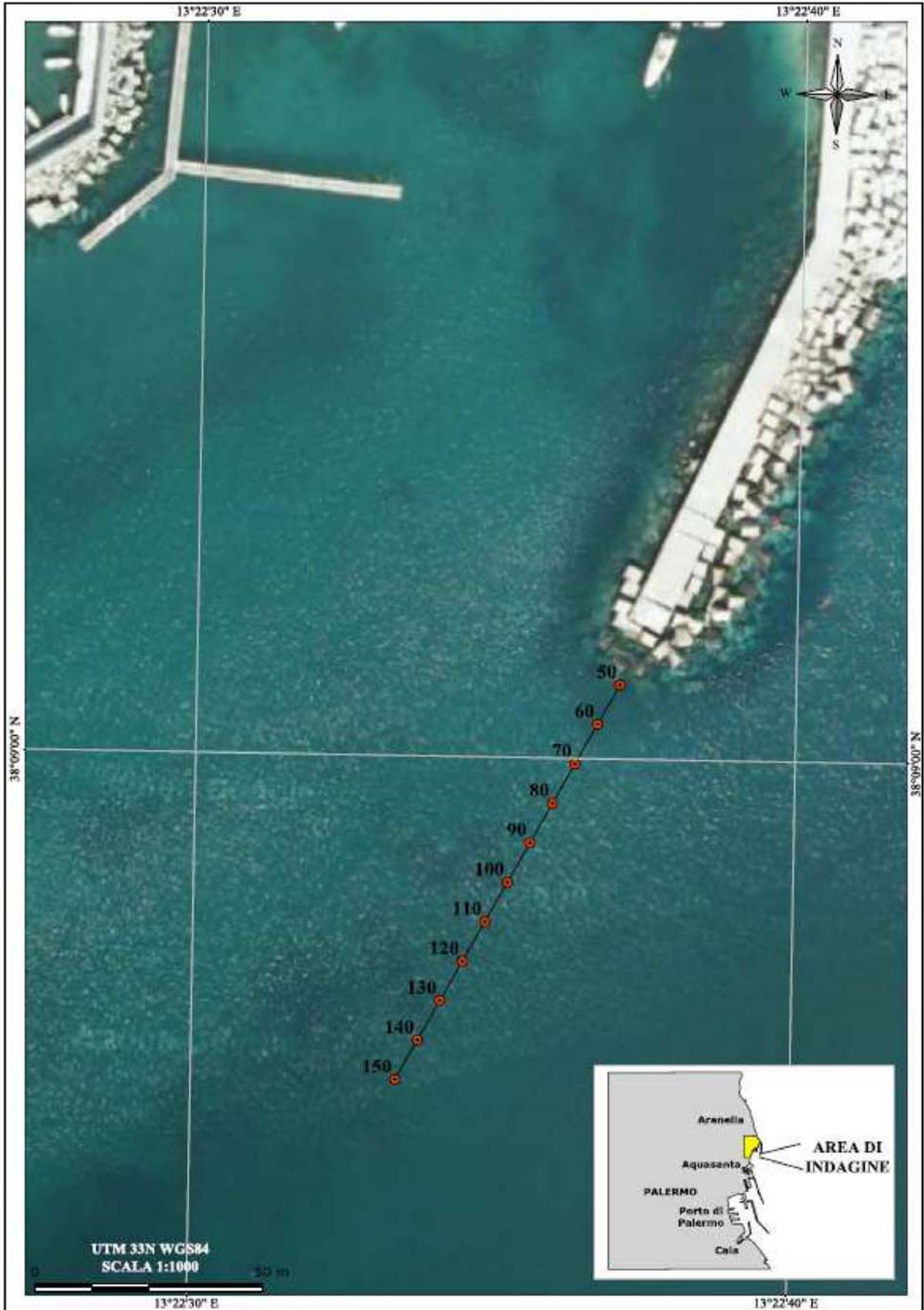
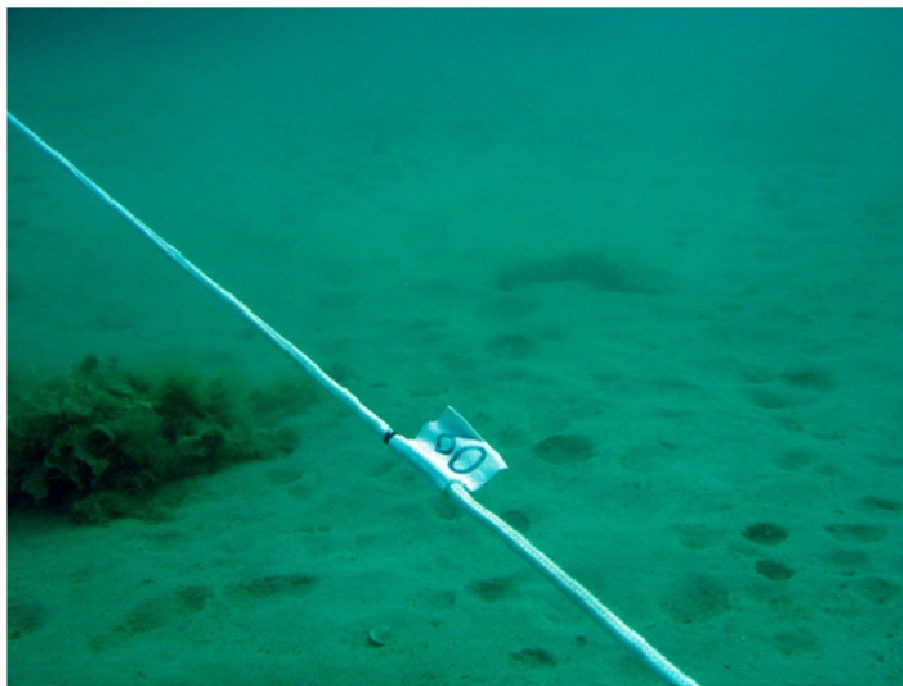


Figura 5.9 – Ubicazione del transetto di ispezione subacquea (C.R.E.A. – luglio 2010)



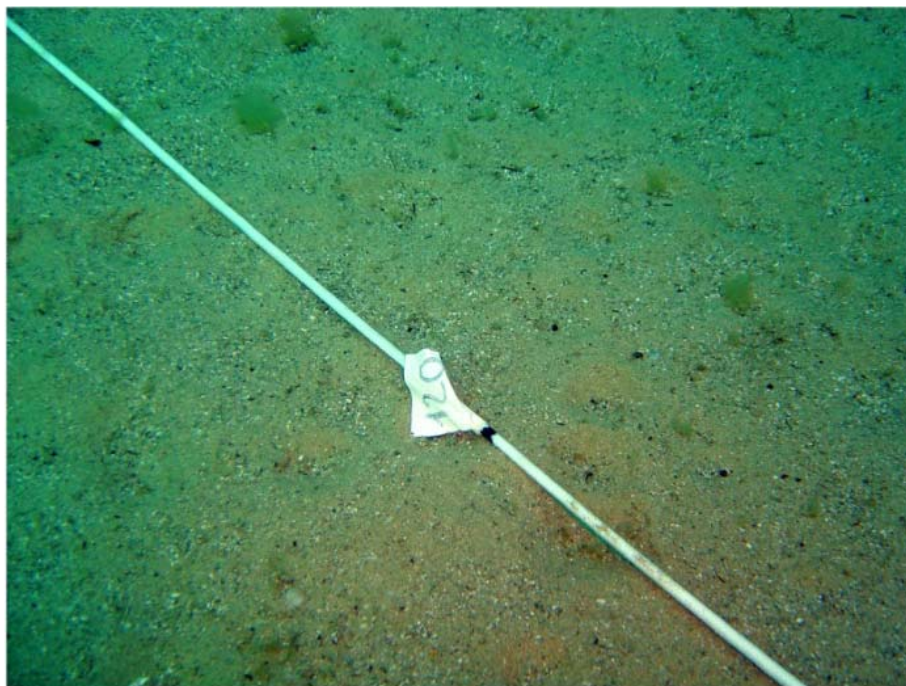


*Foto 3 – P60: sabbia e massi isolati.*

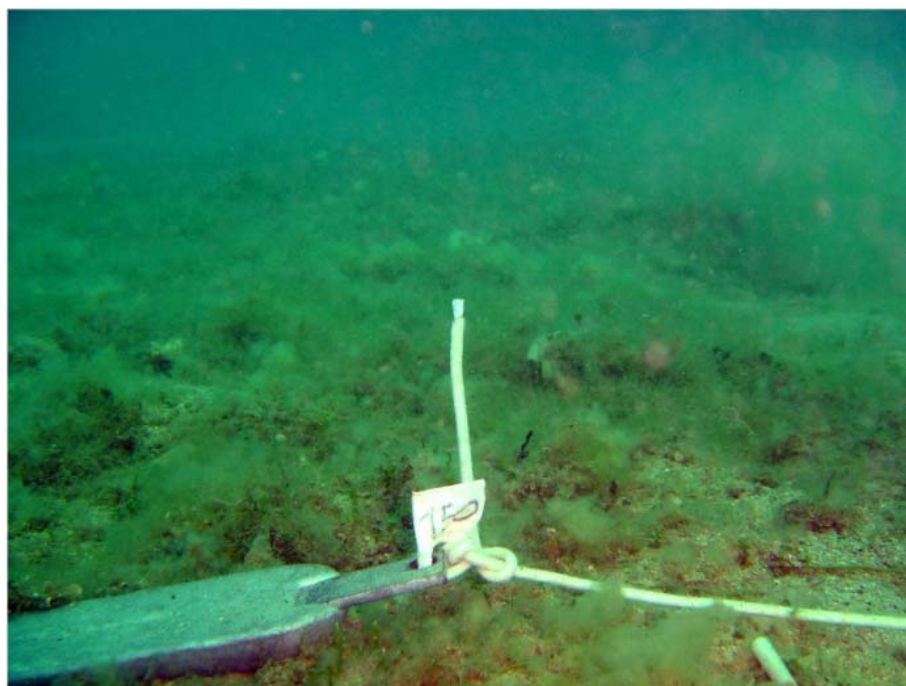


*Foto 9 – P90: sabbia e Posidonia oceanica degradata.*

**Figura 5.10 – Immagini estratte dall'Inventario visuale dei fondali (C.R.E.A. – luglio 2010)**



*Foto 15 – P120: sabbia.*



*Foto 21 – P150: matte morta di Posidonia oceanica.*

**Figura 5.11 – Immagini estratte dall'Inventario visuale dei fondali (C.R.E.A. – luglio 2010)**



---

## 5.2 SUOLO E RISCHI NATURALI

---

### 5.2.1 Inquadramento idrogeologico, geologico e geotecnico

---

Si riportano nel seguito i risultati dello studio geologico-tecnico relativo alla nuova configurazione del Piano Regolatore del Porto di Palermo, eseguito dal geologo Dott. Giuseppe Greco su incarico dell'A.T.I. "Progetti e Opere S.r.l. – IDROTEC S.r.l." nel gennaio del 2009.

Lo studio riporta i dati relativi ad indagini geologiche, geomorfologiche, stratigrafiche e geotecniche dell'area del Porto di Palermo, condotte dal geologo sulla base di rilievi diretti di superficie. Nello studio geologico sono stati inoltre utilizzati i risultati delle *"indagini geognostiche e geotecniche relativi al progetto delle indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alla realizzazione di opere previste nel redigendo Nuovo Piano Regolatore Portuale"* (C. Carruba, G. Ventura Bordenca, 2003).

In particolare, dello studio di cui sopra, sono state utilizzate le colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici eseguiti sia a mare che a terra ed i relativi parametri ricavati dalle prove geotecniche in sito e le prove geotecniche di laboratorio.

Lo studio è stato elaborato mediante:

- a) rilevamento geologico di dettaglio di natura applicativo finalizzato all'individuazione ed al riconoscimento dei litotipi superficiali affioranti nell'area studiata;
- b) ricerca bibliografica, studio e relativa verifica di campagna delle caratteristiche idrogeologiche del territorio studiato;
- c) utilizzazione di dati acquisiti, derivanti da precedenti studi geologici e indagini geognostiche, messi a disposizione dall'Autorità Portuale di Palermo.

In conclusione, gli studi, i rilievi e le indagini eseguite nell'ambito dello studio, hanno permesso di acquisire tutti gli elementi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico dell'ambito portuale studiato e delle aree limitrofe.

I risultati ottenuti dagli studi condotti hanno consentito di ottenere una adeguata conoscenza delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'ambito territoriale studiato.

Infine, si precisa che la successione stratigrafica ed i relativi parametri meccanici dei terreni andranno verificati con un dettagliato programma di indagini geognostiche in sito nella fase esecutiva della realizzazione delle varie opere previste nel nuovo piano.

#### 5.2.1.1 Inquadramento topografico e lineamenti geomorfologici

Il tratto di fascia costiera in argomento costituisce la porzione terminale verso il mare della estesa piana di Palermo, costituita da depositi di natura arenaceo conglomeratica, associati a materiali clastici di origine alluvionale e da coltri detritiche costituite prevalentemente da terreni eterogenei di riporto.

Dal punto di vista morfologico l'area indagata si inserisce tra due settori interessati da una differente evoluzione geomorfologica:

a) il gruppo montuoso di Monte Pellegrino, costituito da un assetto geomorfologico alquanto articolato, con versanti generalmente uniformi e variamente inclinati, talvolta interrotti da "spianate" ubicate a diverse quote, scarpate, gradini, nicchie. Tali morfologie sono rispettivamente dovute a processi di erosione areale, alla dissoluzione carsica, alla tettonica, al moto ondoso e a fenomeni gravitativi;

b) le aree costiere contrassegnate da una configurazione di tipo pianeggiante/tabulare, che costituiscono il risultato di processi costieri.

I processi morfogenetici responsabili dell'assetto attuale si sono verosimilmente innescati a partire dalla emersione delle aree studiate, che si è probabilmente verificata nel Pleistocene inferiore. Ad ogni modo, lo sviluppo delle forme del rilievo appare chiaramente condizionato sia da fattori geologici, che da quelli climatici.

In particolare l'area interessata dal piano è ubicata nella zona sub-pianeggiante della costa, tra la terra ferma ed il mare.

Come precedentemente descritto, le zone litorali sono costituite da una configurazione geomorfologica sub-pianeggiante tipica delle piane costiere.

L'azione del moto ondoso solitamente produce la formazione di gradini o scarpate, detti rispettivamente "ripi di erosione" o "falesie", e di superfici sub – orizzontali, debolmente inclinate (con pendenze del 2%) verso il mare, chiamate "piattaforme o superfici di abrasione". Le variazioni del livello del mare possono portare all'emersione o alla sommersione di queste forme. Il risultato finale è la presenza di una serie di ripiani ubicati al di sotto e al di sopra del livello marino attuale, ripiani che prendono il nome di "terrazzi marini". Le stesse variazioni del livello del mare sono dovute a movimenti tettonici, cioè agli spostamenti verticali delle terre e alla oscillazioni eustatiche, cioè a quel fenomeno che porta all'abbassamento o all'innalzamento della superficie del mare. Questi movimenti si verificano rispettivamente durante le "fasi glaciali" (quando parte dell'acqua marina veniva accumulata e trattenuta dai ghiacciai), e le "fasi temperato – calde" (in corrispondenza delle quali le fusioni parziali dei ghiacciai restituiva parte di tali acque ai mari).

In particolare, nell'area Arenella-Acquasanta sono presenti ripiani marini pleistocenici che risultano indicativi di fasi di stazionamento del livello marino. Le stesse fasi di stazionamento sono altresì testimoniate dalla esistenza di grotte marine, ripari, intagli orizzontali (solchi di battente) e "fasce a fori di litodomi" (cioè piccole nicchie prodotte dall'azione di molluschi) che si rinvengono a quote differenti, intagliati sulle ripe o sulle falesie. Per quanto riguarda le forme attive, la costa, in questo settore, attuale appare contrassegnata da diffuse ripe di erosione.

#### 5.2.1.2 Inquadramento geologico-strutturale

Il territorio interessato, dal punto di vista geologico, rappresenta un piccolo frammento della catena siciliana costituita dall'impilamento di una successione di unità tettoniche messe in posto dopo il Miocene inferiore, derivanti dalla deformazione di originari domini paleogeografici, individuati durante le fasi di distensione mesozoiche. Le caratteristiche geologiche, stratigrafiche e strutturali sono quelle presenti nell'estremo settore occidentale (Monti di Palermo).

Il rilevamento geologico, lo studio stratigrafico dei terreni affioranti e la redazione della carta geologica hanno permesso di ricostruire l'evoluzione geologica e di riconoscere le unità litostatigrafiche che caratterizzano il territorio dell'ambito e dell'immediato intorno.

Su queste unità, deformate, poggiano generalmente discordanti le successioni clastico-terrigeno-carbonatiche del ciclo Pliocene Superiore-Quaternario.

La presenza di sistemi di faglie ad alto angolo, lungo "l'edificio tettonico" di Monte Pellegrino ed orientati prevalentemente lungo le direzioni N-S, testimonia la riattivazione degli originari contatti geometrici da parte della neotettonica.

Tale assetto geostrutturale, ben evidente lungo i rilievi carbonatici che circondano Palermo, è invece mascherato ed obliterato da coperture quaternarie rappresentate dal complesso calcarenitico-sabbioso di età pleistocenica in corrispondenza della piana palermitana.

Dal punto di vista strutturale, si possono identificare sul territorio comunale, com'è altresì evidente per tutta l'area dei Monti di Palermo, due principali eventi tettonici: fase tettonica compressiva – fasi tettoniche estensionali.

La tettonica compressionale mio-pliocenica ha generato l'accavallamento ed il sovrascorrimento delle varie unità tettoniche; ad essa si sono intercalate e sono seguite fasi tettoniche estensionali che hanno generato diversi sistemi di faglia di tipo diretto e ad alto angolo.

### 5.2.1.3 Geologia

Dal punto di vista geologico-stratigrafico, le informazioni raccolte durante la campagna d'indagini, suffragate dai rilievi di superficie e dai dati bibliografici acquisiti, hanno consentito l'individuazione e la mappatura dei seguenti complessi geologici:

- A) complesso calcareo-dolomitico - u.s.s. Monte Gallo / Monte Palmeto (cm);
- B) complesso calcarenitico-sabbioso (cs).

I terreni di copertura sono essenzialmente costituiti da:

- C) depositi alluvionali (al)
- D) detrito di falda e/o terre rosse residuali (dt e tr).
- E) terreni eterogenei di riporto (tr)

#### **A) Complesso calcareo-dolomitico – u.s.s. m. Gallo / m. Palmeto (cretaceo sup. / trias sup.-lias inf.) [terreni cm]**

Costituisce il rilievo facente capo a Monte Pellegrino. Affiora nel settore più a nord dell'area investigata ed è rappresentato da calcari dolomitici, dolomie saccaroidi, brecce dolomitizzate, calcari stromatolitici e loferitici, biolititi algali; calcari e brecce a macroforaminiferi e frammenti di rudiste appartenenti al dominio Paleogeografico Panormide.

Questi litotipi, spesso interessati da fenomeni carsici, presentano strati e/o banchi intensamente tettonizzati e con fratture variamente orientate; queste ultime, in alcuni casi, appaiono riempite da mineralizzazioni secondarie costituite da cristalli di dolomite, calcite secondaria e/o ossidi di ferro.

#### **B) Complesso calcarenitico-sabbioso (pleistocene inf.) [terreni cs]**

Si tratta di un'alternanza di calcareniti organogene di colore bianco giallastro, a vario grado di cementazione, con livelli costituiti da sabbie giallastre eterogranulari. Presenti livelli limo-sabbiosi grigiastri.

La genesi di questo litotipo è legata alla sedimentazione in un mare poco profondo degli apporti terrigeni provenienti dal disfacimento delle rocce calcareo dolomitiche mesozoiche. Fenomeni eustatici e/o sollevamenti tettonici hanno contribuito ad avere fasi di apporti differenziati; è facile infatti, riscontrare variazioni granulometriche non indifferenti sia in senso verticale che orizzontale.

Dove la sedimentazione dei granuli è avvenuta con regolarità, la calcarenite si è potuta formare con una certa omogeneità strutturale.

L'origine è da attribuire, oltre che ai normali fenomeni di erosione e degradazione, alla particolare esposizione al mare che accentua i normali fenomeni di erosione e degradazione della roccia madre.

Tali terreni sono presenti in maniera diffusa lungo il litorale palermitano, e costituiscono i terreni di substrato delle infrastrutture portuali.

### **C) Depositi alluvionali [terreni al]**

Tali terreni si rinvencono in diverse parti dell'area studiata. Si tratta di alluvioni eterogranulari a vario grado di addensamento, rappresentate da sabbie e ghiaie generalmente a clasti sub-arrotondati, con presenza di livelli limosi e limo argillosi. Tali depositi poggiano in discordanza sul sottostante substrato calcarenitico-sabbioso. La presenza delle coltri alluvionali è da segnalare nell'area dell'approdo di S. Erasmo, posizionato nell'area di influenza della foce del F. Oreto; procedendo verso nord si riscontra, in corrispondenza della Cala, la presenza di depositi alluvionali, nell'area che costituiva il tratto terminale di due corsi d'acqua ormai interrati, il Papireto ed il Kemonia. I depositi alluvionali sono allo stato attuale generalmente ricoperti da terreni di riporto.

### **D) Detrito di falda e terre rosse [terreni dt + tr]**

Sono presenti nell'area del basso versante di M. Pellegrino, a monte della zona compresa tra le borgate Acquasanta e Arenella. Sono costituiti da accumuli di detrito prevalentemente calcareo in matrice sabbiosa e limosa di colore rossastro e da terre rosse residuali di alterazione ed ossidazione. Lo spessore è esiguo, al massimo nell'ordine di qualche metro.

### **E) Terreni di riporto [terreni rp]**

La fascia del litorale studiato è caratterizzato dalla presenza diffusa di coltri costituite da terreni eterogenei di riporto. L'eterogeneità di tali coltri è da intendersi sia dal punto di vista granulometrico che compositivo. Si tratta di ghiaie, sabbie prevalentemente di natura calcarea e arenacea, limi e sovente sfabbricidi.

L'origine delle coltri di terreni di riporto risale all'immediato dopoguerra; infatti questa fascia di litorale è stato adibito sin dagli anni '50 fino all'inizio degli anni '80 a discarica di inerti, sfabbricidi, materiali provenienti da scavi di sbancamento.

Sono presenti lungo tutta la fascia costiera e nell'ambito portuale, dove sono stati utilizzati per rinterri e/o colmate.

Nella carte geologiche allegato allo Studio A.7 "Inquadramento idrogeologico, geologico e geotecnico" degli Studi di Settore redatti per il nuovo PRP di Palermo sono riportate le tipologie di terreno affioranti nell'area.

#### 5.2.1.4 Caratteri idrogeologici

I rilievi e le indagini effettuati nelle aree interessate dalla nuova configurazione di P.R.P. hanno permesso di approfondire le conoscenze sulle caratteristiche idro-geologiche dei terreni presenti.

Sono stati distinti i seguenti complessi in funzione del grado di permeabilità:

*Complesso dei terreni di riporto:* sono costituiti come già detto da elementi molto eterogenei, quali: ghiaie e sabbie prevalentemente di natura calcarea e arenacea, limi e sovente sfabbricidi. L'eterogeneità di tali terreni, sia dal punto di vista granulometrico che compositivo, e lo spessore alquanto variabile degli stessi fa sì che il grado di permeabilità risulta di difficile assegnazione. Generalmente è molto alta e quindi favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche.

*Complesso alluvionale:* vi fanno parte le alluvioni attuali e i depositi rappresentati da sabbie e ghiaie generalmente a clasti sub-arrotondati con livelli limosi e limo argillosi. Tale complesso, per la presenza di livelli di taglia granulometrica fine, presentano una permeabilità medio-bassa. In seno ai livelli a granulometria grossolana sono presenti falde idriche di una certa entità.

La presenza delle coltri alluvionali sono da segnalare principalmente nell'area dell'approdo di S. Erasmo, posizionato nell'area di influenza della foce del F. Oreto, ed in corrispondenza della Cala che costituiva il tratto terminale di due corsi d'acqua ormai interrati, il Papireto ed il Kemonia. I depositi alluvionali sono allo stato attuale generalmente ricoperti da terreni di riporto.

*Complesso calcarenitico-sabbioso:* è rappresentato da calcareniti, sabbie e conglomerati, a vario grado di cementazione, con livelli limo-sabbiosi grigiastri. Si tratta di rocce generalmente ad elevata permeabilità per porosità ed in subordine per fratturazione; per tali caratteristiche consentono l'accumulo idrico in profondità (rocce "serbatoio"). Frequentemente sono sede di falda idrica di una certa entità. Nella zona costiera la falda idrica coincide o è prossima al livello medio del mare.

*Complesso Calcareao-Dolomitico:* vi fanno parte le successioni silico-calcareo-dolomitiche affioranti nel settore dell'Arenella. Si tratta di rocce che presentano generalmente permeabilità elevata per fessurazione e carsismo; la circolazione idrica si esplica principalmente lungo le fratture e nelle strutture carsiche.

### 5.2.1.5 Considerazioni geologico – tecniche

Le principali opere previste nella nuova configurazione del Piano Regolatore del Porto di Palermo prevedono:

- un'importante modifica dell'imboccatura del porto della Cala;
- la rimozione di pontili all'interno del porto commerciale;
- la realizzazione di nuove e più ampie banchine nel porto crociere in corrispondenza dell'attuale imboccatura della Cala;
- l'allargamento delle banchine del porto industriale lungo la diga di sopraflutto;
- la realizzazione di un piazzale alla radice del molo di sopraflutto del porto industriale;
- la costruzione di un approdo turistico nel porto dell'Arenella con la realizzazione di un molo di sottoflutto, l'allargamento della banchina del molo di sopraflutto e la costruzione di uno sporgente centrale.

Si precisa che parte di questi interventi sono stati oggetto di studi geologici, geognostici e geotecnici (*"indagini geognostiche e geotecniche relativi al progetto delle indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alla realizzazione di opere previste nel redigendo Nuovo Piano Regolatore Portuale"* -C. Carruba, G. Ventura Bordenca, 2002-2003).

I risultati delle indagini geognostiche e geotecniche relativi allo studio di cui sopra sono stati utilizzati e correlati per l'inquadramento sotto il profilo geologico e geognostico delle principali opere previste nel nuovo PRP di Palermo.

Qui di seguito vengono argomentate, sotto il profilo geologico, le principali modifiche che comporterà l'attuazione del nuovo PRP di Palermo:

#### Area del Porto turistico della Cala

Il nuovo PRP prevede un intervento di una certa rilevanza che in qualche maniera rivoluziona la configurazione dell'attuale porto turistico della Cala. Infatti, come mostrato nella fig.1, si prevede lo spostamento verso sud dell'imboccatura del porto turistico della Cala con il relativo salpamento di parte dell'attuale Molo Sud e la realizzazione di un molo di sottoflutto con il prolungamento dal molo Trapezoidale.





**Figura 5.12 – Nuova configurazione di piano del Porto turistico della Cala**

Per il riconoscimento della successione dei terreni presenti in questa zona si è fatto riferimento ai risultati delle indagini geognostiche eseguite nel corso della campagna geognostica e geotecnica eseguita nel 2003.

A ridosso del molo sud sono stati eseguiti tre sondaggi a mare, denominati SM12, SM 13, SM14 (Figura 5.16), le cui stratigrafie schematiche vengono riportate di seguito. I risultati di tali indagini hanno mostrato la presenza del complesso arenaceo-sabbioso-conglomeratico del Quaternario per tutta la profondità di investigazione. Si tratta di depositi costituiti prevalentemente da calcareniti organogene a vario grado di cementazioni, con intercalazioni sabbiose e sabbio limose di colore giallastro, passanti ad argille sabbiose e/o limose con livelli arenacei e conglomeratici. Allontanandoci dalla costa, fanno da copertura ai terreni di substrato sopra descritti, dei depositi di fondale costituiti da sabbie e limi da sciolti a poco addensati, di colore grigio scuro, con tracce di alghe e materia organica (spessore variabile tra m 3,50 e m 4,00). Il sondaggio SM12, dopo avere attraversato i terreni del substrato arenaceo-sabbioso-conglomeratico, ha intercettato dalla profondità di m 6,00 da quota fondale, terreni sabbiosi e limosi di colore grigio e giallastro con locali intercalazioni di calcarenite.

In definitiva la successione dei terreni del fondale marino del settore della Cala, è così articolata:

da m	a m	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0.00	3.50-4.00	Depositi di fondale costituiti da sabbie e limi da sciolti a poco addensati, di colore grigio scuro, con tracce di alghe e materia organica. (Terreni <b>DF</b> )
3.50-4.00	20.00	Depositi costituiti prevalentemente da calcareniti organogene a vario grado di cementazioni ( <b>C</b> ), con intercalazioni sabbiose e sabbio limose di colore giallastro ( <b>SC</b> ), passanti ad argille sabbiose e/o limose ( <b>AS</b> ).

Sui terreni costituenti il substrato dell'area interessata [depositi di fondale (**DF**), livelli calcarenitici (**C**), sabbiosi (**SC**) e sabbio-limosi (**AS**)] si forniscono in via preventiva le principali caratteristiche fisico-meccaniche acquisite da prove geotecniche effettuate precedentemente su tali terreni.

Nella tabella che segue viene riportato un intervallo dei principali valori delle prove di laboratorio effettuate precedentemente (relazione Carruba-Bordenca ed altri), in termini di peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ), coesione ( $c'$ ), angolo di attrito interno ( $\varphi'$ ) e resistenza allo schiacciamento ( $\sigma_r$ ) per i livelli calcarenitici cementati:

Tabella riepilogativa dei parametri geotecnici					
TERRENO	campione	$\gamma(T/m^3)$	$C' (T/m^2)$	$\varphi'$	$\sigma_r (N/mm^2)$
Depositi di fondale ( <b>DF</b> )	-	1.500-1.600	-	-	-
Terreno ( <b>AS</b> )	-	1.900-2.000	0.0-1.0	26° -30°	
Terreno ( <b>SC</b> )	-	1.800-2.000	0.0	32° -34°	
Terreno ( <b>C</b> )	-	1.800-2.000	0.0	34° -39°	6.0 -24.5

I risultati delle prove penetrometriche standard (SPT) eseguite nel corso dei sondaggi (campagna geognostica 2002-2003) vengono riportati nelle colonne stratigrafiche.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei terreni di riporto, presenti nelle aree a terra, si possono attribuire le seguenti caratteristiche geotecniche:

TERRENO	campione	$\gamma(T/m^3)$	$C' (T/m^2)$	$\varphi'$	$\sigma_r(Kg/cm)$
Terreni di riporto	-	1.750-2.000	0.0	28°-32°	-

### Allargamento banchine e nuovi piazzali

La nuova configurazione del piano prevede, come opere più impegnative, l'allargamento delle banchine del porto commerciale lungo la diga di sopraflutto nonché la realizzazione di un piazzale alla radice del molo di sopraflutto del porto industriale.

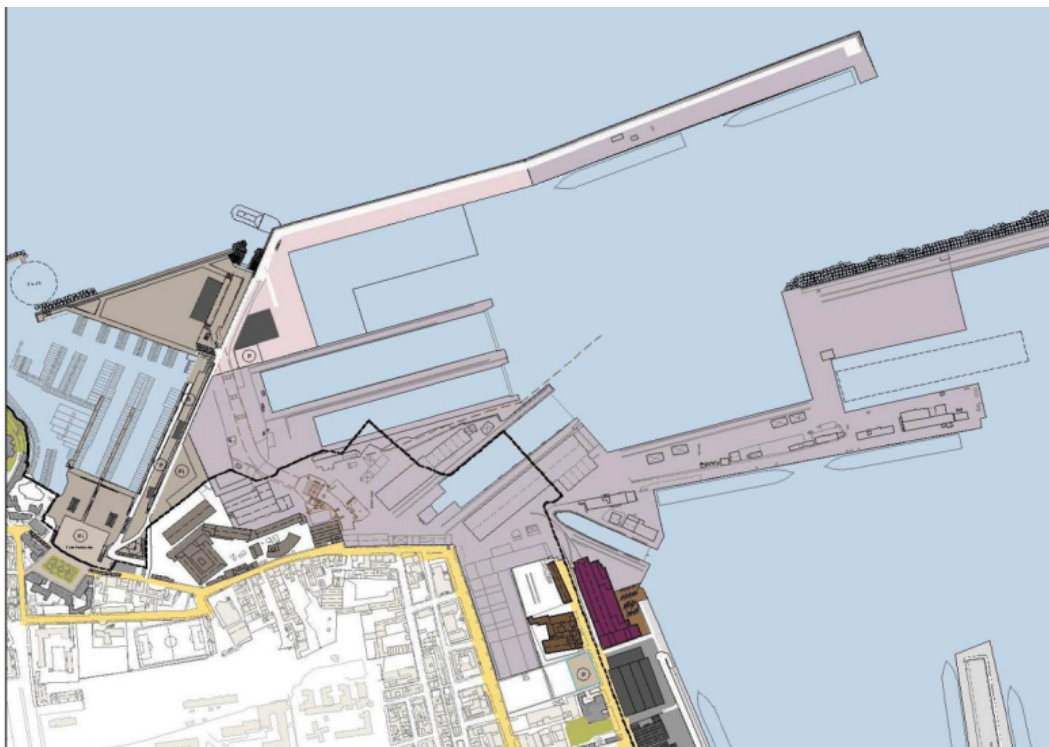


Figura 5.13 – Allargamento banchine e nuovi piazzali



Nell'area del porto industriale sono stati eseguiti n. 3 sondaggi geognostici a mare (S1, S2 e S3 - campagna geognostica 2002-2003) in corrispondenza dell'area in cui è prevista la realizzazione di un piazzale alla radice del molo di sopraflutto. La successione dei terreni investigati consiste prevalentemente in sabbie limose a luoghi ghiaiose, con livelli limo argillosi, localmente con intercalazioni calcarenitiche. In corrispondenza del sondaggio S1 tale successione è ricoperta da depositi costituiti da elementi calcarei di varia pezzatura, a spigoli vivi, con livelli sabbiosi e limosi da sciolti a poco addensati di origine antropica (terreni **DC** -spessore 5,00 m). I sondaggi S2 ed S3 hanno invece riscontrato la presenza di una copertura di spessore variabile tra m 7,80 e m 8,50 costituita da depositi di fondale costituiti da sabbie e limi scarsamente addensate di colore grigio scuro con tracce di alghe e idrocarburi (terreni **DF**). Tali coperture poggiano direttamente sul sottostante substrato delle argille grigio-azzurre costituite da una alternanza di livelli limosi, sabbiolimoso con sottili livelli calcarenitici (terreni **SL**).

Nel settore del porto commerciale sono stati eseguiti diversi sondaggi a terra (cfr. campagna geognostica 2002-2003), le cui stratigrafie sono riportate nelle colonne schematiche allegate. In tale settore il substrato calcarenitico sabbioso è ricoperto da notevoli spessori di terreni eterogenei di riporto (in media 5,0 -6,0 metri; 11,50 metri nel Sondaggio S10). Nel sondaggio S4 si rinvencono dei depositi alluvionali. In tutti i sondaggi il livello idrico si rinviene a quote prossime al livello del mare.

### Settore a mare

In definitiva la successione dei terreni del fondale marino del settore porto commerciale-porto industriale, può così sintetizzarsi:

da m	a m	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0.00	5.00-8.50	Depositi costituiti da elementi calcarei di varia pezzatura, a spigoli vivi, con livelli sabbiosi e limosi da sciolti a poco addensati di origine antropica (Terreni <b>DC</b> ). Depositi di fondale costituiti da sabbie e limi da sciolti a poco addensati, di colore grigio scuro, con tracce di alghe e materia organica. (Terreni <b>DF</b> )
5.00-8.50	21.00	Complesso delle argille grigio-azzurre costituite da una alternanza di livelli limosi, sabbio-limoso con sottili livelli calcarenitici, di colore giallastro (Terreni <b>SL</b> ).

Ai terreni presenti nel substrato di questo settore [depositi di fondale (**DF**), terreni **DC** e complesso limo-sabbioso (**SL**)] si possono assegnare, in questa fase, le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche acquisite da prove geotecniche effettuate precedentemente su tali terreni e/o su terreni simili, quali:

Tabella riepilogativa dei parametri geotecnici					
TERRENO	Campione	$\gamma(T/m^3)$	$C' (T/m^2)$	$\varphi'$	$\sigma_r (N/mm^2)$
Terreno ( <b>DC</b> )		1.700-1.800	-	28° -32°	-
Depositi di fondale ( <b>DF</b> )	-	1.500-1.600	-	-	-
Terreno ( <b>SL</b> )	-	1.800-2.000	0.0-1.0	24° -26°	-

### Settore a terra

Nelle area a terra del settore commerciale la successione dei terreni è generalmente, così articolata:

da m	a m	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0.00	5.00-11.5	Terreni eterogenei di riporto costituiti da ghiaie e sabbie prevalentemente di natura calcarea e arenacea, limi e sovente sfabbricidi (Terreni <b>TR</b> ).

3.50-4.00	20.00	Depositi costituiti prevalentemente da calcareniti organogene a vario grado di cementazioni ( <b>C</b> ), con intercalazioni sabbiose e sabbio limose di colore giallastro ( <b>SC</b> ), passanti ad argille sabbiose e/o limose ( <b>AS</b> ).
-----------	-------	--

In prossimità del molo di Santa Lucia, nel sondaggio S4, è stato rinvenuto, tra i riporti ed il substrato sabbioso-calcarenitico, un livello di depositi alluvionali costituiti da ghiaia e sabbia di varia granulometria, limi e limi argillosi e livelli torbosi (Terreni **AL**).

Sui terreni costituenti il substrato di questo settore [terreni di riporto (**TR**), depositi alluvionali (**AL**)] e substrato sabbioso-calcarenitico [livelli calcarenitici (**C**), sabbiosi (**SC**) e sabbio-limosi (**AS**)], si forniscono in via preventiva le principali caratteristiche fisico-meccaniche acquisite da prove geotecniche effettuate precedentemente su tali terreni.

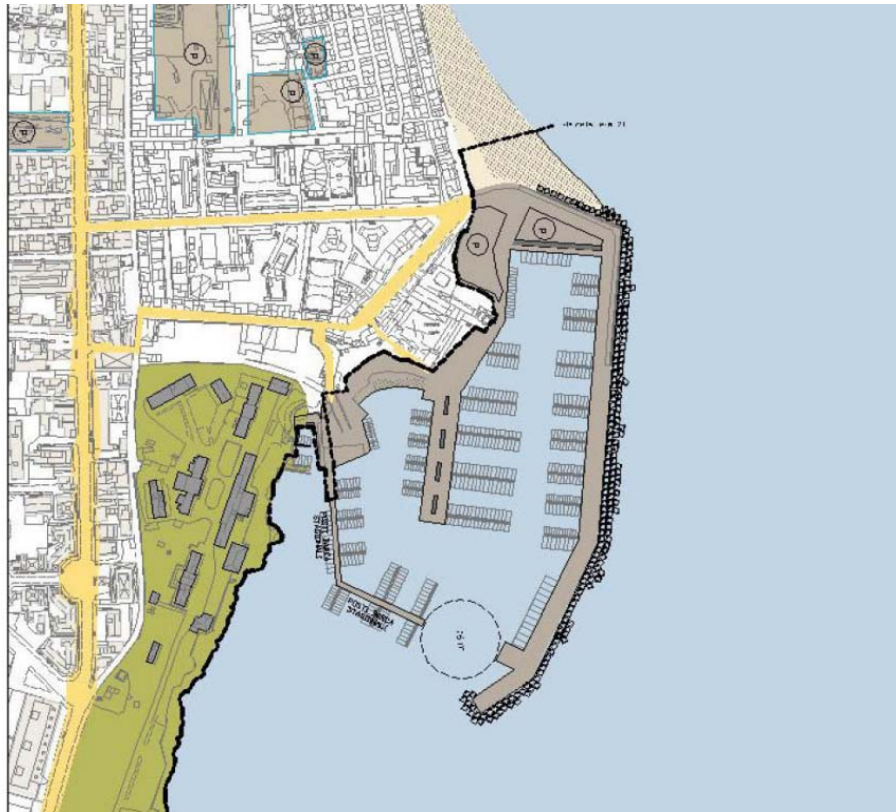
Nella tabella che segue viene riportato un intervallo dei principali valori delle prove di laboratorio effettuate precedentemente (relazione Carruba-Bordenca ed altri), in termini di peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ), coesione ( $c'$ ), angolo di attrito interno ( $\phi'$ ) e resistenza allo schiacciamento ( $\sigma_r$ ) per i livelli calcarenitici cementati:

Tabella riepilogativa dei parametri geotecnici					
TERRENO	Campione	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	C' (T/m <sup>2</sup> )	$\phi'$	$\sigma_r$ (N/mm <sup>2</sup> )
Terreni di riporto ( <b>TR</b> )	-	1.750-2.150	0.0	28°-32°	
Depositi alluvionali ( <b>AL</b> )	-	1.500-1.600	0.0	20°-22°	-
Terreno ( <b>AS</b> )	-	1.900-2.000	0.0-1.0	26° -30°	
Terreno ( <b>SC</b> )	-	1.800-2.000	0.0	25° -30°	
Terreno ( <b>C</b> )	-	1.800-2.000	0.0	32° -34°	6.0 -24.5

Nel corso dei sondaggi (campagna geognostica 2002-2003) sono state eseguite delle prove penetrometriche standard (SPT) i cui risultati vengono riportati nelle colonne stratigrafiche schematiche riportate di seguito. Inoltre sono state eseguite delle prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi geognostici, i cui risultati sono dettagliatamente riportati nella relazione geotecnica di accompagnamento al progetto del nuovo PRP di Palermo (Ing. C. Carruba, 2002).

### Completamento del porto turistico dell'Arenella

In corrispondenza del porto turistico dell'Arenella si prevede la realizzazione di un molo di sottoflutto, l'allargamento della banchina del molo di sopraflutto e la costruzione di uno sporgente centrale.



**Figura 5.14 – Nuova configurazione di piano del porto turistico dell’Arenella**

La ricostruzione della successione stratigrafica dei terreni presenti in tale ambito è stata ricavata da rilievi geologici di superficie, mentre le informazioni acquisite da pescatori dei luoghi e sub che hanno effettuato immersioni nella zona hanno permesso di delineare le caratteristiche del fondale.

Stratigraficamente i terreni che caratterizzano il fondale marino dell’area in cui si prevede la realizzazione del molo in progetto sono composti dai terreni del complesso calcarenitico-sabbioso ed in subordine dai terreni carbonatici del complesso calcareo dolomitico del mesozoico, che stanno stratigraficamente più sotto. I terreni arenaceo sabbiosi del fondale marino sono ricoperti da spessori variabili di sabbie e ghiaie, che costituiscono il fondale prevalentemente mobile, con granulometria, decrescente verso il largo, da molto grossolana a molto fine. Lo spessore delle sabbie è dell’ordine di pochi decimetri anche se a tratti può raggiungere i 50-80 cm. A luoghi, tra i sedimenti si rinvenivano i banconi tufacei e/o calcarei.

Come anticipato, i parametri geotecnici utilizzati sono stati ricavati da campioni prelevati, sugli stessi litotipi, nel corso di sondaggi meccanici effettuati nelle vicinanze.

In definitiva, il fondale del nuovo molo è caratterizzato da sedimenti sabbiosi costituiti prevalentemente da clasti carbonatici ed in subordine silicei con presenza di bioclasti. La granulometria è decrescente verso il largo, da molto grossolana a molto fine. Lo spessore delle sabbie è dell’ordine di pochi decimetri anche se a tratti può raggiungere i 50-80 cm.

Il substrato roccioso è costituito dalle calcareniti organogene, di colore giallastro, a vario grado di cementazione e/o da calcari dolomitici ad elevata resistenza allo schiacciamento.

Pertanto la successione dei terreni del fondo marino interessato è così articolata:

da m	a m	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0.00	0.50-0.80	Sedimenti sabbiosi costituiti prevalentemente da clasti carbonatici ed in subordine silicei con presenza di bioclasti. Si presentano sciolti e/o ben addensati ( <b>SS</b> ).

0.50-0.80	30.00	Substrato roccioso costituito dalle calcareniti organogene, di colore giallastro, a vario grado di cementazione e/o da calcari dolomitici ad elevata resistenza allo schiacciamento ( <b>SR</b> ).
-----------	-------	--

Sui terreni costituenti il substrato dell'area interessata [sedimenti sabbiosi (**SS**) e substrato roccioso (**SR**)] si forniscono in via preliminare le principali caratteristiche fisico-meccaniche acquisite da prove geotecniche effettuate precedentemente su tali terreni.

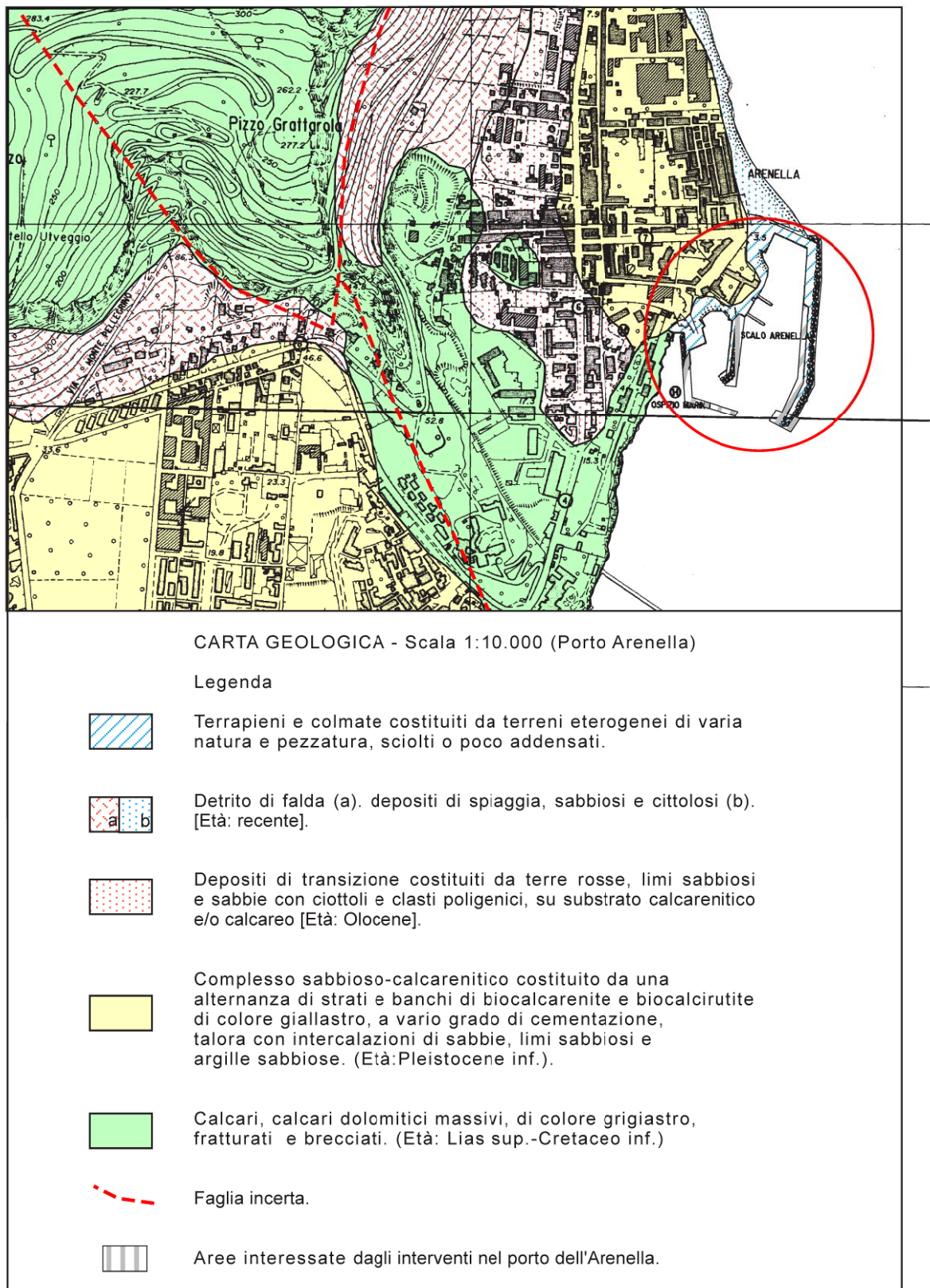
Nella tabella che segue vengono riportati i risultati di prove effettuate precedentemente su tali terreni, in termini di peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ), coesione ( $c'$ ), angolo di attrito interno ( $\phi'$ ) e resistenza allo schiacciamento ( $\sigma_r$ ):

Terreno	Camp.	Prof.	$\gamma_s(T/mc)$	$\phi'$	$C'(T/mq)$	$\sigma_r(N/mm^2)$
SS	-		1.8-1.9	25°-28°	0.0	
SR	-		1.9-2.2	34°-40°	0.5-2.0	3.22-18.34

I parametri meccanici di previsione evidenziano che si tratta di terreni dotati di ottime caratteristiche meccaniche.

In ogni caso, la sequenza litostratigrafica presente, unitamente all'incidenza delle strutture da posizionare sul fondale, portano ad affermare che non sussistono problemi legati alla portanza dei terreni fondali. Al fine di ricavare l'esatta successione stratigrafica e le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta dei manufatti in progetto, dovrà essere predisposto un dettagliato programma di indagini geognostiche, geotecniche e geologiche subacquee da eseguirsi nella successiva fase di progettazione.





**Figura 5.15 – Carta geologica: Porto dell'Arenella**

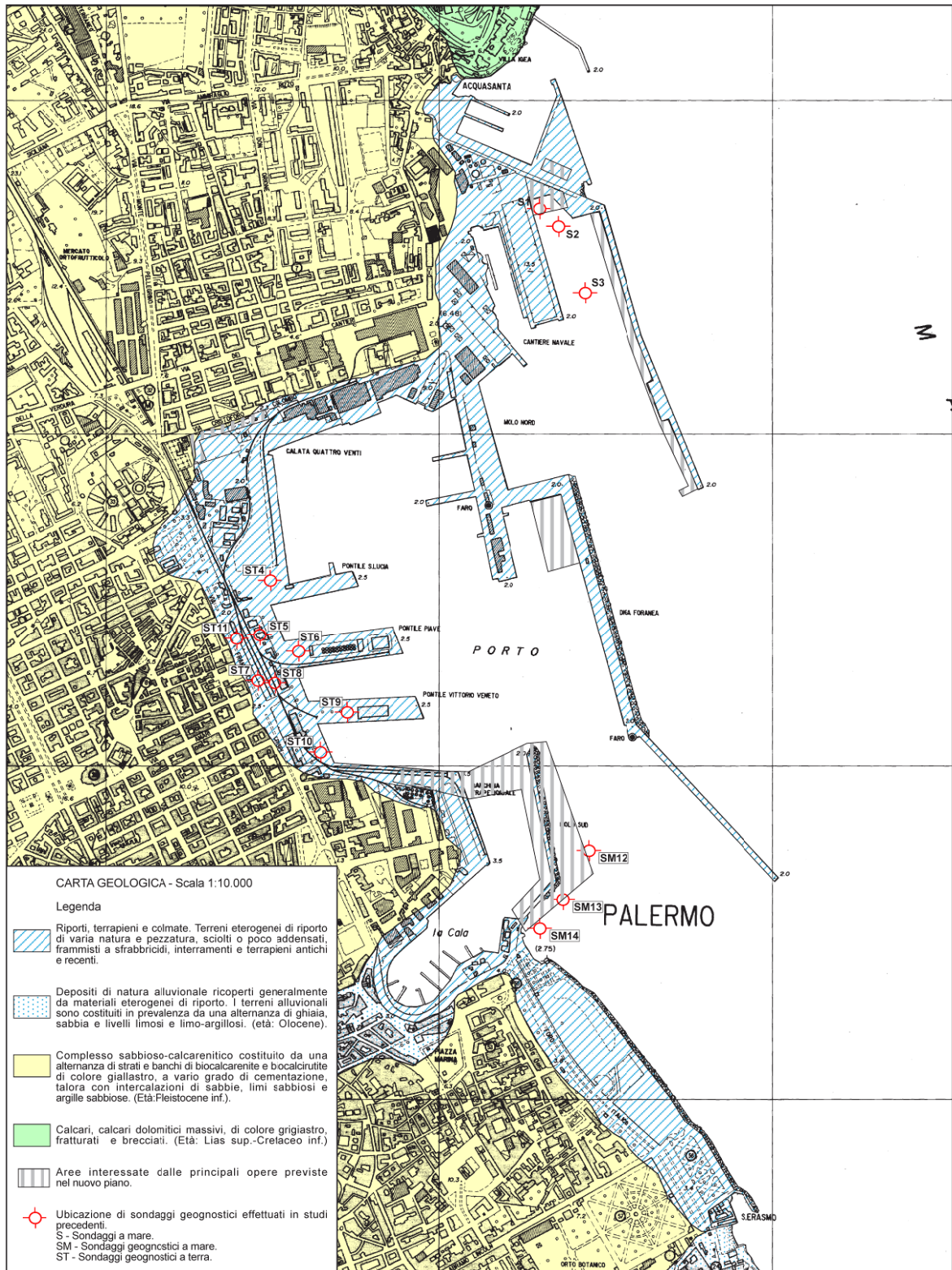


Figura 5.16 – Carta geologica: Porto di Palermo



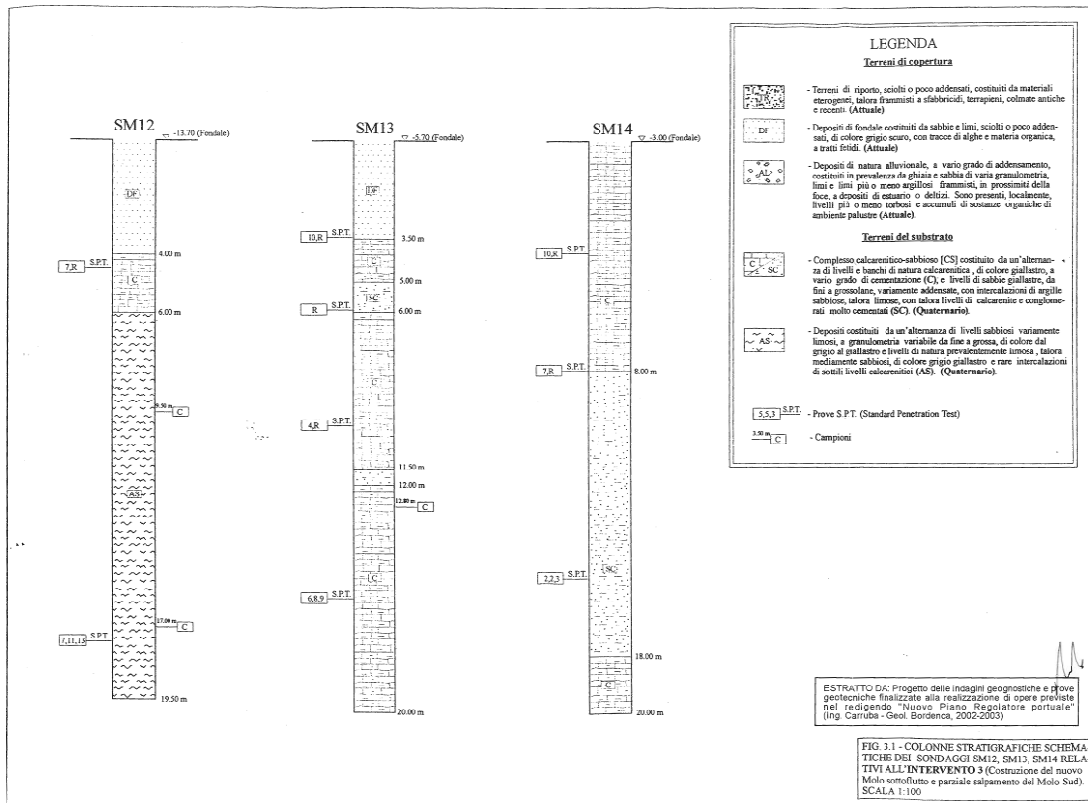


Figura 5.17 – Profili stratigrafici schematici dei sondaggi effettuati nell'area del porto turistico della Cala

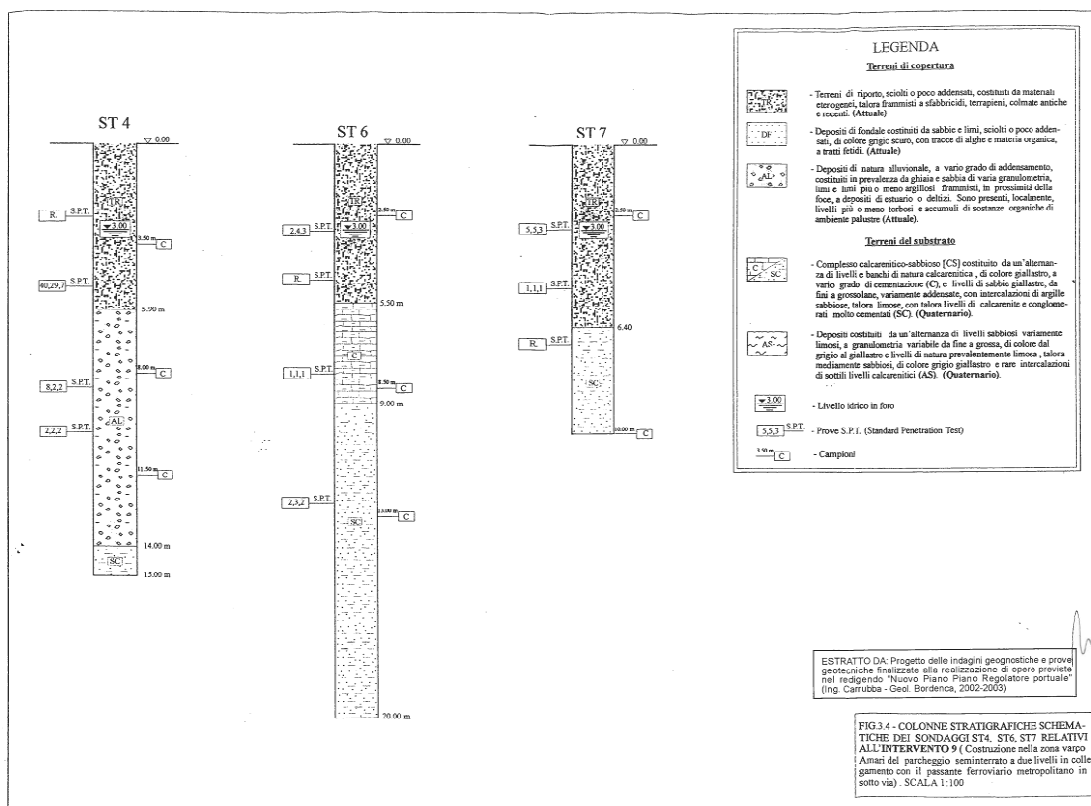


Figura 5.18 – Profili stratigrafici schematici dei sondaggi effettuati nell'area del porto commerciale



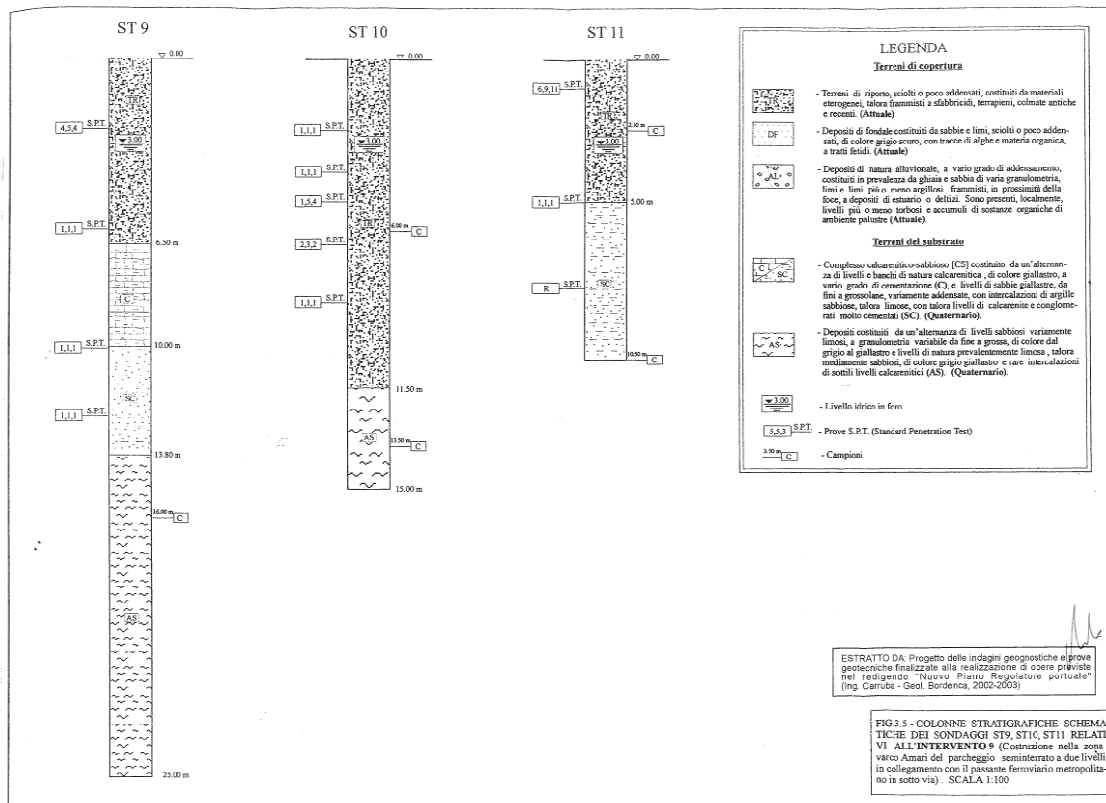
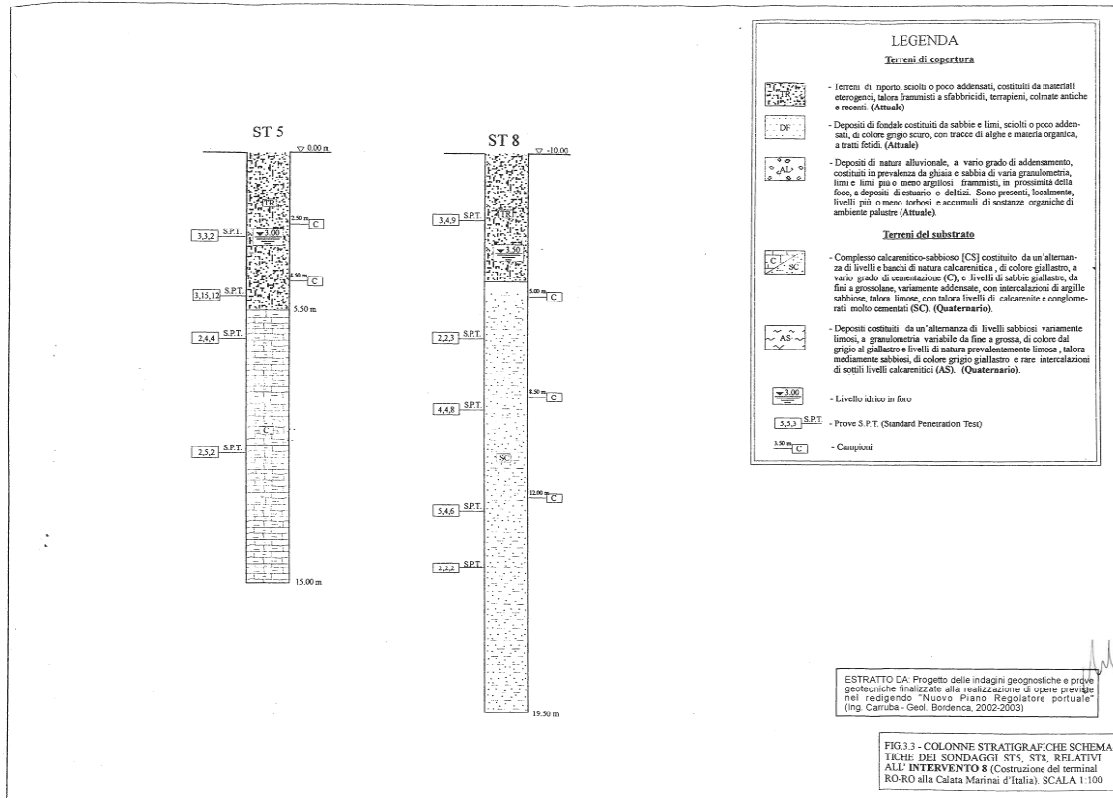


Figura 5.19 – profili stratigrafici schematici dei sondaggi effettuati nell'area del porto commerciale

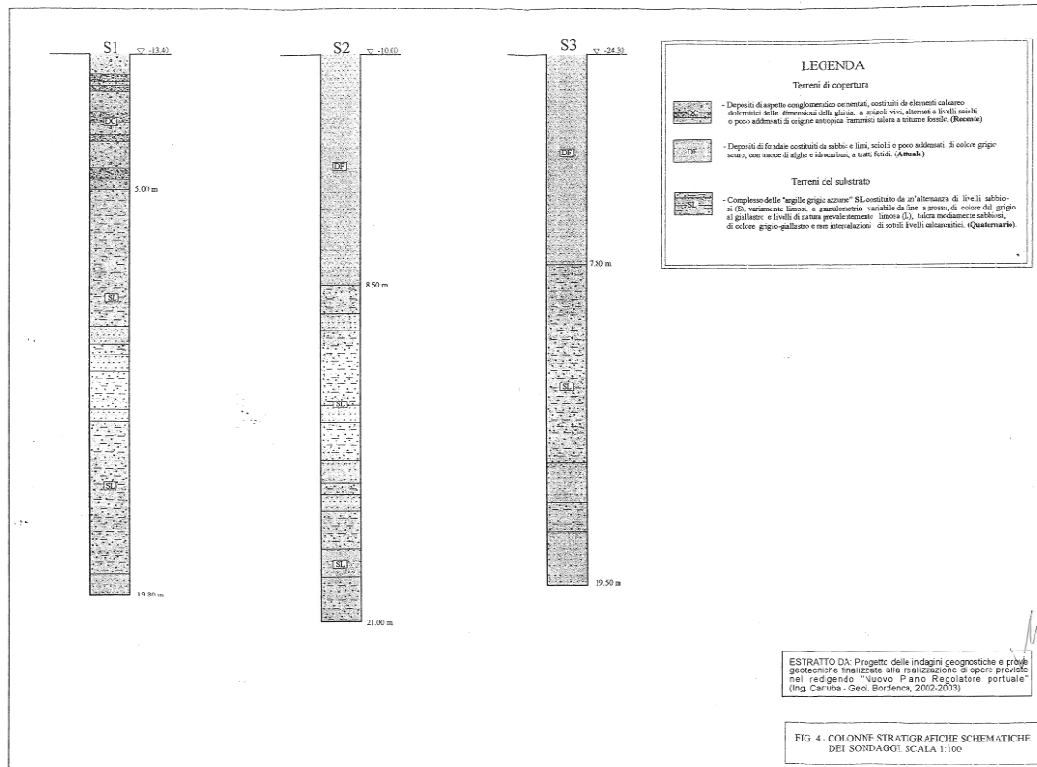


Figura 5.20 – profili stratigrafici schematici dei sondaggi effettuati nell’area del porto industriale

## 5.2.2 Aspetti idrologici e idraulici

Si riportano di seguito le conclusioni dell’elaborato A.6 “Studio idrologico e idraulico” degli Studi di Settore del nuovo Piano Regolatore del Porto di Palermo.

I corsi d’acqua insistenti nell’area possono interessare l’infrastrutturazione costiera per almeno due importanti ordini di ragioni:

- rischio da inondazioni: occorre identificare, seppur ad un livello preliminare, quale possa essere la capacità di portata del fiume, che, messa in relazione alla configurazione orografica, consenta di valutare sinteticamente i rischi derivanti per i manufatti ed eventualmente per gli uomini.
- trasporto solido: il corsi d’acqua convogliano alla foce una certa portata solida che risulta fondamentale nel bilancio dei sedimenti costieri; l’individuazione della stessa, consente di determinare meglio, negli appositi studi che esulano dal presente ambito, quali siano gli effetti sulla linea di riva e quale sia la migliore configurazione portuale, con il duplice riguardo alla mitigazione dello squilibrio indesiderato della linea di riva e dell’interrimento del bacino protetto dalle nuove opere foranee e costiere.

L’area in questione è l’unità fisiografica Capo Gallo - Capo Mongerbino.

I bacini idrografici che caratterizzano il tratto di costa da capo Mongerbino a capo Gallo che interessa l’area sotto la giurisdizione dell’ Autorità portuale di Palermo sono:

- i bacini tra la foce dell’Oreto e Capo Gallo, tra cui si enumera il bacino del Canale Passo di Rigano
- il bacino del fiume Oreto
- i bacini minori tra la foce dell’Oreto e la foce dell’ Eleuterio

- il bacino del fiume Eleuterio
- i bacini minori tra la foce dell' Eleuterio e la foce del Milicia.

Tra questi i bacini risultano significativi quello dell'Oreto, quello dell' Eleuterio e quello del Passo di Rigano.

Per ognuno dei bacini imbriferi è stata effettuata sia la previsione dell'onda di piena per i diversi tempi di ritorno assegnati sia la stima della produzione di sedimento media annuale alla sezione focale.

Una lista sintetica delle attività necessarie per le analisi di un bacino idrografico per quanto riguarda la valutazione dell'onda di piena è la seguente:

- individuazione del reticolo idrografico;
- delimitazione della displuviale del bacino imbrifero;
- definizione del modello di precipitazione;
- definizione del modello di formazione dei deflussi;
- definizione del modello di trasferimento dei deflussi.

La previsione dell'onda di piena per ogni bacino di interesse è ottenuta seguendo la seguente procedura generale, descritta ampiamente nello studio citato.

L'afflusso pluviometrico, è stato ottenuto a partire dalla costruzione delle curve di probabilità pluviometrica (CPP): queste restituiscono, per ogni durata  $d$  dell'evento ed in funzione del tempo di ritorno  $T$ , l'altezza di pioggia  $h$  secondo un'espressione di tipo potenza, derivante in questo caso dall'applicazione della legge di distribuzione a doppia componente, indicata con l'acronimo T.C.E.V. (two component extreme value distribution model) i cui parametri sono stati stimati secondo una procedura di regionalizzazione e dopo aver eseguito le operazioni di ragguglio areale. Si è quindi poi passati a costruire gli ietogrammi sintetici di pioggia lorda secondo la tipologia "Chicago", ponendo la durata critica dell'evento pari al tempo di corrivazione. La stima del deflusso superficiale è avvenuta depurando gli ietogrammi sintetici lordi secondo il metodo del Curve Number. Infine il trasferimento dei deflussi alla sezione di foce e la valutazione dell'idrogramma di piena è avvenuta tramite l'applicazione del modello dell'idrogramma istantaneo unitario (I.U.H).

Per lo studio del trasporto solido per ogni bacino di interesse è stata applicata la seguente metodologia, descritta ampiamente nella relazione allegata.

E' stato effettuata la stima sia della perdita di suolo sia della produzione di sedimenti all'interno del bacino stesso tramite l'applicazione del modello SEDD (SEdiment Delivery Distributed model) che restituisce la valutazione della quantità globale di materiale solido che raggiunge la foce. Il modello fa riferimento ad alcuni indici specifici e a fattori di caratterizzazione locale determinabili facilmente tramite l'ausilio di tecniche GIS a seguito della discretizzazione in unità elementari della superficie di ogni bacino di interesse. In particolare la procedura richiede la valutazione dei fattori previsti dall'equazione USLE (Universal Soil Loss Equation) da cui è possibile determinare la perdita di suolo a scala elementare e quindi tramite l'integrazione a tutto il bacino la valutazione del valore globale. La produzione di sedimento si ottiene come aliquota della perdita di suolo del bacino, secondo un coefficiente di resa solida del bacino. Le tecniche GIS facilitano e velocizzano la procedura di valutazione, integrazione e stima, in quanto è possibile produrre ed intersecare gli strati informativi relativi ai parametri direttamente alla scala di unità elementare. Infine la validazione delle stime effettuate è avvenuta tramite l'applicazione di formule empiriche reperite in letteratura (V. Ferro, M. Cannarozzo).

Si riportano delle tabelle di confronto dei dati di piena riferiti ai tre bacini analizzati e ritenuti significativi per l'oggetto del presente studio, ovvero il fiume Oreto, il fiume Eleuterio ed il Canale Passo di Rigano.

PICCHI DI PIENA ALLA FOCE PER T=100	
Bacino	quantità (m <sup>3</sup> /s)
Fiume Oreto	688,3
Fiume Eleuterio	515,0
Canale Passo di Rigano	53,5
<i>Totale sull'unità fisiografica</i>	1.256,8

Tabella 5.3 – Confronto dei valori dei picchi di piena per i bacini analizzati per T=100 anni

PRODUZIONE DI SEDIMENTO ALLA FOCE	
Bacino	quantità (t/anno)
Fiume Oreto	8.033,3
Fiume Eleuterio	1.613,0
Canale Passo di Rigano	781,0
<i>Totale sull'unità fisiografica</i>	10.427,3

Tabella 5.4 – Confronto dei valori di produzione di sedimento alla foce per i bacini analizzati

### 5.2.3 Rischio Tsunami

L'argomento del rischio tsunami è molto complesso dato che si hanno pochi dati a riguardo. Tuttavia sono in fase di elaborazione e di studio, stimolati anche dai recenti eventi a livello mondiale (2004 Sumatra e 2011 Giappone), metodi di previsione e di preallerta grazie al contributo del INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e dell'Università di Bologna.

Nell'ambito del presente rapporto, in attesa di una migliore e specifica ricerca a riguardo si riportano sia gli studi attuali specifici sugli tsunami, anche se non peculiarmente riferiti all'ambito di Palermo, sia sul rischio sismico. In particolare si fa riferimento alla parte generale delle: Linee guida per la formazione del "Piano per il risanamento ambientale ed il rilancio economico del Comprensorio del Mela" a cura del Dipartimento Regionale Territorio e Ambiente dell'Assessorato Territorio e ambiente della Regione Sicilia.

Un primo aspetto da cui partire è che gli tsunami sono strettamente correlati all'attività sismica, frane, correnti di torbida ed eruzioni vulcaniche quindi anche la probabilità che avvengano tsunami deve essere legata alla probabilità di tali fenomeni.

In termini generali è utile quindi riferirsi alla sismicità della zona, tenendo conto che le aree interessate da tali fenomeni possono essere estremamente vaste, data la capacità delle onde di tsunami di propagarsi molto rapidamente, con minime perdite di energia, in assenza di ostacoli e in alti fondali per poi raggiungere la zona costiera, innalzandosi di parecchi metri a causa dell'interazione con i bassi fondali, e abbattersi sulla costa penetrando verso l'interno per parecchi metri a seconda della morfologia locale.

Gli tsunami sono uno dei fenomeni naturali possibili in Sicilia dato il potenziale sismogenetico elevato (vedi figura) e la vicinanza con aree vulcaniche attive (isole Eolie)

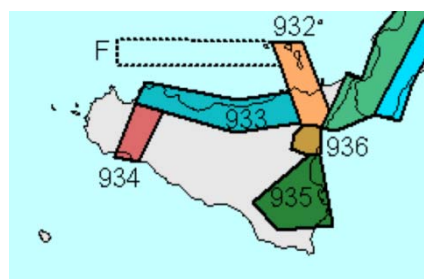


Figura 5.21 – Zonazione sismogenetica

Affinché si generi uno tsunami è necessario che avvenga uno spostamento della colonna d'acqua che può essere causato da diversi fenomeni geologici, tutti caratterizzati da dinamiche rapide.

- **Attività sismica** – I terremoti sono la causa prima degli tsunami, ma non tutti i sismi generano uno tsunami. È molto importante infatti il senso del movimento, in quanto gli tsunami sono per lo più generati da spostamenti verticali (sollevamento o sprofondamento) del fondo del mare. Movimenti di tipo trascorrente (con piano di faglia verticale) hanno minore capacità di generare maremoti che, in linea di principio, sono associati ai terremoti con meccanismo focale di faglia normale o inversa. La frequenza di grandi tsunami è relativamente bassa se confrontata all'alto numero di grandi terremoti che si verificano a scala globale. Più frequentemente i cosiddetti "terremoti tsunamigenici" sono associati alle zone di subduzione crostale.
- **Frane e correnti di torbida** – Fra i meccanismi genetici più frequenti le frane vengono subito dopo i terremoti. Indifferentemente si può trattare di frane che cominciano sopra il livello marino e finiscono in mare (p.e. evento del 16.10.79 sulla Costa Azzurra, Francia) o di movimenti franosi che si sviluppano interamente in ambiente sottomarino. Quest'ultimo caso è frequente in ambienti caratterizzati da forti pendenze quali i delta fluviali e le scarpate continentali, dove lo slittamento dei sedimenti - altamente instabili - può dar luogo a correnti di torbida.
- **Attività vulcanica** – Gli tsunami generati da attività vulcanica sono relativamente meno frequenti. Fra i fenomeni vulcanici che danno luogo a tsunami vanno citate innanzitutto le esplosioni sottomarine e quelle che interessano isole vulcaniche, i flussi piroclastici che raggiungono il mare ed i collassi strutturali (sprofondamenti calderici dopo grandi eruzioni esplosive).

Sono possibili inoltre combinazioni di più cause, come la combinazione del meccanismo genetico sisma-frana: piccoli sismi possono attivare grandi frane – sia in ambiente sottomarino che subaereo – che, a loro volta, sono la causa diretta dello tsunami (evento di Monte Paci, Calabria, del 06/02/73).

D'altro canto i ripidi versanti caratteristici di alcune isole vulcaniche presentano forte instabilità, circostanza che favorisce l'innescarsi di frane del materiale incoerente dai fianchi degli edifici vulcanici (eventi di Vulcano del 20/04/88 e di Stromboli del 30/12/02).

La Sicilia è a rischio tsunami soprattutto nel settore orientale (particolarmente il settore Sud orientale) tuttavia per il meccanismo di propagazione delle onde di tsunami e per le caratteristiche fisico geologiche delle aree vicine, anche l'area Nord occidentale è a rischio. Si veda a proposito la carta dell'esposizione a rischio maremoti predisposta dal Servizio Sismico Regione Siciliana.

La conferma di tali affermazioni viene dal confronto con il database dei maremoti in Italia redatto dal INGV che mostra come la zona più colpita sia stata l'area del basso Tirreno, Stretto di Messina e isole Eolie. Il massimo evento di maremoto è infatti il famoso evento del 1908 che recò importanti danni alle città di Messina e di Reggio Calabria.

Come si nota dalla carta il rischio delle zone costiere di Palermo è alto con almeno 3 eventi (escludendo la frana di Stromboli del 2002) registrati possibili generatori di maremoto.



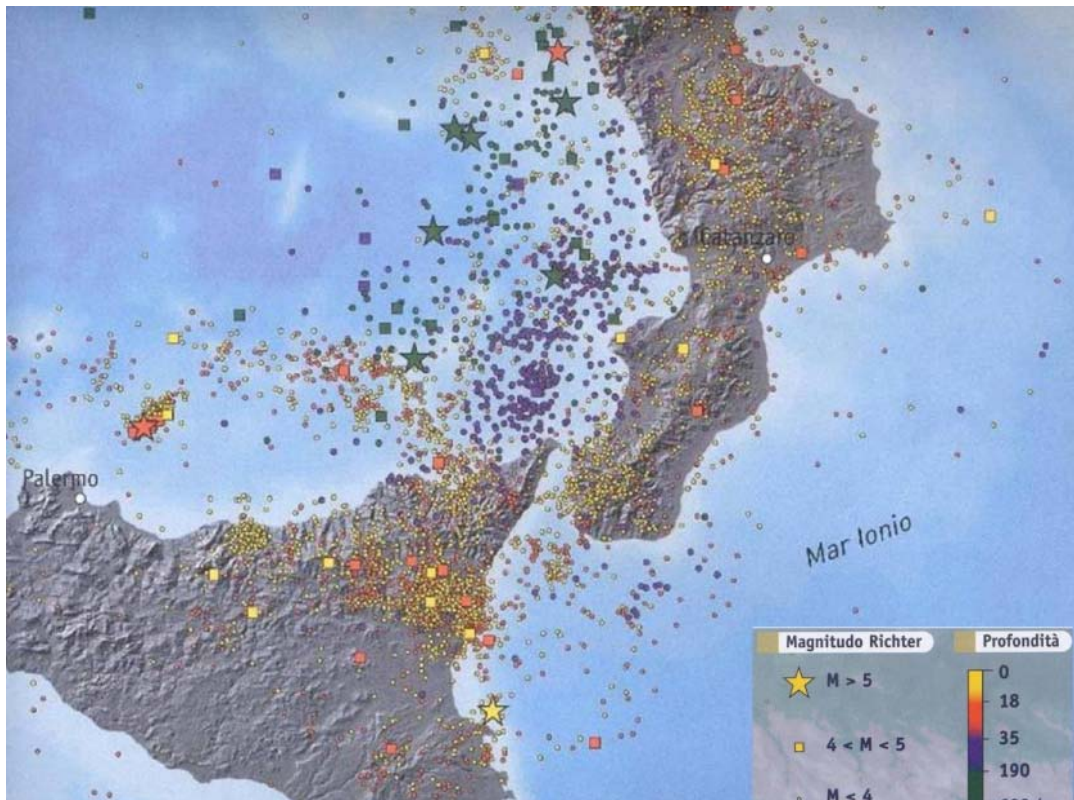


Figura 5.22 – Stralcio da Carta della sismicità in Italia - Fonte: INGV 2004

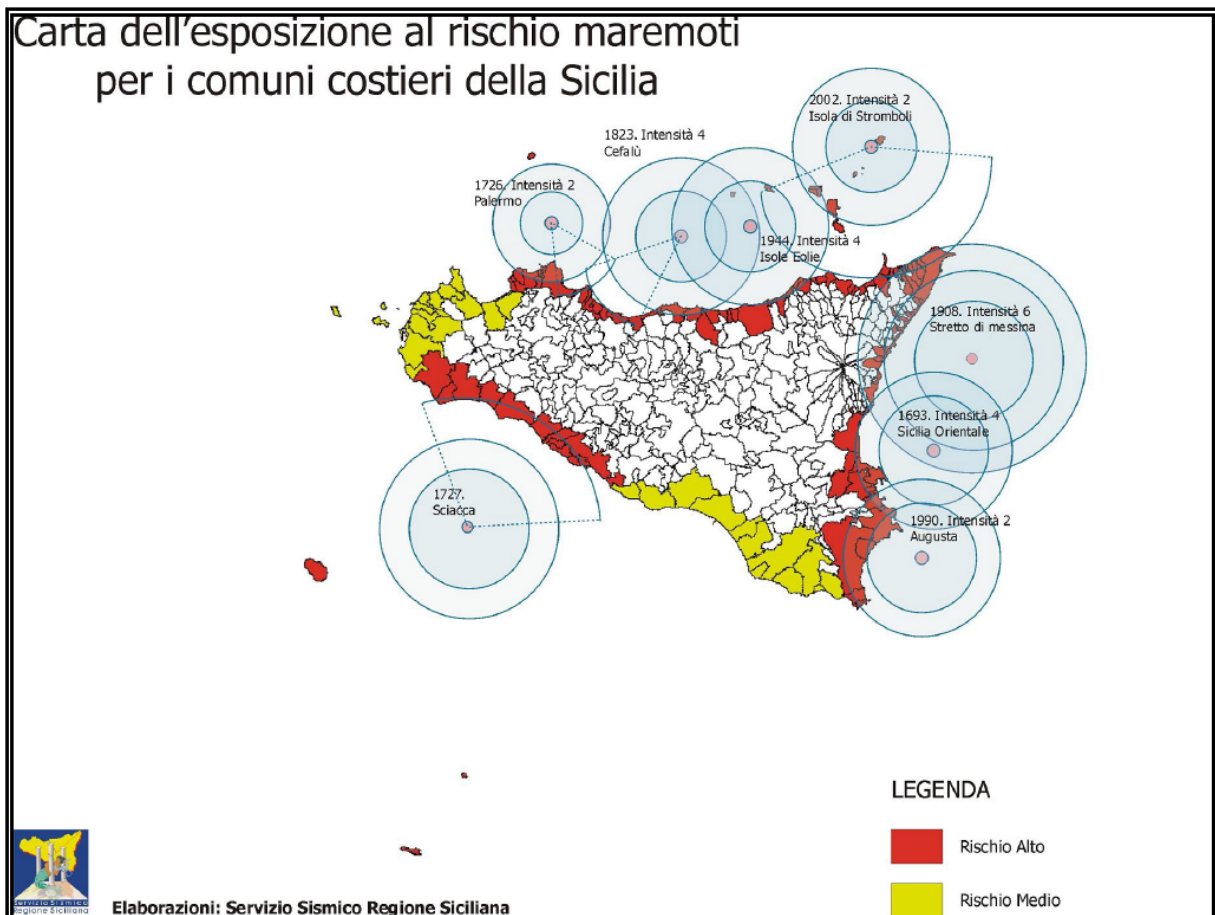


Figura 5.23 – Carta per l'esposizione a rischio di maremoti per la regione Sicilia (fonte: Servizio sismico regione siciliana)

Il rischio (R) è definito come il prodotto tra la probabilità (P) che si verifichi l'evento, il valore esposto (E) che l'evento può raggiungere e la vulnerabilità (V) che il territorio presenta nei confronti di tale evento.

$$R = P \times E \times V$$

Dalla formula sopraesposta quindi per diminuire il rischio, dato che le probabilità dell'evento non sono un fattore modificabile artificialmente, sarà possibile solamente con l'abbassamento della vulnerabilità V (quindi costruendo opere di difesa) oppure abbassando il valore esposto E (non costruendo o non utilizzando l'area).

Nella stima del rischio tsunami per l'adozione del piano regolatore è verosimile che aumentando il valore esposto aumenti anche il rischio a fronte di un difficile intervento al fine di migliorare la vulnerabilità nei confronti di maremoti. Tali fenomeni infatti sono molto difficili da contrastare tanto da diminuire significativamente la vulnerabilità.

E' possibile tuttavia porre in atto delle misure preventive e mitigative del rischio come suggerito dall'esperienza degli Stati Uniti e del Giappone. Tali misure riducono notevolmente il rischio per le vite umane ma purtroppo non possono fare altrettanto per il rischio di danneggiamento del patrimonio edilizio e per le infrastrutture.

In estrema sintesi le misure da adottare per mitigare il rischio sono (da Linee guida per la formazione del "Piano per il risanamento ambientale ed il rilancio economico del Comprensorio del Mela"):

- *incremento dell'attività di ricerca, a scala locale, sia nel campo dell'"Hazard" (pericolosità dell'evento: in termini probabilistici calcolo della curva dei tempi di ritorno in funzione dell'altezza d'onda) che della Vulnerabilità (aree costiere inondabili);*
- *realizzazione di opere di difesa costiera (frangiflutti, barriere sommerse ecc.); la costruzione di tali opere va comunque attentamente valutata in termini di costi/benefici, tenendo conto dei "tempi di ritorno";*
- *piantumazione sulla fascia costiera di più filari di alberi di basso fusto;*
- *realizzazione di sistemi di allarme locali acustici e visivi;*
- *pianificazione locale, sia territoriale che urbanistica, che tenga conto della zonizzazione delle aree esposte al rischio tsunami (zone di possibile inondazione);*
- *inserimento, nell'ambito dei Piani d'Emergenza Nazionali relativi al rischio sismico, degli scenari di rischio Tsunami (scenari multihazard) e coordinamento con i Piani d'Emergenza Provinciali e Comunali;*
- *esclusione, nell'ambito dei Piani d'Emergenza Provinciali e Comunali (in fase di localizzazione delle aree di attesa/ricovero/ammassamento), delle aree a rischio inondazione;*
- *predisposizione di adeguati e capillari strumenti informativi per la popolazione esposta che illustrino le aree a rischio (mappe di inondazione), le aree di evacuazione e le vie di fuga, le aree di attesa/ricovero, i comportamenti di autotutela da adottare, etc.*

Inoltre è molto importante mettere in atto alcune misure di autotutela soprattutto per le zone costiere interessate da tsunami locali. Questi infatti possono essere legati ad eventi con epicentri molto vicini tali da non permettere agli organi di protezione civile un tempestivo intervento. Uno tsunami in basso Tirreno potrebbe infatti raggiungere le zone costiere di Palermo in meno di un'ora a seconda della posizione e dell'intensità a seconda dell'evento generatore dello tsunami. Pertanto sono gli stessi abitanti delle zone costiere che, consapevoli del rischio e opportunamente istruiti sulle misure da adottare, dovranno farsi carico di mettere in atto le misure per la loro stessa salvaguardia. Alcune di queste misure possono essere così riassunte:

- *gli tsunami in avvicinamento sono preceduti da rapidi innalzamenti o abbassamenti del livello del mare, che sono quindi segnali di pericolo; non soffermarsi sui litorali ad osservare il fenomeno della "regressione del mare";*
- *mai andare in spiaggia a guardare uno tsunami (se si può vederlo si è troppo vicini per mettersi al sicuro);*
- *se ci si trova all'aperto, in prossimità della costa, affrettarsi a raggiungere le alture più vicine o spostarsi verso l'entroterra (uno tsunami non è una singola onda; restare fuori dall'area di pericolo fino al cessato allarme);*

- *un piccolo tsunami in un punto della costa può essere molto più grande e distruttivo a pochi chilometri di distanza (non lasciarsi ingannare dalle dimensioni locali, sottovalutando l'intero fenomeno);*
- *se ci si trova su imbarcazioni, sottocosta o in porto, allontanarsi velocemente verso il mare aperto e fermarsi possibilmente su fondali profondi almeno 200 m.*

Ancora nelle Linee guida per la formazione del "Piano per il risanamento ambientale ed il rilancio economico del Comprensorio del Mela" si può leggere:

*"Nell'ambito dell'organizzazione della Protezione Civile italiana, poiché il rischio di tsunami locali è strettamente associato a quello sismico, in specie per la Sicilia, è all'interno dei Piani d'Emergenza Nazionali di Protezione Civile – per eventi di tipo c) art. 2 della L. n. 225/92 - che vanno organicamente inseriti gli scenari di rischio da tsunami (scenari multihazard). E' in questa sede che vanno prodotte le mappe delle aree a rischio d'inondazione con indicazione delle aree di evacuazione, delle vie di fuga, delle aree di attesa/ricovero nonché previste adeguate campagne d'informazione per la popolazione esposta. In altre parole gli abitanti delle aree costiere esposte devono essere a conoscenza dei contenuti dei Piani di Emergenza nazionali di Protezione Civile per poter efficacemente mettere in atto le misure di autotutela sopra richiamate.*

*Fra le possibili misure di mitigazione del rischio Tsunami un cenno a parte meritano i sistemi di monitoraggio che devono essere tarati in funzione delle caratteristiche locali. Nel Pacifico, dove l'entità del rischio è maggiore sia per intensità che per frequenza degli eventi, è attivo dagli anni '60 un sistema di allerta tsunami, noto come TWS (Tsunami Warning System), con sede alle Hawaii. Il TWS è a servizio di numerosi paesi rivieraschi (USA, Giappone, ecc.) e si è rivelato utile per gli tsunami cosiddetti remoti (ovvero con sorgenti distanti oltre 700 Km e tempi di arrivo sulla costa misurabili in ore): gli apparati di Protezione Civile sono allertati dal gestore della rete di monitoraggio e si ha la possibilità di mettere in pratica preordinati piani di emergenza locali per le popolazioni esposte al rischio. Il principio su cui è basato il TWS funziona solo per gli tsunami generati da sismi: poiché la velocità di propagazione delle onde sismiche è molto maggiore di quella delle onde tsunamiche (da 2000 m/s a 8000 m/s, contro 200-300 m/s), a distanza di diverse centinaia di chilometri dalla sorgente sismica, le onde di tsunami generate arriveranno dopo parecchie ore. I dati provenienti dalla rete sismografica del Pacifico vengono elaborati per individuare sorgente e Magnitudo in tempo utile per fornire indicazioni sulla generazione di uno tsunami e prima che le onde arrivino su buona parte delle coste del Pacifico. Quando si verifica un terremoto con Magnitudo maggiore di 7.5 viene attivato uno stato di "attenzione" su tutto il Pacifico ed uno stato di "allerta" nelle aree prossime al sisma. Se la rete mareografica registra delle variazioni del livello del mare che indicano la propagazione di onde di tsunami lo stato di "attenzione" diviene "allerta" e vengono attivate le procedure di Protezione Civile. In caso contrario, o se lo tsunami dissipa la sua energia, lo status di "allerta" viene declassato in "attenzione".*

*Tale sistema, sebbene abbia dato ottimi risultati per gli tsunami remoti, non è comunque esente da lacune:*

- *la percentuale di falsi allarmi è alta;*
- *i dati mareografici sono difficili da interpretare;*
- *per le aree prossime alla sorgente non mitiga il rischio;*
- *non predice i tempi di arrivo delle ultime onde;*
- *non è efficace per gli tsunami non generati da sismi.*

*Per tali ragioni negli Stati Uniti è stata messa a punto una rete di monitoraggio specificatamente mirata alla mitigazione del rischio per tsunami "locali" (DART della National Oceanographic and Atmospheric Administration e Pacific Marine Environmental Laboratory) che dovrebbe colmare le lacune del TWS.*

*La rete integrata è composta da sensori remoti (sismografi, mareografi e pressostati di profondità), software dedicato per l'elaborazione dati, modellistica ambientale e da un sistema di trasmissione dei dati: i segnali provenienti dai sensori remoti vengono processati ed il sistema è in grado di verificare, immediatamente dopo uno shock sismico, se si è prodotto un treno d'onde anomalo. In caso affermativo vengono restituiti dal sistema – entro pochi minuti – la direzione di propagazione principale (dissipazione dell'energia), l'altezza d'onda e l'orario di arrivo previsto sui diversi tratti di costa. Per ciò che concerne le coste italiane va sottolineato che, ad oggi, non esiste un sistema di monitoraggio specificatamente mirato alla riduzione del rischio Tsunami; è in fase di implementazione la sola rete mareografica del Servizio Mareografico Nazionale.*

*Un sistema di allarme tsunami per le coste dell'Italia meridionale – dove massimo è il rischio – avrebbe caratteristiche progettuali diverse dal TWS e più simili a quello del NOAA/PMEL, dal momento che nel Mediterraneo le sorgenti potenziali di tsunami sono molto prossime alla costa. In Sicilia, ad esempio, il treno d'onde raggiungerebbe le coste entro 5-15 minuti (come peraltro registrato per il sisma tsunamigenico del 28 dicembre 1908).*

*In base a questa peculiarità l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e l'Università di Bologna hanno realizzato un progetto-pilota di un sistema di allarme tsunami in grado di rilevare immediatamente il treno d'onde anomale prodotto da sorgenti sismiche prossime alla costa. Tale sistema sperimentale prevede l'acquisizione simultanea dei segnali sismico e dello spostamento della massa d'acqua superficiale prodottosi e la successiva trasmissione dei dati ad un centro di controllo a terra che riceve, elabora e valida entrambi i segnali.*

*Un software dedicato è in grado quindi di individuare i segnali anomali attivando la procedura di trasmissione di un messaggio di allarme, via radio, a specifiche unità locali di Protezione Civile. Nella fase sperimentale del progetto – dal 1996 al 1998 – una stazione del genere ha operato nel porto di Augusta (Siracusa), dove, al sismografo a tre componenti già esistente della rete sismica nazionale, è stato affiancato un misuratore superficiale di pressione dell'acqua ed i sistemi di ricezione/elaborazione dati del centro di controllo.*

*Una rete di monitoraggio per la previsione degli tsunami – basata sullo schema logico del DART statunitense e con le stesse potenzialità – andrebbe comunque tarata sulle dimensioni dell'intero bacino del Mediterraneo nell'ambito di progetti internazionali di collaborazione fra i paesi rivieraschi.”*

In conclusione l'adozione del piano regolatore portuale porterà di certo un miglioramento in termini di valore esposto delle aree, con un conseguente aumento del rischio nei confronti degli tsunami. Tuttavia la ricerca, lo sviluppo di metodologie e tecnologie di pre-allerta e soprattutto la consapevolezza di tale rischio in fase di progettazione potrebbe sicuramente migliorarne la vulnerabilità mettendo in primis in sicurezza le vite umane e quindi salvaguardando per quanto possibile le infrastrutture afferenti all'area del PRP e indirettamente quelle limitrofe.



### 5.3 EROSIONE E DINAMICA COSTIERA

L'unità fisiografica relativa al porto di Palermo è delimitata dai promontori di Punta di Priola a Nord Ovest e Capo Mongerbino a Est per una falcatura di circa 15 km.

All'interno si possono individuare tre diversi orientamenti principali della costa (A, B, C vedi Figura 5.24): un primo a Nord Ovest con normale orientata a  $85^{\circ}\text{N}$  che va da Punta Priola al porto di S.Erasmo per una lunghezza di circa 7.5 km, il secondo con normale a  $20^{\circ}\text{N}$  e lungo circa 4.7 km che va dal Porto di S. Erasmo al promontorio in corrispondenza di Porto Bandita, il terzo orientato con normale a  $350^{\circ}\text{N}$  e lungo 6 km.

Il primo tratto (tratto A) si presenta prevalentemente occupato dalle strutture del porto con un fondale antistante che ha una pendenza di circa il 0.1-0.15%, caratterizzato da isobate che seguono regolarmente il profilo della riva; la isobata -10 è a circa 100-140 m da riva. La costa, laddove non è presente alcuna struttura portuale, è prevalentemente rocciosa ad eccezione del tratto più a Nord tra la località Vergine Maria e il radicamento del molo di sopraflutto dell'Arenella.

Il secondo (B) così come anche il terzo tratto (C) sono prevalentemente con fondale sabbioso, le pendenze sono di circa 0.02% e morfologicamente presenta isobate regolari. L'isobata dei 10 m è distante circa  $500 \div 600$  m dalla riva.

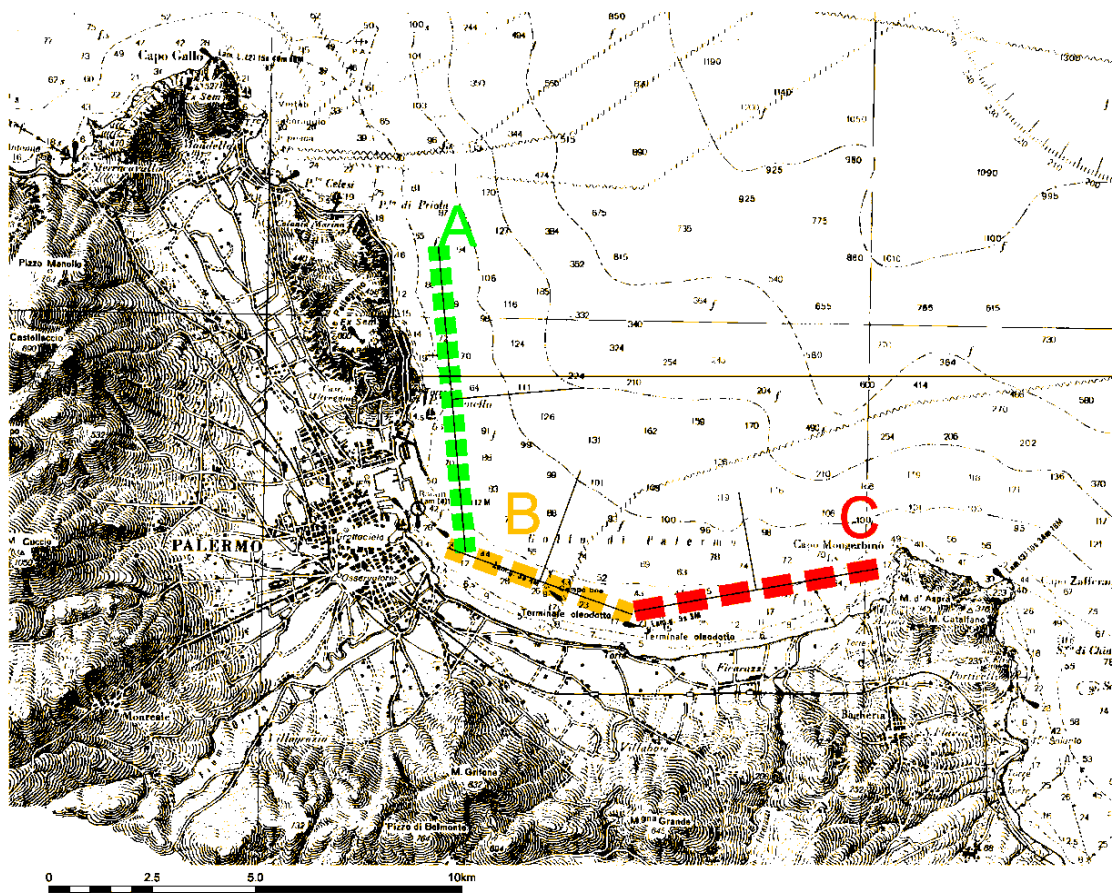


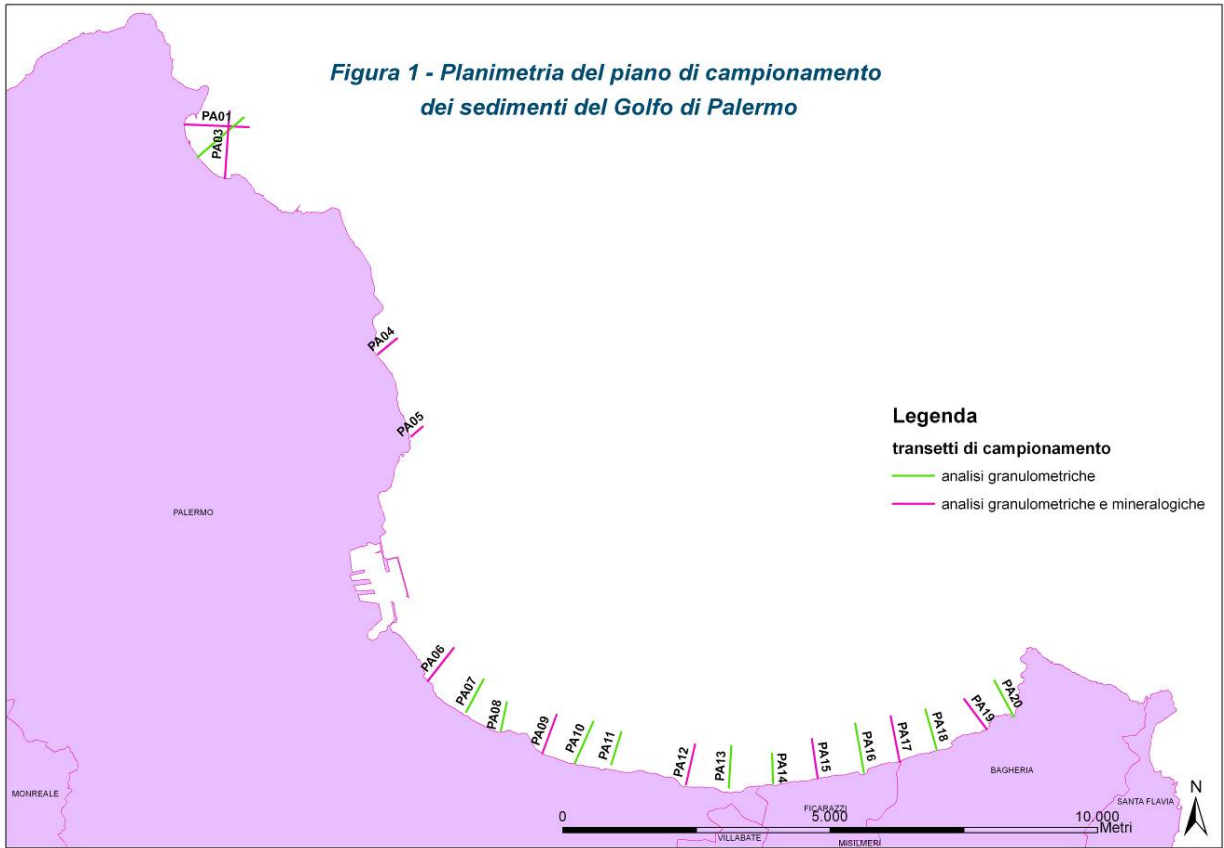
Figura 5.24 – Individuazione dei tratti costieri del paraggio



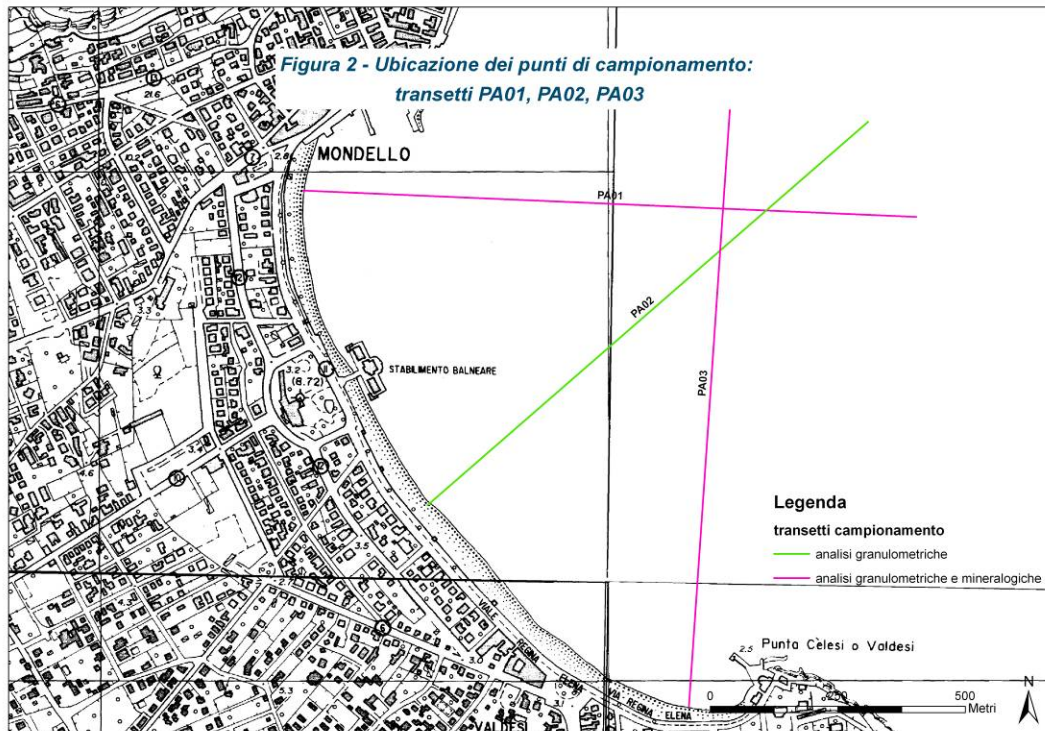
### 5.3.1 Tipologia dei sedimenti dei fondali

Dai rilievi ARPA Sicilia è possibile definire le caratteristiche granulometriche dei sedimenti rilevati nei punti riportati in tabella e di seguito graficati:

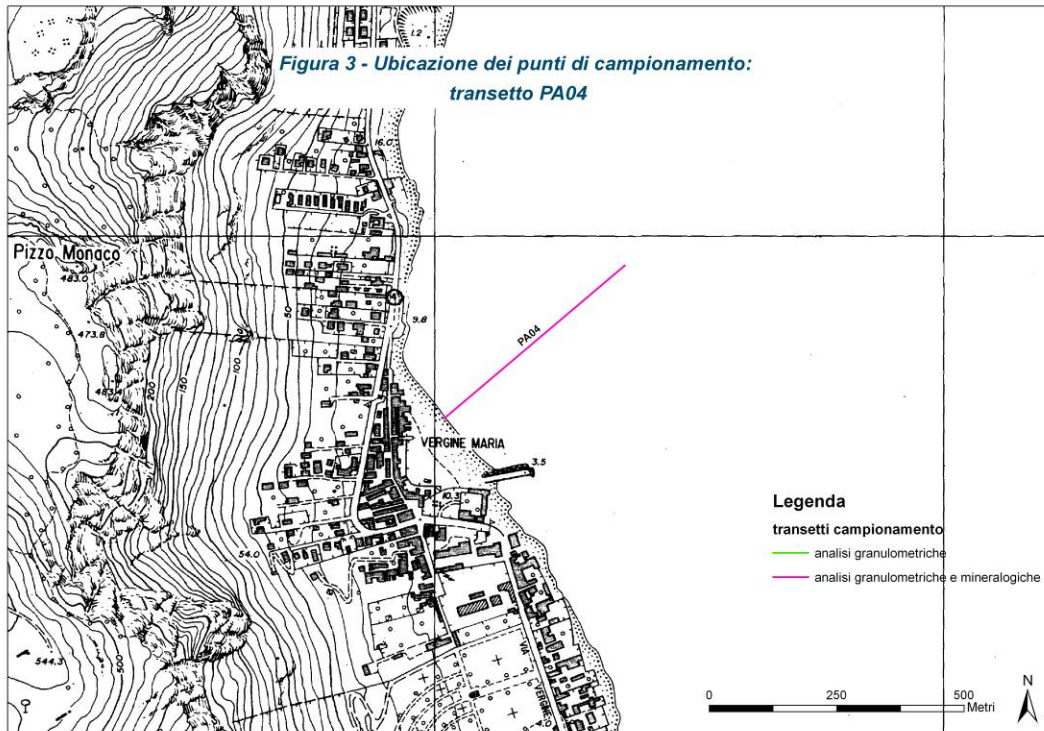
n.	ID Campione		Latitudine N			Longitudine E			An. Granulometriche	An. Mineralogico-Petrografiche	An. Minerali pesanti
			38°	12'	20"	13°	19'	32"			
1	PA01	A	38°	12'	20"	13°	19'	32"	X	X	X
2	PA01	B	38°	12'	22"	13°	19'	43"	X	X	
3	PA02	A	38°	12'	0"	13°	19'	42"	X		
4	PA02	B	38°	12'	7"	13°	19'	52"	X		
5	PA02	C	38°	12'	13"	13°	20'	3"	X		
6	PA03	A	38°	11'	48"	13°	20'	4"	X	X	X
7	PA03	B	38°	11'	59"	13°	20'	4"	X	X	
8	PA03	C	38°	12'	10"	13°	20'	10"	X	X	
9	PA04	A	38°	10'	1"	13°	22'	5"	X	X	X
10	PA04	B	38°	10'	5"	13°	22'	8"	X	X	
11	PA04	C	38°	10'	7"	13°	22'	13"	X	X	
12	PA05	A	38°	9'	12"	13°	22'	30"	X	X	X
13	PA05	B	38°	9'	14"	13°	22'	33"	X	X	
14	PA05	C	38°	9'	15"	13°	22'	37"	X	X	
15	PA06	A	38°	6'	44"	13°	22'	46"	X		
16	PA06	B	38°	6'	47"	13°	22'	51"	X	X	
17	PA06	C	38°	6'	52"	13°	22'	57"	X	X	
18	PA07	A	38°	6'	24"	13°	23'	16"	X		
19	PA07	B	38°	6'	29"	13°	23'	20"	X		
20	PA07	C	38°	6'	36"	13°	23'	24"	X		
21	PA08	A	38°	6'	13"	13°	23'	43"	X		
22	PA08	B	38°	6'	18"	13°	23'	46"	X		
23	PA08	C	38°	6'	25"	13°	23'	47"	X		
24	PA09	A	38°	6'	0"	13°	24'	15"	X	X	X
25	PA09	B	38°	6'	8"	13°	24'	17"	X	X	
26	PA09	C	38°	6'	13"	13°	24'	21"	X	X	
27	PA10	A	38°	5'	54"	13°	24'	40"	X		
28	PA10	B	38°	6'	2"	13°	24'	43"	X		
29	PA10	C	38°	6'	6"	13°	24'	47"	X		
30	PA11	A	38°	5'	53"	13°	25'	8"	X		
31	PA11	B	38°	5'	57"	13°	25'	11"	X		
32	PA11	C	38°	6'	4"	13°	25'	12"	X		
33	PA12	B	38°	5'	50"	13°	26'	5"	X	X	
34	PA12	C	38°	5'	57"	13°	26'	12"	X	X	
35	PA13	A	38°	5'	41"	13°	26'	39"	X		
36	PA13	B	38°	5'	47"	13°	26'	27"	X		
37	PA13	C	38°	5'	54"	13°	26'	42"	X		
38	PA14	A	38°	5'	44"	13°	27'	13"	X		
39	PA14	C	38°	5'	56"	13°	27'	12"	X		
40	PA15	B	38°	5'	54"	13°	27'	47"	X		
41	PA15	C	38°	6'	0"	13°	27'	45"	X	X	
42	PA16	A	38°	5'	51"	13°	28'	23"	X		
43	PA16	B	38°	5'	58"	13°	28'	22"	X		
44	PA16	C	38°	6'	5"	13°	28'	20"	X		
45	PA17	A	38°	5'	57"	13°	28'	50"	X	X	X
46	PA17	B	38°	6'	4"	13°	28'	49"	X	X	
47	PA17	C	38°	6'	11"	13°	28'	47"	X	X	
48	PA18	A	38°	6'	6"	13°	29'	18"	X		
49	PA18	C	38°	6'	19"	13°	29'	14"	X		
50	PA19	A	38°	6'	19"	13°	29'	57"	X	X	X
51	PA19	B	38°	6'	24"	13°	29'	53"	X	X	
52	PA20	A	38°	6'	27"	13°	30'	16"	X		
53	PA20	C	38°	6'	37"	13°	30'	14"	X		



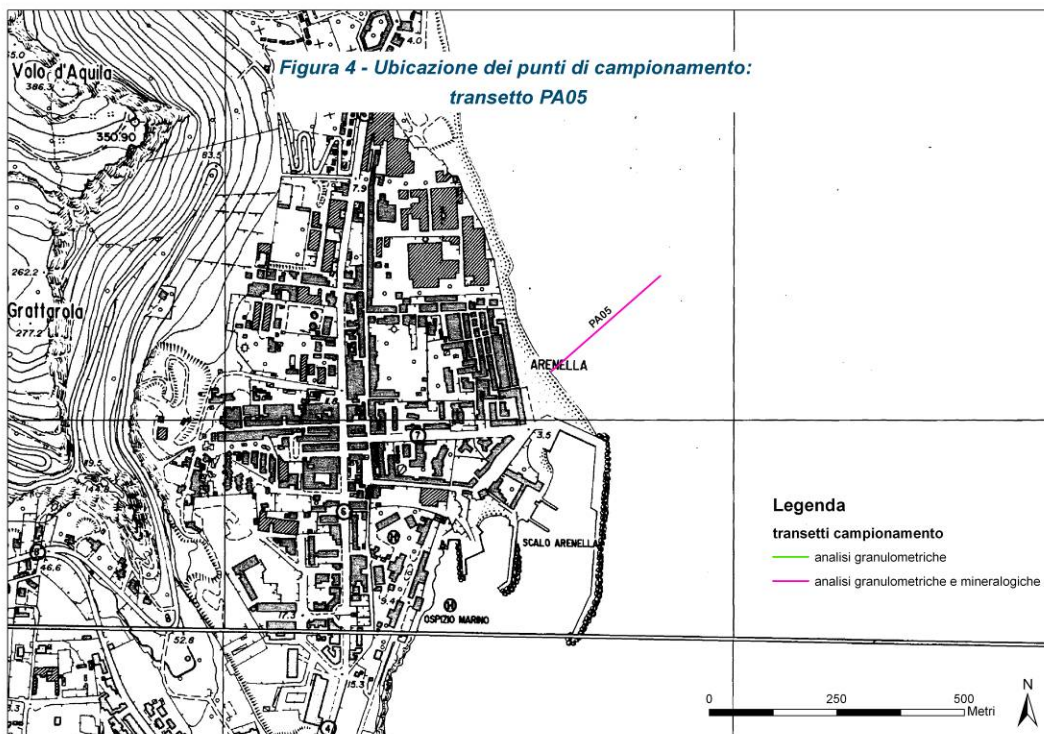
**Figura 5.25 – Trasetti di campionamento**



**Figura 5.26 – Trasetti PA01-02-03**

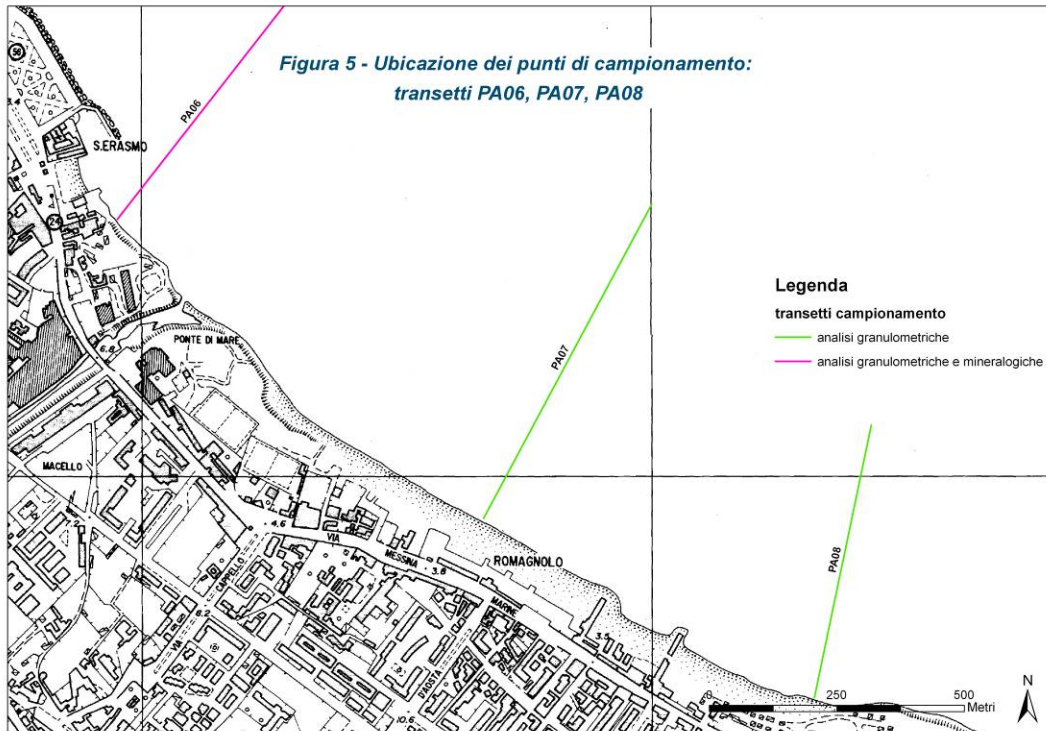


**Figura 5.27 – Transetto PA04**

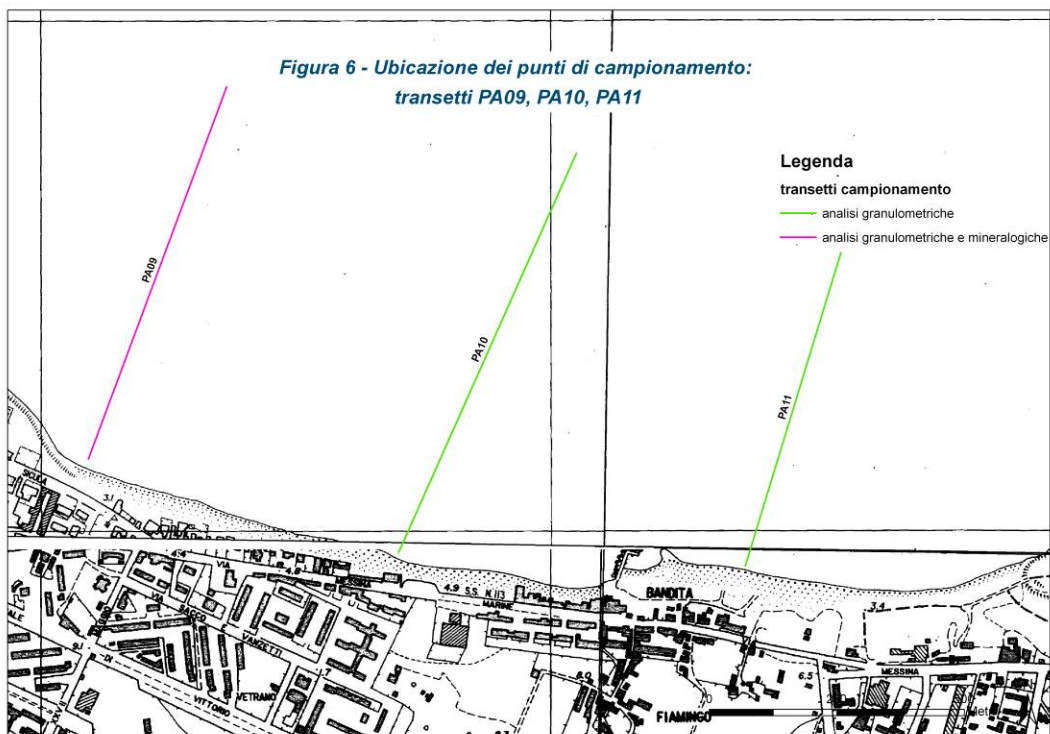


**Figura 5.28 – Transetto PA05**





**Figura 5.29 – Transetti PA06-07-08**



**Figura 5.30 – Transetti PA09-10-11**

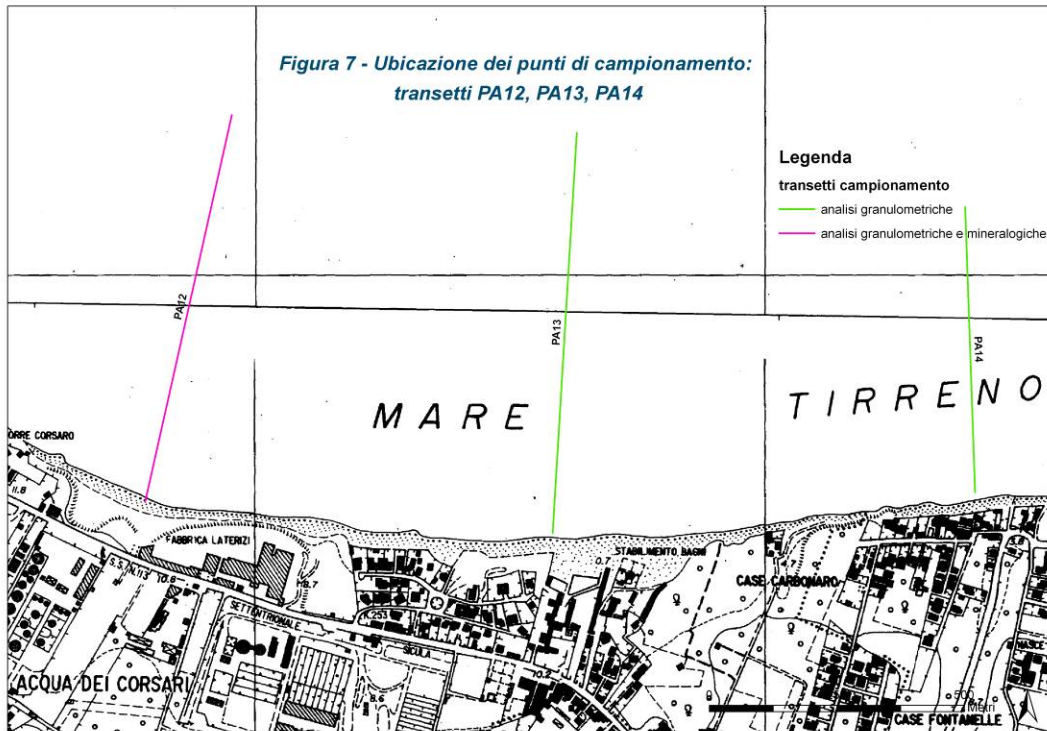


Figura 5.31 – Trasetti PA12-13-14

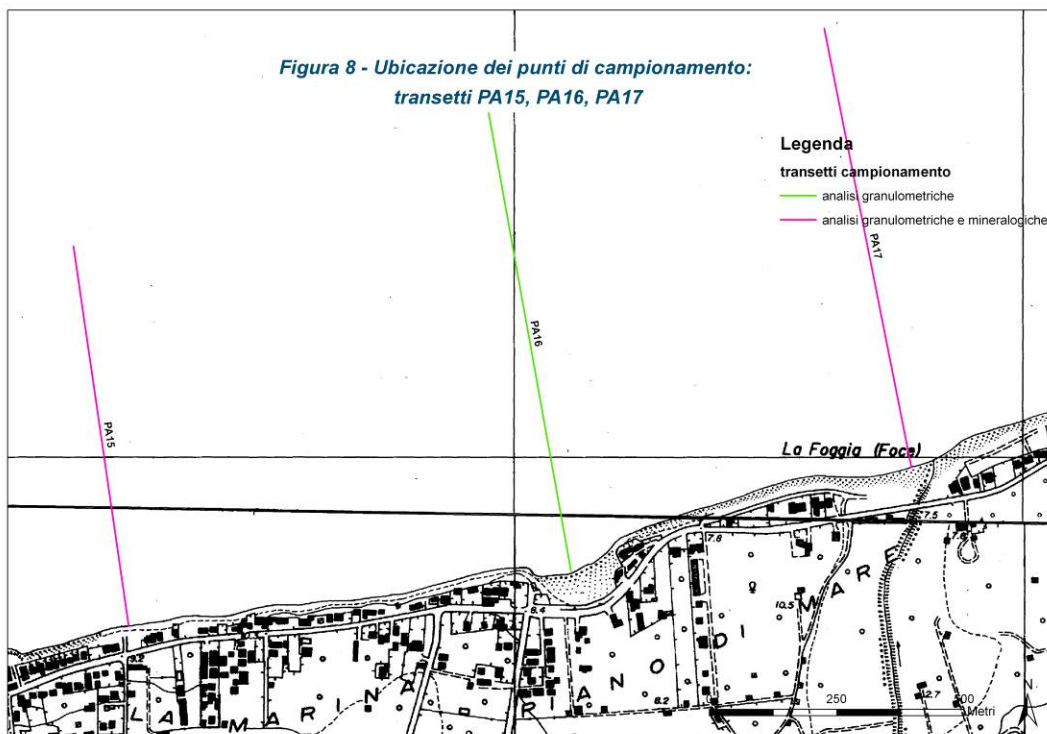
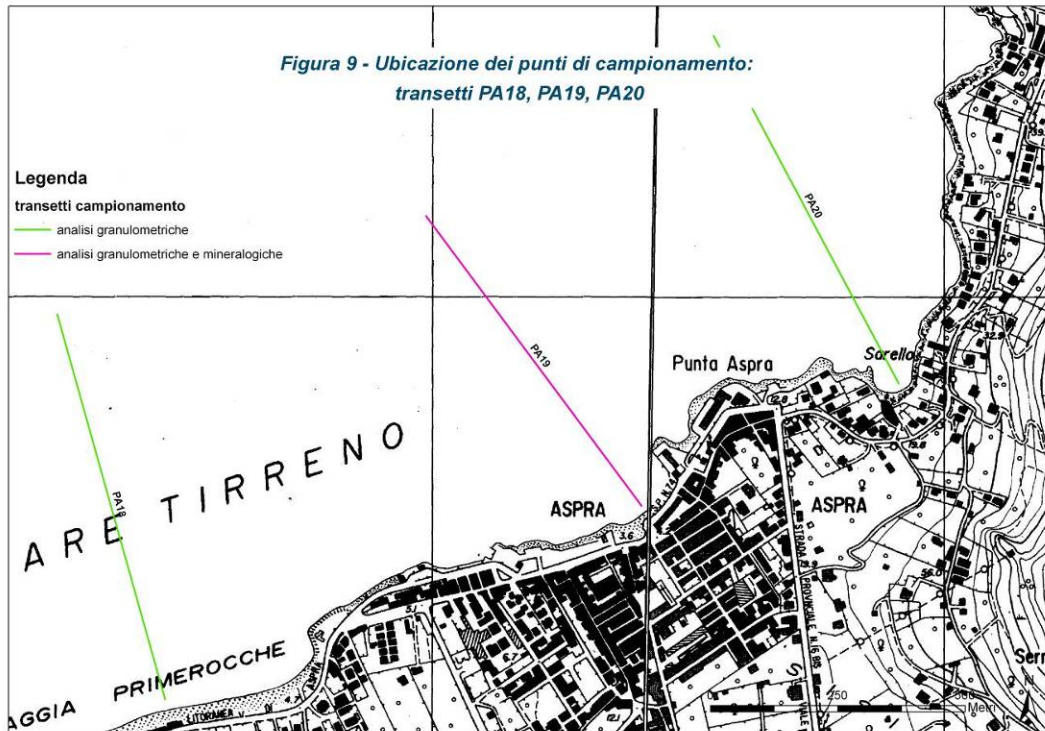


Figura 5.32 – Trasetti PA15-16-17





**Figura 5.33 – Transetti PA18-19-20**

Il piano di campionamento finalizzato alla caratterizzazione sedimentologica dell'area marino-costiera del golfo di Palermo è stato definito sulla base dell'assetto fisiografico e litomorfologico dell'unità costiera oggetto di studio, compresa tra i promontori di Capo Gallo e Capo Mongerbino.

Il piano di campionamento così definito ha previsto l'esecuzione di una campagna di indagini granulometriche e mineralogiche su campioni di sedimenti marino-costieri prelevati lungo 20 transetti perpendicolari alla linea di costa e distanziati mediamente 700 m l'uno dall'altro in corrispondenza dei tratti continui di spiaggia (v. Figura 1 – Planimetria del piano di campionamento dei sedimenti del golfo di Palermo), con prelievo di n. 3 campioni per ciascun transetto di misura: uno sulla spiaggia emersa, in corrispondenza dell'area di battigia (campioni contrassegnati dal suffisso "A"), gli altri due lungo la spiaggia sommersa, alle profondità di -5 m e -10 m l.m.m. (campioni contrassegnati rispettivamente dal suffisso "B" e "C").

Le attività di campionamento sono state effettuate nel periodo compreso tra marzo e aprile 2009, con l'ausilio della motonave *Teti*, attrezzata con benna Van Veen, e degli altri mezzi ed attrezzature in dotazione dell'Agenzia. I campioni sono stati prelevati dalla porzione più superficiale di sedimento, sottoposti a quartatura manuale fino a raggiungere i quantitativi necessari alle successive analisi granulometriche e/o mineralogiche, appositamente conservati ed etichettati ed il punto di prelievo georeferenziato con l'ausilio del GPS differenziale Omnistar in dotazione dell'Agenzia.

L'elenco dei campioni prelevati con le relative coordinate geografiche nel sistema di riferimento WGS84 e la tipologia di analisi cui sono stati sottoposti è riportato in tabella 1.

La planimetria di dettaglio, in scala 1:5000, dei transetti di campionamento è illustrata nelle figure da Figura 5.26 a Figura 5.33.

---

### 5.3.1.1 *Analisi granulometriche*

---

Le analisi granulometriche sono state effettuate su un totale di 53 campioni, tramite setacciatura con vibrosetacciatore equipaggiato con una batteria di 22 setacci analitici, con serie secondo la classificazione ASTM E11 e luce netta delle maglie compresa tra 90 mm e 63  $\mu\text{m}$ .

I campioni sono stati preliminarmente essiccati in stufa alla temperatura di 110 °C per 24 ore; quindi si è proceduto alla determinazione del loro peso ed alla loro setacciatura a secco con la strumentazione sopra descritta. Di ciascuna frazione granulometrica separata è stato determinato il peso con l'ausilio di una bilancia elettronica di precisione a due cifre decimali e i dati ottenuti sono stati elaborati con appositi software, tra cui il pacchetto Gradistat v. 6.0, ai fini del calcolo dei parametri granulometrici e della rappresentazione grafica dei risultati (curve granulometriche cumulative).

I risultati delle analisi granulometriche dei campioni analizzati sono presentati nelle tabelle che seguono, dove sono riportati i valori dei parametri granulometrici (mean size, sorting, skewness, kurtosis) determinati secondo il metodo di Folk & Ward (metodo originale e modificato) e secondo il metodo dei momenti (aritmetico, geometrico e logaritmico). Di seguito si riportano le formule utilizzate nel calcolo dei parametri statistici e la scala granulometrica utilizzata dal software Gradistat per la classificazione dei campioni.

**Tabella 5.5 – Formule statistiche utilizzate nel calcolo dei parametri granulometrici**

$f$  è la frequenza in %;  $m$  è il punto centrale dell'intervallo di ciascuna classe in unità metriche ( $m_m$ ) o in unità di phi ( $m_\phi$ );  $P_x$  e  $F_x$  sono i diametri dei granuli in unità metriche o in unità di phi rispettivamente, al valore percentile cumulativo di  $x$

(a) Arithmetic Method of Moments

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis
$\bar{x}_a = \frac{\sum f m_m}{100}$	$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^2}{100}}$	$Sk_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^3}{100 \sigma_a^3}$	$K_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^4}{100 \sigma_a^4}$

(b) Geometric Method of Moments

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis		
$\bar{x}_g = \exp \frac{\sum f \ln m_m}{100}$	$\sigma_g = \exp \sqrt{\frac{\sum f (\ln m_m - \ln \bar{x}_g)^2}{100}}$	$Sk_g = \frac{\sum f (\ln m_m - \ln \bar{x}_g)^3}{100 \ln \sigma_g^3}$	$K_g = \frac{\sum f (\ln m_m - \ln \bar{x}_g)^4}{100 \ln \sigma_g^4}$		
Sorting ( $\sigma_g$ )	Skewness ( $Sk_g$ )		Kurtosis ( $K_g$ )		
Very well sorted	< 1.27	Very fine skewed	< -1.30	Very platykurtic	< 1.70
Well sorted	1.27 – 1.41	Fine skewed	-1.30 – -0.43	Platykurtic	1.70 – 2.55
Moderately well sorted	1.41 – 1.62	Symmetrical	-0.43 – +0.43	Mesokurtic	2.55 – 3.70
Moderately sorted	1.62 – 2.00	Coarse skewed	+0.43 – +1.30	Leptokurtic	3.70 – 7.40
Poorly sorted	2.00 – 4.00	Very coarse skewed	> +1.30	Very leptokurtic	> 7.40
Very poorly sorted	4.00 – 16.00				
Extremely poorly sorted	> 16.00				

(c) Logarithmic Method of Moments

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis		
$\bar{x}_\phi = \frac{\sum f m_\phi}{100}$	$\sigma_\phi = \sqrt{\frac{\sum f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^2}{100}}$	$Sk_\phi = \frac{\sum f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^3}{100 \sigma_\phi^3}$	$K_\phi = \frac{\sum f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^4}{100 \sigma_\phi^4}$		
Sorting ( $\sigma_\phi$ )	Skewness ( $Sk_\phi$ )		Kurtosis ( $K_\phi$ )		
Very well sorted	< 0.35	Very fine skewed	> +1.30	Very platykurtic	< 1.70
Well sorted	0.35 – 0.50	Fine skewed	+0.43 – +1.30	Platykurtic	1.70 – 2.55
Moderately well sorted	0.50 – 0.70	Symmetrical	-0.43 – +0.43	Mesokurtic	2.55 – 3.70
Moderately sorted	0.70 – 1.00	Coarse skewed	-0.43 – -1.30	Leptokurtic	3.70 – 7.40
Poorly sorted	1.00 – 2.00	Very coarse skewed	< -1.30	Very leptokurtic	> 7.40
Very poorly sorted	2.00 – 4.00				
Extremely poorly sorted	> 4.00				

(d) Logarithmic (Original) Folk and Ward (1957) Graphical Measures

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis
$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$	$\sigma_l = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$	$Sk_l = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$	$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$
Sorting ( $\sigma_l$ )	Skewness ( $Sk_l$ )		Kurtosis ( $K_G$ )
Very well sorted	< 0.35	Very fine skewed	Very platykurtic
Well sorted	0.35 – 0.50	Fine skewed	Platykurtic
Moderately well sorted	0.50 – 0.70	Symmetrical	Mesokurtic
Moderately sorted	0.70 – 1.00	Coarse skewed	Leptokurtic
Poorly sorted	1.00 – 2.00	Very coarse skewed	Very leptokurtic
Very poorly sorted	2.00 – 4.00		Extremely
Extremely poorly sorted	> 4.00		leptokurtic

(e) Geometric (Modified) Folk and Ward (1957) Graphical Measures

Mean	Standard Deviation	
$M_G = \exp \frac{\ln P_{16} + \ln P_{50} + \ln P_{84}}{3}$	$\sigma_G = \exp \left( \frac{\ln P_{16} - \ln P_{84}}{4} + \frac{\ln P_5 - \ln P_{95}}{6.6} \right)$	
Skewness	Kurtosis	
$Sk_G = \frac{\ln P_{16} + \ln P_{84} - 2(\ln P_{50})}{2(\ln P_{84} - \ln P_{16})} + \frac{\ln P_5 + \ln P_{95} - 2(\ln P_{50})}{2(\ln P_{95} - \ln P_5)}$	$K_G = \frac{\ln P_5 - \ln P_{95}}{2.44(\ln P_{25} - \ln P_{75})}$	
Sorting ( $\sigma_G$ )	Skewness ( $Sk_G$ )	Kurtosis ( $K_G$ )
Very well sorted	< 1.27	Very fine skewed
Well sorted	1.27 – 1.41	Fine skewed
Moderately well sorted	1.41 – 1.62	Symmetrical
Moderately sorted	1.62 – 2.00	Coarse skewed
Poorly sorted	2.00 – 4.00	Very coarse skewed
Very poorly sorted	4.00 – 16.00	
Extremely poorly sorted	> 16.00	

**Tabella 5.6 – Scala granulometrica adottata nel programma Gradistat, modificata a partire da Udden (1914) e Wentworth (1922)**

Grain Size		Descriptive term	
phi	mm		
-10	1024	Very Large	Boulder
-9	512	Large	
-8	256	Medium	
-7	128	Small	
-6	64	Very small	
-5	32	Very coarse	Gravel
-4	16	Coarse	
-3	8	Medium	
-2	4	Fine	
-1	2	Very fine	
0	1	Very coarse	Sand
1	500	Coarse	
2	250	Medium	
3	125	Fine	
4	63	Very fine	
5	31	Very coarse	Silt
6	16	Coarse	
7	8	Medium	
8	4	Fine	
9	2	Very fine	
		Clay	

I risultati delle analisi granulometriche di ciascuno dei campioni analizzati sono rappresentati anche in termini di curve cumulative, dove in ordinata a sinistra è riportato la % cumulata in peso di passante ai setacci, ed in ascissa è riportato il diametro in mm dell'apertura dei setacci (cfr. allegato 1.a).



### 5.3.1.2 *Analisi mineralogico-petrografiche*

Le determinazioni mineralogico-petrografiche sono state effettuate su un'aliquota dei campioni di sedimento prelevati per le determinazioni granulometriche, limitatamente a 10 dei 20 transetti di campionamento, per un totale di n. 24 campioni di sedimento superficiale di cui è stata determinata la composizione mineralogico-petrografica tramite analisi in sezione sottile al microscopio ottico polarizzatore utilizzando il metodo della conta dei punti (Chayes, 1956).

Le procedure seguite per la preparazione e l'analisi dei campioni finalizzate alla loro caratterizzazione mineralogico-petrografica sono schematizzate nelle seguenti fasi in successione:

1. asportazione dei sali idrosolubili dal campione;
2. suddivisione del campione e prelievo di una porzione rappresentativa;
3. inglobamento e consolidamento del campione;
4. realizzazione della sezione sottile ;
5. analisi della sezione sottile al microscopio ottico polarizzatore;
6. determinazione della composizione modale.

I risultati della caratterizzazione mineralogico-petrografica sono riportati in tabella 5.

Ai fini del conteggio per l'analisi modale, i costituenti presenti in concentrazione maggiore o uguale all'1% sono stati indicati come costituenti principali e classificati in base alla loro natura mineralogico-petrografica come di seguito riportato:

#### Granuli monocristallini:

- Calcite/Dolomite
- Quarzo
- Ossidi opachi (ossidi di Fe-Ti a vario grado di alterazione)
- Ossidi di ferro

#### Granuli policristallini:

- Quarzo
- Quarzarenite/quarzosiltite
- Chert (clasti di selce, diaspro, radiolarite)
- Argillite
- Liti carbonatici (frammenti di calcarenite bioclastica, frammenti di calcari compatti a bioclasti, intraclasti e peloidi in matrice micritico/microsparitica variamente ricristallizzata, clasti costituiti da mosaici di cemento spiritico, raramente clasti di calcilutiti pelagiche)
- Dolomia cristallina
- Bioclasti (frammenti di conchiglie attuali o derivanti dalla frammentazione di calcarenite)

I componenti presenti in concentrazione inferiore all'1% sono stati indicati come componenti accessori. Infine, sono stati definiti come componenti in tracce quei minerali che sono stati individuati a seguito di una dettagliata osservazione della sezione sottile, ma non sono stati rilevati nella statistica di conteggio.

Dei 24 campioni di cui è stata determinata la composizione modale, 7, provenienti tutti da siti di campionamento dell'area di battigia delle spiagge, sono stati altresì sottoposti alla determinazione del contenuto in minerali pesanti, previa loro separazione gravimetrica con liquidi pesanti e loro determinazione quantitativa tramite analisi di *slides* dei granuli al microscopio ottico petrografico, in luce sia riflessa che trasmessa.

Le procedure seguite per la preparazione e l'analisi dei campioni finalizzate alla determinazione dei minerali pesanti sono schematizzate nelle seguenti fasi in successione:

1. asportazione dei sali idrosolubili dal campione;

2. separazione delle frazioni granulometriche fine e molto fine ( $0.063 \text{ mm} < d < 0.25 \text{ mm}$ );
3. separazione gravimetrica dei minerali pesanti (peso specifico  $> 2.9 \text{ g/cm}^3$ );
4. ulteriore separazione magnetica dei minerali pesanti;
5. analisi quantitativa dei singoli minerali pesanti.

I risultati delle determinazioni effettuate sono riportati di seguito.

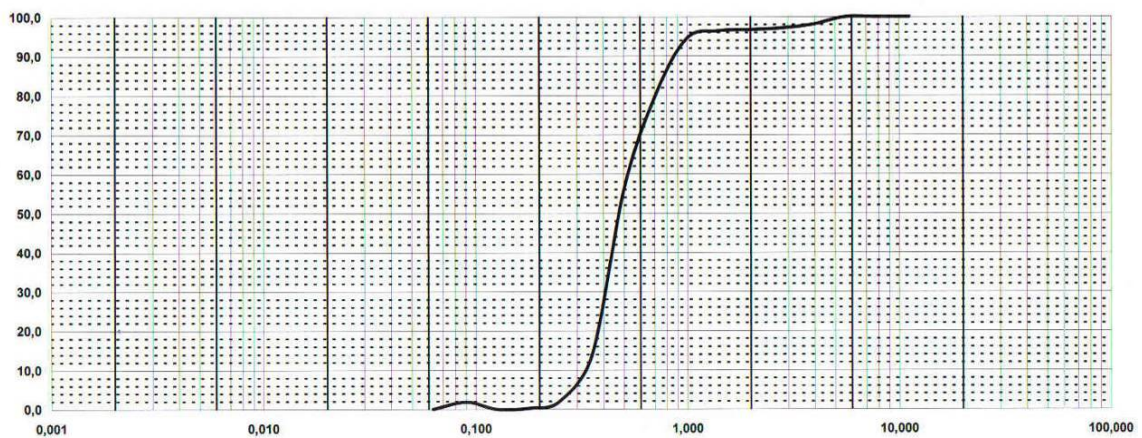
**ANALISI GRANULOMETRICA**

Committente: *Autorità portuale del porto di Palermo*  
Cantiere: *Porto di Palermo*

Certificato: n. 012  
Data emissione:

Diagramma CLASSIFICAZIONE: *Sabbia*  
Campione: *PA05A* Profondità:

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	



1/1

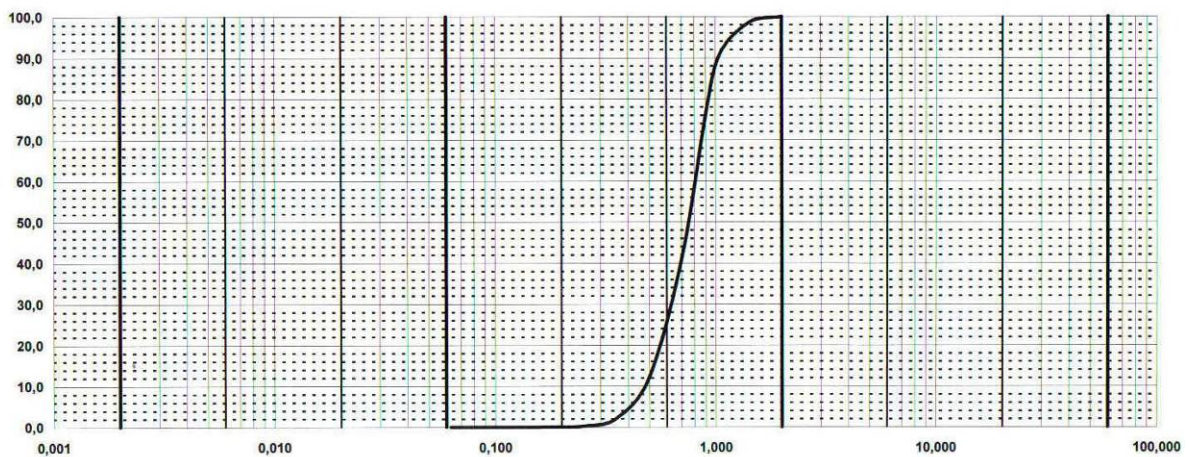
**ANALISI GRANULOMETRICA**

Committente: *Autorità portuale di Palermo*  
provenienza campioni: *golfo di Palermo*

Certificato n° 015  
Data emissione 16.07.2009

Diagramma CLASSIFICAZIONE: *sabbia*  
Campione: *PA06A*

Argille	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	



1/1

---

I diagrammi delle curve granulometriche riportate sopra sono indicativi dei sedimenti nei punti a Nord dell'Arenella e a Sud del porto commerciale. Tutte le curve granulometriche sono nel campo delle sabbie più o meno fini con un andamento abbastanza uniforme che va dai 0.1 mm della sabbia fine fino a pochi cm delle ghiaie. Le seguenti tabelle, riportano i risultati delle analisi granulometriche eseguite (cfr. All.1.a).

		PA01A	PA01B	PA02A	PA02B	P02C	P03A	PA03B
	ANALYST AND DATE:	Maragliano, 6/25/2009	Maragliano, 6/25/2009	Maragliano, 6/25/2009	Maragliano, 6/25/2009	Maragliano, 6/25/2009	Maragliano, 6/25/2009	Maragliano, 6/25/2009
	SIEVING ERROR:	0.0%	0.0%	0.4%	0.1%	1.1%	0.0%	0.3%
	SAMPLE TYPE:	Unimodal, Very Well Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sand	Gravelly Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand
	SEDIMENT NAME:	Very Well Sorted Medium Sand	Very Fine Gravelly Very Coarse Sand	Well Sorted Medium Sand	Well Sorted Medium Sand	Moderately Well Sorted Medium Sand	Well Sorted Medium Sand	Moderately Well Sorted Medium Sand
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	292.0	1603.8	431.0	338.4	336.4	426.6	449.1
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_r$ ):	126.6	829.8	131.3	128.9	158.7	121.5	175.7
Arithmetic ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_p$ ):	7.913	1.357	3.838	2.354	2.607	1.144	1.524
	KURTOSIS ( $K_p$ ):	84.44	5.678	34.70	12.82	13.20	6.707	6.650
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	275.3	1390.1	409.8	314.7	304.9	404.4	413.4
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_r$ ):	1.303	1.681	1.294	1.392	1.483	1.319	1.446
Geometric ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_g$ ):	1.814	-0.350	0.507	0.394	0.416	-0.028	-0.215
	KURTOSIS ( $K_g$ ):	15.15	3.610	6.344	4.657	4.506	3.393	7.209
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	1.861	-0.475	1.287	1.668	1.714	1.306	1.275
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_r$ ):	0.381	0.749	0.372	0.477	0.568	0.400	0.532
Logarithmic ( $\phi$ )	SKEWNESS ( $Sk_l$ ):	-1.814	0.350	-0.507	-0.394	-0.416	0.028	0.215
	KURTOSIS ( $K_l$ ):	15.15	3.610	6.344	4.657	4.506	3.393	7.209
FOLK AND	MEAN ( $M_z$ ):	270.1	1402.4	400.9	314.8	302.2	401.4	413.2
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_{zr}$ ):	1.269	1.682	1.293	1.391	1.479	1.340	1.444
( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_z$ ):	-0.118	-0.058	-0.083	0.108	0.061	-0.039	0.053
	KURTOSIS ( $K_z$ ):	1.002	1.048	1.307	1.209	1.205	1.089	0.972
FOLK AND	MEAN ( $M_z$ ):	1.889	-0.488	1.319	1.668	1.726	1.317	1.275
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_r$ ):	0.343	0.750	0.370	0.476	0.564	0.422	0.530
( $\phi$ )	SKEWNESS ( $Sk_z$ ):	0.118	0.058	0.083	-0.108	-0.061	0.039	-0.053
	KURTOSIS ( $K_z$ ):	1.002	1.048	1.307	1.209	1.205	1.089	0.972
FOLK AND	MEAN:	Medium Sand	Very Coarse Sand	Medium Sand	Medium Sand	Medium Sand	Medium Sand	Medium Sand
WARD METHOD	SORTING:	Very Well Sorted	Moderately Sorted	Well Sorted	Well Sorted	Moderately Well Sorted	Well Sorted	Moderately Well Sorted
(Description)	SKEWNESS:	Fine Skewed	Symmetrical	Symmetrical	Coarse Skewed	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical
	KURTOSIS:	Mesokurtic	Mesokurtic	Leptokurtic	Leptokurtic	Leptokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	302.5	1700.0	427.5	302.5	302.5	427.5	427.5
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 1 ( $\phi$ ):	1.747	-0.743	1.247	1.747	1.747	1.247	1.247
	MODE 2 ( $\phi$ ):							
	MODE 3 ( $\phi$ ):							
	$D_{10}$ ( $\mu\text{m}$ ):	195.5	725.0	283.4	205.8	189.8	272.4	263.7
	$D_{30}$ ( $\mu\text{m}$ ):	278.3	1424.2	411.9	308.0	299.5	408.3	410.1
	$D_{50}$ ( $\mu\text{m}$ ):	349.4	2624.4	578.2	479.7	489.4	600.6	667.1
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1.787	3.620	2.041	2.331	2.579	2.205	2.529
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	153.8	1899.4	294.8	273.9	299.7	328.2	403.3
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1.378	1.960	1.331	1.468	1.579	1.434	1.643
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	88.04	967.7	118.3	121.2	139.0	145.9	204.5
	$D_{10}$ ( $\phi$ ):	1.517	-1.392	0.790	1.060	1.031	0.736	0.584
	$D_{30}$ ( $\phi$ ):	1.845	-0.510	1.280	1.699	1.739	1.292	1.286
	$D_{50}$ ( $\phi$ ):	2.354	0.464	1.819	2.281	2.398	1.876	1.923
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\phi$ ):	1.552	-0.333	2.302	2.152	2.326	2.551	3.292
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\phi$ ):	0.837	1.856	1.029	1.221	1.367	1.140	1.339
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\phi$ ):	1.282	0.011	1.385	1.397	1.471	1.494	1.765
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\phi$ ):	0.463	0.971	0.413	0.554	0.659	0.520	0.716
	% GRAVEL:	0.0%	24.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% SAND:	100.0%	75.9%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	22.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE SAND:	0.7%	51.5%	0.5%	0.4%	1.2%	0.2%	1.4%
	% COARSE SAND:	0.7%	21.7%	15.6%	6.9%	7.5%	19.2%	26.3%
	% MEDIUM SAND:	67.4%	2.4%	81.7%	72.8%	63.7%	76.7%	66.6%
	% FINE SAND:	31.1%	0.4%	2.2%	19.6%	26.6%	3.9%	5.5%
	% V FINE SAND:	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.9%	0.0%	0.2%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

		PA03C	PA04A	PA04B	PA04C	PA05A	PA05B	PA05C
	ANALYST AND DATE:	Maragliano, 6/25/2009	Maragliano, 6/28/2009	Maragliano, 6/28/2009	Maragliano, 6/28/2009	Maragliano, 6/28/2009	Maragliano, 6/28/2009	Maragliano, 6/28/2009
	SIEVING ERROR:	0.1%	0.3%	0.0%	0.1%	1.0%	0.0%	0.2%
	SAMPLE TYPE:	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sand	Sand	Sand	Sand	Slightly Gravelly Sand	Sand	Sand
	SEDIMENT NAME:	Moderately Well Sorted Medium Sand	Well Sorted Medium Sand	Moderately Well Sorted Fine Sand	Moderately Sorted Medium Sand	Slightly Fine Gravelly Medium Sand	Moderately Sorted Fine Sand	Moderately Well Sorted Medium Sand
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}_n$ ):	352.7	403.7	256.5	365.1	650.5	301.9	305.4
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_n$ ):	168.9	115.1	166.7	206.8	681.3	183.8	180.8
Arithmetic ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $sk_n$ ):	2.537	1.930	3.613	1.832	4.937	2.187	2.767
	KURTOSIS ( $K_n$ ):	11.63	13.85	18.72	7.732	28.61	9.463	12.90
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}_g$ ):	319.8	383.3	222.8	309.4	527.3	255.6	261.1
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_g$ ):	1.474	1.314	1.622	1.801	1.671	1.754	1.778
Geometric ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $sk_g$ ):	0.669	-0.199	-0.310	-1.343	1.908	-0.698	-1.913
	KURTOSIS ( $K_g$ ):	4.579	5.085	12.48	10.62	8.974	8.618	15.89
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}_l$ ):	1.645	1.383	2.166	1.692	0.923	1.968	1.937
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_l$ ):	0.559	0.393	0.697	0.849	0.741	0.810	0.830
Logarithmic ( $\phi$ )	SKEWNESS ( $sk_l$ ):	-0.669	0.199	0.310	1.343	-1.908	0.698	1.913
	KURTOSIS ( $K_l$ ):	4.579	5.085	12.48	10.62	8.974	8.618	15.89
FOLK AND	MEAN ( $M_z$ ):	317.3	378.9	220.8	309.9	511.5	255.8	264.4
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_z$ ):	1.454	1.317	1.498	1.662	1.494	1.685	1.536
( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $sk_z$ ):	0.172	-0.156	0.155	-0.078	0.231	0.081	0.030
	KURTOSIS ( $K_z$ ):	1.325	1.110	2.102	1.082	1.071	1.137	1.320
FOLK AND	MEAN ( $M_w$ ):	1.656	1.400	2.179	1.690	0.967	1.967	1.919
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_w$ ):	0.540	0.397	0.583	0.733	0.579	0.753	0.619
( $\phi$ )	SKEWNESS ( $sk_w$ ):	-0.172	0.156	-0.155	0.078	-0.231	-0.081	-0.030
	KURTOSIS ( $K_w$ ):	1.325	1.110	2.102	1.082	1.071	1.137	1.320
FOLK AND	MEAN:	Medium Sand	Medium Sand	Fine Sand	Medium Sand	Coarse Sand	Medium Sand	Medium Sand
WARD METHOD	SORTING:	Moderately Well Sorted	Well Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Sorted	Moderately Well Sorted
(Description)	SKEWNESS:	Coarse Skewed	Fine Skewed	Coarse Skewed	Symmetrical	Coarse Skewed	Symmetrical	Symmetrical
	KURTOSIS:	Leptokurtic	Mesokurtic	Very Leptokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic	Leptokurtic	Leptokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	302.5	427.5	215.0	302.5	427.5	215.0	302.5
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 1 ( $\phi$ ):	1.747	1.247	2.237	1.747	1.247	2.237	1.747
	MODE 2 ( $\phi$ ):							
	MODE 3 ( $\phi$ ):							
	D <sub>10</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	200.9	263.8	137.8	154.1	315.4	136.3	151.9
	D <sub>30</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	306.7	394.4	214.8	320.0	477.1	250.9	266.9
	D <sub>50</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	539.1	502.9	379.9	601.3	897.6	499.2	468.1
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	2.683	1.906	2.758	3.902	2.846	3.662	3.082
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	338.2	239.1	242.2	447.2	582.2	362.9	316.2
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	1.497	1.421	1.354	1.943	1.697	1.888	1.649
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	127.9	135.6	65.38	213.7	270.8	164.0	131.3
	D <sub>10</sub> ( $\phi$ ):	0.891	0.992	1.396	0.734	0.156	1.002	1.095
	D <sub>30</sub> ( $\phi$ ):	1.705	1.342	2.219	1.644	1.068	1.995	1.906
	D <sub>50</sub> ( $\phi$ ):	2.315	1.922	2.860	2.698	1.665	2.875	2.719
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	2.597	1.939	2.048	3.677	10.68	2.868	2.483
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	1.424	0.931	1.463	1.964	1.509	1.873	1.624
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	1.423	1.450	1.219	1.810	2.269	1.603	1.456
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	0.582	0.507	0.437	0.958	0.763	0.917	0.722
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	0.0%	0.0%
	% SAND:	100.0%	100.0%	99.6%	99.4%	96.7%	99.6%	99.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.4%	0.6%	0.4%	0.4%	1.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%
	% V COARSE SAND:	1.5%	0.5%	1.6%	2.4%	2.2%	1.2%	1.8%
	% COARSE SAND:	10.3%	9.7%	4.1%	12.9%	38.8%	8.8%	6.3%
	% MEDIUM SAND:	67.4%	83.9%	19.4%	55.0%	53.7%	40.3%	49.2%
	% FINE SAND:	20.4%	5.9%	68.9%	25.1%	2.0%	43.8%	38.7%
	% V FINE SAND:	0.5%	0.1%	5.7%	4.1%	0.0%	5.6%	3.0%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%



	PA06A	PA06B	PA06C	PA07A	PA07B	PA07C	PA08A	
ANALYST AND DATE:	Maraglino, 6/28/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	
SIEVING ERROR:	0.9%	0.1%	0.9%	0.5%	0.3%	1.2%	0.1%	
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	
TEXTURAL GROUP:	Sand	Sand	Sand	Slightly Gravelly Sand	Gravelly Sand	Sand	Gravel	
SEDIMENT NAME:	Well Sorted Coarse Sand	Moderately Well Sorted Fine Sand	Well Sorted Fine Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Very Fine Gravelly Coarse Sand	Well Sorted Fine Sand	Fine Gravel	
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	775.2	247.5	215.1	844.9	798.8	213.2	4499.8
Arithmetic ( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_x$ ):	249.5	154.2	132.9	390.2	527.5	136.6	1179.3
	SKEWNESS ( $Sk_x$ ):	0.880	3.429	4.732	1.190	1.499	4.685	1.635
	KURTOSIS ( $K_x$ ):	4.891	17.94	31.43	5.367	5.083	29.78	7.770
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	725.2	212.5	187.8	750.7	644.1	186.8	4302.3
Geometric ( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_x$ ):	1.388	1.740	1.683	1.589	1.921	1.626	1.272
	SKEWNESS ( $Sk_x$ ):	-0.383	-1.808	-2.101	-0.237	-0.426	-1.432	0.475
	KURTOSIS ( $K_x$ ):	3.739	16.59	19.38	3.036	4.864	18.74	4.032
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	0.464	2.234	0.414	0.414	0.635	2.420	-2.105
Logarithmic ( $\phi$ )	SORTING ( $\sigma_x$ ):	0.473	0.799	0.751	0.669	0.942	0.701	0.347
	SKEWNESS ( $Sk_x$ ):	0.383	1.808	2.101	0.237	0.426	1.432	-0.475
	KURTOSIS ( $K_x$ ):	3.739	16.59	19.38	3.036	4.864	18.74	4.032
FOLK AND WARD METHOD	MEAN ( $M_1$ ):	725.6	213.4	187.0	755.1	655.7	184.4	4225.4
( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_x$ ):	1.394	1.500	1.409	1.600	1.912	1.405	1.291
	SKEWNESS ( $Sk_x$ ):	-0.148	0.123	-0.143	-0.095	0.025	-0.100	-0.046
	KURTOSIS ( $K_x$ ):	1.072	2.021	1.444	0.948	1.107	1.373	0.982
FOLK AND WARD METHOD	MEAN ( $M_2$ ):	0.463	2.229	2.419	0.405	0.609	2.439	-2.079
( $\phi$ )	SORTING ( $\sigma_x$ ):	0.479	0.585	0.494	0.678	0.935	0.490	0.368
	SKEWNESS ( $Sk_x$ ):	0.148	-0.123	0.143	0.095	-0.025	0.100	0.046
	KURTOSIS ( $K_x$ ):	1.072	2.021	1.444	0.948	1.107	1.373	0.982
FOLK AND WARD METHOD	MEAN:	Coarse Sand	Fine Sand	Fine Sand	Coarse Sand	Coarse Sand	Fine Sand	Fine Gravel
(Description)	SORTING:	Well Sorted	Moderately Well Sorted	Well Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Sorted	Well Sorted	Well Sorted
	SKEWNESS:	Fine Skewed	Coarse Skewed	Fine Skewed	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical
	KURTOSIS:	Mesokurtic	Very Leptokurtic	Leptokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic	Leptokurtic	Mesokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	855.0	215.0	215.0	855.0	605.0	215.0	4800.0
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 1 ( $\phi$ ):	0.247	2.237	2.237	0.247	0.747	2.237	-2.243
	MODE 2 ( $\phi$ ):							
	MODE 3 ( $\phi$ ):							
	$D_{10}$ ( $\mu\text{m}$ ):	464.2	135.7	128.0	394.9	283.4	127.5	3055.6
	$D_{50}$ ( $\mu\text{m}$ ):	752.5	211.1	195.9	774.9	645.2	192.1	4337.3
	$D_{90}$ ( $\mu\text{m}$ ):	1070.0	354.9	250.4	1319.8	1458.6	247.8	5566.3
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	2.305	2.615	1.957	3.342	5.146	1.943	1.822
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	605.8	219.2	122.4	924.9	1175.2	120.3	2510.7
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1.563	1.369	1.465	1.927	2.298	1.485	1.429
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	327.0	66.54	72.47	506.1	554.3	73.53	1520.8
	$D_{10}$ ( $\phi$ ):	-0.998	1.494	1.998	-0.400	-0.545	2.013	-2.477
	$D_{50}$ ( $\phi$ ):	0.410	2.244	2.351	0.368	0.632	2.380	-2.117
	$D_{90}$ ( $\phi$ ):	1.107	2.881	2.966	1.340	1.819	2.971	-1.611
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\phi$ ):	-11.348	1.928	1.485	-3.348	-3.340	1.476	0.651
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\phi$ ):	1.205	1.387	0.968	1.741	2.364	0.958	0.865
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\phi$ ):	5.612	1.224	1.259	-11.985	45.57	1.265	0.780
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\phi$ ):	0.645	0.453	0.551	0.947	1.200	0.570	0.515
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	5.1%	0.0%	99.9%
	% SAND:	100.0%	98.9%	98.8%	98.5%	94.8%	99.2%	0.1%
	% MUD:	0.0%	1.1%	1.2%	0.0%	0.1%	0.8%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	61.2%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	5.1%	0.0%	36.9%
	% V COARSE SAND:	12.1%	0.9%	0.9%	26.9%	18.8%	0.9%	0.1%
	% COARSE SAND:	75.7%	4.7%	2.2%	52.5%	43.1%	2.6%	0.0%
	% MEDIUM SAND:	11.9%	17.5%	7.0%	18.3%	28.1%	5.2%	0.0%
	% FINE SAND:	0.2%	71.2%	81.8%	0.8%	5.8%	83.1%	0.0%
	% V FINE SAND:	0.0%	4.6%	7.0%	0.1%	0.9%	7.4%	0.0%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%

		PA08B	PA08C	PA09A	PA09B	PA09C	PA10A	PA10B
	ANALYST AND DATE:	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009
	SIEVING ERROR:	0.3%	0.5%	0.3%	0.2%	0.8%	0.6%	0.4%
	SAMPLE TYPE:	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Bimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Bimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sand	Sand	Gravelly Sand	Sand	Sand	Slightly Gravelly Sand	Sand
	SEDIMENT NAME:	Well Sorted Fine Sand	Well Sorted Fine Sand	Very Fine Gravelly Coarse Sand	Well Sorted Fine Sand	Moderately Well Sorted Fine Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Moderately Well Sorted Fine Sand
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	251.0	219.2	853.6	230.6	174.3	569.7	242.3
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_s$ ):	127.1	125.8	531.5	103.4	142.9	506.4	135.5
Arithmetic ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	3.850	5.321	1.582	3.719	4.921	5.272	3.958
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	22.75	38.30	5.153	23.35	32.33	51.31	24.59
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	228.6	195.8	713.9	210.9	137.9	433.0	216.3
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_s$ ):	1.459	1.588	1.763	1.495	2.068	2.064	1.547
Geometric ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_g$ ):	-0.062	-2.233	0.124	-2.135	-1.868	-0.094	-0.663
	KURTOSIS ( $K_g$ ):	16.52	24.00	3.068	26.31	10.91	3.074	15.49
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	2.129	2.352	0.486	2.245	2.858	1.208	2.209
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_\phi$ ):	0.545	0.667	0.818	0.580	1.048	1.045	0.630
Logarithmic ( $\phi$ )	SKEWNESS ( $Sk_\phi$ ):	0.062	2.233	-0.124	2.135	1.868	0.094	0.683
	KURTOSIS ( $K_\phi$ ):	16.52	24.00	3.068	26.31	10.91	3.074	15.49
FOLK AND	MEAN ( $M_z$ ):	227.5	193.8	707.3	208.4	144.9	431.2	213.9
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_z$ ):	1.383	1.313	1.797	1.350	1.546	2.047	1.442
( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_z$ ):	0.217	-0.110	0.087	0.054	-0.037	-0.208	0.122
	KURTOSIS ( $K_z$ ):	1.498	1.347	1.193	1.550	1.602	0.755	1.500
FOLK AND	MEAN ( $M_z$ ):	2.136	2.367	0.500	2.263	2.787	1.213	2.225
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_z$ ):	0.468	0.393	0.846	0.433	0.628	1.034	0.529
( $\phi$ )	SKEWNESS ( $Sk_z$ ):	-0.217	0.110	-0.087	-0.054	0.037	0.208	-0.122
	KURTOSIS ( $K_z$ ):	1.498	1.347	1.193	1.550	1.602	0.755	1.500
FOLK AND	MEAN:	Fine Sand	Fine Sand	Coarse Sand	Fine Sand	Fine Sand	Medium Sand	Fine Sand
WARD METHOD	SORTING:	Well Sorted	Well Sorted	Moderately Sorted	Well Sorted	Moderately Well Sorted	Poorly Sorted	Moderately Well Sorted
(Description)	SKEWNESS:	Coarse Skewed	Fine Skewed	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical	Fine Skewed	Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Leptokurtic	Leptokurtic	Leptokurtic	Very Leptokurtic	Very Leptokurtic	Platykurtic	Very Leptokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	215.0	215.0	605.0	215.0	152.5	855.0	215.0
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):			2400.0			215.0	
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 1 ( $\phi$ ):	2.237	2.237	0.747	2.237	2.737	0.247	2.237
	MODE 2 ( $\phi$ ):			-1.243			2.237	
	MODE 3 ( $\phi$ ):							
	D <sub>10</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	153.2	135.4	359.4	143.1	82.22	156.8	137.7
	D <sub>50</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	218.8	202.1	692.7	209.6	147.6	485.9	211.6
	D <sub>90</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	342.4	253.4	1551.5	318.6	239.7	964.9	344.6
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	2.235	1.871	4.317	2.227	2.915	6.155	2.502
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	189.2	118.0	1192.1	175.5	175.5	808.1	206.8
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	1.391	1.352	2.007	1.333	1.508	3.261	1.418
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	73.74	60.18	500.4	60.38	59.92	531.6	74.12
	D <sub>10</sub> ( $\phi$ ):	1.546	1.981	-0.634	1.650	2.061	0.052	1.537
	D <sub>50</sub> ( $\phi$ ):	2.192	2.307	0.530	2.254	2.760	1.041	2.240
	D <sub>90</sub> ( $\phi$ ):	2.706	2.885	1.476	2.805	3.604	2.673	2.860
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	1.750	1.456	-2.330	1.700	1.749	51.88	1.861
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	1.160	0.904	2.110	1.155	1.544	2.622	1.323
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	1.247	1.206	266.9	1.202	1.238	5.449	1.253
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	0.476	0.435	1.005	0.414	0.592	1.705	0.504
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%	6.4%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%
	% SAND:	99.8%	99.1%	93.6%	99.5%	96.1%	98.7%	99.7%
	% MUD:	0.2%	0.9%	0.0%	0.5%	3.9%	0.1%	0.3%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	6.4%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%
	% V COARSE SAND:	0.5%	0.9%	18.4%	0.1%	1.0%	6.4%	0.8%
	% COARSE SAND:	3.5%	1.7%	49.9%	2.5%	1.7%	41.3%	2.8%
	% MEDIUM SAND:	23.7%	7.7%	22.7%	16.6%	5.2%	23.6%	21.6%
	% FINE SAND:	71.6%	84.9%	2.4%	78.7%	64.2%	24.6%	70.5%
	% V FINE SAND:	0.6%	4.0%	0.2%	1.5%	23.8%	2.8%	3.9%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.7%	0.0%	0.1%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.7%	0.0%	0.1%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.7%	0.0%	0.1%
	% FINE SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.7%	0.0%	0.1%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.7%	0.0%	0.1%
	% CLAY:	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.7%	0.0%	0.1%

	PA10C	PA11A	PA11B	PA11C	PA12B	PA12C	PA13A	
ANALYST AND DATE:	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	
SIEVING ERROR:	0.3%	0.2%	0.6%	0.5%	0.3%	0.4%	0.2%	
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	
TEXTURAL GROUP:	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Slightly Gravelly Sand	
SEDIMENT NAME:	Moderately Well Sorted Fine Sand	Moderately Well Sorted Coarse Sand	Moderately Well Sorted Medium Sand	Moderately Well Sorted Fine Sand	Moderately Well Sorted Medium Sand	Well Sorted Fine Sand	Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Sand	
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	273.9	593.1	376.7	262.6	399.7	232.5	1335.7
Arithmetic ( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_s$ ):	203.1	202.8	168.3	190.9	200.6	123.2	337.0
	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	3.253	0.693	1.742	2.997	1.900	4.392	1.315
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	14.10	3.542	7.905	12.46	7.376	28.19	8.404
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	229.7	550.6	340.4	220.7	356.0	210.6	1276.6
Geometric ( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_s$ ):	1.734	1.421	1.514	1.715	1.552	1.495	1.286
	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	-0.625	-0.365	-0.170	-0.276	0.105	-0.976	-0.742
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	13.61	3.485	6.228	11.82	6.302	21.28	10.17
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	2.122	0.861	1.555	2.180	1.490	2.247	-0.352
Logarithmic ( $\phi$ )	SORTING ( $\sigma_s$ ):	0.794	0.507	0.598	0.778	0.634	0.580	0.363
	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	0.625	0.365	0.170	0.276	-0.105	0.976	0.742
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	13.61	3.485	6.228	11.82	6.302	21.28	10.17
FOLK AND WARD METHOD	MEAN ( $M_z$ ):	224.0	556.7	335.8	212.5	352.4	203.6	1299.3
( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_s$ ):	1.540	1.440	1.489	1.553	1.540	1.344	1.284
	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	0.267	-0.061	0.043	0.250	0.163	0.015	0.110
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	1.803	1.019	1.013	2.112	1.100	1.689	1.075
FOLK AND WARD METHOD	MEAN ( $M_z$ ):	2.159	0.845	1.574	2.234	1.505	2.296	-0.378
( $\phi$ )	SORTING ( $\sigma_s$ ):	0.623	0.526	0.575	0.635	0.623	0.427	0.361
	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	-0.267	0.061	-0.043	-0.250	-0.163	-0.015	-0.110
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	1.803	1.019	1.013	2.112	1.100	1.689	1.075
FOLK AND WARD METHOD	MEAN:	Fine Sand	Coarse Sand	Medium Sand	Fine Sand	Medium Sand	Fine Sand	Very Coarse Sand
(Description)	SORTING:	Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted	Well Sorted	Well Sorted
	SKEWNESS:	Coarse Skewed	Symmetrical	Symmetrical	Coarse Skewed	Coarse Skewed	Symmetrical	Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Very Leptokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic	Very Leptokurtic	Mesokurtic	Very Leptokurtic	Mesokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	215.0	605.0	302.5	215.0	302.5	215.0	1200.0
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 1 ( $\phi$ ):	2.237	0.747	1.747	2.237	1.747	2.237	-0.243
	MODE 2 ( $\phi$ ):							
	MODE 3 ( $\phi$ ):							
	D <sub>10</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	142.3	357.3	200.4	136.9	208.1	141.5	1001.5
	D <sub>50</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	216.2	560.3	334.7	208.8	339.6	208.2	1256.5
	D <sub>90</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	416.2	885.6	591.1	430.7	649.1	312.6	1814.6
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	2.925	2.478	2.950	3.146	3.119	2.209	1.812
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	273.9	528.3	390.7	293.8	441.0	171.1	813.0
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	1.462	1.621	1.713	1.403	1.735	1.318	1.382
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	84.62	267.2	186.1	70.41	195.7	57.75	416.3
	D <sub>10</sub> ( $\phi$ ):	1.265	0.175	0.758	1.215	0.623	1.678	-0.860
	D <sub>50</sub> ( $\phi$ ):	2.209	0.836	1.579	2.260	1.558	2.264	-0.329
	D <sub>90</sub> ( $\phi$ ):	2.813	1.485	2.319	2.869	2.264	2.821	-0.002
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	2.224	8.472	3.058	2.361	3.632	1.682	0.003
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	1.548	1.309	1.561	1.654	1.641	1.144	0.857
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	1.288	2.341	1.669	1.241	1.713	1.193	0.211
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	0.696	0.548	0.776	0.489	0.795	0.399	0.467
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%
	% SAND:	99.3%	100.0%	100.0%	99.4%	99.9%	99.9%	97.9%
	% MUD:	0.7%	0.0%	0.0%	0.6%	0.1%	0.4%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%
	% V COARSE SAND:	2.9%	2.8%	0.9%	1.5%	2.3%	0.5%	88.1%
	% COARSE SAND:	4.7%	60.1%	14.8%	7.4%	16.6%	2.8%	9.3%
	% MEDIUM SAND:	20.5%	35.3%	63.6%	13.0%	62.6%	13.6%	0.4%
	% FINE SAND:	68.7%	1.6%	20.2%	73.8%	18.3%	80.1%	0.1%
	% V FINE SAND:	2.4%	0.1%	0.4%	3.8%	0.2%	2.6%	0.0%
	% V COARSE SILT:	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%
	% FINE SILT:	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%
	% CLAY:	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%

	PA13B	PA13C	PA14A	PA14C	PA15B	PA15C	PA16A	
ANALYST AND DATE:	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	
SIEVING ERROR:	0.0%	0.7%	0.1%	0.3%	0.3%	0.2%	0.3%	
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Very Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	
TEXTURAL GROUP:	Sand	Sand	Slightly Gravelly Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	
SEDIMENT NAME:	Well Sorted Fine Sand	Moderately Well Sorted Fine Sand	Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Sand	Moderately Well Sorted Fine Sand	Moderately Well Sorted Medium Sand	Well Sorted Fine Sand	Moderately Well Sorted Coarse Sand	
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	277.7	230.3	1105.5	233.7	295.4	230.8	773.4
Arithmetic ( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_s$ ):	131.7	141.4	217.4	133.5	152.1	145.7	285.0
	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	3.100	3.569	0.665	3.776	3.167	3.948	0.134
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	17.30	19.30	5.446	22.05	16.73	20.90	3.427
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	252.6	202.2	1069.0	208.4	266.2	204.6	699.8
Geometric ( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_s$ ):	1.475	1.586	1.218	1.536	1.502	1.523	1.566
	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	-0.142	-0.281	-0.183	-0.243	0.038	0.439	-1.172
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	11.68	13.22	3.434	14.07	11.02	14.63	4.403
METHOD OF MOMENTS	MEAN ( $\bar{x}$ ):	1.985	2.306	-0.096	2.263	1.910	2.289	0.515
Logarithmic ( $\phi$ )	SORTING ( $\sigma_s$ ):	0.561	0.665	0.284	0.619	0.587	0.607	0.647
	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	0.142	0.281	0.183	0.243	-0.038	-0.439	1.172
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	11.68	13.22	3.434	14.07	11.02	14.63	4.403
FOLK AND WARD METHOD	MEAN ( $M_e$ ):	249.2	194.6	1061.2	199.4	258.9	192.8	704.7
( $\mu\text{m}$ )	SORTING ( $\sigma_e$ ):	1.412	1.461	1.235	1.416	1.432	1.405	1.547
	SKEWNESS ( $Sk_e$ ):	0.086	0.111	-0.211	0.071	0.111	0.075	-0.382
	KURTOSIS ( $K_e$ ):	1.142	1.417	0.824	1.583	1.212	1.734	1.282
FOLK AND WARD METHOD	MEAN ( $M_x$ ):	2.005	2.361	-0.086	2.326	1.950	2.375	0.505
( $\phi$ )	SORTING ( $\sigma_x$ ):	0.498	0.547	0.305	0.502	0.518	0.491	0.629
	SKEWNESS ( $Sk_x$ ):	-0.086	-0.111	0.211	-0.071	-0.111	-0.075	0.382
	KURTOSIS ( $K_x$ ):	1.142	1.417	0.824	1.583	1.212	1.734	1.282
FOLK AND WARD METHOD	MEAN:	Fine Sand	Fine Sand	Very Coarse Sand	Fine Sand	Medium Sand	Fine Sand	Coarse Sand
(Description)	SORTING:	Well Sorted	Moderately Well Sorted	Very Well Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted	Well Sorted	Moderately Well Sorted
	SKEWNESS:	Symmetrical	Coarse Skewed	Fine Skewed	Symmetrical	Coarse Skewed	Symmetrical	Very Fine Skewed
	KURTOSIS:	Leptokurtic	Leptokurtic	Platykurtic	Very Leptokurtic	Leptokurtic	Very Leptokurtic	Leptokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	215.0	215.0	1200.0	215.0	215.0	215.0	855.0
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):							
	MODE 1 ( $\phi$ ):	2.237	2.237	-0.243	2.237	2.237	2.237	0.247
	MODE 2 ( $\phi$ ):							
	MODE 3 ( $\phi$ ):							
	D <sub>10</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	163.2	131.1	779.9	134.8	181.2	136.4	361.7
	D <sub>50</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	245.9	197.2	1093.3	204.3	256.5	200.0	781.7
	D <sub>90</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	389.8	338.8	1359.7	338.6	439.1	279.6	1135.3
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	2.389	2.584	1.743	2.512	2.423	2.050	3.139
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	226.6	207.7	579.8	203.8	257.9	143.2	773.5
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	1.572	1.519	1.372	1.414	1.577	1.398	1.652
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	113.8	80.94	339.8	69.81	119.1	65.79	368.5
	D <sub>10</sub> ( $\phi$ ):	1.359	1.561	-0.443	1.562	1.187	1.838	-0.183
	D <sub>50</sub> ( $\phi$ ):	2.024	2.343	-0.129	2.291	1.963	2.322	0.355
	D <sub>90</sub> ( $\phi$ ):	2.615	2.931	0.359	2.891	2.464	2.874	1.467
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	1.924	1.877	-0.809	1.850	2.075	1.563	-8.016
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	1.256	1.369	0.802	1.329	1.277	1.036	1.650
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	1.389	1.290	-0.403	1.242	1.406	1.229	8.287
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	0.653	0.604	0.456	0.500	0.658	0.483	0.724
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% SAND:	99.9%	99.6%	99.8%	99.7%	99.9%	99.8%	100.0%
	% MUD:	0.1%	0.4%	0.0%	0.3%	0.1%	0.2%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE SAND:	0.4%	0.5%	66.2%	0.6%	1.1%	0.7%	15.3%
	% COARSE SAND:	4.3%	4.4%	33.6%	3.8%	5.4%	4.8%	65.8%
	% MEDIUM SAND:	43.3%	12.6%	0.1%	12.8%	46.3%	5.9%	14.9%
	% FINE SAND:	50.7%	76.6%	0.0%	77.8%	45.8%	85.5%	3.9%
	% V FINE SAND:	1.2%	5.5%	0.0%	4.6%	1.4%	2.9%	0.1%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

	PA16B	PA16C	PA17A	PA17B	PA17C	PA18A	PA18C
ANALYST AND DATE:	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009	Maraglino, 7/1/2009
SIEVING ERROR:	0.3%	0.3%	0.3%	0.1%	0.0%	0.1%	0.6%
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Well Sorted	Unimodal, Moderately Well Sorted
TEXTURAL GROUP:	Sand	Sand	Slightly Gravelly Sand	Sand	Sand	Gravelly Sand	Sand
SEDIMENT NAME:	Moderately Well Sorted Medium Sand	Well Sorted Fine Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Moderately Well Sorted Medium Sand	Well Sorted Fine Sand	Very Fine Gravelly Very Coarse Sand	Moderately Well Sorted Fine Sand
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	326.1	219.8	941.8	563.9	228.5	1525.9
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_s$ ):	149.7	149.18	442.3	253.3	111.2	445.2
Arithmetic ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	1.775	4.337	2.120	1.537	3.681	2.591
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	8.020	29.39	10.79	6.378	22.57	18.28
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	293.7	204.0	845.4	508.1	208.7	1449.8
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_s$ ):	1.523	1.399	1.544	1.525	1.449	1.306
Geometric ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	-0.088	-0.368	-0.364	-0.036	0.187	-0.223
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	6.024	19.89	7.133	3.831	12.97	9.310
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}$ ):	1.768	2.294	0.242	0.977	2.261	-0.536
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_s$ ):	0.607	0.484	0.627	0.609	0.535	0.385
Logarithmic ( $\phi$ )	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	0.088	0.368	0.364	0.036	-0.187	0.223
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	6.024	19.89	7.133	3.831	12.97	9.310
FOLK AND	MEAN ( $M_z$ ):	293.4	197.3	844.9	510.8	201.9	1444.5
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_s$ ):	1.536	1.304	1.527	1.507	1.389	1.279
( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	0.052	-0.078	-0.003	0.073	0.087	-0.084
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	1.054	1.434	1.087	1.098	1.373	0.815
FOLK AND	MEAN ( $M_z$ ):	1.769	2.342	0.243	0.969	2.308	-0.531
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_s$ ):	0.619	0.383	0.611	0.592	0.474	0.356
( $\phi$ )	SKEWNESS ( $Sk_s$ ):	-0.052	0.078	0.003	-0.073	-0.087	0.084
	KURTOSIS ( $K_s$ ):	1.054	1.434	1.087	1.098	1.373	0.815
FOLK AND	MEAN:	Medium Sand	Fine Sand	Coarse Sand	Coarse Sand	Fine Sand	Very Coarse Sand
WARD METHOD	SORTING:	Moderately Well Sorted	Well Sorted	Moderately Well Sorted	Moderately Well Sorted	Well Sorted	Well Sorted
(Description)	SKEWNESS:	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical	Symmetrical
	KURTOSIS:	Mesokurtic	Leptokurtic	Mesokurtic	Mesokurtic	Leptokurtic	Platykurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	302.5	215.0	855.0	427.5	215.0	1700.0
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):						
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):						
	MODE 1 ( $\phi$ ):	1.747	2.237	0.247	1.247	2.237	-0.743
	MODE 2 ( $\phi$ ):						
	MODE 3 ( $\phi$ ):						
	D <sub>10</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	177.7	139.8	511.6	296.6	138.0	1043.3
	D <sub>30</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	289.9	204.3	847.2	501.2	204.2	1471.0
	D <sub>50</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	497.7	275.6	1384.2	898.7	325.1	1940.1
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	2.801	1.971	2.705	3.030	2.356	1.860
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	320.0	135.8	872.6	602.1	187.1	896.8
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	1.758	1.323	1.728	1.704	1.428	1.466
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	165.7	57.03	469.0	272.9	71.80	555.6
	D <sub>10</sub> ( $\phi$ ):	1.007	1.859	-0.469	0.154	1.621	-0.956
	D <sub>30</sub> ( $\phi$ ):	1.786	2.291	0.239	0.996	2.292	-0.557
	D <sub>50</sub> ( $\phi$ ):	2.493	2.838	0.967	1.753	2.857	-0.061
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	2.476	1.526	-2.061	11.38	1.763	0.064
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	1.486	0.979	1.436	1.599	1.236	0.895
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	1.590	1.193	-4.080	2.285	1.249	0.316
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	0.814	0.404	0.789	0.769	0.514	0.551
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%	0.0%	5.6%
	% SAND:	99.9%	99.8%	97.4%	100.0%	99.9%	94.4%
	% MUD:	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.6%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%	0.0%	5.1%
	% V COARSE SAND:	0.3%	0.1%	29.9%	6.2%	0.2%	89.1%
	% COARSE SAND:	9.4%	2.3%	59.1%	44.0%	2.9%	5.1%
	% MEDIUM SAND:	55.2%	9.8%	7.8%	46.0%	15.4%	0.1%
	% FINE SAND:	34.3%	85.1%	0.6%	3.5%	79.1%	68.6%
	% V FINE SAND:	0.7%	2.6%	0.1%	0.3%	2.3%	14.4%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%



		PA19A	PA19B	PA20A	PA20C
	ANALYST AND DATE:	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009	Maragliano, 7/1/2009
	SIEVING ERROR:	0.3%	0.5%	0.5%	0.2%
	SAMPLE TYPE:	Unimodal, Very Well Sorted	Unimodal, Moderately Sorted	Bimodal, Moderately Sorted	Unimodal, Moderately Sorted
	TEXTURAL GROUOP:	Slightly Gravelly Sand	Gravelly Sand	Gravelly Sand	Sand
	SEDIMENT NAME:	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand	Very Fine Gravelly Coarse Sand	ery Fine Gravelly Very Coarse San	Moderately Sorted Coarse Sand
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}_n$ ):	788.8	1848.5	1387.3	726.6
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_n$ ):	410.3	2088.5	756.9	330.7
Arithmetic ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_n$ ):	8.679	3.835	0.379	0.698
	KURTOSIS ( $K_n$ ):	106.5	20.15	2.288	4.053
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}_g$ ):	713.5	1332.8	1143.0	629.9
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_g$ ):	1.357	2.025	1.886	1.757
Geometric ( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_g$ ):	1.650	0.954	-0.436	-1.376
	KURTOSIS ( $K_g$ ):	13.94	4.016	2.148	5.875
METHOD OF	MEAN ( $\bar{x}_\phi$ ):	0.487	-0.414	-0.193	0.667
MOMENTS	SORTING ( $\sigma_\phi$ ):	0.440	1.018	0.916	0.813
Logarithmic ( $\phi$ )	SKEWNESS ( $Sk_\phi$ ):	-1.650	-0.954	0.436	1.376
	KURTOSIS ( $K_\phi$ ):	13.94	4.016	2.148	5.875
FOLK AND	MEAN ( $M_n$ ):	705.2	1279.0	1185.3	653.2
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_n$ ):	1.270	1.964	1.904	1.665
( $\mu\text{m}$ )	SKEWNESS ( $Sk_n$ ):	0.038	0.239	-0.351	-0.251
	KURTOSIS ( $K_n$ ):	0.760	1.004	0.723	1.409
FOLK AND	MEAN ( $M_g$ ):	0.504	-0.355	-0.245	0.614
WARD METHOD	SORTING ( $\sigma_g$ ):	0.345	0.974	0.929	0.736
( $\phi$ )	SKEWNESS ( $Sk_g$ ):	-0.038	-0.239	0.351	0.251
	KURTOSIS ( $K_g$ ):	0.760	1.004	0.723	1.409
FOLK AND	MEAN:	Coarse Sand	Very Coarse Sand	Very Coarse Sand	Coarse Sand
WARD METHOD	SORTING:	Very Well Sorted	Moderately Sorted	Moderately Sorted	Moderately Sorted
(Description)	SKEWNESS:	Symmetrical	Coarse Skewed	Very Fine Skewed	Fine Skewed
	KURTOSIS:	Platykurtic	Mesokurtic	Platykurtic	Leptokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	605.0	855.0	1700.0	855.0
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):			605.0	
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):				
	MODE 1 ( $\phi$ ):	0.747	0.247	-0.743	0.247
	MODE 2 ( $\phi$ ):			0.747	
	MODE 3 ( $\phi$ ):				
	$D_{10}$ ( $\mu\text{m}$ ):	519.7	598.5	461.1	329.9
	$D_{50}$ ( $\mu\text{m}$ ):	702.3	1180.6	1407.0	690.5
	$D_{90}$ ( $\mu\text{m}$ ):	962.8	3480.6	2442.8	1144.8
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1.853	5.815	5.298	3.470
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	443.1	2882.0	1981.7	814.9
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1.470	2.496	2.975	1.752
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	273.4	1178.7	1272.1	384.4
	$D_{10}$ ( $\phi$ ):	0.055	-1.799	-1.289	-0.195
	$D_{50}$ ( $\phi$ ):	0.510	-0.240	-0.493	0.534
	$D_{90}$ ( $\phi$ ):	0.944	0.740	1.117	1.600
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\phi$ ):	17.28	-0.412	-0.867	-8.203
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\phi$ ):	0.889	2.540	2.405	1.795
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\phi$ ):	3.463	-0.353	-0.677	6.097
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\phi$ ):	0.556	1.320	1.573	0.809
	% GRAVEL:	1.2%	24.2%	21.5%	0.0%
	% SAND:	98.8%	75.8%	78.5%	100.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	2.5%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.4%	5.1%	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.8%	16.6%	21.5%	0.0%
	% V COARSE SAND:	4.1%	34.6%	38.8%	14.3%
	% COARSE SAND:	89.9%	39.6%	27.3%	62.6%
	% MEDIUM SAND:	4.7%	1.5%	12.0%	15.8%
	% FINE SAND:	0.1%	0.1%	0.3%	4.8%
	% V FINE SAND:	0.0%	0.0%	0.1%	2.5%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Componenti accessori ed in tracce	PA01A	PA01B	PA03A	PA03B	PA03C	PA04A	PA04B	PA04C	PA05A	PA05B	PA05C	PA06B	PA06C	PA09A	PA09B	PA09C	PA12B	PA12C	PA15C	PA17A	PA17B	PA17C	PA19A	PA19B
quarzo (%)	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
quarzo policristallino (%)	-	-	-	0,25	-	0,5	-	0,5	-	-	tracce	0,8	0,7	-	0,5	0,5	0,8	-	-	-	-	0,9	-	-
quarzarenite (%)	-	0,8	-	-	-	0,5	0,2	tracce	-	-	0,6	-	-	-	-	-	tracce	0,5	-	-	-	0,2	-	-
chert (%)	-	0,8	-	-	tracce	-	0,7	-	-	0,5	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
ossidi di ferro (%)	-	-	-	-	0,5	-	tracce	0,3	0,3	0,2	0,8	-	-	-	tracce	-	tracce	0,2	tracce	-	0,2	-	-	-
ossidi opachi (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	tracce	-	tracce	tracce	0,3	tracce	-	-	-
calcite/dolomite (%)	-	0,3	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-
dolomia cristallina (%)	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8	-	-	-	0,5	0,8	-	-	-	-	-	-	-
feldspato potassico (%)	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	tracce	-	0,2	0,3	tracce	tracce	tracce	0,7	0,7	-	0,7	0,5	0,3	0,3
plagioclasio (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	-	-	-	-	-	-	-	-
argillite (%)	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,5	-	0,5	-	0,3	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-	-	0,3
litici vulcanici (%)	-	tracce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	0,3	-	-	tracce	-	-	-	0,2	-	-	-
pirosseno (%)	-	tracce	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	tracce	0,2	-	tracce	-	tracce	-	tracce	-	-	tracce	-	-
tormalina (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	-	-	-	tracce	-	-	-	tracce	-	-	-	-	-
glauconite (%)	-	-	-	-	-	-	0,2	tracce	-	-	-	-	0,2	-	tracce	tracce	tracce	tracce	0,2	-	-	tracce	-	-
clorite (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-
zircono (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	-	-	tracce	-	-	tracce	-	-
granato (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	-	-	-	-
mica (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	-
granuli gneissici (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bioclasti (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
terrecotte (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tracce	-	-	-

	PA01A	PA03A	PA04A	PA05A	PA09A	PA17A	PA19A
frazione fine e molto fine di sedimento (% in peso)	33.35	5.81	17.73	5.75	2.19	0.38	0.14
minerali pesanti nella frazione fine e molto fine (% in peso)	8.05	9.48	0.83	6.03	1.46	3.27	3.03
percentuale dei singoli minerali pesanti nella frazione fine e molto fine di sedimento (% in peso)	ossidi di ferro	0.02	0.02	0.39	3.46	0.55	0.44
	leucoxeno	0.01	0.01	0.24	0.72	0.24	2.05
	ilmenite	0.01	0.00	0.02	0.38	0.04	0.15
	granato	0.00	0.00	0.01	0.05	0.02	0.08
	tormalina	0.07	0.00	0.05	0.22	0.10	0.04
	rutilo	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	zircono	0.00	0.15	0.02	0.07	0.02	0.01
	apatite	0.02	0.39	0.01	0.02	0.01	0.02
	carbonati	7.91	8.90	0.08	1.08	0.48	0.49
minio (granuli artificiali)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Per quanto riguarda i parametri granulometrici, l'ARPA Sicilia ha proceduto all'elaborazione della carta di distribuzione del parametro statistico Mz (Mean size), determinato secondo il metodo di Folk & Ward (metodo originale), attraverso l'utilizzo dell'algoritmo di interpolazione più soddisfacente in termini di capacità di rappresentare l'andamento spaziale dei dati di partenza, tenendo presente la natura dei processi ambientali che stanno alla base del fenomeno la cui variabilità spaziale si vuole modellizzare.

Per quanto riguarda i parametri mineralogici, ci si è limitati, vista l'entità della spaziatura tra i transetti lungo cui è stata determinata la composizione mineralogico-petrografica, ad elaborare le mappe di distribuzione dei dati puntuali sulla frequenza percentuale dei componenti principali rinvenuti nei singoli campioni di sedimento analizzati in sezione sottile al microscopio ottico polarizzatore, nonché l'abbondanza relativa dei minerali pesanti rinvenuti nella frazione fine e molto fine dei sedimenti campionati.

Di seguito si descrivono le attività effettuate ed i risultati ottenuti.

### **CARTA DI DISTRIBUZIONE DEL PARAMETRO Mz (FOLK E WARD, 1957) DEI SEDIMENTI DELL'AREA COSTIERA**

Per quanto riguarda l'elaborazione della carta di distribuzione del parametro granulometrico Mz (mean size) determinato secondo il metodo di Folk & Ward (metodo originale), le attività svolte sono consistite nell'applicazione di tecniche di interpolazione spaziale al set di dati campionari di partenza, al fine di produrre la mappa della distribuzione del parametro Mz dei sedimenti dell'area marino-costiera del Golfo di Palermo.

L'interpolazione spaziale è un processo che stima il valore di una variabile in generico punto di un dominio spaziale a partire da un certo numero di punti in cui la variabile è stata misurata, basandosi sul presupposto che la variabile di interesse sia continua e spazialmente dipendente. Esistono molti metodi di interpolazione che si basano su algoritmi deterministici o stocastici per stimare, a partire dagli  $n$  punti in cui la variabile è nota, il valore della stessa variabile nei nodi di un *grid* regolare che copre l'area di interesse. Poiché lo scopo dell'interpolazione spaziale è quello di creare la superficie che meglio rappresenti la realtà empirica dei dati campionari, la scelta del metodo da utilizzare deve basarsi sulla conoscenza dei processi che stanno alla base del fenomeno che si vuole modellizzare, sul *pattern* di distribuzione dei punti di campionamento della variabile e sulla capacità del modello di interpolazione di riprodurre nei punti di campionamento della variabile i valori misurati, cioè di generare un buon *fitting* dei dati sperimentali di partenza. Con riferimento a questo ultimo punto, è possibile fare ricorso ad una procedura di validazione del modello che si vuole utilizzare, nota come *cross-validation*, che permette di valutare la qualità relativa del *grid* prodotto con quel modello, calcolando ed investigando gli errori del *grid* rispetto ai dati campionari di partenza. Nel processo di *crossvalidation*, infatti, gli errori sono calcolati secondo l'espressione:

$$\text{errore} = \text{valore interpolato} - \text{valore osservato}$$

dove, per ciascun punto di osservazione, il valore viene interpolato utilizzando l'algoritmo (con i relativi parametri di input selezionati) e tutte le altre osservazioni del set di partenza tranne l'osservazione del quel punto. In tal modo si generano  $N$  errori di interpolazione quanti sono i dati sperimentali di partenza, errori di cui possono essere calcolate le statistiche di sintesi, che possono tra l'altro essere utilizzate come una misura quantitativa e oggettiva della qualità del metodo di interpolazione. Tale procedura, fornendo una valutazione della qualità del *grid* ottenuto con un determinato modello, può essere utilizzata per confrontare tra loro differenti modelli e selezionare quello migliore in termini di capacità di *fitting* dei dati campionari di partenza.

Nel caso in studio, ai fini della produzione del *grid* della variabile Mz dei sedimenti dell'area costiera del Golfo di Palermo a partire dal set di dati di partenza riportati in Tabella 5.7 e mappati in Figura 1, è stato dapprima effettuato uno *screening* dei metodi di interpolazione maggiormente utilizzati nella letteratura scientifica di settore per la modellizzazione geospaziale di parametri sedimentologici in ambito marino-costiero. Sono stati quindi individuati, ed applicati con differenti set di parametri di input, alcuni modelli di interpolazione basati sia su algoritmi geostatistici quali il *Kriging* (previa analisi e modellizzazione del variogramma sperimentale relativo alla variabile Mz da interpolare), sia su algoritmi deterministici quali il *Minimum Curvature* ed il *Radial Basis Function*.

E' stata quindi applicata a ciascun modello la procedura di *crossvalidation* e sono stati confrontati tra loro i risultati ottenuti in termini di capacità di predizione dei valori osservati nei punti di misura. Al termine di tale fase è stato selezionato l'algoritmo del *Minimum Curvature* (Smith and Wessel, 1990, pubblicazione alla quale si rimanda per la descrizione dettagliata del metodo), per la sua capacità di produrre un *grid* di qualità della variabile Mz dei sedimenti dell'area costiera del Golfo di Palermo, con un buon *fitting* dei dati sperimentali di partenza. Il modello è stato quindi ottimizzato, sempre tramite *cross-validation*, per quanto riguarda il settaggio dei parametri di input, e i risultati da esso ottenuti in termini di confronto tra i valori predetti ed i valori osservati della variabile nei punti di misura, sono evidenziati nello *scatterplot* di Figura 5.34.

Il modello così selezionato e messo a punto è stato quindi applicato all'intero set di dati campionari di partenza per la creazione del *grid* del parametro Mz dei sedimenti dell'area costiera del Golfo di Palermo, nello stesso sistema cartografico di riferimento dei dati originari (WGS84 UTM33N). Le figure 3 e 4 illustrano le carte di distribuzione del parametro Mz (f) nelle aree comprese rispettivamente tra Capo Gallo ed il Porto di Palermo e tra il Porto di Palermo e Capo Mongerbino.

Va detto che nelle suddette carte è stato mappato anche il tematismo relativo alle principali linee isobatimetriche del golfo di Palermo derivanti da cartografia nautica a piccola scala (1:100.000). Pertanto, eventuali scostamenti tra l'isobatimetrica -10 m e la posizione planimetrica dei punti di campionamento ubicati alla stessa profondità (campioni indicati con il suffisso "C") sono imputabili alla minore accuratezza del tematismo derivante dalla cartografia a minore scala utilizzata.

Come evidenziato dalla cartografia prodotta, e già peraltro desumibile dai risultati delle indagini sedimentologiche puntuali precedentemente condotte, la distribuzione del parametro granulometrico Mz (Folk e Ward, 1957) dei sedimenti delle spiagge emerse e sommerse del Golfo di Palermo mostra una generale tendenza alla diminuzione del granulo medio lungo la direzione ortogonale alla linea di costa, con una concentrazione di sedimenti più grossolani, prevalentemente ricadenti nella classe delle sabbie grossolane ( $0 < f < 1$ ) ed in misura molto minore in quella delle sabbie molto grossolane ( $-0.99 < f < 0$ ), lungo la battigia e sottocosta fino a profondità generalmente inferiori ai -5 m. I sedimenti con tessitura più fine, ricadenti per lo più nelle classi delle sabbie medie ( $1.01 < f < 2$ ) e fini ( $2.01 < f < 3$ ), si rinvennero a profondità generalmente inferiori a -5 m e caratterizzano le spiagge sommerse fino alla profondità di -10 m. Fanno eccezione i sedimenti del Golfo di Mondello e delle spiagge delle località di Vergine Maria e dell'Arenella, dove le sabbie medie caratterizzano sia le spiagge emerse che sommerse pressochè lungo tutto il profilo trasversale investigato.

n.	Id_punto di campionamento	Nord (m)	Est (m)	Mz ( $\phi$ )
1	PA01A	4229947.439	353394.636	1.889
2	PA02A	4229326.513	353626.664	1.319
3	PA03A	4228947.020	354155.136	1.317
4	PA04A	4225596.380	357040.483	1.400
5	PA05A	4224075.338	357622.348	0.967
6	PA06A	4219506.631	357932.048	0.463
7	PA07A	4218877.496	358651.997	0.405
8	PA08A	4218526.993	359303.722	-2.079
9	PA09A	4218112.864	360076.238	0.500
10	PA10A	4217917.442	360681.964	1.213
11	PA11A	4217875.061	361363.479	0.845
12	PA13A	4217467.658	363573.862	-0.378
13	PA14A	4217546.366	364403.566	-0.086
14	PA16A	4217733.857	366112.264	0.505
15	PA17A	4217908.043	366772.954	0.243
16	PA18A	4218174.318	367459.408	-0.531
17	PA19A	4218559.593	368415.847	0.504
18	PA20A	4218798.685	368882.501	-0.245
19	PA01B	4230004.194	353663.245	-0.488
20	PA02B	4229537.847	353873.812	1.668
21	PA03B	4229286.024	354161.232	1.275
22	PA04B	4225718.490	357115.631	2.179
23	PA05B	4224135.756	357696.418	1.967
24	PA06B	4219597.050	358055.439	2.229
25	PA07B	4219029.935	358752.083	0.609
26	PA08B	4218679.860	359379.424	2.136
27	PA09B	4218358.590	360129.141	2.263
28	PA10B	4218162.866	360759.228	2.225
29	PA11B	4217997.098	361438.622	1.574
30	PA12B	4217758.990	362750.287	1.505
31	PA13B	4217657.540	363284.603	2.005
32	PA15B	4217840.759	365236.909	1.950
33	PA16B	4217949.971	366091.435	1.769
34	PA17B	4218124.155	366752.109	0.969
35	PA19B	4218715.296	368320.930	-0.355
36	PA02C	4229718.011	354144.737	1.726
37	PA03C	4229622.516	354313.299	1.656
38	PA04C	4225777.936	357238.397	1.690
39	PA05C	4224164.900	357794.306	1.919
40	PA06C	4219748.521	358204.271	2.419
41	PA07C	4219243.960	358853.234	2.439
42	PA08C	4218895.154	359407.526	2.367
43	PA09C	4218511.046	360229.204	2.787
44	PA10C	4218284.480	360858.842	2.159
45	PA11C	4218212.397	361466.670	2.234
46	PA12C	4217971.941	362924.476	2.296
47	PA13C	4217867.125	363653.620	2.361
48	PA14C	4217916.614	364385.350	2.326
49	PA15C	4218026.543	365191.218	2.375
50	PA16C	4218166.597	366046.233	2.342
51	PA17C	4218340.777	366706.891	2.308
52	PA18C	4218576.594	367368.522	2.532
53	PA20C	4219107.725	368838.810	0.614

**Tabella 5.7 – Valori del parametro Mz (Folk e Ward, 1957) dei sedimenti campionati nell'area costiera del Golfo di Palermo**



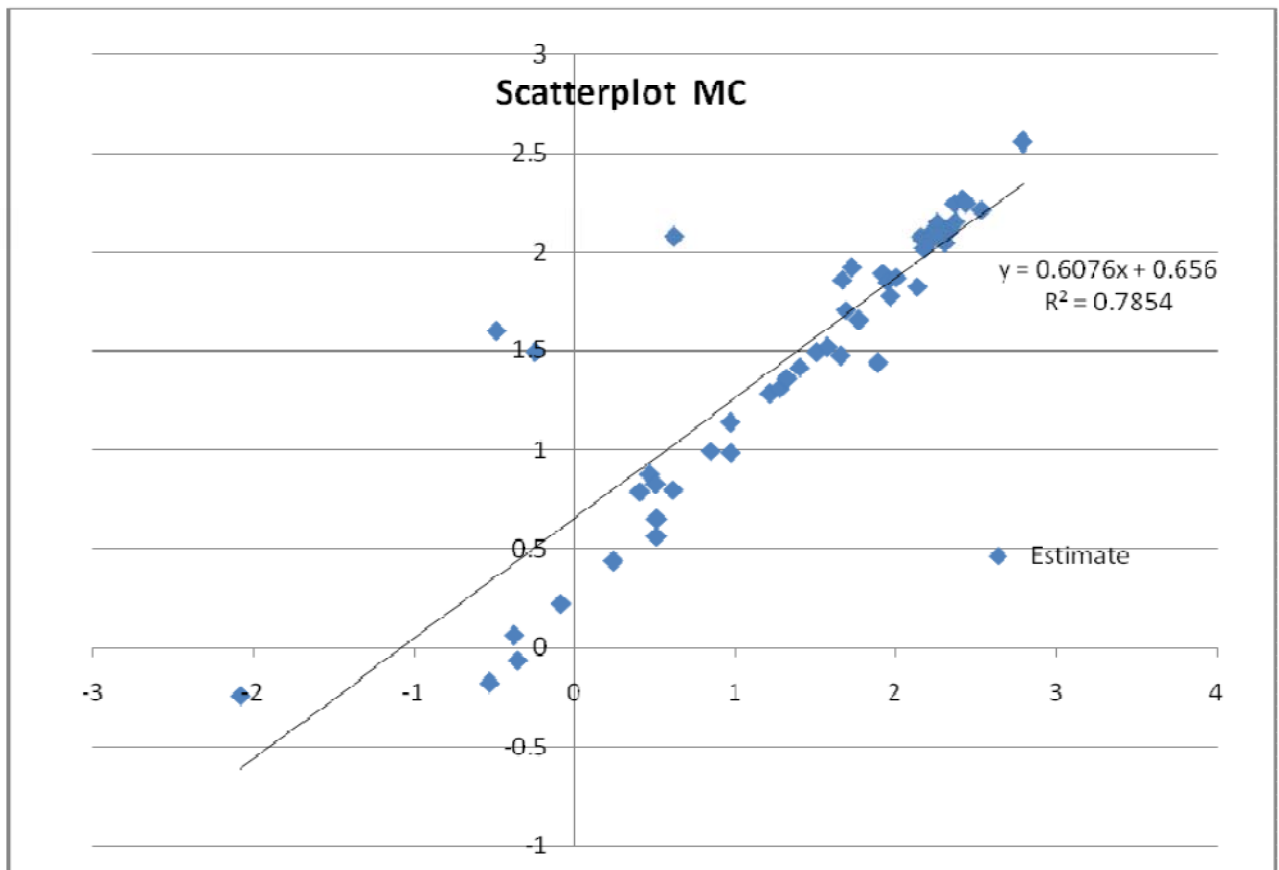


Figura 5.34 – Scatterplot dei valori predetti (lungo l’asse delle ordinate) vs. i valori misurati (lungo l’asse delle ascisse) ottenuto con i risultati della procedura di *cross-validation* applicata al metodo di interpolazione *Minimum Curvature* (Smith and Wessel, 1990)

## MAPPATURA DELLA COMPOSIZIONE MINERALOGICA DEI SEDIMENTI DELL’AREA COSTIERA

Nell’ambito delle attività svolte dall’A.R.P.A. di caratterizzazione mineralogica dei sedimenti dell’area costiera del Golfo di Palermo, le indagini sono state effettuate su un’aliquota dei campioni di sedimento prelevati per le determinazioni granulometriche, limitatamente a 10 dei 20 transetti di misura, per un totale di n. 24 campioni di sedimento superficiale di cui è stata determinata la composizione mineralogico-petrografica tramite analisi in sezione sottile al microscopio ottico polarizzatore utilizzando il metodo della conta dei punti (Chayes, 1956). Dei 24 campioni di cui è stata determinata la composizione modale, 7, provenienti tutti da siti di campionamento dell’area di battigia delle spiagge, sono stati altresì sottoposti alla determinazione del contenuto in minerali pesanti.

I risultati delle indagini puntuali sopraindicate, riportati nella Tabella 5.8 e Tabella 5.9, vengono di seguito integrati dalle mappe di distribuzione dei parametri determinati nei singoli punti di campionamento, attraverso l’utilizzo di applicativi GIS per la loro rappresentazione spaziale. In particolare, nelle figure 5 e 6 vengono riportate le mappe di distribuzione dei componenti mineralogici principali dei sedimenti nelle aree comprese rispettivamente tra Capo Gallo ed il Porto di Palermo e tra il Porto di Palermo e Capo Mongerbino.

Nella figura 7 è riportata la mappa di distribuzione dei minerali pesanti nei campioni di battigia dell'intera area costiera del Golfo di Palermo. Anche in questo caso, come già detto per le carte granulometriche, nelle carte di distribuzione dei parametri mineralogici è stato mappato anche il tematismo relativo alle principali linee isobatimetriche del golfo di Palermo derivanti da cartografia nautica a piccola scala (1:100.000); pertanto, anche in questo caso eventuali scostamenti tra l'isobatimetrica -10 m e la posizione planimetrica dei punti di campionamento ubicati alla stessa profondità (campioni indicati con il suffisso "C") sono imputabili alla minore accuratezza del tematismo derivante dalla cartografia a minore scala utilizzata.

L'analisi dei dati illustrati nelle tabelle e nelle figure mostra come i sedimenti dell'area costiera compresa tra Capo Gallo ed il Porto di Palermo presentino una composizione mineralogicopetrografica caratterizzata in maniera preponderante da litici carbonatici e bioclasti, con piccole quantità di granuli quarzosi e calcitici/dolomitici. I bioclasti presentano delle frequenze percentuali maggiori lungo le spiagge del golfo di Mondello rispetto a quelle delle località di Vergine Maria e dell'Arenella, dove invece si riscontrano percentuali un po' maggiori di granuli quarzosi e calcitici/dolomitici (fig. 5).

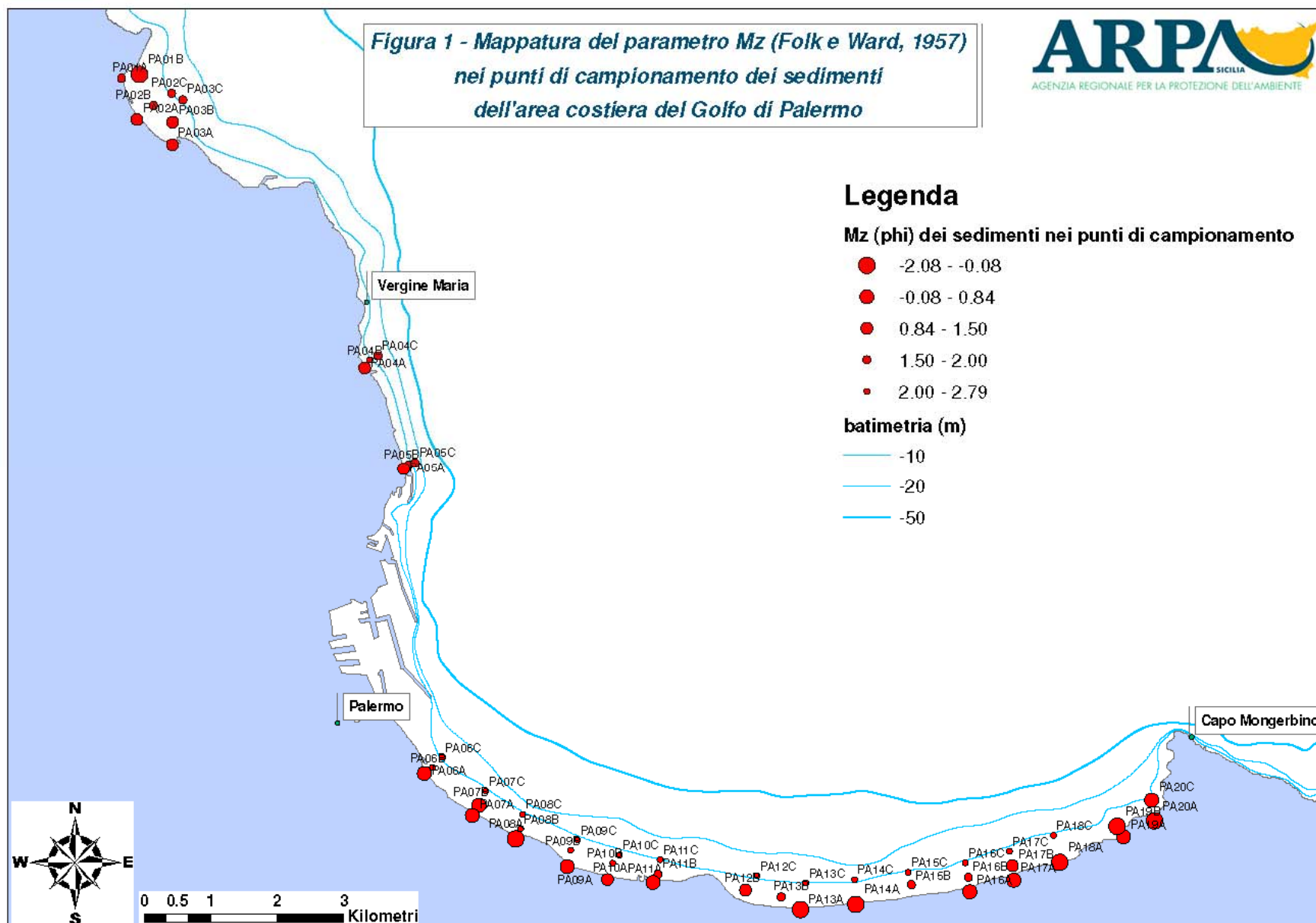
La componente silicea dei sedimenti, rappresentata principalmente da granuli di quarzo e secondariamente da granuli di chert, quarzarenite e quarzo policristallino, risulta invece più abbondante nel settore costiero compreso tra il porto di Palermo e Capo Mongerbino (fig. 6), dove si osserva un graduale aumento via via che ci si sposta verso est della componente silicea dei sedimenti a discapito dei litici carbonatici, fino ad arrivare ad una prevalenza dei granuli di quarzo, chert, quarzo policristallino e quarzarenite sui litici carbonatici lungo il litorale di Aspra. Nei sedimenti dell'area costiera compresa tra il porto di Palermo e Capo Mongerbino sono altresì presenti percentuali variabili di granuli di calcite/dolomite e bioclasti. La distribuzione dei minerali pesanti nella frazione fine e molto fine dei sedimenti provenienti dalla battigia dell'area costiera dell'intero golfo di Palermo (fig. 7) mette in evidenza come lungo la spiaggia del golfo di Mondello siano presenti quasi esclusivamente minerali pesanti di natura carbonatica, mentre le spiagge delle località di Vergine Maria e dell'Arenella sono caratterizzate dalla presenza preponderante di minerali pesanti a base di Ferro e Titanio quali ossidi di ferro e leucoxeno e da minori quantità di carbonati, ilmenite, tormalina, zirconio e granato. Leucoxeno, ossidi di ferro e carbonati sono presenti, in proporzioni consistenti ma variabili, anche nella frazione fine e molto fine dei sedimenti provenienti dal settore orientale del golfo di Palermo, dove tale frazione granulometrica risulta inoltre meno abbondante rispetto ai sedimenti provenienti dal settore occidentale. Piccole quantità di ilmenite, granato, tormalina e zirconio si riscontrano anche lungo questo tratto di litorale del golfo di Palermo.

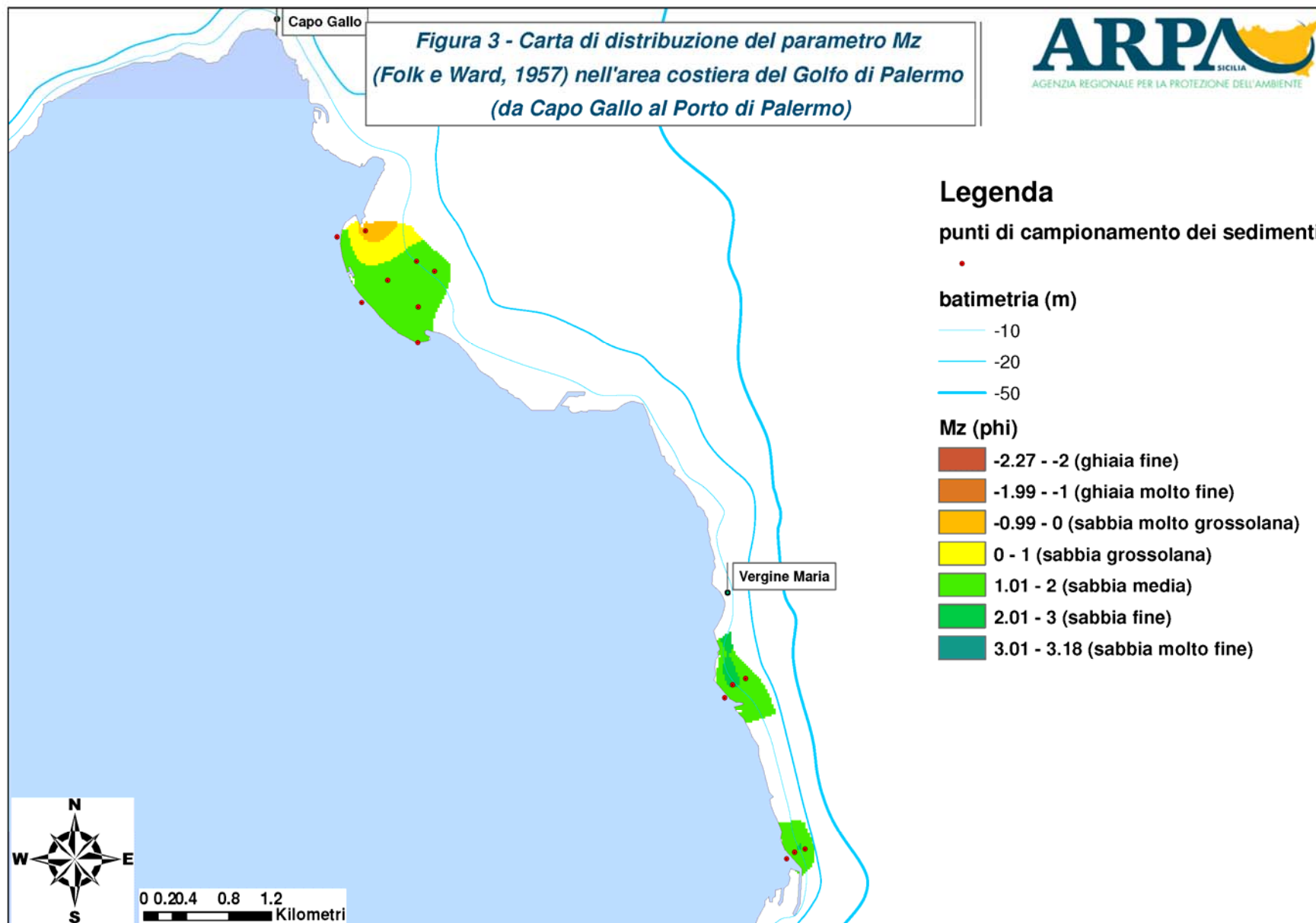
n.	Id_punto	Nord (m)	Est (m)	Calcite/ Dolomite	Quarzo	Ossidi opachi	Bioclasti	Quarzo policristallino	Quarzarenite	Chert	Litici carbonatici	Dolomia cristallina	Granuli argillosi	Ossidi di Ferro
1	PA01A	4229947.439	353394.636	4.80	3.50	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	66.80	0.00	0.00	0.00
2	PA03A	4228947.020	354155.136	1.00	1.40	0.00	72.60	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00
3	PA04A	4225596.380	357040.483	1.50	16.50	0.00	10.00	0.50	0.50	1.30	68.50	1.30	0.00	0.00
4	PA05A	4224075.338	357622.348	4.50	15.80	1.30	6.80	1.80	1.30	1.30	44.00	23.30	0.00	0.30
5	PA09A	4218112.864	360076.238	0.80	29.10	0.00	8.80	3.00	1.80	11.00	25.80	19.00	0.00	0.00
6	PA17A	4217908.043	366772.954	1.80	29.00	0.30	1.50	4.50	5.50	19.30	26.80	10.80	0.00	0.00
7	PA19A	4218559.593	368415.847	0.30	52.50	0.00	9.30	10.80	1.80	10.50	13.80	1.00	0.00	0.00
8	PA01B	4230004.194	353663.245	0.30	0.80	0.00	42.40	0.00	0.80	0.80	52.90	2.10	0.00	0.00
9	PA03B	4229286.024	354161.232	0.50	1.50	0.00	58.50	0.25	0.00	0.00	38.50	0.80	0.00	0.00
10	PA04B	4225718.490	357115.631	4.20	14.00	0.00	1.20	0.00	0.20	0.70	79.10	0.00	0.00	0.00
11	PA05B	4224135.756	357696.418	6.70	10.60	0.00	3.10	0.00	0.00	0.50	77.90	0.00	0.00	0.20
12	PA06B	4219597.050	358055.439	2.80	31.80	0.00	6.30	0.80	0.00	6.50	48.80	0.80	0.00	0.00
13	PA09B	4218358.590	360129.141	8.80	33.80	0.00	1.00	0.50	0.00	3.30	52.60	0.00	0.00	0.00
14	PA12B	4217758.990	362750.287	4.80	31.80	0.00	6.30	0.80	0.00	6.50	48.80	0.80	0.00	0.00
15	PA17B	4218124.155	366752.109	4.80	23.60	0.00	3.30	3.80	4.00	20.70	33.60	3.60	1.40	0.20
16	PA19B	4218715.296	368320.930	0.00	28.60	0.00	10.30	10.30	4.10	24.20	20.40	1.50	0.00	0.00
17	PA03C	4229622.516	354313.299	2.10	2.40	0.00	44.50	0.00	0.00	0.00	49.50	1.10	0.00	0.50
18	PA04C	4225777.936	357238.397	1.80	10.00	0.00	19.50	0.50	0.00	1.30	66.30	0.00	0.00	0.30
19	PA05C	4224164.900	357794.306	3.60	5.80	0.00	13.10	0.00	0.60	1.10	74.20	0.80	0.00	0.80
20	PA06C	4219748.521	358204.271	23.50	31.10	0.00	1.70	0.70	0.00	1.20	40.00	0.00	0.00	1.00
21	PA09C	4218511.046	360229.204	5.50	6.30	0.00	13.70	0.50	0.00	0.30	71.80	0.50	0.00	1.30
22	PA12C	4217971.941	362924.476	16.50	39.90	0.00	1.40	0.00	0.50	4.20	36.60	0.00	0.00	0.20
23	PA15C	4218026.543	365191.218	15.20	47.30	0.00	0.50	1.00	0.00	6.70	28.40	0.00	0.00	0.00

**Tabella 5.8 – Composizione mineralogica principale (frequenza percentuale) dei sedimenti campionati nell'area costiera del Golfo di Palermo**

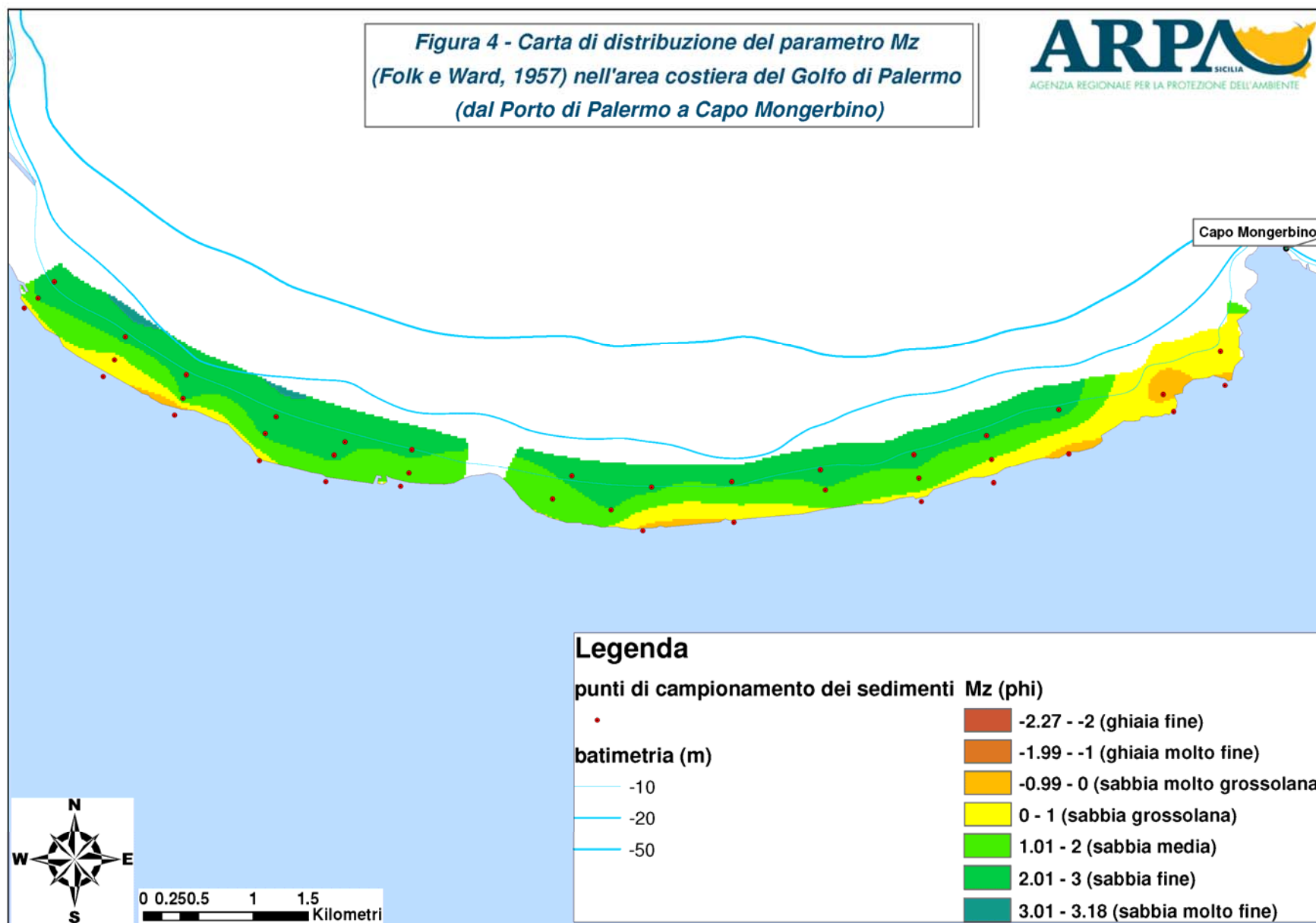
n.	Id_punto	Nord (m)	Est (m)	frazione fine e molto fine di sedimento (% in peso)	minerali pesanti nella frazione fine e molto fine (% in peso)	percentuale dei singoli minerali pesanti nella frazione fine e molto fine di sedimento (% in peso)									
						ossidi di ferro	leucosseno	Ilmenite	Granato	Tormalina	Rutilo	Zircone	Apatite	Carbonati	Minio (granuli)
1	PA01A	4229947.439	353394.636	33.35	8.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.07	0.00	0.00	0.02	7.91	0.00
2	PA03A	4228947.020	354155.136	5.81	9.48	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.39	8.90	0.00
3	PA04A	4225596.380	357040.483	17.73	0.83	0.39	0.24	0.02	0.01	0.05	0.00	0.02	0.01	0.08	0.00
4	PA05A	4224075.338	357622.348	5.75	6.03	3.46	0.72	0.38	0.05	0.22	0.01	0.07	0.02	1.08	0.00
5	PA09A	4218112.864	360076.238	2.19	1.46	0.55	0.24	0.04	0.02	0.10	0.00	0.02	0.01	0.48	0.00
6	PA17A	4217908.043	366772.954	0.38	3.27	0.44	2.05	0.15	0.08	0.04	0.00	0.01	0.02	0.49	0.00
7	PA19A	4218559.593	368415.847	0.14	3.03	0.64	0.54	0.08	0.05	0.05	0.01	0.05	0.01	1.53	0.07

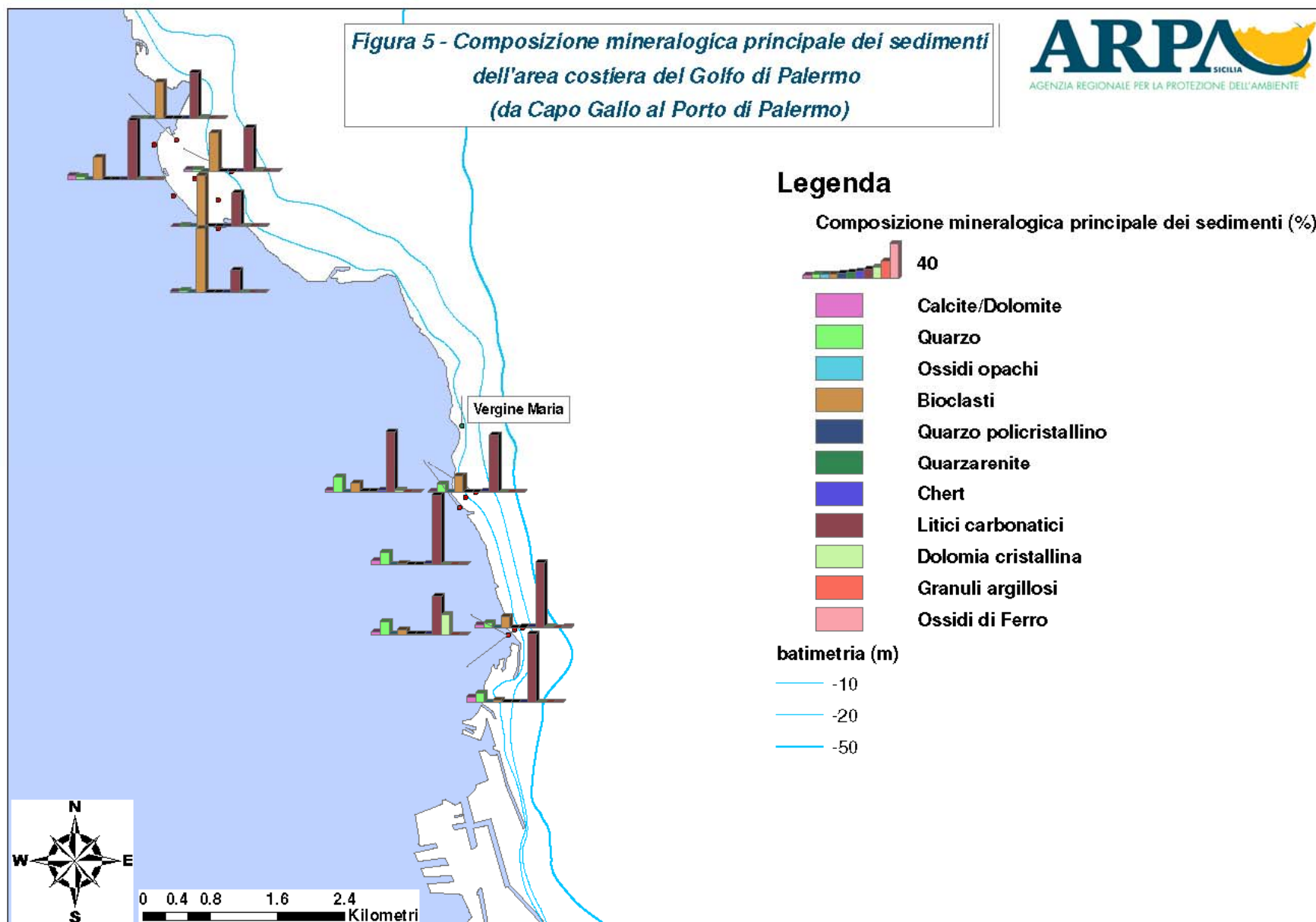
**Tabella 5.9 – Percentuale in peso dei minerali pesanti presenti nella frazione fine e molto fine dei sedimenti campionati nell'area costiera del Golfo di Palermo**

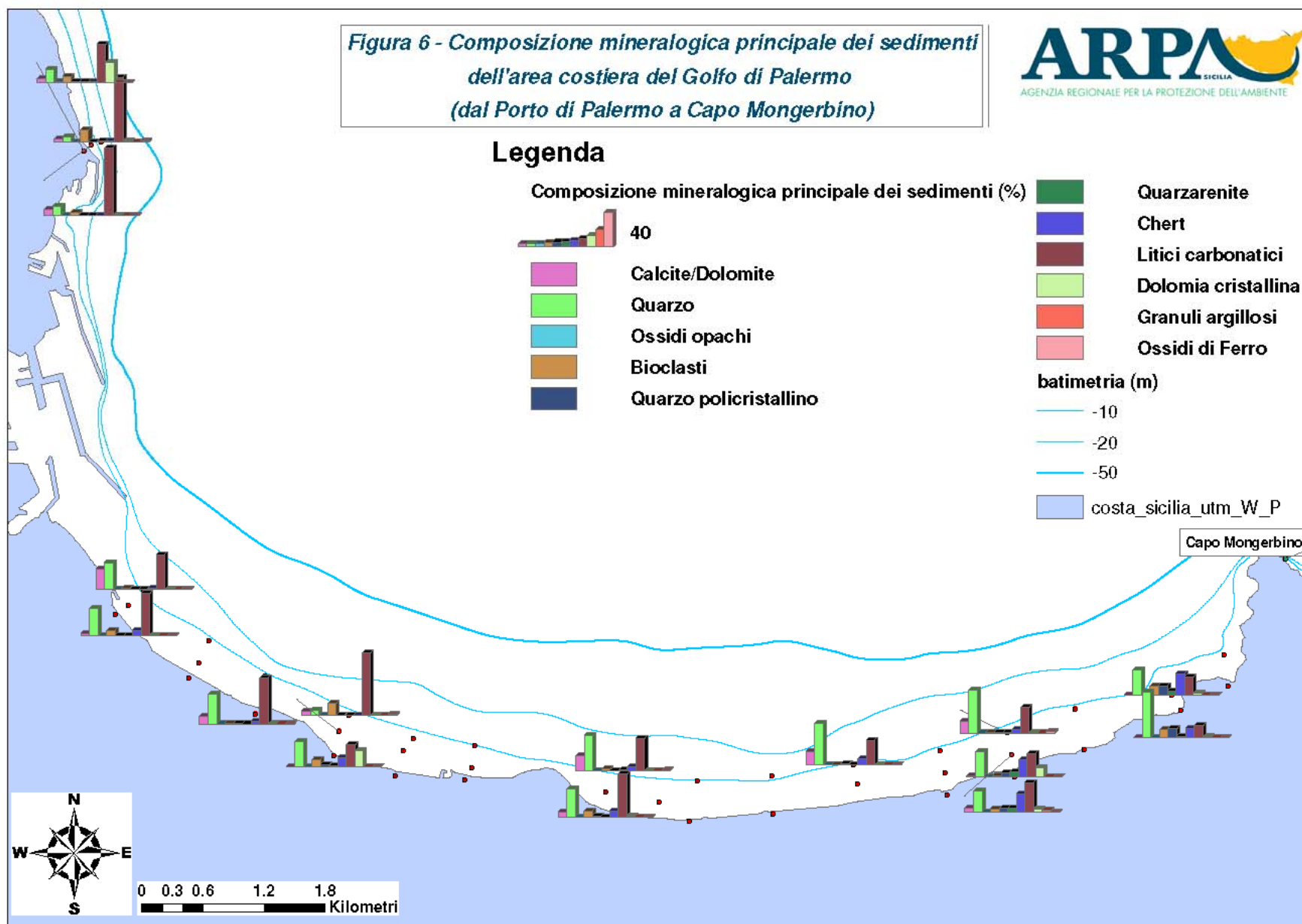


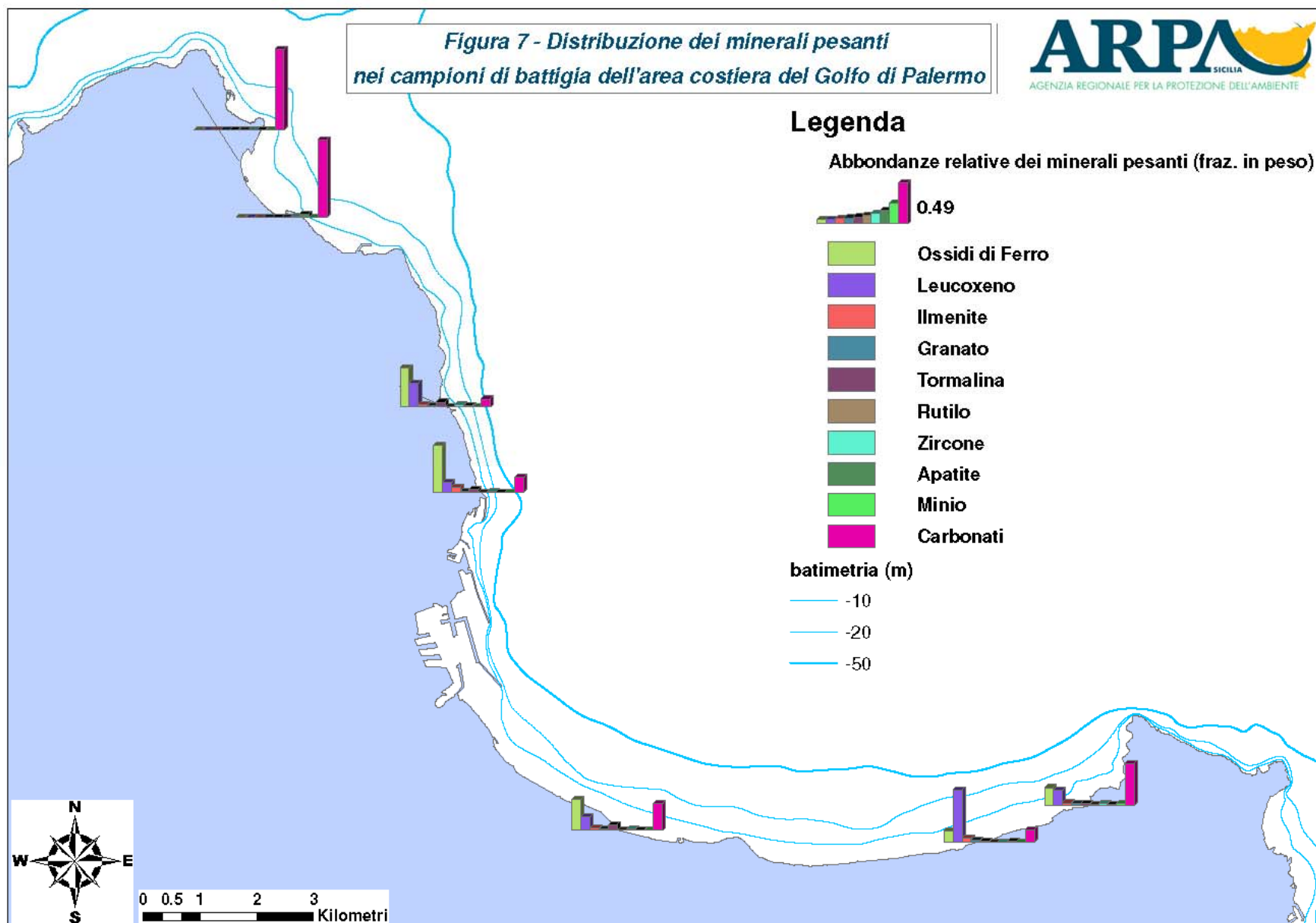








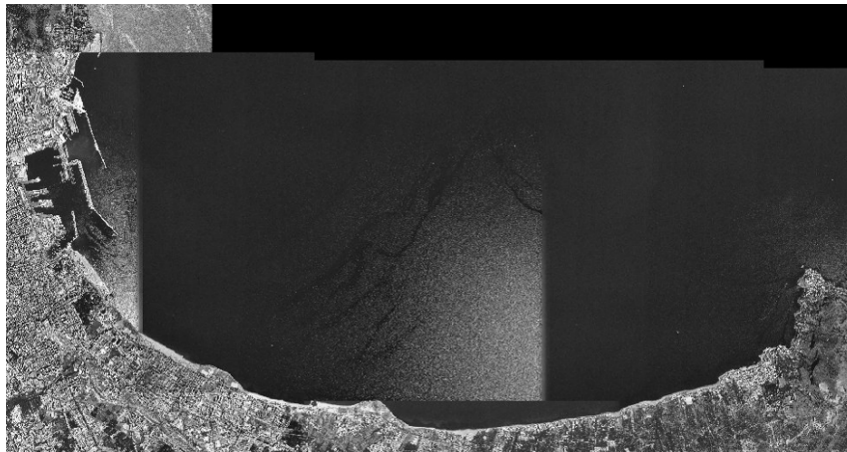




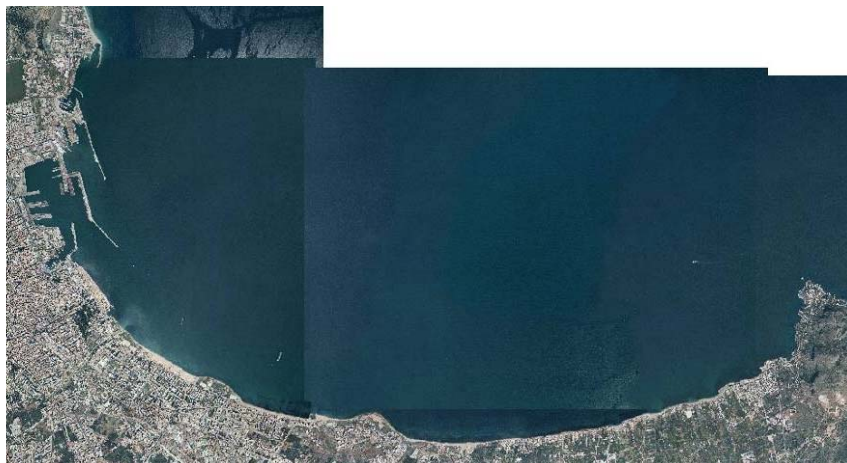
### 5.3.2 Comportamento dinamico del litorale

In entrambi i tratti sabbiosi indicati con le lettere “B” e “C” (cfr. Figura 5.24) si notano dei segni di evoluzione della linea di riva, tuttavia non disponendo di rilievi pregressi non è possibile definire un trend evolutivo di dettaglio. E' però possibile avere un'idea di tipo qualitativo dell'evoluzione della linea di riva osservando le differenti fotografie aeree dell'area per gli anni 1994, 2000 e 2006 e alla più aggiornata fotografia satellitare pubblicata dall'ormai noto sito di Google Earth.

La comparazione delle tre foto fatte nei tre diversi anni non mostra evidenti segni di erosione o di deposito in zone particolari. Globalmente sembra quindi che non vi siano significativi spostamenti di sedimento o nel qual caso sono caratteristici di un equilibrio dinamico.



**Figura 5.35 – Ortofotopiano dell'area oggetto di studio dal Porto dell'Arenella a Punta Mongerbino del 1994**



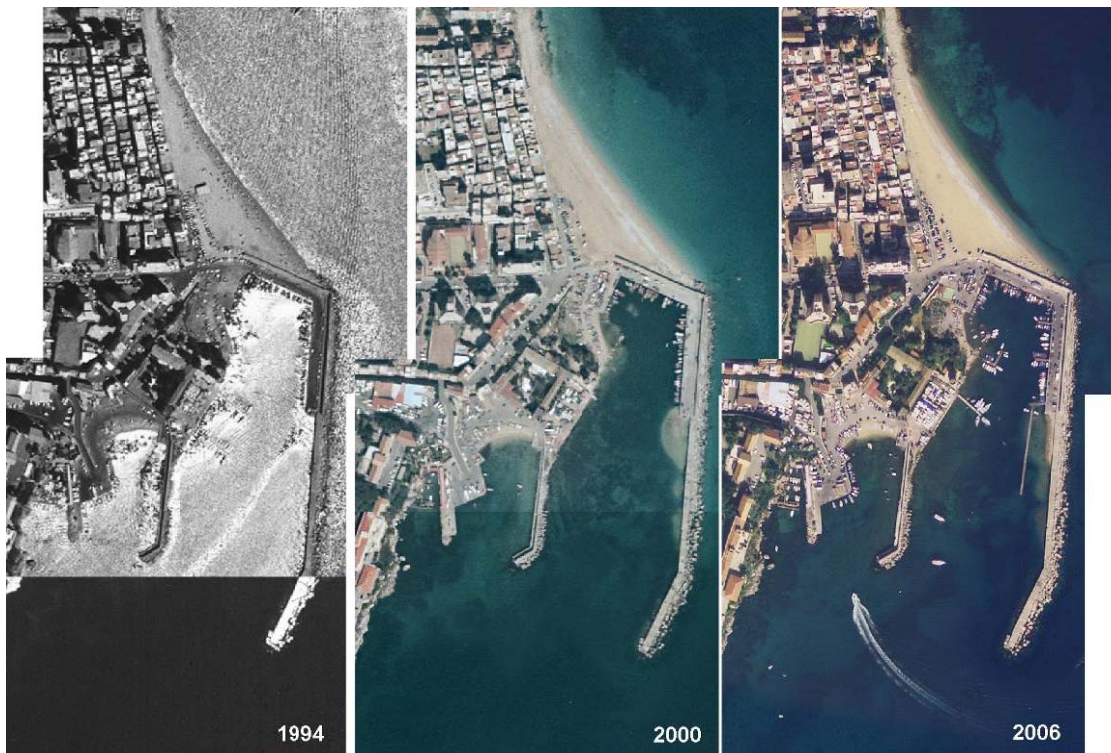
**Figura 5.36 – Ortofotopiano dell'area oggetto di studio dal Porto dell'Arenella a Punta Mongerbino del 2000**





**Figura 5.37 – Ortofotopiano dell'area oggetto di studio dal Porto dell'Arenella a Punta Mongerbino del 2006**

Entrando nel dettaglio, sono state esaminate tre differenti aree appartenenti ai tre tratti caratteristici A, B e C dell'unità fisiografica cercando di focalizzare l'attenzione dove vi fosse una spiaggia. Nel tratto A, a Nord del porto dell'Arenella, si trova un'ampia spiaggia formata grazie all'aggetto offerto dal primo braccio del molo stesso del porto.



**Figura 5.38 – Confronto delle ortofotopiane per il porto dell'Arenella nel 1994, 2000 e 2006**

Confrontando le tre foto sopra non si notano delle differenze sulla morfologia della spiaggia, segno che effettivamente non vi è, nella zona, una grande movimentazione di materiale solido. Tale esiguità di trasporto solido può essere effettivamente dovuta al fatto che si è raggiunto un certo equilibrio dinamico, ma tuttavia la presenza di alti fondali o la probabile presenza di vegetazione marina come la posidonia oceanica determina probabilmente un trasporto solido molto ridotto o comunque difficilmente evidente. La stessa presenza della posidonia indica che non vi sono grandi accumuli di sedimento in quanto questa pianta risente in maniera fortemente negativa al deposito di sedimenti.

All'interno del porto, a ridosso del molo di sopraflutto, a circa metà del braccio orientato verso Sud è possibile notare un accumulo di materiale che limita la possibilità di ormeggio delle imbarcazioni. Tale accumulo che è stato oggetto di interventi di dragaggio in passato non si trova in una tipica posizione di un porto che tende all'insabbiamento.



Generalmente si ha infatti un accumulo immediatamente dietro alla testata del sopraflutto con la formazione di spit o frecce litoranee che arrivano addirittura a chiudere l'imboccatura.

Sembra invece che in questo caso il fenomeno possa essere innescato in fasi successive, ovvero che possa esserci una fase in cui le mareggiate dai settori settentrionali trasportano del materiale nella zona compresa tra l'imboccatura di Arenella e il sopraflutto di Aquasanta che risulta essere una trappola sedimentaria visto che è limitata da strutture che aggettano fino a profondità dell'ordine dei 10 m, e una seconda fase che si verifica con onde dal settore orientale e sudorientale che permette il trasporto dei sedimenti verso l'interno del porto.



Figura 5.39 – Ipotesi di fenomeno di insabbiamento della darsena dell’Arenella

L’allungamento del molo di sopraflutto dell’Arenella dovrebbe comunque mitigare il fenomeno dell’insabbiamento permettendo di deflettere parte dei sedimenti che transitano da Sud a Nord verso mare aperto e non verso il bacino portuale.





**Figura 5.40 – Ipotesi di mitigazione dell'interrimento del bacino di Arenella**

Tali ipotesi dovranno essere verificate nelle fasi di fattibilità prima e di progettazione poi mediante modelli numerici bidimensionali che permettono di valutare qualitativamente i pattern di trasporto dei sedimenti causati sia dalle correnti indotte dal moto ondoso che dalle componenti di pulsazione delle onde che mettono in sospensione il materiale, e di quantificare le capacità di trasporto solido per valutare quali siano, in termini quantitativi, i volumi di materiale che dovranno essere gestiti periodicamente per ripristinare a pieno l'operatività del porto.

Al fine di approfondire l'analisi è stato calcolato il flusso netto di energia che insiste nella spiaggia a Nord dell'Arenella. Il calcolo è stato fatto considerando le onde trasformate con il codice STWAVE ed estratte nel punto s1 (cfr. elaborato A2 – Studio meteomarinario e morfologico). Si ottiene che la risultante delle onde ha una inclinazione pressoché uguale alla normale a riva (circa 45°N) e pertanto il flusso netto risulta nullo a conferma del fatto che la spiaggia è in equilibrio dinamico.

Il flusso long shore è calcolabile come:

$$P_l = (EC_g)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Dove E è l'energia dell'onda;  $C_g$  è la celerità di gruppo,  $\alpha$  è l'angolo che la direzione dell'onda forma con la normale a riva e il pedice "b" indica la condizione di frangimento dell'onda.

$$E_b = \frac{1}{8} \rho g H_b^2$$

con  $\rho$  peso di volume dell'acqua ( $1.027 \text{ t/m}^3$ );  $g$  accelerazione di gravità ( $9.806 \text{ m/s}^2$ ) e  $H_b$  altezza d'onda al frangimento e

$$C_{gb} = \sqrt{g d_b} = \sqrt{g \frac{H_b}{\kappa}}$$

dove  $\kappa$  è l'indice di frangimento pari a 0.78.

Sviluppando l'espressione del flusso di energia si ha:

$$P_l = \frac{1}{16} \rho g^{3/2} \kappa^{-1/2} H_b \text{sen} 2\alpha_b$$

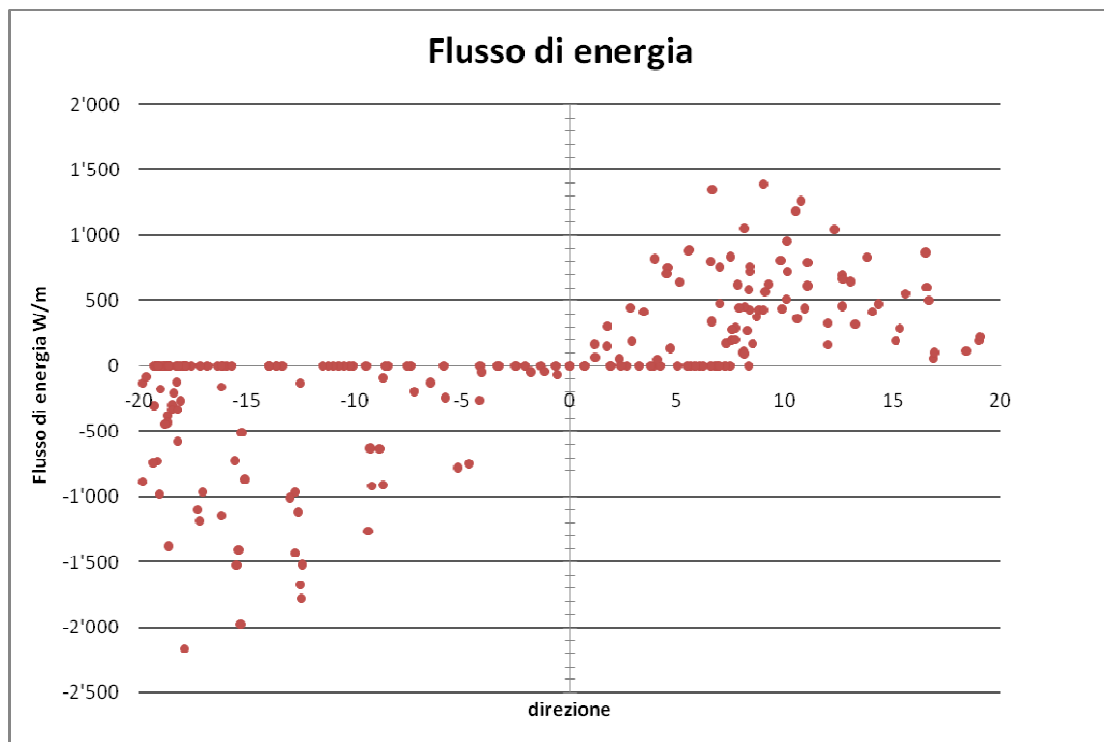
L'espressione è fornita per la condizione di frangimento ma è possibile risalire all'altezza  $H_b$  e alla direzione  $\alpha_b$  tramite le seguenti formulazioni:

$$H_b = H_1^{4/5} \left[ \frac{C_{g1} \cos \alpha_1}{\sqrt{g/\kappa} \cos \alpha_b} \right]^{2/5}$$

$$\text{sen} \alpha_b = \sqrt{g \frac{H_b}{\kappa} \frac{\text{sen} \alpha_1}{C_1}}$$

Per maggiori dettagli teorici si rimanda al testo del Coastal Engineering Manual al capitolo 2 della parte III.

Applicando le formule sopra citate senza entrare nel dettaglio delle portate solide, in quanto non si hanno sufficienti informazioni di carattere sedimentologico, si ottiene il seguente grafico in cui è riportato il calcolo del flusso di energia per le direzioni relative alla normale a riva.





Si nota dal diagramma che il flusso di energia positivo (calcolato per le onde che arrivano da destra rispetto alla normale a riva da 320 a 45°N) è circa uguale al flusso di energia negativo (calcolato per le onde che arrivano da sinistra rispetto alla normale da 45 a 120°N).

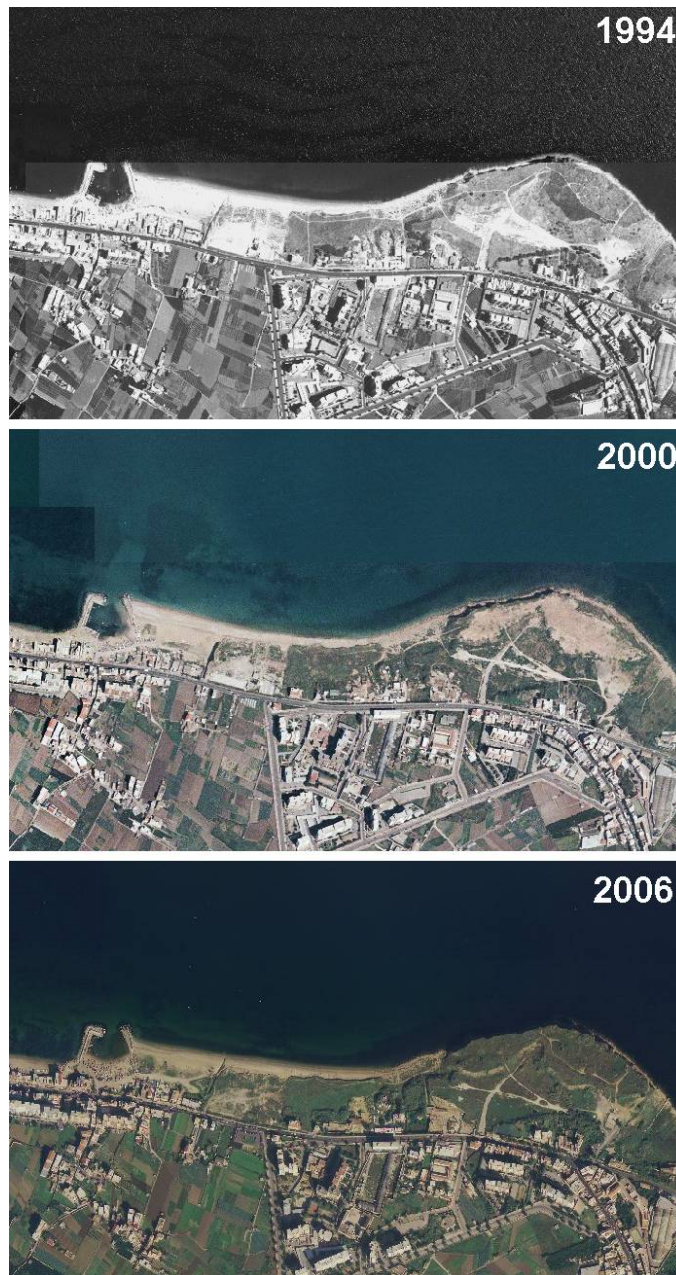
In conclusione il flusso netto di energia è nullo rispetto alla direzione di 45°N che è praticamente coincidente con la normale alla riva. Ne deriva che a prescindere dalla granulometria del sedimento e dalla batimetria del fondale (sempre che si consideri una zona di prossimità della spiaggia in parola, la forzante media di moto ondoso non può essere causa di fenomeni erosivi o di deposizione che possano introdurre dei cambiamenti importanti alla configurazione dell'attuale battigia.

L'altra area esaminata, che ricade nel tratto B è nella località Romagnolo, ha delle caratteristiche morfologiche diverse dal caso esaminato precedentemente; si ha infatti un fondale sabbioso che degrada molto più dolcemente e vi sono, seppur di dimensione ridotta, delle strutture fisse trasversali alla riva. Si può osservare che anche qui non si hanno grandi variazioni della linea di riva se non per un leggero deposito dal 1994 al 2000 e un'erosione dal 2000 al 2006.



**Figura 5.41 – Confronto delle ortofotopiane per l'area della località Romagnolo**

Un'altra area esaminata più in dettaglio è l'area a Est di Porto Bandita riportata sotto nelle foto di Figura 5.42. Nel confronto di tali immagini si nota che dal 1994 al 2000 vi è stato un leggero accumulo di materiale. Nei sei anni successivi vi è stata invece un'erosione che ha riportato la linea di riva leggermente più indietro rispetto alla linea del 1994 più o meno come riscontrato nell'analisi dell'area di località Romagnolo.



**Figura 5.42 – Confronto delle ortofotopiane per l'area della località a Est di Porto Bandita**

Da queste osservazioni “analogiche” si evince come l'entità del trasporto solido sia poco significativa e pertanto, a meno di una variazione stagionale, l'unità fisiografica è ritenibile in equilibrio dinamico.

## 5.4 ACQUA E AMBIENTE MARINO

L'Autorità Portuale di Palermo mediante la stipula di una convenzione, firmata in data 23 dicembre 2008, ha affidato ad ARPA Sicilia l'esecuzione di attività di analisi ambientale ai fini degli studi relativi al Rapporto Ambientale per la procedura di V.A.S. per il Piano Regolatore del Porto di Palermo.

Per la caratterizzazione della qualità delle acque del Golfo di Palermo, le attività si sono svolte secondo le seguenti fasi:

- Campionamento (su due profondità) e analisi chimiche e chimico-fisiche nelle tre stazioni di ogni transetto finalizzate alla caratterizzazione della matrice acqua;
- Campionamento e analisi delle acque all'interno dell'AREA PORTUALE;
- Campionamento e analisi del Macrozoobenthos;

Le indagini si sono ripetute in due campagne differenti: la prima fase è stata realizzata nel periodo compreso tra il febbraio e l'aprile 2009, mentre la seconda risale al periodo compreso tra il novembre 2009 e il marzo 2010.

I quadri riepilogativi delle indagini eseguite nella prima e nella seconda campagna sono riportati nei diagrammi di seguito:

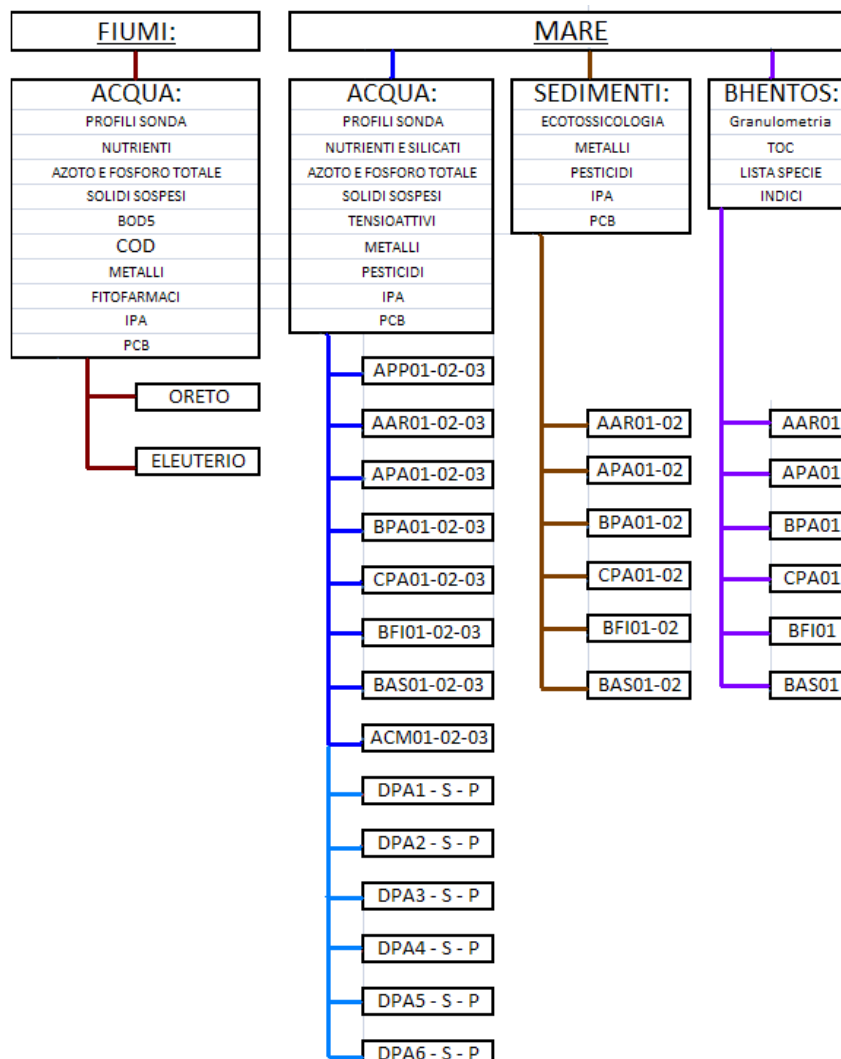
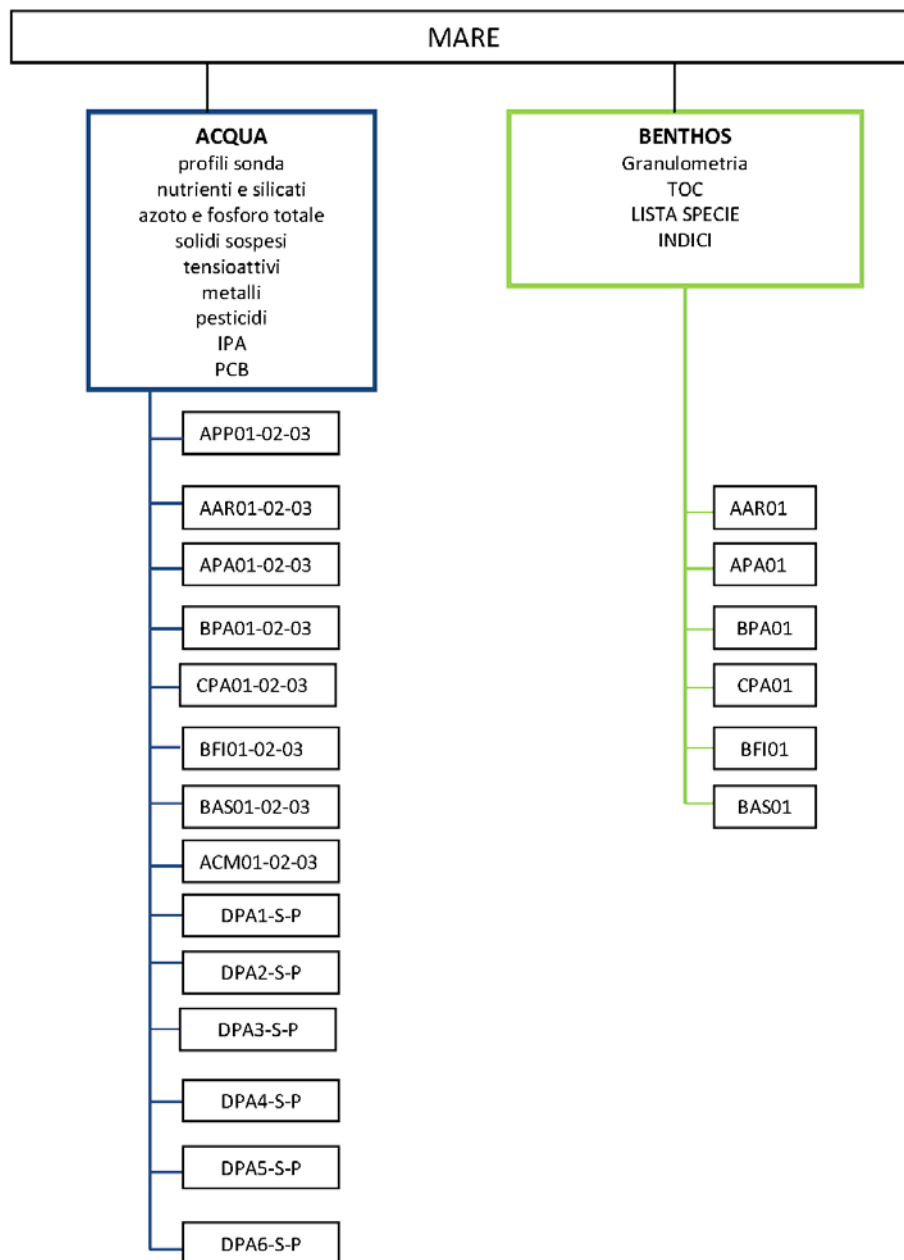


Figura 5.43 – Quadro riepilogativo indagini I campagna



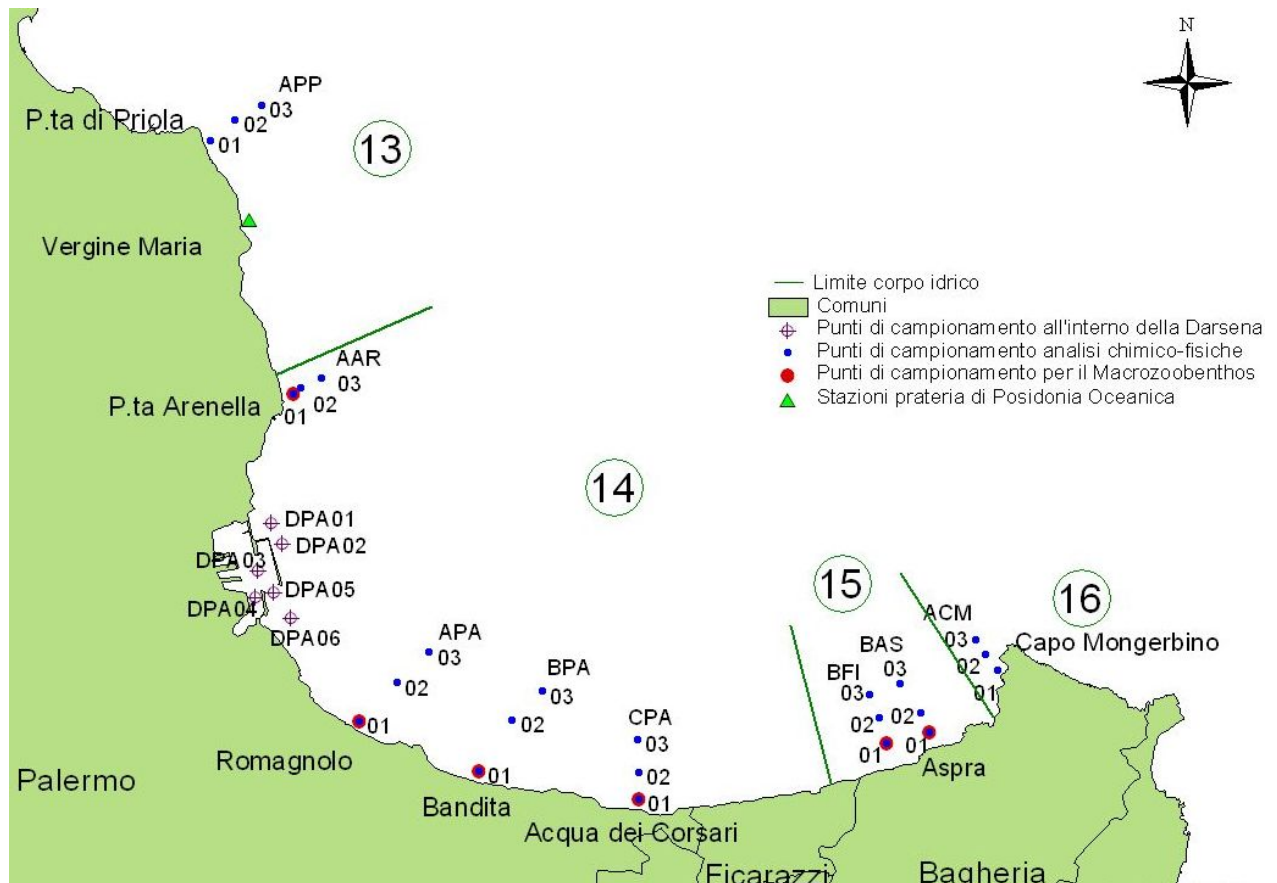
**Figura 5.44 – Quadro riepilogativo indagini II campagna**

L'area oggetto di studio ricade ad Ovest e ad Est del Porto di Palermo, ovvero nel tratto di costa compreso tra Punta Priola e Capo Mongerbino. Per le indagini sulla matrice acqua (profili sonda, trasparenza, nutrienti in superficie e in prossimità del fondo, inquinanti chimici e solidi sospesi in superficie) sono stati individuati 8 transetti, 2 ad ovest (APP e AAR) e 6 ad est (APA, BPA, CPA, BFI, BAS e ACM) del porto, in cui sono state posizionate 3 stazioni di prelievo orientate dalla costa verso il largo (identificati con 01, 02 e 03).

Per le analisi dei campioni delle acque prelevate entro le darsene portuali, sono state posizionate 4 stazioni di prelievo all'interno della Darsena del Porto (DPA1, DPA2, DPA3 e DPA4) e 2 stazioni (DPA5 e DPA6) nella Darsena dei Cantieri Navali-Fincantieri.

I transetti indagati, georeferenziati, ed i punti di prelievo ad essi afferenti sono indicati nella figura:





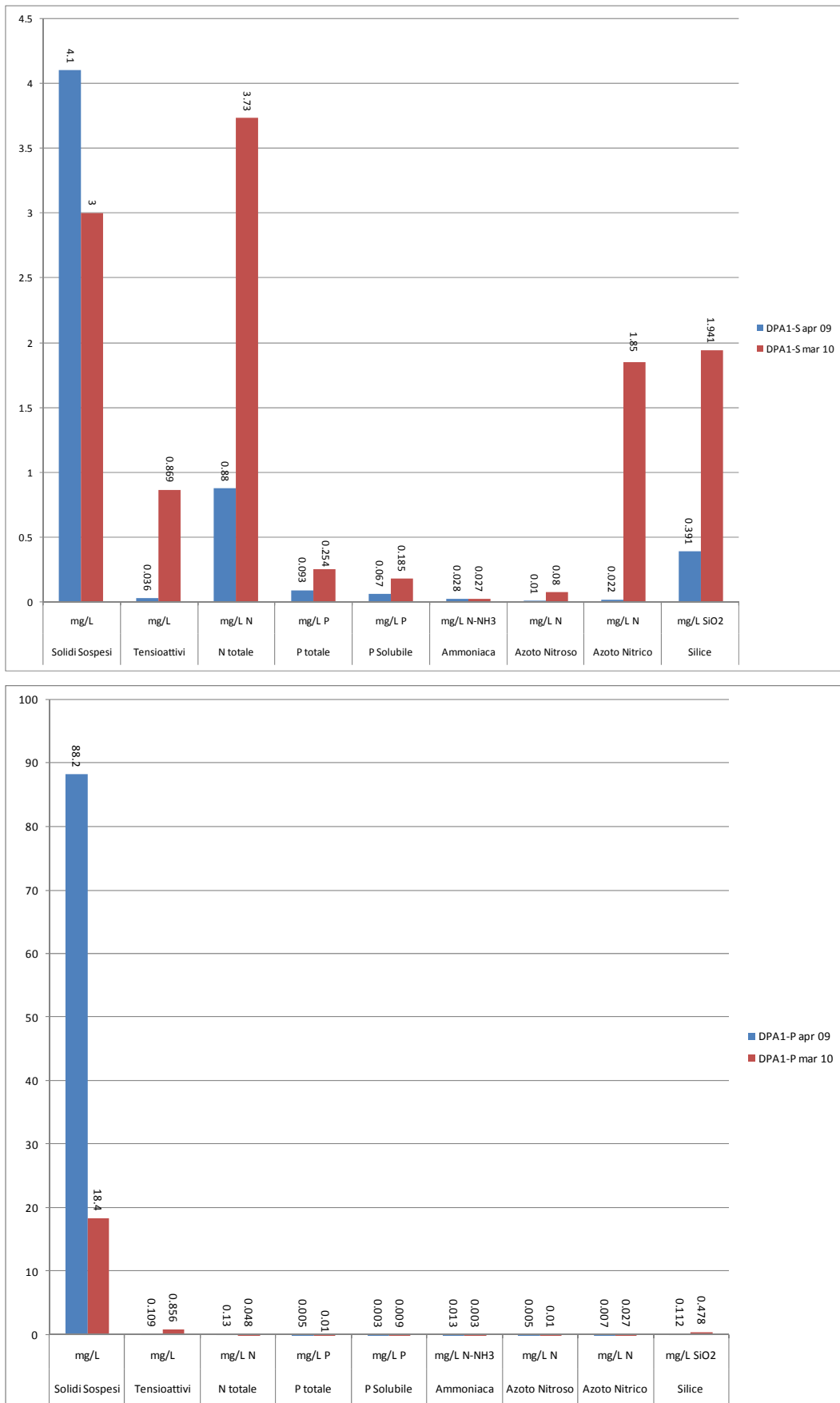
#### 5.4.1 Analisi della matrice d'acqua

Per ciò che riguarda le analisi chimiche di acqua di mare, si riporta di seguito una tabella contenente alcuni risultati della campagna relativi ai punti appartenenti ai transetti ubicati nei pressi del porto dell'Arenella (AAR) e del porto di Palermo (DPA), essendo quelli più rappresentativi allo scopo dello studio e una serie di istogrammi che pongono a confronto le concentrazioni dei nutrienti nella colonna d'acqua in superficie e profondità (come N o P), riscontrate nelle due fasi.

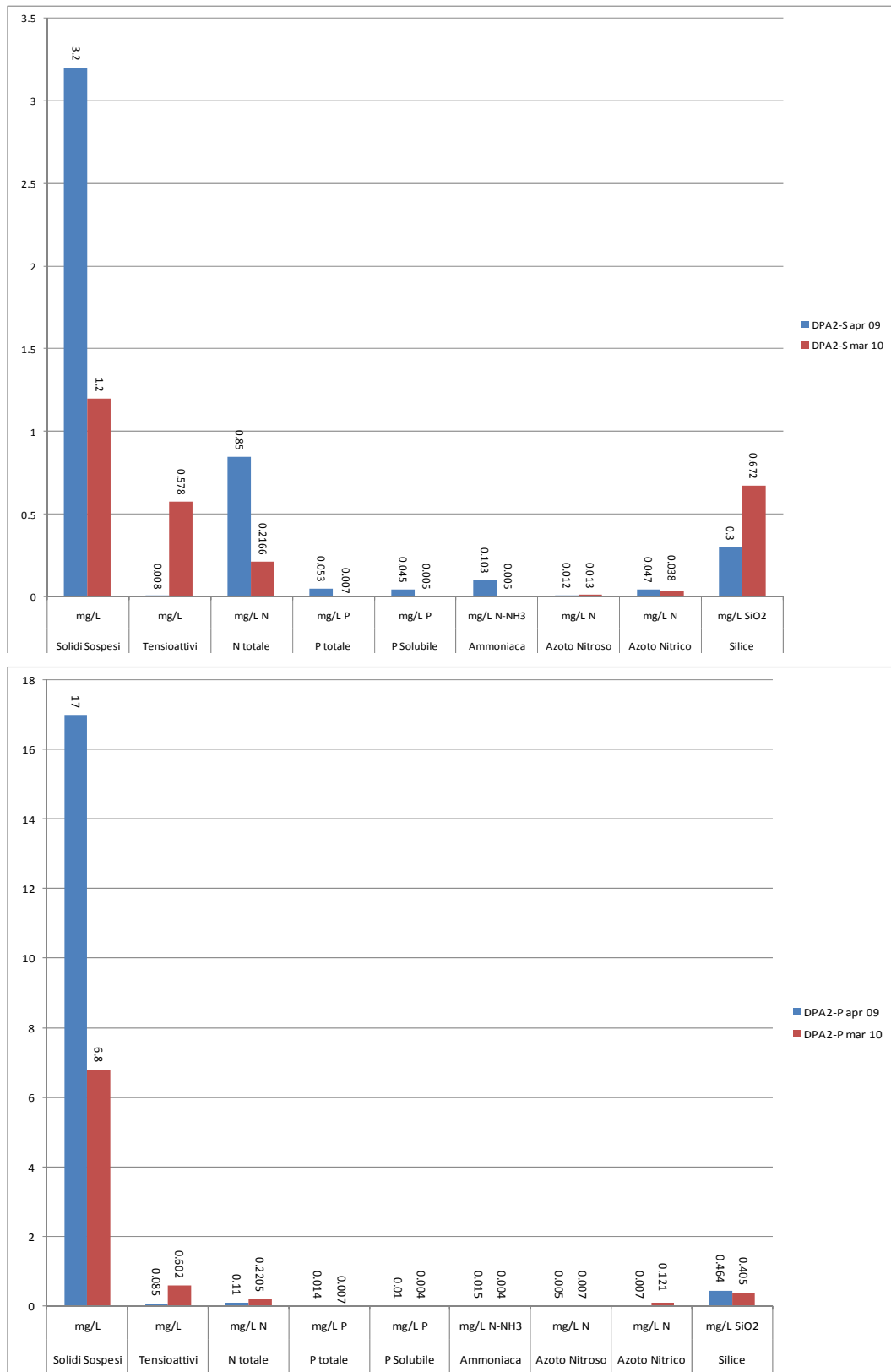


Data	Trasparenza	Solidi Sospesi	Tensioattivi	N totale	P totale	P Solubile	Ammoniaca	Azoto Nitroso	Azoto Nitrico	Silice	Metalli (Σ)	IPA (Σ)	Pesticidi (Σ)	PCB Somma di Congeneri (Σ)
	m	mg/L	mg/L	mg/L N	mg/L P	mg/L P	mg/L N-NH3	mg/L N	mg/L N	mg/L SiO2	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
apr 09	6	4.1	0.036	0.88	0.093	0.067	0.028	0.01	0.022	0.391	60 (ferro)	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10	2	3	0.869	3.73	0.254	0.185	0.027	0.08	1.85	1.941	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09		88.2	0.109	0.13	0.005	0.003	0.013	0.005	0.007	0.112	53.8 (ferro)	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10		18.4	0.856	0.048	0.01	0.009	0.003	0.01	0.027	0.478	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09	6	3.2	0.008	0.85	0.053	0.045	0.103	0.012	0.047	0.3	47.3	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10	1	1.2	0.578	0.2166	0.007	0.005	0.005	0.013	0.038	0.672	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09		17	0.085	0.11	0.014	0.01	0.015	0.005	0.007	0.464	45.8	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10		6.8	0.602	0.2205	0.007	0.004	0.004	0.007	0.121	0.405	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09	7	2.1	0.019	0.41	0.012	0.004	0.025	0.012	0.202	0.158	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10	6	2.6	0.676	0.08	0.004	0.002	0.003	0.003	0.042	0.583	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09		7.6	0.161	0.14	0.019	0.01	0.004	0.006	0.032	0.136	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10		3.4	0.291	0.061	0.1	0.08	0.002	0.01	0.1	0.331	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09	7	4.8	0.009	0.33	0.019	0.013	0.019	0.008	0.186	0.038	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10	3.5	1.4	0.468	0.2166	0.005	0.002	<0.002	0.013	0.125	0.556	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09		7.8	0.104	0.26	0.026	0.023	0.028	0.008	0.071	0.202	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10		2.2	0.639	0.12	0.007	0.005	0.05	0.012	0.048	0.647	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09	8	3.3	0.062	0.31	0.007	0.07	0.011	0.005	0.121	0.089	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10	3	5.4	0.14	0.135	0.007	0.006	0.002	0.009	0.09	0.371	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09		10	0.046	0.13	0.005	0.003	0.006	0.005	0.018	0.139	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10		11	0.564	0.059	0.016	0.012	0.005	0.006	0.041	0.368	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09	7	8.4	0.063	0.2	0.007	0.003	0.004	0.013	0.049	0.26	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10	4	5.64	0.532	0.185	0.004	0.003	0.003	0.024	0.127	0.582	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
apr 09		3.6	0.043	0.2	0.008	0.001	0.017	0.003	0.022	0.116	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
mar 10		5.4	0.11	0.06	<0.002	<0.002	<0.002	0.006	0.036	0.419	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
feb 09	10	1.5	0.063	0.4893	0.005	0.004	0.027	0.016	0.01	0.2028	11.8 (alluminio) 37.5 (ferro) 11.7 (zinco)	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
feb 10	10	0.8	0.08	0.089	0.002	0.002	<0.002	<0.003	0.039	0.384	5	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
feb 09		n.d.	n.d.	0.1678	0.008	0.003	0.007	0.005	0.01	0.2018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
feb 10		n.d.	n.d.	0.036	<0.002	<0.002	0.004	0.005	0.022	0.423	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
feb 09	18	n.d.	n.d.	0.1906	0.004	0.003	n.d.	0.012	0.008	0.009	0.2135	n.d.	n.d.	n.d.
feb 10	12	n.d.	n.d.	0.119	0.002	<0.002	0.003	0.004	0.042	0.279	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
feb 09		n.d.	n.d.	0.1781	0.005	0.004	0.007	0.008	0.025	0.404929	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
feb 10		n.d.	n.d.	0.044	<0.002	<0.002	0.008	0.01	0.019	0.305	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
feb 09	20	n.d.	n.d.	0.1467	0.003	0.003	0.004	0.01	0.008	0.1676	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
feb 10	13	n.d.	n.d.	0.039	<0.002	<0.002	0.002	<0.003	0.01	0.276	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
feb 09		n.d.	n.d.	0.1278	0.002	0.002	n.d.	0.004	0.009	0.002	0.2871	n.d.	n.d.	n.d.
feb 10		n.d.	n.d.	0.5235	0.007	0.006	0.003	0.005	0.01	0.447	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

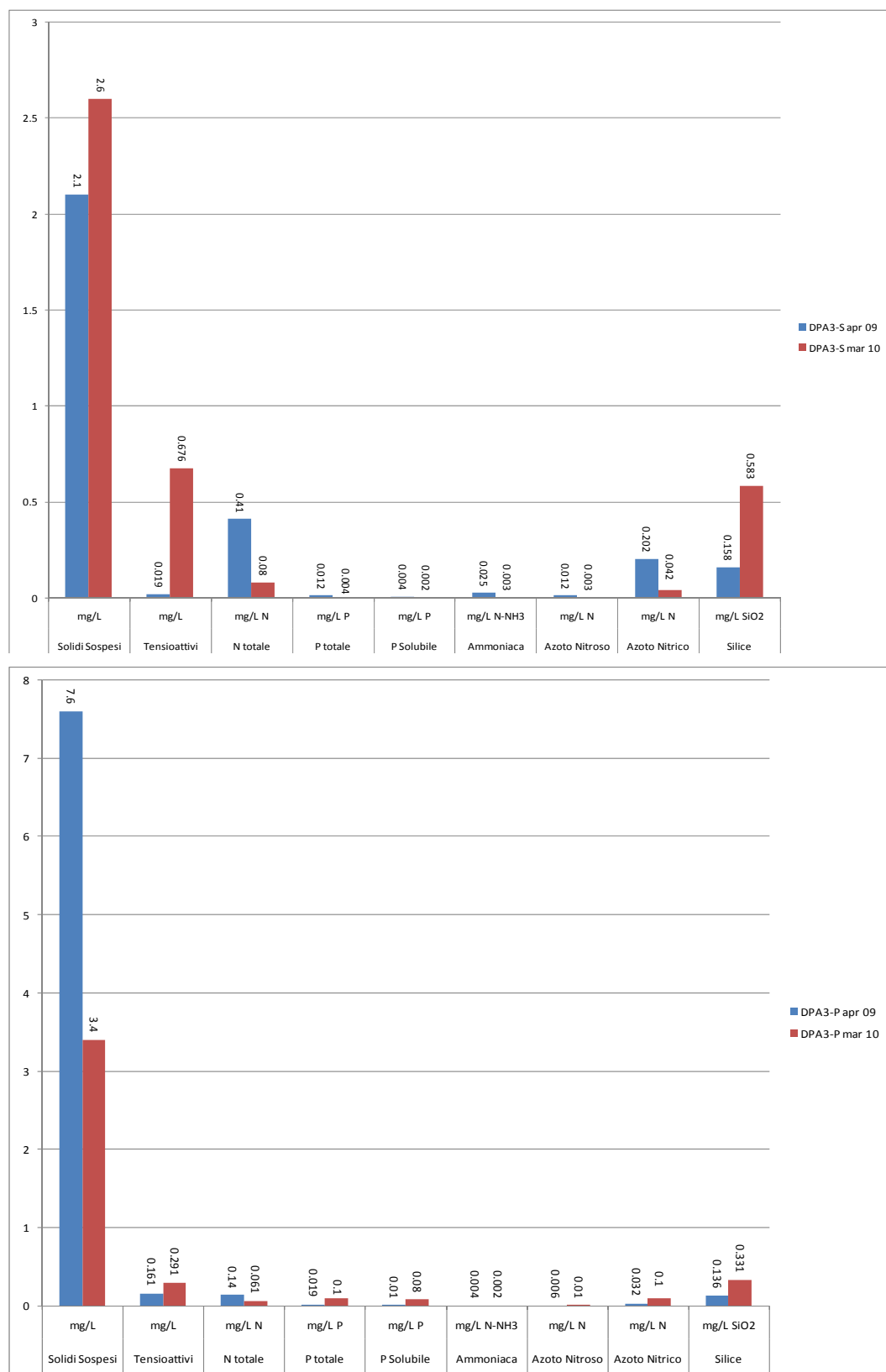
Tabella 5.10 – I e II fase: risultati delle analisi ARPA per i punti dei transetti DPA e AAR



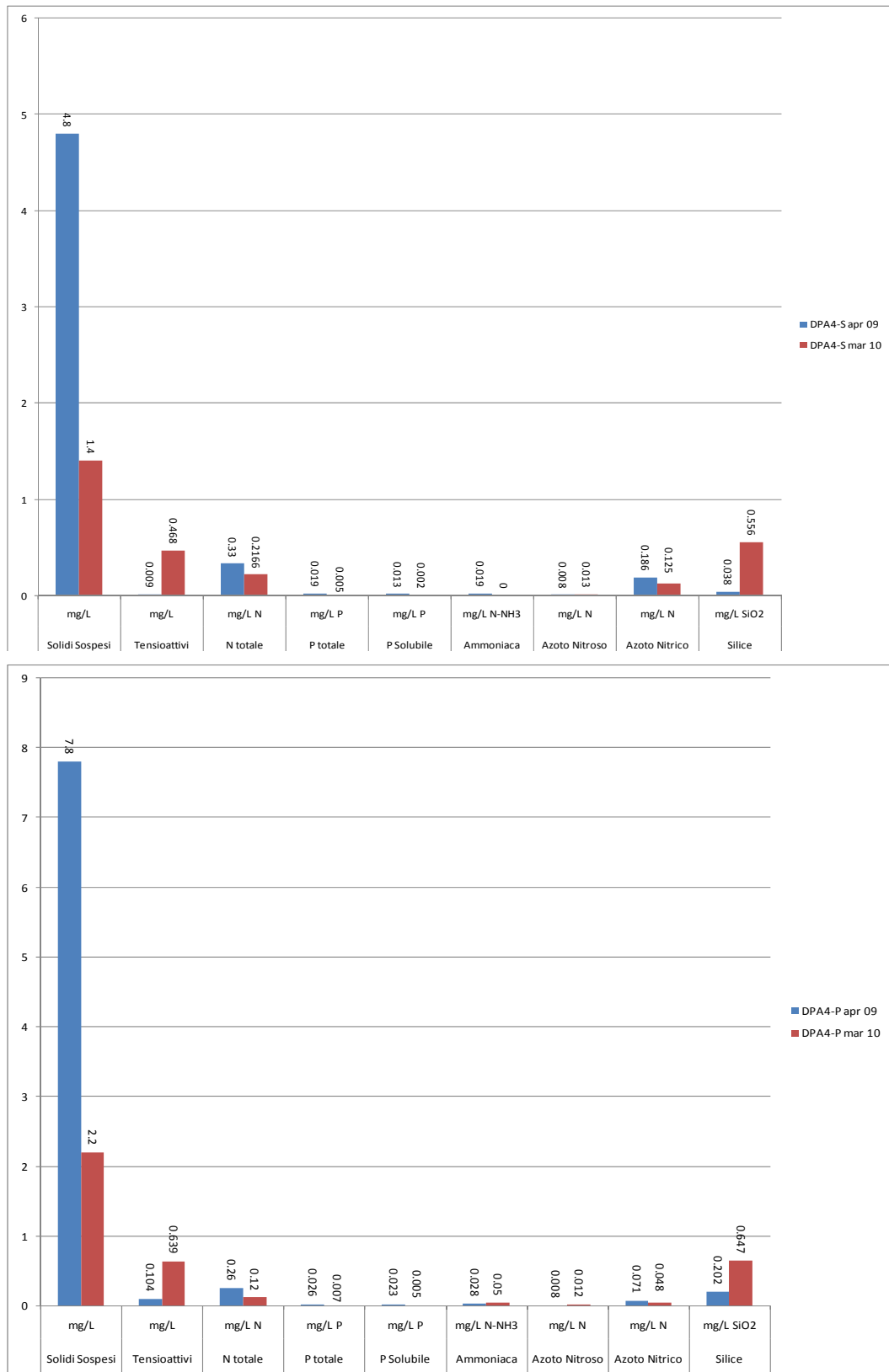
**Figura 5.45 – Punto DPA1 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (apr 09) e nella II fase (mar 10)**



**Figura 5.46 – Punto DPA2 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (apr 09) e nella II fase (mar 10)**

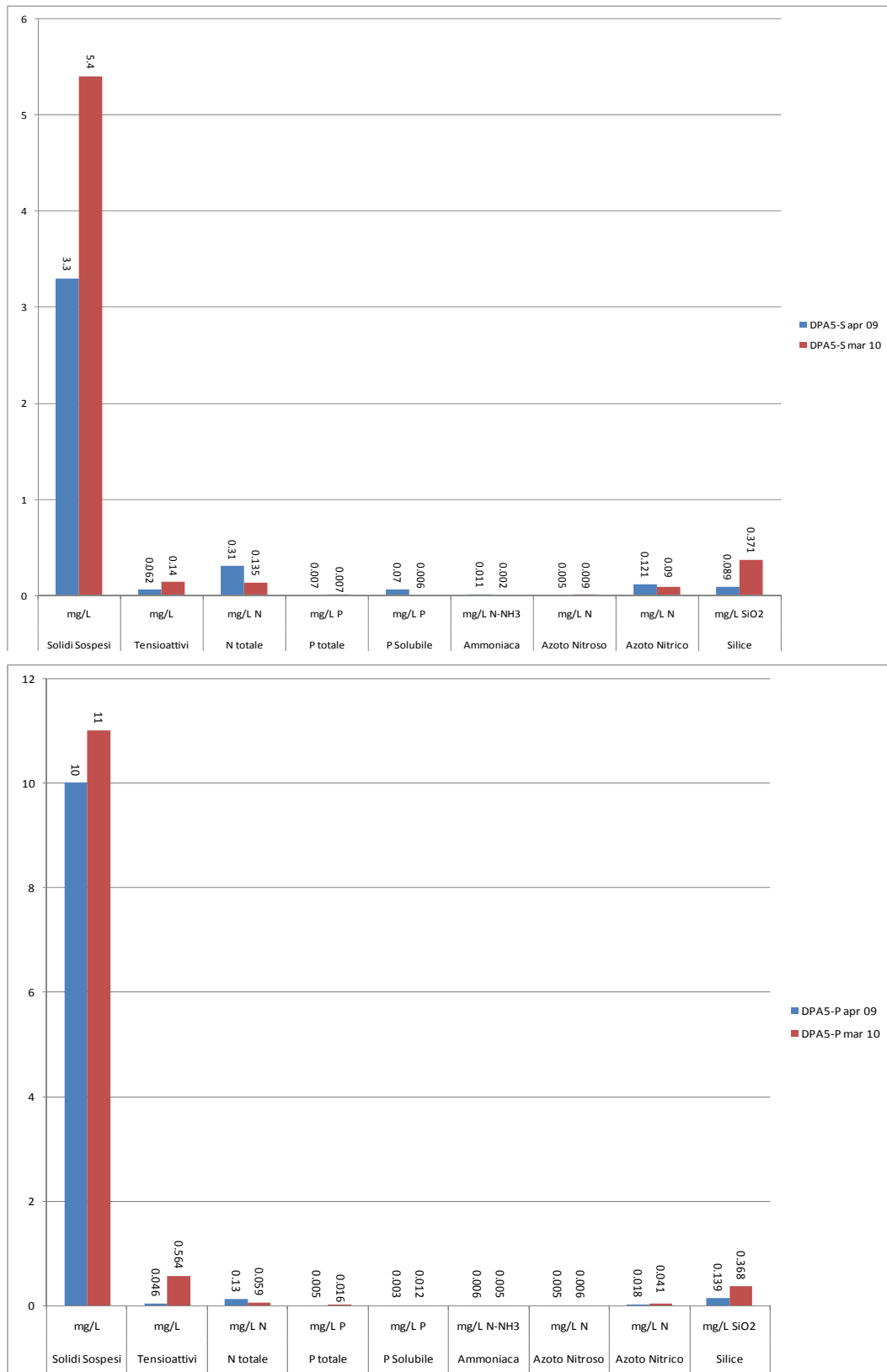


**Figura 5.47 – Punto DPA3 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (apr 09) e nella II fase (mar 10)**

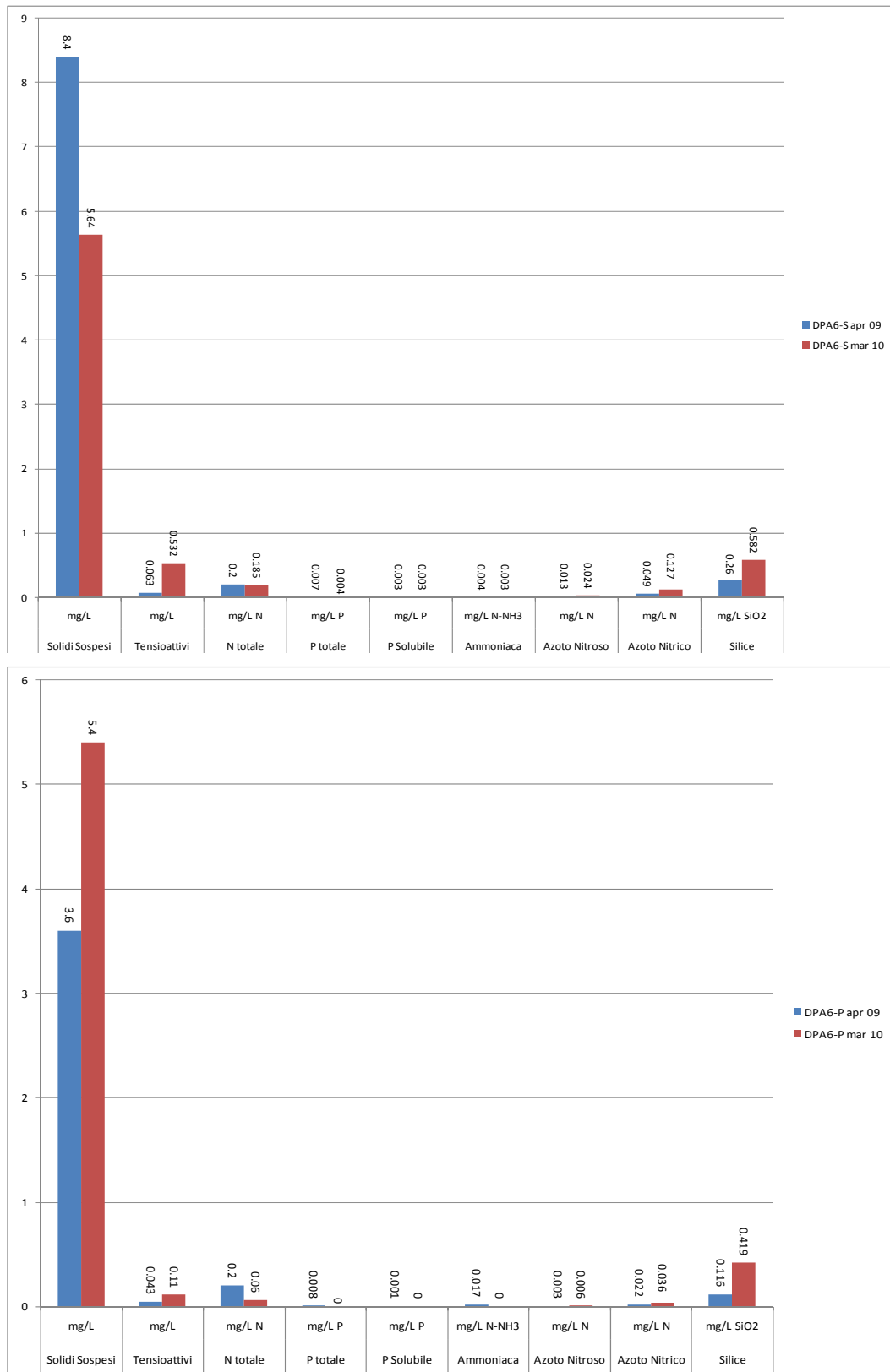


**Figura 5.48 – Punto DPA4 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (apr 09) e nella II fase (mar 10)**





**Figura 5.49 – Punto DPA5 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (apr 09) e nella II fase (mar 10)**



**Figura 5.50 – Punto DPA6 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (apr 09) e nella II fase (mar 10)**

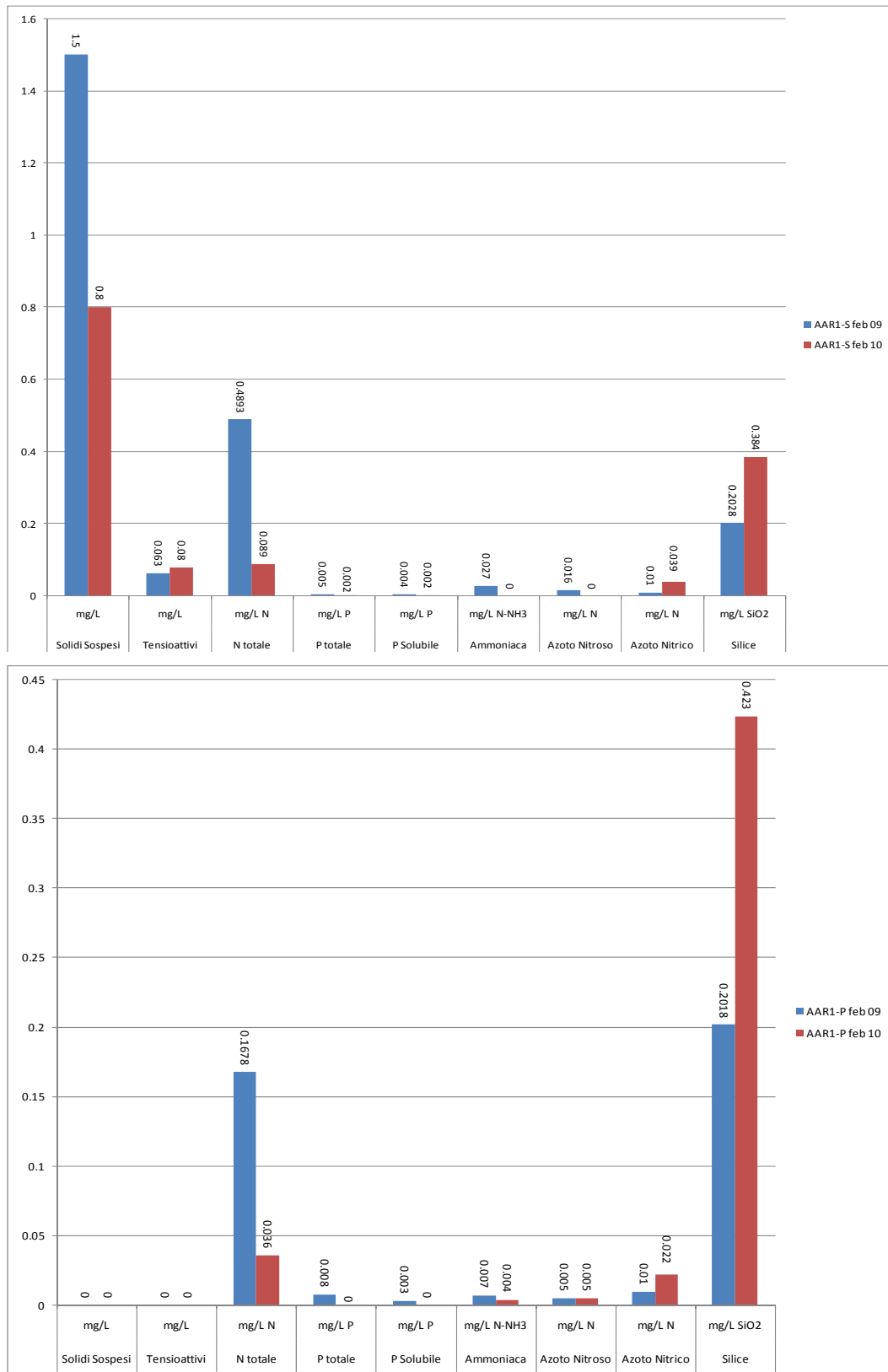


Figura 5.51 – AAR1 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (feb 09) e nella II fase (feb 10)

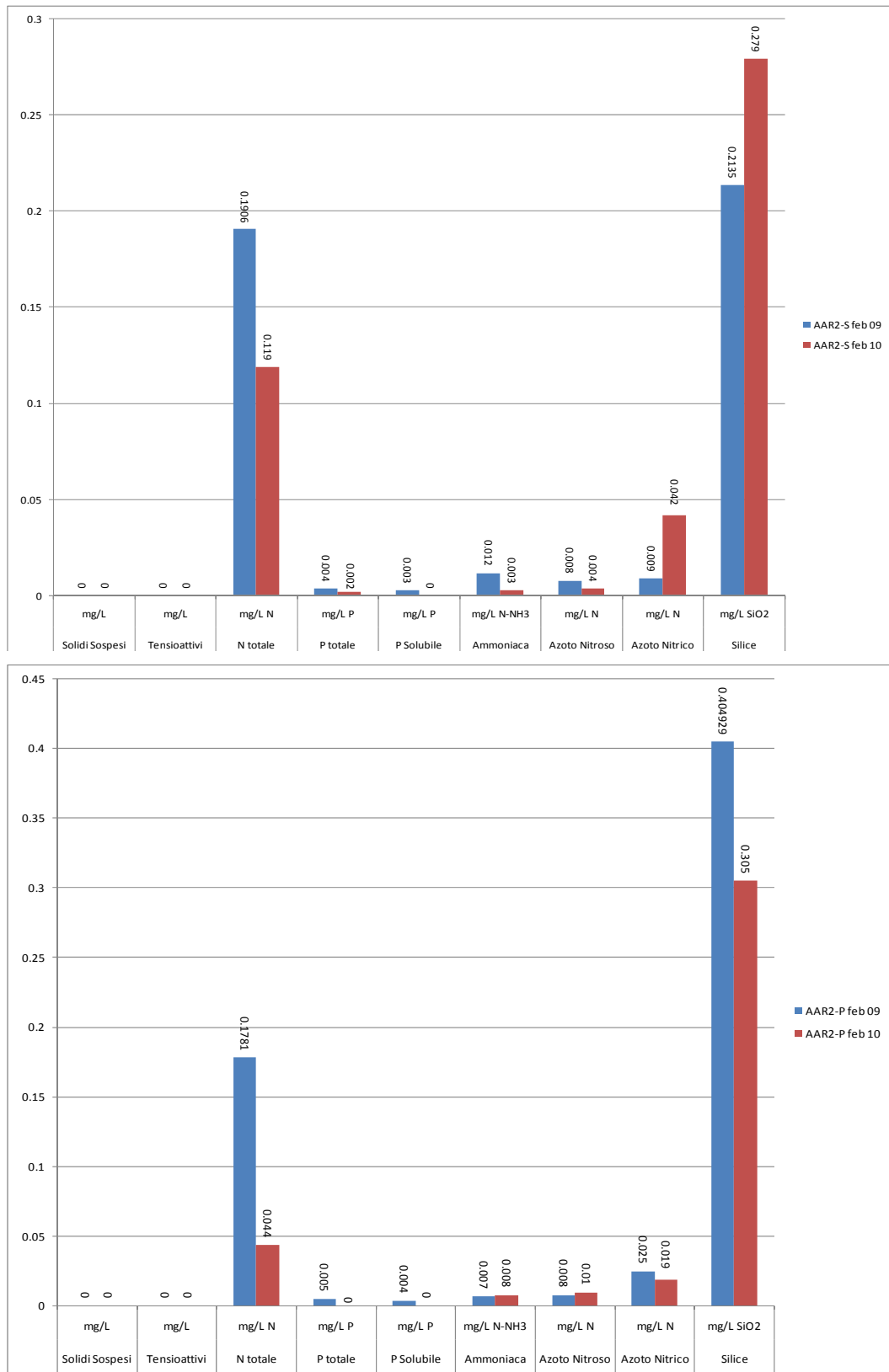


Figura 5.52 – AAR2 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (feb 09) e nella II fase (feb 10)

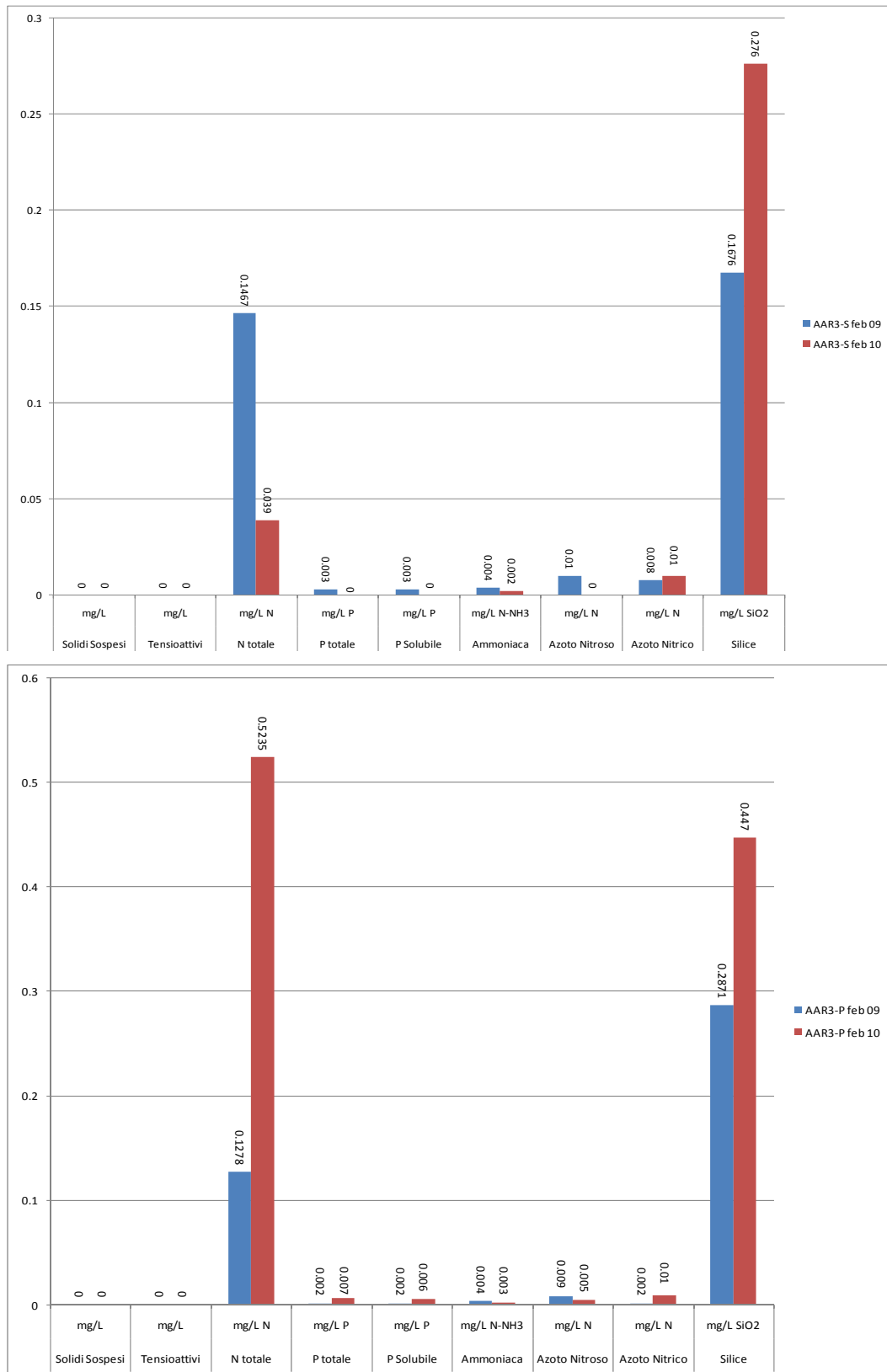
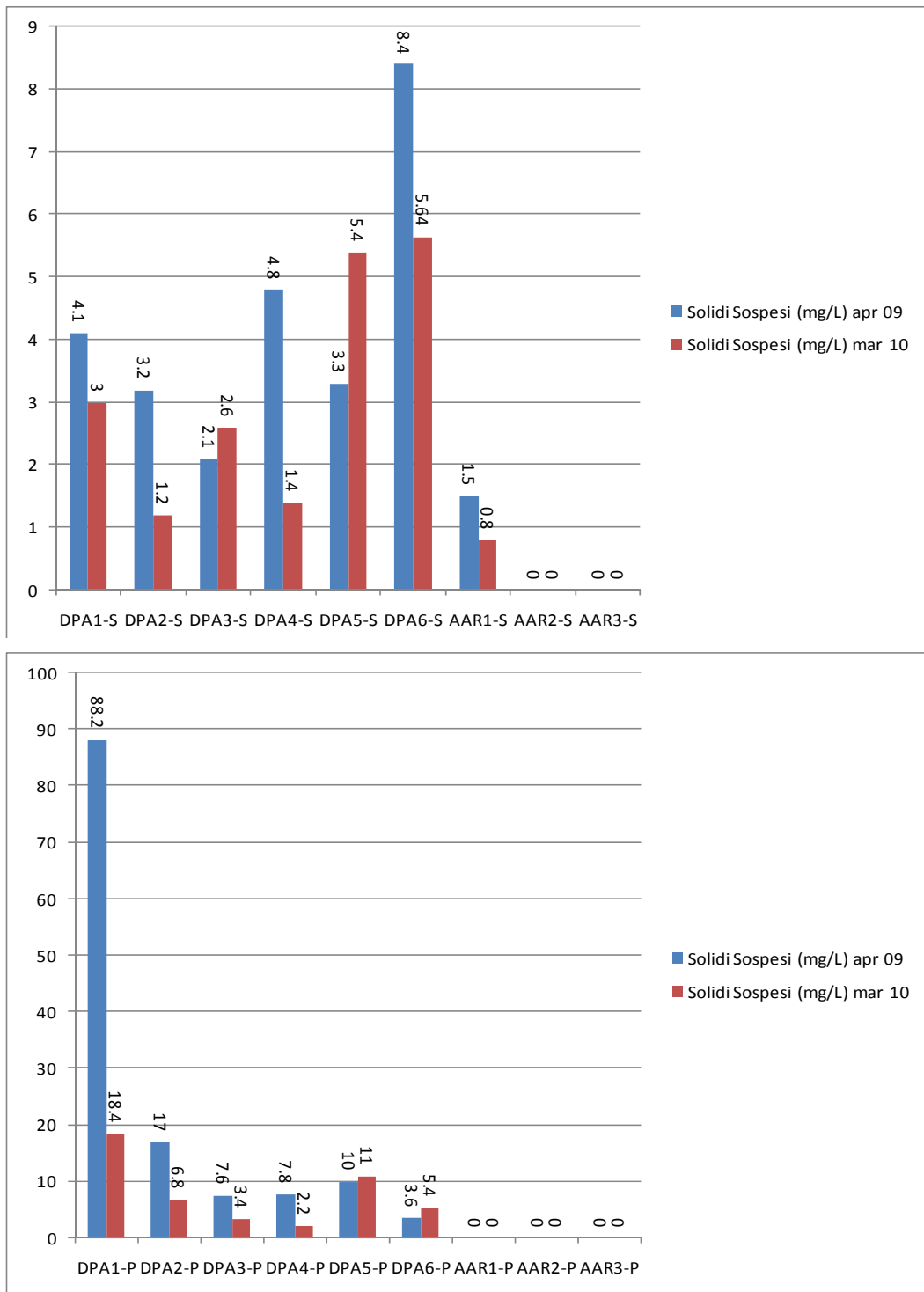
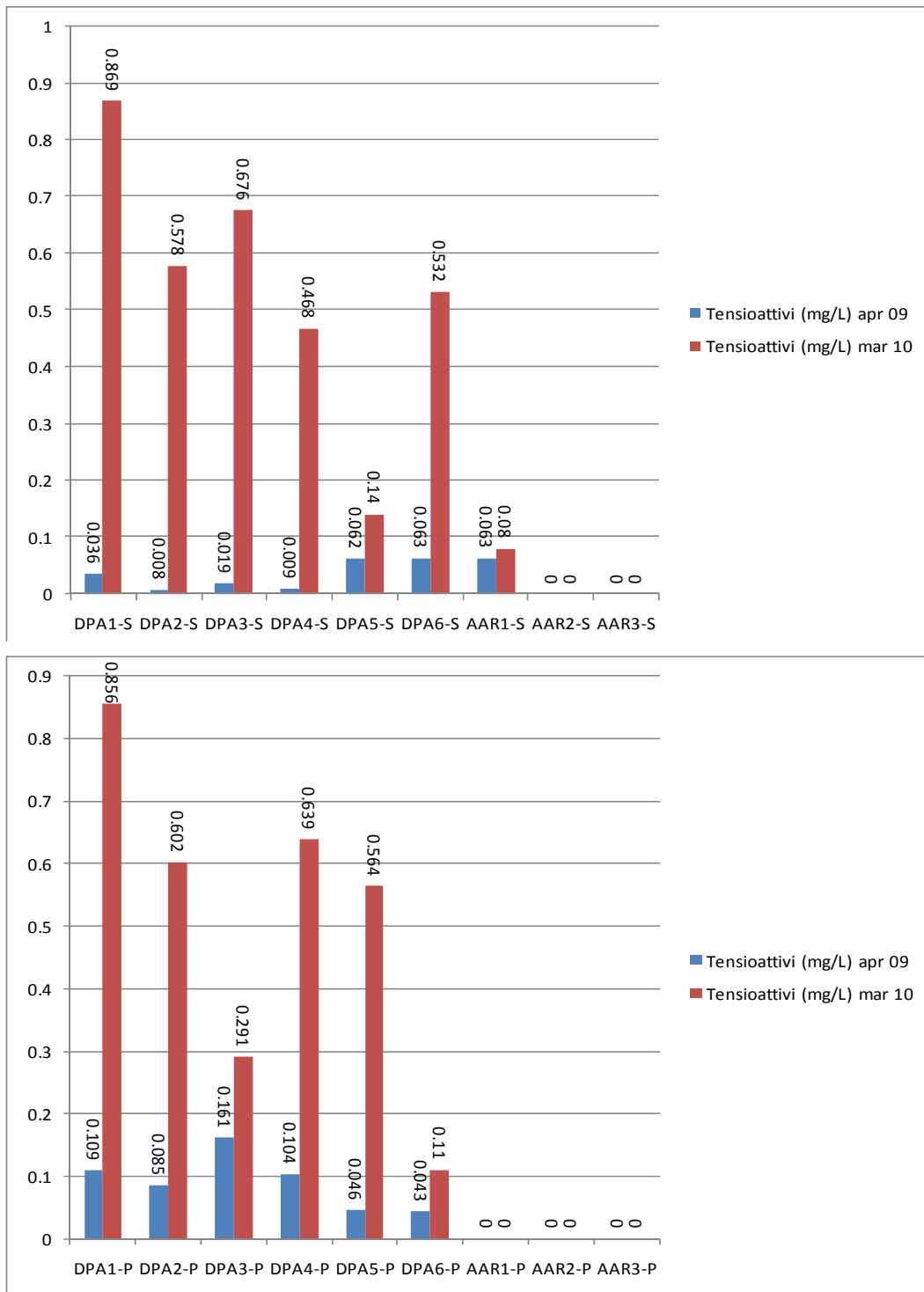


Figura 5.53 – AAR3 (superficie e profondità): concentrazioni dei nutrienti nella I (feb 09) e nella II fase (feb 10)

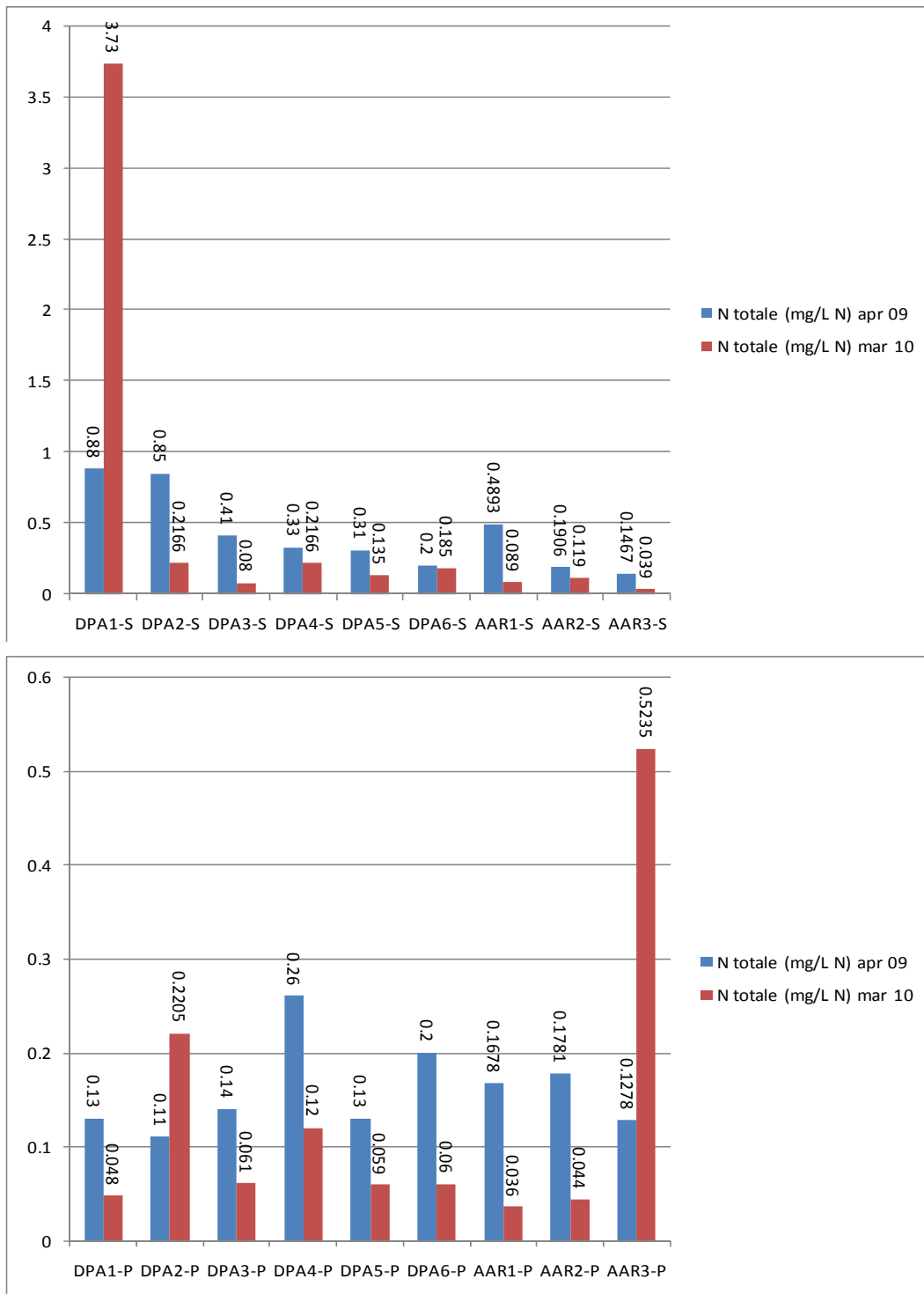




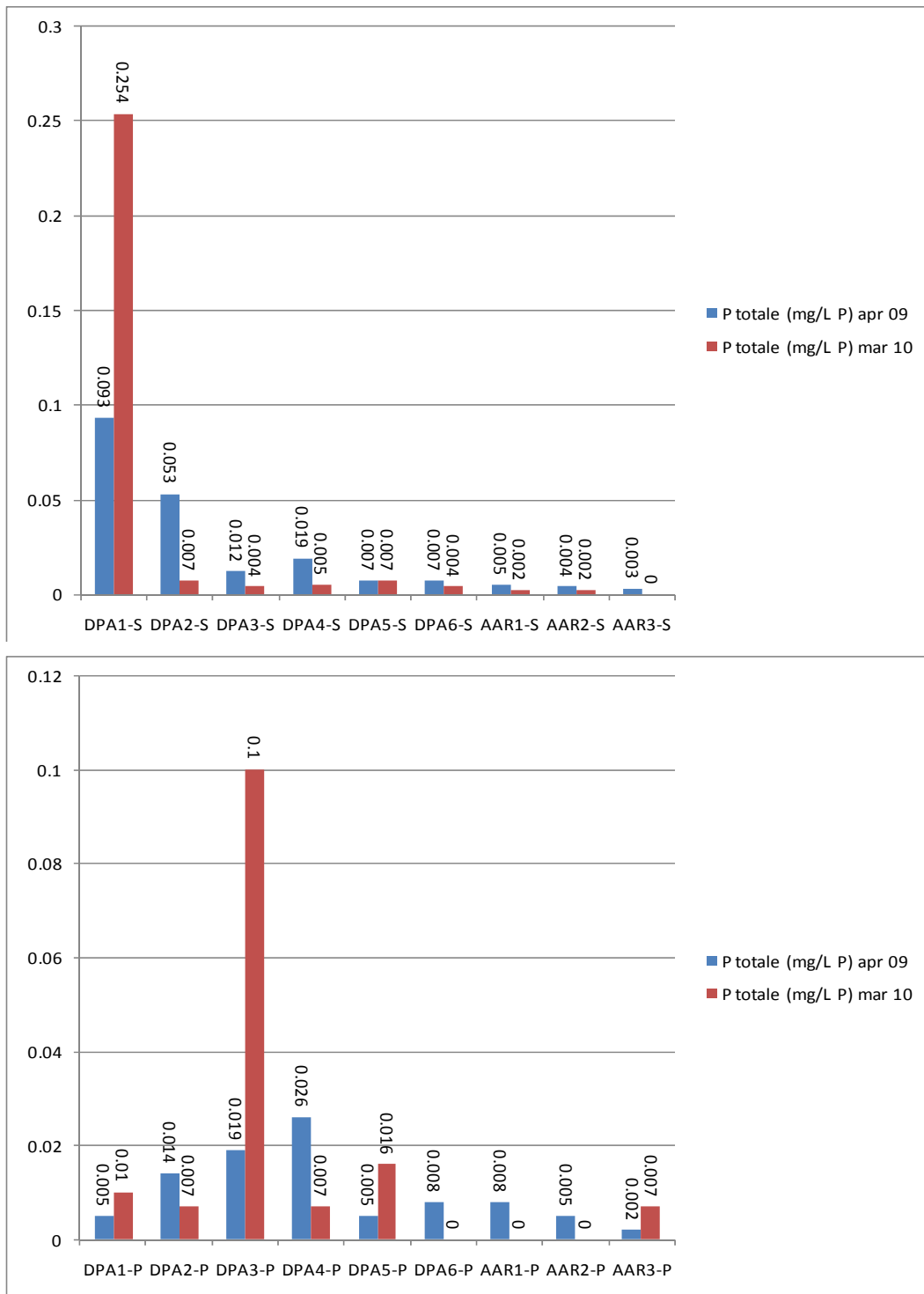
**Figura 5.54 – Concentrazione dei solidi sospesi (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**



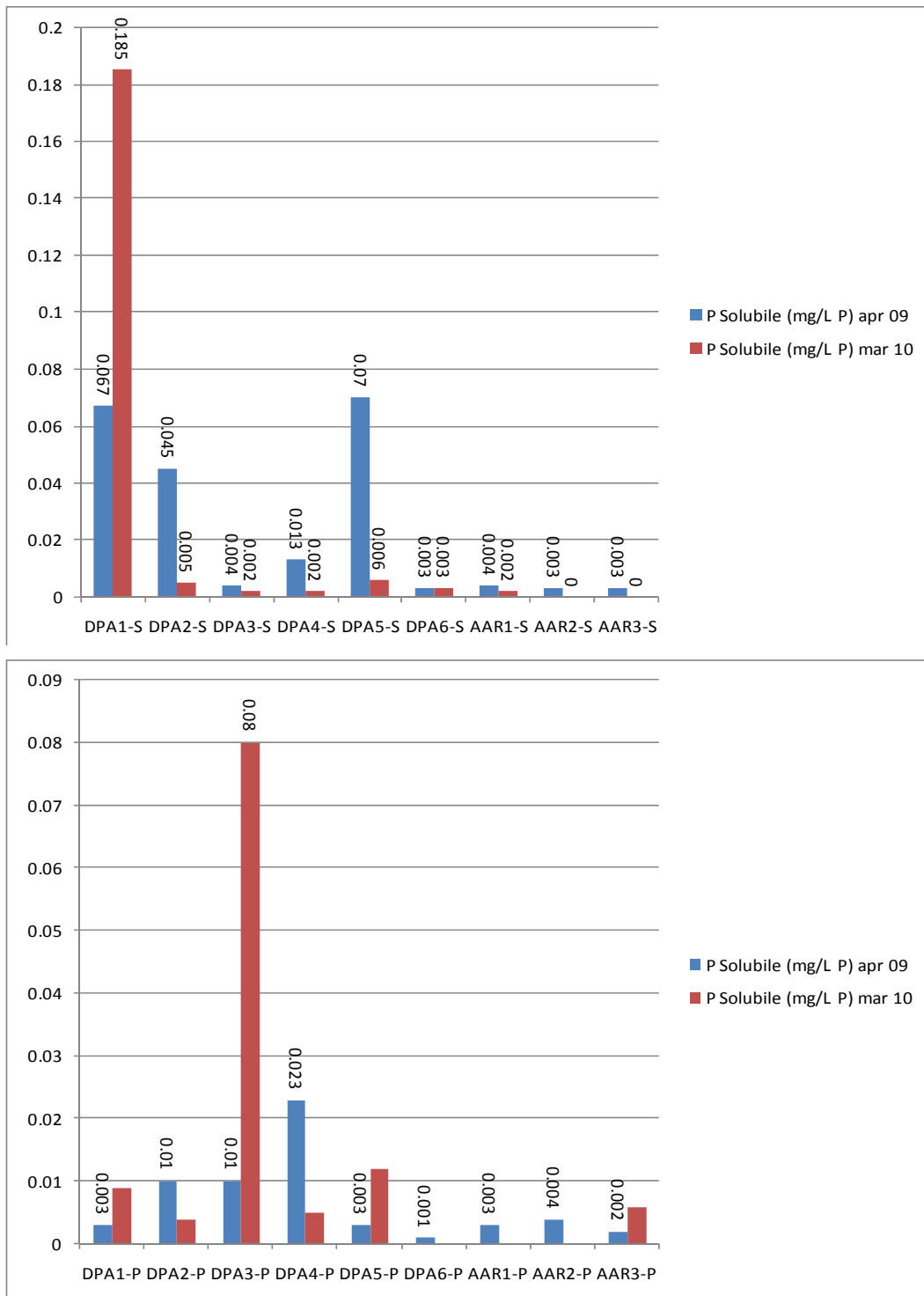
**Figura 5.55 – Concentrazione dei tensioattivi (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**



**Figura 5.56 – Concentrazione di N totale (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**

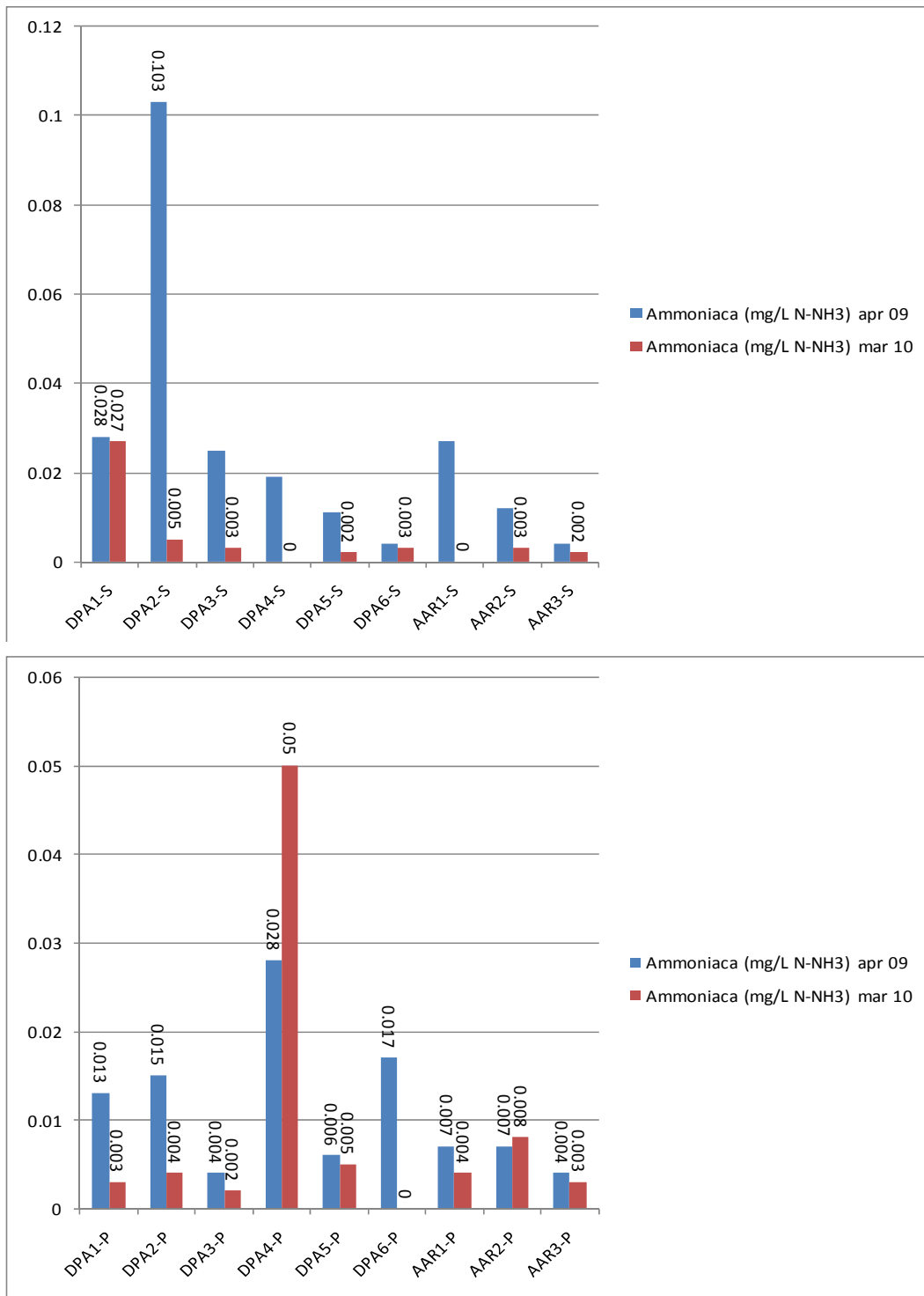


**Figura 5.57 – Concentrazione di P totale (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**

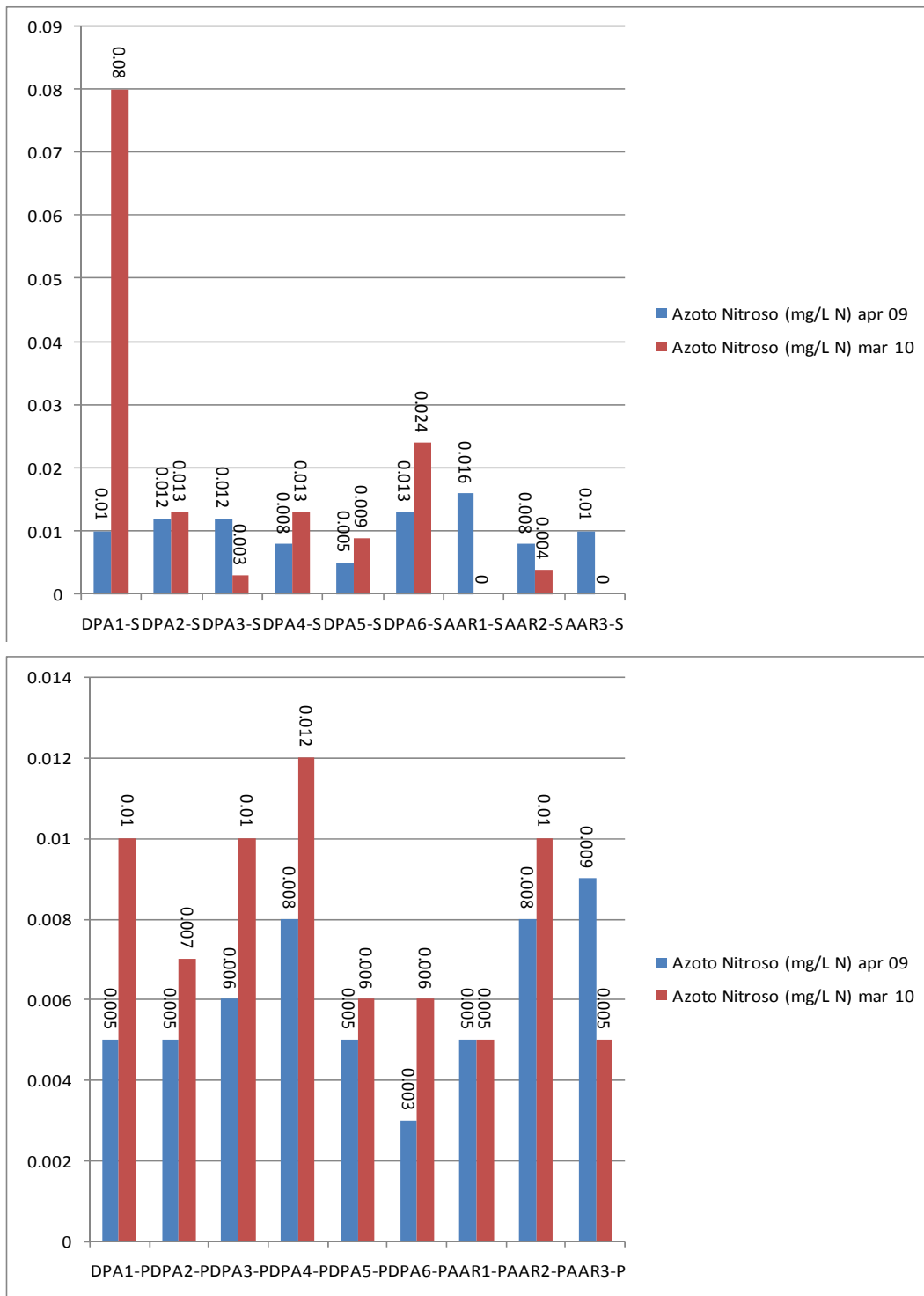


**Figura 5.58 – Concentrazione di P solubile (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**

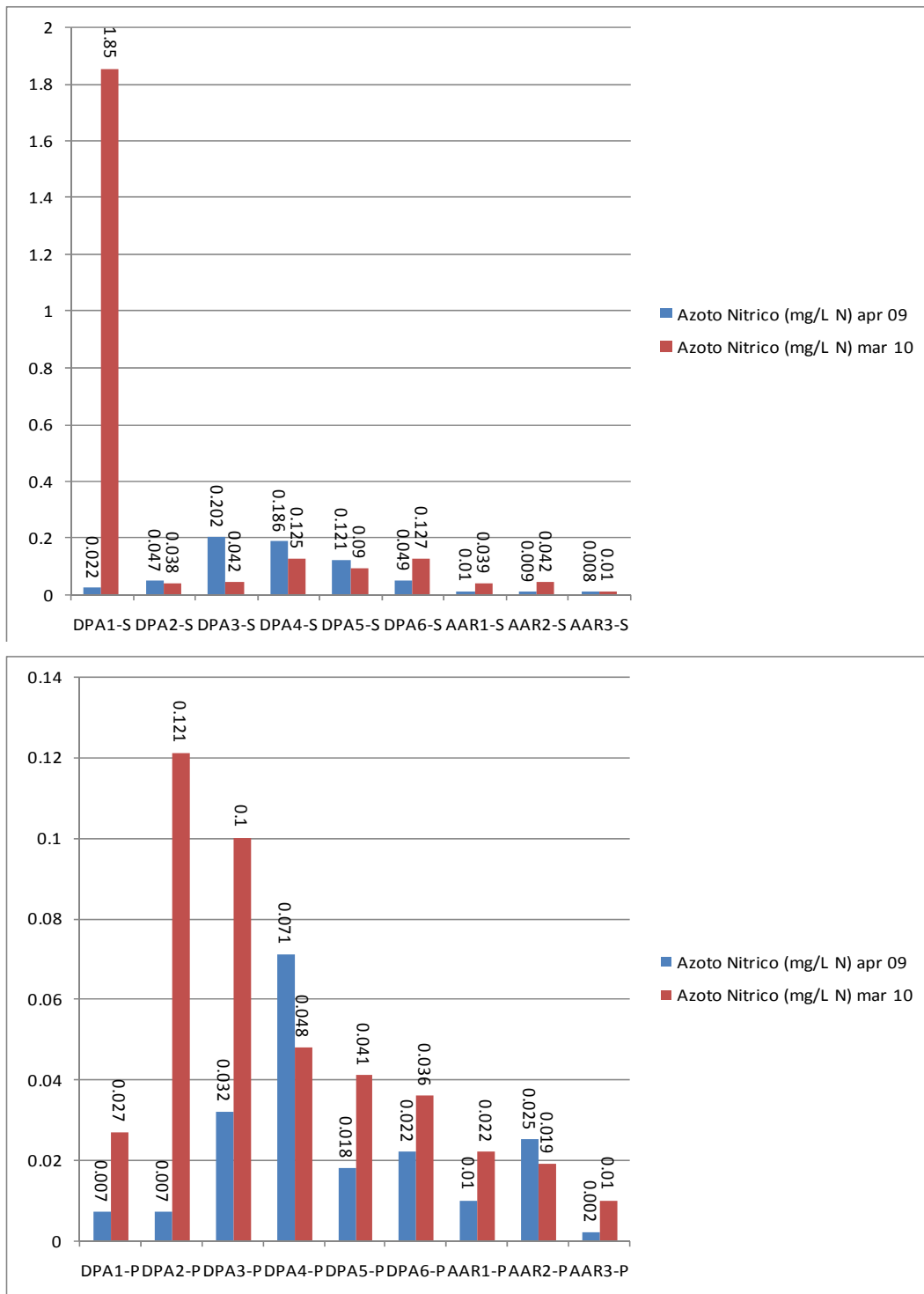




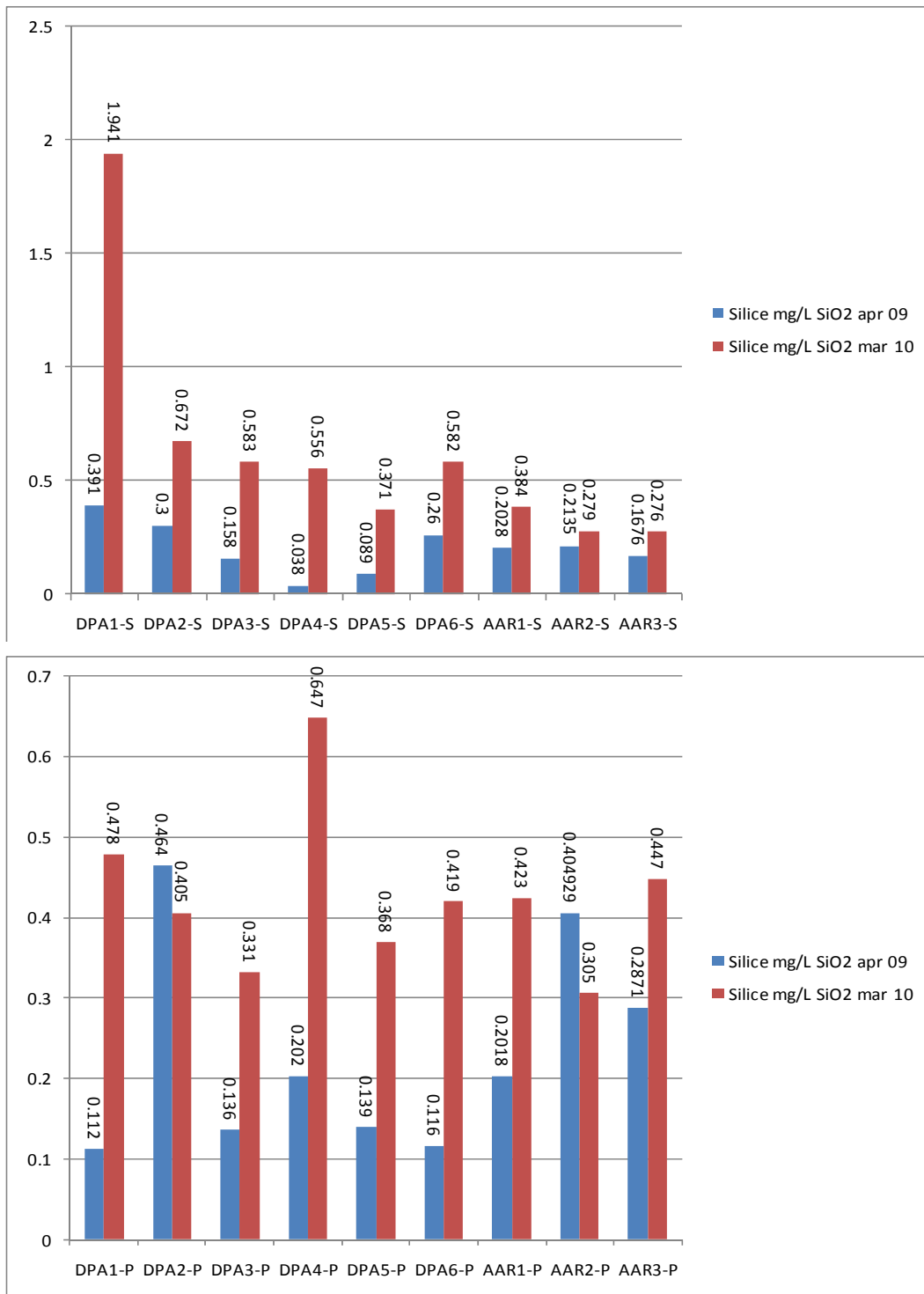
**Figura 5.59 – Concentrazione di ammoniaca (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**



**Figura 5.60 – Concentrazione di azoto nitroso (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**



**Figura 5.61 – Concentrazione di azoto nitrico (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**



**Figura 5.62 – Concentrazione di silice (superficie e profondità) nei punti nei pressi del porto dell’Arenella e del porto di Palermo nella I fase (apr 09) e nella II fase (mar 10)**

In conclusione analizzando i dati raccolti in entrambe le campagne, per quel che riguarda le caratteristiche chimiche (metalli, IPA, pesticidi e PCB), si osserva che, fatta eccezione per qualche punto campionato dove si è riscontrata la presenza di metalli quali ferro, alluminio e zinco, i valori riscontrati sono sempre inferiori al limite di quantificazione e comunque sempre non superano i valori di standard di qualità ambientale stabiliti per le acque marino costiere come riportato nelle tabelle 1/A e 1/B dell'allegato 1 del decreto 8 novembre 2010 n. 260 "Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali - Modifica norme tecniche Dlgs 152/2006".

Di seguito si riportano per un punto, le tabelle ove specificati i metalli, gli IPA, i pesticidi ed i PCB ricercati nella colonna d'acqua nelle due campagne ARPA.

<b>I campagna</b>		
<b>Metalli su APP01-S</b>		
alluminio	µg/l	<5
arsenico	µg/l	<1
cadmio	µg/l	<1
cromo	µg/l	<1
rame	µg/l	<1
ferro	µg/l	11.70
mercurio	µg/l	<0,1
nicel	µg/l	<1
piombo	µg/l	<1
vanadio	µg/l	<1
zinco	µg/l	15.20

<b>II campagna</b>			
<b>Metalli</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Risultato</b>	<b>Limite di quantificazione (L.Q.)</b>
Antimonio	µg/l	<L.Q.	1
Alluminio	µg/l	<L.Q.	5
Argento	µg/l	<L.Q.	1
Arsenico	µg/l	<L.Q.	1
Berillio	µg/l	<L.Q.	1
Cadmio	µg/l	<L.Q.	1
Cobalto	µg/l	<L.Q.	1
Cromo totale	µg/l	<L.Q.	1
Mercurio	µg/l	<L.Q.	0.1
Nichel	µg/l	<L.Q.	1
Piombo	µg/l	<L.Q.	1
Ferro	µg/l	8.40	5
Rame	µg/l	<L.Q.	1
Selenio	µg/l	<L.Q.	1
Tallio	µg/l	<L.Q.	1
Vanadio	µg/l	<L.Q.	1
Zinco	µg/l	<L.Q.	5
Manganese	µg/l	<L.Q.	5



<b>I campagna</b>		
<b>IPA su APP01-S</b>		
Benzene	µg/l	<0,01
Toluene	µg/l	<0,01
Etil Benzene	µg/l	<0,01
para-meta -Xilene	µg/l	<0,02
orto-Xilene	µg/l	<0,01
Stirene	µg/l	<0,01
M.T.B.E.	µg/l	<0,1
1,1 Dicloroetilene	µg/l	<0,01
1,1,2, Tricloroetano	µg/l	<0,02
Triclorometano	µg/l	<0,01
1,2 dicloroetano	µg/l	<0,3
1,1,2,2, Tetracloroetano	µg/l	<0,01
1,2 Dicloropropano	µg/l	<0,01
Tricloroetilene	µg/l	<0,01
Tetracloroetilene	µg/l	<0,01
1,2,3 Tricloropropano	µg/l	<0,01
Esaclorobutadiene	µg/l	<0,01
1,1,1 Tricloroetano	µg/l	<0,02
1,1 Dicloroetano	µg/l	<0,5
trans 1,2 Dicloroetilene	µg/l	<0,05
cis- 1,2 Dicloroetilene	µg/l	<0,05
Tribromometano	µg/l	<0,03
1,2 Dibromoetano	µg/l	<0,01
Dibromoclorometano	µg/l	<0,01
Bromodidiclorometano	µg/l	<0,01
Diclorometano	µg/l	<0,01
Benzo(a)antracene	µg/l	<0,01
Chrysene	µg/l	<0,01
Benzo(b)fluorantene	µg/l	<0,01
Benzo(k)fluorantene	µg/l	<0,01
Benzo(a)pyrene	µg/l	<0,01
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	<0,01
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	µg/l	<0,01
Pyrene	µg/l	<0,01
Sommatoria IPA	µg/l	<0,1

<b>II campagna</b>			
<b>IPA</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Risultato</b>	<b>Limite di quantificazione (L.Q.)</b>
Naftalene	µg/l	<L.Q.	0.01
Acenaftilene	µg/l	<L.Q.	0.01
Acenaftene	µg/l	<L.Q.	0.01
Fluorene	µg/l	<L.Q.	0.01
Fenantrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Antracene	µg/l	<L.Q.	0.01
Fluorantene	µg/l	<L.Q.	0.01
Pyrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Benzo-a-Antracene	µg/l	<L.Q.	0.01
Crysene	µg/l	<L.Q.	0.01
Benzo-b-Fluorantene	µg/l	<L.Q.	0.01
Benzo-k-Fluorantene	µg/l	<L.Q.	0.01
Benzo-e-Pyrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Benzo-a-Pyrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Perilene	µg/l	<L.Q.	0.01
Indeno(1,2,3-c,d) pyrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Dibenzo(a,h) antracene	µg/l	<L.Q.	0.01
Benzo(g,h,i) perylene	µg/l	<L.Q.	0.01
Dibenzo(a,e,)Pyrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Dibenzo(a,h,)Pyrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Dibenzo(a,i,) Pyrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Dibenzo(a,l,) Pyrene	µg/l	<L.Q.	0.01
Sommatoria IPA	µg/l	<L.Q.	0.1

<b>I campagna</b>		
<b>Pesticidi su APP01-S</b>		
ALDRIN	µg/l	<0,002
DIELDRIN	µg/l	<0,002
ENDRIN	µg/l	<0,002
ISODRIN	µg/l	<0,002
2,4-DDE	µg/l	<0,002
4,4-DDE	µg/l	<0,002
2,4-DDD	µg/l	<0,002
4,4-DDD	µg/l	<0,002
2,4-DDT	µg/l	<0,002
4,4-DDT	µg/l	<0,002
alfa-HCH	µg/l	<0,002
beta-HCH	µg/l	<0,002
gamma-HCH	µg/l	<0,002
delta-HCH	µg/l	<0,002
ATRAZINA	µg/l	<0,002
EPTACLORO	µg/l	<0,002
EPTACLORO EPOSSIDO	µg/l	<0,002
ALACLOR	µg/l	<0,002
CLORDANO	µg/l	<0,002

<b>II campagna</b>			
<b>Pesticidi</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Risultato</b>	<b>Limite di quantificazione (L.Q.)</b>
ALDRIN	µg/l	<L.Q.	0.002
DIELDRIN	µg/l	<L.Q.	0.002
ENDRIN	µg/l	<L.Q.	0.002
ISODRIN	µg/l	<L.Q.	0.002
2,4-DDE	µg/l	<L.Q.	0.002
4,4-DDE	µg/l	<L.Q.	0.002
2,4-DDD	µg/l	<L.Q.	0.002
4,4-DDD	µg/l	<L.Q.	0.002
2,4-DDT	µg/l	<L.Q.	0.002
4,4-DDT	µg/l	<L.Q.	0.002
alfa-HCH	µg/l	<L.Q.	0.002
beta-HCH	µg/l	<L.Q.	0.002
gamma-HCH	µg/l	<L.Q.	0.002
delta-HCH	µg/l	<L.Q.	0.002
ATRAZINA	µg/l	<L.Q.	0.002
EPTACLORO	µg/l	<L.Q.	0.002
EPTACLORO EPOSSIDO	µg/l	<L.Q.	0.002
ALACLOR	µg/l	<L.Q.	0.002
CLORDANO	µg/l	<L.Q.	0.002

<b>I campagna</b>		
<b>PCB su APP01-S</b>		
PCB 18	µg/l	<0,001
PCB 28	µg/l	<0,001
PCB 31	µg/l	<0,001
PCB 44	µg/l	<0,001
PCB 52	µg/l	<0,001
PCB 95	µg/l	<0,001
PCB 101	µg/l	<0,001
PCB 99	µg/l	<0,001
PCB 81	µg/l	<0,001
PCB 110	µg/l	<0,001
PCB 77	µg/l	<0,001
PCB 151	µg/l	<0,001
PCB 123	µg/l	<0,001
PCB 149	µg/l	<0,001
PCB 118	µg/l	<0,001
PCB 114	µg/l	<0,001
PCB 146	µg/l	<0,001
PCB 153	µg/l	<0,001
PCB 105	µg/l	<0,001
PCB 138	µg/l	<0,001
PCB 187	µg/l	<0,001
PCB 126	µg/l	<0,001
PCB 183	µg/l	<0,001
PCB 167	µg/l	<0,001
PCB 128	µg/l	<0,001
PCB 177	µg/l	<0,001
PCB 156	µg/l	<0,001
PCB 157	µg/l	<0,001
PCB 180	µg/l	<0,001
PCB 169	µg/l	<0,001
PCB 170	µg/l	<0,001
PCB 189	µg/l	<0,001
Somma congeneri	µg/l	<0,01

<b>II campagna</b>			
<b>PCB</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Risultato</b>	<b>Limite di quantificazione (L.Q.)</b>
PCB 18	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 28	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 31	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 44	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 52	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 95	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 101	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 99	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 81	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 110	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 77	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 151	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 123	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 149	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 118	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 114	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 146	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 153	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 105	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 138	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 187	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 126	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 183	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 167	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 128	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 177	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 156	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 157	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 180	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 169	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 170	µg/l	<L.Q.	0.001
PCB 189	µg/l	<L.Q.	0.001
Somma congeneri	µg/l	<L.Q.	0.01

## 5.4.2 TRIX E TRBIX

Lo stato di qualità per le acque marino costiere è definito attraverso l'applicazione dell'indice trofico TRIX "TROphic IndeX" (D.lgs. 152/99; D.Lgs. 258/00). Questo indice fornisce un quadro complessivo dello stato chimico e biologico delle acque marine costiere. La classificazione sulla scala trofica, integrata con i dati relativi alla concentrazione degli inquinanti nelle acque, determina lo stato di qualità ambientale delle acque marino – costiere (D.M 367/03).

Nella formulazione dell'indice TRIX sono stati presi in considerazione i parametri di stato trofico significativi in termini sia di produzione della biomassa fitoplanctonica e di dinamica della stessa (clorofilla "a" e ossigeno disciolto), sia quelli rappresentativi dei principali fattori causali (azoto minerale disciolto e fosforo totale) normalmente analizzati nell'ambito di campagne di monitoraggio costiero.

L'eutrofizzazione è una abnorme proliferazione di biomassa vegetale (microalghe). Il termine "eutrofizzazione", dal greco eutrophia (eu = buona, trophòs = nutrimento), in origine indicava, in accordo con la sua etimologia, una condizione di ricchezza in sostanze nutritive (nitrati e fosfati) in ambiente acquatico; oggi viene correntemente usato per indicare le fasi successive del processo biologico conseguente a tale arricchimento e cioè l'abnorme sviluppo di alghe con conseguenze spesso deleterie per l'ambiente.

Il calcolo dell'indice trofico avviene secondo la seguente espressione:

$$\text{TRIX} = (\text{Log}(\text{Cha} \times |\text{OxD}\%| \times \text{N} \times \text{P}) + a) / b$$

dove a e b sono determinanti sulla base di dati sperimentali.

Ad intervalli di valori di TRIX è associato uno stato trofico; ad essi corrispondono una serie di specifiche condizioni, come riportato nella tabella sottostante:

SCALA TROFICA	STATO	CONDIZIONI
2 - 4	<b>Elevato</b>	Acque scarsamente produttive Livello di trofia basso Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
4 - 5	<b>Buono</b>	Acque moderatamente produttive Livello di trofia medio Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie nelle acque bentiche
5 - 6	<b>Mediocre</b>	Acque molto produttive Livello di trofia elevato Scarsa trasparenza delle acque Anomale colorazioni delle acque Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
6 - 8	<b>Scadente</b>	Acque fortemente produttive Livello di trofia molto elevato Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morte di organismi bentonici Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

La caratterizzazione della trasparenza delle acque viene invece definita dal calcolo dell'indice TRBIX.

La trasparenza è la risultante di almeno tre componenti:

- le sostanze organiche disciolte
- la biomassa fitoplanctonica
- la torbidità dovuta al particolato inorganico minerale

Esiste una relazione empirica tra la trasparenza e la clorofilla, in condizioni approssimate di saturazione ottica da clorofilla:

$$\text{TRSP}(p) = 30/\text{Ch}^{(0.7)}$$

(Intervallo approssimato di validità: Ch da 0.2 a 300 mg/m<sup>3</sup>; TRSP da 48 a 0.3 m).

Da questa relazione si può definire un rapporto "Torbidità/Clorofilla", inteso come rapporto tra trasparenza potenziale (p) e trasparenza reale (a), quella effettivamente misurata:

$$\text{TRBR} = \text{TRSP}(p)/\text{TRSP}(a)$$

Su queste basi è stato formulato l'indice di torbidità, calcolato come il logaritmo con base 2 di TRBR:

$$\text{TRBIX} = \log_2 (\text{TRBR})$$

La prima e semplice interpretazione di questo indice è che le acque sono otticamente saturate dalla biomassa, in termini di clorofilla, quando TRBIX =0; se TRBIX =1, l'effetto della clorofilla sarà uguale a quello delle altre forme di torbidità; se TRBIX =2, la clorofilla contribuirà con circa 1/4, ecc.

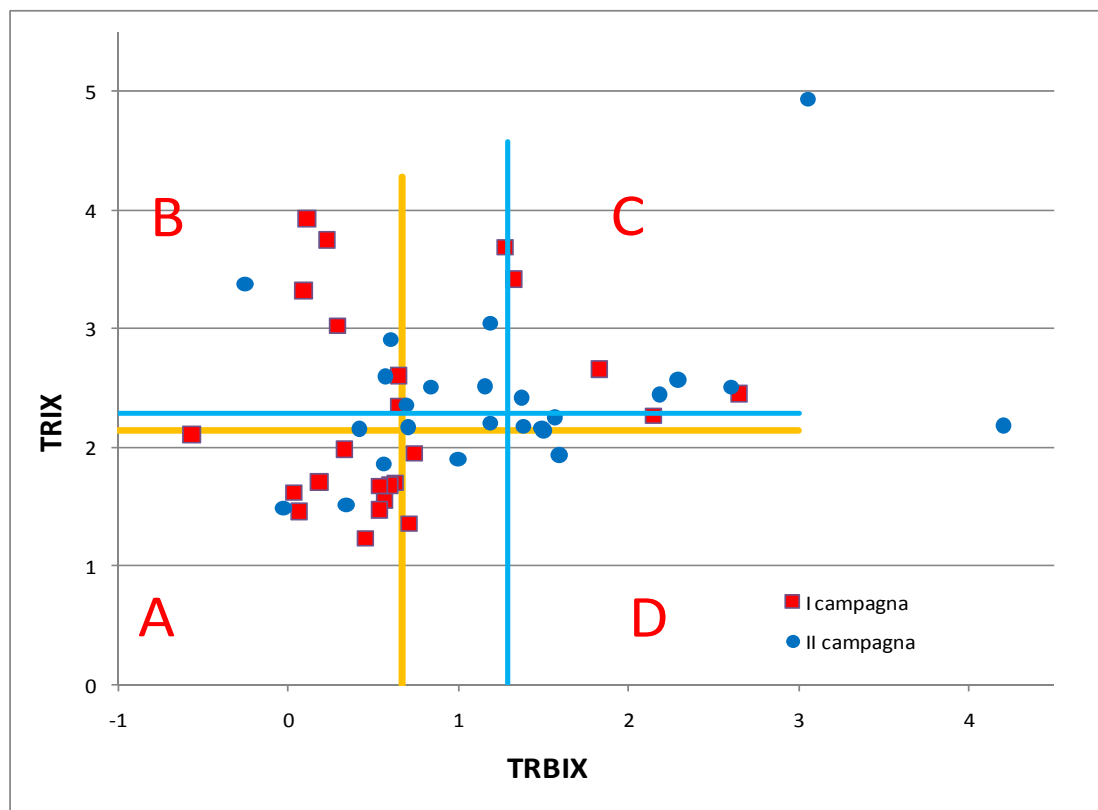
Nella tabella che segue sono riportati i calcoli per l'indice TRIX e TRBIX nei punti di campionamento del l'ARPA Sicilia nelle due differenti campagne:

punto di campionamento	profondità (m)	TRIX		TRBIX	
		I campagna feb-apr 2009	II campagna nov09-mar10	I campagna feb-apr 2009	II campagna nov09-mar10
APP01S	0.5	1.5926	2.0426		
APP01P	15	2.0391	1.9887		
APP02S	0.5	1.6126	1.5000	0.0351	-0.0241
APP02P	24.5	1.8836	2.6772		
APP03S	0.5	2.1032	3.3890	-0.5647	-0.2496
APP03P	50	1.7054	1.9109		
AAR01S	0.5	1.8899	1.9236		
AAR01P	10	1.8866	1.5744		
AAR02S	0.5	1.7028	1.8682	0.1840	0.5563
AAR02P	30	2.0935	1.7149		
AAR03S	0.5	1.4579	1.5232	0.0646	0.3453
AAR03P	50	1.2902	2.0429		
APA01S	0.5	2.0810	2.0779		
APA01P	4	1.9414	1.7925		
APA02S	0.5	2.2673	2.9141	2.1530	0.5925
APA02P	25.5	1.5283	2.1155		
APA03S	0.5	2.6024	2.1514	0.6543	0.4100
APA03P	50	1.4649	1.7347		
BPA01S	0.5	2.4497	2.7648	2.6525	
BPA01P	4	2.1682	2.1150		
BPA02S	0.5	2.6558	2.1665	1.8311	0.6971
BPA02P	24.5	1.7141	2.3693		
BPA03S	0.5	2.3491	2.5932	0.6543	0.5656
BPA03P	50	1.8346	2.3802		
CPA01S	0.5	2.9678	2.6580		
CPA01P	4.5	1.8496	2.0945		
CPA02S	0.5	1.6953	2.3693	0.6302	0.6896
CPA02P	28	2.3256	2.6059		
CPA03S	0.5	1.5420	2.5136	0.5676	0.8311
CPA03P	50	1.8458	2.1793		
BFI01S	0.5	1.2617	2.2102		1.1829
BFI01P	10.5	1.4781	1.9533		
BFI02S	0.5	1.6794	1.9311	0.6037	1.5975
BFI02P	23	1.7553	1.7884		
BFI03S	0.5	1.2282	2.1881	0.4592	1.3758
BFI03P	50	1.9316	2.0863		
BAS01S	0.5	1.4808	3.0531		1.1830
BAP01P	10	1.7622	2.0057		
BAS02S	0.5	1.3549	1.9134	0.7167	1.0007
BAP02P	18	2.3617	2.4003		
BAS03S	0.5	1.9812	2.4124	0.3371	1.3671
BAP03P	50	2.4782	2.9873		
ACM01S	0.5	1.4689	2.5097	0.5377	1.1529
ACM01P	17	2.2190	1.5073		
ACM02S	0.5	1.9497	2.2495	0.7461	1.5631
ACM02P	29	2.5943	1.8031		
ACM03S	0.5	1.6666	2.1706	0.5388	1.4922
ACM03P	50	2.6484	2.4005		
DPA01S	0.5	3.4138	4.9471	1.3300	3.0453
DPA01P	30.8	1.7732	2.0217		
DPA02S	0.5	3.6788	2.1805	1.2812	4.1941
DPA02P	38	2.3269	2.5993		
DPA03S	0.5	3.7444	2.1369	0.2303	1.5034
DPA03P	22	2.8716	3.5876		
DPA04S	0.5	3.9223	2.5657	0.1128	2.2932
DPA04P	12	3.6968	2.5913		
DPA05S	0.5	3.3154	2.5164	0.0926	2.5934
DPA05P	21	2.3838	2.5704		
DPA06S	0.5	3.0252	2.4422	0.2929	2.1764
DPA06P	19.6	2.5929	1.7639		



La combinazione di TRIX e TRBIX come componenti di un vettore, caratterizzano la qualità delle acque costiere in maniera più generale.

Nel diagramma seguente lo spazio vettoriale è stato suddiviso in 4 quadranti dove sono riportati i valori incrociati di TRIX e TRBIX per i diversi punti nelle due campagne:



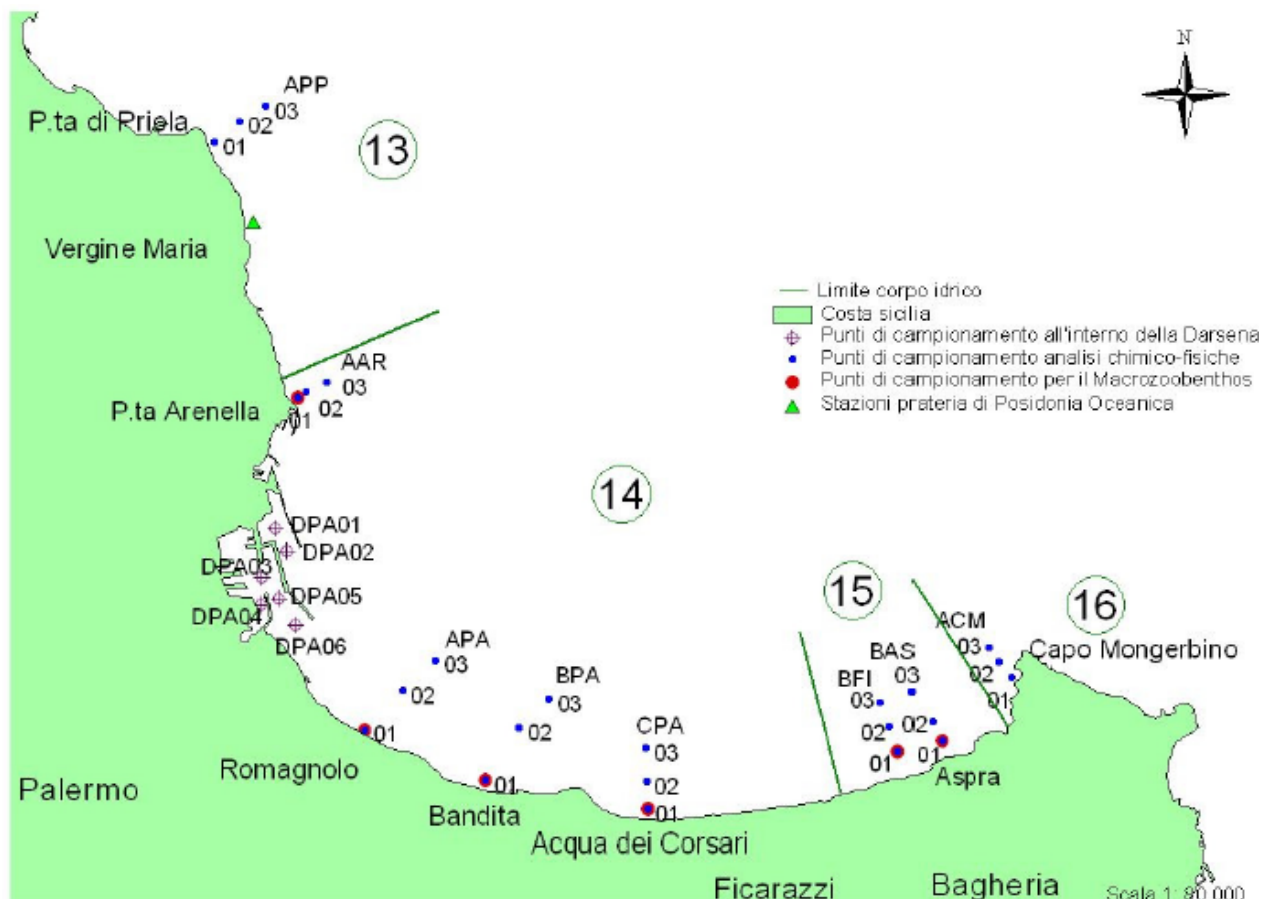
Le proprietà complessive della qualità delle acque possono essere specificate come segue:

<b>Schema di interpretazione dei quadranti derivati dalla combinazione del TRIX vs. TRBIX</b>	
<p><b>Quadrante B</b> Acque colorate prevalentemente da fitoplancton; colore vegetale verdastro, brunoastro o rossoastro secondo la specie fitoplanctonica. Trasparenza più o meno ridotta.</p>	<p><b>Quadrante C</b> Acque colorate sia da fitoplancton che da torbidità di tipo minerale; colore limoso-fangoso associato ad una variazione cromatica verdastro, brunoastro o rossoastro secondo la specie fitoplanctonica. Trasparenza più o meno ridotta.</p>
<p><b>Quadrante A</b> Acque poco o scarsamente colorate da fitoplancton e presenza di torbidità minerale; colore poco limoso con tonalità verde-azzurro-blu marino. Trasparenza alta.</p>	<p><b>Quadrante D</b> Acque prevalentemente colorate da torbidità di tipo minerale; colore limoso fangoso di tipo grigio brunoastro. Trasparenza molto ridotta.</p>

### 5.4.3 Analisi del macrozoobenthos

Per lo studio del macrozoobenthos associato a Sabbie Fini Ben Classate (SFBC), sono state individuate sei stazioni di prelievo posizionate a circa 100 m dalla costa e ad una profondità variabile tra 4 e 11 m.

Nella cartina di seguito riportata sono rappresentate in colore rosso le stazioni di campionamento.



Le indagini sono state eseguite in due diverse stagioni dell'anno 2009: primaverile ed autunnale.

Per ogni stazione e per ogni campagna sono state elaborate le liste delle specie con i valori medi e di deviazione standard degli indici biotici. Tali dati sono riportati nelle tabelle 15-20 allegate al presente documento.

Per l'analisi delle comunità sono stati scelti tre indici:

- L'indice di equitabilità di Pielou "J" che risulta compreso tra 0 e 1 e prende in considerazione la distribuzione degli individui nell'ambito delle varie specie che compongono una comunità. Tale indice presenta il valore massimo nel caso teorico in cui tutte le specie siano presenti con la stessa abbondanza, mentre presenta un valore basso nel caso in cui ci sia una sola specie abbondante e numerose specie rare.
- L'indice di diversità specifica di Shannon-Weaver "H" che tiene conto sia del numero di specie presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie. Più alto è il valore, maggiore sarà il valore di equiripartizione degli individui delle specie presenti nella comunità.

- L'indice di ricchezza specifica di Margalef "d" che prende in considerazione il numero di specie totali ed il numero totale di individui in una comunità. Quante più specie sono presenti nel campione, tanto più alto sarà tale indice.

I valori medi degli indici sopra descritti, elaborati per le singole stazioni del golfo di Palermo nelle due diverse stagioni - primaverile (I<sup>a</sup> campagna) e autunnale (II<sup>a</sup> campagna), sono stati riportati nelle seguenti tabelle riassuntive:

Golfo di Palermo (I<sup>a</sup> campagna)

Valori medi delle variabili esaminate:						
STAZIONE		S	N	d	J'	H'(log2)
AAR01	I <sup>a</sup> campagna	24,67	86,67	5,41	0,85	3,91
APA01		19,67	678,33	3,34	0,45	1,92
BPA01		14,00	71,67	3,40	0,75	2,85
CPA01		13,67	137,33	2,66	0,66	2,46
BFI01		23,67	109,67	4,89	0,76	3,46
BAS01		22,33	70,00	5,04	0,83	3,68

Golfo di Palermo (II<sup>a</sup> campagna)

Valori medi delle variabili esaminate:						
STAZIONE		S	N	d	J'	H'(log2)
AAR01	II <sup>a</sup> campagna	19,67	131	3,91	0,529	2,26
APA01		18,33	83	3,90	0,825	3,43
BPA01		37	146	7,23	0,831	4,28
CPA01		15,67	103	3,23	0,829	3,28
BFI01		25,67	98,67	5,37	0,723	3,38
BAS01		30,33	140,33	5,95	0,789	3,86

Per ciascun indice e per ciascuna stazione sono evidenziati in rosso i valori minimi e in blu i valori massimi registrati nelle due stagioni.

#### 5.4.4 Caratterizzazione dei sedimenti

Per quanto riguarda la matrice sedimenti, i campioni sono stati prelevati nelle stazioni 1 e 2, ovvero in quella più vicina alla costa ed in quella intermedia, di ciascun transetto tranne per quelli di Punta Priola e Capo Morgerbino poiché caratterizzati dalla presenza di fondali rocciosi dunque non interessati allo studio.

Le determinazioni effettuate hanno riguardato Saggi Ecotossicologici, Metalli, Pesticidi e, al fine di una migliore e completa indagine su eventuali contaminazioni di origine antropica, gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e i Policlorobifenili (PCB). Di seguito si allegano le tabelle con i risultati ottenuti dalle analisi:

Granulometria - Ecotossicologia - Metalli - TOC																		
Stazioni	Data	Profondità	Distanza dalla Costa	Granulometria in % in peso			Ecotossicologia, Tossicità			arsenico	cadmio	cromo	rame	nichel	mercurio	piombo	zinco	TOC
	gg/mm/aaaa	m	m	Ghiaia	Sabbia	Peliti	Vibrio fischeri	Brachionus plicatilis	Phaeodactylum tricornutum	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	%
AAR01	17/03/2009	11.5	127	0.68	98.39	0.93	Assente	Assente	Assente	5.2	0.18	6.1	5.6	3.5	0.08	9.5	43.2	2.10%
AAR02		20	242	1.22	95.62	3.16				4.2	0.18	7.5	6.7	4.3	0.07	12.9	56.8	1.20%
APA01	17/03/2009	5	212	0.49	99.03	0.49	Assente	Assente	Assente	7.1	0.3	8	8.1	5.9	0.13	30	72.0	1.00%
APA02		22	813	1.07	60.01	38.92				7.2	0.39	28.1	31.3	15.6	0.4	39.9	124.4	1.60%
BPA01	17/03/2009	5	229	0.78	99.05	0.16	Assente	Assente	Assente	6.7	0.18	6.3	4.2	3.9	0.07	19.1	35.2	1.00%
BPA02		20	828	0.95	97.27	1.78				9.6	0.28	9.3	5.2	6.6	0.16	12.2	75.1	1.00%
CPA01	16/03/2009	5	190	0.31	99.31	0.37	Lieve	Assente	Assente	6.6	0.2	6.2	4.2	5.2	0.1	11.6	48.9	0.80%
CPA02					0.58	98.27	1.15				9.2	0.2	8.9	3.6	6.5	0.12	11.9	89.4
BFI01	16/03/2009	11.6	455	0.19	99.67	0.13	Alta	Assente	Assente	8.5	0.3	8.2	1.6	9.1	0.05	3.6	93.1	0.20%
BFI02					0.14	99.02	0.84				9.4	0.16	9.8	3.2	10.4	0.1	7.4	49.1
BAS01	16/03/2009	11.6	311	0.35	98.80	0.84	Lieve	Assente	Assente	8.6	0.3	9.1	2.4	9.9	0.04	5.6	49.9	0.70%
BAS02					0.14	98.11	1.75				9.4	0.3	9.4	2	9.8	0.11	5.9	73.5

**Tabella 5.11 – Caratteristiche granulometriche dei campioni, eco tossicologia dei sedimenti, concentrazione dei metalli e TOC (campione organico totale)**

Fitofarmaci												
Stazioni	ALDRIN	ENDRIN	DIELDRIN	α Esaclorocicloesano	β Esaclorocicloesano	γ Esaclorocicloesano	2,4-DDE	2,4-DDD	2,4-DDT	4,4-DDE	4,4-DDD	4,4-DDT
	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg
AAR01	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
AAR02	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
APA01	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
APA02	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
BPA01	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
BPA02	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
CPA01	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
CPA02	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
BFI01	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
BFI02	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
BAS01	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
BAS02	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50

**Tabella 5.12 – Concentrazione dei fitofarmaci**

Stazioni	2,4,4'	2,2',5,5'	3,4,4',5	3,3',4,4',	2,2',3,5',6	2,2',4,5,5'	2,2',4,4',5	2,3,3',4',6	2',3,4,4',5	2,3',4,4',5	2,3,4,4',5	2,3,3',4,4'	3,3',4,4',5	2,2',3,5,5',6
	Triclorobifenile	Tetraclorobifenile	Tetraclorobifenile	Tetraclorobifenile	Pentaclorobifenile	Pentaclorobifenile	Pentaclorobifenile	Pentaclorobifenile		Pentaclorobifenile	Pentaclorobifenile	Pentaclorobifenile	Pentaclorobifenile	Pentaclorobifenile
	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg
AAR01	0.0650	0.0901	< 0.0010	< 0.0010	0.2394	0.3085	0.1418	0.3390	< 0.0010	0.2179	< 0.0010	0.0721	< 0.0010	0.2027
AAR02	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.3999	0.5621	0.4184	0.5744	< 0.0010	0.5329	< 0.0010	0.1575	< 0.0010	0.1155
APA01	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
APA02	1.4593	2.7622	< 0.0010	0.0988	5.2298	7.7974	4.1224	7.9364	< 0.0010	6.2522	0.0591	2.0434	< 0.0010	1.3716
BPA01	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.1400	0.2155	0.0996	0.2225	< 0.0010	0.1553	< 0.0010	0.0606	< 0.0010	< 0.0010
BPA02	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.3335	0.4892	0.2900	0.5038	< 0.0010	0.4146	< 0.0010	0.1360	< 0.0010	0.1619
CPA01	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
CPA02	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.5360	0.8427	0.4865	0.8334	< 0.0010	0.6587	< 0.0010	0.2040	< 0.0010	0.2385
BFI01	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
BFI02	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
BAS01	< 0.0010	0.0685	< 0.0010	< 0.0010	0.0961	0.1584	0.0444	0.1374	< 0.0010	0.1018	< 0.0010	0.0448	< 0.0010	< 0.0010
BAS02	< 0.0010	0.0506	< 0.0010	< 0.0010	0.0026	0.1220	0.0662	0.1405	< 0.0010	0.1122	< 0.0010	0.0201	< 0.0010	< 0.0010

Stazioni	2,2',3,4',5',6	2,2',3,4',5,5'	2,2',4,4',5,5'	2,2',3,4,4',5'	2,3',4,4',5,5'	2,3,3',4,4',5	2,3,3',4,4',5'	3,3',4,4',5,5'	2,2',3,4,4',5',6	2,2',3,4',5,5',6	2,2',3,3',4',5,6	2,2',3,4,4',5,5'	2,2',3,3',4,4',5'	2,3,3',4,4',5,5'	Somatoria PCBs
	Esaclorobifenile	Esaclorobifenile	Esaclorobifenile	Esaclorobifenile	Esaclorobifenile	Esaclorobifenile	Esaclorobifenile	Esaclorobifenile		Eptaclorobifenile	Eptaclorobifenile	Eptaclorobifenile	Eptaclorobifenile	Eptaclorobifenile	
	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg
AAR01	0.7543	0.1639	1.3243	1.3281	< 0.0010	0.0605	< 0.0010	< 0.0010	1.0073	0.2846	0.3822	1.1931	0.4545	< 0.0020	6.9529
AAR02	0.5729	0.0953	0.9731	1.0561	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.5617	< 0.0020	< 0.0020	0.6306	< 0.0020	< 0.0020	3.8896
APA01	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020
APA02	5.7929	1.0070	9.7875	10.2116	< 0.0010	0.6111	0.1239	< 0.0010	3.5164	1.0760	1.0094	5.5009	1.9866	< 0.0020	40.6234
BPA01	0.2044	< 0.0010	0.3563	0.3188	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	0.3126	< 0.0020	< 0.0020	1.1920
BPA02	0.5721	0.1120	0.9424	0.9787	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.4533	< 0.0020	< 0.0020	0.5662	< 0.0020	< 0.0020	3.6246
CPA01	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020
CPA02	0.8405	0.1426	1.4038	1.4588	< 0.0010	0.0743	< 0.0010	< 0.0010	0.5438	0.1742	0.1998	0.7674	0.3123	< 0.0020	5.9174
BFI01	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020
BFI02	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020
BAS01	0.1520	< 0.0010	0.2867	0.3068	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	0.1538	< 0.0020	< 0.0020	0.8992
BAS02	0.1085	< 0.0010	0.2228	0.2472	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	0.1135	< 0.0020	< 0.0020	0.2291	< 0.0020	< 0.0020	0.9210

Tabella 5.13 – Concentrazione dei PCB

Stazioni	Naftalene	Acenaphtylene	Acenaphthene	Fluorene	Phenanthrene	Anthracene	Fluoranthene	Pyrene	Benzo(a) anthracene	Chrysene	Benzo(b+k) fluoranthene
	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg
AAR01	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	20.14	20.31	23.68	24.26	23.95
AAR02	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	6.58	61.74	67.42	30.85	32.86	32.65
APA01	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	27.22	33.39	16.76	16.29	21.03
APA02	<0.10	169.41	49.68	45.75	401.28	165.80	856.24	1015.21	465.86	505.82	679.62
BPA01	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	5.59	7.02	8.01
BPA02	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	137.17	20.26	195.53	207.08	75.17	73.01	76.94
CPA01	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	10.31	12.69	10.67
CPA02	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	9.58	9.25	14.36
BFI01	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
BFI02	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	12.40	12.21	11.51
BAS01	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
BAS02	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

Stazioni	Benzo(j) fluoranthene	Benzo(e)pyrene	Benzo(a)pyrene	Perilene	Indeno(1,2,3-cd) pyrene	Benzo(ghi) Perilene	DiBenzo(a,h) Anthracene	Dibenzo(a,l) Pyrene	Dibenzo(a,e) Pyrene	Dibenzo(a,i) Pyrene	Dibenzo(a,h) Pyrene	Sommatoria IPA
	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg	µg/Kg
AAR01	13.48	22.90	27.39	9.70	33.53	37.82	8.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	152.91
AAR02	22.31	32.86	44.88	15.52	47.99	49.66	7.53	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	220.75
APA01	15.16	20.07	25.50	6.87	28.17	27.03	9.14	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	131.94
APA02	329.15	519.22	877.23	246.10	941.53	782.01	211.90	<0.10	99.98	87.90	<0.10	4095.02
BPA01	5.46	8.37	9.27	2.87	16.00	14.88	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	56.86
BPA02	55.18	67.07	99.17	31.81	122.25	116.68	26.04	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	518.19
CPA01	6.13	10.01	9.24	2.96	13.69	19.31	1.43	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	62.77
CPA02	8.55	13.01	14.87	4.70	21.13	18.10	4.86	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	85.22
BFI01	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
BFI02	7.46	12.78	10.72	3.65	9.20	10.86	2.64	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	57.30
BAS01	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
BAS02	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

Tabella 5.14 – Concentrazione degli IPA



Confrontando i dati raccolti con i valori standard di qualità ambientale nei sedimenti per i corpi idrici marino-costieri riportati nelle tabelle 2A e 3/B dell'allegato 1 del decreto 8 novembre 2010 n. 260 "Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali - Modifica norme tecniche Dlgs 152/2006", si può asserire che gli standard vengono rispettati in tutti i punti campionati.

Fa eccezione il punto APA02 dove si sono riscontrati valori leggermente in eccesso, rispetto agli standard ambientali, per i metalli cadmio e piombo che, rispettivamente, non dovrebbero superare gli 0.3 e i 30 mg/kg. Per il punto sopra citato viene superato anche il limite di valore per la sommatoria dei PCB e degli IPA (valore limite rispettivamente 8 e 800 µg/kg s.s.).

Si segnala anche il punto BPA02 dove è stata riscontrata un'alta concentrazione di IPA.

#### 5.4.5 Risultati delle analisi di qualità per le acque interne: i fiumi Oreto ed Eleuterio

##### Fiume Oreto

MACRODESCRITTORI		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
pH	8.3	unità di pH
Solidi Sospesi	9	mg/L
Temperatura	18	°C
Conducibilità	725	µS/cm a 20 °C
Durezza	382	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Azoto Totale	4.7	mg/L N
Azoto Ammoniacale	0.5	mg/L N
Azoto Nitrico	3.8	mg/L N
Ossigeno disciolto	89.5	% Saturazione
BOD <sub>5</sub>	2	mg/L O <sub>2</sub>
COD	10	mg/L O <sub>2</sub>
Ortofosfato	0.34	mg/L P
Fosforo Totale	0.42	mg/L P
Cloruri	41	mg/L Cl <sup>-</sup>
Solfati	63	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Azoto Nitroso	0.2	mg/L N
TOC (NPOC)	1.2	mg/L C

**Tabella 5.15 – Macrodescrittori per il fiume Oreto**

PCB			
	<i>PARAMETRO</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
128	2,2',3,3',4,4'-hexachlorobiphenyl	< 0,008	µg/l
138	2,2',3,4,4',5'-hexachlorobiphenyl ° ^	< 0,008	µg/l
146	2,2',3,4',5,5'-hexachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
149	2,2',3,4',5',6-hexachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
151	2,2',3,5,5',6-hexachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
153	2,2',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl ° ^	< 0,008	µg/l
156	2,3,3',4,4',5-hexachlorobiphenyl * ^	< 0,008	µg/l
157	2,3,3',4,4',5'-hexachlorobiphenyl *	< 0,008	µg/l
167	2,3',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl *	< 0,008	µg/l
169	3,3',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl *	< 0,008	µg/l
170	2,2',3,3',4,4',5-heptachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
177	2,2',3,3',4',5,6-heptachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
180	2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorobiphenyl ° ^	< 0,008	µg/l
183	2,2',3,4,4',5',6-heptachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
187	2,2',3,4',5,5',6-heptachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
189	2,3,3',4,4',5,5'-heptachlorobiphenyl *	< 0,008	µg/l
	Sommatoria <sup>1</sup> PCB dioxin-like-PNR (18)-ISS	< 0,008	µg/l
	Sommatoria <sup>1</sup> PCB D.Lgs. 152/2006	< 0,008	µg/l
	Sommatoria <sup>1</sup> PCB totali	< 0,008	µg/l

**Tabella 5.16 – Concentrazione dei PCB per il fiume Oreto**

IPA		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
5 - Phenanthrene	0.02	µg/l
6 - Anthracene	<0,01	µg/l
7 - Fluorantene	<0,01	µg/l
8 - Pyrene	<0,01	µg/l
9 - Benzo a anthracene	<0,01	µg/l
10 - Chrysene	<0,01	µg/l
11 - Benzo b fluoranthene	<0,01	µg/l
12 - Benzo k fluoranthene	<0,01	µg/l
13 - Benzo j fluoranthene	<0,01	µg/l
14 - Benzo e pyrene	<0,01	µg/l
15 - Benzo a pyrene	<0,01	µg/l
16 - Perilene	<0,01	µg/l
17 - Indeno (1,2,3- cd) pyrene	<0,01	µg/l
18 - Dibenz (a,h) anthracene	<0,01	µg/l
19 - Benzo (ghi) perylene	<0,01	µg/l
20- Dibenzo(a,l) Pyrene	<0,01	µg/l
21- Dibenzo(a,e) Pyrene	<0,01	µg/l
22- Dibenzo(a,i) Pyrene	<0,01	µg/l
23- Dibenzo(a,h) Pyrene	<0,01	µg/l
Sommatoria <sup>1</sup> (11-12-17-19)	<0,01	µg/l
sommatoria totale <sup>1</sup>	0.02	µg/l

**Tabella 5.17 – Concentrazione degli IPA per il fiume Oreto**

Pesticidi		
PARAMETRO	Risultato	Unità di misura
Alaclor	<0,02	µg/l
Aldrin	<0,02	µg/l
Atrazina	<0,02	µg/l
Atrazina desetil	<0,02	µg/l
Azinfos_etile	<0,10	µg/l
Azinfos_metile	<0,20	µg/l
Benalaxil	<0,03	µg/l
Clorfevinfos	<0,02	µg/l
Clorpirifos_etile	<0,02	µg/l
Clorpirifos_metile	<0,02	µg/l
DDD_2-4' + DDT_2-4'	<0,05	µg/l
DDE_2-4'	<0,03	µg/l
DDE_4-4'	<0,03	µg/l
DDD_4-4' + DDT_4-4'	<0,05	µg/l
Diazinone	<0,02	µg/l
Dieldrin	<0,05	µg/l
Dimetoato	<0,30	µg/l
Endosulfan_alfa	<0,30	µg/l
Endosulfan_beta	<0,10	µg/l
Endosulfa-sulfate	<0,10	µg/l
Endrin	<0,20	µg/l
Esaclorobenzene	<0,02	µg/l
Fenitroton	<0,03	µg/l
Fention	<0,06	µg/l
HCH_alpha	<0,08	µg/l
HCH_beta	<0,05	µg/l
HCH_gamma	<0,10	µg/l
HCH_delta	<0,08	µg/l
Heptacloro	<0,03	µg/l
Heptacloro epossido endo isomero A	<0,03	µg/l
Heptacloro epossido exo isomero B	<0,03	µg/l
Iprodione	<0,20	µg/l
Isodrin	<0,02	µg/l
Malation	<0,20	µg/l
Metalaxil	<0,05	µg/l
Metidation	<0,08	µg/l
Metolaclor	<0,02	µg/l
Myclobutanil	<0,08	µg/l
Oxadiazon	<0,02	µg/l
Oxadixil	<0,03	µg/l
Paration_etile	<0,02	µg/l
Paration_metile	<0,20	µg/l
Pendimetalin	<0,02	µg/l
Phorate	<0,10	µg/l
Pirimicarb	<0,02	µg/l
Procimidone	<0,07	µg/l
Prometrina	<0,02	µg/l
Propizamide	<0,02	µg/l
Pyrimetanil	<0,03	µg/l
Simazina	<0,02	µg/l
Terbumetone	<0,02	µg/l
Terbutilazina	<0,02	µg/l
Terbutilazina desetil	<0,02	µg/l
Tetradifon	<0,05	µg/l
Triadimenol	<0,20	µg/l
Trifluralin	<0,03	µg/l
Somma DDD+DDT+DDE (*)	<0,02	µg/l

Tabella 5.18 – Concentrazione dei pesticidi per il fiume Oreto

Metalli		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
Arsenico	<1	µg/l
Bario	22	µg/l
Cadmio	0.8	µg/l
Cromo	<1	µg/l
Rame	<1	µg/l
Ferro	5	µg/l
Piombo	<1	µg/l
Manganese	5.00	µg/l
Berillio	<0,3	µg/l
Boro	41	µg/l
Cobalto	<2	µg/l
Vanadio	<2	µg/l
Zinco	42	µg/l
Nichel	<2	µg/l
Selenio	<2	µg/l
Mercurio	<0,1	µg/l

Tabella 5.19 – Concentrazione dei metalli per il fiume Oreto

## Fiume Eleuterio

MACRODESCRITTORI		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
pH	8.25	unità di pH
Solidi Sospesi	7	mg/L
Temperatura	19	°C
Conducibilità	1080	µS/cm a 20 °C
Durezza	495	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Azoto Totale	5.5	mg/L N
Azoto Ammoniacale	2	mg/L N
Azoto Nitrico	2.3	mg/L N
Ossigeno disciolto	90	% Saturazione
BOD <sub>5</sub>	5	mg/L O <sub>2</sub>
COD	24	mg/L O <sub>2</sub>
Ortofosfato	0.35	mg/L P
Fosforo Totale	0.51	mg/L P
Cloruri	79	mg/L Cl <sup>-</sup>
Solfati	172	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Azoto Nitroso	0.6	mg/L N
TOC (NPOC)	8.4	mg/L C

Tabella 5.20 – Macrodescrittori per il fiume Eleuterio

PCB			
	<i>PARAMETRO</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
128	2,2',3,3',4,4'-hexachlorobiphenyl	< 0,008	µg/l
138	2,2',3,4,4',5'-hexachlorobiphenyl ° ^	< 0,008	µg/l
146	2,2',3,4',5,5'-hexachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
149	2,2',3,4',5',6-hexachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
151	2,2',3,5,5',6-hexachlorobiphenyl °	0.034	µg/l
153	2,2',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl ° ^	< 0,008	µg/l
156	2,3,3',4,4',5-hexachlorobiphenyl * ^	< 0,008	µg/l
157	2,3,3',4,4',5'-hexachlorobiphenyl *	< 0,008	µg/l
167	2,3',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl *	< 0,008	µg/l
169	3,3',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl *	< 0,008	µg/l
170	2,2',3,3',4,4',5-heptachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
177	2,2',3,3',4',5,6-heptachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
180	2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorobiphenyl ° ^	< 0,008	µg/l
183	2,2',3,4,4',5',6-heptachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
187	2,2',3,4',5,5',6-heptachlorobiphenyl °	< 0,008	µg/l
189	2,3,3',4,4',5,5'-heptachlorobiphenyl *	< 0,008	µg/l
	Sommatoria <sup>1</sup> PCB dioxin-like-PNR (18)-ISS	0.034	µg/l
	Sommatoria <sup>1</sup> PCB D.Lgs. 152/2006	< 0,008	µg/l
	Sommatoria <sup>1</sup> PCB totali	< 0,008	µg/l

**Tabella 5.21 – Concentrazione dei PCB per il fiume Euleterio**

IPA		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
5 - Phenanthrene	0.02	µg/l
6 - Anthracene	<0,01	µg/l
7 - Fluorantene	<0,01	µg/l
8 - Pyrene	<0,01	µg/l
9 - Benz a anthracene	<0,01	µg/l
10 - Chrysene	<0,01	µg/l
11 - Benzo b fluoranthene	<0,01	µg/l
12 - Benzo k fluoranthene	<0,01	µg/l
13 - Benzo j fluoranthene	<0,01	µg/l
14 - Benzo e pyrene	<0,01	µg/l
15 - Benzo a pyrene	<0,01	µg/l
16 - Perilene	<0,01	µg/l
17 - Indeno (1,2,3- cd) pyrene	<0,01	µg/l
18 - Dibenz (a,h )anthracene	<0,01	µg/l
19 - Benzo (ghi) perylene	<0,01	µg/l
20- Dibenzo(a,l) Pyrene	<0,01	µg/l
21- Dibenzo(a,e) Pyrene	<0,01	µg/l
22- Dibenzo(a,i) Pyrene	<0,01	µg/l
23- Dibenzo(a,h) Pyrene	<0,01	µg/l
Sommatoria <sup>1</sup> (11-12-17-19)	<0,01	µg/l
sommatoria totale <sup>1</sup>	0.02	µg/l

**Tabella 5.22 – Concentrazione degli IPA per il fiume Euleterio**

Pesticidi		
PARAMETRO	Risultato	Unità di misura
Alaclor	<0,02	µg/l
Aldrin	<0,02	µg/l
Atrazina	<0,02	µg/l
Atrazina desetil	<0,02	µg/l
Azinfos_etile	<0,10	µg/l
Azinfos_metile	<0,20	µg/l
Benalaxil	<0,03	µg/l
Clorfevinfos	<0,02	µg/l
Clorpirifos_etile	<0,02	µg/l
Clorpirifos_metile	<0,02	µg/l
DDD_2-4' + DDT_2-4'	<0,05	µg/l
DDE_2-4'	<0,03	µg/l
DDE_4-4'	<0,03	µg/l
DDD_4-4' + DDT_4-4'	<0,05	µg/l
Diazinone	<0,02	µg/l
Dieldrin	<0,05	µg/l
Dimetoato	<0,30	µg/l
Endosulfan_alfa	<0,30	µg/l
Endosulfan_beta	<0,10	µg/l
Endosulfa-sulfate	<0,10	µg/l
Endrin	<0,20	µg/l
Esaclorobenzene	<0,02	µg/l
Fenitroton	<0,03	µg/l
Fention	<0,06	µg/l
HCH_alpha	<0,08	µg/l
HCH_beta	<0,05	µg/l
HCH_gamma	<0,10	µg/l
HCH_delta	<0,08	µg/l
Heptacloro	<0,03	µg/l
Heptacloro epossido endo isomero A	<0,03	µg/l
Heptacloro epossido exo isomero B	<0,03	µg/l
Iprodione	<0,20	µg/l
Isodrin	<0,02	µg/l
Malation	<0,20	µg/l
Metalaxil	<0,05	µg/l
Metidation	<0,08	µg/l
Metolaclor	<0,02	µg/l
Myclobutanil	<0,08	µg/l
Oxadiazon	<0,02	µg/l
Oxadixil	<0,03	µg/l
Paration_etile	<0,02	µg/l
Paration_metile	<0,20	µg/l
Pendimetalin	<0,02	µg/l
Phorate	<0,10	µg/l
Pirimicarb	<0,02	µg/l
Procimidone	<0,07	µg/l
Prometrina	<0,02	µg/l
Propizamide	<0,02	µg/l
Pyrimetanil	<0,03	µg/l
Simazina	<0,02	µg/l
Terbumetone	<0,02	µg/l
Terbutilazina	<0,02	µg/l
Terbutilazina desetil	<0,02	µg/l
Tetradifon	<0,05	µg/l
Triadimenol	<0,20	µg/l
Trifluralin	<0,03	µg/l
Somma DDD+DDT+DDE (*)	<0,03	µg/l

Tabella 5.23 – Concentrazione dei pesticidi per il fiume Euleterio



Metalli		
<i>PARAMETRO</i>	<i>Risultato</i>	<i>Unità di misura</i>
Arsenico	1	µg/l
Bario	25	µg/l
Cadmio	<0,3	µg/l
Cromo	<1	µg/l
Rame	<1	µg/l
Ferro	5	µg/l
Piombo	<1	µg/l
Manganese	19	µg/l
Berillio	<0,3	µg/l
Boro	70	µg/l
Cobalto	<2	µg/l
Vanadio	<2	µg/l
Zinco	28	µg/l
Nichel	<2	µg/l
Selenio	<2	µg/l
Mercurio	<0,1	µg/l

**Tabella 5.24 – Concentrazione dei metalli per il fiume Euleterio**

### 5.4.6 Balneazione

Il Ministero dell’Ambiente pubblica ogni anno un rapporto sulle acque di balneazione delle coste italiane, basato sui risultati ottenuti dalle analisi dei dati ottenuti dai monitoraggi generalmente compiuti dall’ Agenzia per l’Ambiente di ciascuna regione. Nella figura che segue è riportato uno stralcio per il golfo di Palermo dell’applicazione GIS (Geographic Information System) che consente la visualizzazione tramite le ortofoto di Google Maps delle aree di balneazione italiane con i relativi punti di campionamento e la qualità dell’acqua (balneabile - non balneabile). I dati sono aggiornati al 2010.

Per la zona campionata nel golfo di Palermo si nota che la qualità dell’acqua rispetta gli standard di balneabilità, fatta eccezione di un breve tratto alla foce del fiume Eleuterio.

Per visualizzare i dati analitici, cliccare sull'area di balneazione.  
 Per visualizzare le aree, selezionare un adeguato livello di zoom.

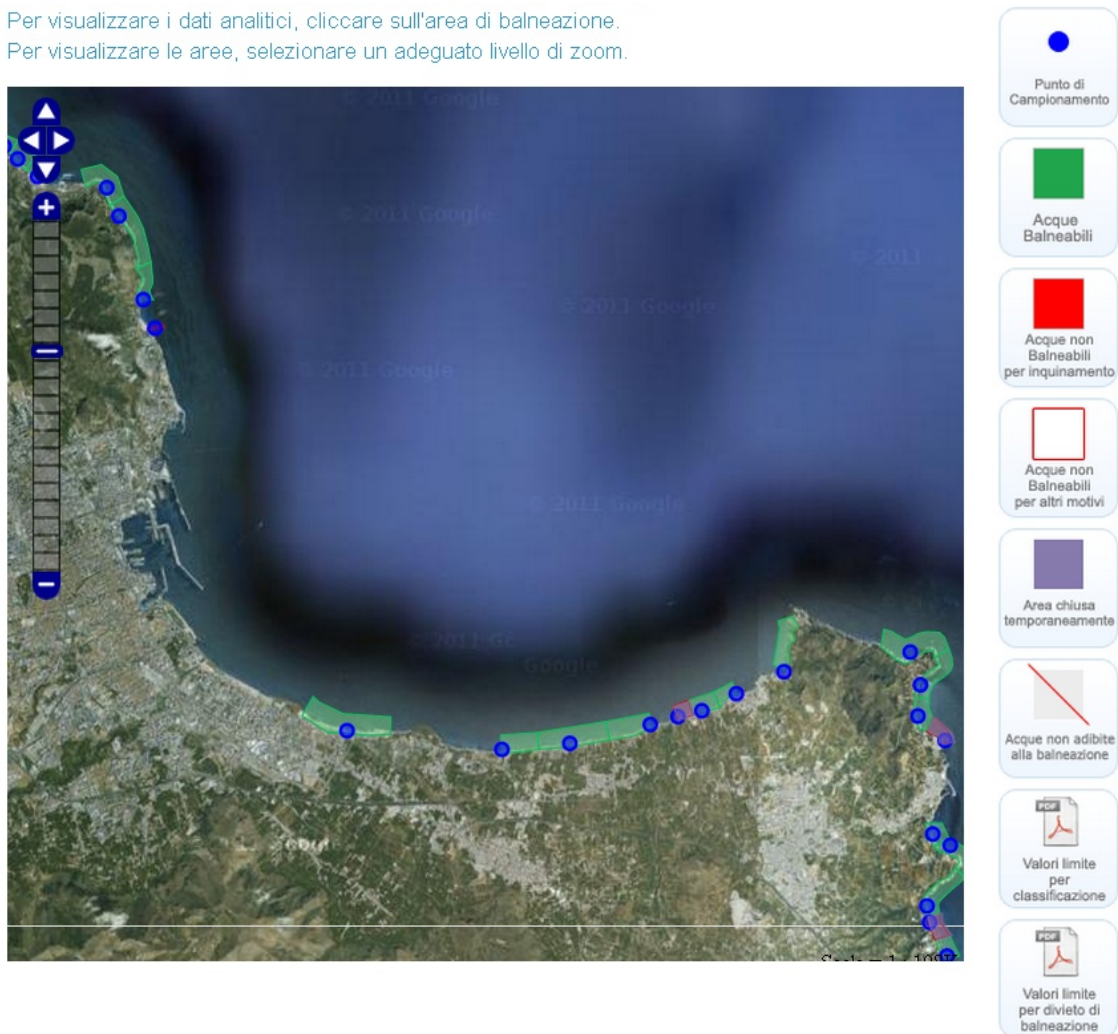


Figura 5.63 – Aree balneabili nel golfo di Palermo (fonte: *Portale delle acque – Ministero della Salute*)

### 5.4.7 Studio meteomarinario

Nell'elaborato A.2 degli Studi di Settore sono raccolte ed analizzate tutte le informazioni utili al fine di caratterizzare dal punto di vista idraulico-marittimo il sito portuale. In particolare sono affrontati i seguenti temi:

- esposizione del sito;
- fetch geografico ed efficace;
- caratteristiche delle onde al largo e sottocosta;
- caratteristiche dei venti;
- caratteristiche delle correnti;
- caratteristiche delle maree.

Per lo stato ondometrico del paraggio in questione sono state prese in considerazione le seguenti fonti:

- Dati Boa R.O.N. "Capo Gallo", coordinate 38°15,5'N 13°20,0' E – periodo di osservazione dal 1 gennaio 2004 al 31 ottobre 2007;
- Dati MetOffice Britannico, punto di coordinate 38,5°N – 13,9°E – periodo di osservazione dal giugno 1991 al giugno 2002;
- Dati Med ATLAS, punto di coordinate 39,0°N 14,0°E – periodo di osservazione dal luglio 1992 al luglio 2002.

L'analisi delle onde estreme è stata quindi effettuata con la fonte del MetOffice, caratterizzata da una maggiore lunghezza della serie storica e da una buona affidabilità.

Il procedimento utilizzato è stato quello dell'analisi di eventi estremi come da letteratura corrente. Ricavate le massime altezze d'onda a largo per fissata direzione, è stato calcolato per ciascuna direzione la media  $m(H_s)$  e lo scarto quadratico medio  $s(H_s)$ .

Nella successiva tabella sono mostrate le altezze d'onda significativa ed i relativi periodi di picco per i diversi valori del tempo di ritorno considerati:

Tr (anni)	330°		0°		30°		60°		90°	
	Hs(m)	Tp(s)	Hs(m)	Tp(s)	Hs(m)	Tp(s)	Hs(m)	Tp(s)	Hs(m)	Tp(s)
2	4.1	9.8	4.2	9.9	3.8	9.4	3.1	8.5	2.7	8.0
5	4.8	10.6	5.0	10.8	4.4	10.2	3.7	9.3	3.2	8.7
10	5.3	11.1	5.6	11.5	4.9	10.7	4.2	9.9	3.5	9.1
50	6.7	12.5	6.9	12.7	6.2	12.1	5.2	11.0	4.4	10.2
100	7.4	13.2	7.5	13.3	6.8	12.6	5.7	11.6	4.8	10.6
150	7.8	13.5	7.9	13.6	7.2	13.0	6.1	12.0	5.0	10.8

Per il sito portuale è stata quindi effettuata una attenta disamina dei livelli idrici in gioco.

Valutata la consistenza dei cicli di marea si è stimato lo *storm surge* e si è fatto riferimento all'innalzamento dovuto al riscaldamento globale, meno significativo delle altre cause, ma di cui è doveroso tenere conto per opere di media e lunga vita utile.

Lo *storm surge* ha una diretta relazione con l'entità della tempesta e quindi col tempo di ritorno della stessa. Per tempi di ritorno medio bassi l'entità complessiva è di alcune decine di centimetri, e praticamente trascurabile. L'entità diviene cospicua per eventi ad alto tempo di ritorno per i quali occorre tenere in conto l'influenza sui fenomeni in gioco.

#### STORM SURGE $S_{ss}$

$$S_{ss} = S_{wave} + S_{wind} + S_p = 1,09 + 0,26 + 0,13 = 1,48 \text{ m}$$

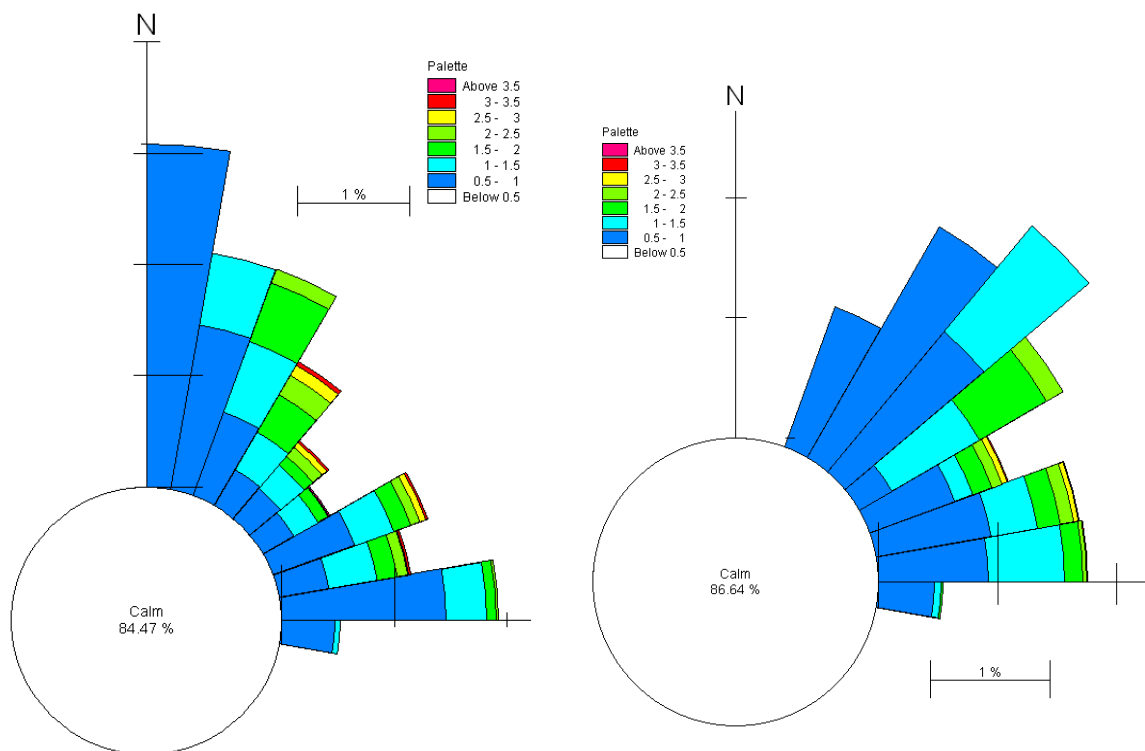
Si ritiene tale valore decisamente cautelativo per le situazioni effettivamente riscontrabili sui luoghi, utile ai soli fini del dimensionamento delle opere.

Con l'ausilio di un apposito modello matematico bidimensionale alle differenze finite (STWAVE) sono stati studiati i fenomeni legati alla trasformazioni delle caratteristiche ondose dal largo verso riva, in particolare di rifrazione e shoaling e nel contempo del fenomeno del frangimento e della conseguente dissipazione energetica ad esso associata.

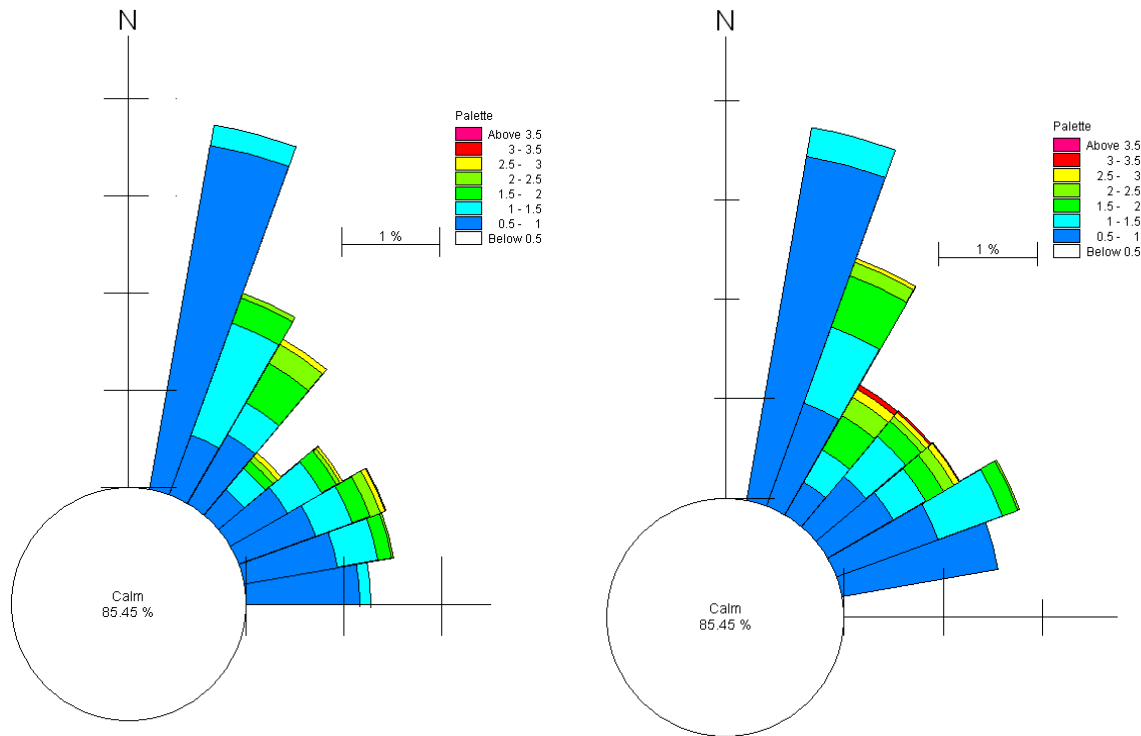
Dai risultati dell'elaborazione sono stati estratti i dati per 4 punti sottocosta nelle seguenti posizioni:

- 1) a Nord della Darsena dell'Arenella;
- 2) in corrispondenza del tratto di mare tra Arenella e Acquisanta;
- 3) in corrispondenza della bocca del porto Industriale;
- 4) in corrispondenza dell'imboccatura del porto Commerciale.

e sono stati ricostruiti i climi locali che sono rappresentati graficamente nelle figure seguenti:



**Figura 5.64 – Rose delle onde sottocosta nei punti 1 a Nord dell'Arenella (rosa a sinistra) e 2 tra Arenella e Acquisanta (rosa a destra)**



**Figura 5.65 – Rose delle onde sottocosta nei punti 3 all’imboccatura del porto Industriale (rosa a sinistra) e 4 all’imboccatura del porto commerciale (rosa a destra)**

Per un maggiore approfondimento si rimanda all’elaborato A.2 “Studio meteomarinico e morfologico” degli Studi di Settore per il nuovo Piano Regolatore del Porto di Palermo.

#### 5.4.8 Studio agitazione interna ed imboccature

Si riportano di seguito le informazioni relative all’elaborato A.3 “Studio agitazione interna ed imboccature. Verifiche opere di difesa nuove ed esistenti”, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

In alcuni casi la modificazione del layout planimetrico deve essere verificata dal progettista in modo che le condizioni di agitazione ondosa interna che possono verificarsi durante le mareggiate siano compatibili con la funzione del bacino mantenendo il livello prestazionale ed il grado di sicurezza sia per la navigazione che per l’ormeggio delle navi o delle imbarcazioni.

Nel rapporto tecnico si riportano le linee che sono state seguite per la definizione del problema e per l’individuazione delle fenomenologie che interessano il caso dell’agitazione interna di un bacino portuale.

Il primo passo dell’approccio al problema ha riguardato la definizione degli stati del mare da considerare per testare la bontà dei layout. Il secondo passo è stato quello di definire il codice di calcolo che meglio rappresenti i fenomeni di cui si tratta. In particolare è indispensabile riprodurre i fenomeni della diffrazione e della riflessione delle onde. Sono ovviamente importanti anche i fenomeni di rifrazione mentre si ritengono trascurabili i fenomeni di frangimento e di shoaling.

A tal fine sono stati utilizzati il codice di calcolo DIFFRAC ed il codice di calcolo CGWAVE e sono stati simulati i porti di Arenella, Acquasanta, Cala, ed i Porti Industriale e Commerciale.

Eseguendo un'analisi comparata del comportamento dei due codici di calcolo è stato possibile mettere in luce il diverso approccio dei due metodi. Quindi si è verificato come il modello rappresentato con DIFFRAC sia molto più sensibile alla presenza delle opere in termini di diffrazione e di riflessione mentre la possibilità nel CGWAVE di impostare una griglia batimetrica più definita rispetto a quella che è possibile impostare nel DIFFRAC (che schematizza la batimetria con una serie di bacini di calcolo a profondità costante), permette una migliore rappresentazione del fenomeno della rifrazione. In ogni caso, in linea di massima, con i due modelli si sono ottenuti risultati confrontabili.

Per ogni scenario sono state simulate una serie di condizioni di moto ondoso sia per la configurazione di partenza che per alcune configurazioni di ottimizzazione del layout.

I risultati sono stati espressi in termini di coefficiente di agitazione ovvero il rapporto tra l'altezza d'onda locale e l'altezza d'onda incidente. In tal modo è possibile valutare la risposta del bacino portuale non solamente per l'altezza d'onda per cui si è fatta la simulazione ma anche per altre altezze d'onda compatibili con il periodo d'onda di input della simulazione

Inoltre per quanto riguarda la Cala è stato effettuato un predimensionamento dell'antemurale che dovrà proteggere l'imboccatura riportando i risultati e gli schemi grafici dell'opera.

Lo studio della stabilità idraulica delle opere di difesa a scogliera esistenti è stato effettuato utilizzando il programma BREAKWAT, mentre la tracimazione è stata valutata con l'*online calculation tool* pubblicato e disponibile sul sito dell'overtopping manual, sviluppato da HR Wallingford ("Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures – Assessment Manual", agosto 2007).

Per un'ulteriore verifica della stabilità si è inoltre utilizzata la nota formula di Hudson.

Per ognuno dei bacini portuali sono stati forniti i risultati dei calcoli ottenuti per le diverse opere foranee riportando gli stessi anche in apposite schede sintetiche. Riportiamo di seguito le conclusioni dell'elaborato A.3:

“É stata inoltre verificata la tracimabilità delle opere foranee esistenti e la stabilità degli elementi lapidei della mantellata con l'overtopping tool disponibile in internet e con le formulazioni di Van Der Meer e Hudson implementate nel programma BREAKWAT di Delft. Si denota che:

#### **Arenella**

Con il calcolo della tracimazione del primo tratto di molo si ottiene una portata che risulta accettabile per il transito a piedi di personale esperto, meno accettabile per pedoni inesperti, mentre non presenta livelli di rischio o danneggiamento per imbarcazioni, anche di piccole dimensioni (5-10 m). Il tratto finale che è interessato da ampliamento della banchina non risulta sufficientemente schermato, con portate di tracimazione superiori ai 250 l/s/m pertanto in fase di dimensionamento dovrà essere valutata attentamente la scarpata della mantellata e la quota di sommità del muro paraonde. Per quanto riguarda la stabilità dei massi si hanno dei valori accettabili.

#### **Acquasanta**

Per il molo di sopraflutto è stato suggerito un rifiorimento della mantellata in quanto oltre a mostrare dei segni di indebolimento presenta dei valori di tracimazione eccessivi. Attualmente il lato interno non è banchinato ed è presente un pontile galleggiante parallelo al molo a circa 15 m di distanza. Gli interventi di ricalibratura della mantellata effettuata con adeguata pendenza e la realizzazione di una spiaggia in radice porteranno sicuramente un miglioramento alle condizioni di tracimazione.

La stabilità dei massi presenti attualmente appare globalmente accettabile.



### **Porto Industriale**

La tracimazione calcolata per la diga foranea del porto Industriale è tale da non arrecare danni strutturali all'opera ma tuttavia non del tutto accettabili per il transito di veicoli lungo la banchina. Si suggerisce pertanto che le competenti autorità locali regolamentino l'uso della banchina impedendo il transito durante le condizioni giudicate pericolose.

### **Porto Commerciale**

La stima della portata media tracimante, pari a 1.3 l/s/m, è compatibile, sempre secondo i limiti riportati nell'overlapping manual, con il transito di "persone esperte, ben coperte e protette, coscienti di potersi bagnare e senza pericolo di cadere, in assenza di getti d'acqua ricadenti". Tale valori di overlapping non presenta livelli di rischio o danneggiamento per imbarcazioni poste a tergo del muro paraonde, tanto più se si tiene conto della notevole larghezza della banchina

Per quel che riguarda la stabilità della mantellata dell'opera si è calcolato che il 2.5% degli elementi possono subire dei movimenti sul posto, mentre lo 0.6% di essi possono venire spostati dalle onde di almeno una lunghezza pari alla loro dimensione.

### **La Cala**

La tracimazione media ottenuta dai calcoli, pari a 0.1 l/s/m, consente, secondo l'overlapping manual, l'accesso in banchina di "persone coscienti della possibile tracimazione, che abbiano una chiara visione del mare, non facilmente impressionabili, disposte a bagnarsi, in presenza di spazi sufficientemente ampi".

Il calcolo di stabilità ottenuto con BREAKWAT, avendo posto una dimensione media dei massi costituenti la scogliera pari a 10 t, da un coefficiente di stabilità accettabile che indica che per un'onda di dimensioni pari a quelle considerati, la mantellata non dovrebbe essere soggetta a particolari danni, mentre la dimensione media dei massi ottenuta applicando la formula di Hudson è pari a circa 4 t.

### **Porto di S.Erasmo**

La tracimazione media ottenuta dai calcoli è piuttosto elevata ed è pari a circa 90 l/s/m; nel caso si verificano tali condizioni dovrà essere impedito l'accesso alla banchina di persone e veicoli, oltretutto dovrà essere impedito l'ormeggio in banchina alle barche, che potrebbero subire danneggiamenti.

I calcoli di stabilità eseguiti con BREAKWAT indicano che l' 1.5 % degli elementi possono subire dei movimenti sul posto, mentre lo 0.25 % di essi possono venire spostati di almeno una lunghezza pari alla loro dimensione. La formula di Hudson da come risultato un peso medio degli elementi di circa 5 tonnellate che risulta inferiore alla dimensione media dei massi esistenti.

È stato infine eseguito uno studio di quella che potrebbe essere l'onda generata dalle navi in transito. Dopo vari tentativi di utilizzo di differenti metodi di calcolo si è giunti alla conclusione che il calcolo dell'onda, nelle condizioni in cui si trova una nave che può avere differenti dimensioni a diverse velocità e su dei fondali irregolari, è di difficile definizione in quanto vi sono notevoli variabili in gioco. Una stima ragionevole e cautelativa è pertanto stata fatta considerando la condizione di onda frangente sulla base della teoria descritta da Lord Kelvin. In ogni caso al fine di approfondire il problema dovrebbe essere eseguita una campagna di misura (come già succede in altri porti) per correlare le tipologie di navi alle onde generate e quindi definire dei limiti di velocità da applicare nel regolamento del Porto."