An aerial photograph of a coastal landscape. The foreground shows a sandy beach with some sparse vegetation. The middle ground features a large, shallow lagoon or bay with intricate sand patterns and channels. The background shows a wide expanse of sand dunes under a clear sky.

Relazione tra Variazioni Climatiche e Geomorfologia Costiera

prof. Carlo Donadio

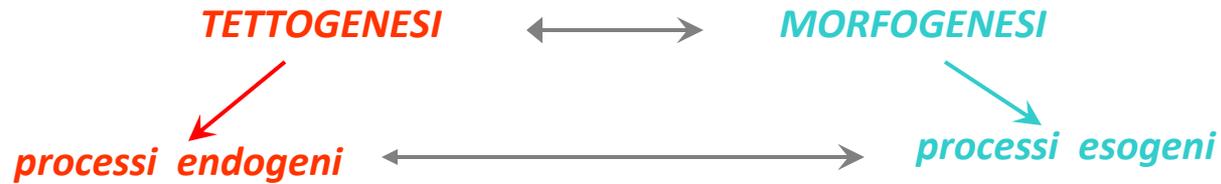
*Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse
Università degli Studi di Napoli Federico II*

Lo studio delle forme del paesaggio costiero emerso e sommerso consente di risalire ai fattori e processi che hanno concorso e concorrono al suo modellamento e di definirne le tendenze evolutive

Fattori = litologia, giacitura, fratturazione, vegetazione, esposizione, tempo ...

Morfologie ereditate = forme modellate nel passato in condizioni tettoniche e climatiche diverse dalle attuali (p.e.: *rias*, terrazzi marini, solchi di battente ...) e rimodellate

processi

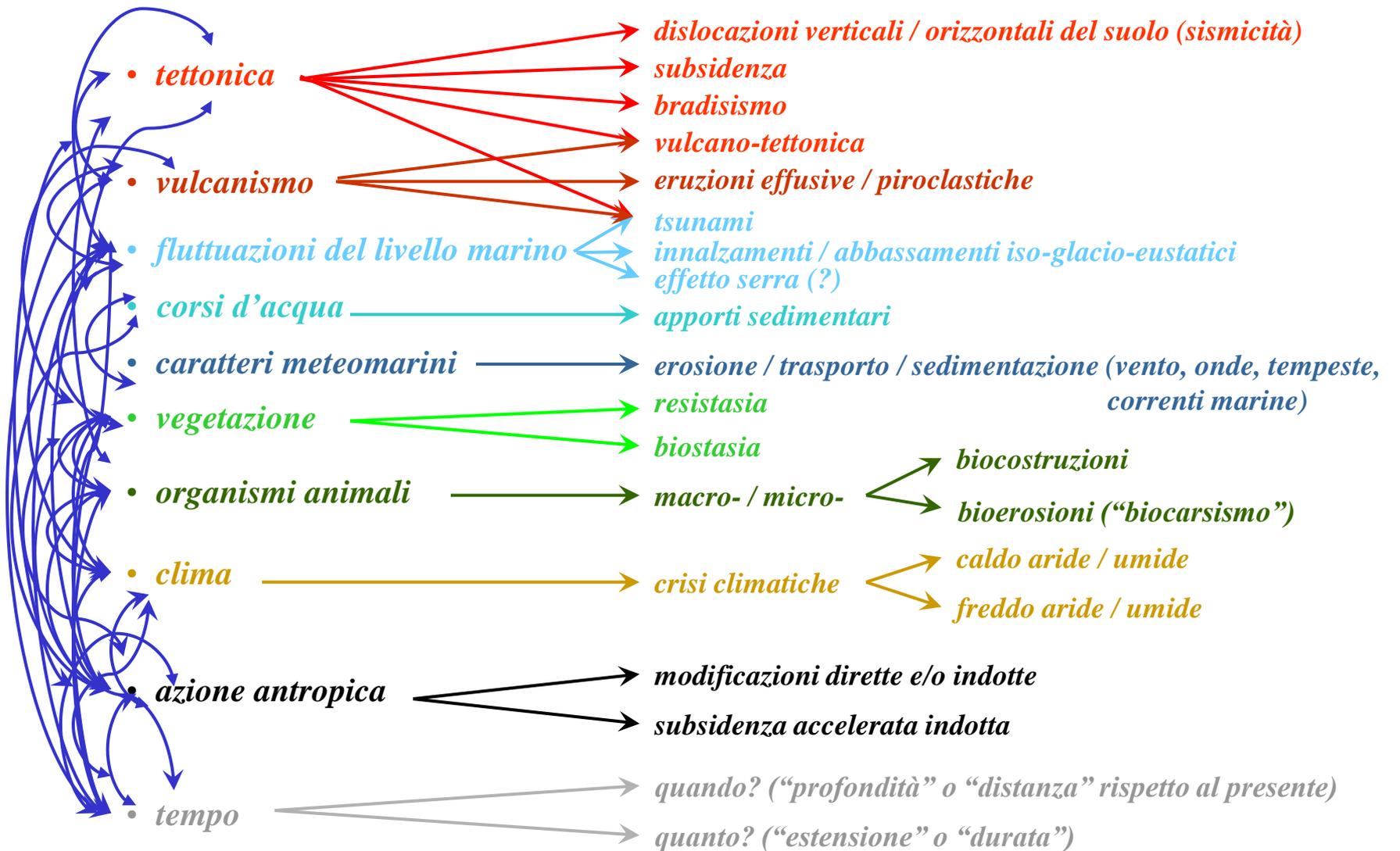


- AGISCONO NELLO SPAZIO E NEL TEMPO
- A SCALA GLOBALE, CONTINENTALE, REGIONALE E LOCALE
- NEL LUNGO (100-10 ka), MEDIO (10-1 ka), BREVE (<1 ka) E BREVISSIMO PERIODO (<100 a)
- LA **TETTOGENESI** LASCIA UN'IMPRONTA, UN TIMBRO SUL TERRITORIO: SU QUESTA SI ATTIVA LA **MORFOGENESI**
- I PROCESSI SONO (QUASI) COEVI

I PROCESSI MORFODINAMICI SONO PIÙ RAPIDI NEGLI AMBIENTI DI TRANSIZIONE

L'UOMO AGISCE COME UN AGENTE ESOGENO

fattori, fenomeni e processi fisici e biotici che concorrono al modellamento del paesaggio costiero nel medio, lungo, breve e brevissimo periodo



Modellamento dell'ambiente costiero:

- **ambiente di transizione dominato da onde o maree**
- **fenomeno complesso**
- **non lineare (caotico)**
- **mutua interazione tra fattori e processi fisici, biotici ed antropici**
- **ogni componente ambientale influenza quella contigua**

classificazione morfologica delle coste

COSTE ALTE

- *caratterizzate dalla presenza di rilievi, più o meno alti e ripidi*
- *la linea di riva è ubicata al piede*
- *sono interessate in prevalenza da processi erosivi*
- *l'espressione morfologica più comune è la **falesia***

SPIAGGIA AL PIEDE DELLA FALESIA

SPIAGGIA DI FONDO BAIA O A TASCA (POCKET BEACH)

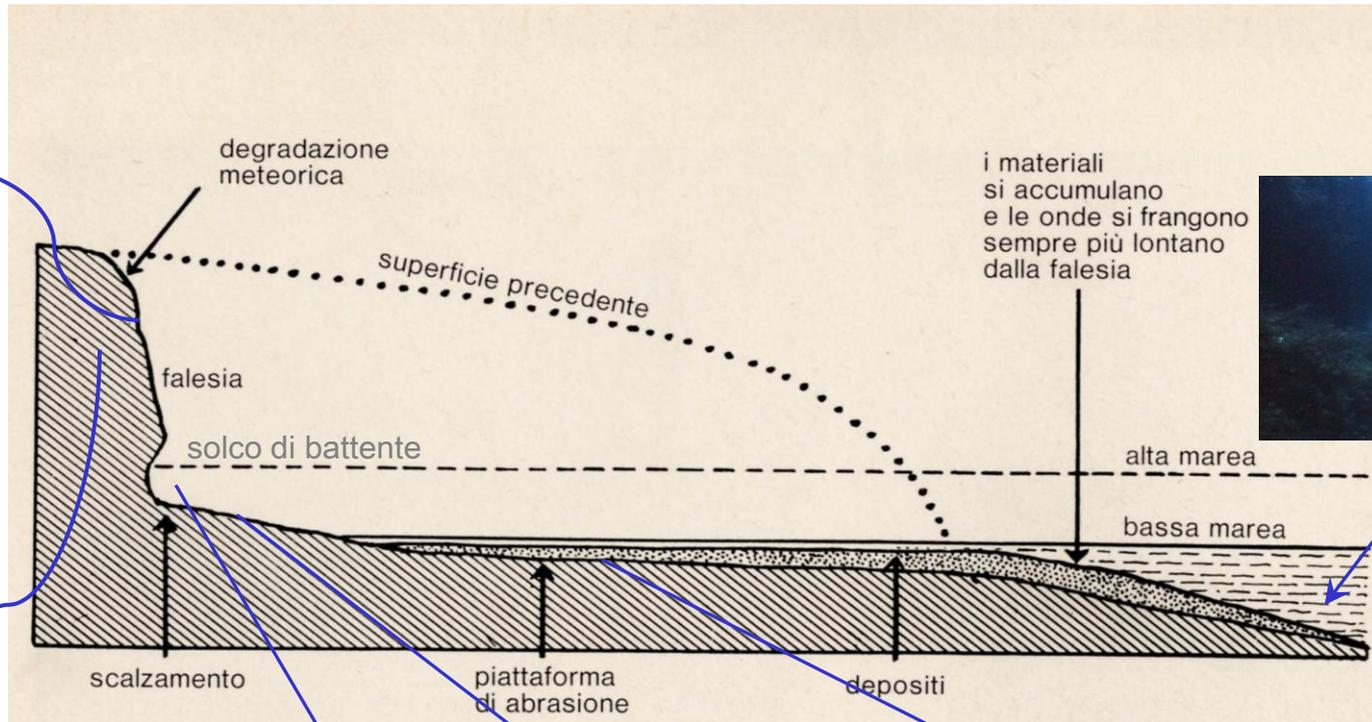
- *confinata tra promontori rocciosi*
- *poco estese*
- *l'espressione morfosedimentaria più comune è il **ciottolo***

COSTE BASSE

- *marginano le pianure costiere, più o meno ampie*
- *caratterizzate da processi di erosione, trasporto e/o deposizione di sedimenti*
- *l'espressione morfologica più comune è la **spiaggia sabbiosa e/o ciottolosa***



elementi morfologici di una falesia costiera



elementi morfologici di una falesia costiera



(foto C.Donadio, 2012)

North California



(foto C.Donadio, 2013)

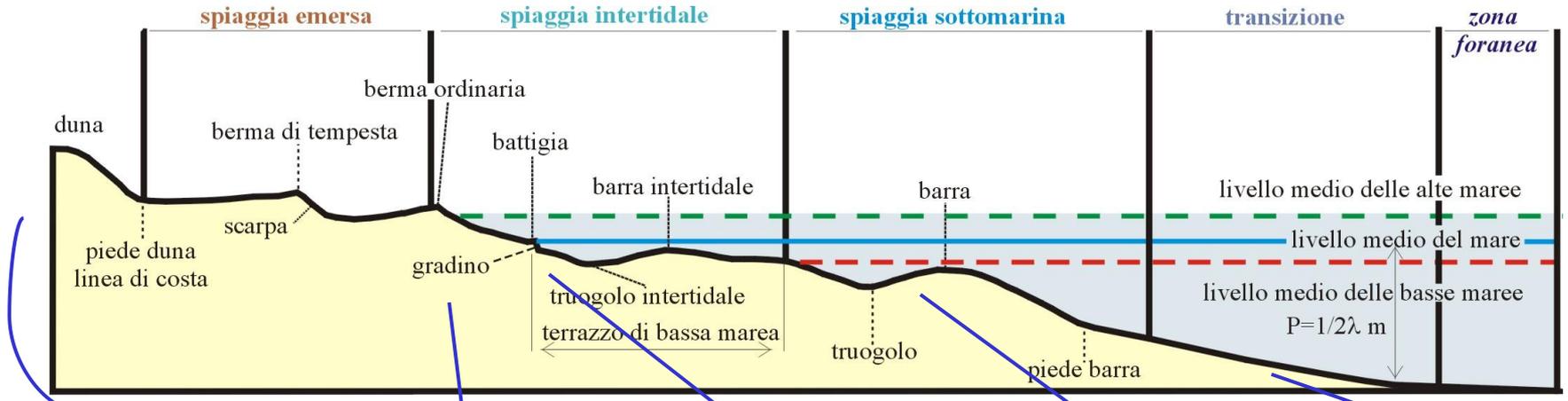
elementi morfologici di una falesia costiera

Capo Miseno

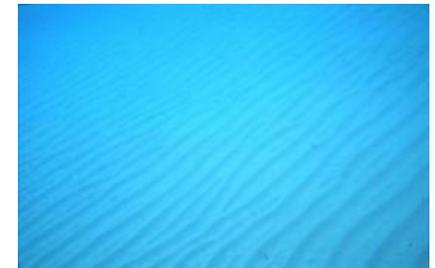


(foto C.Donadio, 2015)

elementi morfologici di una spiaggia



da Castiglioni, 1986 modificato



(foto C.Donadio, 2000-2011)

spiaggia



(foto C.Donadio, 2013)

Venice Beach - Naples, California

spiaggia



Venice Beach, Los Angeles - California



(foto C.Donadio, 2012)

spiaggia in erosione



(foto C.Donadio, 2013)

spiaggia in erosione



(foto C.Donadio, 2012)

elementi morfologici di una spiaggia



Palm Spring, California

(foto C.Donadio, 2013)



(foto C.Donadio, 1995)

Litorale Domitio, Campania

concause dell'erosione costiera

(foto C.Donadio, 2013)



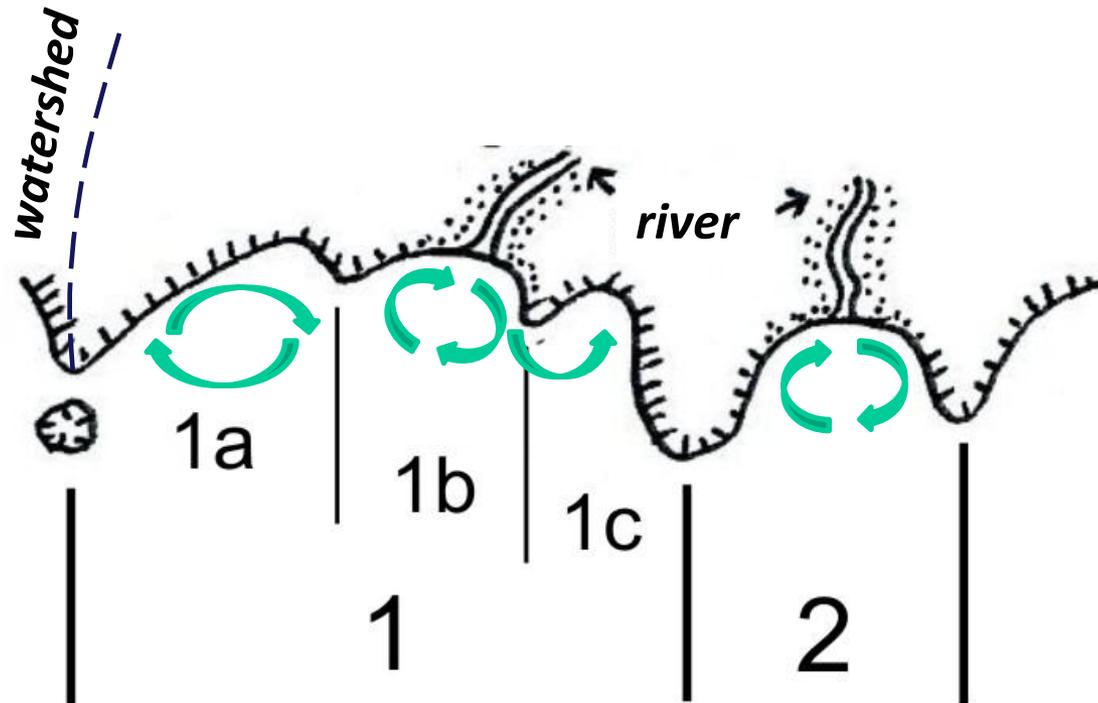
(foto C.Donadio, 2010)

effetti dell'erosione dei litorali



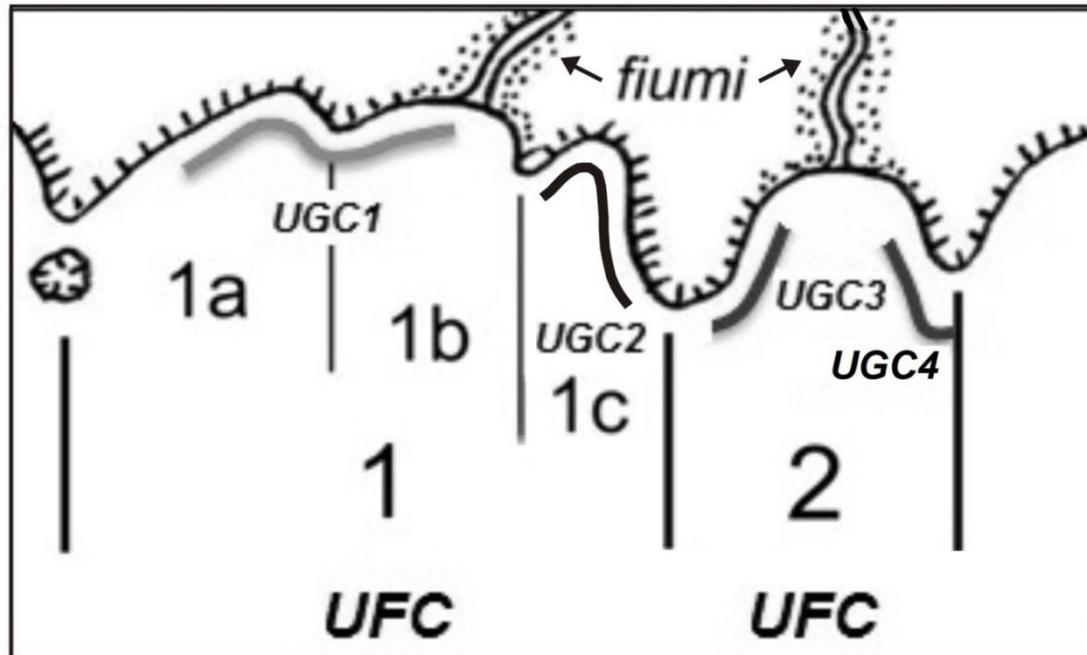
(foto P. De Stefano, 2010)

Coastal Physiographic Unit = Littoral Cell



- *UFC: settore costiero delimitato da promontori, entro i quali è confinato il trasporto di sedimenti*
- *littoral sediments eroded from the beach or supplied to the coast by rivers move along the submerged beach: phases of shoreline progradation and retreat*
- *there is no loss of sediment due to transport offshore (except for some special cases)*
- *littoral cutoff diameter, LCD (Limber et al., 2005): sediment larger than **0.063 mm** (silt/sand) but smaller than the **LCD (~1.25 mm)** will not remain on the dry beach, but it may remain in the nearshore environment.*

Coastal Geomorphic Unit / Unità Geomorfica Costiera



(Donadio et al., 2014)

- *UGC = segmenti di costa con caratteri morfotipologici e litostratigrafici omogenei, modellati dai medesimi processi geomorfologici*
- *schema di un settore costiero con due contigue Unità Fisiografiche Costiere (UFC 1 e 2) delimitate da capi, tre sub-UFC (1a, 1b, 1c) e tre Unità Geomorifiche Costiere (UGC): l'UGC1 è a cavallo di due sub-UFC (1a e 1b), l'UGC2 coincide con la sub-UFC 1c (pocket beach), le restanti UGC (3 e 4) ricadono all'interno dell'UFC 2.*

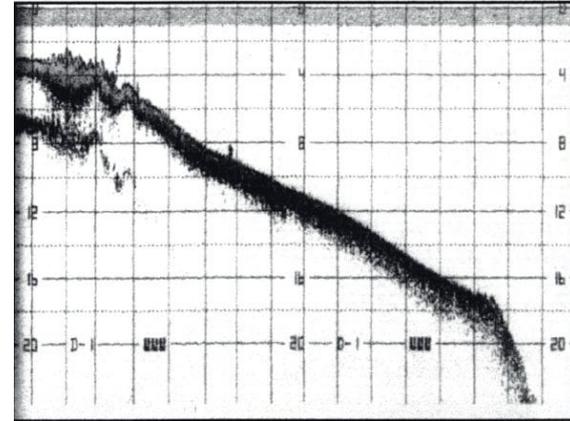
studio delle caratteristiche di una costa

- *rilievi topografici, batimetrici e morfostrutturali*
- *prelievo ed analisi di campioni di sedimento della spiaggia emersa e sommersa, sondaggi, datazioni di campioni di roccia, analisi paleoambientali*
- *caratteri meteomarini (analisi anemometrica, del moto ondoso, delle correnti marine)*
- *analisi della cartografia storica e recente e delle fonti documentali (classiche, ecclesiastiche)*
- *costruzione di cartografia tematica in 2D e 3D del paesaggio costiero emerso e sommerso (carte batimetrica, geomorfologica, sedimentologica, delle variazioni storiche della linea di riva, degli assi di transito sedimentario, degli assi di culminazione dei cordoni dunari, della distribuzione delle Fanerogame marine)*
- *bilancio costiero (rapporto tra apporti fluviali, distribuzione e deriva dei sedimenti lungo la costa, evacuazione di sedimenti verso il largo, cattura di sedimenti da parte di testate di canyon, imbutamento sedimentario in valli sottomarine)*
- *evoluzione morfologica, definizione delle tendenze evolutive su base statistica e costruzione di scenari futuri*

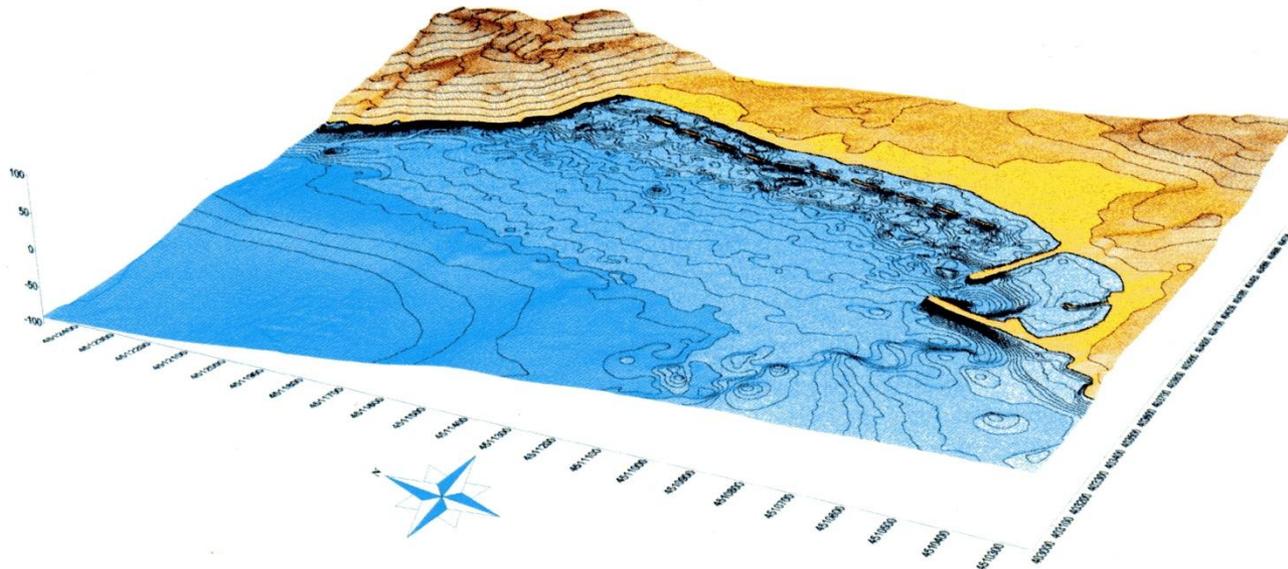
aspetti morfologici del litorale di San Francesco (NW Isola d'Ischia)



strumenti

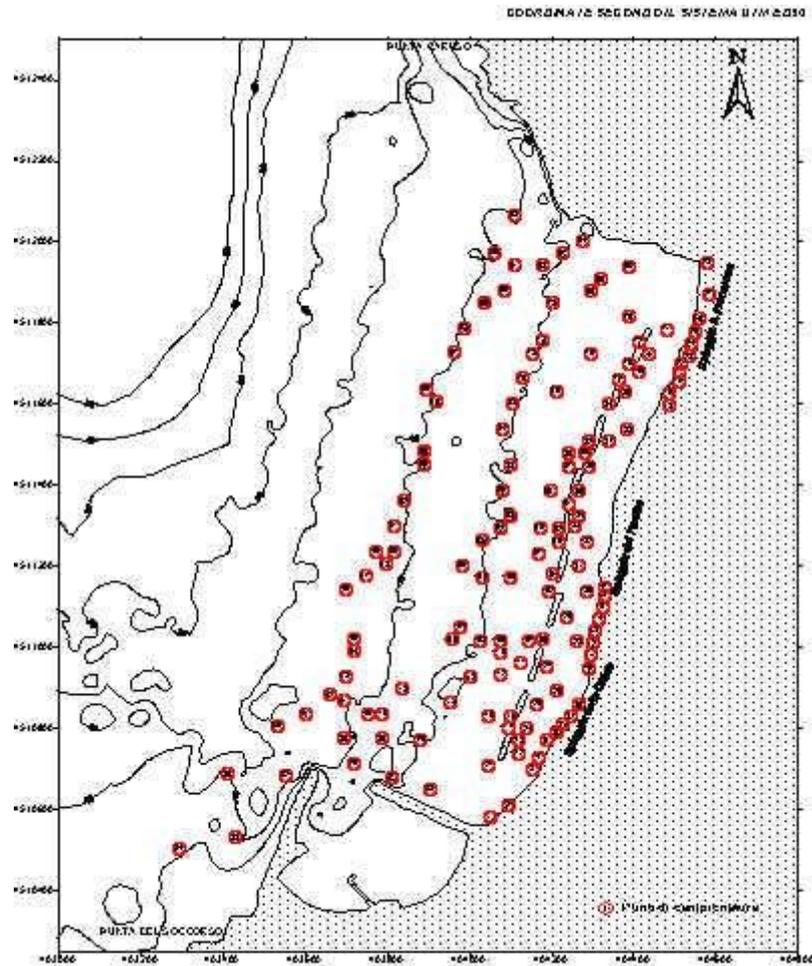


profilo ecografico della spiaggia sommersa

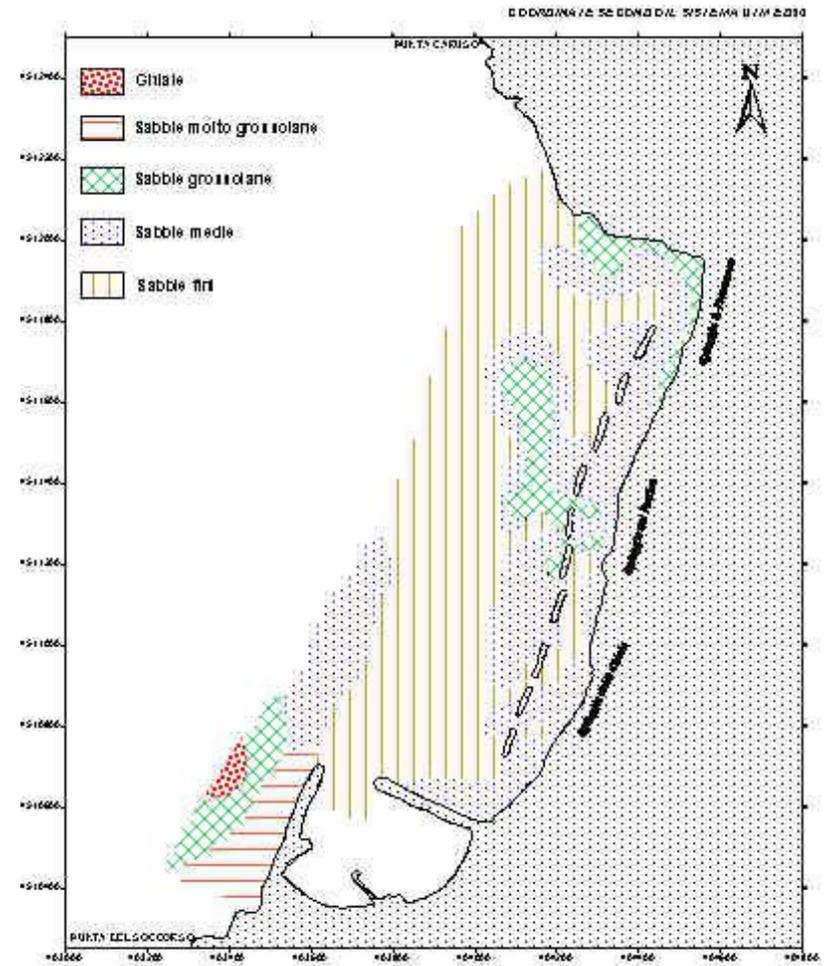


modello 3D del paesaggio costiero emerso e sommerso

aspetti sedimentologici del litorale di San Francesco (NW Isola d'Ischia)

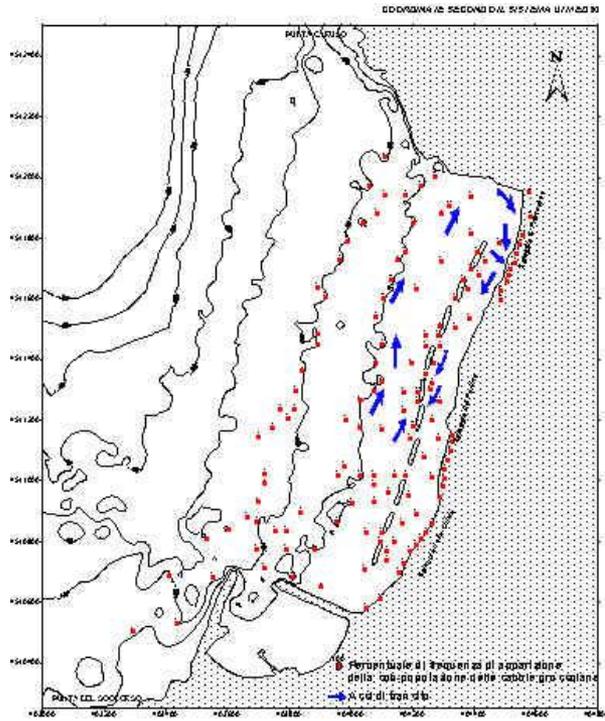


ubicazione dei campioni di sedimento

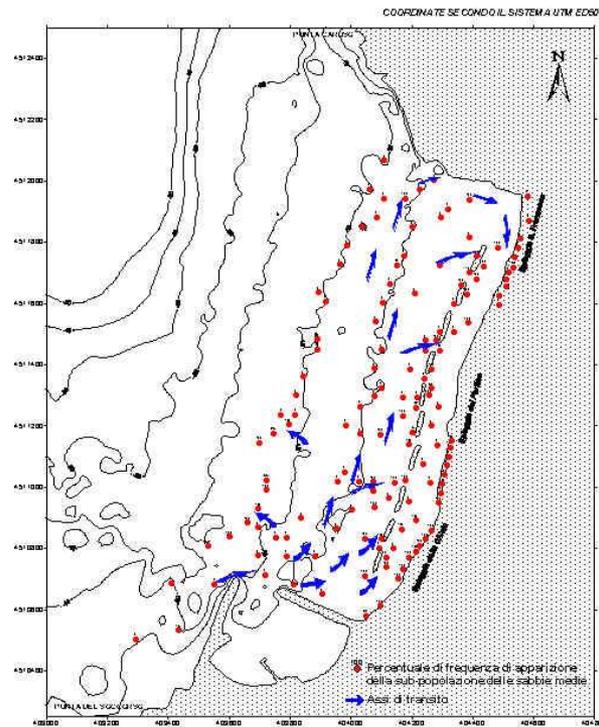


carta di distribuzione delle facies granulometriche (Mz)

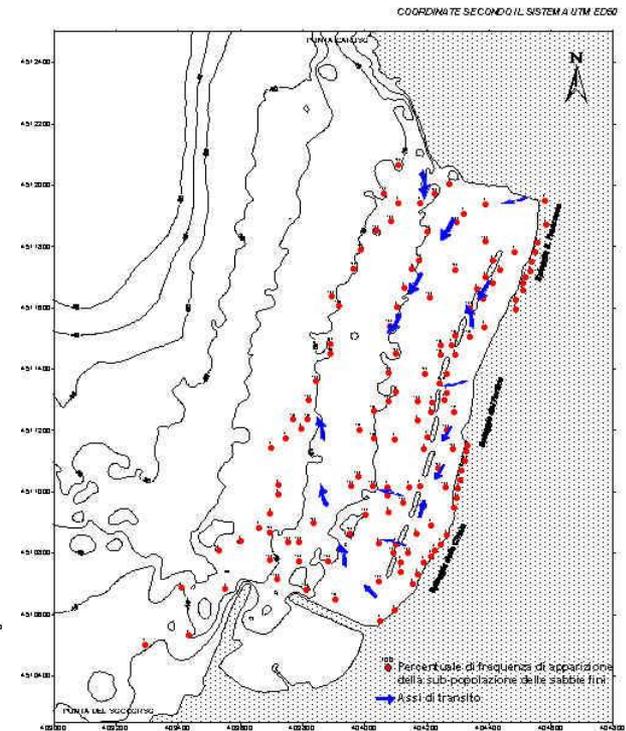
assi di transito dei sedimenti lungo la spiaggia sommersa di San Francesco



sabbie grossolane

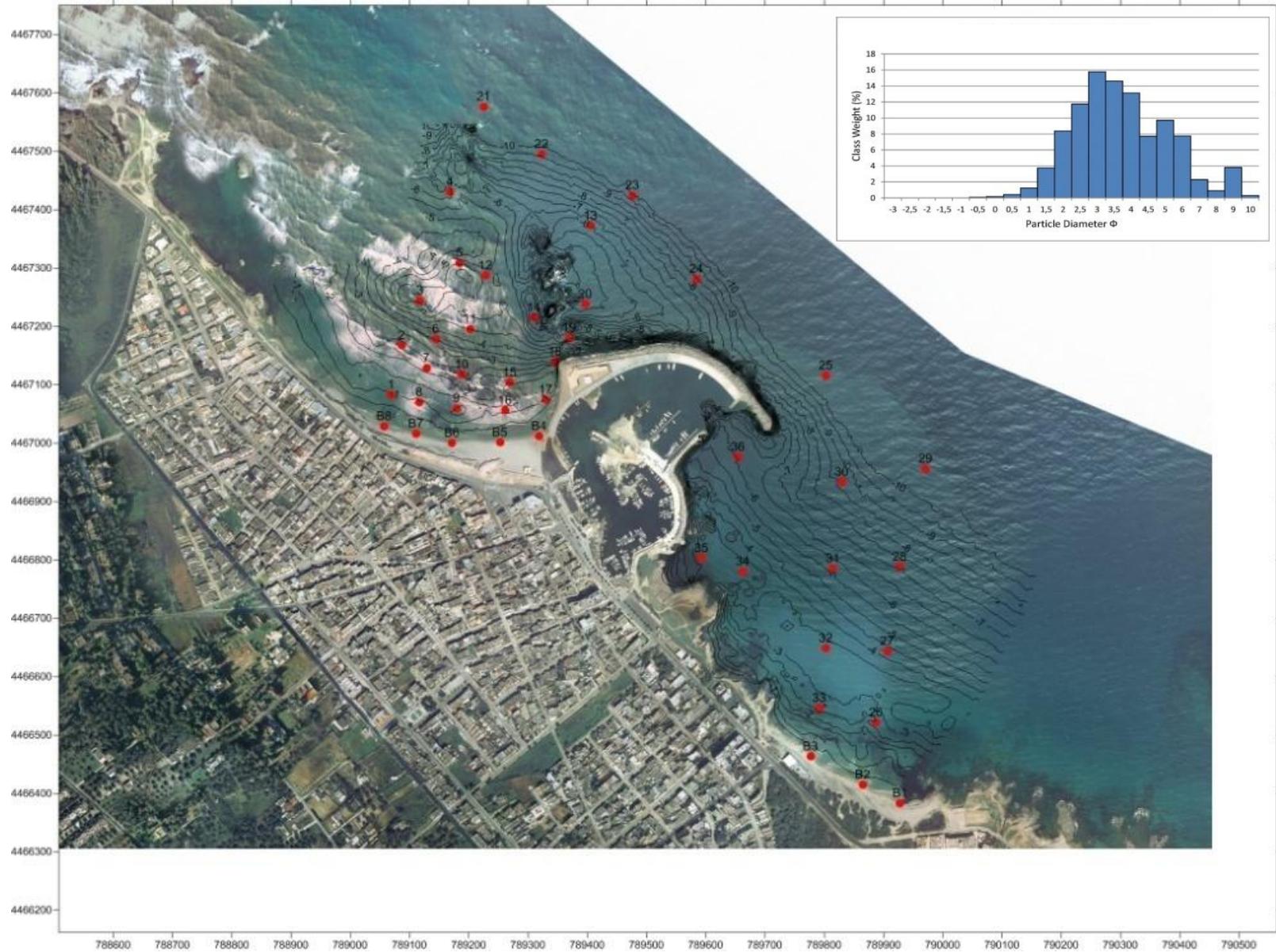


sabbie medie

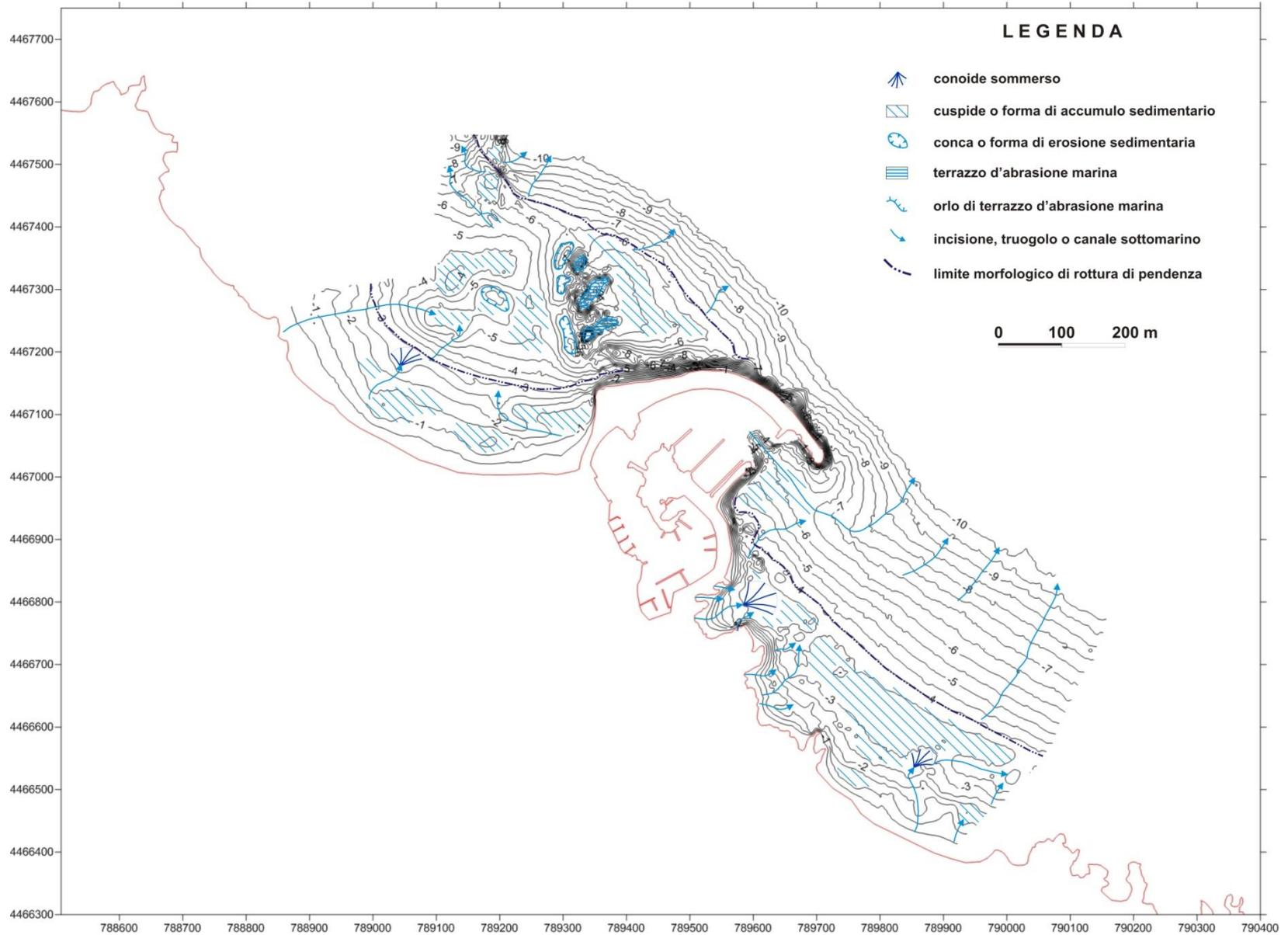


sabbie fini

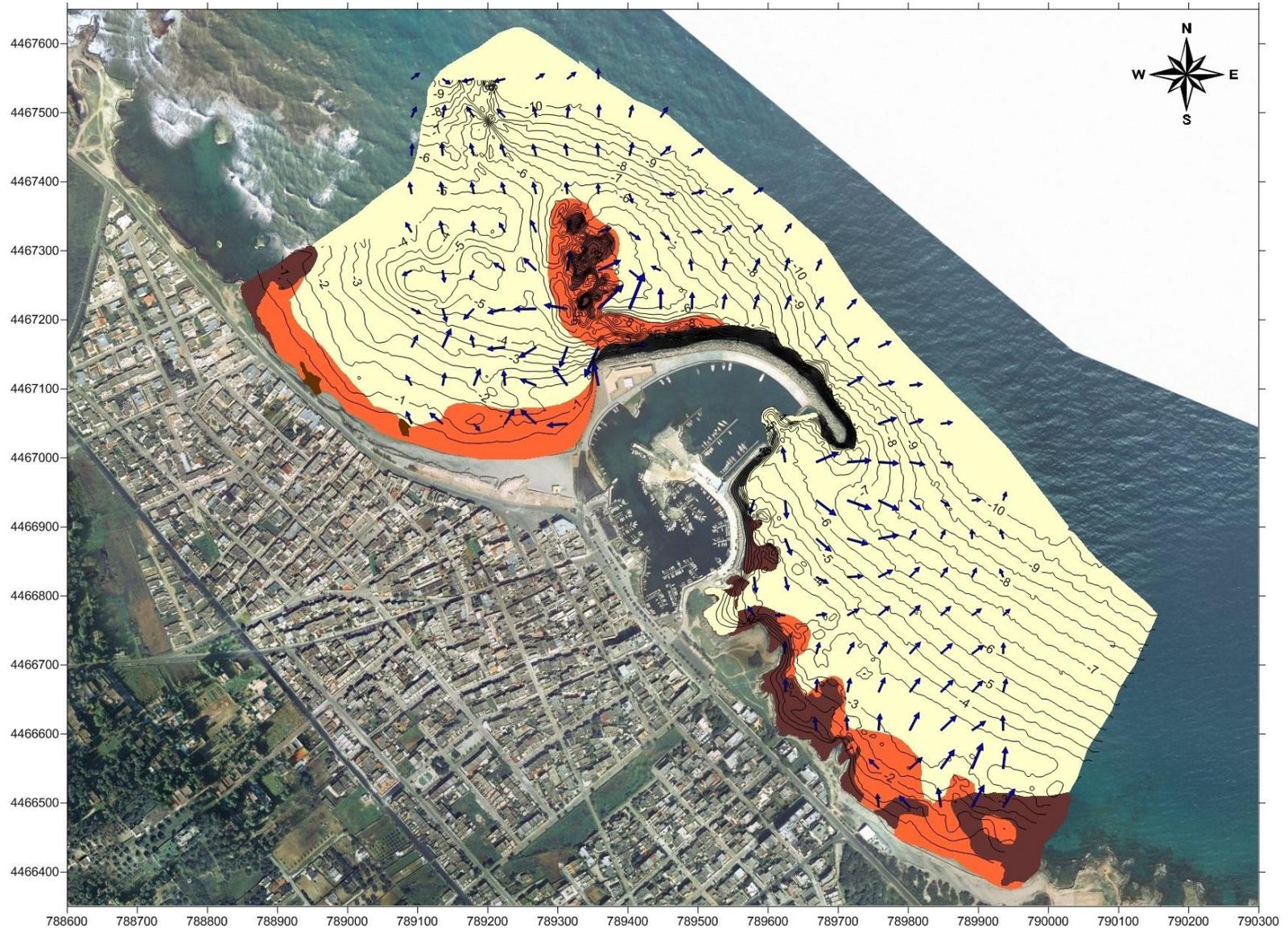
aspetti morfologici della spiaggia emersa e sommersa di San Foca (Puglia)



aspetti morfologici della spiaggia emersa e sommersa di San Foca (Puglia)

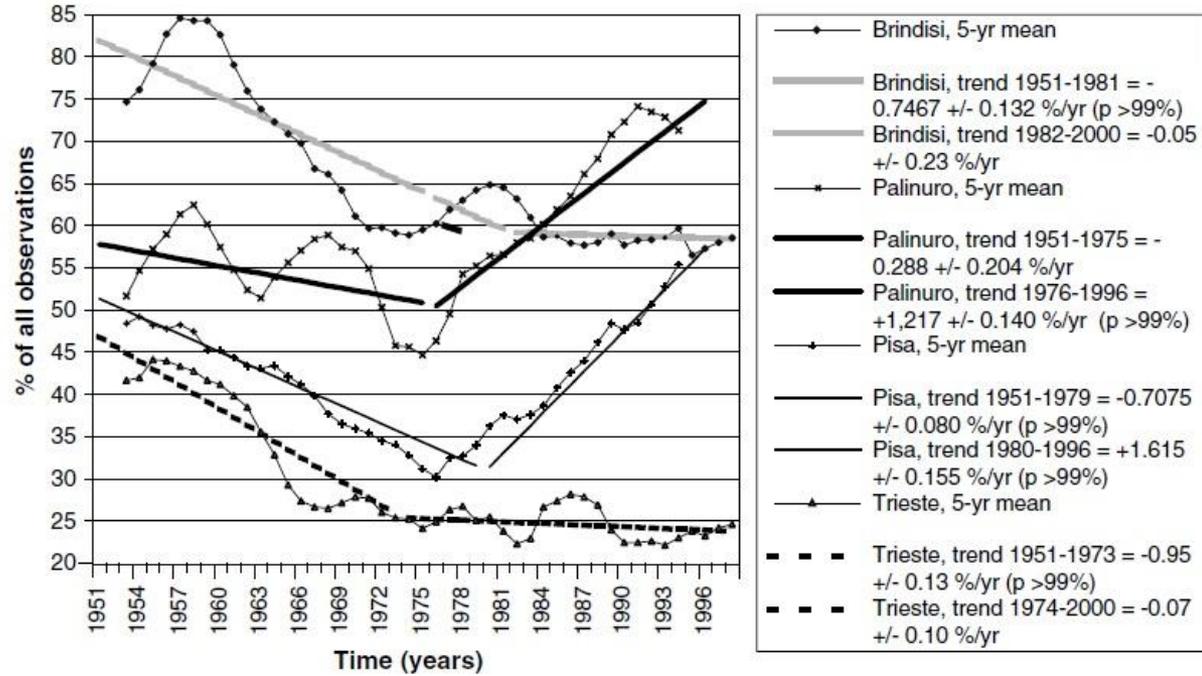
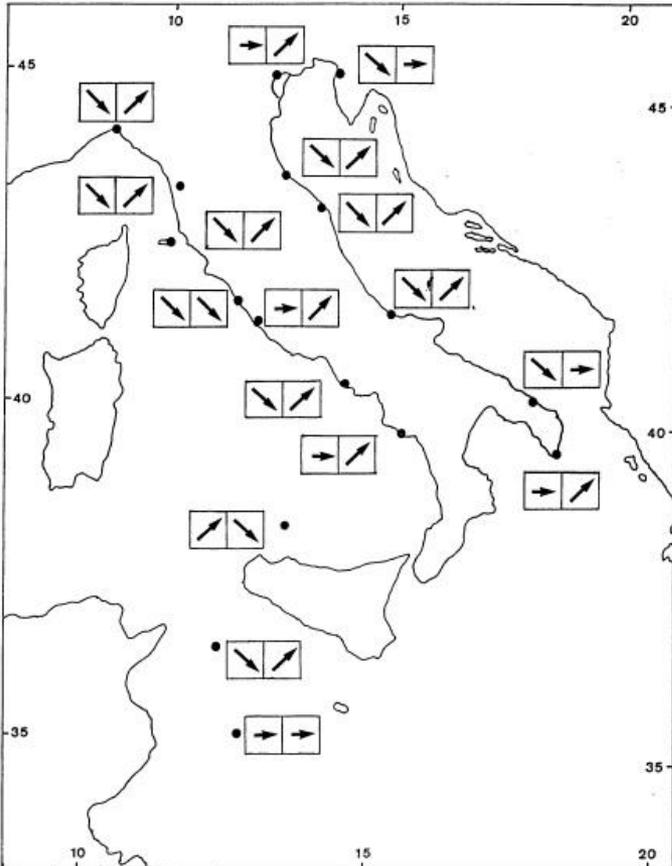


aspetti morfologici della spiaggia emersa e sommersa di San Foca (Puglia)



variazioni climatiche recenti

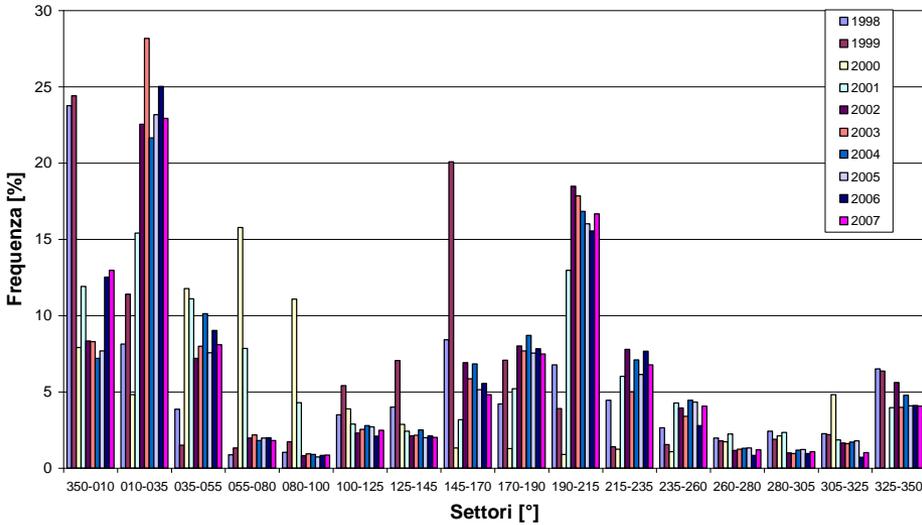
(Pirazzoli & Tomasin, 2003)



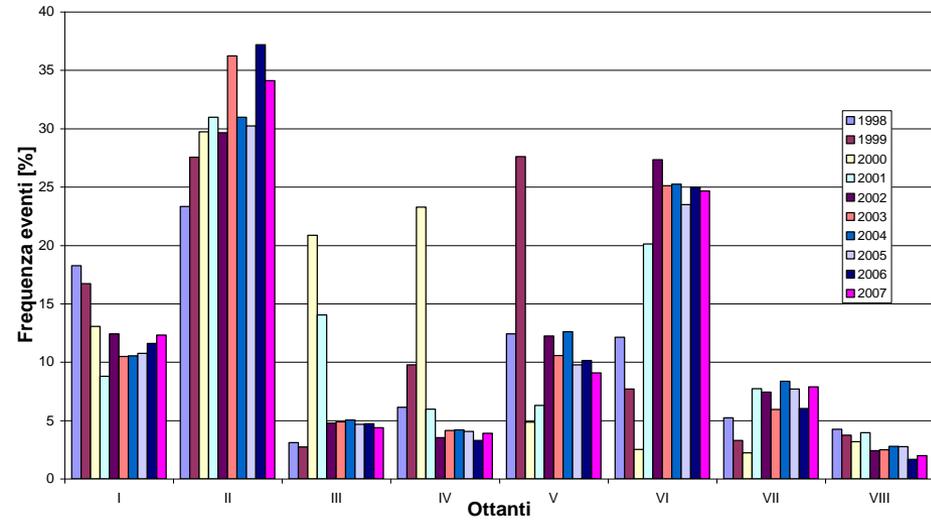
variazione della direzione del vento pre-1975 e post-1975

analisi anemometrica

Napoli: distribuzione frequenza dati anemometrici in settori



Napoli: distribuzione frequenza dati anemometrici in ottanti



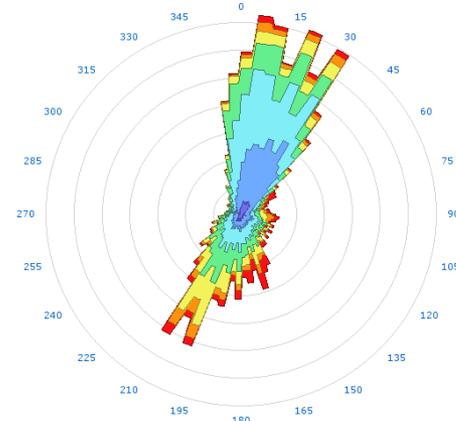
Direzione di provenienza del vento (misurata in °N)

Napoli
Rilevamenti: 79516 di cui 3638 in direzione 5-10 °N

Calmie totali: 6079 pari al 8 % del totale

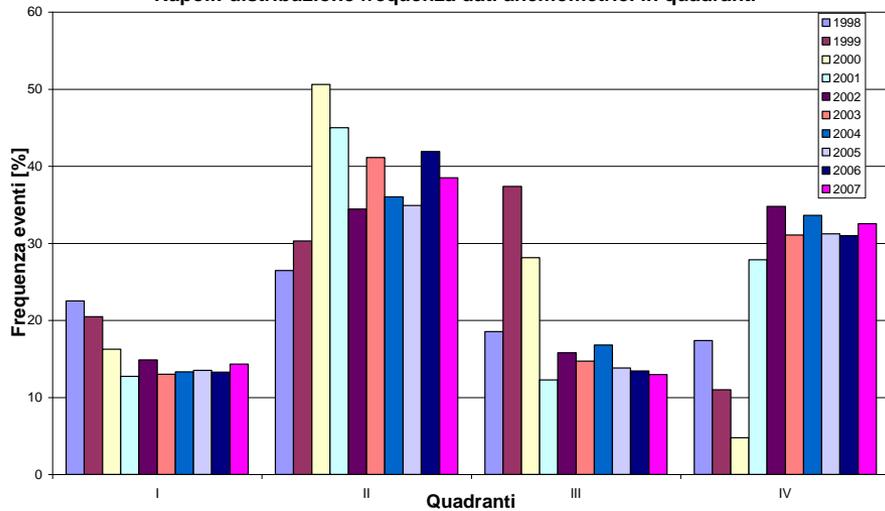
01/01/1998-31/12/2007

● > 7.5 m ● 6-7.5 m ● 4.5-6 m ● 3-4.5 m ● 1.5-3 m ● 0.5-1.5 m ● < 0.5 m

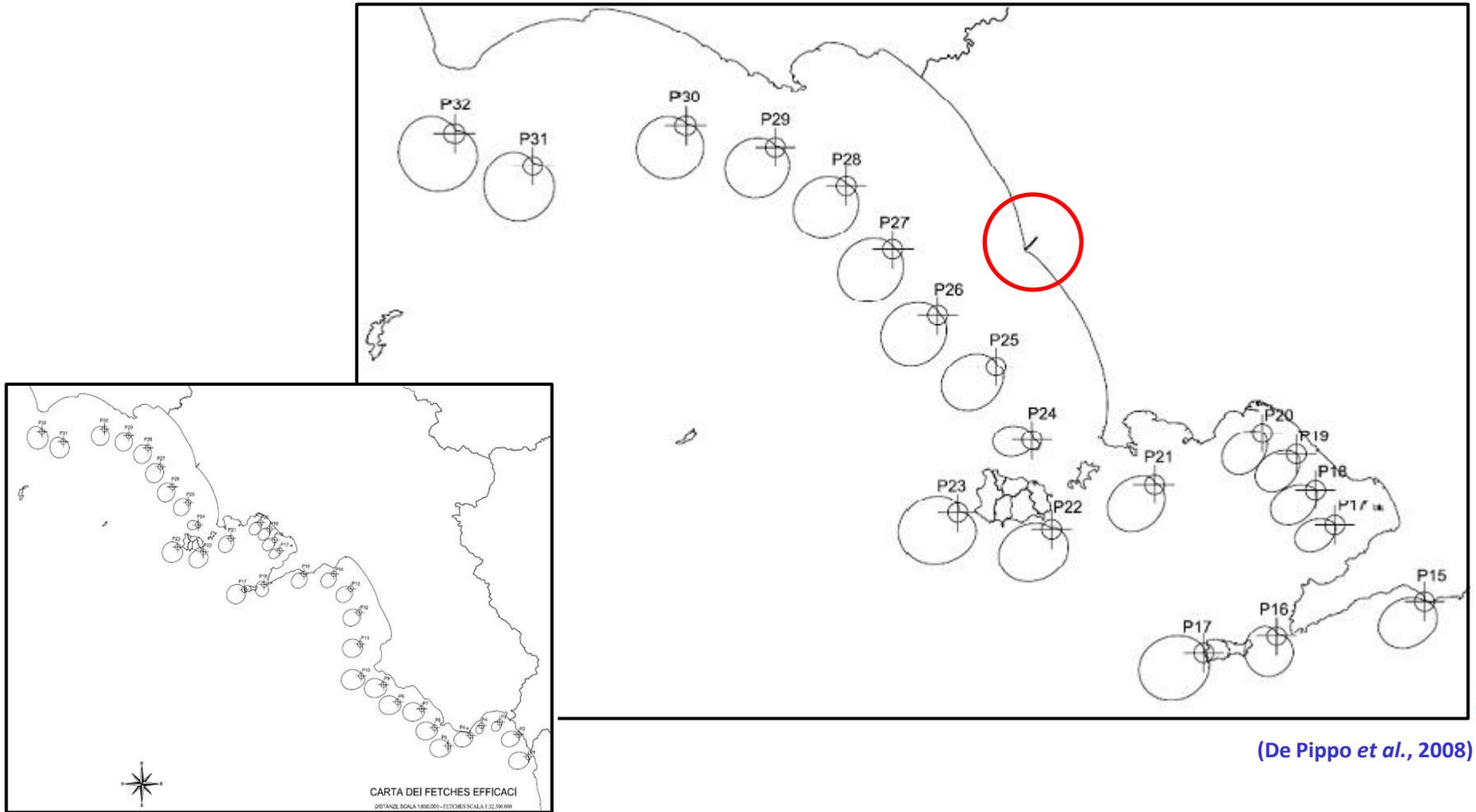


By APAT - Servizio Mareografico - www.IDROMARE.com

Napoli: distribuzione frequenza dati anemometrici in quadranti



fetch



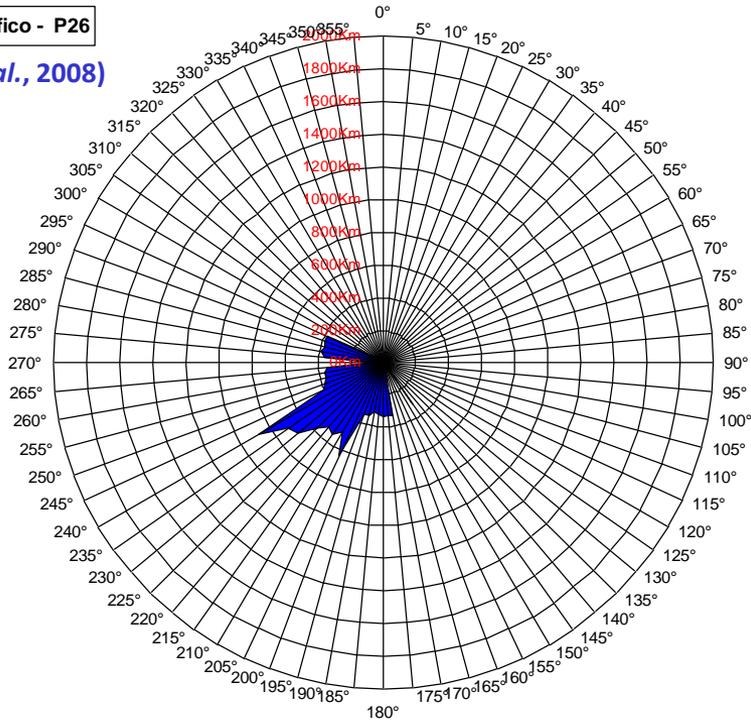
(De Pippo *et al.*, 2008)

settori di traversia e paraggi marini

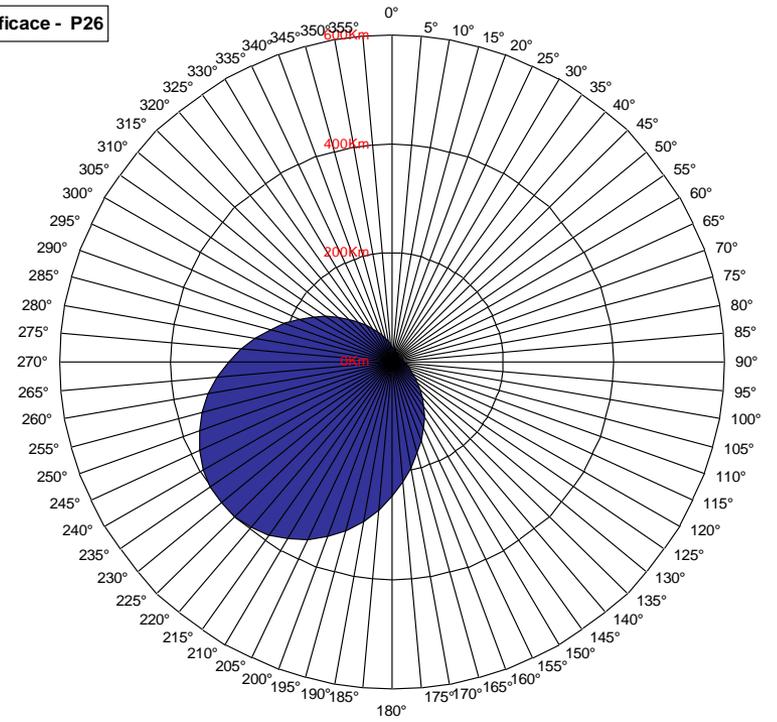
fetch: foce del Fiume Volturno

FETCH - geografico - P26

(De Pippo et al., 2008)

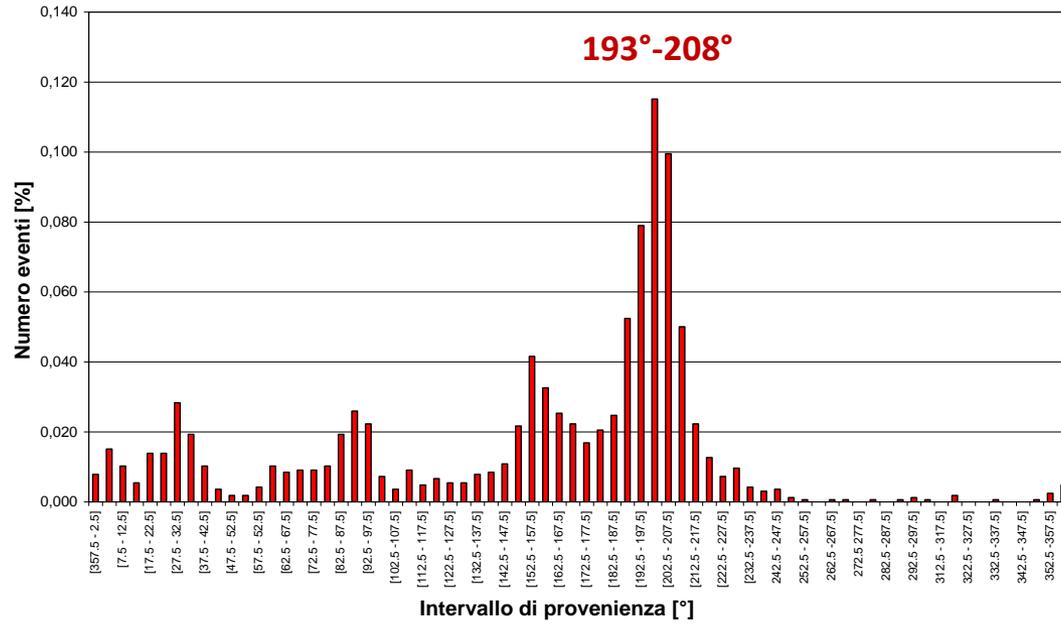


FETCH - efficace - P26

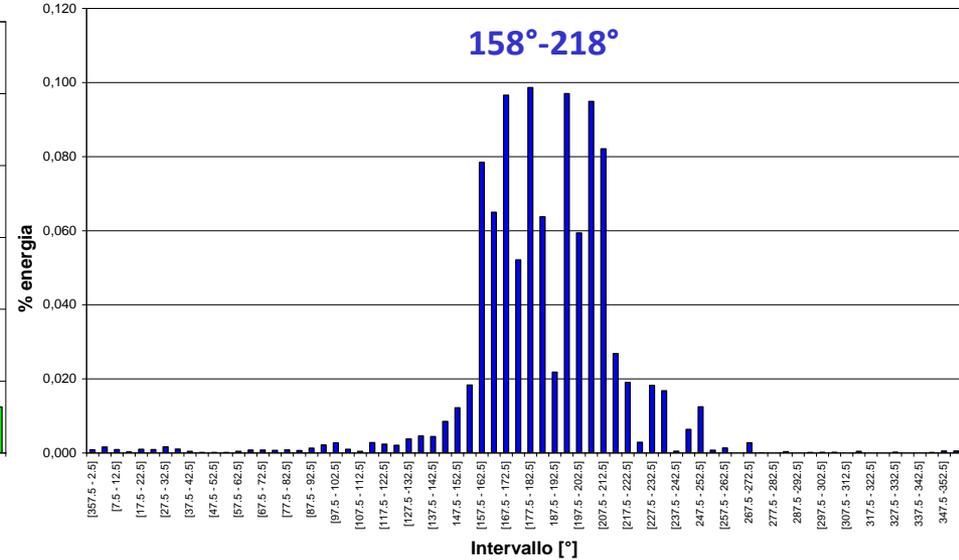
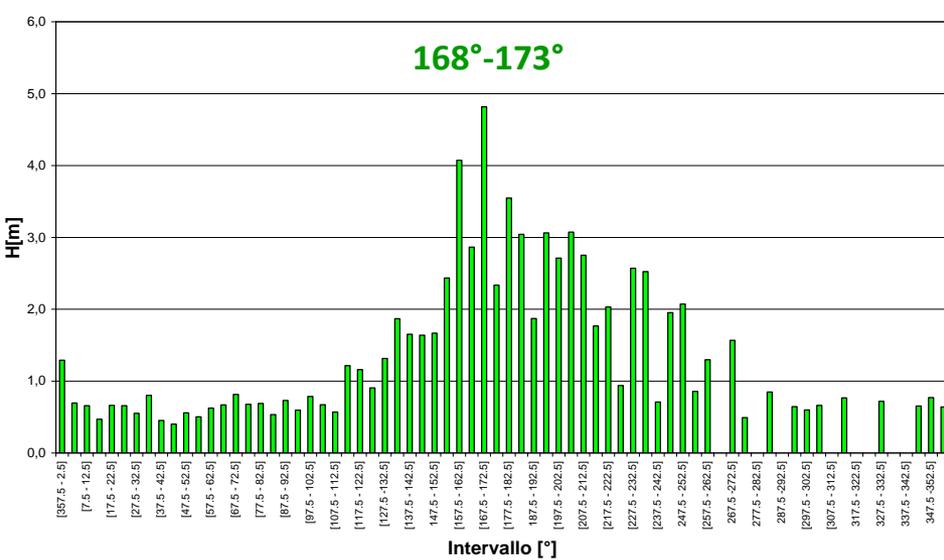


fetch geografico e fetch efficace

clima d'onda: metodo SMB

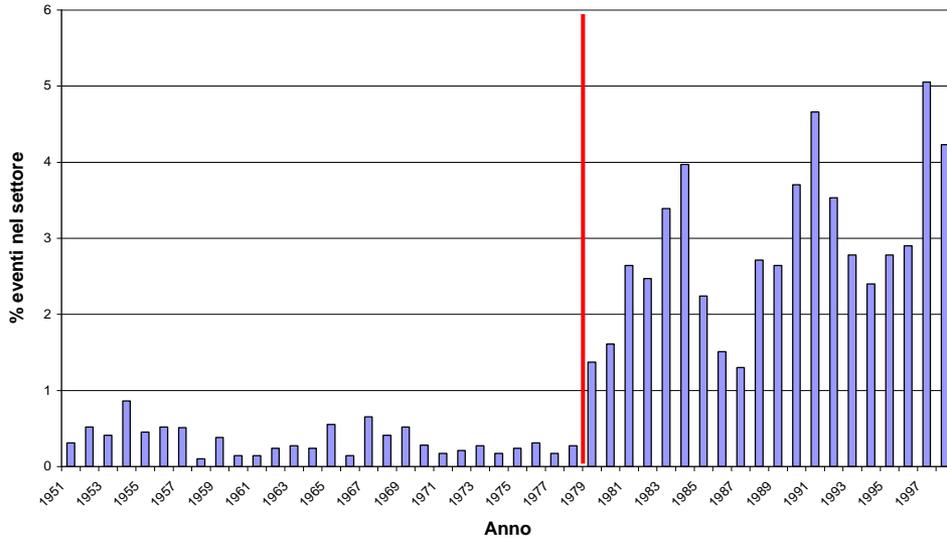


(De Pippo et al., 2008)

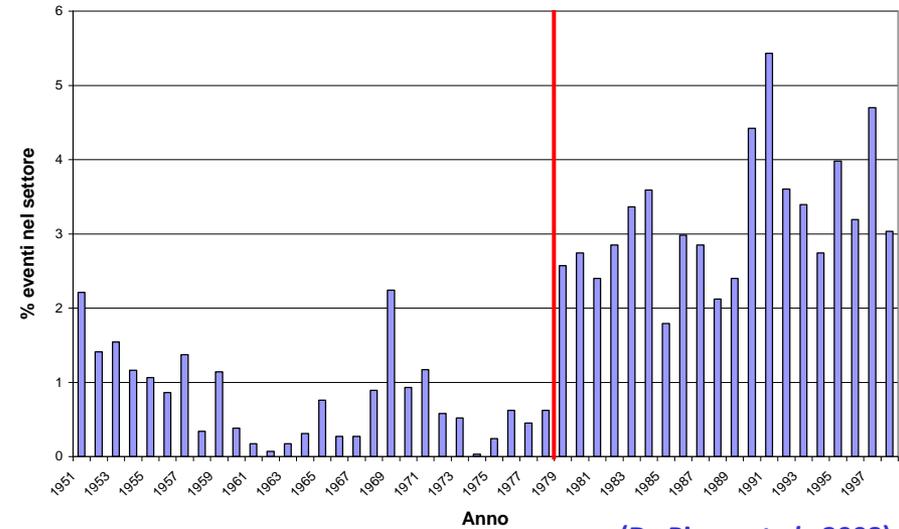


frequenza dei venti e delle calme di vento

Settore 10 - 35

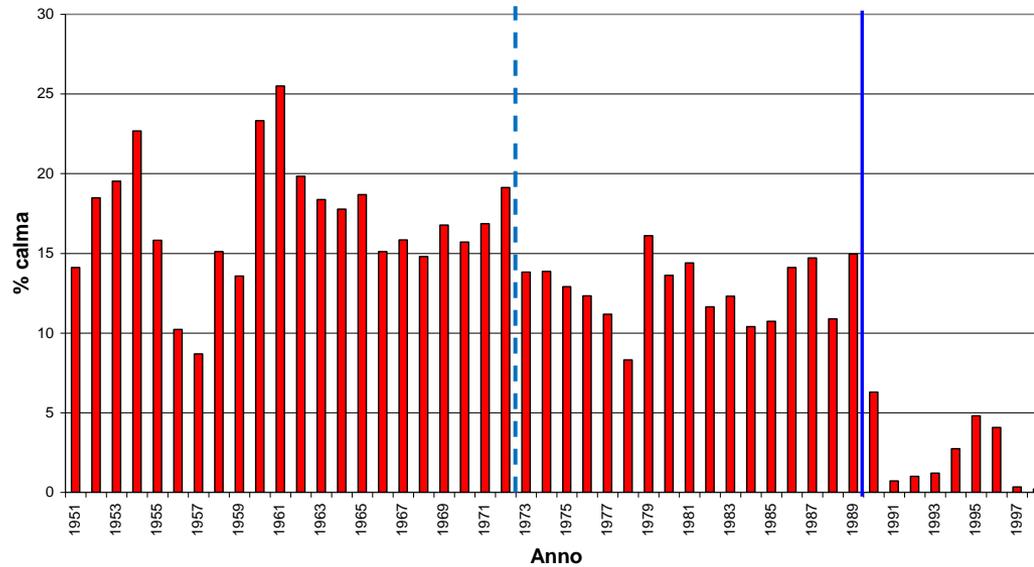


Settore 35 - 55



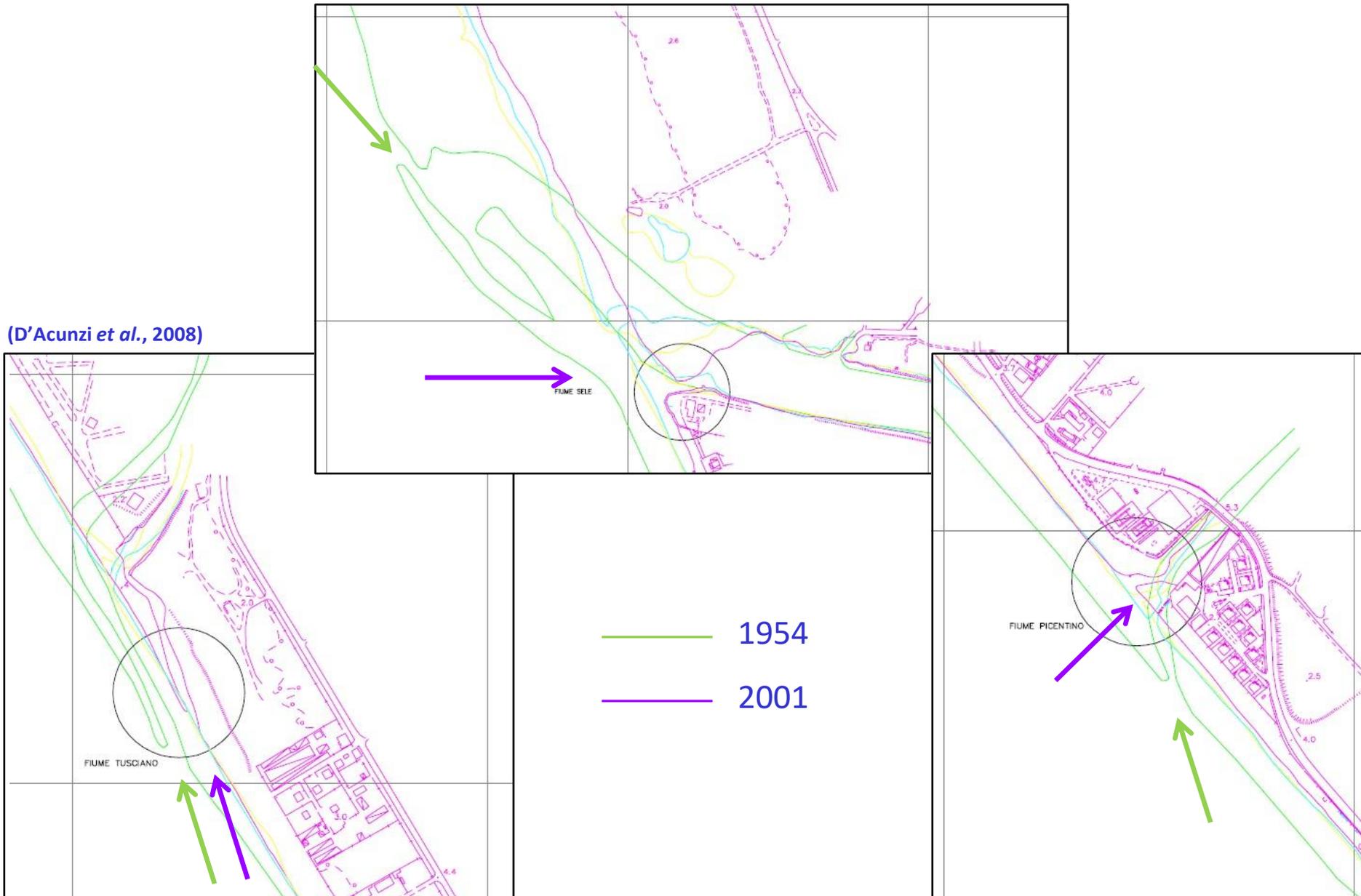
(De Pippo et al., 2008)

Variazione nel periodo 1951 - 1998 della percentuale di calme

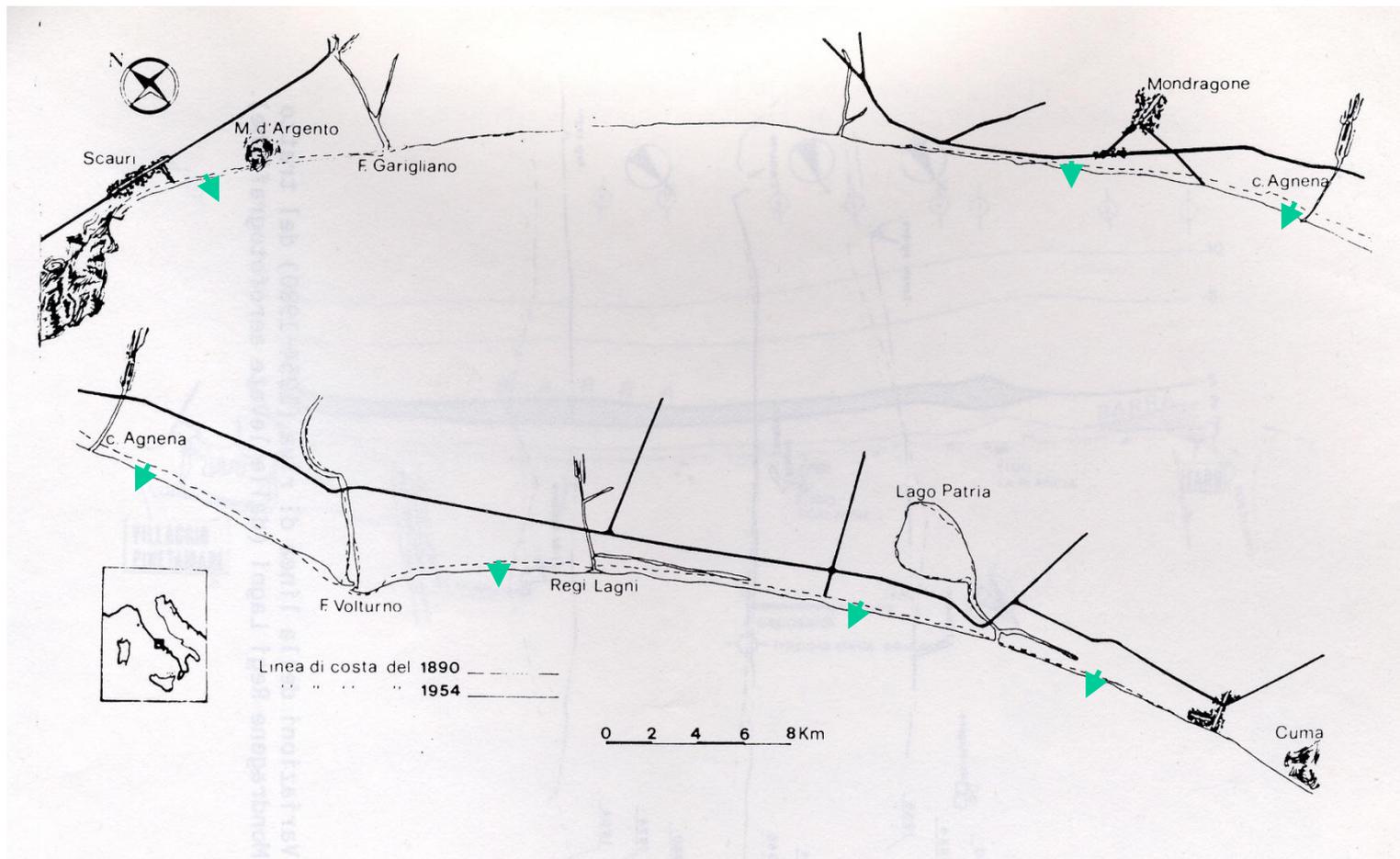


variazioni del sistema di foce

(D'Acunzi *et al.*, 2008)

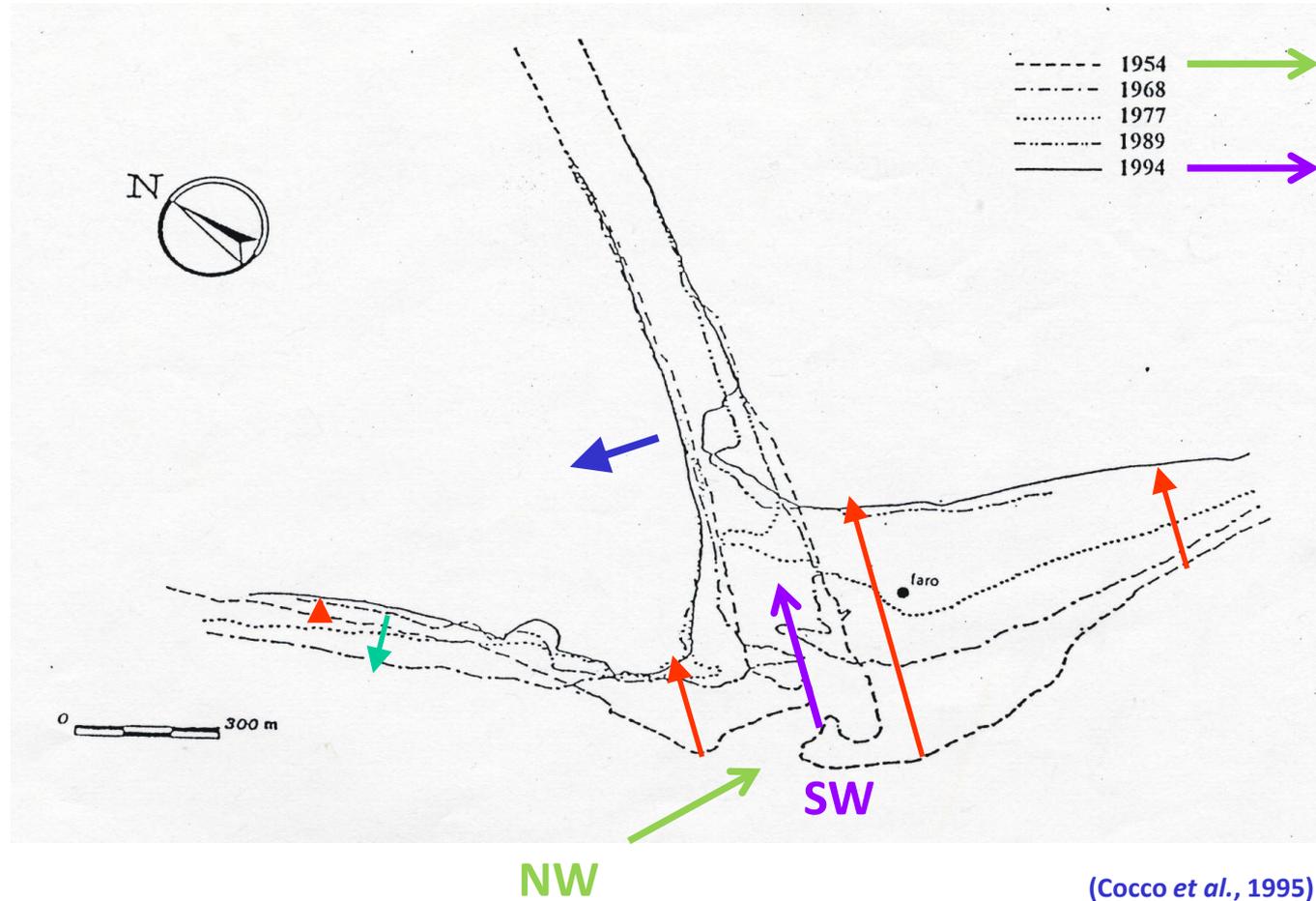


variazione della linea di riva tra la foce del Fiume Garigliano e Cuma



(Cocco et al., 1995)

variazione della linea di riva della foce del Fiume Volturno



fenomeni d'erosione lungo il Litorale Domitio



faro del F. Volturno



spiaggia di Licola

(foto C. Donadio, 1995)



Lido Scalzone

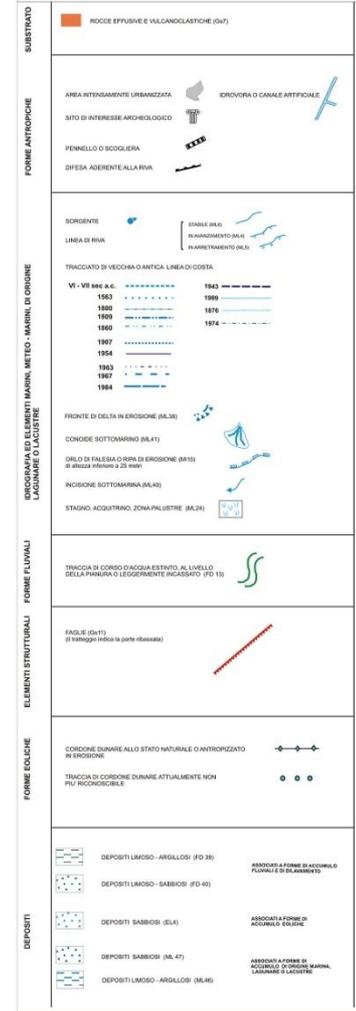
Carta Geomorfológica della foce del Fiume Volturno



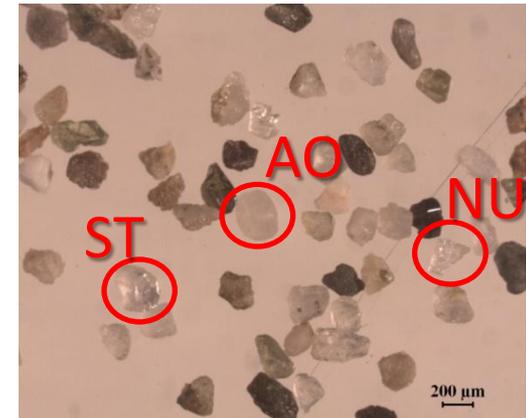
Università degli Studi
di Napoli Federico II

TAVOLA A

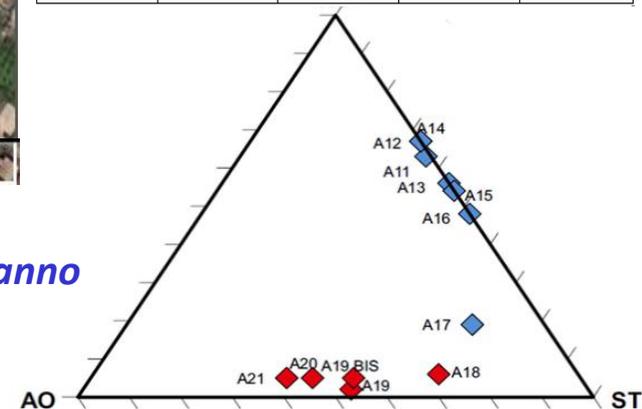
Carta Geomorfológica dell'area
costiera compresa tra Mondragone ed il lago Patria



variazione della foce del Fiume Alento

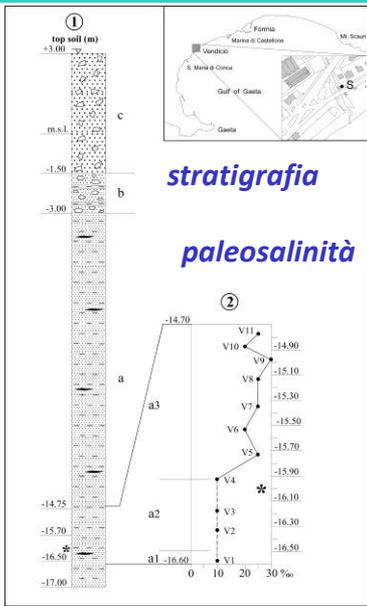
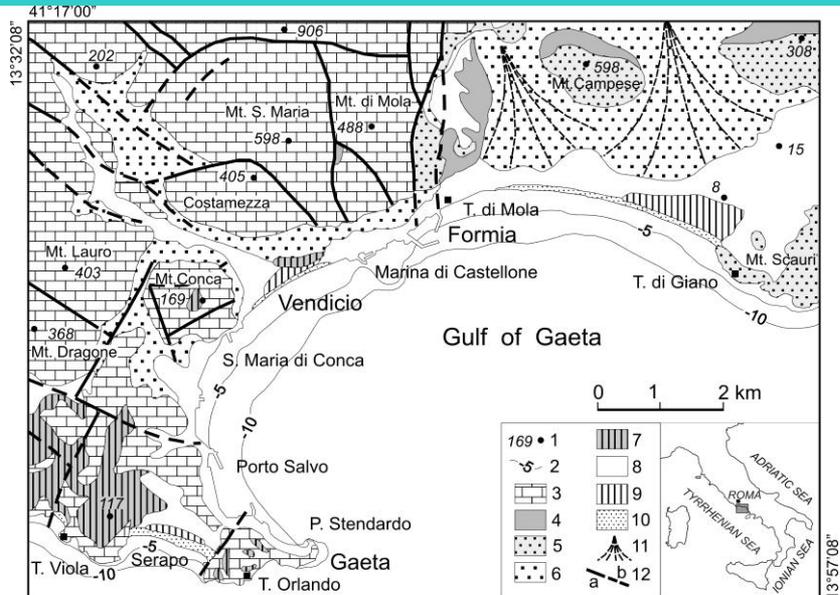


Campione	m (s.l.m.)	NU (%)	ST (%)	AO (%)
A11	153	63	36	1
A12	151	67	33	-
A13	122	56	44	-
A14	130	67	33	-
A15	40	54	46	-
A16	31	48	52	-
A17	30	19	67	14
A18	1	6	67	27
A19	0	2	52	46
A19 BIS	1	5	51	44
A20	0	5	43	52
A21	1	5	38	57

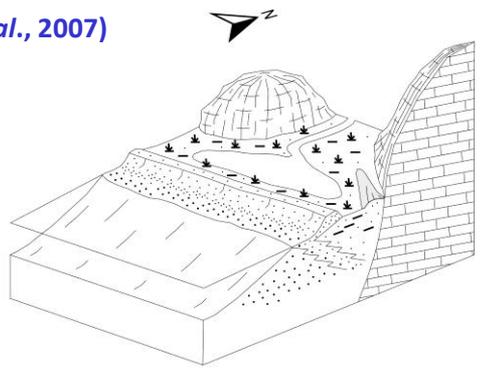


*dal 2004 al 2012: arretramento medio della riva di 22 ml = 2.8 m/anno
in totale asportati 13000 mc*

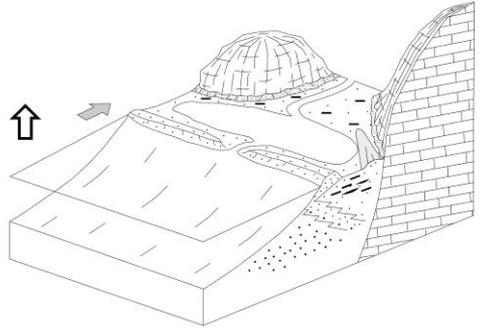
evoluzione geomorfologica della Piana di Vendicio (Lazio)



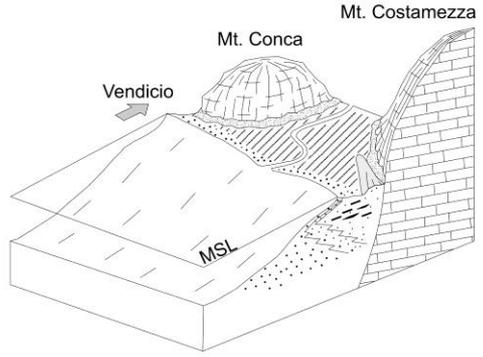
(Aiello et al., 2007)



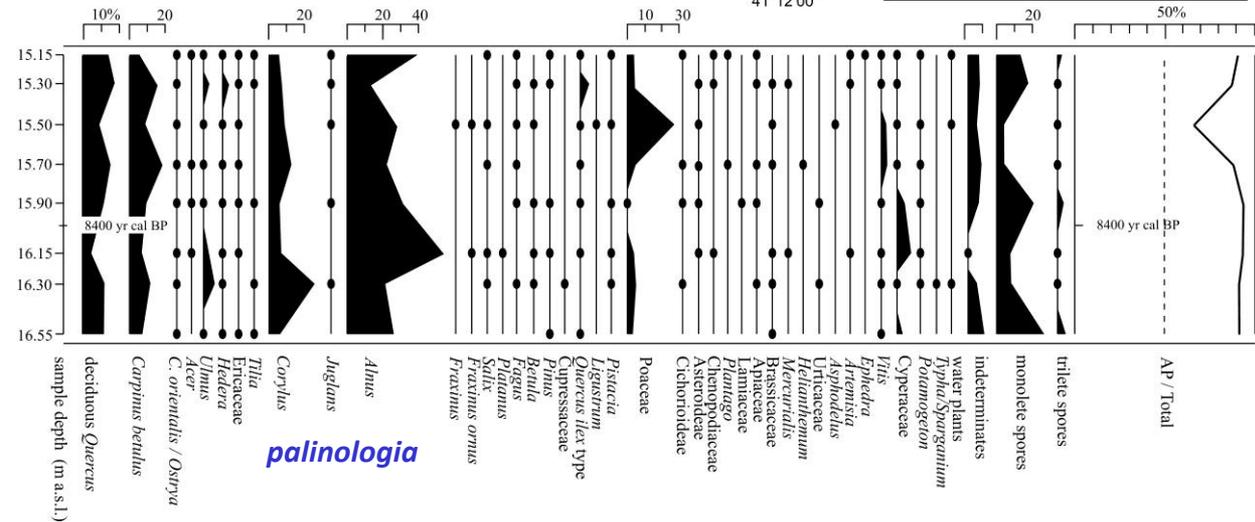
A



B

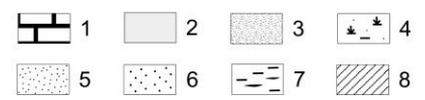


C

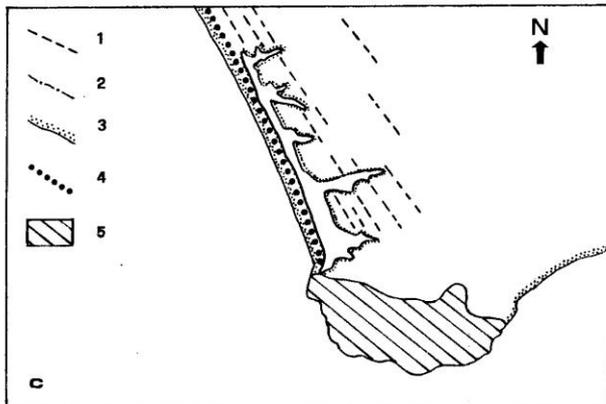
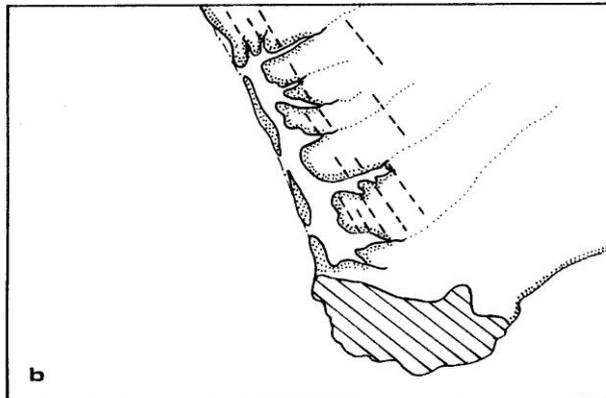
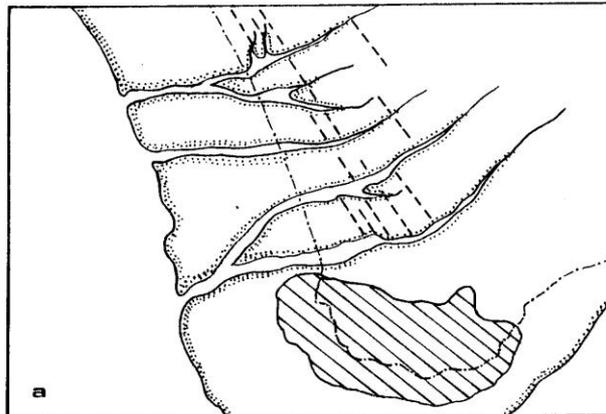


palinologia

A) Pleistocene superiore – Olocene inferiore; B) 8400 anni BP - Olocene medio; C) Olocene medio – attuale; 1) roccia carbonatica; 2) duna rossa antica; 3) detrito carbonatico; 4) depositi palustri; 5) depositi eolici; 6) depositi marini; 7) depositi lagunari; 8) colmata artificiale



evoluzione geomorfologica della Laguna di Sabàudia (Lazio)

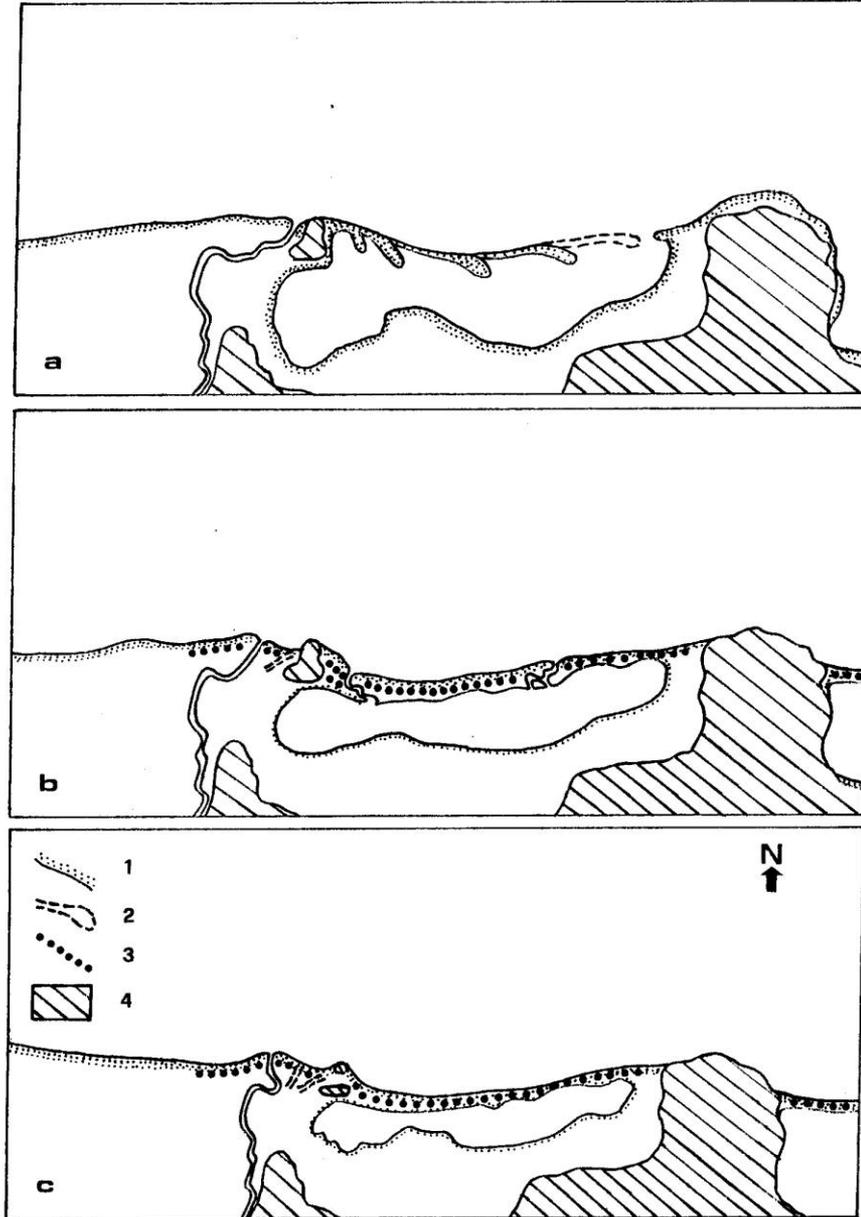


(De Pippo et al., 2001)

Sabàudia

- 1) *asse delle culminazioni dunari pleistoceniche*
- 2) *traccia della linea di costa attuale*
- 3) *depositi sabbiosi*
- 4) *cordone dunare attuale*
- 5) *rilievi rocciosi*

evoluzione geomorfologica della Laguna di Lèsina (Puglia)



a) *Pleistocene superiore*

b) *Olocene medio*

c) *attuale*

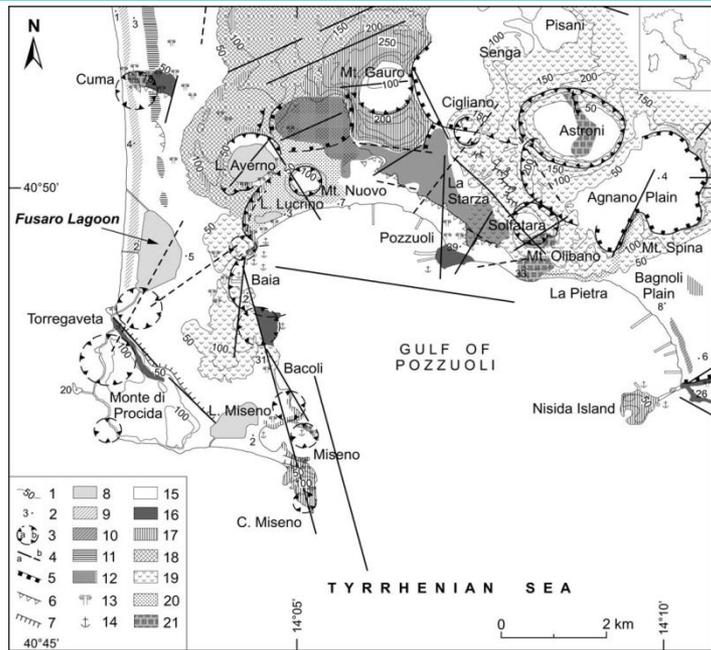
1) *depositi sabbiosi*

2) *traccia di freccia litorale*

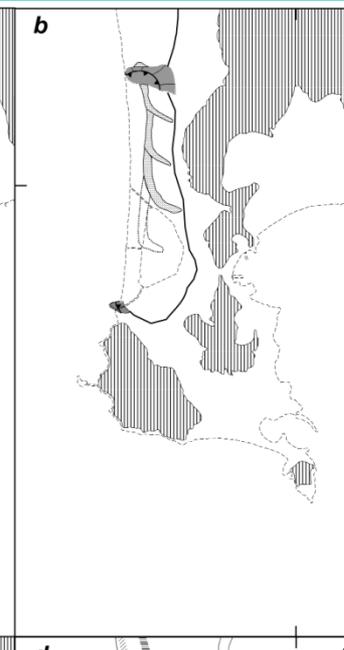
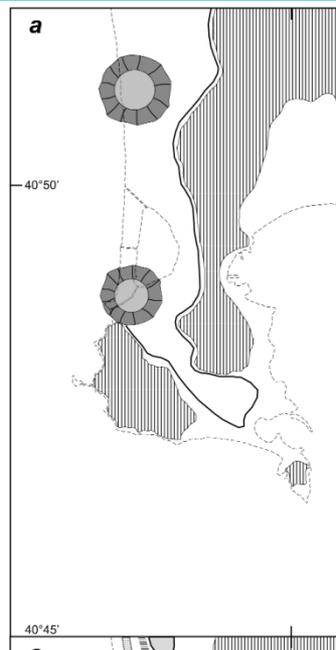
3) *cordone dunare attuale*

4) *rilievi rocciosi (Promontorio del Gargano)*

evoluzione geomorfologica della Laguna di Fusàro (Campania)

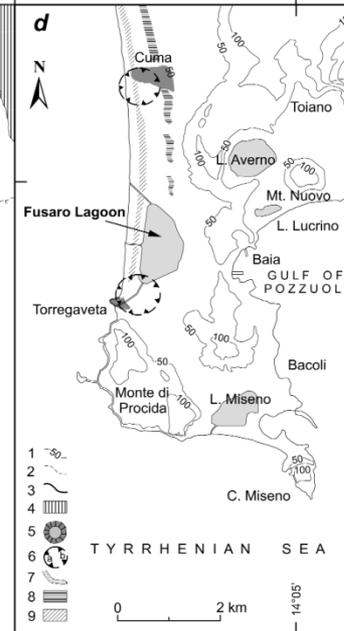
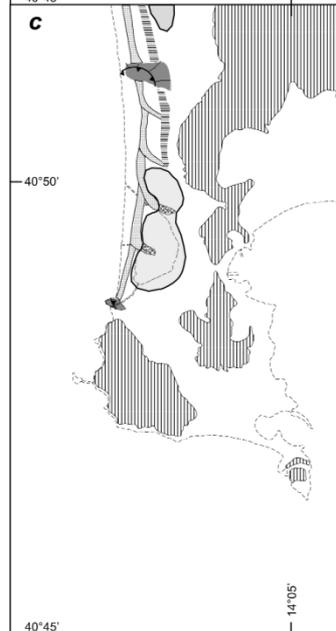


10-6 ka BP

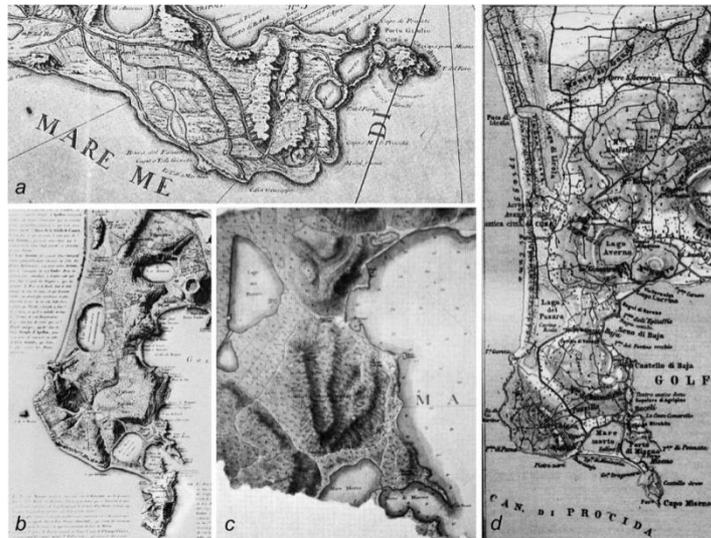


6-3 ka BP

3-2 ka BP

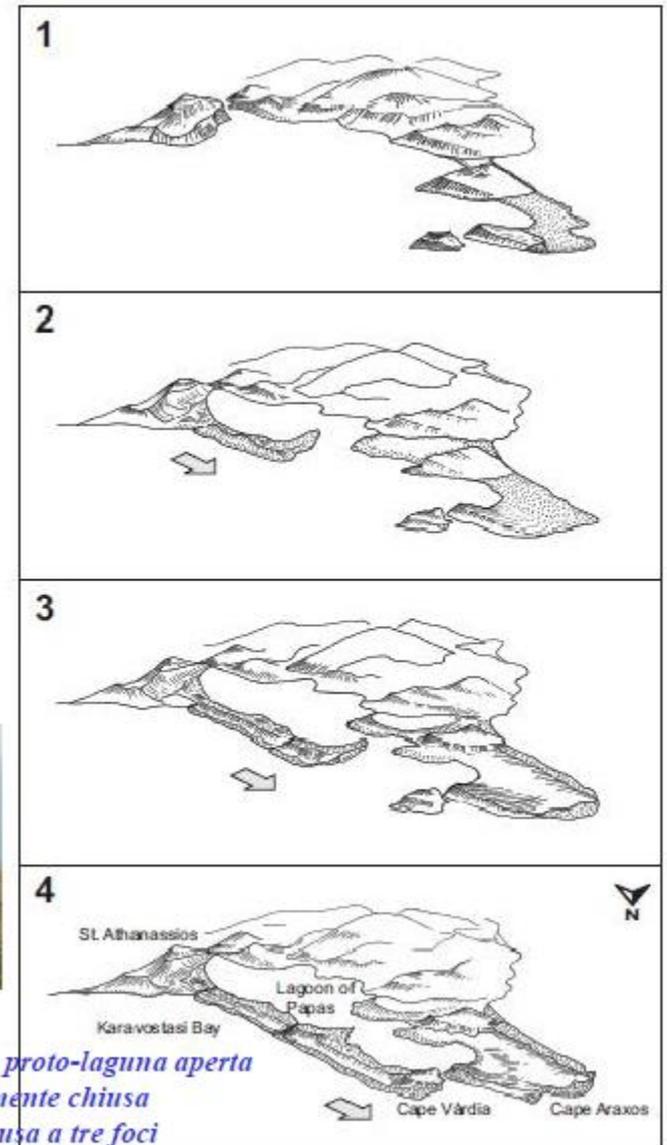
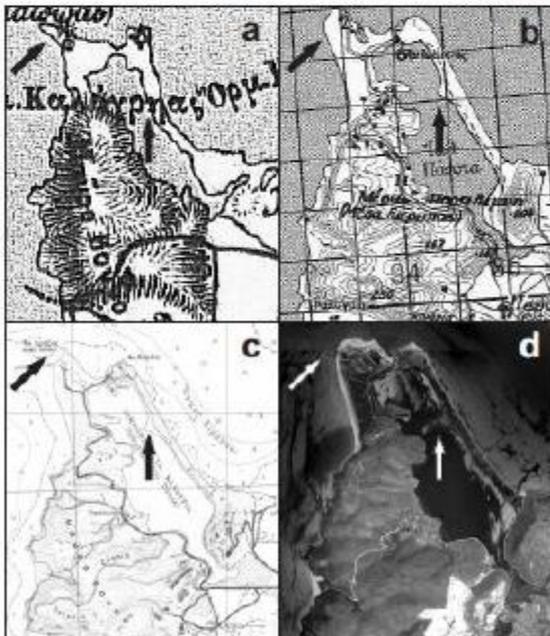
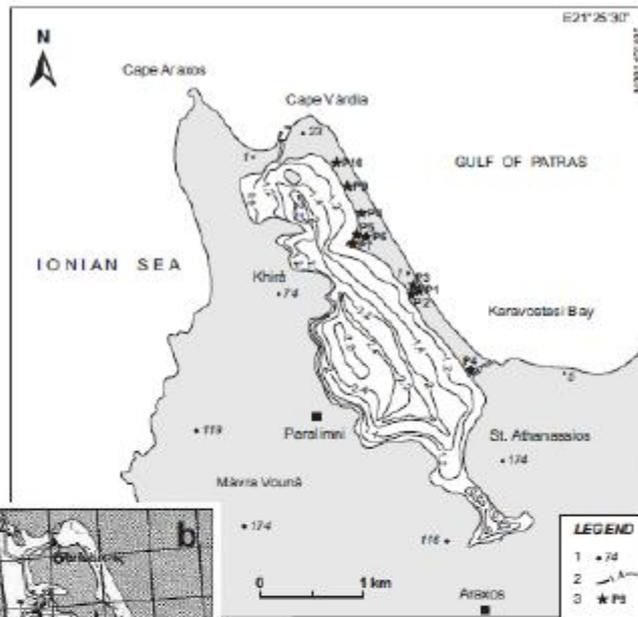


2 ka BP – attuale



(De Pippo et al., 2007)

evoluzione geomorfologica della Laguna di Papas (Grecia)



- 1) *Pleistocene superiore: baia marina*
- 2) *7500-5500 anni b.p.: freccia litorale, proto-laguna aperta*
- 3) *5500-2500 anni b.p.: laguna parzialmente chiusa*
- 4) *2500 - attuale: laguna salmastra chiusa a tre foci*

rischio, pericolosità e vulnerabilità nelle coste

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

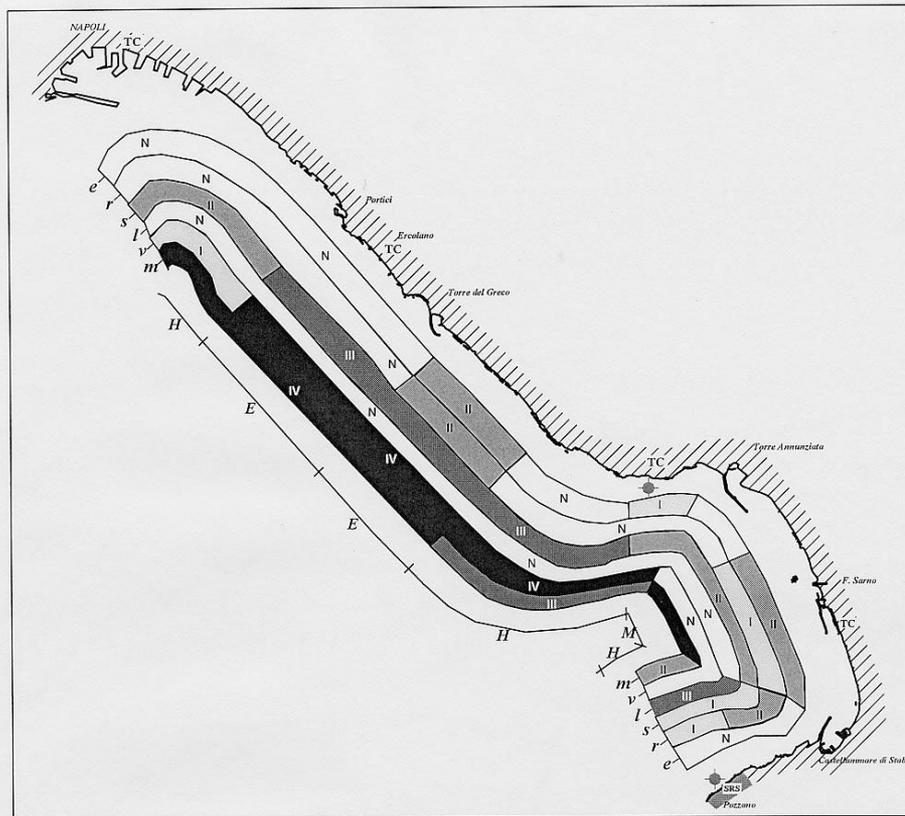
R = Rischio: prodotto di 3 fattori

P = Pericolosità: possibilità che un evento si manifesti in futuro (tempi di ritorno)

V = Vulnerabilità: beni naturali ed antropici esposti all'evento

(E = Valore economico dei beni naturali ed antropici esposti all'evento)

Carta della Pericolosità nella Fascia Costiera



LEGENDA

e - erosione costiera

r - esondazioni fluviali

s - eventi meteomarinari

l - frane

v - sismicità e vulcanismo

m - antropizzazione

Pericolosità complessiva

N - Nulla

L - Bassa

M - Media

H - Alta

E - Estrema

SRS Costa alta

TC Costa antropizzata

SB Costa sabbiosa

N Nulla

I Basso

II Medio

III Alto

IV Critico

conclusioni

Effetti delle variazioni climatiche degli ultimi 50 anni nei litorali

- *variazione della direzione, frequenza ed intensità di alcuni venti*
- *diminuzione delle calme di vento ed aumento delle mareggiate*
- *assenza di dati correntometrici entro i 10 m di profondità*
- *arretramento della linea di riva ed erosione della spiaggia emersa*
- *variazione dei sistemi di foce fluviale da delta ad estuario*
- *deriva litoranea da NO a SE*
- *rotazione dei cordoni litorali in senso orario*
- *aumento delle dimensioni medie dei granuli di sabbia ed asporto dei granuli < 1.25 mm*
- *aumento del grado di sfericità ed appiattimento dei ciottoli*
- *aumento della frazione bioclastica nei sedimenti marini*
- *diminuzione delle profondità della spiaggia sommersa e soffocamento delle fanerogame marine*
- *costruzione di opere marittime inefficaci*



interventi di mitigazione dei fenomeni erosivi

- *barriere/isole emergenti distaccate parallele e/o soffolte*



- *barriere radenti parallele e/o trasversali*



- *ripascimento morbido*



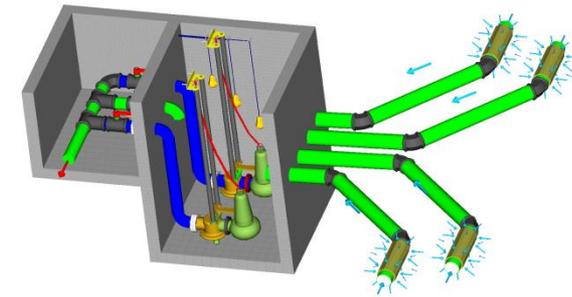
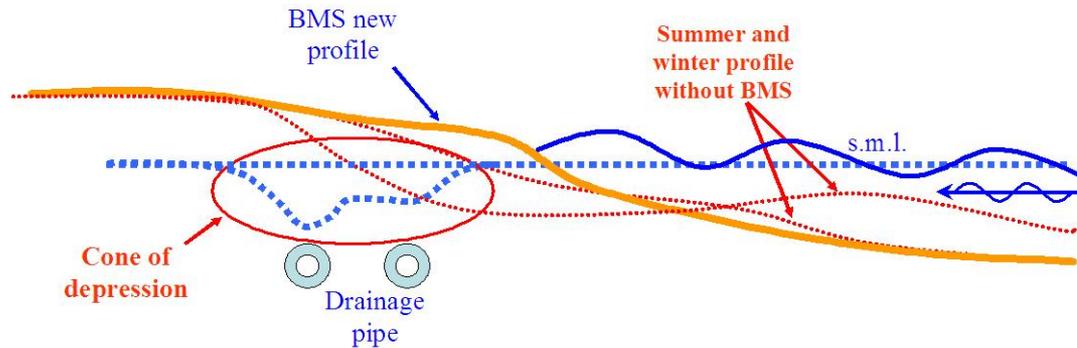
- *ripascimento protetto al piede*



interventi di mitigazione dei fenomeni erosivi: beach drainage system

SYSTEM OF COASTAL STABILIZATION Ge.Co. - B.M.S

What happens with the positioning of drainage pipe?



spiaggia	post-RSA, mesi	Progradazione, m
Alassio	13	+6 / +9
Ostia	7	+4 / +10
Bibione	11	+4 / +7
Metaponto	7	+3 / +8
Procida	4	+4 / +6

