

**Studio delle condizioni ambientali dell'Area Marina Protetta "Capo Rizzuto"**  
**Subsidenza, erosione, condizioni chimico-biologiche e attività estrattiva metanifera**  
**L'Area Marina Protetta**

• Istituita con decreto interministeriale del 1991, l'Area Marina Protetta "Capo Rizzuto" si estende per circa 40 km a sud di Crotona da Capo Donato a Branco Vercillo.

• Inizialmente suddivisa in zona A e zona B, vi è stata introdotta recentemente una zona C sufficientemente estesa per venire incontro alle esigenze della popolazione (pesca, turismo, ecc.).

**TOP**



### **La ricerca**

• Scopo della ricerca è stato quello di acquisire dati conoscitivi in merito alle condizioni ambientali di tipo geomorfologico ed ecologico con particolare riguardo a:

- - erosione costiera;
- - subsidenza ;
- - condizioni ecologiche del tratto di mare che ricade all'interno dell'area protetta;
- - rapporti di queste tre componenti con l'estrazione metanifera.

### **Il gruppo di ricerca**

• La ricerca, affidata alla Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA), è stata svolta da ricercatori e professionisti crotonesi.

• Essi sono:

- - Eliseo Scerbo, geologo
- - Raffaele Guzzi, geologo
- - Salvatore Medaglia, archeologo
- - Emilio Cellini, biologo
- Coordinatore della ricerca Gioacchino Lena, membro del Consiglio Direttivo Nazionale e referente per la Calabria di SIGEA

### **Metodologia**

• La ricerca è stata condotta mediante il censimento dei lavori bibliografici e di tutti i rilievi cartografici esistenti, l'analisi della cartografia tematica e delle foto aeree lungo tutta la costa interessata. E' stata integrata da un accurato lavoro di fotointerpretazione e dal rilevamento diretto in campagna, nonché del materiale archeologico sommerso in modo da controllare fenomeni di subsidenza già attivi nel passato.

• Inoltre, sono stati eseguiti:

- un rilevamento geologico di dettaglio;
- rilevamento geomorfologico di dettaglio;
- rilievi fotografici, effettuati con escursioni in campagna e in mare.
- La caratterizzazione chimico-biologica è stata realizzata mediante una approfondita ricerca storica e bibliografica sullo specchio di acqua dell'A.M.P. ed estesa alle aree limitrofe, al fine di raccogliere informazioni indispensabili per un approccio interpretativo della problematica in oggetto.
- Particolare attenzione è stata prestata alla componente chimico-fisica (inquinanti: idrocarburi e derivati, metalli pesanti, temperatura, Ph, ecc.) e biotica (tanatocenosi, comp. microbiologica, specie indicatrice).
- L'intero lavoro è stato corredato da un reportage fotografico per finalità didattiche

e descrittive, nonché quale documentazione di confronto per ulteriori indagini.

TOP



## Inquadramento geologico

L'area in esame ricade nel bacino crotonese formato, nelle sue linee generali, da un basamento cristallino e da una copertura sedimentaria estesa cronologicamente dal Miocene medio al Pleistocene.

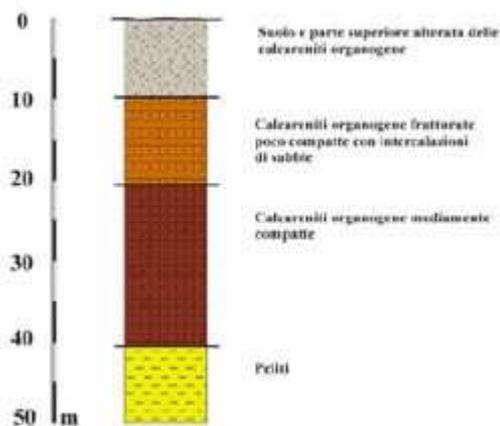
### La serie sedimentaria

- La serie sedimentaria, comprendente numerosi tipi litologici, appartiene a tre diversi cicli di sedimentazione:
  - - ciclo medio miocenico-medio pliocenico;
  - - ciclo medio pliocenico – pleistocenico
  - - ciclo pleistocenico

### La serie pleistocenica

- E' costituita dai sedimenti dei terrazzi marini: calcareniti, arenarie fossilifere, panchine, ecc. con intercalati depositi dunari rossastri, segno evidente di emersione durante le fasi di sedimentazione.

### Colonna stratigrafica



### Tettonica

- L'area ha subito leggeri piegamenti fino a metà del Pleistocene seguita da un sollevamento generalizzato a partire dalla fase talassocratica del Crotoniano in poi
- Sistemi di faglie dislocano sia le argille plio-pleistoceniche sia la copertura sedimentaria pleistocenica. L'età recente di queste faglie è confermata in qualche caso dal persistere delle rispettive scarpate anche nelle argille, rocce che esposte all'azione degli agenti atmosferici sono abbastanza tenere e quindi in grado di obliterare eventuali scarpate antiche.

### Direzione dei sistemi di faglie

- Le principali hanno direzione ENE-WSW e NNE-SSW con sistemi subordinati a direzione E-W, NW-SE, NNW-SSE.
- Tutti i terreni del bacino crotonese, interessati da fenomeni distensivi, sono in lento scivolamento verso SSE come dimostrato dal protendersi della costa in quella direzione.

### Geomorfologia

- Il territorio è caratterizzato, procedendo da monte verso valle, da una serie di ripiani variamente dislocati a diverse altezze, separati da superfici sub-verticali assimilabili a vecchie falesie o a specchi di faglia di età molto recente.
- Un reticolo idrografico fossile.
- In vicinanza del mare si hanno coste a falesia intervallate da coste basse e sabbiose.
- In mare, le falesie attuali passano ad una piattaforma molto articolata, più estesa in prossimità delle linee sabbiose, meno in corrispondenza dei promontori.
- L'evoluzione delle falesie dipende da un gran numero di fattori fra cui la litologia, l'infiltrazione di acqua, l'impatto del moto ondoso

### **I terrazzi**

- Sono superfici pianeggianti leggermente inclinate verso il mare che testimoniano stazionamenti del livello marino in diversi momenti evolutivi .
- L'area dei promontori lacini è stata (e lo è ancora) una vera e propria palestra per lo studio del Quaternario, non solo calabrese. Si pensi a questo proposito allo stratotipo di Vrica-Stuni
- A partire dalla seconda metà dell'800 è stata oggetto di studio da parte di Cortese, Gignoux, Selli, Gueremy, Ruggieri che vi istituì il piano Crotoniano, Gliozzi, Guerricchio, Mastronuzzi e Sansò.
- A seconda degli autori sono stati considerati in numero di 3, 4, 7.
  - Nella nostra ricerca ci è sembrato più adatto ad una moderna e corretta visione lo schema proposta da Palmentola, Carobene, Mastonuzzi & Sansò.
  - I sedimenti di tutti i terrazzi sono decisamente costieri, a luoghi addirittura di spiaggia, con fauna indicatrice di climi da temperato caldi a decisamente caldi e vanno pertanto riferiti a picchi trasgressivi interglaciali.

**TOP**



### **Il terrazzo del I° ordine**

Il terrazzo del I° ordine (200-300 mila anni) si è formato in un momento caldo successivo alla fase "geocratica" della regressione romana. Il sollevamento è avvenuto con numerose dislocazioni.

### **I terrazzi del II° ordine**

– I sedimenti del terrazzo del II ordine contengono fauna senegalese (*Strombus bubonius Lamarck*) e sono riferibili al Tirreniano di 125.000 anni fa. Dovrebbero essersi depositi in corrispondenza di un livello del mare di 6 metri più alto dell'attuale. Con questo ultimo dato è possibile calcolare la velocità media di sollevamento dell'area che è di 0,4 m/ka. (0,8 k secondo altri).

Il terrazzo del III ordine dovrebbe essere riferito ad un livello marino successivo al Tirreniano e quindi verosimilmente al picco eustatico corrispondente ai 100.000 anni.

Il terrazzo del IV ordine dovrebbe essersi formato in corrispondenza di un ulteriore picco eustatico positivo in corrispondenza di 80.000 anni.

– Tutta la costa si troverebbe quindi in sollevamento di entità variabile da 0,8 a 0,4 m/ka.

### **Evoluzione della linea di costa**

- L'evoluzione della linea di costa, anche se non direttamente, è correlata alle

variazioni del livello del mare.

- Variazioni più significative, per velocità ed entità, della linea di costa sono correlate all'energia del moto ondoso e, quindi, alle condizioni meteoroclimatiche locali, alla granulometria e natura litologica dei sedimenti, alla disponibilità dei sedimenti provenienti dai processi erosivi dell'entroterra, alla morfologia.
- In contesti (come questi) dove prevalgono morfologie a falesia giocano un loro ruolo la tettonica, la storia delle variazioni del livello marino e, se si tratta di rocce calcaree, tutti i meccanismi di dissoluzione insiti nel carsismo.
- Generalmente le regressioni sono rapide nelle coste in terreni sciolti e molto più lente in quelle a rocce lapidee.

### I fondali

Conosciamo solo quelli intorno a Capo Colonna

Subito dopo la falesia si trova una piattaforma, estesa fino a 250 m con dislivelli dovuti a massi emergenti



- Vi è poi una seconda area molto differenziata e articolata, che si spinge fino a -35 m . In corrispondenza dello spigolo settentrionale vi sono rilievi e depressioni con una differenza di circa 10 m da ritenere come massi provenienti dalla evoluzione della falesia



Dal confronto della carta batimetrica dell'Istituto Idrografico della Marina (edizione originale del 1903) con una carta batimetrica redatta in base a rilievi del 1989 non controllata direttamente (Caselli et Al., 2003), la porzione orientale sommersa risulta soggetta, nell'ultimo secolo, a notevole arretramento, superiore ad 1 m/anno.

- Il settore sud-orientale, al contrario, è soggetto a progradazione, testimoniata dall'avanzamento verso il largo dell'isobata di -10 m; ciò potrebbe essere spiegato con l'accumulo in quest'area del materiale prodotto dalla disgregazione del promontorio. Invece nella porzione nord-orientale tale materiale di disgregazione sarebbe mobilitato verso le più alte profondità a causa della maggiore acclività dei fondali.

**TOP**



## Posizioni della costa in età romana

- Nella baia ad est di località La Tonnara, alla profondità di - 4 m e a circa 70 m dall'attuale linea di riva la presenza di anfore Dressel 2/4 testimonia un antico naufragio alla fine del I sec. d.C. Esso sembra essere avvenuto per collisione con alcuni scogli semi-affioranti in prossimità dell'antica linea di costa:
- A breve distanza, anfore olearie testimoniano un altro naufragio fra il II e il III sec. D.C.;
- Sempre nella medesima area è segnalato un relitto greco del IV sec.a.C., residuo di un naufragio avvenuto a circa 100 m dalla costa attuale.

### Antica linea di riva

- La presenza di tutti questi relitti così vicino alla costa testimonia un debole arretramento di essa in 2000-2400 anni.
  - Questo però è avvenuto perché tutta l'area di La Tonnara si trova poco esposta all'azione delle più forti mareggiate.
  - Il fetch principale infatti proviene da sud-est.
- Altre testimonianze archeologiche
- A Capo Colonna, il recupero di ancore e altro materiale di pertinenza marinara conferma la presenza di un approdo;
  - A punta Scifo un tesoretto con monete del VI sec. d.C. nascosto a 200 m dalla riva e a circa 2-4 m di profondità conferma una retrocessione di essa e una sommersione

### Retrocessioni confermate dall'archeologia

- Una ulteriore retrocessione e sommersione è testimoniata dalla probabile esistenza di un molo e di strutture abitative sul versante meridionale di Capo Rizzuto.
- Esse sembrano essere di età bizantina e sono sicuramente scomparse prima del XVIII secolo

### Variazioni della linea di costa dal 1955



### Punti di arretramento: Capo Rizzuto



### Opere di difesa a mare a Capo Bianco

### Punti di arretramento: Le Castella



### Capo Bianco

- Crollo della falesia e accumulo al piede dei materiali franati



### Uso di geostuoie a Le Castella



**Capo Cimiti**

- L'area ha fatto registrare uno dei maggior punti di arretramento di tutta l'A.M.P.



**Punti di arretramento: Capo Cimiti**



**Le Cannella**

- Scalzamento al piede dell'argilla e placca di calcareniti aggettante



**Effetti delle acque di scorrimento superficiale**

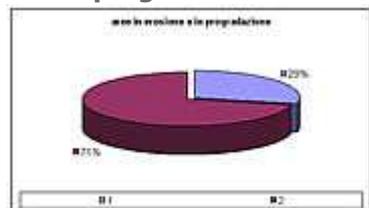


**Calanchi a Capo Donato**

**Erosione tipo bad lands nelle peliti pleistoceniche**



**Erosione e progradazione  
Percentuale di aree in erosione e aree in progradazione**



**TOP**



**Tipologia del dissesto**

Dal punto di vista tecnico la costa può essere assimilata ad una placca arenacea poggiate su un basamento argilloso a comportamento plastico

- L'ammasso calcarenitico ha la tendenza a suddividersi in blocchi di varia cubatura, con superfici di discontinuità prevalentemente verticali
- Le superfici sono interessate da faglie locali e litoclasti, fratture dovute a sismi, a sforzi di taglio conseguenti a movimenti o ad asportazione del substrato argilloso, fessure dovute a dissoluzione carsica che contribuiscono all'ampliamento delle

stesse fratture. Tutti questi processi sono più frequenti al ciglio del terrazzo marino, dove la continua asportazione dell'argilla, ad opera dell'erosione marina, fa sì che si verifichi lungo superfici sub-verticali di minore resistenza.

In questa situazione geologica strutturale ed idrogeologica, i corpi rocciosi sono situati ai bordi della placca e, una volta disarticolatisi dall'ammasso litoide, sono soggetti a subitane frane di crollo per rottura meccanica della placca.

Si verificano inoltre, anche lenti scivolamenti dei blocchi litoidi sul substrato argilloso plasticizzato, evidenziato dalla presenza di numerosi blocchi al piede delle scarpate e di fessure di tensione notate ai bordi della placca in più punti lungo tutta la costa.

### **Cause del dissesto**

- scadenti caratteristiche geotecniche dei materiali litoidi costituenti la placca (arenarie e calcareniti organogene) e del substrato (limi argillosi).
- Le condizioni geostrutturali delle formazioni geologiche in esame, interessate da faglie locali, da litoclasti e quelle geomorfologiche, trattandosi di un sistema tabulare rigido su un basamento plastico altamente erodibile.

Pendenze accentuate dei versanti, azione dell'acqua di imbibizione e di scorrimento superficiale, esaltate, in tempi recenti, dai mutamenti nel regime delle precipitazioni conseguenti ai cambiamenti climatici registrati a scala planetaria.

La circolazione delle acque sotterranee, che svolgono un'azione meccanica, attraverso la spinta idrostatica sui corpi rocciosi che formano la placca, esercitano una azione chimica attraverso il fenomeno di dissoluzione del materiale carbonatico che determina, pertanto, un aumento della permeabilità nell'ammasso litoide ed un'azione chimico-fisica plasticizzante sulle argille di base, soggette a rapida degradazione, in particolare al contatto con la placca sovrastante.

- Le fasi tettoniche disgiuntive hanno determinato movimenti interessanti tutti i complessi litologici compreso quello calcarenitico-arenaceo producendo una continua fratturazione nello spessore superficiale calcarenitico, rigido ma fragile, favorendo così l'infiltrazione e creando i presupposti per un complessiva predisposizione al dissesto

- Un notevole contributo al dissesto è dato dall'azione meccanica e chimica del mare, con la sua continua azione di scalzamento al piede delle scarpate. Tale azione svolge un ruolo anche indirettamente deleterio per la stabilità della costa, in quanto i detriti di minor cubatura, staccatisi dall'alto e depositatisi al piede delle scarpate non contribuiscono a stabilizzare queste ultime per effetto di contenimento al piede, perché sono a loro volta demoliti ed asportati dal moto ondoso.

- Anche i sismi contribuiscono alla suddivisione in blocchi della placca rigida ed alle frane di crollo che interessano i bordi della placca ( $S = 9$ );

- sfavorevole morfologia dei fondali prospicienti i promontori, con conseguente frangimento delle onde direttamente sulle falesie con scarsa o nulla dispersione del loro contenuto energetico

- alterazione prodotta da fattori antropici (vibrazioni dovute al transito di autoveicoli, e mezzi pesanti per attività agraria).

I crolli e gli scivolamenti avvengono di preferenza nel periodo invernale, durante il

quale alcune cause concomitanti come l'impregnazione idrica dei materiali e l'azione erosiva marina sono più pronunciati.

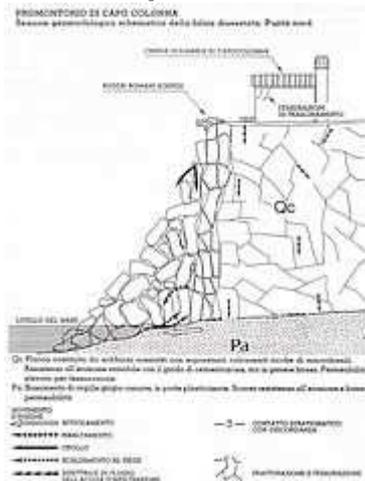
**TOP**

### Conseguenze della stagione invernale ↑



- Essendo la massa rocciosa ricca di vacuoli e cavernosità, nonché di zone friabili costituite da conchiglie fossili, si presenta discontinua ed eterogenea sia verticalmente sia orizzontalmente dal punto di vista litologico e di conseguenza, geotecnico, con bassa resistenza al taglio.
- Tutto ciò determina anche una abbondante circolazione di acque sotterranee che tende sempre più a disarticolare l'ammasso roccioso.
- Ne consegue che si originano superfici di discontinuità, causa a loro volta dei dissesti.

### Esemplificazione



### Conclusioni sul dissesto

- L'erosione è stata valutata approssimativamente in un metro/anno di arretramento a partire dal 1880.
- Dai risultati della sovrapposizione della linea di costa ricavata dai vari anni considerati dalle aerofotogrammetrie, integrati con le risultanze dei rilievi effettuati in campagna, si rilevano valori massimi dell'erosione pari a 60 metri, dal 1955 al 2000, in corrispondenza della spiaggia della località "Le Cannella".

Generalmente i valori di arretramento più elevati si rilevano nei tratti di versante più esposti all'azione del moto ondoso proveniente da SE, mentre nei tratti riparati i tracciati delle linee di costa, relative ai diversi anni considerati, sono mediamente coincidenti. Un fattore determinante, in termini di energia, della dinamica erosiva si esplica quindi nella direzione di massima intensità del moto ondoso.

- Non esistono elementi sufficienti ed oggettivi per stabilire il contributo degli altri fattori che sicuramente concorrono ad incrementare l'avanzamento del fenomeno. Le condizioni litologiche e geomorfologiche asseconderebbero bene, determinando ottimi presupposti predisponenti, la dinamica del processo erosivo.

I fattori antropici influenzano la velocità dell'erosione costiera, ma i dati disponibili alla data odierna non consentono di stabilire e quantificare correlazioni e/o interdipendenze concrete e dirette.

La ricerca delle interdipendenze richiede infatti dati oggettivi risultanti da misurazioni accurate, che le moderne tecnologie consentono con costi accettabili anche per un piccolo Ente locale e per periodi osservazione più lunghi. La variazione della linea di costa può essere monitorata sufficientemente bene con la rilevazione e la relativa sovrapposizione di immagini satellitari o aereofotogrammetriche

- A questo fine si auspica che la Riserva si doti di un sistema di monitoraggio che consenta di tenere sotto controllo tutti i fattori che concorrono a determinare la dinamica costiera e tutti gli altri parametri caratterizzanti il quadro ambientale complessivo: innalzamento del livello marino, subsidenza, correntometria e le relative interrelazioni fra questi elementi dati dal naturale equilibrio ambientale con i fattori antropici presenti nell'area.
- Passi avanti potrebbero essere fatti con l'acquisizione della boa ondometrica già posizionata all'interno della riserva che andrebbe attrezzata con strumentazione adeguata allo scopo.

### La subsidenza

La subsidenza è un fenomeno di lento abbassamento del suolo al quale sono interessate vaste superfici della Terra a causa di eventi che si protraggono per un numero di anni variabile.

**TOP**



#### Cause della subsidenza: naturali

- Tettonica a placche
- Tettonica
- Maree
- Eustatismo
- Vulcanismo
- Compattazione dei sedimenti

#### Cause della subsidenza: antropiche

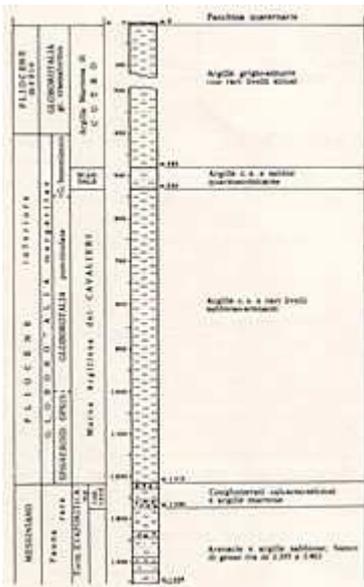
- Estrazione di fluidi dal sottosuolo:
  - Acqua
  - Idrocarburi
  - Estrazione di solidi

#### Estrazione di gas nel Crotonese

- I primi studi risalgono agli anni 50.
- Da essi si ricava che l'area costituisce una fossa post-orogena con due rilievi sepolti:
  - uno verso il mare (Capo Cimiti, Perrotta, Capo Colonna) a carattere monoclinale e chiusura per faglie;
  - Uno più ad ovest (Le Castella- San Leonardo di Cutro – Quadarazzo) a carattere anticlinale con chiusura per immersione

**Stratigrafia del Pozzo Perrotta 2  
in funzione alla fine degli anni  
60**

**Localizzazione dei bacini di estrazione di  
gas nel crotonese**



I giacimenti furono scoperti negli anni 70 ed entrarono in produzione, uno nel 1975 e gli altri due nel 1980

- Il contatto gas/acqua di tutti i tre pozzi è situato a 1700 m di profondità. La roccia serbatoio ha uno spessore variabile da 25 m a 150 m e consiste in sabbie e livelli conglomeratici, interessati da numerose faglie e con livelli di silt e argilliti. Luna e Linda sono soprattutto offshore, mentre Hera Lacinia si spinge anche verso l'interno.
- Si sono avuti vari allarmi da parte della popolazione che attribuisce all'estrazione di gas fenomeni di vario genere come l'erosione costiera.
- Il pretore di Crotona affidò ad una équipe composta da professionisti di provata validità il compito di indagare sui fenomeni connessi
- Si sono avuti vari allarmi da parte della popolazione che attribuisce all'estrazione di gas fenomeni di vario genere come l'erosione costiera.
- Il pretore di Crotona affidò ad una équipe composta da professionisti di provata validità il compito di indagare sui fenomeni connessi

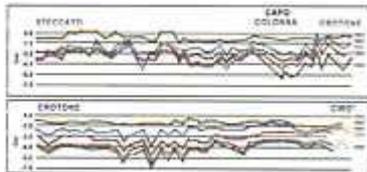
GPS•La Commissione nominata dal pretore di Crotona giunse alla conclusione che l'abbassamento della costa è dovuto ad una tettonica distensiva o a grandi frane di tipo essenzialmente locale

In seguito alle proteste furono messe in opera, dal 1993 al 1998, misure delle quote ottenute mediante GPS che dettero risultati ritenuti dalla Commissione e dall'ENI abbastanza confortanti

**TOP**



### Profili di subsidenza lungo la costa crotonese



**Valori di subsidenza**

- Per il periodo 1995-1999 si ha un'accentuazione del trend (di subsidenza) di entità compresa fra 12 e 25 mm/anno (cioè fra 4,8 e 10 cm in 4 anni) mentre a terra si nota una sostanziale stabilità.
- La commissione del comune di Crotona ha misurato la subsidenza fra il 1993 e il 1998 ed ha trovato che fra Steccato e Crotona è pari a 45 mm pari a 9 mm/annui. Con un massimo di 60 mm a Capo Colonna pari a 12 mm/anno.
- La subsidenza è maggiore fra Cirò e Rossano (70 mm pari a 14 mm/anni) mentre fra Rossano e Torre Cerchiara è pari a 85 mm pari a 17 mm/anno.

### Conclusioni sulla subsidenza

- La costa viene considerata da alcuni ricercatori (Gliosci, Belluomini et al., Palmentola et al., per quello che è stato pubblicato; Pirazzoli, Antonioli per comunicazioni verbali) in sollevamento. Questi dati sono stati ricavati sulla base delle quote raggiunte dai terrazzi, sulla tipologia dei sedimenti che coprono le superfici di abrasione e sulle datazioni dei fossili contenuti. L'entità del sollevamento varia, a seconda degli autori, da 0,4 m/ka ad 0,8 m/ka.

I redattori del presente studio non condividono questa affermazione ritenendo che, ad una fase iniziale di sollevamento abbastanza intenso e veloce, sia succeduta una fase di lento abbassamento ad iniziare almeno dal debutto dell'Olocene.

Secondo la "Commissione per lo studio della subsidenza nella fascia costiera di Crotona", l'abbassamento della costa sarebbe dovuto a cause tettoniche o più esattamente alla "tettonica gravitativa dell'area", quindi di origine esclusivamente naturale. Tuttavia, la suddetta Commissione non ha escluso che il fenomeno sia stato in parte accelerato dall'estrazione di gas ed ha sollecitato l'ENI-Agip ad effettuare uno studio revisionale sulla subsidenza mediante modello matematico.

Che il fenomeno sia operante da più tempo risulta agli estensori di questa ricerca dal fatto che alcune strutture archeologiche fisse (strutture edilizie, cave) si trovano oggi sprofondate a diverse profondità lungo la costa dell'A.M.P. Abbiamo infatti riscontrato mediante rilevamento diretto ed analisi bibliografica che molte delle cave di roccia di probabile età greca hanno il fronte fino a -7 m a Valle Perrotta, Le Castella, ecc..

Anche il tesoretto di cui dà notizia Paolo Orsi a Punta Scifo (Orsi, 1912) testimonia un abbassamento della costa così come l'insediamento portuale di Capo Rizzuto di età tardo antica e bizantina segnalato dalla Corrado (Corrado, 2002). Quest'ultimo, segnalato ancora all'inizi del Rinascimento, sembra essere già scomparso nel XVIII secolo.

La costa è in abbassamento anche per cause antropiche di cui possiamo, a questo punto dei dati conosciuti, indicare l'origine (emungimento di acqua per l'agricoltura e il turismo, estrazione di idrocarburi da parte dell'ENI) senza tuttavia riuscire ad indicare quanta parte è dell'una, quanta è dell'altra e quanta sia da attribuire allo sprofondamento per cause tettoniche.

- E', però, ormai dimostrato che, dovunque si estraggono idrocarburi, si ha una subsidenza come causa o come concausa.
- E' tuttavia molto sospetto il fatto che tutti i dati resi noti dall'ENI nonché dalla Commissione citata tendano a minimizzare il reale valore dell'abbassamento della costa. Esso, però, ha valori veramente notevoli se solo si rifletta sull'abbassamento medio di 0,9 cm/anno in via generale, di 1,2 cm a Capo Colonna, di 1,8-2,5 cm nei pressi della piattaforma off shore.
- Sono dati che moltiplicati per 30 anni di esercizio assommano rispettivamente a 27 cm, 36 cm, 54-75 cm cui vanno sommati i valori di sollevamento del livello del mare che, nonostante i pareri discordi di alcuni ricercatori, esiste. I dati a disposizione sono vari e discutibili ma oscillano intorno a 1,5 mm/anno.
- Questi dati pongono la subsidenza tra i fenomeni più rapidi del nostro paese (Gisotti, 2003) per cui bisognerebbe mettere in campo risorse finanziarie adeguate, piani alternativi di uso delle risorse naturali, importanti interventi sul territorio interessato.
- Dati non ufficiali, riferiti in via amichevole, parlano di un valore di subsidenza di 8 cm in 5 anni nell'entroterra di Cutro. Essa, fra l'altro, avrebbe valori diversi in varie aree in quanto sembrano dipendere dall'esistenza di pozzi dismessi (per esempio il pozzo Perrotta 2, in uso negli anni 60).
- Se i tassi di subsidenza accertati e riferiti dall'Agip sono quelli annunciati in precedenza bisognerà ammettere che negli ultimi 2500 anni la costa si è abbassata di 30 metri. E' invece probabile quanto già detto prima: alla subsidenza per

“tettonica gravitativa” si è sommata negli ultimi anni la subsidenza di origine antropica legata soprattutto all'estrazione di gas.

•I dati sul valore della subsidenza, l'impostazione del modello matematico di controllo di essa e in generale gli studi portati avanti dall'ENI-Agip non provengono da un contraddittorio; ad esempio non si sa se l'Agip abbia preso in considerazione, o almeno quale peso gli dia, il fenomeno della permeabilità idraulica dei materiali impegnati, la comunicazione verticale e orizzontale tra i vari materiali, la propagazione della depressurizzazione (dovuta all'estrazione di gas) negli eventuali acquiferi laterali e/o di fondo, la connessione eventuale fra giacimenti di idrocarburi nella piattaforma continentale ed eventuali giacimenti nella fascia costiera (Gisotti, 2003).

### **Caratterizzazione chimico-biologica**

- Sono stati presi in esame diverse componenti ambientali fra cui:
  - morfologia costiera e fondali;
  - paraggio e anemologia. Un esempio verrà mostrato nella diapositiva seguente;
  - morfologia costiera e benthos;
  - sedimentologia

**TOP**



### **Benthos**

Il rapido aumento della frazione fine terrigena alle quote più profonde, in tutto il tratto di costa, è probabilmente in relazione con la presenza, alle quote superficiali, di fanerogame marine (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*). Nella quasi totalità dei casi il processo di infangamento non è brusco, ma avviene attraverso ampie fasce di transizione.

### **Carbonio organico**

- I valori di carbonio organico risultano piuttosto bassi nella fascia costiera (5-20m), dove non superano lo 0.4%. A 30 m è possibile evidenziare qualche localizzato incremento, mentre nelle fasce più profonde (40-50m) i valori risultano decisamente più elevati. Questo incremento trova in parte riscontro con l'assottigliamento della granulometria.

### **Distribuzione dei biotopi**

- Nei pressi del promontorio di Capo Rizzuto nei fondi duri infralitorali e circalitorali si determina una più complessa distribuzione dei biotopi, fortemente influenzati dagli ampi tratti di substrati rocciosi.

Il carattere di maggiore rilievo è costituito dall'ampia estensione del complesso biocenotico delle Alghe Fotofile, sotto costa, e più al largo da un'estesa prateria di *Posidonia*. Fra i due biotopi si instaura un'ampia fascia di transizione, in cui le due biocenosi sono distribuite a mosaico

### **Biocenosi bentoniche**

- L'elevato idrodinamismo del sito si evidenzia anche con la presenza, alle maggiori profondità, di una biocenosi SGCF, strettamente connessa con il posidonieto, e, all'altezza di Capo Rizzuto, con una significativa biocenosi del coralligeno. Tali biocenosi di substrato duro separano nettamente i fondi a tessitura mista della

precedente unità fisiografica rispetto ai substrati prevalentemente duri che si estendono in direzione Nord fin quasi all'altezza di Crotona

### **Parametri relativi alla Posidonia●**

Secondo la classificazione di Giraud (1977), la prateria di Capo Rizzuto è classificabile, per densità dei fasci fogliari, come "molto rada". Il limite inferiore, che dipende da una serie di parametri tra i quali soprattutto la trasparenza delle acque, si trova ad una profondità simile a quella di Vibo Marina, inferiore rispetto a Ventotene ma significativamente superiore a quanto rilevato per l'area ionica pugliese di Torre Guaceto.

### **Correntometria●**

Le indagini correntometriche rivestono un ruolo importante nella valutazione dell'impatto degli scarichi e degli inquinanti. Lo studio della circolazione marina a livello locale con misure delle correnti medie e della loro variabilità dovrebbe essere effettuato in maniera continuata.

### **Direzione della corrente**

La corrente ha direzione prevalente Est e Sud-Est. Essa è tuttavia influenzata dalla morfologia del fondo e della linea di costa che la forzano prevalentemente in direzione parallela alle batimetriche.

### **Direzione della corrente e temperatura dell'acqua**

- Una importante influenza è dovuta anche alla temperatura. Ad esempio, a Capo Rizzuto si ha un progressivo raffreddamento invernale della colonna d'acqua con minimo nel mese di febbraio; allora la velocità della corrente si sposta verso valori alti con una estrazione di calore che produce acqua più densa.

Come conseguenza di ciò e solo per un determinato periodo dell'anno si ha un efficace meccanismo di trasporto dell'acqua superficiale costiera verso il largo.

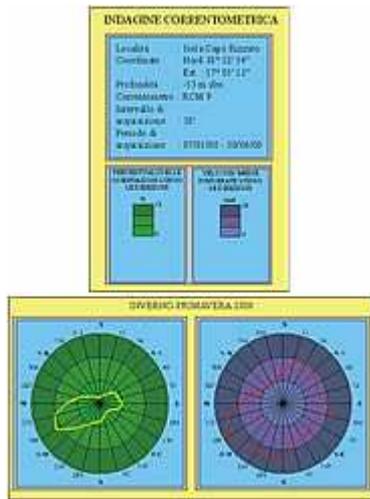
**TOP**



### **Movimenti della corrente●**

Non mancano anche movimenti della corrente dall'esterno verso l'interno dell'A.M.P ma il primo movimento può considerarsi prevalente.

### **Indagine correntimetrica a Capo Rizzuto●**



**Temperatura**

- Gli andamenti medi della temperatura mostrano una evidente stratificazione termica delle acque in estate, con temperature superficiali generalmente prossime ai 25 gradi.
- Calano, all'aumentare della profondità, rapidamente nei primi 50 m, lentamente dopo, con un livellamento generale intorno ai 13° intorno a -100.

**Temperature estive**

- In estate, la presenza del termoclino ostacola gli scambi verticali nella colonna d'acqua. La stratificazione delle acque impedisce pertanto la risalita verso la superficie di acque più profonde e ricche di nutrienti, condizionando la produttività primaria nel sistema.

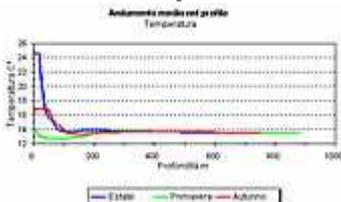
**Temperature in autunno**

- In autunno il profilo mostra il mescolamento delle acque nelle prime decine di metri di profondità, conseguente al raffreddamento e alla maggiore idrodinamica autunnale. Un residuo del termoclino appare a partire dai -30 metri.

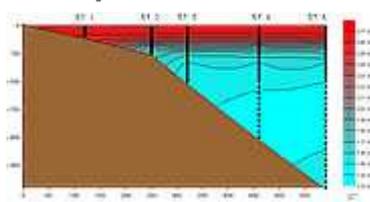
**Temperature in primavera**

- In primavera, in seguito al raffreddamento invernale delle acque, si può arrivare ad una completa rottura del termoclino con conseguente mescolamento e possibili apporti di nutrienti dalle zone più profonde.
- Ciò favorisce l'aumento della produttività primaverile, quando alla disponibilità di nutrienti si associano un più lungo fotoperiodo e temperature più alte.

**Profilo di temperatura**  
Andamento medio nel profilo della temperatura



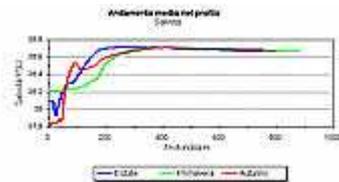
**Temperatura**  
Sezione verticale della temperatura in periodo estivo



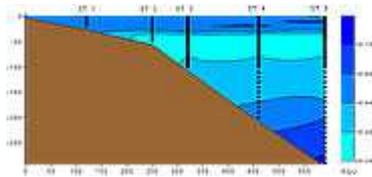
**Salinità**

- I valori relativi alla salinità si presentano, in tutti e tre i periodi, più bassi in superficie, con incrementi legati al tasso di evaporazione estivo e ad apporti di acque più profonde e salate. Si assiste quindi ad un aumento progressivo negli strati più profondi, verso i valori tipici dell'acqua levantina che si hanno al di sotto dei -200 metri.

### Profilo di salinità Andamento medio nel profilo della salinità



### Sezione verticale della salinità in periodo estivo



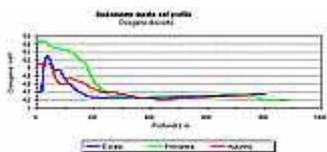
### Ossigeno disciolto

- L'ossigeno disciolto, si presenta correlato soprattutto con la temperatura che influisce fortemente sulla solubilità di questo gas in acqua. I valori di concentrazione più alti si presentano in primavera negli strati più superficiali, mentre quelli più bassi sono stati rilevati in estate.

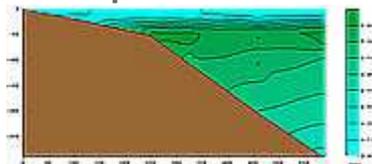
- Si ha un massimo sub superficiale di ossigeno disciolto presente in periodo estivo, posizionato sotto la parte a più forte gradiente del termocline, fra i -30 e i -50 metri di profondità.

- Questo massimo è dovuto, oltre che all'aumentata solubilità conseguente al calo di temperatura, anche all'attività fotosintetica che è più intensa negli strati sub superficiali. Anche per l'ossigeno disciolto i valori tendono a livellarsi negli strati più profondi meno sensibili alle variazioni stagionali.

### Profilo di Ossigeno disciolto



### Sezione verticale dell'ossigeno disciolto in periodo estivo



### Nutrienti

Le concentrazioni dei nutrienti si mantengono sostanzialmente basse in tutte le stagioni, in particolare negli strati più superficiali, a testimonianza della oligotrofia del tratto di mare in esame.

#### Nitriti

- I nitriti presentano una concentrazione media di 0,13 mmol/l non superando mai le 0,65 mmol/l. Concentrazioni solo lievemente più alte per i nitriti si hanno in autunno. Non c'è un aumento della concentrazione correlata con la profondità.

#### Nitrati

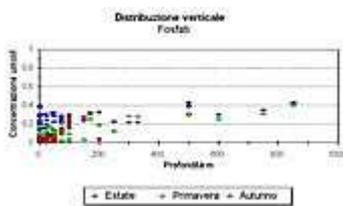
- Concentrazioni più alte, con una media di 1,8 mmol/l si hanno per i nitrati che sono una forma più ossidata, prodotti della degradazione batterica. In questo caso le concentrazioni sono quasi sempre più basse in corrispondenza alla superficie,

dove sono consumate dalle specie vegetali, mentre tendono ad aumentare negli strati più profondi, al di sotto della zona fotica.

## Fosfati

- I fosfati si presentano con una concentrazione media di 0,13 mmol/l, non superando mai le 0,43 mmol/l. Si può notare una leggera tendenza all'aumento delle concentrazioni per gli strati più profondi

### Distribuzione dei fosfati



## Clorofilla

- Le concentrazioni di clorofilla "a" sono sempre inferiori a 0,5 mg/l. E' possibile notare come i valori più alti siano quelli rilevati in primavera e come in questo periodo vi sia un picco di pigmenti fra i -30 e i -50 metri.

### Distribuzione della clorofilla



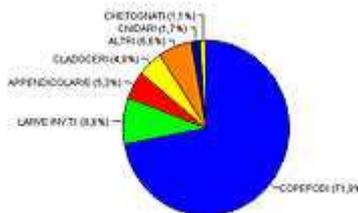
## Produzione primaria e fitoplancton

- Il rapporto fra produzione primaria e concentrazione di clorofilla nei campioni è risultato alto indicando una buona efficienza del sistema.

• In estate il popolamento è caratterizzato da Dinofitee di piccole e piccolissime dimensioni che meglio si adattano alle temperature più alte e ad utilizzare le scarse concentrazioni di nutrienti presenti. A queste seguono, in ordine di abbondanza, le Primnesiofitee e specie appartenenti a gruppi minori.

In primavera sono prevalenti le Diatomee, la cui presenza rende ragione della più alta concentrazione di clorofilla misurata, malgrado le densità assolute in cellule per litro possano essere anche minori che in altri periodi. In autunno la composizione in classi si presenta simile a quella estiva, con differenze che riguardano essenzialmente la composizione specifica.

### Popolamenti planctonici



### ZOOPLANCTON



## Considerazioni finali

- Le informazioni disponibili depongono per una sostanziale buona qualità delle condizioni generali nell'area marina protetta, dove comunque non sono completamente assenti apporti inquinanti riconducibili essenzialmente a scarichi di acque reflue non trattate. Sono invece evidenziabili situazioni anche critiche in aree prossime alla A.M.P., quali l'abitato di Crotona e la Foce dell'Esaro .

- Nelle stazioni studiate all'interno dell'A.M.P. non ci sono segnali di apporti terrigeni tali da influire in maniera significativa sulla situazione generale dei livelli trofici; questo viene confermato dalle basse concentrazioni dei fosfati e delle forme azotate soprattutto nelle acque superficiali.
- Relativamente alle condizioni oceanografiche, specie alla luce dei cambiamenti e dei fenomeni registrati recentemente e di quelli che appaiono ancora in corso (variazioni di salinità, mucillagini, proliferazioni di celenterati, ecc.), appare necessaria un'azione di monitoraggio sicuramente più estesa e mirata, almeno verso alcuni parametri fondamentali, che si comprenda anche la zona oltre la fascia più strettamente costiera e vada oltre la ovviamente necessaria azione di sorveglianza verso possibili fattori di alterazione e di inquinamento legati alla presenza di insediamenti abitativi ed di altre attività (estrattive, commerciali, ecc).
- Un ultimo aspetto che non deve essere trascurato dalla ricerca riguarda le risorse di pesca. Unitamente alle ricerche di carattere ecologico ed ambientale sulle specie ittiche e sulle relative catene trofiche, la presenza nell'area protetta ed in quelle limitrofe di una consistente flotta peschereccia può costituire un centro di riferimento per studi e sperimentazioni di tipologie ed attrezzi di pesca più selettivi e sostenibili, di iniziative per la valorizzazione dei prodotti (marche, certificazioni), la ricerca di nuove possibili risorse pescabili, azioni di ripopolamento e gestione, ecc., in un quadro di attiva collaborazione con i pescatori, le loro organizzazioni e le altre categorie sociali.

**Prof. Giacchino Lena**

**TOP**

