

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 1
--	--	--------------------------------

3	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	2
3.1	Inquadramento territoriale	3
3.1.1	Indagini svolte sul sito di produzione e lungo la rotta della condotta	6
3.2	Regime vincolistico ed inquadramento dell'area	7
3.3	Atmosfera	9
3.3.1	Caratteristiche meteorologiche a livello regionale	9
3.3.2	Caratteristiche meteorologiche a livello locale	14
3.4	meteoceanografia ed idrodinamismo	20
3.4.1	Caratteristiche meteoceanografiche ed idrodinamiche a livello regionale	20
3.4.2	Caratteristiche meteoceanografiche ed idrodinamiche nell'area oggetto di studio	34
3.5	Caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua.	36
3.5.1	Caratteristiche chimico-fisiche a livello di bacino	36
3.5.2	Caratteristiche chimico-fisiche a livello di area di studio	43
3.6	Il fondale marino	58
3.6.1	Caratteristiche generali della piattaforma continentale dell'Adriatico	58
3.6.2	Caratteristiche generali dei fondali nell'area oggetto di studio	69
3.6.3	Caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti lungo il tracciato della condotta	81
3.7	Flora, Fauna ED Ecosistemi	97
3.7.1	Caratteristiche delle comunità animali, vegetali e delle risorse pescabili	97
3.7.2	Caratteristiche delle biocenosi bentoniche dell'area di studio	129
3.8	Patrimonio culturale e paesaggio	141
3.9	CONTESTO SOCIO-ECONOMICO	141
3.9.1	Attività di Pesca	141
3.9.2	La produzione ittica	142
3.9.3	Traffico Marittimo Commerciale	145

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 2
--	--	------------------

3 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

In un ambiente naturale le componenti biotiche ed abiotiche, interagendo tra loro, danno vita ad ecosistemi il cui equilibrio potrebbe essere risulta modificato dalla diffusione di elementi di perturbazione. La capacità di un ecosistema di ritrovare il proprio equilibrio una volta che sia stato perturbato è rappresentata dalla sua resilienza. A tale proposito diventa estremamente importante e significativo, nella fase *ante operam* di un progetto, conoscere tutte le componenti dell'ecosistema coinvolto al fine di prevedere gli eventuali impatti del progetto e di predisporre misure di mitigazione mirate che permettano all'ecosistema stesso di rimanere all'interno della soglia della sua resilienza.

Il quadro di riferimento ambientale dell'area costituisce dunque il data base delle informazioni sia su scala regionale che di dettaglio, necessarie per poter procedere ad una quanto più corretta possibile stima e valutazione degli impatti.

La metodologia adottata per la caratterizzazione ambientale prevede l'utilizzo di una dettagliata raccolta di informazioni bibliografiche, il più complete ed aggiornate possibile.

In modo particolare, per le aree potenzialmente interessate dalle azioni progettuali, i dati bibliografici esistenti, sono stati integrati attraverso mirate indagini di campo. Si è andato a delineare così un quadro dell'ambiente marino completo ed esaustivo che ha rappresentato la base utilizzabile per effettuare la valutazione degli impatti, e prevedere le eventuali misure di mitigazione.

Oltre alla schematizzazione comunemente adottata per il SIA, basata cioè sui singoli parametri o gruppi di parametri, sono stati considerati anche alcuni processi ambientali che coinvolgono contemporaneamente varie componenti reciprocamente interagenti, quali il complesso dei processi trofici, il bioaccumulo di sostanze tossiche da parte di organismi viventi e le conseguenze delle ipossie ed anossie su specie ittiche di interesse commerciale.

Attraverso l'analisi dei dati raccolti è stata sviluppata una cartografia dettagliata i cui tematismi sono riferiti alle differenti componenti dell'ambiente marino. L'utilizzo di mappe tematiche ha la funzione di rendere immediatamente chiaro il quadro della situazione ambientale locale e di focalizzare l'attenzione su eventuali problematiche.

Essendo l'area di mare interessata dal progetto ubicata infatti a circa 30 miglia dal promontorio di Ancona, non sono state prese in considerazioni le interazioni esistenti con l'ambiente marino costiero.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 3
---	--	------------------

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Mare Adriatico si estende per circa 800 chilometri in lunghezza ed ha un'ampiezza tra i 120 ed i 200 chilometri. Si presenta come un bacino allungato il cui asse maggiore si trova in direzione NW-SE, collocato tra la penisola italiana ed i Balcani, con una superficie di 138.595 Km² ed un volume di 34.977 Km³.

Esso occupa una depressione causata dallo sprofondamento di un'antica area continentale ad opera di forze compressionali e convergenti. che, agendo ai margini di della depressione stessa, hanno dato origine agli Appennini e alle Dinaridi, le due catene montuose disposte ai bordi del bacino, Si presenta come una regione relativamente piccola dell'area mediterranea e costituisce un'entità a se stante che, tuttavia, è dinamicamente collegata a tutto il Mediterraneo, dal quale si differenzia per le sue particolari caratteristiche.

Nello specifico, la sezione centrale del bacino Adriatico, in cui si localizza il progetto proposto, si presenta come una zona di transizione tra la parte settentrionale e quella meridionale, separata da quest'ultima dalla fossa di Palagosa coincidente con il suo limite meridionale. Comprende fondali a profondità moderata che costituiscono la continuazione dell'ampia e pianeggiante piattaforma continentale settentrionale, fino al largo di San Benedetto dove a 140-150 m di profondità è presente un'improvvisa rottura di pendenza.

Ai piedi di questa scarpata si estende la Depressione Meso-Adriatica, che rappresenta la caratteristica morfologica più saliente di questo tratto di mare. Essa è orientata in senso NE-SW, cioè perpendicolarmente all'asse del bacino, e consiste di due bacini minori di diversa grandezza e profondità, separati da un'ampia sella. Quello più occidentale è il meno esteso ed il meno profondo (252 m). A Sud della Depressione Meso-Adriatica sono presenti dorsali sottomarine, sulle quali poggiano alcune isole (Tremiti), faraglioni e colline sottomarine.

Il campo di produzione "Bonaccia Est" afferisce alla Capitaneria di Porto di Ancona ed è ubicato nelle acque della zona centrale dell'Adriatico (Lat. 43° 34' 56" N, Long. 14° 26' 41") a 70 Km circa di distanza dalla costa. (Fig. 3.1/1); le batimetriche nella zona interessata dal progetto sono comprese tra gli 80 e 87 metri.

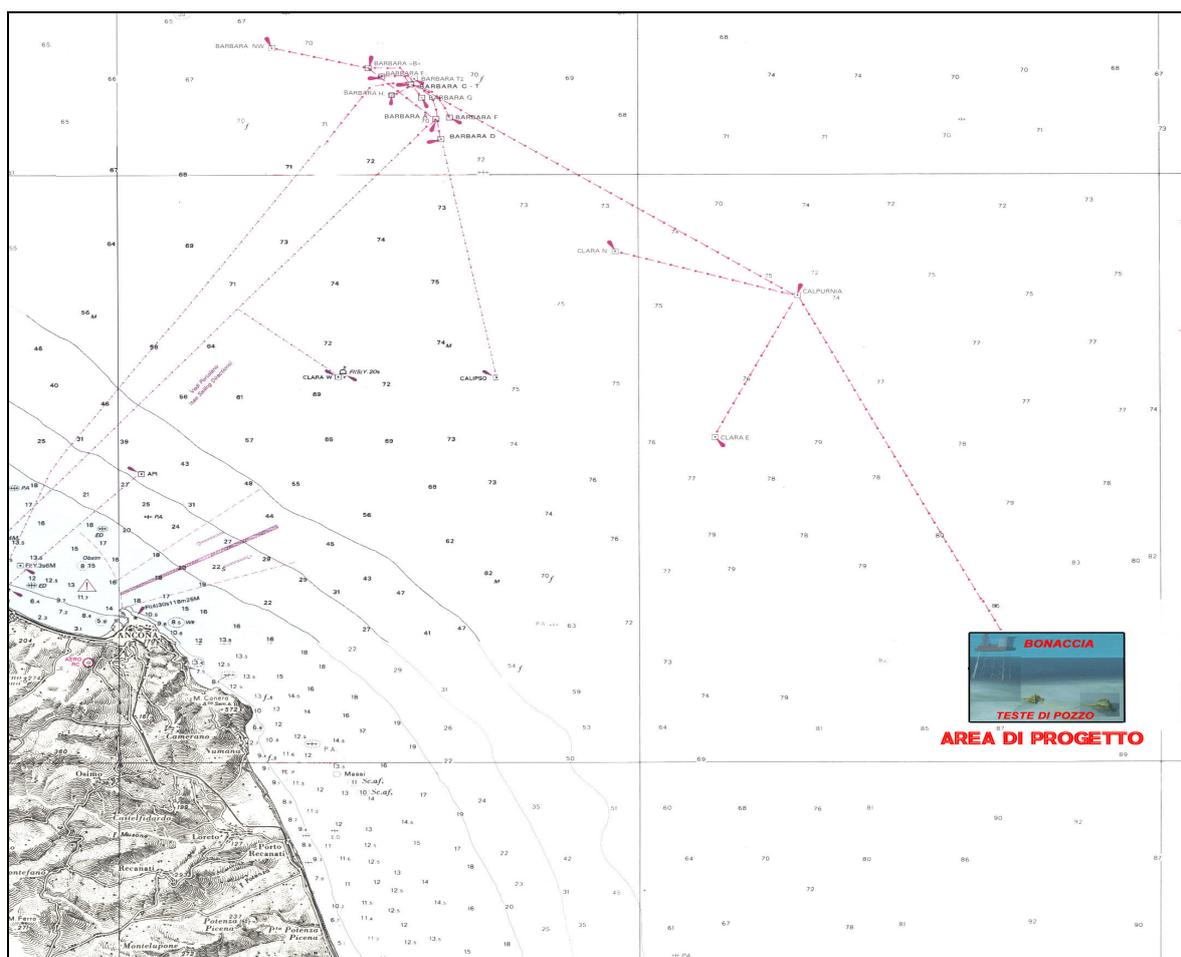


Fig. 3.1/1 Inquadramento territoriale dell'area di progetto

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 5
--	---	------------------

I sistemi ambientali coinvolti

Nel caso specifico le possibili perturbazioni ambientali determinate dalle attività in progetto interagiscono a vari livelli nell'ecosistema, le modificazioni più consistenti riguardano il delicato equilibrio esistente tra l'interfaccia acqua-sedimento.

Lo strato superficiale dei sedimenti (alcuni centimetri) rappresenta la porzione più attiva dell'ecosistema, mentre i sedimenti più profondi rimangono più stabili e passivi di fronte a modificazioni e rappresentano la registrazione storica dell'attività dell'ecosistema stesso.

Sul fondale marino, si attua un continuo fluire di composti organici ed inorganici attraverso l'interfaccia acqua - sedimenti e questi interscambi possono essere accelerati dall'attività biologica con un andamento stagionale. Una attenta analisi del sedimento fornisce utili indicazioni sullo stato di salute di un'ecosistema.

Nonostante la maggior parte delle potenziali alterazioni riguardi il fondale o meglio l'ecosistema bentico, occorre anche considerare che aria, acqua e fondale interagiscono tra loro per gli aspetti chimici, fisici, geochimici e biologici.

I processi che caratterizzano la bassa atmosfera sono forzanti fondamentali per quelli che si sviluppano nell'ambiente idrico, che a loro volta coinvolgono pesantemente il fondale. Il fondale a sua volta reagisce scambiando materia ed energia in quantità e tempi variabili a seconda della sua natura, influenzando così sulla qualità e sul comportamento della colonna d'acqua.

Tale influenza è tanto più importante quanto meno profondo è il bacino; sul fondo rimangono spesso registrati anche in modo mediato, quei processi che caratterizzano la colonna d'acqua e che presentano una variabilità spaziale e temporale. In realtà i processi che riguardano il fondale sono molto meno variabili di quelli che si sviluppano lungo la colonna d'acqua e di conseguenza le alterazioni esercitate dalle attività antropiche sui fondali sono più durature.

Le conseguenze d'impatto si ripercuotono alla fine sull'ecosistema nel suo complesso e sulle biocenosi bentoniche le quali, data la loro particolare stabilità, sono caratterizzate da una composizione e una struttura regolate, in larga misura, dalle caratteristiche del substrato in cui sono inserite.

Proprio per la relativa costanza di queste caratteristiche abiotiche ci si deve attendere, entro ragionevoli limiti geografici, una similarità delle risposte a livello di comunità bentoniche.

Nell'analizzare la situazione ambientale, è necessario quindi tenere di ciascun sistema ambientale coinvolto e quindi, in ultima analisi, di tutte le componenti dell'ambiente marino:

- la componente abiotica nella quale gioca un ruolo fondamentale il sedimento attraverso il ciclo della sostanza organica, dei nutrienti e delle eventuali sostanze contaminanti;
- la componente biotica la cui criticità è legata alla composizione floro-faunistica e alla eventuale presenza di specie sensibili anche a perturbazioni ambientali normalmente ritenute poco rilevanti;
- i fenomeni fisici i quali rappresentano il motore per l'attuazione di tutti i processi ecosistemici.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 6
---	--	------------------

3.1.1 Indagini svolte sul sito di produzione e lungo la rotta della condotta

Nel dicembre 2004 la Società G.A.S. s.r.l. - Geological Assistance & Services di Bologna ha eseguito un rilievo geofisico, geotecnico ed ambientale, a circa 37 miglia nautiche al largo di Ancona, nell'area potenzialmente interessata dalle operazioni del progetto proposto "Bonaccia Est"

Scopo delle ricerche è stato quello di acquisire informazioni dettagliate sulle caratteristiche batimetriche, geomorfologiche, stratigrafiche, litologiche, geotecniche e biologiche del fondale marino lungo la rotta della futura condotta congiungente la piattaforma esistente Bonaccia con le teste pozzo sottomarine Bonaccia Est 2 e Bonaccia Est 3.

Nel corso della campagna di studio, insieme alle caratteristiche ambientali dell'area, è stato condotto un rilievo della morfologia dei fondali ed è valutata anche la presenza di afferrature, relitti o anomalie morfologiche, anche di origine antropica, che possono costituire ostacolo alla posa del futuro sealine (impronte di *jack-up*, solchi di reti da pesca e di ancore, sealine esistenti, cavi e oggetti di incerta natura).

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 7
---	--	------------------

3.2 REGIME VINCOLISTICO ED INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il sito di produzione "Bonaccia Est" si trova ad una distanza di circa 70 km dalla costa italiana in una zona di mare aperto all'interno delle acque internazionali.

Dall'analisi della cartografia ufficiale non risultano presenti nell'area vincoli se non quelli che tutelano le strutture petrolifere off-shore. Nella **Carta di inquadramento 1** sono indicate le aree marine nelle quali sono vietate le attività di pesca, l'ancoraggio e l'avvicinamento entro un raggio di 500 metri dalle strutture stesse (condotte e piattaforme di coltivazione).

Tale vincolistica nel caso della piattaforma Bonaccia risulta sancita dalla Ordinanza n. 42/2000, in data 25/05/2000 emessa dalla Capitanerie di Porto di Ancona.

In particolare l'area vasta di mare potenzialmente interessata dal progetto è priva di zone soggette a vincoli di tutela biologica, naturalistica ed archeologica (Allegato 1 del DPR 18 aprile 1994 n.526).

Più in dettaglio l'area interessata dalle operazioni (**Carta di inquadramento 1**):

- non rientra in nessuna Zona di Tutela Biologica Marina (L. 963/65);
- non ricade in Zona Marina di Ripopolamento (L. 41/82);
- non costituisce Parco o Riserva Naturale Marina (L. 979/82);
- non è parte di area naturale protetta e non è sottoposta a misure di salvaguardia (L. 394/91);
- non rientra in Aree Archeologiche Marine (L. 1089/39).

Data la distanza dalla costa, non si prevede che le attività possano esercitare alcuna influenza sul regime dei litorali, né sullo stato di fruizione turistica delle aree costiere, inclusi gli aspetti paesaggistici.

Si è ritenuto comunque opportuno segnalare, sebbene, come già detto, molto distanti dall'area interessata dalle operazioni oggetto di indagine, le aree marino-costiere di interesse scientifico ambientale, naturalistico e della conservazione, estetico o ad elevata potenzialità economica e commerciale.

Le aree ritenute di particolare interesse sono (**Carta di inquadramento 1**):

- A) Parco Naturale Regionale del Conero e costa adiacente, istituito con Legge Regionale n. 21 del 23 aprile 1987, è suddiviso in zone omogenee di tutela, si estende per circa 8.000 ettari comprendendo 20 chilometri di costa, da Ancona alla foce del Musone.
- B) Zone di ripopolamento ittico costituite da barriere artificiali. Meccanismi bio-ecologici capaci di accrescere la produzione alieutica del sistema. Sono in genere costituite da massi in cemento appositamente strutturati e posizionati in modo da creare una zona marina protetta ove si verifichi un incremento di biomassa pescabile e possa trovare riparo una certa aliquota di riproduttori di varie specie di Pesci, Molluschi e Crostacei.
- C) Impianti di maricoltura offshore. Strutture adibite all'allevamento intensivo di specie ittiche ad elevato valore commerciale. Sono in genere costituite da gabbie galleggianti o sommerse, ancorate su fondali di profondità variabile tra -20 e -50 m. Vista la notevole quantità di biomassa ittica normalmente stabulata in questi impianti (ed il relativo valore economico rappresentato), e la assoluta dipendenza della sopravvivenza degli individui dalle condizioni di qualità dell'acqua nella quale sono

immersi, si ritiene particolarmente significativo segnalare la presenza di questi allevamenti in mare aperto.

D) Aree archeologiche marine.

Le barriere artificiali e gli impianti di allevamento offshore sono aree di interesse scientifico adibite alla ricerca nel campo del ripopolamento e della maricoltura. Si tratta di zone ubicate lungo la fascia costiera di particolare importanza dal punto di vista della pesca commerciale, in particolare risultano produttive lungo la costa marchigiana 4 barriere artificiali:

Barriera/Aree di ripopolamento	Anno costruz.	Materiale	Finalità
Portonovo 1	1983	cubi in calcestruzzo	Multipla (*)
Portonovo 2	1988	cubi in calcestruzzo	Multipla (*)
P.to Recanati 1	1974	cubi in calcestruzzo	Multipla (*)
P.to Recanati 2	2000	relitti, cubi in calcestruzzo	Multipla (*)

(*) con funzione di antistrascico, ripopolamento, attrazione di organismi (F.A.D., Fishing Aggregating Device).

Tab. 3.2/A Barriere artificiali presenti lungo la fascia costiera antistante l'area di progetto

Da segnalare inoltre lungo la fascia marina costiera compresa tra Numana e Porto Potenza Picena, 3 impianti di maricoltura.

Nell'area costiera di interesse sono segnalate aree marine di reperimento di resti archeologici e non zone archeologiche così come intese dalla L. 1089/39.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 9
--	---	------------------

3.3 ATMOSFERA

3.3.1 Caratteristiche meteorologiche a livello regionale

Allungato con asse in direzione NW-SE tra la penisola Italiana e quella Balcanica, l'Adriatico rappresenta il bacino più settentrionale del Mare Mediterraneo. Tale fatto, assieme alla conformazione allungata del bacino, circa 800 Km lungo l'asse, per circa 6° in latitudine, ha rilevanti conseguenze nella definizione del clima locale.

Clima

Il bacino dell'Adriatico ha un clima di tipo mediterraneo: inverni miti ed umidi, estati calde e secche e stagioni intermedie che rappresentano transizioni, generalmente rapide, tra tali climi. Tuttavia, a causa del notevole sviluppo in latitudine del bacino, tale quadro presenta delle specificità locali e, nella zona settentrionale che è di interesse per il presente studio, il clima assume caratteristiche più marcatamente continentali, con temperature invernali più basse, rapidi cambiamenti delle condizioni atmosferiche e maggiore escursione termica nel corso dell'anno.

Temperatura ed umidità

I valori medi di temperatura dell'aria presentano un gradiente che tende a porsi longitudinalmente all'asse del bacino nella zona settentrionale e trasversalmente nella sezione centro-meridionale (Fig. 3.3.1/1), con escursioni di temperatura maggiori nei mesi invernali comprese tra i 4÷5 °C rispetto ai mesi estivi di 2÷3°C.

I livelli di umidità relativa risultano più elevati nella sezione settentrionale e nei mesi freddi, a causa della minore temperatura dell'aria, con variazioni comunque sempre sostanzialmente modeste tra le varie stagioni. (Fig. 3.3.1/2).

Copertura nuvolosa

La copertura nuvolosa raggiunge i valori massimi nel periodo invernale, con valori medi di 5 ottavi; cielo sereno per 5÷6 giorni/mese ed invisibile per 4÷5 giorni mese e minimi in quello estivo, con copertura media di 2÷3 ottavi; cielo sereno per 10÷11 giorni/mese ed invisibile per meno di 3 giorni/mese.

Presenza di nebbia

In tutto l'Adriatico Settentrionale la presenza di nebbia raggiunge percentuali significative per l'intero periodo tra il tardo autunno e l'inizio della primavera, mentre va considerato un fenomeno raro nel resto dell'anno. Sulla base dei dati di Marina di Ravenna si ha un picco di frequenza nel mese di Gennaio, con visibilità ridotta a meno di 1 km per circa il 25% del tempo ed un minimo in Luglio, in cui la percentuale scende a meno del 2%.

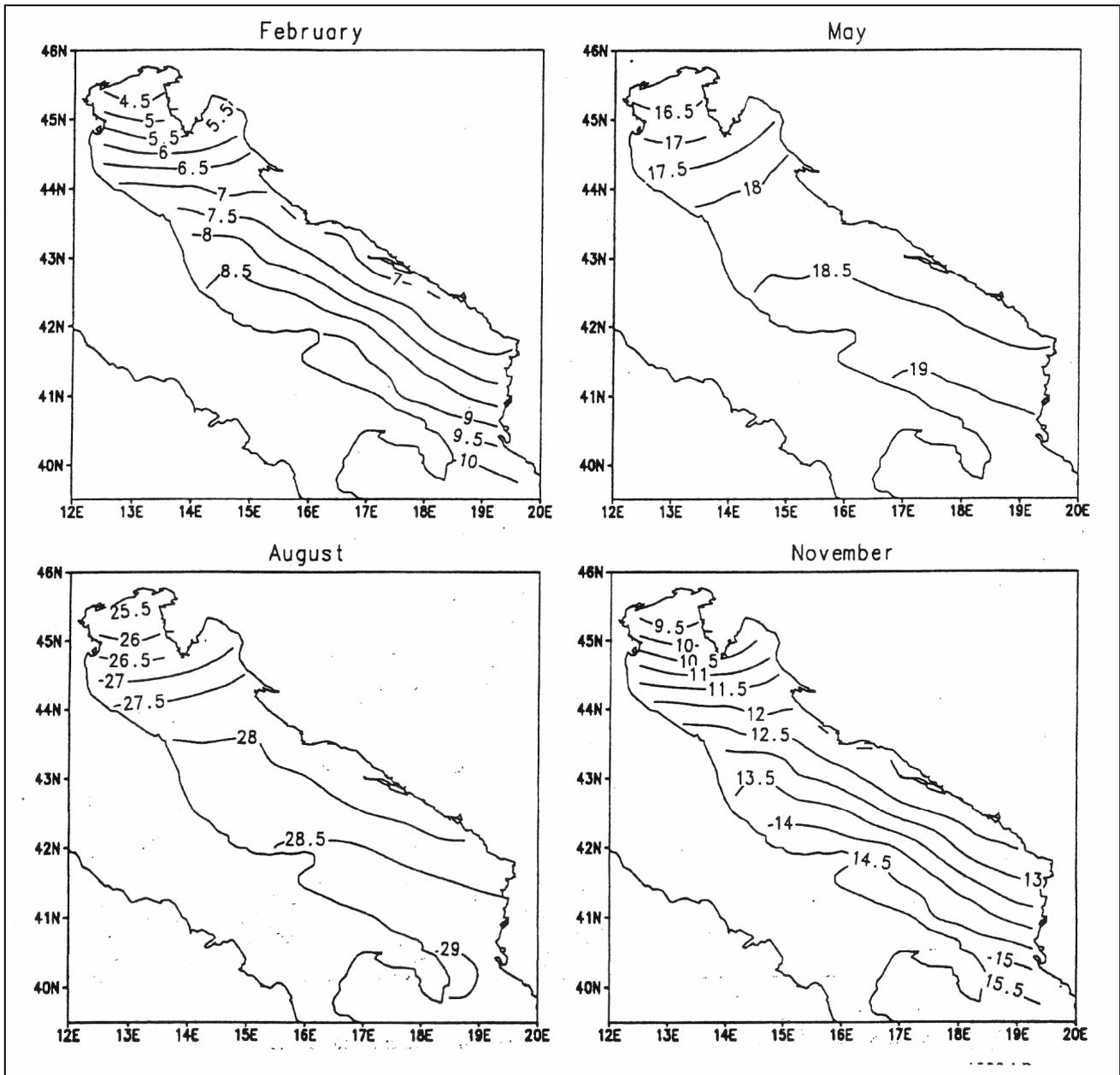


Fig. 3.3.1/1 - Isolinee della temperatura dell'aria sul bacino nelle diverse stagioni (da Artegianni et al., 1997)

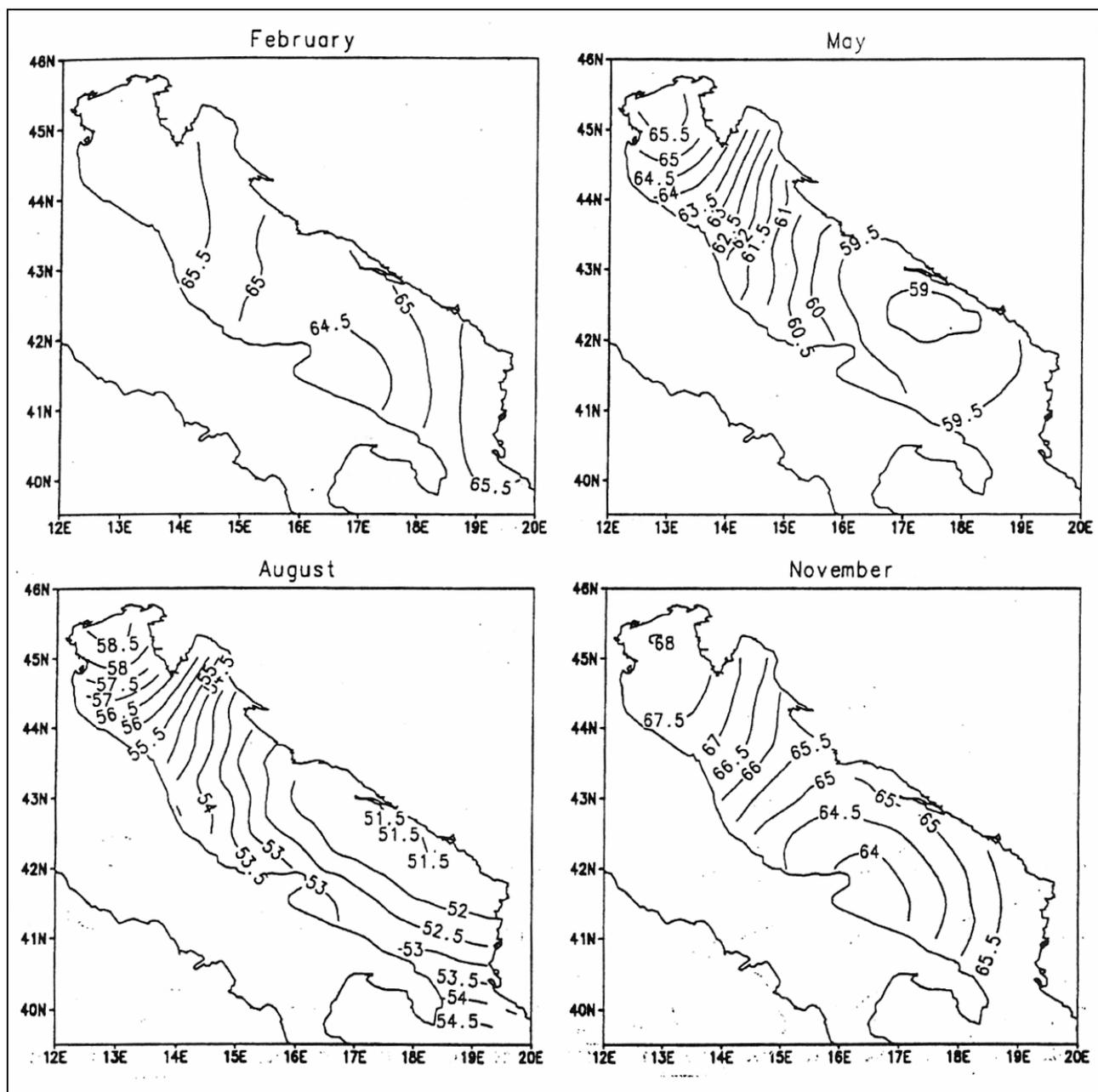


Fig. 3.3.1/2 - Isolinee di umidità relativa sul bacino nelle diverse stagioni (da Artegiani et al., 1997)

La circolazione atmosferica

L'evoluzione annuale della circolazione atmosferica sul bacino del Mediterraneo è determinata dai cambiamenti dei grandi sistemi di pressione che interessano l'Oceano Atlantico, la massa continentale Euro-Asiatica e quella Africana

Nel periodo invernale, l'anticiclone delle Azzorre, centrato sull'Atlantico, occupa la posizione più meridionale delle sue migrazioni annuali, mentre l'anticiclone siberiano è alla sua massima intensità sul continente eurasiatico. A Sud della zona anticiclonica atlantica è presente un'area di depressione sull'Atlantico e sull'Africa che, occasionalmente, può dare origine a fenomeni ciclonici di qualche importanza, mentre a Nord si ha il corridoio di

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 12
---	--	-------------------

transito delle depressioni atlantiche in movimento verso Est sul continente Europeo. Da tali movimenti depressionari possono aversi afflussi di aria fredda verso il Mediterraneo, dove vengono a contatto con masse di aria più calda ed umida, dando origine a fenomeni di ciclogenese con venti sostenuti e piogge intense. Occasionalmente, in qualunque periodo tra Ottobre e Maggio, il transito delle depressioni atlantiche è interrotto da afflussi di aria fredda di origine polare dall'Europa settentrionale e dalla Russia, che possono spingersi fino a latitudini tropicali, dando origine, a causa del grande contrasto termico, a aree di depressione, che si formano sull'Atlantico e sul deserto Nord Africano per poi muovere verso il Mediterraneo.

Nei mesi primaverili, si ha il graduale sviluppo di un'area anticiclonica nella zona tra la Groenlandia e l'Europa Settentrionale ed il contemporaneo decadere dell'anticiclone siberiano, che generalmente collassa nel corso del mese di Aprile, cessando quindi di rappresentare una potenziale sorgente di masse di aria fredda per la zona mediterranea. Il Mediterraneo risulta ancora soggetto al transito di depressioni, determinate dall'intrusione di aria fredda dalle alte latitudini, che danno origine a nuvolosità e precipitazioni meno significative che nei mesi invernali, ma possono determinare venti di notevole intensità.

Il clima estivo si stabilisce sul Mediterraneo con l'intensificarsi dell'anticiclone delle Azzorre che sviluppa una diramazione verso le Alpi. Il processo inizia, in forma intermittente, nei mesi primaverili e, generalmente, giunge a compimento per la metà di Giugno. Le depressioni di origine Atlantica sono più deboli che nel periodo invernale e anche se occasionalmente possono interessare il Mediterraneo, raramente danno origine a fenomeni significativi. Estati più perturbate si hanno quando l'anticiclone si protende verso le isole britanniche e l'Europa settentrionale anziché verso le Alpi, esponendo il bacino ad afflussi di aria fredda di origine artica che, dalla Russia, penetrano nel bacino attraverso i Balcani o le Alpi.

Il transito delle depressioni

La Fig. 3.3.1/3 riporta schematicamente le principali tracce di transito delle depressioni che interessano l'area del Mediterraneo. Le aree cerchiare indicano le principali zone di ciclogenese nel bacino che costituiscono anche aree di intensificazione per le depressioni in transito; di particolare interesse, per la presente analisi, è l'area che si estende tra le Baleari e l'Adriatico Settentrionale, dove si formano oltre il 50% delle depressioni di origine Mediterranea, la maggior parte delle quali nel Golfo di Genova, da cui questo tipo di perturbazione trae il nome. L'attività di ciclogenese è particolarmente attiva nel periodo invernale, specialmente nei mesi di Gennaio e Febbraio, in associazione all'afflusso di aria fredda dall'Europa orientale.

Per quanto riguarda la fenomenologia nel bacino Adriatico risultano particolarmente rilevanti:

- le depressioni di origine Atlantica che giungono sull'Italia attraverso le rotte che transitano dal Golfo di Biscaglia e dal Golfo del Leone o dallo stretto di Gibilterra e dal Mare di Alboran. Dall'Italia possono proseguire verso E o NE, con fenomeni che interessano essenzialmente l'Adriatico Settentrionale o muoversi longitudinalmente lungo l'asse dell'Adriatico con direzione SE, determinando forti afflussi di bora su tutto il bacino;

- le depressioni che dalla Spagna e dall’Africa settentrionale transitano sullo Ionio e sull’Adriatico Meridionale, determinando afflussi di aria calda ed umida, che danno origine a fenomeni di Scirocco;
- le celle di bassa pressione che dalla Tunisia e dalla Libia muovono verso il Mar Nero, con fenomenologia che comunque è essenzialmente confinata nella sezione meridionale del bacino adriatico.

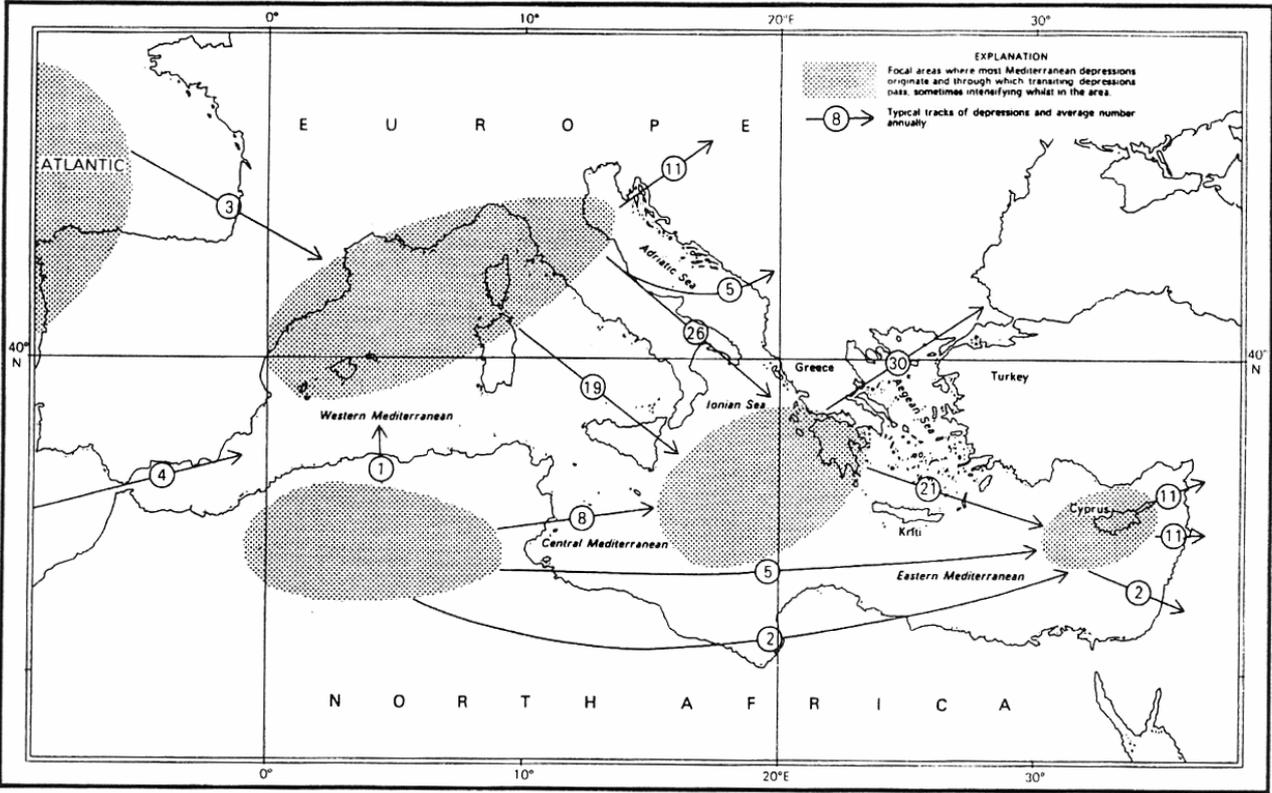


Fig. 3.3.1/3 - Principali rotte di transito delle depressioni sul bacino mediterraneo (da Mediterranean Pilot Ed.1976 (Revised 1988))

In associazione a tali configurazioni depressionarie, i venti più intensi nell’Adriatico risultano:

- **Bora:** è un vento freddo e secco da NE dovuto all’afflusso di aria continentale orientale ed artica attraverso il varco di Trieste o talvolta attraverso le montagne della costa orientale dell’Adriatico. In quest’ultimo caso, la direzione tende a ruotare verso ENE o E. I venti di Bora sono generalmente associati alla presenza di un anticiclone ben sviluppato sull’Europa settentrionale e di una bassa pressione relativa sul Mediterraneo oppure in coincidenza con il transito di depressioni sullo Ionio e sull’Adriatico meridionale, anche in presenza di una alta pressione relativamente debole sull’Europa. Tali situazioni sono maggiormente frequenti nel periodo invernale in rispetto al periodo estivo. La frequenza e l’intensità della Bora tendono a diminuire muovendosi da Est verso Ovest e da Nord verso Sud nel bacino. Nella sezione meridionale, a Sud di Ancona, si ha anche una rotazione nella direzione del vento che tende a porsi da N-NW a costa e da N-NE al largo.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 14
---	--	-------------------

- **Scirocco:** è un vento caldo umido che soffia da Sud, dovuto all'afflusso di masse d'aria dall'Africa Settentrionale, rese umide dal transito sullo Ionio. Lo scirocco è generalmente associato alla presenza di una depressione ad Ovest dell'Adriatico, contrastata da un'alta pressione sui Balcani. A causa della configurazione del bacino, lo Scirocco, che ha direzione Sud all'ingresso dell'Adriatico, tende a porsi da SE, con una intensificazione lungo la costa Orientale. Nell'Adriatico settentrionale, nella fascia tra Pesaro e Ravenna, si ha una ulteriore rotazione del vento, che tende a porsi da E. Le massime intensità dei venti da Scirocco sono inferiori a quelle da Bora, ma possono risultare significative, specialmente nelle stagioni di transizione - Primavera ed Autunno
- **Maestrale:** è un vento da NW, non molto frequente nell'Adriatico Settentrionale, in cui risulta associato al transito di fronti freddi, con massima probabilità di occorrenza nella tarda estate ed in autunno. Come accennato in precedenza, nella sezione meridionale del bacino i venti da NW risultano essenzialmente da una rotazione del vento di Bora.
- **Libeccio:** è un vento da SW, non molto frequente né persistente, associato alla presenza di depressioni sul bacino. I suoi effetti sono avvertiti soprattutto sulle coste orientali, tuttavia, all'altezza della foce del Po può piegare da SE, dando origine a mareggiate significative lungo la costa italiana.

3.3.2 Caratteristiche meteorologiche a livello locale

Per ciò che concerne le caratteristiche meteorologiche nella specifica area di progetto, dalla bibliografia esistente non risultano dati disponibili; di conseguenza i dati riportati si riferiscono ad aree limitrofe a quella del proposto progetto Bonaccia Est, ma sono comunque in grado di dare interessanti indicazioni in merito alle condizioni meteorologiche nell'area di studio.

Distribuzione statistica del vento per la zona Off-shore

La distribuzione statistica dell'intensità del vento per direzione di provenienza su base annuale e stagionale è riportata nelle Tab. 3.3.2/A÷E per l'area *offshore*. Le tabelle sono state ottenute da elaborazioni delle osservazioni di navi in transito, relative al periodo 1961-1990, nell'area a Nord di Ancona, ricondotte a condizioni standard (10 m; 10').

La Tab. 3.3.2/A evidenzia come su base annuale la distribuzione del vento tenda a concentrarsi nei principali settori di traversia descritti in precedenza: la massima frequenza risulta associata ai settori di Bora (33.4% degli eventi), seguiti dallo Scirocco (22.5% degli eventi) e dal Maestrale (12.5% degli eventi). Ai settori di Bora e Scirocco risultano associati anche i venti di maggiore intensità.

Le distribuzioni stagionali (Tab. 3.3.2/B÷E) mostrano una significativa variabilità di tale quadro generale nel corso dell'anno: nel periodo invernale (Tab. 3.3.2/C) si ha una notevole accentuazione degli eventi da Bora (37.6%) e da Maestrale (14%), mentre si riduce l'importanza degli eventi da Scirocco (19.3%). In Primavera, ad una riduzione degli eventi da Bora (32.4%) e da Maestrale (9.8%), corrisponde una accentuazione della frequenza dello Scirocco (27.2%).



DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - ANNUALE																
VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)																
DIR (N°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	TOT
0	1,1	2,6	1,8	1,2	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
30	0,9	2,3	2,4	1,9	1,0	0,7	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7
60	1,3	4,0	4,5	3,1	2,6	1,5	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2
90	1,1	2,4	2,0	1,4	0,9	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6
120	0,5	1,6	2,0	1,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
150	1,4	4,3	4,3	2,6	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3
180	1,0	2,5	1,9	1,1	0,6	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
210	0,4	0,9	1,4	0,8	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
240	0,5	1,3	1,3	0,9	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
270	0,9	1,6	1,1	0,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
300	0,4	1,6	0,9	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
330	1,8	4,1	2,7	1,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4
TOT	11,2	29,3	26,4	16,7	8,4	4,9	1,8	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,9
	Calme 25,142			Variabili 2,763												

Tab.3.3.2/A - Distribuzione direzionale del vento al largo ridotto a condizioni standard (10', 10 m) Annuale

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - INVERNO																
VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)																
DIR (N°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	TOT
0	1,3	1,8	1,8	1,3	0,4	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
30	1,6	2,6	2,9	1,6	1,6	1,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8
60	1,4	3,9	4,9	4,3	3,6	2,2	1,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,7
90	1,4	1,7	1,1	1,4	1,1	0,6	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
120	0,3	0,8	1,6	1,1	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
150	0,9	2,4	3,3	1,6	1,2	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2
180	0,8	2,6	1,4	0,8	1,0	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6
210	0,2	0,8	1,0	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
240	0,5	1,1	1,9	1,5	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
270	1,2	2,0	1,1	1,0	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8
300	0,3	1,4	0,4	0,9	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
330	1,7	4,7	3,2	1,5	0,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8
TOT	11,4	25,8	24,5	17,3	10,9	6,5	1,9	1,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	calme 19,205			variabili 2,522												

Tab.3.3.2/B - Distribuzione direzionale del vento al largo ridotto a condizioni standard (10', 10 m) Inverno



DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - PRIMAVERA																
VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)																
DIR (N°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	TOT
0	0,5	2,6	1,7	0,3	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
30	0,6	2,3	2,2	1,4	1,2	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8
60	1,6	4,7	4,2	2,9	2,5	1,3	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3
90	1,3	1,9	2,8	1,1	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
120	0,8	1,6	2,6	1,7	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
150	0,9	5,2	5,7	4,6	1,2	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
180	0,9	2,9	2,8	1,0	0,8	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
210	0,7	1,1	1,7	1,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
240	0,4	2,3	1,2	0,7	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
270	1,0	1,1	0,9	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
300	0,2	0,9	0,9	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
330	1,5	3,4	1,8	0,5	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
TOT	10,4	30,1	28,5	16,1	8,7	3,6	1,8	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	99,9
calme 33,33			variabili 3,13													

Tab.3.3.2/C - Distribuzione direzionale del vento al largo ridotto a condizioni standard (10', 10 m) Primavera

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - ESTATE																
VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)																
DIR (N°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	Tot
0	0,5	2,6	1,7	0,3	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
30	0,6	2,3	2,2	1,4	1,2	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8
60	1,6	4,7	4,2	2,9	2,5	1,3	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3
90	1,3	1,9	2,8	1,1	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
120	0,8	1,6	2,6	1,7	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
150	0,9	5,2	5,7	4,6	1,2	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
180	0,9	2,9	2,8	1,0	0,8	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
210	0,7	1,1	1,7	1,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
240	0,4	2,3	1,2	0,7	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
270	1,0	1,1	0,9	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
300	0,2	0,9	0,9	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
330	1,5	3,4	1,8	0,5	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
Tot	10,4	30,1	28,5	16,1	8,7	3,6	1,8	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	99,9
calme 33,33			variabili 3,13													

Tab.3.3.2/D - Distribuzione direzionale del vento al largo ridotto a condizioni standard (10',10m) Estate



DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - AUTUNNO																
VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)																
DIR (N°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	Tot
0	1,5	2,1	1,9	2,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
30	0,6	2,0	1,7	2,7	0,9	1,0	0,3	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9
60	1,0	3,4	5,1	3,7	3,0	2,3	0,6	0,7	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2
90	0,5	1,5	1,5	1,2	1,0	1,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4
120	0,5	1,6	1,3	0,9	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
150	1,4	2,6	3,4	1,6	0,8	1,2	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7
180	0,1	0,9	0,9	1,4	0,7	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2
210	0,3	0,7	1,9	1,0	0,6	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
240	0,6	0,8	0,8	1,0	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
270	0,7	1,3	1,7	1,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
300	0,2	2,8	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
330	1,3	4,1	2,7	1,6	0,3	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6
Tot	8,7	23,7	24,1	19,2	9,9	8,4	3,4	1,9	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	100,1
	calme 12,79			variabili 2,79												

Tab. 3.3.2/E - Distribuzione direzionale del vento al largo ridotto a condizioni standard (10', 10 m) Autunno

Nel periodo estivo la frequenza dai settori di Bora risulta inferiore alla media annua (29,6%) mentre sono superiori alla media sia gli eventi dal settore di Scirocco (23,3%) che da Maestrale (14,4%). Tuttavia, in tale caso si deve notare la elevata percentuale di venti di debole intensità (ca. 50% inferiori ai 4 m/s), che probabilmente indicano come la circolazione dovuta alle condizioni a mesoscala sia perturbata dai fenomeni di brezza dovuti alla termica locale.

Nel periodo autunnale si osserva una accentuazione dei fenomeni di Bora ed un decadimento di quelli da scirocco, che segnano la transizione verso le condizioni invernali.

Dati meteo piattaforma Clara

La piattaforma Clara si trova a circa 15 miglia nautiche a NNO della piattaforma Bonaccia ed è equipaggiata con strumenti per la misurazione dei parametri meteo-marini.

Di seguito (Fig. 3.3.2/1) si riporta elaborazione grafica dei dati provenienti dalla piattaforma Clara; tali dati si riferiscono alle temperature medie mensili ricavate per gli anni di riferimento dal 1996 al 2000.

Dall'analisi dei grafici si evince come gli andamenti delle temperature seguano le classiche situazioni stagionali con le temperature più elevate riscontrabili nei mesi estivi di luglio ed agosto mentre le temperature minime appartengono ai mesi di gennaio e febbraio.

Il grafico dell'anno 1998 non riporta i mesi di Luglio ed Agosto per mancanza di dati; per questa ragione la temperatura più elevata è quella di giugno mentre per l'anno 1999 mancano i dati di ottobre.

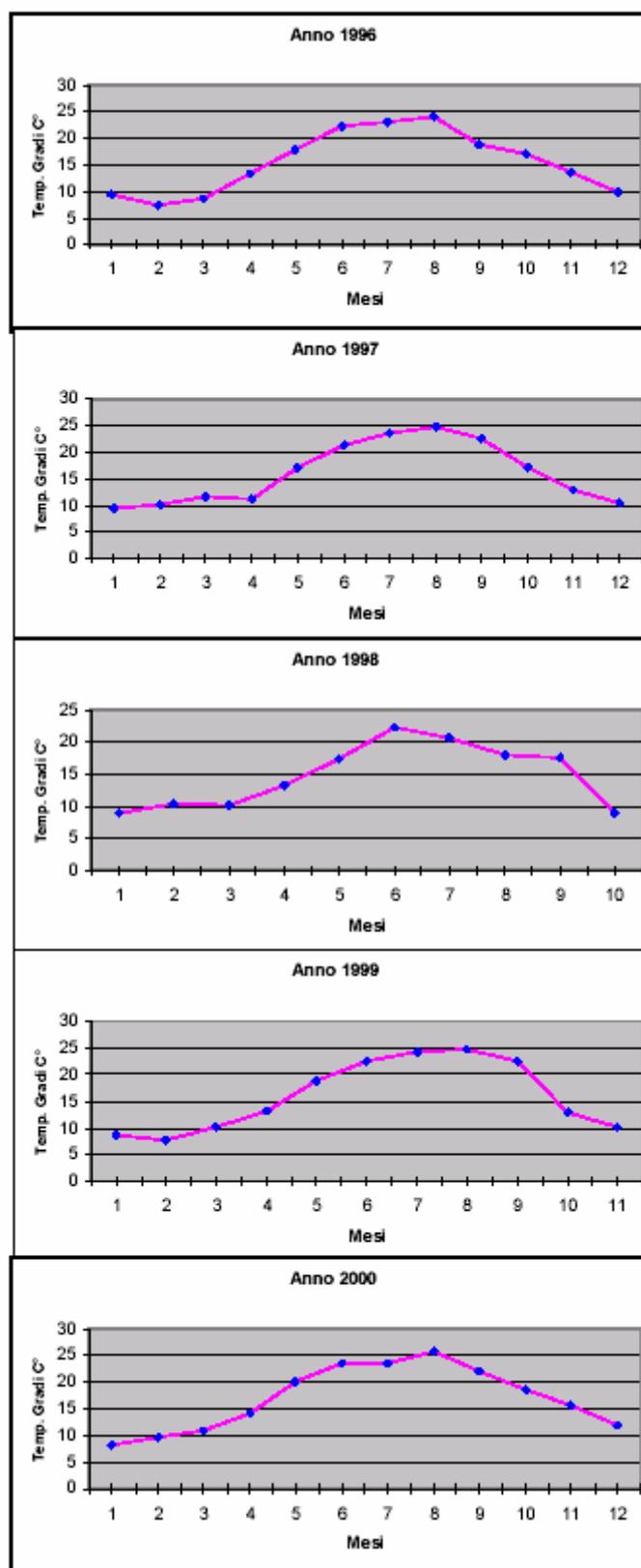


Fig. 3.3.2/1 Temperature medie mensili riferite agli anni 1996 -2000

La direzionalità del vento è riportata nella Fig. 3.3.2/2.; il grafico è stato ottenuto dalla mediazione dei dati riferiti agli anni 1996-2000 e le informazioni ottenute ci indicano la prevalente direzione del vento, nell'arco del periodo considerato, per ciascun settore corrispondente ai differenti gradi che compongono la rosa dei venti.

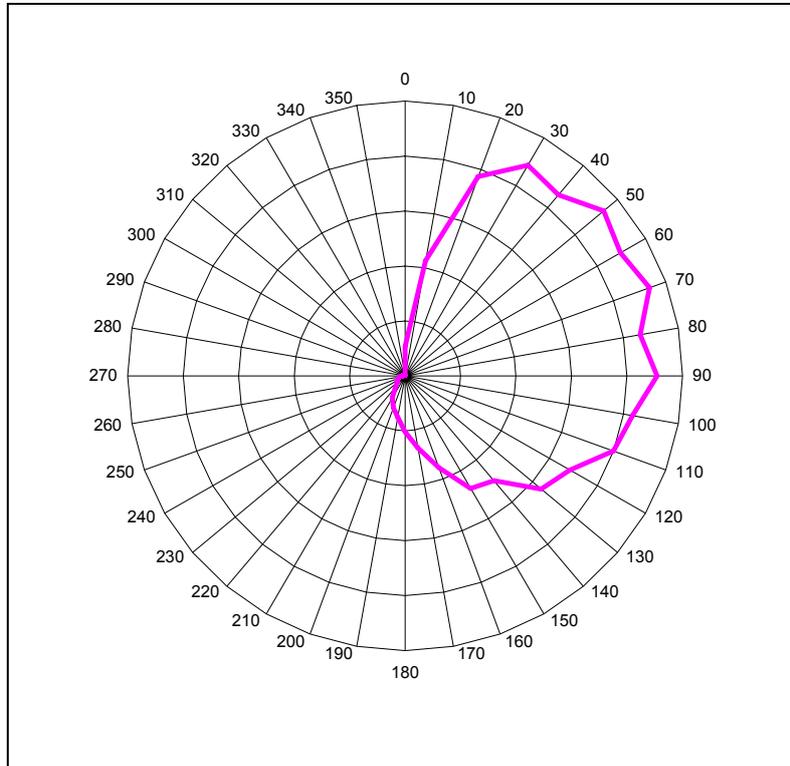


Fig. 3.3.2/2 Direzione del vento per gradi durante il periodo 1996 - marzo 2001

L'analisi della distribuzione della direzione del vento negli anni considerati permette di evidenziare la tipica situazione che si presenta annualmente nelle zone del largo caratterizzata da venti dominanti provenienti per la quasi totalità dal 1° e 2° quadrante.

Questi venti sono in generale provenienti da NE come la Bora, che spira comunque con maggiore frequenza durante il periodo autunno-inverno, o lo scirocco da SE che è più frequente nel periodo estivo.

Questa situazione rispecchia fedelmente quanto espresso dai dati riportati nelle tabelle del paragrafo precedente riferite sempre alle zone off-shore.

Considerazioni conclusive, punti di attenzione, elementi di criticità

Per ciò che concerne le caratteristiche di qualità dell'aria nella specifica area di progetto, dalla bibliografia esistente non risultano dati, anche in funzione della notevole distanza di tali zone dalle aree antropizzate sulla costa, sottoposte invece, per tale ragione, a controlli e monitoraggi più frequenti. Le aree di mare aperto potenzialmente interessate dalle operazioni non sono sottoposte a carichi di inquinanti atmosferici e quindi non si evidenziano punti di attenzione o elementi di criticità dovuti a perturbazioni in atto, in grado di modificare la qualità dell'aria nell'area di studio.

3.4 METEOCEANOGRAFIA ED IDRODINAMISMO

3.4.1 Caratteristiche meteoceanografiche ed idrodinamiche a livello regionale

Il clima del moto ondoso

La definizione del clima di moto ondoso è stata effettuata sulla base degli stessi dati del KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut) utilizzati per la definizione del clima del vento. Indicazioni di letteratura documentano la discreta affidabilità delle osservazioni visive del moto ondoso per la definizione del clima e recenti studi effettuati da Snamprogetti hanno messo in evidenza il buon accordo tra l'altezza d'onda da vento calcolata sulla base dei dati del KNMI e quelli misurati in Adriatico.

I dati del KNMI non contengono indicazioni sulla direzionalità degli stati di mare che per la definizione del clima è stata assunta uguale alla direzione del vento. Tale assunzione è generalmente abbastanza attendibile nel caso di bacini chiusi, con limitata rilevanza dei fenomeni di onda lunga (*swell*). La distribuzione direzionale del moto ondoso su base annuale e stagionale è mostrata nelle Tab. 3.4.1/A÷E.

Di nuovo le tabelle mostrano la concentrazione degli eventi nei settori di traversia del vento. Il settore di Bora risulta dominante in tutte le stagioni, con un picco nel periodo invernale (40,6% degli eventi) ed un minimo in estate (31,3%), mentre il settore da Scirocco presenta un picco in Primavera (28,6%) ed un minimo in Autunno (19,9%). A tali settori risultano associati anche gli eventi più intensi.

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA - ANNUALE																
<i>Hs (m)</i>																
<i>Dir (N°)</i>	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	Tot
0	5,1	2,8	0,9	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5
30	4,3	2,8	1,2	0,6	0,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6
60	8,4	5,3	2,6	1,2	0,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4
90	3,6	1,9	0,9	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
120	3,2	1,7	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	6,3
150	8,7	4,8	1,6	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5
180	4,4	1,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2
210	2,1	0,9	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
240	2,5	1,2	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
270	2,8	1,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
300	2,9	1,2	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
330	5,7	1,9	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4
Tot	53,8	27,2	10,6	4,2	1,9	1,3	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	99,8
	<i>calma 61,3</i>			<i>variabile 1,59</i>												

Tab. 3.4.1/A Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo - Annuale



DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA - INVERNO																
Hs (m)																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	TOT
0	4,6	2,8	0,7	0,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
30	4,1	3,0	1,8	0,6	0,3	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2
60	9,9	6,5	4,1	1,5	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	23,1
90	3,3	1,6	1,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
120	1,5	1,6	0,6	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	4,2
150	5,4	4,5	2,1	0,7	0,2	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	13,5
180	3,9	2,1	0,7	0,3	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
210	0,7	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0
240	2,2	1,6	0,7	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
270	2,7	1,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
300	1,6	1,3	0,8	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
330	5,9	3,4	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	10,3
TOT	45,9	30,1	14,2	4,5	2,1	2,0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,2	100,1
	calma 44,9			variabile 1,59												

Tab. 3.4.1/B Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo - Inverno

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA -PRIMAVERA																
Hs (m)																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	TOT
0	4,1	2,2	0,8	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,4
30	4,2	2,8	1,0	0,4	0,2	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6
60	8,7	4,8	1,9	1,2	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	17,2
90	3,8	1,7	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1
120	4,7	1,6	0,8	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
150	11,4	6,4	1,6	0,5	0,2	0,3	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8
180	5,1	1,7	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
210	2,9	1,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
240	2,9	1,5	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
270	2,3	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,4
300	1,9	1,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3
330	4,8	1,7	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
TOT	56,6	27,5	8,6	3,5	1,3	1,6	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
	calma 62,68			variabile 2,17												

Tab. 3.4.1/C Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo - Primavera

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA - ESTATE																
<i>Hs (m)</i>																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	TOT
0	6,4	3,8	0,9	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5
30	4,8	2,3	0,7	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,3
60	7,2	4,0	1,3	1,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0
90	5,1	2,7	0,7	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
120	4,7	1,7	0,4	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
150	11,5	4,0	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9
180	5,6	1,6	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
210	2,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
240	2,8	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
270	3,2	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
300	4,2	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
330	7,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,8
TOT	65,0	23,9	6,8	2,8	0,8	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
<i>Calma 94,36</i>			<i>variabile 0,99</i>													

Tab. 3.4.1/D Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo - Estate

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA - AUTUNNO																
<i>Hs (m)</i>																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	Tot
0	5,7	2,7	1,5	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7
30	4,4	3,3	1,3	1,1	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6
60	7,5	5,9	3,4	1,2	0,9	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2
90	1,8	1,4	1,2	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
120	1,5	2,1	1,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,9
150	5,8	3,8	1,8	0,8	1,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9
180	2,6	1,4	0,6	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
210	2,6	1,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
240	1,9	1,2	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
270	3,3	1,8	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
300	4,5	0,9	0,5	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8
330	5,1	1,3	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
Tot	46,5	27,2	13,3	6,7	3,7	1,3	0,5	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	100,0
<i>calma 40,75</i>			<i>variabile 1,53</i>													

Tab. 3.4.1/E Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo - Autunno

Va sottolineato che, a causa delle rotte preferenziali delle navi nell'Alto Adriatico, si ha un addensamento delle osservazioni sul lato orientale del bacino. Questo introduce una distorsione nelle osservazioni KNMI che, se nel complesso descrivono adeguatamente le condizioni in mare aperto, probabilmente sottovalutano alcune fenomenologie rilevanti per la zona costiera italiana.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 23
--	--	-------------------

Settori di traversia per le mareggiate

In accordo con i principali settori di traversia del vento, le più intense mareggiate risultano concentrate nei settori NW (Maestrale), NE-E (Bora) e SE (Scirocco).

Il moto ondoso da N e NW risulta più frequente nella sezione centrale e meridionale del bacino, specialmente nel periodo estivo. Nell'area di interesse, gli effetti lungo la costa italiana sono poco significativi.

Le mareggiate associate ai fenomeni di Bora rivestono un ruolo particolarmente rilevante nell'area di interesse, mentre tendono ad attenuarsi procedendo verso Sud, in quanto l'effetto dovuto al decrescere della velocità del vento prevale sugli effetti legati all'aumento del fetch.

Nel Nord Adriatico il vento di Bora dà origine a mareggiate violente, di durata generalmente breve, con moto ondoso che tende a porsi tra NE ed E. Per la morfologia del bacino e la ridotta estensione del fetch, le onde risultano in fase di crescita e quindi particolarmente ripide.

Le mareggiate da Scirocco sono invece caratterizzate da una crescita più lenta, con una intensità del moto ondoso che tende ad aumentare muovendo da Sud a Nord nel bacino.

Nel Nord Adriatico, le mareggiate da Scirocco tendono a ruotare verso Est, a causa degli effetti dei bassi fondali, e ad assumere caratteristiche di mare morto (*swell*), persistendo anche abbastanza a lungo dopo la caduta del vento.

Il regime delle correnti marine e la distribuzione delle masse d'acqua

Il regime delle correnti nel bacino dell'Adriatico risulta dalla combinazione di diversi fattori, quali:

- circolazione termoalina, derivante dalla distribuzione di densità provocata dalla presenza di masse d'acqua di caratteristiche diverse nel bacino;
- circolazione di marea, determinata dalle variazioni di livello del bacino indotte dalla marea astronomica;
- circolazione da vento, indotta dallo stress del vento sulla superficie del mare;
- circolazione da sessa, risultante dalle oscillazioni libere del bacino determinate dagli accumuli costieri di acqua, per effetto dell'azione del vento.

Circolazione termo-alina

Il peculiare regime termico ed idrologico del bacino determina la presenza di masse d'acqua con caratteristiche diverse che danno origine ad una significativa circolazione baroclinica. Di seguito si fornisce una sintesi delle informazioni disponibili sull'idrologia e la distribuzione della masse d'acqua, come premessa alla descrizione di tale circolazione.

Caratteristiche idrologiche del bacino

La distribuzione delle masse d'acqua nel bacino è controllata da tre fenomeni principali:

- gli scambi termici con l'atmosfera, modulati dalla variabilità stagionale del clima, che presenta significative differenze nelle varie subaree, a causa del notevole sviluppo in latitudine del bacino;
- gli importanti apporti di acqua dolce di origine meteorica e fluviale;
- l'interscambio con il resto del Mediterraneo attraverso il Canale di Otranto.

Per quanto riguarda il bilancio termico del bacino, Artegiani et al. hanno recentemente valutato i valori medi mensili ed il bilancio annuale del flusso di calore alla superficie, definito dalla somma algebrica del contributo della radiazione solare Q_s , della radiazione riflessa Q_B e dei flussi di calore latente e sensibile Q_H e Q_E :

$$Q = Q_s + Q_B + Q_H + Q_E$$

Su base climatica, il flusso medio annuale risulta negativo, cioè si ha una perdita netta di calore verso l'atmosfera, che, per la chiusura del bilancio, richiede un afflusso di calore dal Mediterraneo attraverso il Canale di Otranto. Tale compensazione su base annuale è evidenziata dalla curva degli accumuli medi mensili di calore, il cui andamento risulta più ripido, tanto in fase di crescita che di decremento, di quanto stimato sulla base di un equilibrio locale con il flusso di calore (Fig. 3.4.1/1).

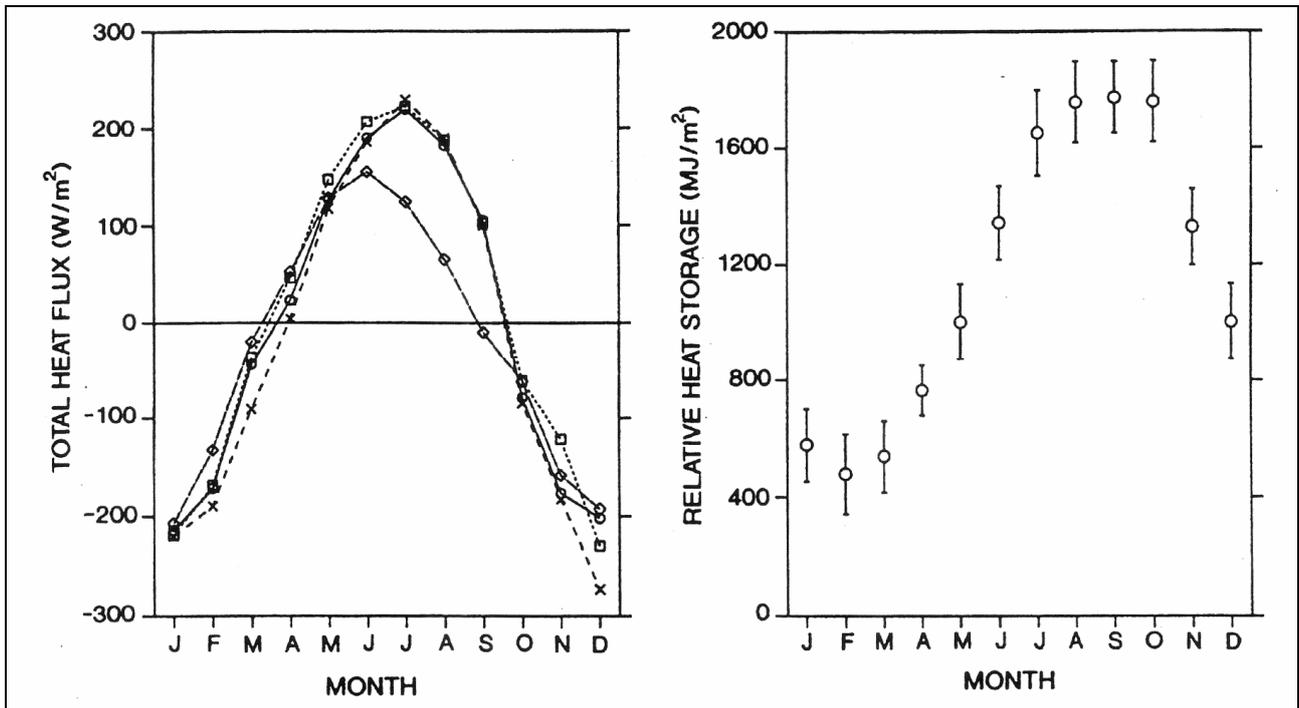


Fig. 3.4.1/1 Confronto degli andamenti mensili del flusso totale di calore e dell'accumulo di calore nel bacino (da Artegiani et al., 1997)

Il bilancio dell'acqua dolce nel bacino, stimato dalla differenza tra perdite evaporative (E) e apporti meteorici (P) e fluviali (R), risulta negativo in tutti i mesi (Fig. 3.4.1/2), quindi l'Adriatico opera come bacino di diluizione nell'ambito del Mediterraneo.

La chiusura di tali bilanci definisce l'andamento della circolazione di tipo termo-alino osservata nel bacino e la particolare distribuzione delle masse di acqua: la presenza nel bacino settentrionale di masse di acqua a ridotta salinità determina un afflusso attraverso il Canale di Otranto di acqua più salata e calda di origine levantina (LIW = *Levantine Intermediate Water*), attraverso gli strati superficiale ed intermedio, che risale il bacino essenzialmente lungo la costa orientale (Fig. 3.4.1/3) e defluisce lungo quella Italiana. Tali apporti sono compensati da un deflusso nello strato di fondo di acqua più fredda e densa, di origine adriatica (ADW = *Adriatic Deep Water*), che va a costituire lo strato di fondo osservato nel Mediterraneo orientale (EMDW = *Eastern Mediterranean Deep Water*).

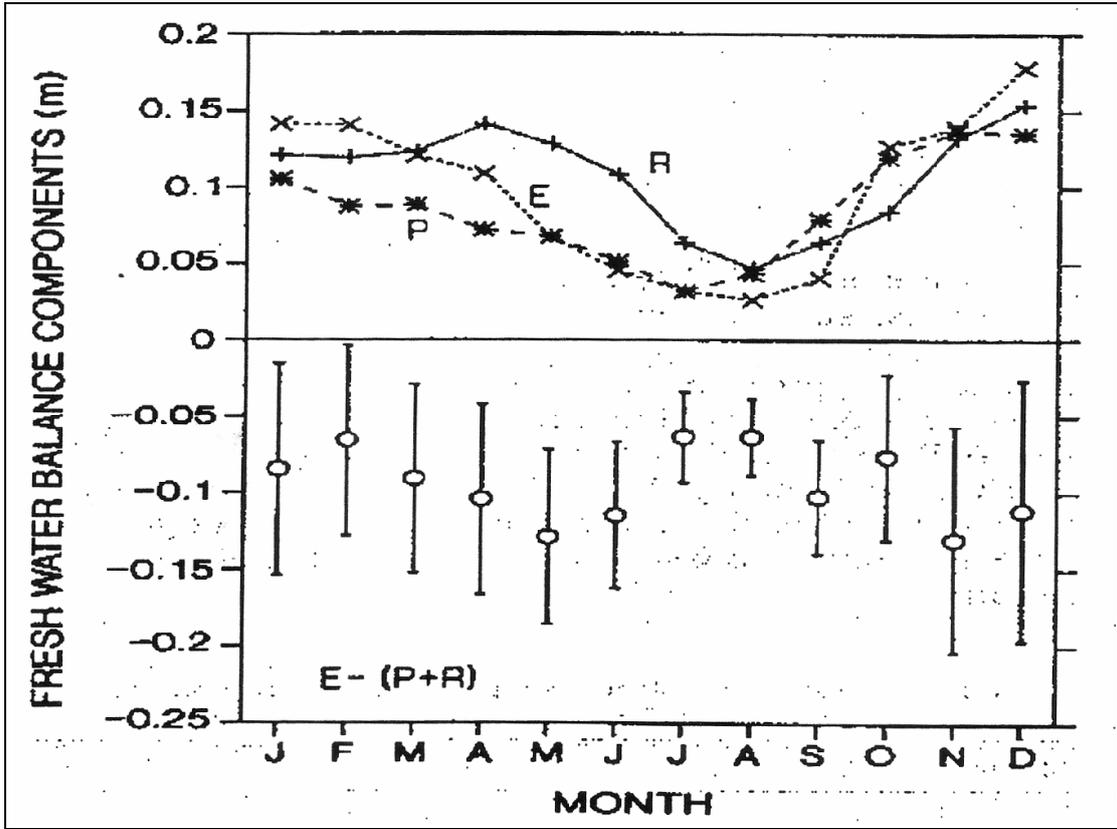


Fig. 3.4.1/2 Andamento mensile delle componenti del bilancio di acqua dolce (da Artegiani et al., 1997)

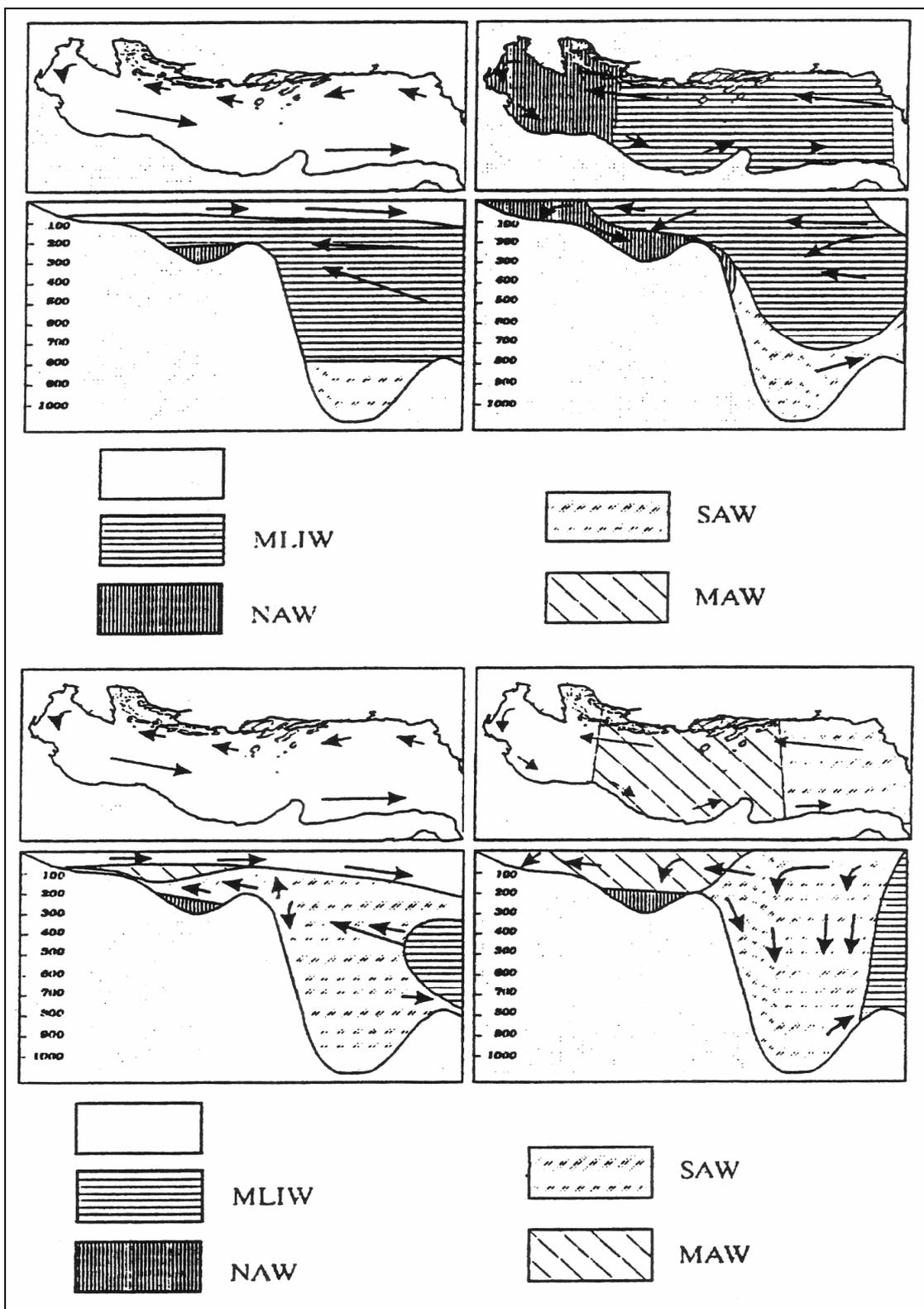


Fig. 3.4.1/3 Schematizzazione della circolazione termo-alina e della distribuzione delle masse di acqua nel bacino (da Zore Armanda)

La distribuzione delle masse di acqua

Per la descrizione della distribuzione delle masse d'acqua nel bacino Adriatico e della risultante circolazione baroclinica è opportuno considerare la suddivisione in sub-aree indicata in Fig. 3.6.1/3, che, anche da un punto di vista idrologico, presentano caratteristiche omogenee.

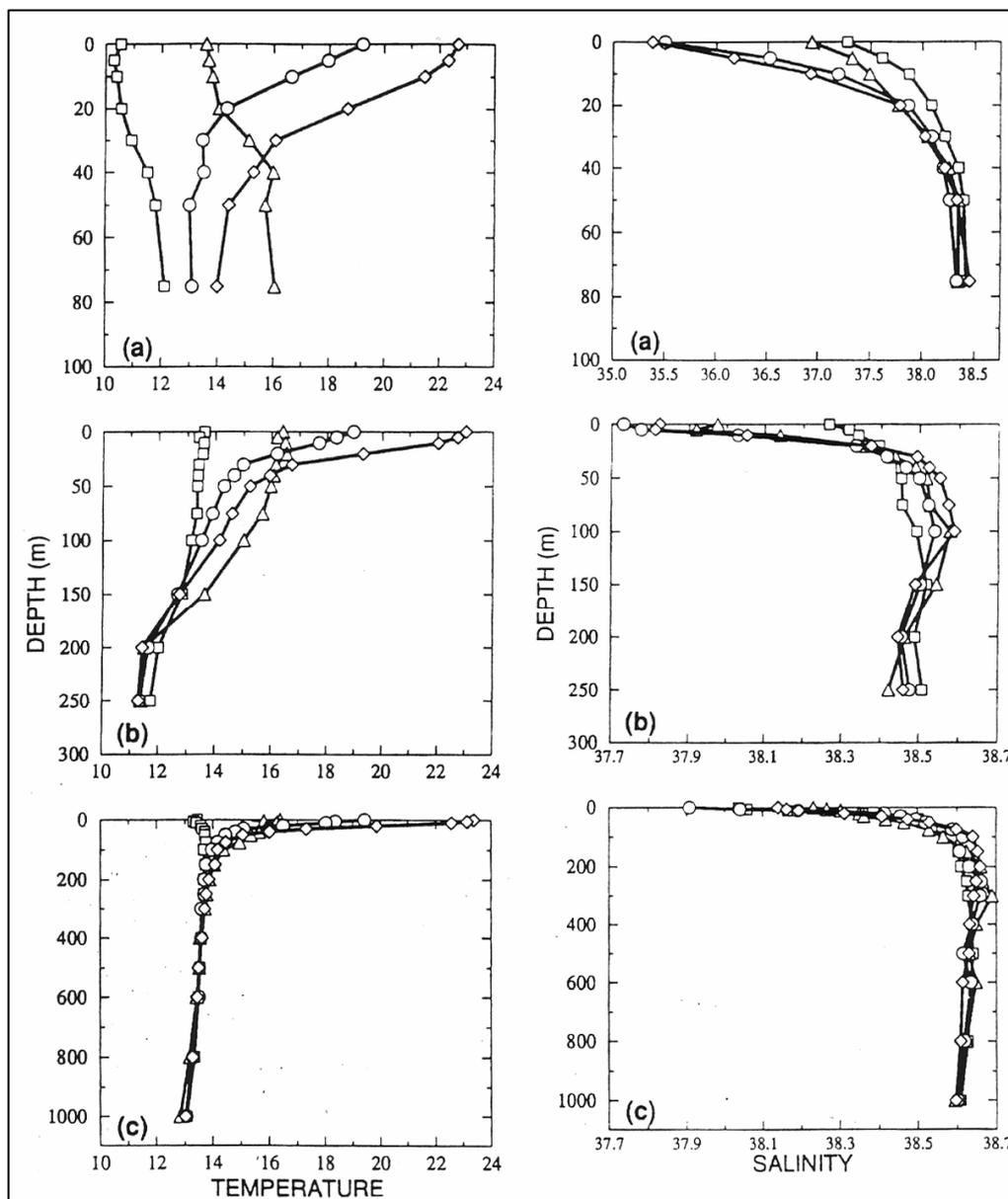


Fig. 3.4.1/4 Andamenti stagionali di temperatura e salinità con la profondità nelle tre subarea del bacino (da Artegiani et al., 1997)

La struttura verticale delle masse di acqua nell'Adriatico meridionale può essere schematizzata in tre strati:

- Lo strato superficiale è caratterizzato dalla evoluzione stagionale di un termoclino, che si estende fino a profondità dell'ordine dei 75 m. La presenza del termoclino è già ben evidente nei dati primaverili e raggiunge il suo massimo sviluppo in estate, mentre in autunno si ha una graduale attenuazione del fenomeno, che scompare nel periodo

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 28
---	--	-------------------

invernale, quando la distribuzione della temperatura sulla colonna d'acqua diventa omogenea. Tale ciclicità stagionale del termoclino è determinata essenzialmente dagli apporti costieri di acqua dolce, come evidenziato dalle misure di salinità, che mostrano una riduzione superficiale dei valori in tutte le stagioni, con una accentuazione in primavera ed in estate.

- Lo strato intermedio, localizzato tra i 150 e i 400 m di profondità, è caratterizzato dalla presenza di acqua di origine levantina (MLIW, con $T > 13.5^{\circ}\text{C}$ e $S > 38.6$ psu) e presenta una debole modulazione stagionale.
- Lo strato profondo è occupato dalle masse di acqua di origine adriatica (ADW) che defluiscono dal bacino per formare lo strato di acque profonde del Mediterraneo Orientale. Sono state identificate delle ben definite aree di formazione delle masse di acqua profonda nel basso ed alto Adriatico e, come indicato in precedenza, nello strato profondo, dove si ha un deflusso netto di acqua relativamente fredda e densa (ADW) dal bacino settentrionale verso il Mediterraneo. L'acqua profonda della sezione meridionale del bacino, SAdDW (*South Adriatic Deep Water* $S = 38.6$ psu; $T = 13.6^{\circ}\text{C}$), risulta in ogni caso più calda e salata che nel medio (MAdDW $S = 38.5$ psu; $T = 11.6^{\circ}\text{C}$) ed alto Adriatico (NAdDW $S = 38.3$ psu; $T = 11.4^{\circ}\text{C}$). Quindi nel suo flusso verso il canale di Otranto la ADW subisce significativi fenomeni di intrusione e rimescolamento con le masse d'acqua dello strato intermedio e superficiale.

Nell'Adriatico Centrale, l'evoluzione stagionale del termoclino interessa uno strato superficiale di circa 50 m, ma il segnale stagionale è ben evidente tra i 50 e i 200 m di profondità, probabilmente determinato dalla variabilità stagionale degli influssi di acqua levantina. La massa d'acqua dello strato profondo (MAdDW) risulta leggermente meno fredda e significativamente più salina dell'acqua dell'Alto Adriatico. D'altro canto una relativa carenza di ossigeno sembra indicare che i processi di ricambio locali sono deboli, quindi l'origine di tale massa d'acqua va condotta alla NAdDW, le cui caratteristiche vengono localmente modificate per effetto del rimescolamento con le masse degli strati superiori.

Nell'Adriatico settentrionale la formazione stagionale del termoclino si stabilisce nei primi 30 m di profondità, anche se si deve osservare che, per gli importanti apporti fluviali sul lato Italiano, significativi fenomeni di stratificazione possono essere presenti nella zona costiera anche a profondità notevolmente inferiori ed in stagioni diverse (vedi parag. 3.5 Caratteristiche chimico fisiche).

La presenza di un termoclino ben sviluppato è evidente nei dati medi climatici sia in primavera che in estate, mentre nella stagione autunnale inizia un processo di raffreddamento dello strato superficiale e in concomitanza nello strato di fondo si raggiunge il massimo valore di temperatura, probabilmente per una accentuazione dell'intrusione di acqua dal medio Adriatico. In inverno il processo di raffreddamento interessa l'intera colonna d'acqua. In tale stagione, il flusso di calore dal bacino verso l'atmosfera ed il completo rimescolamento della colonna d'acqua, provocato dalla combinazione di mareggiate intense e scarsa profondità dei fondali, determina la formazione delle masse di acqua fredda, densa e ben ossigenata che costituisce il maggiore contributo alla ADW. Nei dati relativi a tale sezione del bacino non è invece ben rintracciabile il segnale legato al flusso di acqua levantina. Quindi, nell'Adriatico settentrionale si possono identificare due masse di acqua con caratteristiche distinte, l'acqua superficiale (NAdSW), con caratteristiche fortemente modulate dalla ciclicità

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 29
---	--	-------------------

stagionale, e l'acqua profonda (NAdDW), che viene rigenerata nel periodo invernale e presenta un segnale stagionale molto più debole.

Circolazione baroclinica nel bacino

Una ulteriore analisi della circolazione indotta dai gradienti di densità è stata effettuata recentemente da Artegiani et al. in base alla distribuzione stagionale dell'anomalia dell'altezza dinamica rispetto al valore medio annuale:



valutata rispetto alle profondità di riferimento di 30 m, corrispondente alla profondità media dell'Adriatico Settentrionale, e di 140 m, corrispondente alla profondità minima dell'Adriatico Centrale.

Le isolinee di ΔD alla superficie rispetto al riferimento di 30 m evidenziano una significativa struttura della circolazione che dalla foce del Po si protende lungo la costa Italiana (Fig. 3.4.1/5).

Nella stagione invernale, tale struttura (NAd = *North Adriatic Current*) si esaurisce entro una fascia di un centinaio di Km a sud del Po. Nella stagione primaverile, tale struttura si estende al largo e verso Sud e la corrente fluisce lungo la costa italiana, con intensificazioni locali, fino all'Adriatico meridionale. In estate si ha la separazione tra il ramo settentrionale ed il ramo centrale della circolazione, che crea una corrente autonoma lungo la costa (W-Mad=*West Middle Adriatic current*), mentre al centro dell'Adriatico settentrionale inizia a formarsi un nucleo di circolazione ciclonica (NAd Gyre) che giunge a pieno sviluppo nella stagione autunnale, per poi esaurirsi nel corso dell'Inverno. In autunno i due rami della circolazione si congiungono nuovamente, dando origine ad una corrente costiera, confinata lungo la costa italiana, estesa fino al bordo dell'Adriatico meridionale.

Va sottolineato che le isolinee di ΔD rispetto alla profondità di 30 m forniscono indicazioni abbastanza sommarie sulla circolazione nelle sezioni centrali e meridionali del bacino, a causa della ridotta profondità del riferimento rispetto alle profondità locali. Comunque, combinando il quadro delineato precedentemente per la sezione settentrionale con le indicazioni che emergono dalle isolinee di ΔD calcolate in superficie e alla profondità di 75 m, cioè circa alla profondità del termoclino stagionale, rispetto alla profondità di 140 m, si ottiene il modello della circolazione baroclinica dell'Adriatico schematizzato in Fig. 3.4.1/6.

Nel periodo invernale la componente baroclinica della corrente lungo la costa è limitata a deboli rami della corrente del Nord Adriatico (NAd) (confinata in una ristretta area attorno alla foce del Po) e del Sud Adriatico (W-Sad). Nella sezione meridionale, lungo l'asse del bacino, si ha un flusso verso Nord nei primi 100 m di profondità, che probabilmente è associato con una corrente costiera di ritorno, intensa ma confinata, che non appare nei dati disponibili. Comunque nel periodo invernale il segnale di densità è debole, come d'altronde evidenziato dalla distribuzione essenzialmente omogenea delle masse d'acqua, e la circolazione nel bacino è prevalentemente barotropica, governata dagli effetti di marea e dalla forzante meteorologica.

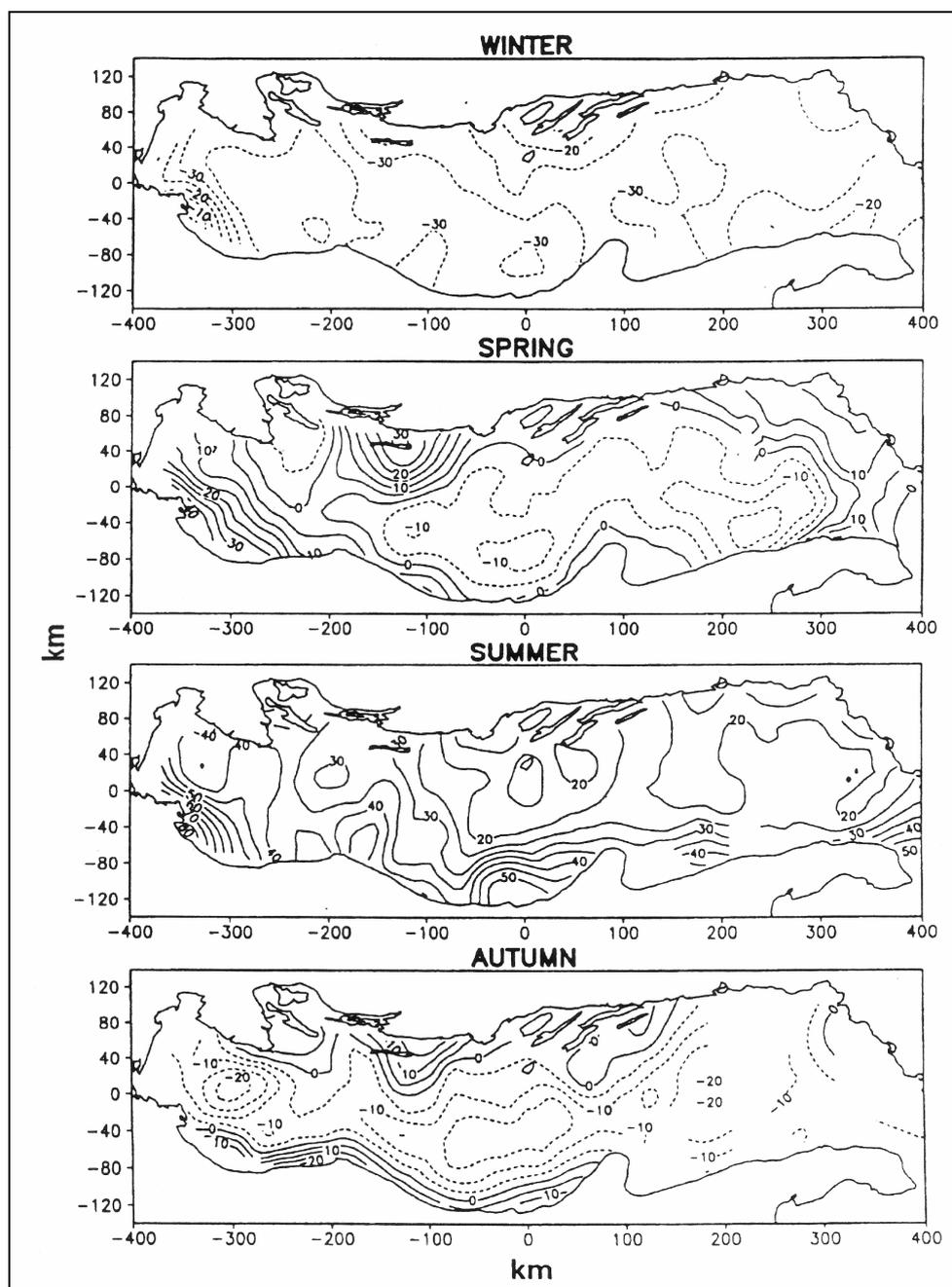


Fig. 3.4.1/5 Isolinee dell'anomalia di quota dinamica rispetto alla profondità di riferimento di 30 m. (da Artegiani et al., 1997)

In primavera, a livello superficiale, si stabiliscono i tre rami della corrente costiera occidentale (NAd, W-Mad, Sad), mentre sul lato orientale l'intrusione di acqua levantina da origine alla corrente costiera orientale sia in superficie che a livello del termoclino (E-SAd = *Eastern South Adriatic Current*). Nel periodo estivo si stabiliscono le due maggiori strutture cicloniche della circolazione del bacino (MAd gyre e SAd gyre), e si indeboliscono i rami costieri della stessa. In autunno la circolazione nel bacino raggiunge il massimo livello di coerenza, con lo stabilizzarsi delle tre strutture cicloniche (NAd gyre; MAd gyre e SAd gyre) e la ricongiunzione dei rami della corrente costiera lungo la costa occidentale, mentre sul lato orientale si intensifica la E-SAd.

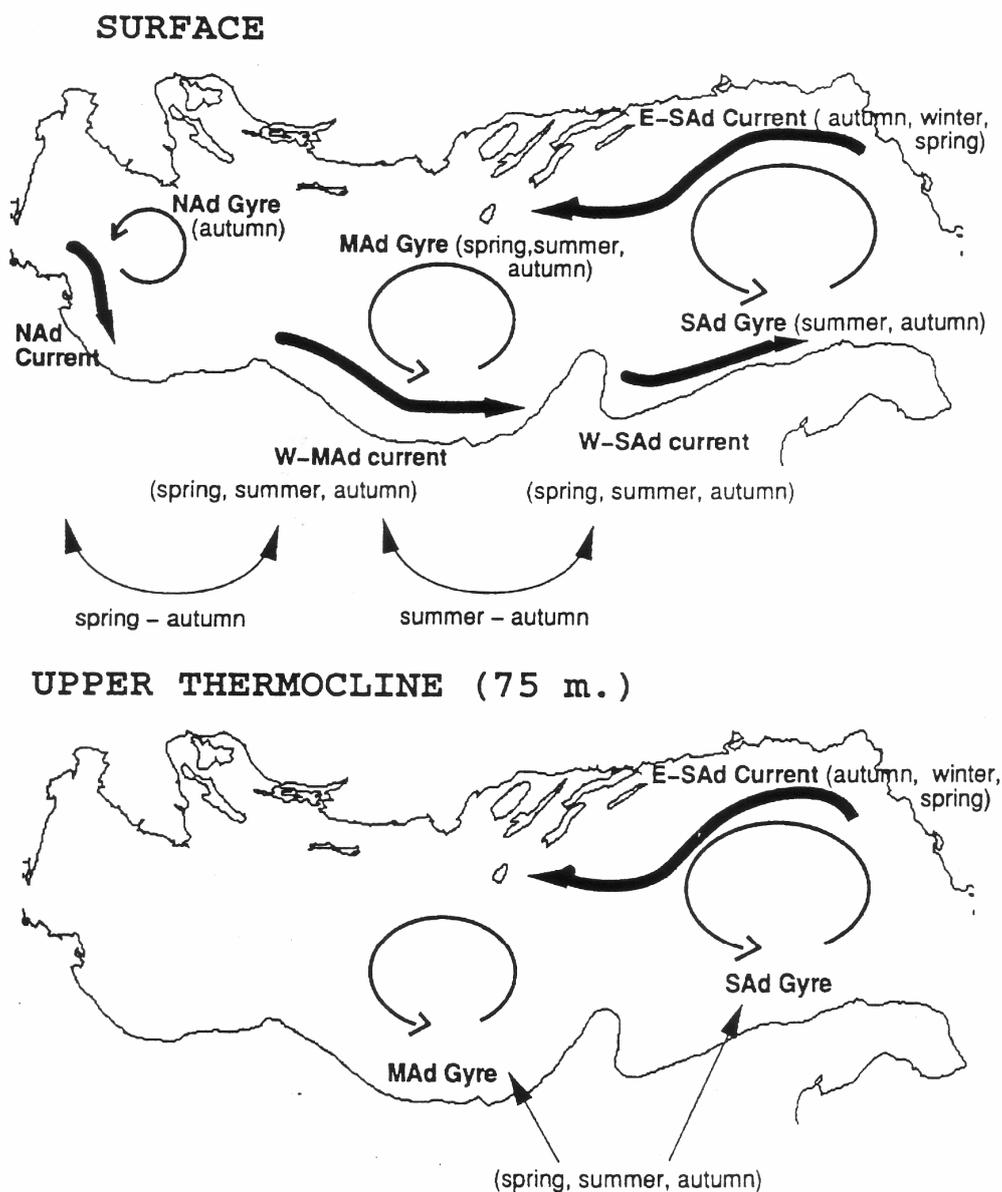


Fig. 3.4.1/6 Schematizzazione della circolazione termo-alina nel bacino (da [Artegiani et al., 1998])

L'intensità delle correnti associate alla circolazione di gradiente variano tra i 10÷15 cm/s all'altezza del canale di Otranto e i 4÷5 cm/s nel Golfo di Trieste. All'altezza della costa Emiliano Romagnola, l'intensità risulta nell'ordine dei 10 cm/s .qa

Circolazione indotta dalla marea

Le maree dell'Adriatico non sono dovute ad un'azione gravitazionale diretta, ma rappresentano la risposta del bacino alle oscillazioni della superficie libera del Canale di Otranto. Le componenti fondamentali della marea sono la M2 (con periodo 12.42 h) del blocco semidiurno e la K1 (con periodo 23.93 h) del blocco diurno (Fig. 3.4.1/7).

La componente diurna ha un'ampiezza che tende ad aumentare muovendo da Sud a Nord nel bacino, passando da circa 4 cm nel canale di Otranto, a 18 nel Golfo di Trieste. Le linee cotidali, cioè le linee in cui l'onda di marea giunge allo stesso istante, si sviluppano longitudinalmente al bacino, con l'onda di marea che si propaga dapprima lungo la costa dalmata, per poi ruotare verso quella italiana.

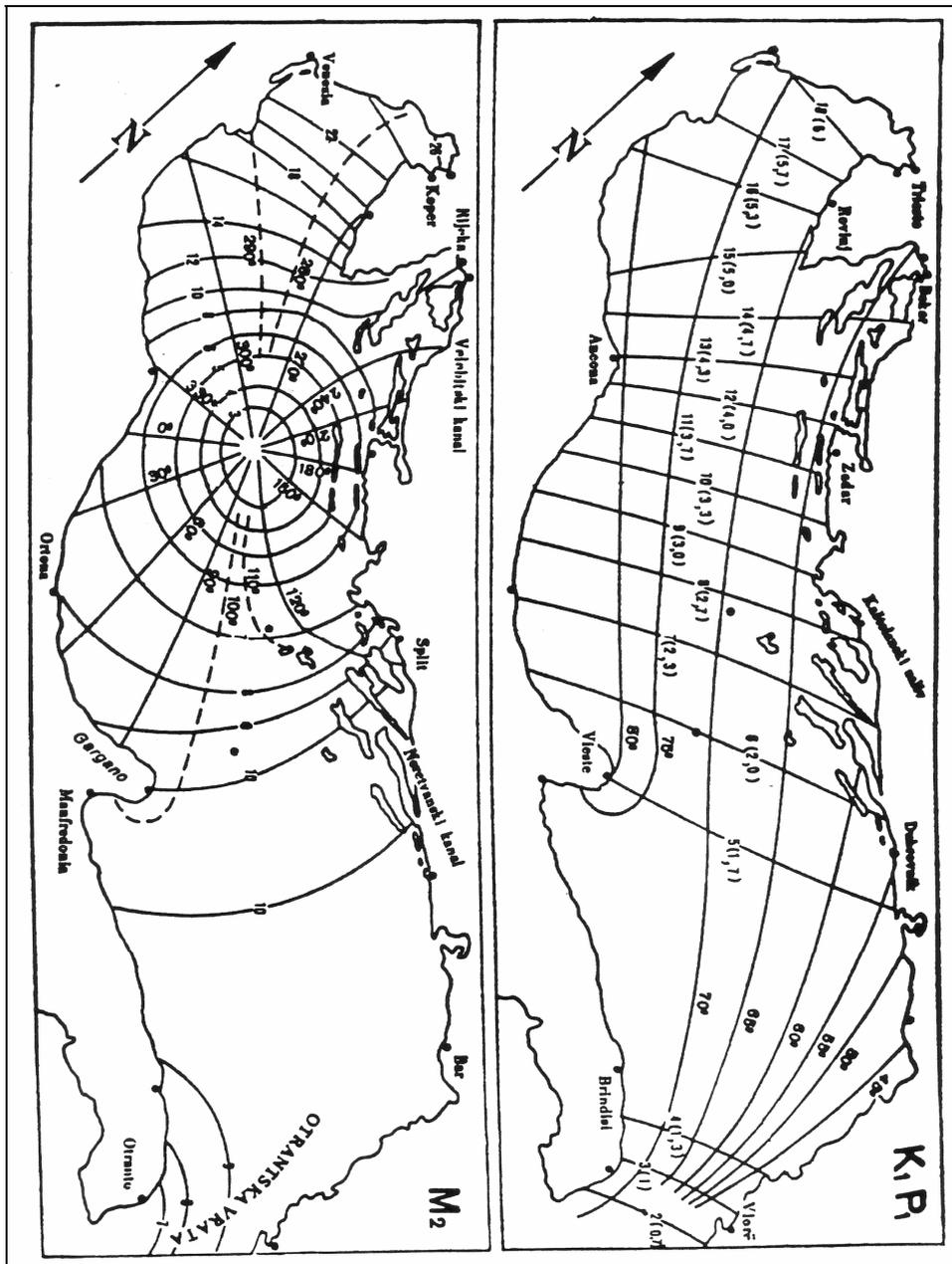


Fig. 3.4.1/7 Andamento delle principali componenti della marea nel bacino (da Buljan, M.; Zore Armanda, M. 1976)

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 33
---	--	-------------------

La componente M2 presenta al largo di Ancona un nodo ad escursione nulla della marea (anfidromico), da cui si dipartono a raggiera le linee cotidali. L'ampiezza raggiunge un valore massimo di ca. 26 cm nel golfo di Trieste, si smorza procedendo verso Sud, fino ad annullarsi al nodo anfidromico, da questo poi inizia nuovamente a crescere, fino ad un massimo di ca. 10 cm all'altezza di Bari ed infine decresce nuovamente fino a raggiungere all'altezza di Otranto i valori tipici della marea Ionica (6-8 cm).

Le velocità di corrente associate alla marea sono di discreta intensità nell'Adriatico settentrionale, con valori che raggiungono i 25 cm/s in prossimità della costa orientale, mentre lungo la costa italiana si riducono a valori dell'ordine dei 10 cm/s.

Circolazione indotta dal vento e sesse

La circolazione indotta dall'azione del vento sulla superficie del mare presenta le variabilità tipiche delle condizioni atmosferiche e quindi mal si presta ad una caratterizzazione generale. Sulla base di simulazioni con modelli numerici, è stato ricostruito l'andamento della circolazione per due mareggiate tipiche di particolare intensità da Bora e da Scirocco.

Nel caso della tempesta da Bora, l'azione del vento determina un iniziale abbassamento del livello marino nel Golfo di Trieste che richiama masse di acqua dal bacino, determinando un flusso iniziale di corrente lungo la costa istriana, con valori di corrente che raggiungono i 50-60 cm/s, seguito da un deflusso lungo la costa Emiliano-Romagnola, con valori di velocità dell'ordine dei 30-40 cm/s.

Nel caso della mareggiata da Scirocco, la spinta del vento determina correnti che fluiscono verso Nord, lungo la sponda orientale del bacino, con velocità che raggiungono i 60-70 cm/s, e contemporaneamente si stabilisce una corrente di deflusso, con velocità meno intense, che scorre verso Sud lungo la costa Italiana. L'azione del vento sulla superficie del mare determina un accumulo di masse d'acqua lungo la costa settentrionale del bacino che causa la creazione di un gradiente di pressione idrostatica che, nelle fasi attive della mareggiata, è equilibrato dallo stress del vento. Con il cadere del vento, tale equilibrio si rompe ed inizia un rapido deflusso della massa d'acqua accumulata che avviene essenzialmente lungo la costa italiana, con intensità di corrente che, in prossimità della litorale emiliano-romagnola, raggiungono i 40-50 cm/s.

Tale deflusso determina delle oscillazioni smorzate del bacino (*sesse*) che possono permanere anche per diversi giorni dopo la caduta del vento.

L'Adriatico è continuamente interessato da *sesse*, anche se il fenomeno è più frequente da autunno a primavera. La massima intensità dell'oscillazione di *sesse* si riscontra nella sezione settentrionale, mentre procedendo verso sud si smorza sia l'ampiezza delle singole *sesse* che l'intensità spettrale del fenomeno (Fig. 3.4.1/8). Le frequenze dominanti dei fenomeni di *sesse* (11,5 e 22 h) risultano molto prossime alle frequenze della marea astronomica, per cui i loro effetti non sempre risultano facilmente discriminabili dal segnale di marea.

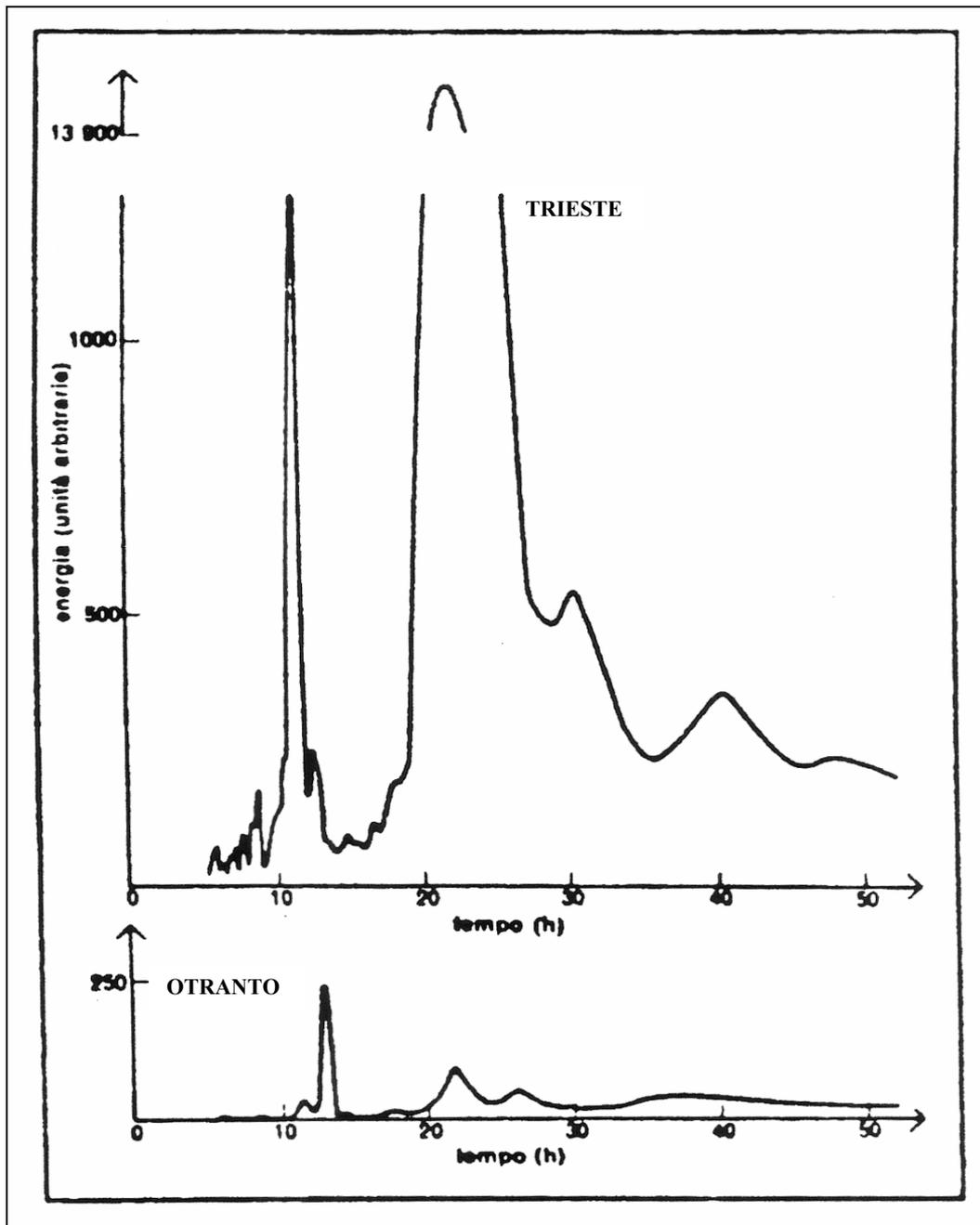


Fig. 3.4.1/8 Spettri di potenza del segnale di sessa ai due estremi del bacino

3.4.2 Caratteristiche meteoceanografiche ed idrodinamiche nell'area oggetto di studio

Il clima del moto ondoso a livello locale

Per descrivere in maniera più dettagliata il moto ondoso nell'area di studio, sono stati utilizzati i dati acquisiti dalla boa ondometrica ubicata nelle acque della fascia costiera antistante Ancona.

Nel caso specifico si riporta graficamente una elaborazione mediata dei dati riferiti al periodo che va da Marzo 1999 a Dicembre 2003, tenendo conto che le informazioni

rappresentate in questa situazione esprimono la prevalente direzione del moto ondoso rappresentata in gradi nella rosa dei venti (Fig. 3.4.1/9).

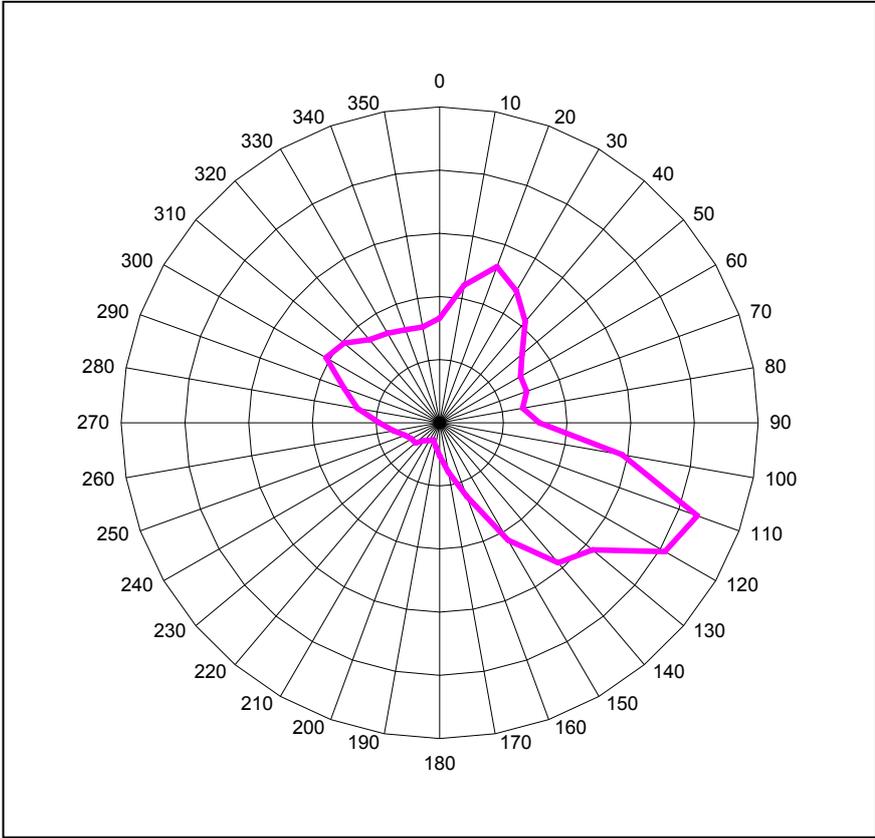


Fig. 3.4.1/9 Direzione del moto ondoso nel periodo Marzo 1999 - 2003

In questa situazione si nota come la direzione del moto ondoso sia legata chiaramente anche alla componente eolica (parag. 3.3), poiché principalmente si evince una frequenza di direzione proveniente maggiormente dai settori del 2° quadrante associata ai venti dominanti provenienti da SE, mentre in maniera meno frequente si hanno direzioni provenienti da NE e NW.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 36
--	--	-------------------

3.5 CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.

Nel paragrafo si riportano informazioni sia a carattere generale (bacino) che puntuale (area di studio) inerenti le caratteristiche chimico fisiche della colonna d'acqua.

La parte generale riguarda le caratteristiche chimico-fisiche del bacino dell'Adriatico Settentrionale, in maniera tale da fornire un quadro conoscitivo di riferimento nell'ambito del quale si inseriscono i successivi dati di caratterizzazione dell'area di studio provenienti da monitoraggi specifici effettuati sia nella zona di studio che in aree limitrofe.

3.5.1 Caratteristiche chimico-fisiche a livello di bacino

La bassa profondità del bacino e l'ingresso di acque dolci ricche di nutrienti fanno dell'Adriatico settentrionale una delle aree più produttive del Mediterraneo. Il Fiume Po scarica in Adriatico circa 43 km³/anno di acqua dolce (in media circa 1425 m³/sec nel 1995; Rapporto annuale della Regione Emilia-Romagna, 1996), mentre gli altri fiumi contribuiscono per circa 7 km³/anno. Da ciò derivano i seri problemi di eutrofizzazione di questa zona a cui la regione Lombardia contribuisce con il maggior apporto di nutrienti in mare, seguita da Emilia-Romagna, Veneto e Piemonte. E' stato infatti stimato che queste quattro regioni scaricassero, negli anni '70, il 43% dei fosfati presenti in Adriatico (pari a 25031 t/anno) e che le principali fonti fossero scarichi domestici e detersivi. Durante il periodo 1982-1994 non è stato comunque registrato un calo di presenze di nitrati, mentre i fosfati sono significativamente diminuiti soprattutto grazie alla loro drastica riduzione nei detersivi. Infatti, il rapporto N/P è passato da circa 50 negli anni 1983-'84 a circa 130, attualmente (Rinaldi, 1996). Probabilmente, questa maggior quantità di fosforo è anche quella che garantisce *blooms* algali meno abbondanti e meno frequenti: il fosforo è, infatti, il principale fattore limitante nella crescita delle alghe.

Parametri trofici

In Adriatico settentrionale la distribuzione dei nutrienti disciolti è influenzata dalle caratteristiche idrodinamiche del bacino che determinano marcate differenze stagionali. Durante l'inverno, periodo di rimescolamento, le concentrazioni dei nutrienti possono essere, nella fascia costiera occidentale separata dal sistema frontale, notevolmente più alte che in mare aperto (Franco e Michelato, 1992). Durante la stratificazione estiva, l'incremento dei nutrienti, soprattutto dei composti azotati nello strato superficiale, dovuto all'apporto dei fiumi, viene rapidamente consumato dal fitoplancton e, successivamente, la materia organica particellata sedimenta negli strati più profondi, comportando sia un forte consumo di ossigeno disciolto (ipossia e, talvolta anossia) sia un incremento di nutrienti dovuto alla rimineralizzazione.

Il ciclo annuale di alcuni dei principali processi e parametri trofici è sintetizzato in maniera significativa dall'andamento spazio-temporale della distribuzione di ossigeno, nitrati e fosfati lungo un transetto che va dal delta del Po alle coste dell'Istria, riportato in Fig. 3.5.1/1 (Cescon e Scarazzato, 1979).

In particolare la figura sottolinea i seguenti aspetti:

- l'omogeneità verticale della distribuzione dei tre parametri durante la transizione autunno-inverno (A1). I soli gradienti che si verificano sono quelli orizzontali, dovuti alla riduzione verso est dell'apporto di acque padane;

 <p>Eni S.p.A. Divisione E&P</p>	<p>Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</p>	<p>Cap. 3 Pag. 37</p>
---	---	---------------------------

- la leggera sottosaturazione dell'ossigeno a tutte le profondità, dovuta al prevalere dei processi di respirazione fitoplanctonica su quelli fotosintetici;
- la tipica situazione di prima fioritura (*early bloom*) durante la transizione autunno-inverno (A2). Le condizioni di eccezionale sovrassaturazione dell'ossigeno di origine fotosintetica (generalmente dovuta a diatomee) sono circoscritte al solo strato superficiale, per la scarsa penetrazione dell'energia luminosa, ed alla fascia costiera. Nello strato profondo inizia a formarsi una zona di rigenerazione;
- durante la transizione primavera estate (A3), la zona di sovrassaturazione dell'ossigeno si sposta, nelle zone *offshore* verso gli strati più profondi, ove le condizioni di luminosità sono più favorevoli. Spesso in questo periodo le fioriture sono sostenute da dinoflagellate (cfr. ad es. Chiaudani et al. 1983). La zona di rigenerazione è nettamente evidente a causa della segregazione degli strati profondi.

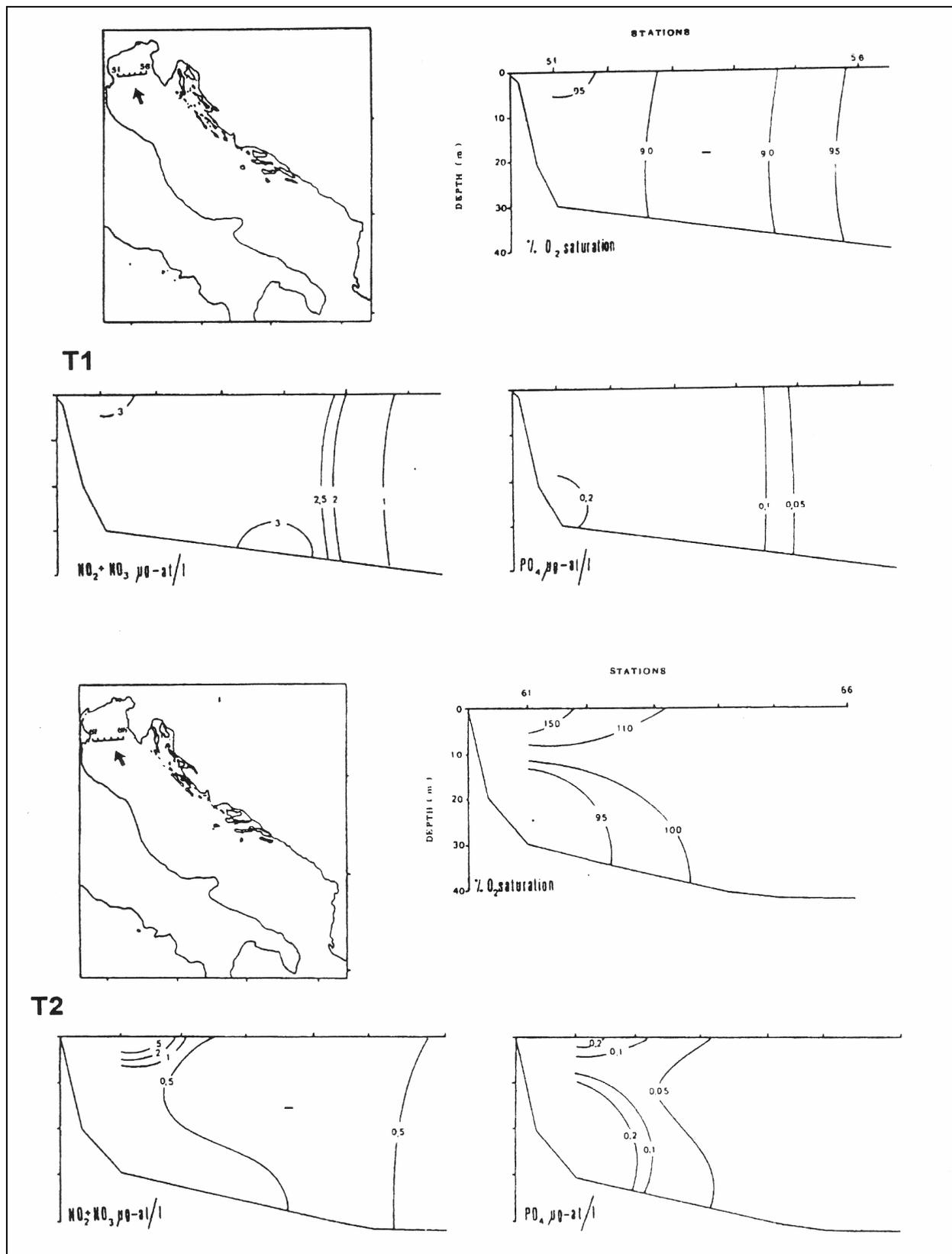
Tale andamento è in accordo con quanto riportato da vari Autori (cfr. ad es. De Gobbis e Gilmartin, 1990 ; Zavatarelli, 1996; Civitarese et al., 1998).

In una ricerca condotta da Degobbis, 1990, sulla base di dati raccolti in 10 anni di campionamenti in Adriatico settentrionale viene evidenziato come, per questa zona di mare, sia impossibile applicare il modello stechiometrico di Redfield et al., 1963 per la rigenerazione dei nutrienti, ampiamente accettato come modello basilare in oceanografia.

Il modello "Redfield" mostra un rapporto AOU:N:Si:P = 276:16:15:1, mentre per l'Adriatico settentrionale il rapporto calcolato in base ai dati raccolti è AOU:N:Si:P = 610:15:47:1, dove con AOU si intende il consumo apparente di ossigeno. Le ragioni di questa discrepanza possono essere spiegate come segue:

- il rapporto AOU:N è molto più alto in Adriatico settentrionale rispetto a quello stimato nel modello "Redfield" (40 contro 17); questo valore indica che una significativa parte dell'azoto rigenerato viene susseguentemente denitrificato e perso dall'ecosistema sotto forma di azoto gassoso, che si risolve in un apparente maggior consumo di ossigeno. Una significativa denitrificazione di solito si verifica in una colonna d'acqua caratterizzata da basse concentrazioni di ossigeno (< 0,4 mg/l), minori di quelle osservate nel nord Adriatico (Degobbis, 1988); tuttavia, la denitrificazione avviene, in quest'area, a livello dei sedimenti che sono ridotti fino dai primi millimetri di profondità. In più, parte dell'azoto rigenerato si accumula nello strato profondo e può diffondere nelle acque interstiziali dove viene accelerato il tasso di denitrificazione;
- la seconda ragione che può rendere conto delle differenze fra i modelli è data dai processi di assimilazione del fitoplancton. Una apparente mancanza di fosforo è tipica del nord Adriatico e, infatti, è stato ipotizzato che il fosforo sia il fattore che limita la produzione primaria in questa zona. Il fitoplancton dell'Adriatico settentrionale può essere infatti selezionato ecologicamente poiché cresce bene anche con rapporti N/P "non ottimali", cioè più alti di quelli riscontrati negli oceani. La materia organica che produce è, pertanto, poco ricca di fosforo e richiede più ossigeno durante la decomposizione per rigenerare una molecola di ortofosfato. Inoltre, il fitoplancton può assimilare ortofosfato anche al buio, quando avvengono i processi di respirazione e l'ossigeno viene consumato. Questo fatto può ulteriormente aumentare il rapporto AOU/P che è tanto elevato nel nord Adriatico;
- un'altra ragione della diversità fra i modelli si ricava dal ciclo annuale della rigenerazione della silice. Non esiste alcuna relazione funzionale fra AOU, che dipende

dalla decomposizione della sostanza organica, e dissoluzione di silice biogenica. Tuttavia, questi due processi, probabilmente, avvengono in accordo nel nord Adriatico: i frustoli silicei arrivano sul fondo senza subire una significativa dissoluzione, portando via silice dai livelli superficiali (Degobbis e Gilmartin, 1990).



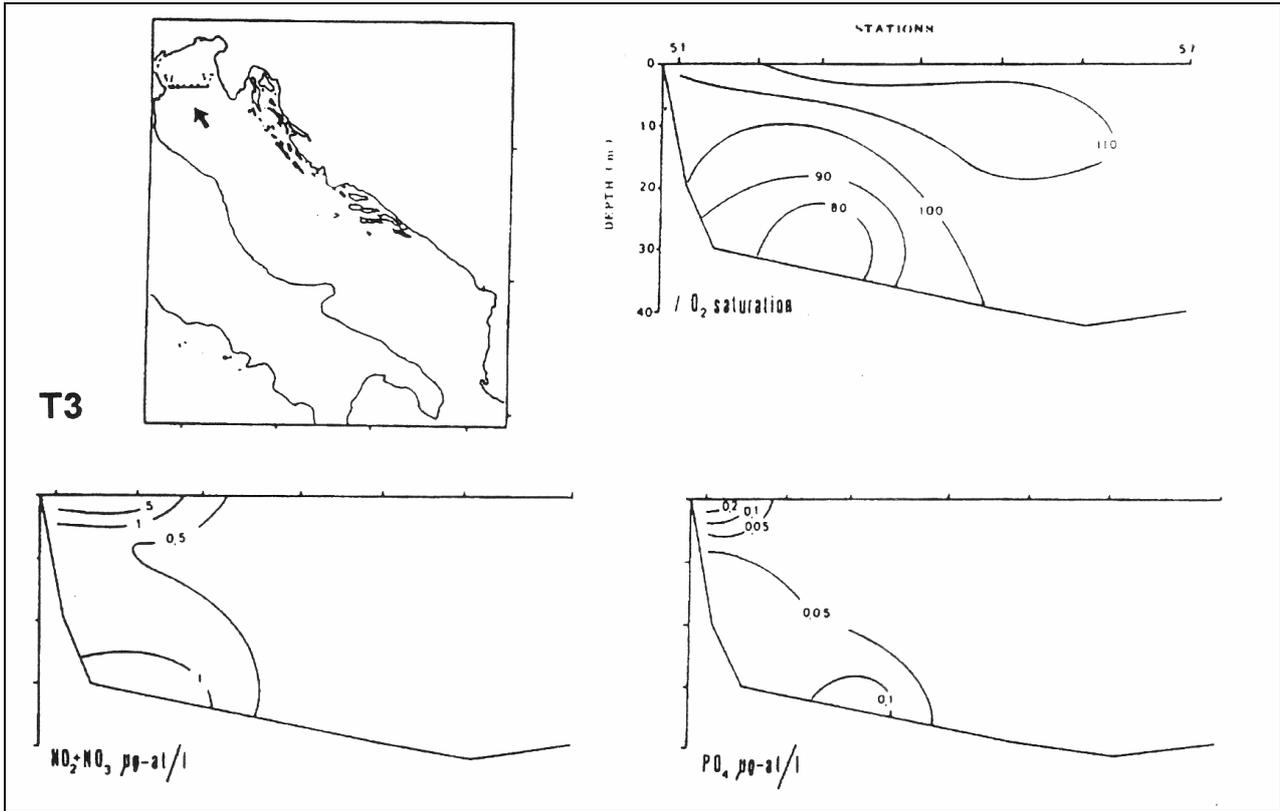


Fig. 3.5.1/1 Andamento stagionale della percentuale di ossigeno disciolto, della concentrazione di nitrato e fosfato lungo il transetto delta del Po - Pola nei mesi di Dicembre (T1), Marzo (T2) e Giugno (T3). (da [21] Cescon e Scarazzato, 1979)

Sia le considerazioni basate sul rapporto N/P, sia le prove di biostimolazione algale effettuate, fanno supporre che il fosforo costituisca il fattore nutritivo limitante lo sviluppo algale durante la maggior parte dell'anno ad eccezione dei mesi estivi, quando tale funzione può essere svolta dall'azoto, che presenta un decadimento più marcato (Fig. 3.5.1/2) (Cescon e Scarazzato, 1979).

Il Nord Adriatico è stato considerato per molti anni come una regione con alta produzione a tutti i livelli della catena trofica, dal fitoplancton ai pesci. La produzione, quantificata al delta del fiume Po, è risultata correlata alla sua portata (Franco, 1973; Gilmartin e Revelante, 1981). E' stato inoltre osservato un marcato gradiente da Ovest ad Est di concentrazione planctonica (*standing crop*) e produzione (Smodlaka e Revelante, 1983). In Tab. 3.5.1/A sono riportati i valori medi di clorofilla α ed i valori massimi e minimi di produzione primaria (misurata con il metodo del ^{14}C) per la parte occidentale ed orientale (Fonda Umani et al., 1992).

Nord Adriatico		
	parte occidentale	parte orientale
clorofilla α	$2,87 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$	$0,9 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$
produzione	$\text{max } 30 \mu\text{g} \cdot \text{C} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ $\text{min } < 1 \mu\text{g} \cdot \text{C} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$	$10 \mu\text{g} \cdot \text{C} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ $< 1 \mu\text{g} \cdot \text{C} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$

Tab. 3.5.1/A Valori medi di clorofilla e valori minimi e massimi di produzione primaria

Valori di clorofilla α molto alti sono stati rinvenuti lungo la costa occidentale italiana dell'Emilia Romagna, dove la media annuale di clorofilla α è superiore a $10 \mu\text{g dm}^{-3}$ e scende sotto $8 \mu\text{g dm}^{-3}$ a 2 km al largo (Anon, 1984) (Tab 3.5.1/B)

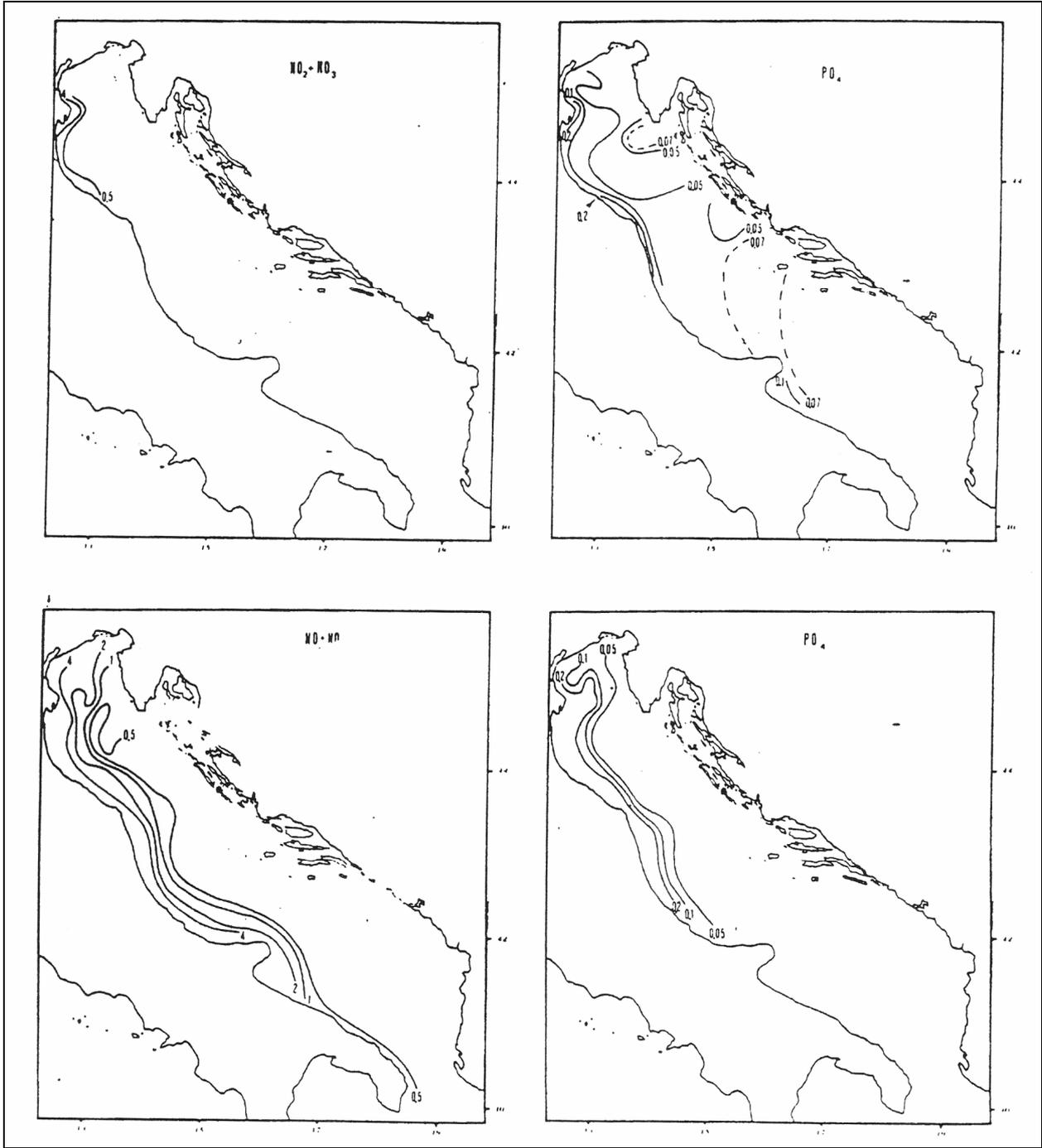


Fig. 3.5.1 /2 Distribuzione del nitrato+nitrito e del fosfato nel mare Adriatico in Giugno (sopra) ed in Dicembre (sotto) - (da Cescon e Scarazzato, 1979)

	Occidentale	orientale
clorofilla α	10 - 8 $\mu\text{g. dm}^{-3}$	1 - 1.3 $\mu\text{g. dm}^{-3}$
produzione primaria		$< 1 - 8 \mu\text{g. C dm}^{-3} \text{ h}^{-1}$ Acque del largo
clorofilla α		$= < 0.5 \mu\text{g. dm}^{-3}$ $< 1 \mu\text{g. C dm}^{-3} \text{ h}^{-1}$

Tab.3.5.1/B Confronto dei valori di clorofilla e di produzione primaria tra zona occidentale e orientale del bacino

Infine, secondo il criterio di classificazione delle acque costiere proposto da Chiaudani et al., 1982, è possibile individuare tre classi di concentrazione di clorofilla α :

- valori medi di concentrazione di clorofilla $\alpha < 1 \mu\text{g/l}$, tipici delle acque pelagiche e corrispondenti ad acque oligotrofiche;
- valori medi di clorofilla α tra $1 \mu\text{g/l}$ e $5 \mu\text{g/l}$, corrispondenti ad acque mesotrofiche o mediamente produttive;
- valori medi di concentrazione di clorofilla α compresi tra $5 \mu\text{g/l}$ e $10 \mu\text{g/l}$, corrispondenti ad acque eutrofiche, tipiche di aree estremamente produttive, nelle quali si possono manifestare fenomeni di intense fioriture algali.

La quantità di biomassa prodotta, e quindi la concentrazione di clorofilla α , è in relazione con le caratteristiche proprie delle acque marine e della stagione; essa dipende, infatti, sia dalla quantità di energia radiante sia dalla disponibilità di sostanze nutritive.

La concentrazione di nutrienti, insieme alla concentrazione di clorofilla α e di ossigeno disciolto definisce lo *stato trofico* delle acque. Una classificazione delle acque costiere adriatiche elaborata dal CNR-IRSA, mostra una fascia costiera dove si alternano condizioni di mesotrofia e di eutrofia ed una zona al largo oligotrofica. Questo conferma l'assoluta predominanza nel controllo del fenomeno degli apporti di nutrienti di origine continentale ed antropica.

Metalli pesanti

Se si osserva la composizione dell'acqua marina, si vede che i metalli sono tutti rappresentati e molti sono indispensabili per le attività vitali. In condizioni naturali i fiumi provvedono al maggior contributo di metalli nell'ambiente marino, anche se una buona parte, proveniente per lo più dalle attività vulcaniche e dai fumi industriali, è trasportata attraverso l'atmosfera. Lungo il loro corso i fiumi raccolgono i materiali provenienti dall'erosione geologica, responsabile dei livelli di base, a cui si aggiungono gli apporti degli scarichi industriali e civili.

Gli elementi di transizione (o metalli pesanti) trasportati dai fiumi si trovano associati soprattutto ai componenti particolari, quali idrossidi di ferro e manganese, carbonati, materiali argillosi e sostanza organica. Alle foci dei corsi d'acqua, la variazione di salinità e pH durante il rimescolamento provoca un caratteristico comportamento dei particolati

colloidal o semicollidali sospesi, in particolare di quelli argillosi, consistente in un'adesione delle particelle e, quindi, nell'aggregazione dei particolati in formazioni più grandi (flocculazione). Questo processo aumenta la velocità di sedimentazione dei materiali particolati e quindi anche delle sostanze inquinanti ad essi associate. I composti inorganici dei metalli di transizione tendono ad essere meno solubili dei corrispondenti composti dei metalli alcalini, soprattutto a pH > 7, come quello dell'acqua marina. Pertanto i metalli pesanti tendono ad essere rimossi dall'acqua per essere immagazzinati nei sedimenti: è per questo motivo che, soprattutto vicino agli estuari, si trovano sedimenti ricchi di metalli pesanti mentre le acque ne contengono quantità spesso molto esigue. Per esempio, zinco, arsenico, vanadio, alluminio, ferro, nichel, rame, piombo, cromo, manganese, cadmio e cesio sono presenti in concentrazioni dell'ordine di µg/l; stagno, mercurio, berillio e torio raggiungono valori dell'ordine dei ng/l (Cognetti e Cognetti, 1992).

Relativamente pochi sono i dati disponibili riguardanti la presenza di metalli pesanti nelle acque del mar Adriatico e nell'area in esame. In particolare nella zona di Ancona, per esempio, sono state rilevate quantità di Zn di 14-15 µg/l, superiori al limite stabilito dalla CEE per le acque fortemente inquinate (che è di 10 µg/l di Zn); anche le concentrazioni di Cu (9,92-17,16 µg/l), Pb (3,55 µg/l in una stazione) e Cd (> 0,5 µg/l) eccedevano i limiti fissati dalla CEE per acque inquinate (De Walle et al., 1993). Secondo le analisi riportate da Ferrara et al., 1992 la concentrazione di Hg disciolto nelle acque del nord Adriatico sembra variare da 2,36 a 6,75 ng/l, valori per i quali le acque possono essere considerate incontaminate, dato comunque che il limite consentito di mercurio nelle acque è di 20 ng/l. Per quanto riguarda il Pb nelle acque dell'Adriatico settentrionali, Ferrari e Ferrario, 1989 riportano valori di 0,63-2,26 µg/l. Uno studio condotto da Munda (1990) sulle acque superficiali del nord Adriatico, vicino alla costa slava, evidenziano valori di 60 µg/l di Zn, 6 µg/l di Mn, più di 0,5 µg/l di Cd, più di 2 µg/l di Cu e più di 1,5 µg/l di Pb.

Sono stati presentati anche i risultati di analisi eseguite nelle acque del Po e dell'Adige (che insieme scaricano 1/3 delle acque dolci che arrivano in Adriatico) vicino alle foci. Tali analisi riguardano la presenza di alcuni metalli (cadmio, piombo, cromo e rame) per un periodo che va dal 1975 al 1980 (Tab. 3.5.1/C).

u.d.m.		1975		1976		1977		1978		1979		1980			
		P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A		
Cd	µg/l					0,160		0,070	0,08	0,055	0,18	0,045	0,30		
	Pb	µg/l	0,40		0,61		0,16		0,12	0,08	0,15	0,18	0,55	0,30	
		Cr	µg/l					0,50		1,10	0,68	0,90	0,55	0,60	0,70
			Cu	µg/l	0,60		0,92		0,60		1,44	0,82	0,45	0,50	0,85

Tab. 3.5.1/C Concentrazioni di alcuni metalli nelle acque alla foce del Po (P) e dell'Adige (A) (da De Walle et al., 1993).

3.5.2 Caratteristiche chimico-fisiche a livello di area di studio

Di seguito sono riportati i dati chimici e fisici relativi all'andamento della salinità e della temperatura che caratterizzano l'area di studio estrapolati dalla consultazione dei rapporti tecnici del progetto Prisma II (Programma di Ricerca e Sperimentazione per la Salvaguardia del Mare Adriatico) relativi agli anni 1996 e 1998, pubblicati nell'anno 2003.

La fase II di tale progetto prevede ricerche approfondite e di grande completezza in due aree di indagine nel bacino dell'Alto Adriatico; la prima si trova a cavallo del delta del Po' si spinge a Sud fin quasi all'altezza di Cervia, la seconda è situata nella zona più meridionale tra Senigallia e Porto Recanati.

Per la descrizione degli aspetti oceanografici fisici e chimici inerenti l'area in questione sono stati utilizzati i dati riferiti alla zona di indagine più meridionale, compresa appunto tra Senigallia e Porto Recanati (Fig. 3.5.2/1), prossima al campo di produzione "Bonaccia Est".

I periodi considerati si riferiscono ai mesi di Febbraio - Aprile 1997, 11 Settembre -11 Novembre 1997 e Maggio - Luglio 1998: ciò ha permesso di mettere in evidenza le differenze esistenti tra le situazioni stagionali, essendo il grigliato delle stazioni e le modalità di campionamento all'incirca uguali nelle diverse campagne.

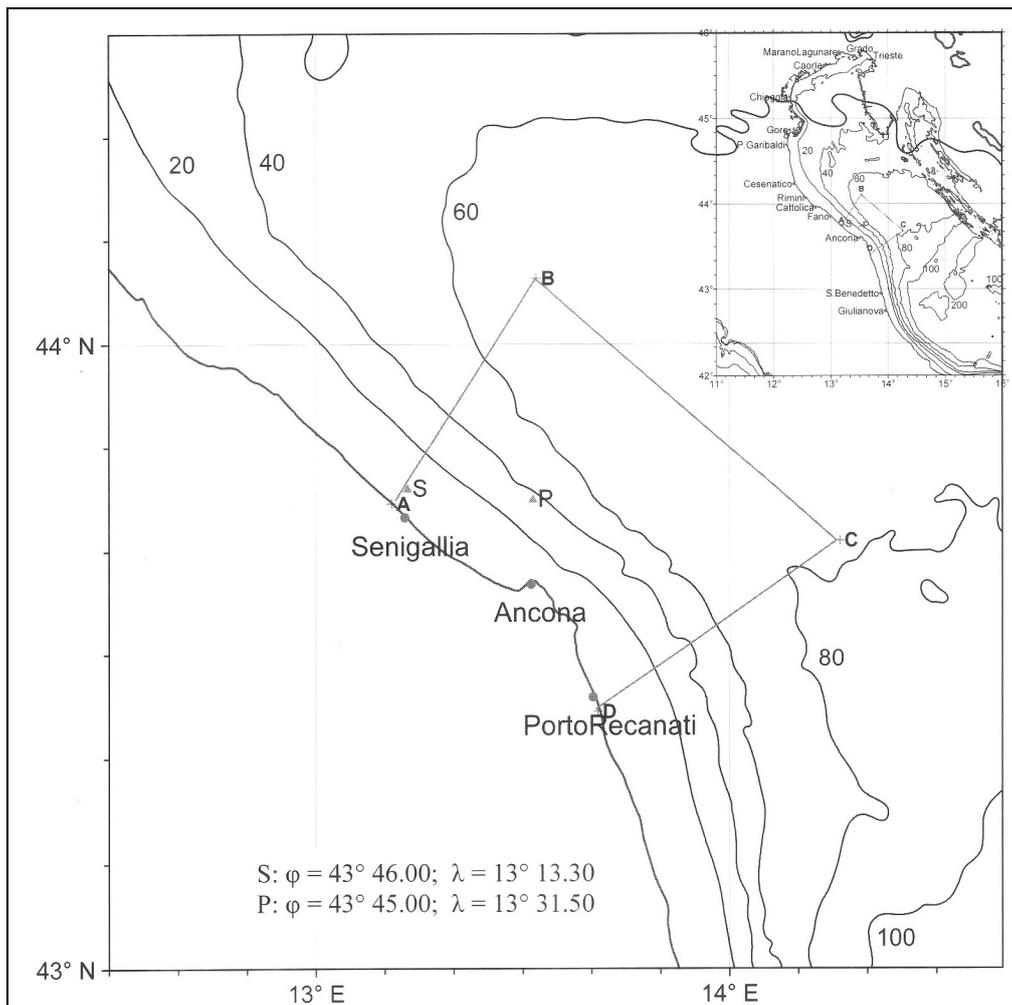


Fig. 3.5.2/1 Area di studio progetto PRISMA II

Periodo 10 Febbraio – 10 Aprile 1997

Durante tale periodo l'area di indagine è caratterizzata dalla presenza di una massa d'acqua quasi omogenea che occupa l'intera colonna delle zone più al largo, presentando un completo rimescolamento lungo la verticale. Le caratteristiche termoaline di questa massa si mantengono pressoché costanti durante tutto il periodo della campagna con valori della salinità intorno a 38,0 psu, della temperatura di 11-12°C e dell'anomalia della densità intorno a 28,9 kgm⁻³.

Sovrapposta alla precedente massa d'acqua si nota la presenza di acqua con salinità relativamente bassa (28,0 < S < 37,5 psu) e con valori di temperatura inferiori a 11°C, che caratterizzano infatti l'acqua costiera e superficiale, la quale deriva dal rimescolamento dell'acqua dolce dei fiumi con l'acqua superficiale adriatica.

L'evoluzione delle condizioni durante il periodo di misura si può avere esaminando il diagramma TS complessivo di tutto il periodo (Fig. 3.5.2/2). Si possono notare da una parte la massa omogenea, che in profondità e al largo, è rappresentata dai puntini che si trovano oltre la isolina di sigma-t 29,9 kgm⁻³, (la quale indica quindi valori più significativi della massa invernale del Nord adriatico), dall'altra dalla distribuzione di puntini lungo tratti curvi che, partendo da valori bassi di salinità e di temperatura, si dirigono verso la isopigna di 29,0 kgm⁻³ (essi rappresentano il rimescolamento tra acque dolci e fredde di provenienza fluviale con quelle adriatiche di mare aperto). Il primo Leg è quello che presenta valori di temperatura e di salinità superficiale più bassi (T < 8 °C e S < 29 psu.). I diagrammi TS dei successivi Leg rappresentano bene l'evoluzione temporale con un aumento della temperatura e della salinità nelle acque costiere e in quelle superficiali. Ciò è indice di una notevole riduzione nella diluizione e anche dell'inizio del riscaldamento stagionale.

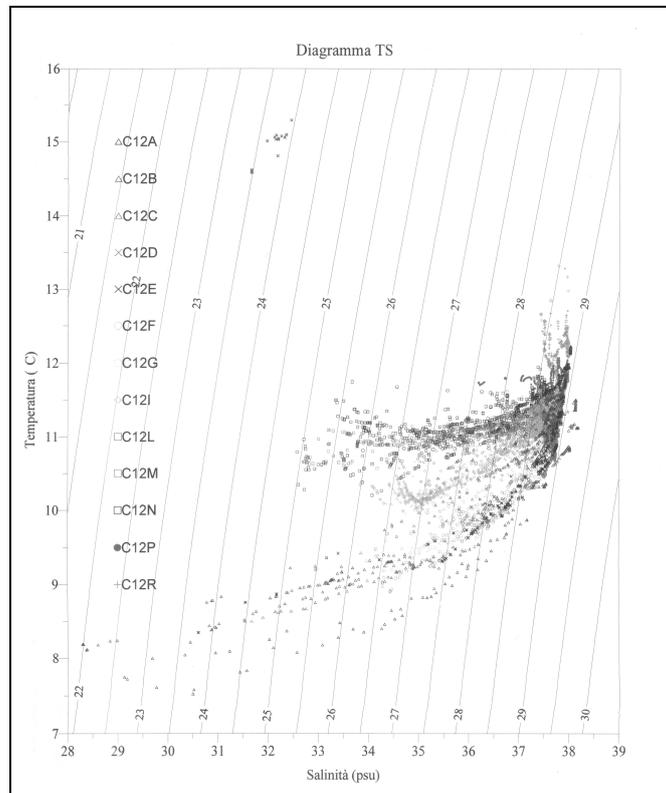


Fig. 3.5.2/2 Diagramma T-S cumulativo dei mesi Febbraio-Aprile 1997

Periodo 11 Settembre – 11 Novembre 1997

Questa Terza campagna di misure eseguita fra la metà di Settembre e la metà di Novembre si presenta, durante il primo periodo Settembre-Ottobre, con delle caratteristiche idrologiche tipiche del periodo estivo quindi analoghe a quelle della prima campagna (Agosto - Settembre 1996 riportata di seguito solo graficamente in Fig. 3.5.2/3 poiché ripetitiva della situazione estiva riscontrata poi nell'anno 1998), mentre nel secondo periodo, fine Ottobre primi di Novembre, si hanno delle classiche caratteristiche di situazione autunnale, con evidente raffreddamento degli strati superficiali e presenza di condizioni di inversione termica (evidente nella Figura 3.5.2/3) che riporta i diagrammi TS cumulativi delle due campagne, in grigio scuro il 1996 e in grigio chiaro il 1997.

Da metà Settembre al 23 di Ottobre, è presente nella zona un sistema a due strati con in superficie acqua più calda e più dolce. Le masse d'acqua in gioco sono tre: l'acqua superficiale adriatica calda e diluita dagli apporti fluviali (Po ed altri fiumi del nord e della costa italiana), la LIW presente nello strato intermedio di alcune stazioni del largo di fronte e a Sud di Ancona e le acque di fondo del Nord Adriatico.

Confrontando il diagramma TS cumulativo delle due campagne si può notare la notevole differenza che esiste fra le due situazioni. Nella prima (estate 1996) lo strato superficiale è isoterma contrariamente a quello della terza campagna (estate-autunno 1997) che presenta un andamento crescente con la profondità anche di un paio di gradi, dimostrando che c'è un bilancio termico negativo con conseguente raffreddamento alla superficie del mare, che appare come componente costante in tutto il periodo di misure allorché la temperatura diminuisce da 25 °C, a circa 13°C in circa due mesi.

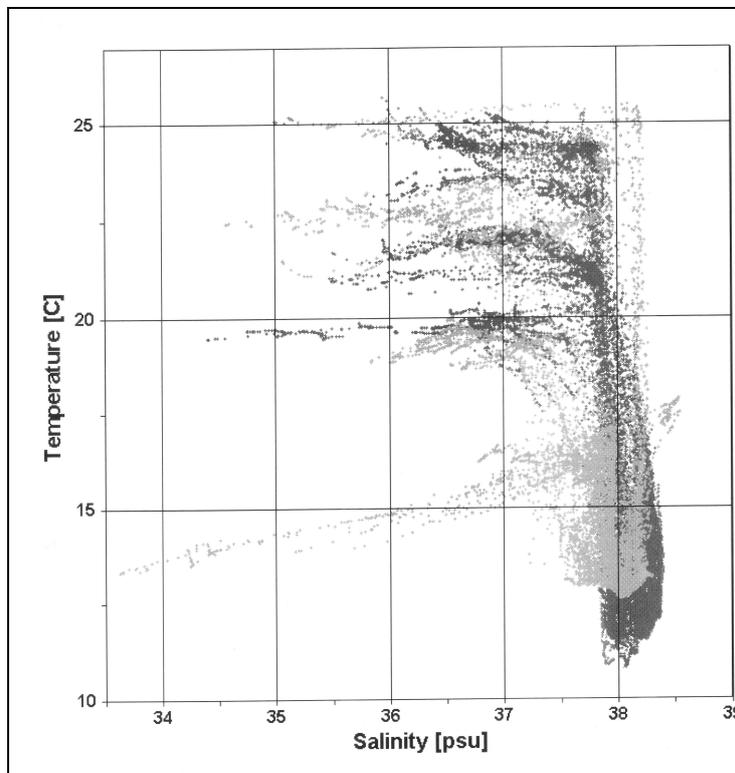


Fig. 3.5.2/3 Diagramma T-S cumulativo delle due campagne. I pallini scuri si riferiscono alla prima campagna (Agosto - Settembre 1996), quelli chiari alla terza campagna Settembre - Novembre 1997

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 46
---	--	-------------------

Periodo 5 Maggio – 10 Giugno 1998

La Quarta campagna di misure eseguite durante questi mesi si presenta con caratteristiche tipiche del periodo primaverile.

Dal diagramma T/S, cumulativo dell'intera campagna (Fig. 3.5.2/4), infatti, si vede come la massa d'acqua superficiale vada gradatamente riscaldandosi passando da circa 15 °C nel primo Leg, 5 Maggio, ai quasi 22°C dell'ultimo Leg, 5 Giugno. Su questo strato meno denso, perché sempre più caldo man mano che si va avanti nella stagione vanno a diluirsi le acque di apporto continentale che si muovono verso Sud con un regime impulsivo.

Passando in rassegna le situazioni registrate nei diversi periodi in cui sono state effettuate le misure si vede che durante il primo Leg (5-6 Maggio) l'acqua diluita costiera è ben individuata da una lingua meno salina, con i valori di Salinità che passano da 36,25 psu a 37,25 psu, da Nord verso Sud. Questa è certamente l'acqua diluita dei fiumi Nord adriatici trasportata dalla corrente verso SE. Mentre, sotto costa, a Nord di Senigallia si nota un nucleo con salinità inferiore a 34 psu, molto probabilmente dovuto all'apporto dei fiumi locali. Nel tratto di mare fra Senigallia e Pesaro (30 km circa verso Nord) sfociano quattro fiumi: Misa, Cesano, Metauro e Foglia. Questi sono fiumi a scarsa portata, ma che sommati fra di loro può avere una certa influenza nella zona di mare più strettamente costiera. Si tenga presente inoltre che sono fiumi a regime torrentizio, e quindi a seguito di temporali zonali possono raggiungere anche un centinaio di m³/s di portata.

Verso la fine di Maggio, la temperatura dello strato superficiale è aumentata di circa 4°C ed il termoclino, che nel primo Leg era intorno ai 10-15 metri di profondità ora si è portato tra i 20 e 25 metri.

Le acque diluite costiere, anche presso la costa, si trovano a profondità inferiori a quelle del termoclino. Quindi riscaldamento e diluizione sono due fenomeni separati. L'area delle acque diluite si estende molto verso il largo, mentre le acque fredde di fondo si sono ridotte alquanto.

Durante l'ottavo Leg nei primi mesi di Giugno la temperatura dello strato superficiale raggiunge i valori di 21-22°C su tutta l'area, mentre il termoclino si è portato alla profondità compresa fra 20 e 30 metri, leggermente più profondo nell'area Sud che in quella del Nord.

L'acqua fredda di fondo (temperatura inferiore a 12°C) è ancora presente su tutta l'area con due nuclei a 40 e a 60 metri di profondità sulla sezione di Senigallia, un nucleo ben definito alla profondità di 60-70 metri sulla sezione di Ancona, mentre sulla sezione di Porto Recanati si può intuire che sia presente un nucleo di acqua fredda, ma molto più al largo, oltre i 75 metri di profondità.

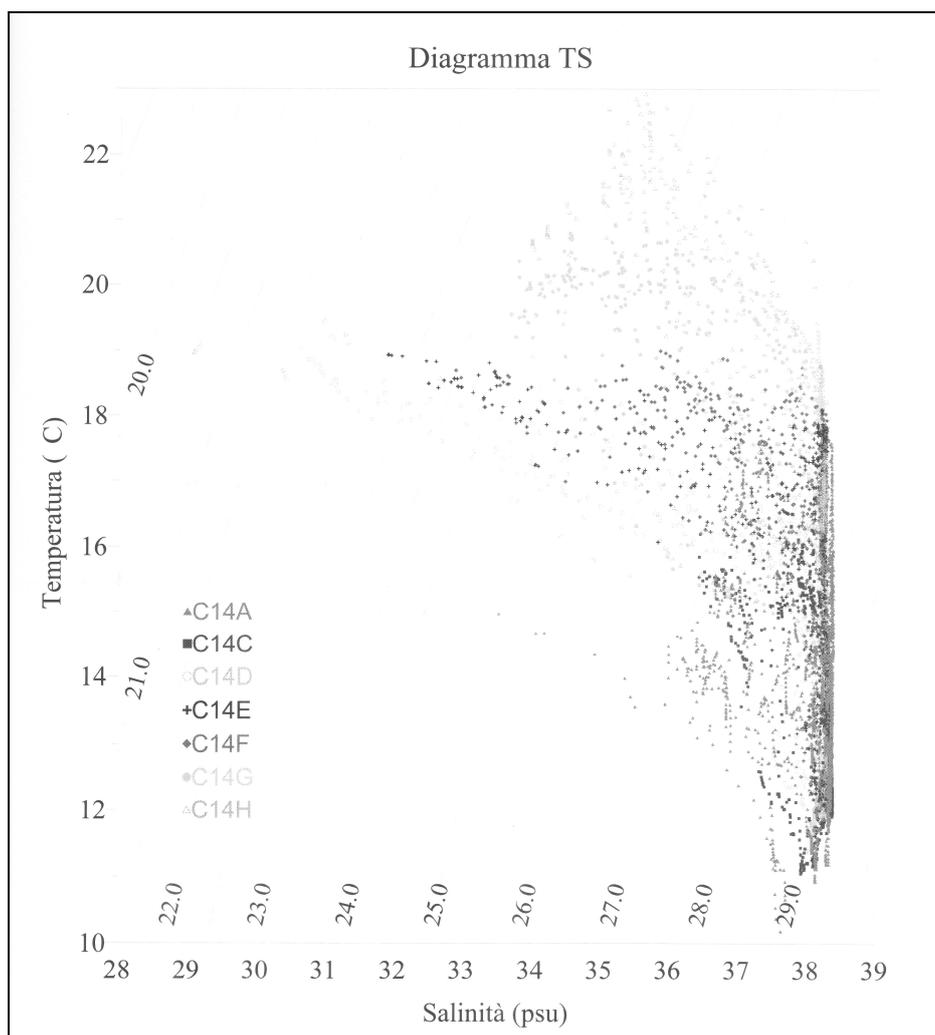


Fig. 3.5.2/4 Diagramma T-S cumulativo dei mesi Maggio-Giugno 1998

Dati Monitoraggio piattaforma “Bonaccia”

Sulla base delle linee guida approvate dal Ministero Ambiente e della Tutela del Territorio a seguito della emanazione del decreto legislativo 152/99, riguardante lo scarico in mare delle acque di produzione derivanti da giacimenti off-shore, sono stati eseguiti una serie di monitoraggi finalizzati alla verifica delle condizioni di qualità delle acque e degli ecosistemi acquatici.

Ai fini della caratterizzazione dal punto di vista chimico-fisico della colonna d'acqua nell'area di studio, si riportano i dati provenienti dal monitoraggio effettuato da ICRAM nell'ambito del Piano di Monitoraggio della esistente Piattaforma “Bonaccia”, provenienti quindi da un sito distante solo 6 km dal futuro campo di produzione “Bonaccia Est” e ritenuti di conseguenza descrittivi anche delle caratteristiche chimico-fisiche di quest'area.

I dati riportati sono stati rilevati durante la campagna estiva dell'Agosto 2001 rappresentativi quindi della condizione più critica perché in questo periodo si riscontrano le maggiori problematiche legate a fattori come lo scarso rimescolamento delle acque, le elevate temperature, l'umento della trofia, ecc.

I dati si riferiscono alla campagna di monitoraggio effettuata quando la piattaforma non era ancora entrata in produzione (“bianco”) e dunque risultano idonei a descrivere, attraverso parametri e valori, la condizione chimico-fisica della colonna d’acqua (esclusi metalli in soluzione) in condizioni naturali ed in assenza di interferenze.

L’ubicazione delle stazioni di campionamento rispetto alla struttura della piattaforma, è riportata nella Fig. 3.5.2/5.

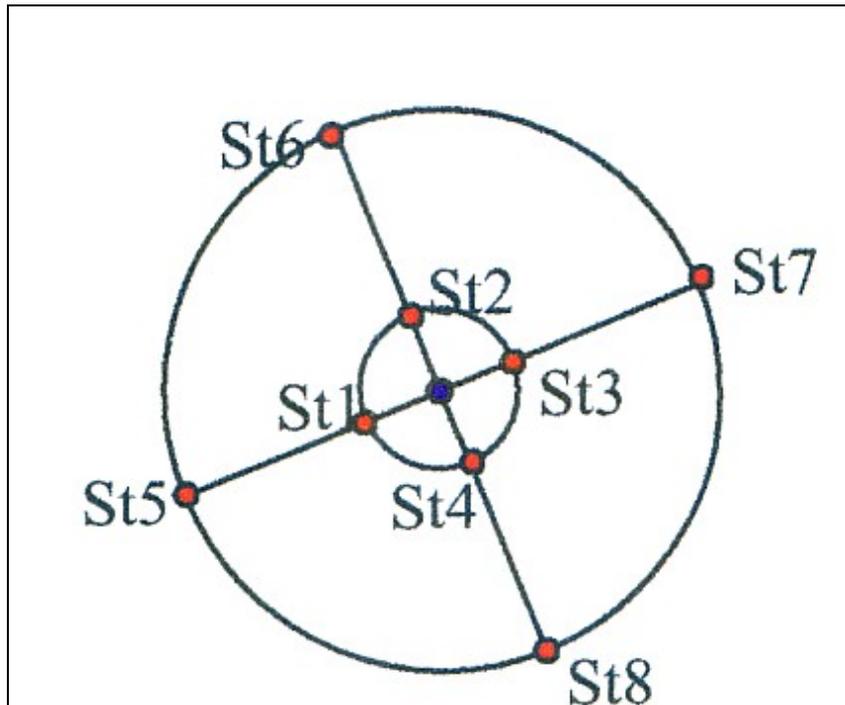


Fig. 3.5.2/5 Ubicazione delle stazioni di campionamento per il monitoraggio della piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 (campagna di “bianco”); la piattaforma è situata al centro.

Temperatura

In superficie, fino a circa 12 metri di profondità, si presenta una massa d’acqua omogenea con temperature comprese tra 26 e 25,7 °C; al di sotto i valori decrescono fino alla quota massima raggiunta dalla sonda, dove si registra il minimo di circa 15 °C.

La massima variazione si colloca tra i 12 e i 30 metri di profondità (Fig. 3.5.2/6).

La situazione descritta presenta un andamento tipico del periodo estivo, durante il quale il riscaldamento provoca una stratificazione orizzontale della massa d’acqua.

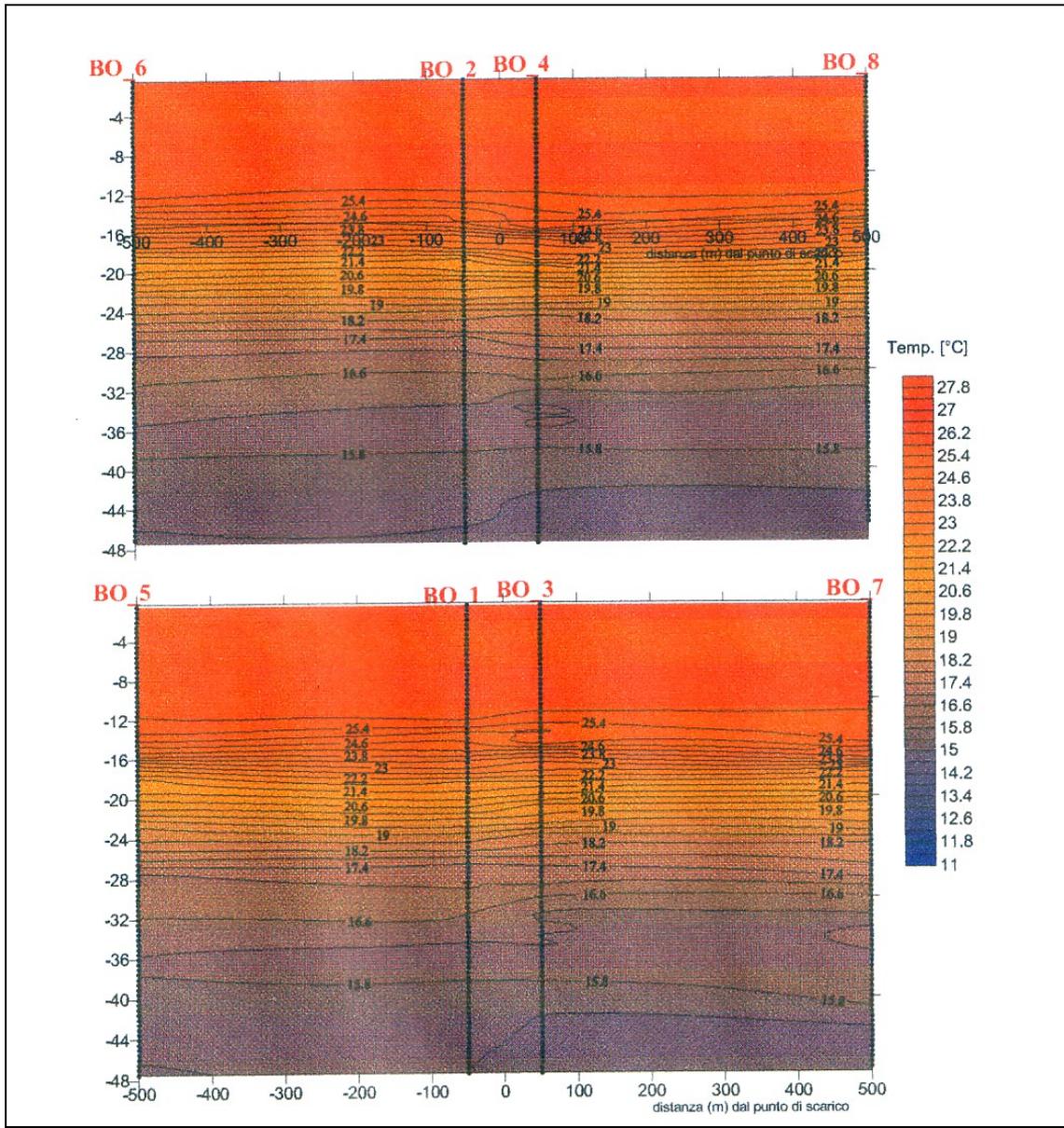


Fig. 3.5.2/6 Temperatura (°C) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - "bianco"

Salinità

L'andamento delle isolinee, (linee di uguale salinità) mette in evidenza una massa d'acqua molto omogenea, con valori di salinità che si attestano intorno ai 38 psu, lungo tutta la colonna d'acqua (Fig. 3.5.2/7).

Tali valori riflettono infatti la stessa condizione riscontrata nella campagna estiva del progetto PRISMA II.

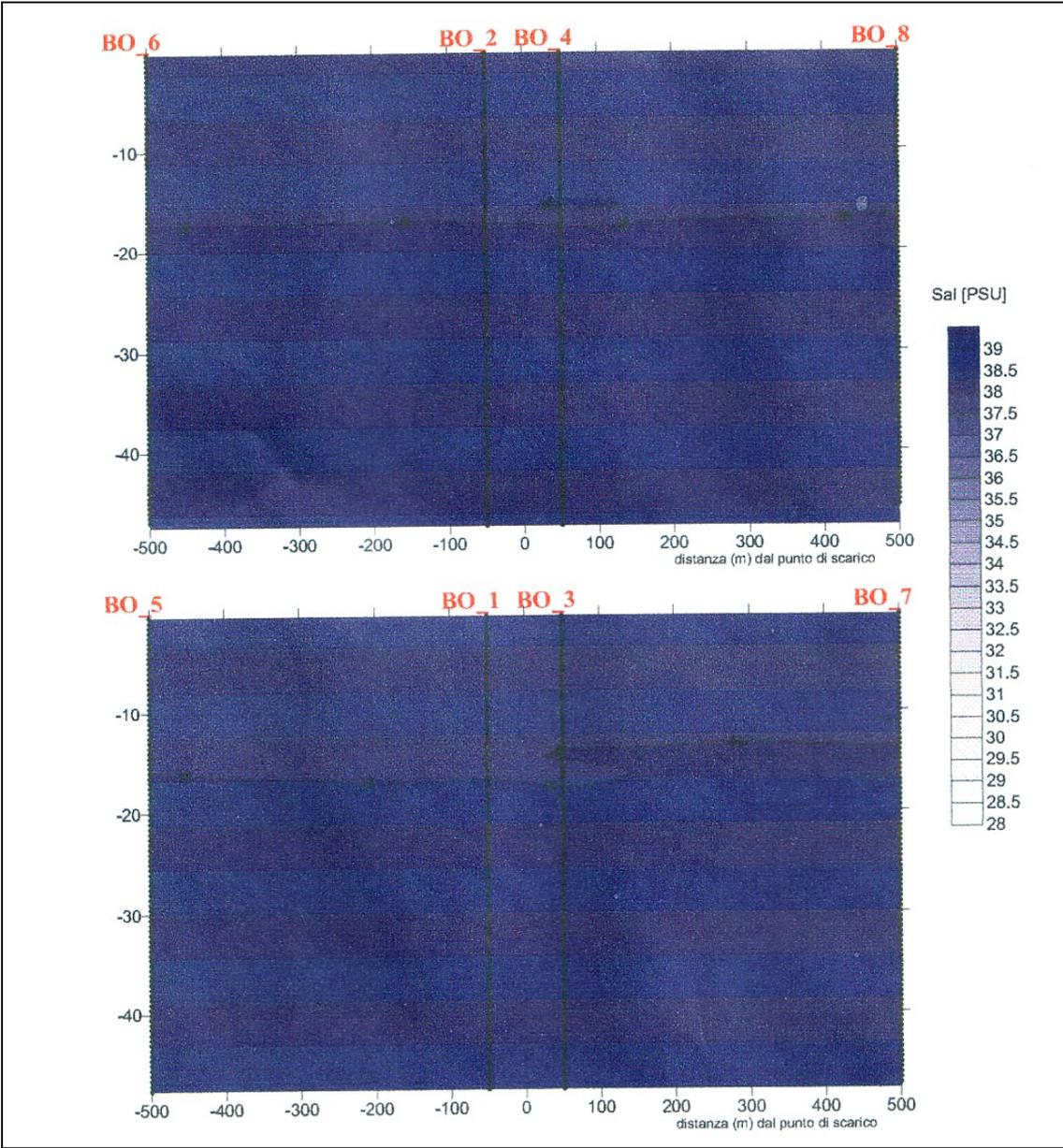


Fig. 3.5.2/7 - Salinità (psu) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - "bianco"

Densità

Dall'andamento delle isopicne (linee di uguale densità) si osserva una massa d'acqua omogenea, fino a circa 12 metri di profondità, con valori di circa 25 σ ; al di sotto, nella fascia compresa tra circa 12 e 25 metri di profondità, si colloca la massima variazione ed i valori aumentano fino a circa 28 σ ; per attestarsi in questo intorno fino alla profondità massima raggiunta dalla sonda (Fig. 3.5.2/8).

La struttura è simile a quella osservata per la temperatura, andamento tipico del periodo estivo durante il quale il riscaldamento provoca una certa stratificazione orizzontale della massa d'acqua.

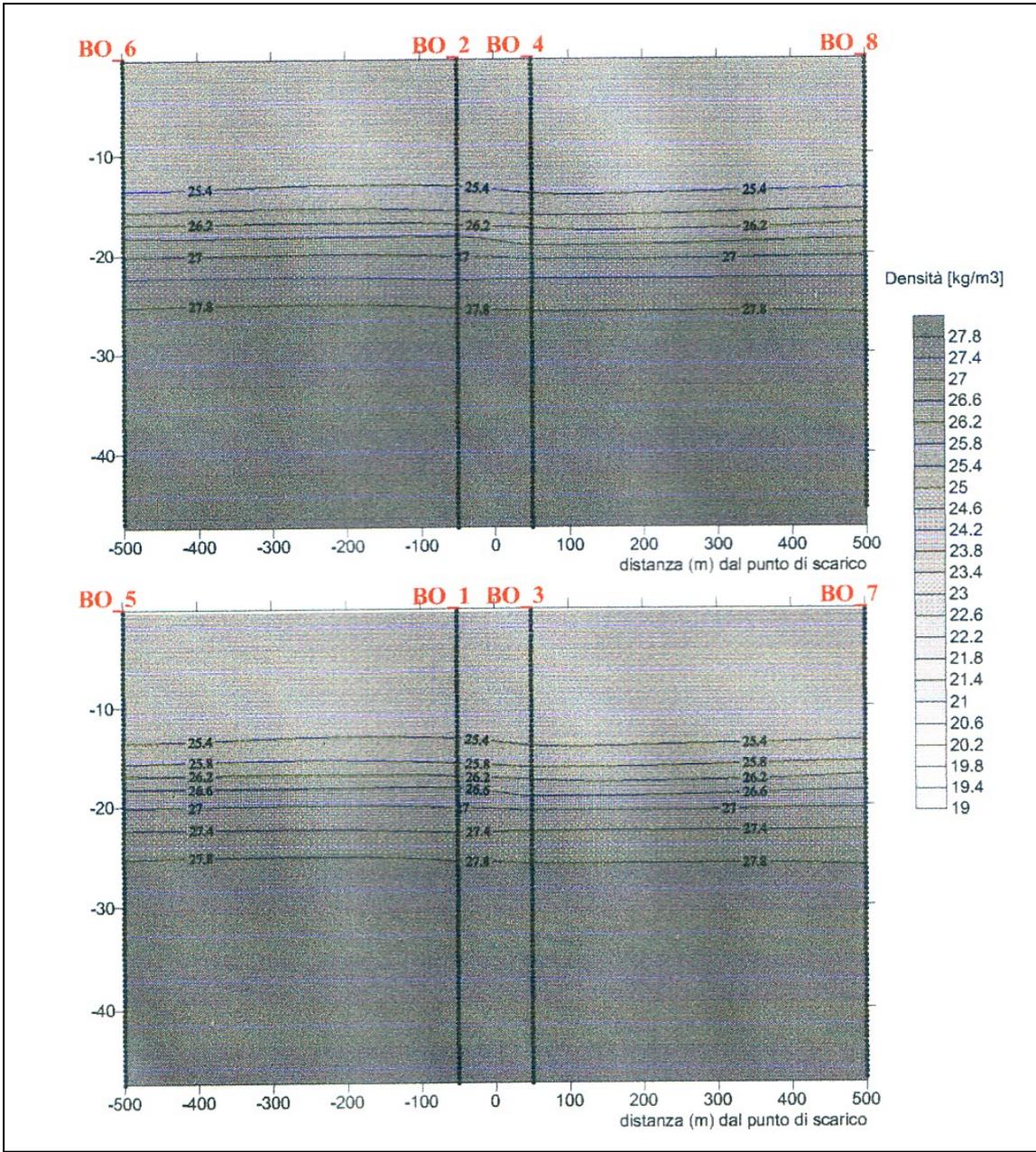


Fig. 3.5.2/8 Densità (σ -Kg/m³) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - "bianco"

Ossigeno disciolto

L'ossigeno evidenzia, per entrambi i transetti, una chiara stratificazione della colonna d'acqua. In superficie si registra una massa d'acqua poco ossigenata, con una concentrazione di ossigeno disciolto che va da un valore minimo di 4,5 mg/l a circa 6 mg/l attorno alla batimetria dei 10 metri; proseguendo lungo la colonna fino a circa 25 metri si ha un aumento dei valori (da 6,4 mg/l a 8,4 mg/l).

Per quanto riguarda il primo transetto, dai 25 metri fino alla profondità massima raggiunta dalla sonda, si riscontra una maggiore omogeneità, con valori che si aggirano tra 8,8 e 9,2 mg/l (valore massimo riscontrato alla profondità di circa 28 metri); per il secondo transetto, nell'intorno delle stazioni 5 e 1, il valore massimo registrato è 10 mg/l, tra i 30 e i 40 metri di profondità (Fig. 3.5.2/9).

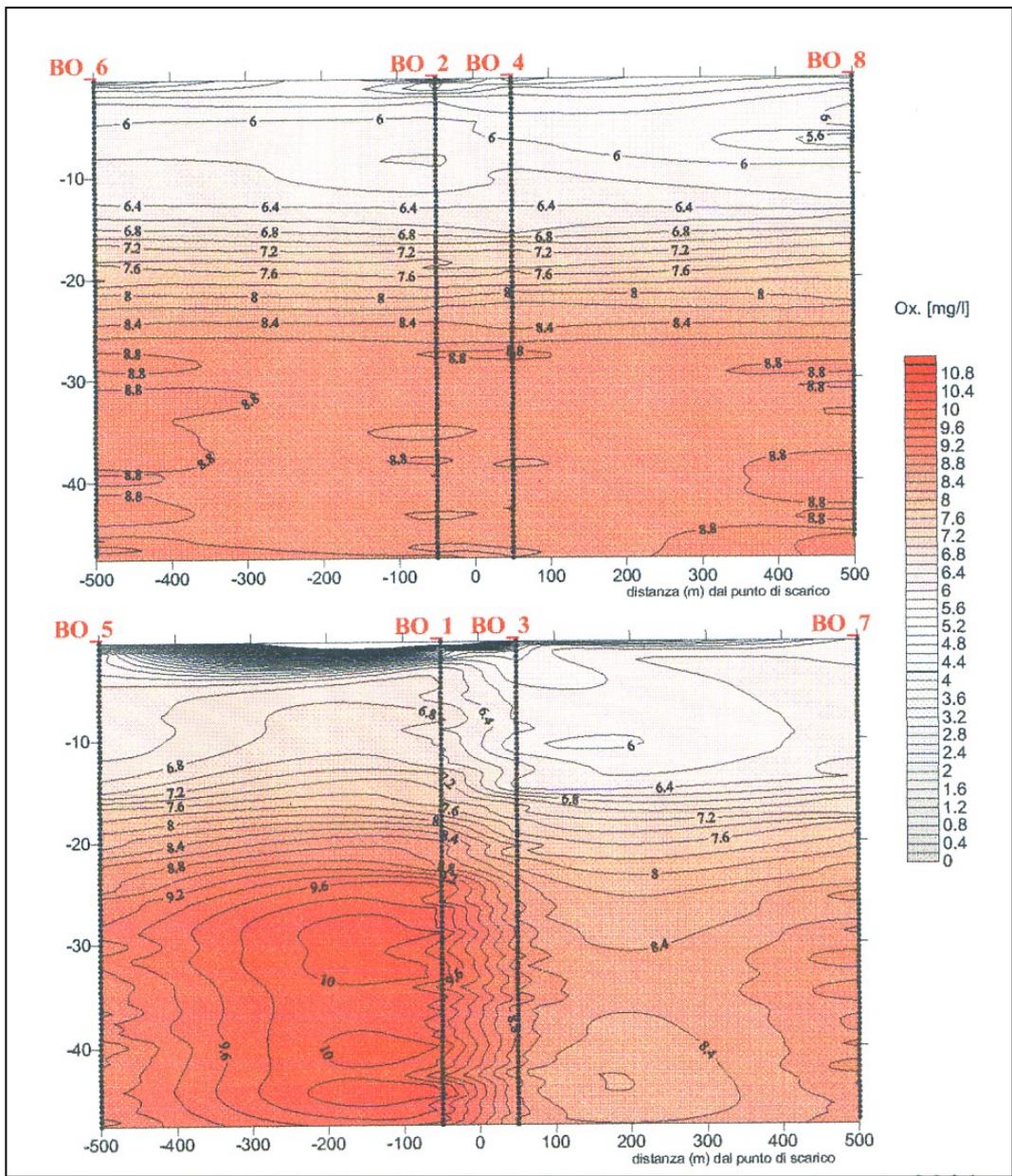


Fig. 3.5.2/9 Ossigeno disciolto (mg/l) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - "bianco"

Clorofilla a

La clorofilla da indicazioni sull'attività fotosintetica e quindi sulla produzione primaria: si osserva un andamento abbastanza omogeneo fino alla quota di circa 40 metri, con valori compresi tra circa 0.7 e 2.4 mg/m³.

Oltre i 40 metri, proprio in prossimità della quota massima raggiunta dalla sonda, si ha il valore di concentrazione maggiore di questo pigmento, circa 6 mg/m³ (Fig. 3.5.2/10).

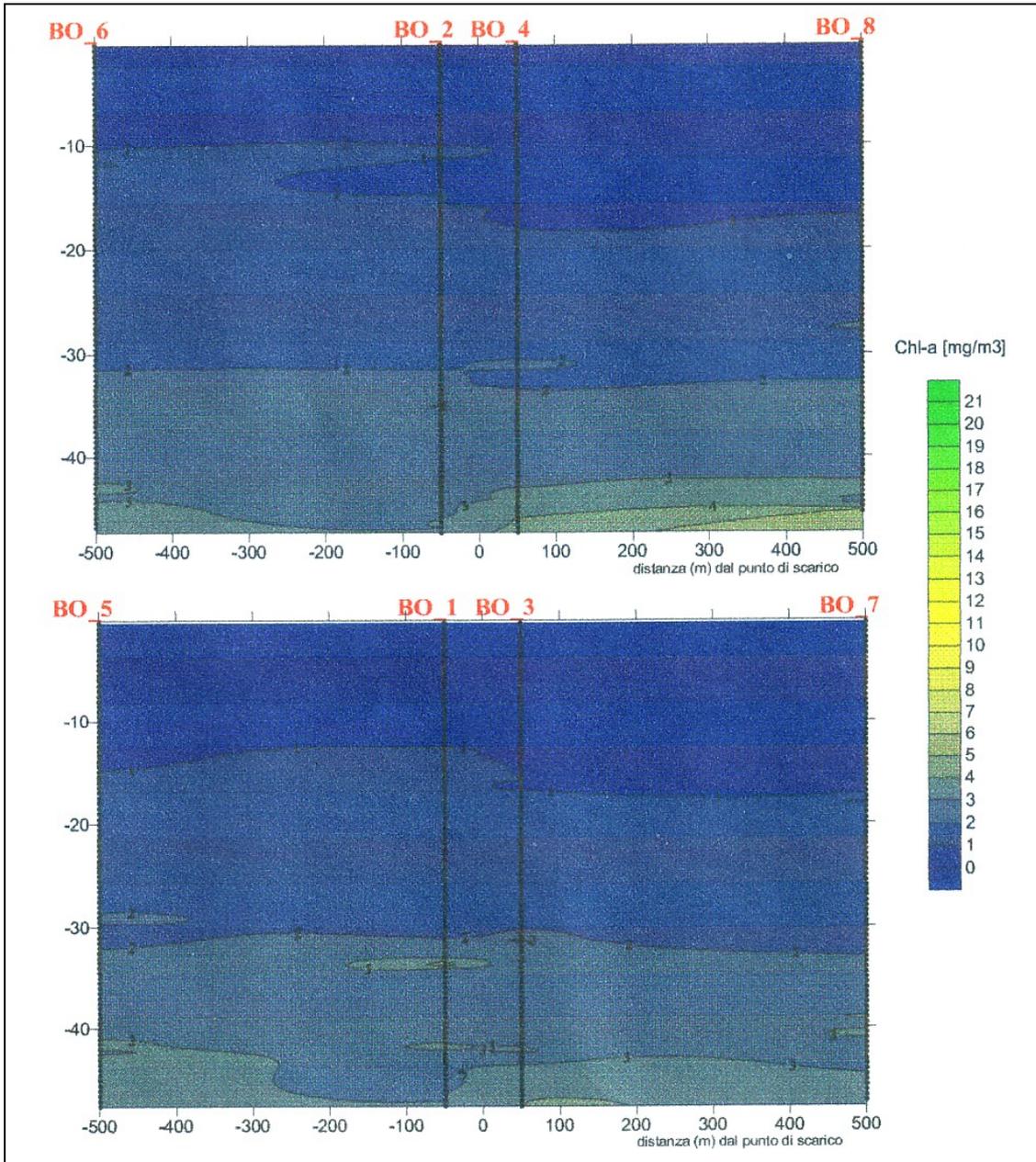


Fig. 3.5.2/10 Clorofilla - a (mg/m³) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - “bianco”

pH

I valori di pH registrati durante la campagna di “bianco” rientrano nel normale range di oscillazione che va da 7,5 unità a 8,4 unità, assumendo valori compresi tra un massimo di 8,3 in superficie ad un minimo di 7,9 (Fig.3.5.2/11).

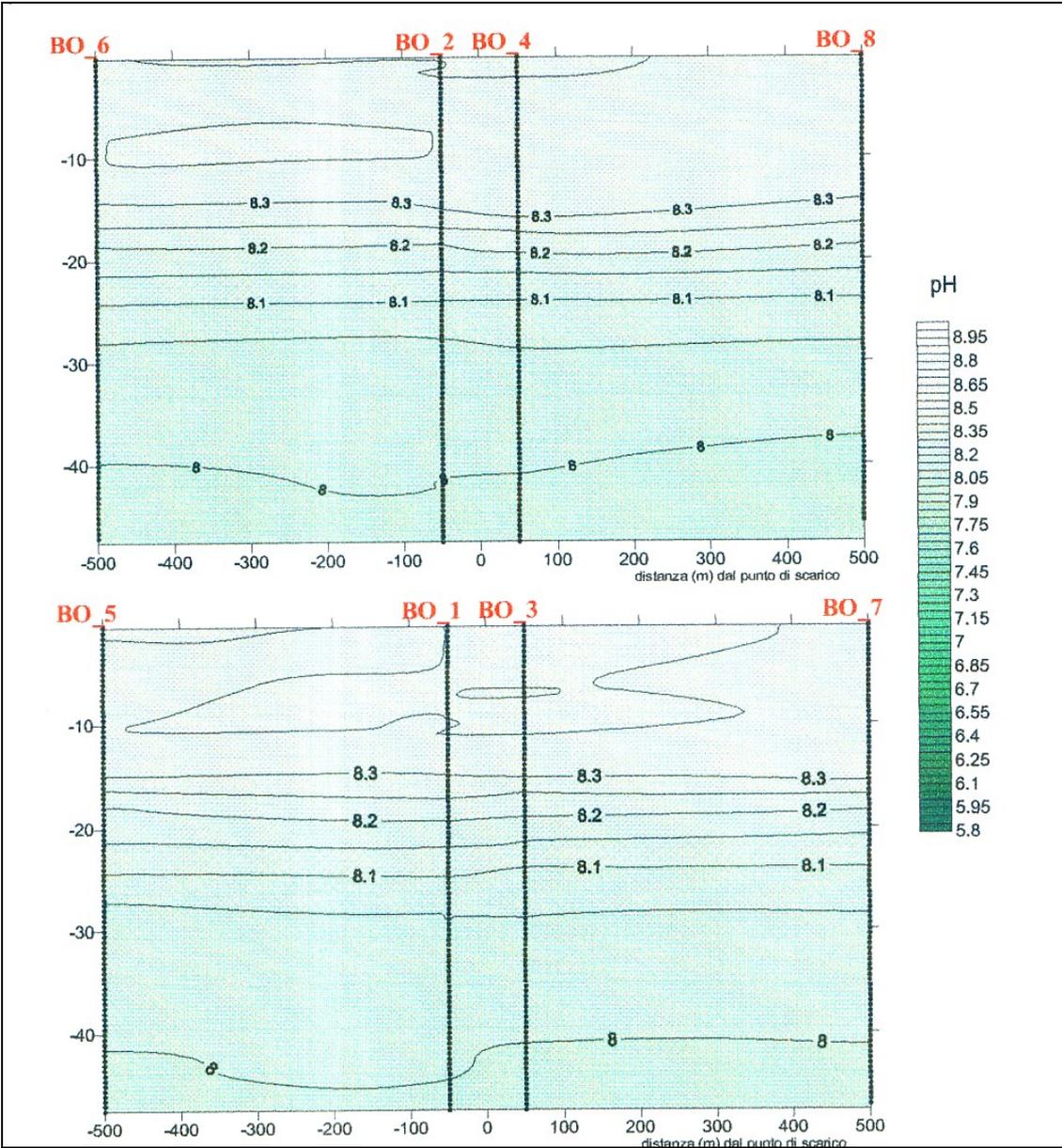


Fig. 3.5.2/11 (pH) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - “bianco”

Nitrati N-NO₃

La distribuzione delle concentrazioni di nitrati non mostra differenze significative tra lo strato superficiale e quello più profondo, registrando in alcune stazioni valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, nelle altre valori bassi compresi tra un minimo di 1,5 µg/l N-NO₃ e un massimo di 5,7 µg/l N-NO₃. Questa situazione, tipica della stagione estiva,

evidenzia l'impoverimento, nelle acque superficiali, dei sali nutritivi ad opera dell'attività fitoplanctonica (Fig. 3.5.2/12).

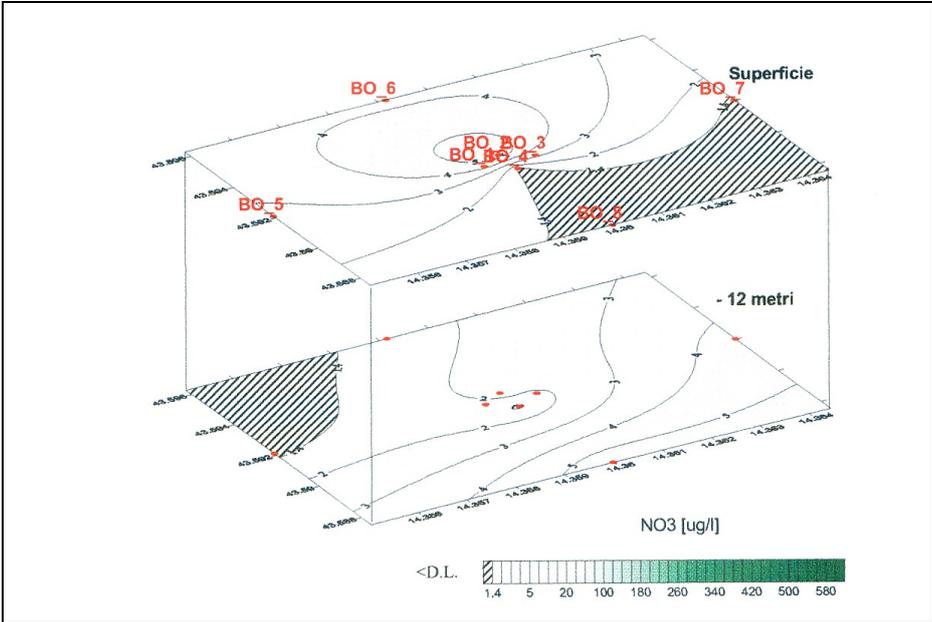


Fig. 3.5.2/12 Nitrati N-NO (µg/l) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - “bianco”

Nitriti N- NO₂

La distribuzione delle concentrazioni dei nitriti mostra un andamento molto omogeneo e simile tra lo strato superficiale e quello più profondo: i valori oscillano tra un minimo di 1,1 µg/l N-NO₂ ed un massimo di 1,5 µg/l N-NO₂ (Fig. 3.5.2/13) con una situazione analoga a quella dei nitrati già descritta precedentemente.

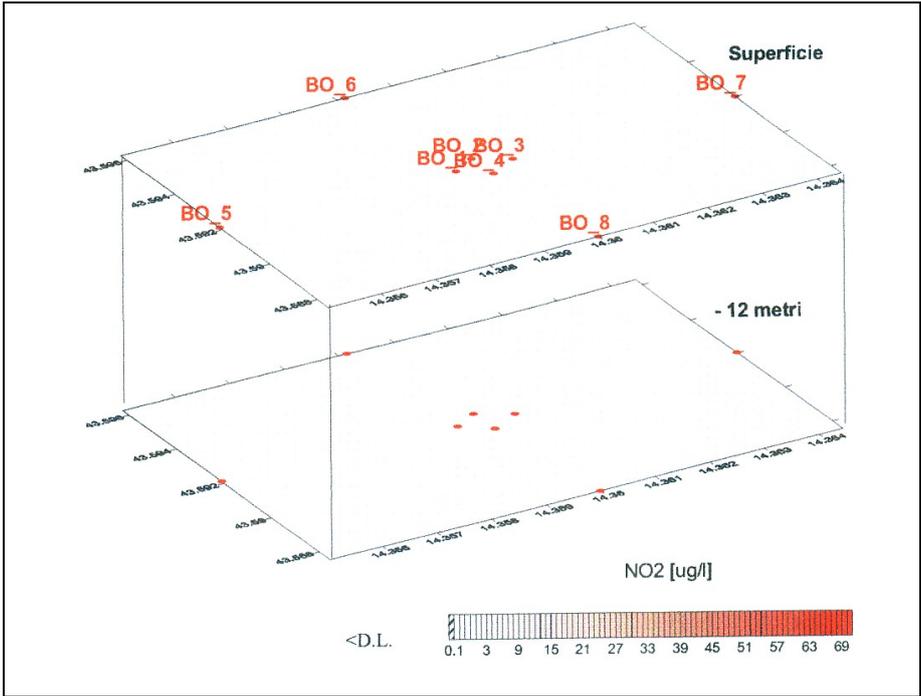


Fig. 3.5.2/13 – Nitriti N-NO₂ (µg/l) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - “bianco”

Ammoniaca N-NH₃

Tra le due quote, quella di superficie e quella a 12 metri di profondità si osserva una distribuzione omogenea delle concentrazioni: i valori oscillano in superficie tra valori inferiori al limite di rilevabilità < 0.4 µg/l N-NH₃ e 2.6 µg/l N-NH₃, mentre a -12 metri tra valori inferiori al limite di rilevabilità < 0.4 µg/l N-NH₃ e 5.3 µg/l N-NH₃ (Fig. 3.5.2/14).

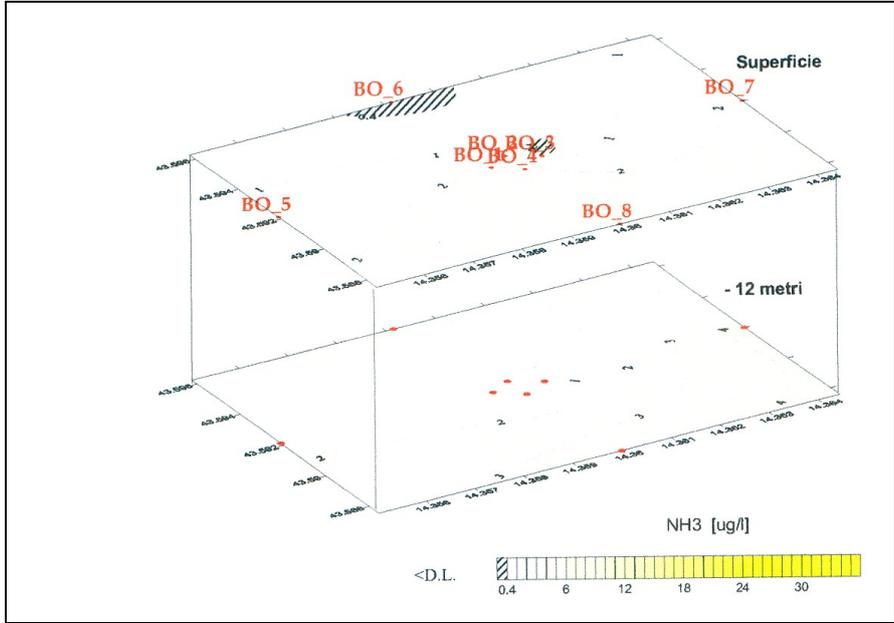


Fig. 3.5.2/14 Ammoniaca -N -NH₃ - (µg/l) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 - "bianco"

Fosfati P-PO₄

In superficie si hanno concentrazioni che oscillano tra 1 e 2.3 µg/l P-PO₄, mentre alla quota più profonda si ha un andamento molto omogeneo, con concentrazioni che si attestano attorno ad un valore medio di 1.8 µg/l P-PO₄ e valgono le considerazioni fatte per nitrati e nitriti (Fig. 3.5.2/15).

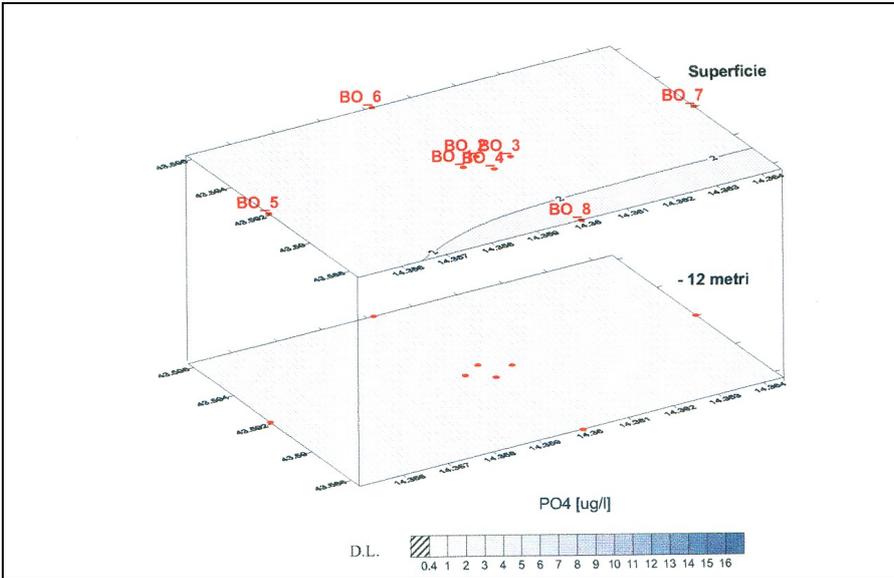


Fig. 3.5.2/15 Fosfati - P-PO₄ (µg/l) - Piattaforma Bonaccia - Agosto 2001 – bianco

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 57
--	--	-------------------

Considerazioni conclusive, punti di attenzione, elementi di criticità

Per quanto attiene alle indagini relative al primo anno dell'attività di monitoraggio svolto dall'ICRAM nell'area di Bonaccia nel 2001 e 2002, si possono trarre le seguenti considerazioni.

Lo studio degli andamenti dei parametri chimico-fisici indagati lungo la colonna d'acqua, quali temperatura, salinità, torbidità, densità, pH, ossigeno disciolto, clorofilla *a* e nutrienti, non ha evidenziato la presenza di eventuali punti di attenzione o elementi di criticità dovuti a perturbazioni di vario genere in atto, in grado di modificare le condizioni di qualità della colonna d'acqua nell'area di studio.

Le condizioni oceanografiche registrate, per il periodo considerato, riflettono le caratteristiche generali del bacino Alto Adriatico.

 <p>Eni S.p.A. Divisione E&P</p>	<p>Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</p>	<p>Cap. 3 Pag. 58</p>
---	---	---------------------------

3.6 IL FONDALE MARINO

3.6.1 Caratteristiche generali della piattaforma continentale dell'Adriatico

Inquadramento geologico

Il bacino adriatico è un tipico esempio di mare epicontinentale caratterizzato da una estesa piattaforma che occupa oltre i 2/3 della sua estensione (Colantoni et al., 1990). Il suo orientamento è prevalentemente NW - SE ed appare contornato da orogeni di sollevamento recente (Alpi, Dinaridi e Appennini).

Il limite tra le sue porzioni settentrionali (pressoché completamente riferibili ad un ambiente di piattaforma) e quelle meridionali (che presentano invece un'ampia area bacinale che raggiunge profondità di oltre 1000 m) è comunemente posto in corrispondenza dell'alto morfo-strutturale del Gargano - Tremiti - Lagosta o "soglia di Pelagosa", con profondità massima di circa - 130 m.

A sua volta il Nord Adriatico è suddiviso in un settore "alto" ed in uno "medio" a partire dalla congiungente Ancona - Isola di Pag. In quest'ultimo settore è presente un'ampia depressione denominata Meso-Adriatica o Bacino del Pomo (Jalinka) a circa 270 metri.

Molti autori (De Marchi, 1922; Segre, 1969; Veggiani, 1971; Colantoni et al., 1979; Newton e Stefanon 1982; Colantoni et al., 1990; Borsetti et al., 1992; Trincardi, 1994) hanno messo in evidenza come, durante l'ultimo abbassamento glacioeustatico del livello marino avvenuto nel tardo pleistocene (che ha raggiunto il suo massimo di circa -110 -130 m intorno ai 15 -18 mila anni fa), tutto l'alto Adriatico e gran parte del medio erano emersi e nell'area si sviluppava un'estesa pianura fluvio-lacustre, su cui migravano il Po ed i principali fiumi centro-settentrionali, che arrivava fino al ciglio della Depressione Meso Adriatica.

Con l'inizio della successiva trasgressione versiliana (o flandriana secondo la geocronologia alpina) il mare iniziò ad occupare progressivamente l'area, seppur non in modo lineare poiché alcune stasi o brevi fenomeni regressivi devono aver interrotto la generale tendenza all'innalzamento del livello marino.

La sua origine è quindi sostanzialmente connessa alla trasformazione della ricca sostanza organica depositatasi, così come avviene attualmente, in concomitanza dell'instaurarsi della pianura alluvionale e di aree lacustri e paludose (Colantoni, 1979).

L'assetto stratigrafico-deposizionale è confermato poi dagli studi particolareggiati delle microfaune contenute nelle numerosissime carote prelevate in Adriatico (Borsetti et al., 1992) che hanno permesso di dettagliare la stratigrafia del Pleistocene sup. - Olocene e, in particolare, di individuare con chiarezza le fasi deposizionali corrispondenti all'ultimo glaciale, al deglaciale, alla breve stasi nella risalita del livello marino databile allo *Younger Dryas* ed all'Olocene (ultimi 10 ka circa).

Tali studi permettono di stabilire anche che i grandi apporti detritici dei fiumi verso le zone più profonde del bacino sono drasticamente diminuiti negli ultimi 2-3 ka. In carote prelevate nelle zone più profonde sono state inoltre rilevate numerose testimonianze di intensi *blooms* algali e di estinzioni di foraminiferi bentonici del tutto simili alle situazioni di crisi che hanno caratterizzato la storia del bacino negli ultimi decenni (Asioli et al., 1990).

Vale infine sottolineare come la trasgressione marina olocenica abbia probabilmente raggiunto la sua massima estensione, così come testimoniato dalla ricostruzione delle linee di riva del più recente passato, circa 2000- 2500 anni fa ed a quest'epoca sono ascrivibili le iniziali fasi di costruzione del sistema deltizio del Po. Le componenti moderne dello stesso però, cioè le sue prime fasi di evoluzione, iniziano a svilupparsi solo a partire all'incirca dal 1600 A.D. con tassi di progradazione estremamente variabili e compresi tra 0.5 e 7 km/ secolo.

Con l'avanzare del mare le coste sabbiose venivano progressivamente smantellate dall'erosione marina e, mentre parte della sabbia andava a costituire le nuove spiagge che via via si formavano e si spostavano in direzione dell'attuale terraferma, una parte altrettanto consistente veniva abbandonata sui fondali marini a costituire una sottile copertura di "sabbie relitte o residuali". Tali sabbie occupano attualmente l'area all'incirca corrispondente all'asse del bacino (Fig. 3.6.1/1). L'azione erosiva del mare trasgressivo non fu però molto intensa, come testimonia la morfologia relativamente accidentata del fondali nord adriatici cosparsi di resti di dune costiere di cordoni e di sistemi barriera-laguna (Bramati, Venzo, 1967; Colantoni et al., 1979 e 1990).

Con il raggiungimento delle condizioni di attuale stazionamento alto del livello marino (avvenuto all'incirca a partire da 2-4000 anni fa) si è impostata infine l'attuale sedimentazione, sabbiosa lungo costa e limosa verso il largo, che presenta geometria cuneiforme e giacitura a *downlap* sui sottostanti depositi trasgressivi che, a loro volta, ricoprono parzialmente i più antichi depositi continentali e di spiaggia (Fig. 3.6.1/2).

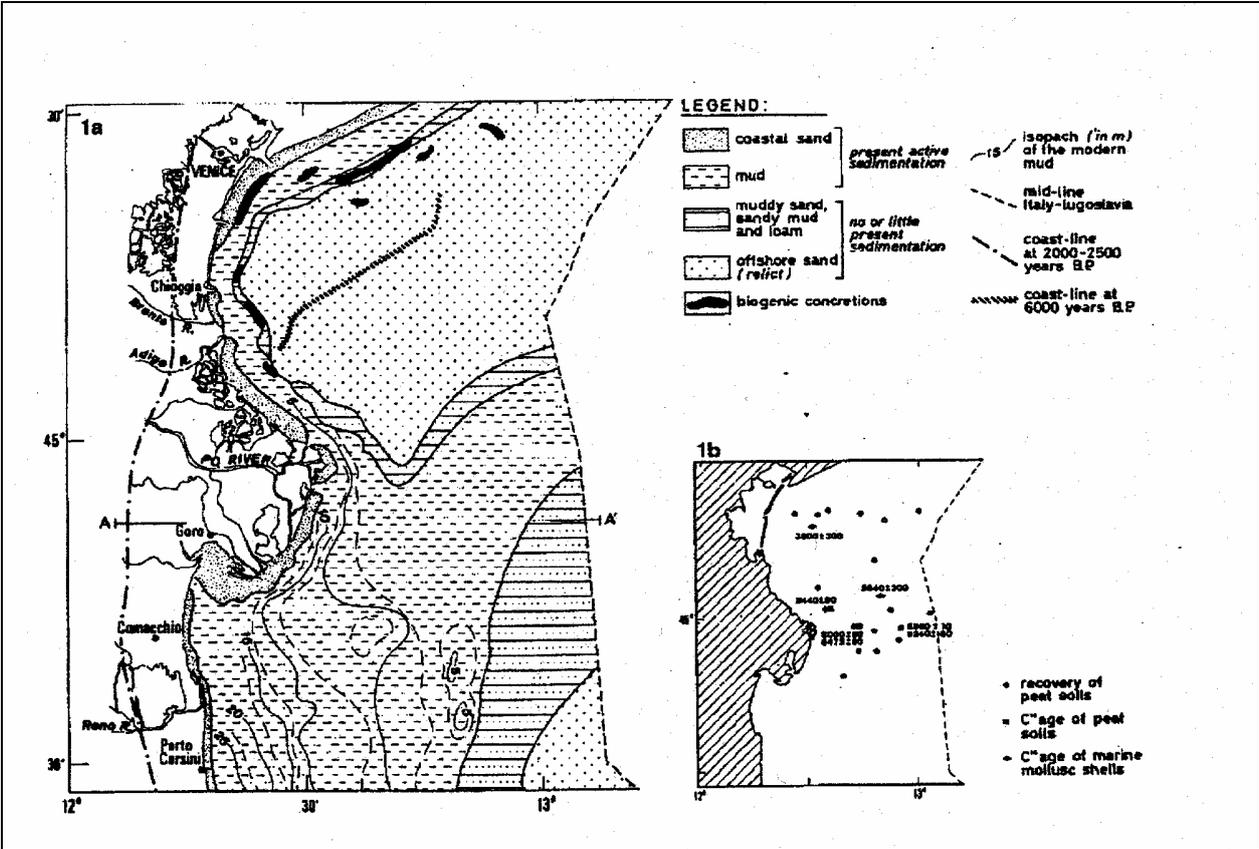


Fig. 3.6.1/1 Distribuzione dei sedimenti e isopache relative alla sedimentazione recente (da Colantoni & Gallignani, 1980; modif.)

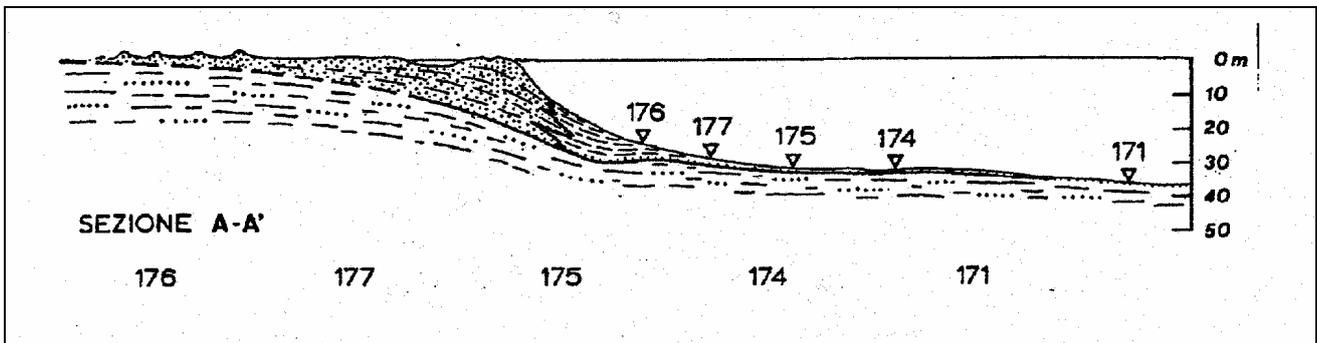


Fig. 3.6.1/2 Cuneo costiero di sedimenti (da Colantoni & Gallignani, 1980; modif.)

Registrazioni sismiche ad alta ed altissima risoluzione evidenziano anche come sia il cuneo moderno sia i sottostanti depositi continentali risultino spesso fortemente impregnati da gas biogenico superficiale e diffuso in concentrazioni più o meno rilevanti su aree a variabile estensione. Tale gas, del tutto superficiale (primi metri nel sottofondo) e privo di importanza economica, è contenuto in materiali porosi ricoperti da strati impermeabili e spesso è presente nelle intercalazioni sabbiose all'interno dei depositi continentali sovrastati dai limi della trasgressione flandriana.

La distribuzione dei sedimenti distinti secondo i loro parametri tessiturali, discussa in dettaglio nel paragrafo successivo, mostra infine una situazione relativamente semplice in tutto il nord Adriatico dove, procedendo dalla costa verso il largo, si susseguono fasce a diverse caratteristiche granulometriche.

Dopo una prima fascia di sabbie fini medie e medio-fini ($2.0 < Mz < 3.0\phi$) che costituiscono la spiaggia sommersa e che terminano mediamente a profondità di 5-7 m, si incontra un'ampia lingua di materiali più fini caratterizzati da sabbie pelitiche passanti a peliti sabbiose, con diametro medio inferiore a $50 \mu m$ (4.32ϕ), formate dal mescolamento fra sabbie litorali, o di piattaforma, e peliti. Il loro spessore varia da pochi centimetri (al largo) sino ai 25 m registrati in prossimità di Porto Corsini.

Più al largo si ritrovano le "sabbie relitte o residuali o sabbie di piattaforma" che raggiungono spessori variabili da pochi cm al metro e mezzo ed alla cui base talvolta sono presenti livelli di 10- 30 cm di tritume bioclastico indicativo dell'azione di correnti trattive sul fondo.

In tutta l'area medio-alta adriatica si rileva poi la presenza di materiali che differiscono dalle normali deposizioni silico-clastiche terrigene e che hanno probabilmente avuto origine in particolari condizioni climatiche del recente passato geologico.

Tra queste troviamo le cosiddette "beach rock", costituite da arenarie medio-fini cementate da una matrice carbonatica (Mg-calcite), che raggiungono estensioni di diverse centinaia di metri quadrati. Esse sono tipiche di ambienti di spiaggia tropicale o subtropicale e sono state ritrovate in diversi punti, mentre la persistenza in superficie rappresenta un'ulteriore testimonianza della presenza di correnti sui fondali che "puliscono" queste strutture sedimentarie.

Di diversa origine sono invece le concrezioni tipo "scogliera organogena" (reefs) originate dal concrezionamento di alghe calcaree unitamente a serpulidi e briozoi su sedimenti

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 61
---	--	-------------------

grossolani e/o substrato duro legato all'ultima trasgressione olocenica. Queste zone sono ben rappresentate da numerosi affioramenti che si sviluppano in altezza per oltre 1 metro e sono quindi facilmente rilevabili con gli strumenti acustici convenzionali (*Side Scan Sonar* e *Subottom Profiler*), per l'indagine del substrato e del sottofondo più superficiale. Un ultimo tipo di fondale duro è infine dato dalle cosiddette "sand-stones" costituite da sabbie calcaree simili alle "beach rock", ma caratterizzate dall'assenza di una laminazione evidente e da una minore estensione laterale. Possono in compenso raggiungere uno spessore di 1,5 metri.

In realtà, l'origine, così come i singoli caratteri distintivi, di tutte queste formazioni non è ancora ben chiara e diverse ricerche si svolgono ancora sull'argomento (Newton e Stefanon, 1982 ; Mizzan, 1995).

Nel loro insieme tali strutture rappresentano, per altro, ambienti di particolare rilevanza biologica, e, considerata anche la scarsità di substrati duri presenti in Adriatico, costituiscono delle vere e proprie isole faunistiche ricche di vita, in quanto non soggette alla pesca tradizionale e quindi sede di ripopolamento naturale (Mizzan, 1995).

I caratteri morfologici del fondo sono poi talora complicati nel dettaglio dall'esistenza di strutture sedimentarie, di diversa dimensione e forma, correlabili con l'attività di trasporto del sedimento e quindi con il campo di velocità orizzontale della corrente attiva in prossimità del fondo che esercita un'azione di stress fisico sui granuli.

Studi condotti sui fondali dell'Adriatico settentrionale (Allen, 1982), seppur limitatamente alle profondità inferiori ai 16 metri circa, hanno messo in evidenza la presenza di strutture di fondo riconducibili, per forma e dimensione, alle "sand waves" con creste disposte secondo un andamento perpendicolare alla linea di riva oltre a forme di fondo del tipo "ridge" tra le batimetrie dei 20 e quelle dei 30 metri (Cavaleri e Stefanon, 1980).

Si suppone che queste strutture possano essere attuali ed originate da correnti trattive sul fondo, indotte dal moto ondoso quando viene superato un valore soglia di stress meccanico. Da calcoli eseguiti sulla base delle formulazioni esistenti (Cavaleri et al., 1980), ed in riferimento a fondali di 15-20 metri di profondità, si ottengono dei valori soglia per la corrente di circa 70 cm/s. Questi valori sono nettamente superiori ai valori medi registrati quotidianamente (5-20 cm/s), ma sono raggiungibili durante eventi di tempesta (*storm surge*) più o meno intensi.

Vale poi sottolineare che esistono diversi semplici metodi, fondati su diagrammi bidimensionali, per valutare la possibilità di ottenere delle forme di fondo ad opera della corrente presente sul fondo (Allen, 1982) ed in funzione dei parametri caratteristici del moto ondoso e delle misure granulometriche dei sedimenti. Seguendo questo approccio i diagrammi disponibili sembrano confermare la possibilità che si instauri un campo di corrente sufficiente a generare dune anche in Adriatico .

Morfobatimetria

Considerando la struttura batimetrica del bacino (Fig. 3.6.1/3), è possibile identificare tre aree distinte.

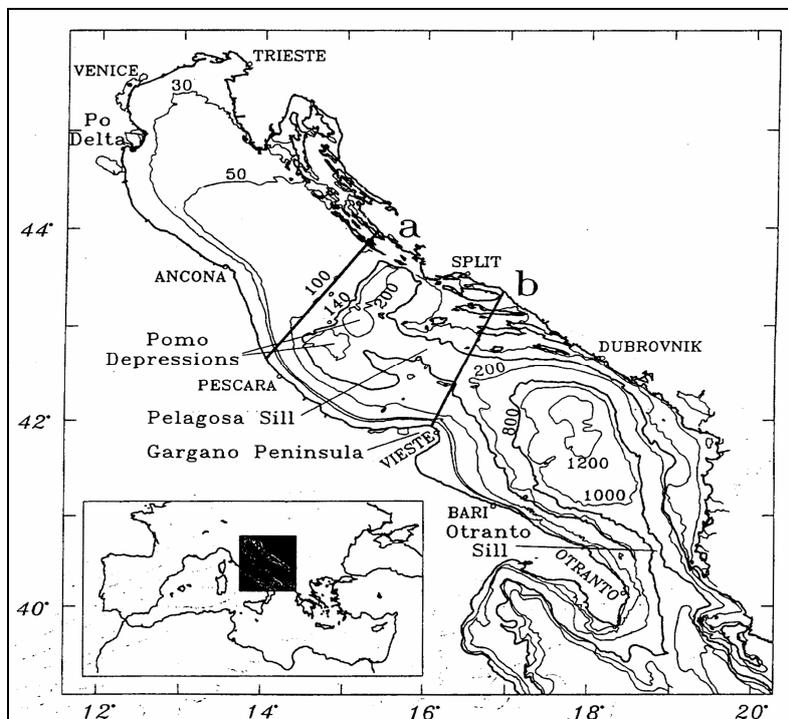


Fig. 3.6.1/3 Batimetria e zonizzazione del bacino Adriatico (da Artegiani et al., 1997)

L'Adriatico Settentrionale ha fondali bassi, dalla isobata dei 100 m lungo la congiungente Pescara-Zara, si passa a valori inferiori ai 30 m nella parte settentrionale del bacino, con una profondità media dell'ordine dei 40 m. La sezione centrale del bacino ha una profondità media 140 m, mentre le profondità massime si riscontrano nelle depressioni di Pomo, a valori compresi tra i 240 e i 270 m. L'adriatico centrale è separato dalla sezione meridionale dalla sella di Pelagosa, a profondità di ca. 170 m (Fig. 3.6.1/4).

Nella sezione meridionale del bacino la batimetria degrada rapidamente sia dalla fascia costiera che dalla sella di Pelagosa verso un'ampia piana abissale a profondità di ca. 1200 m. La batimetria risale poi bruscamente verso la sella di Otranto, a profondità di ca. 800 m, che mette in comunicazione il bacino con il resto del mare Mediterraneo.

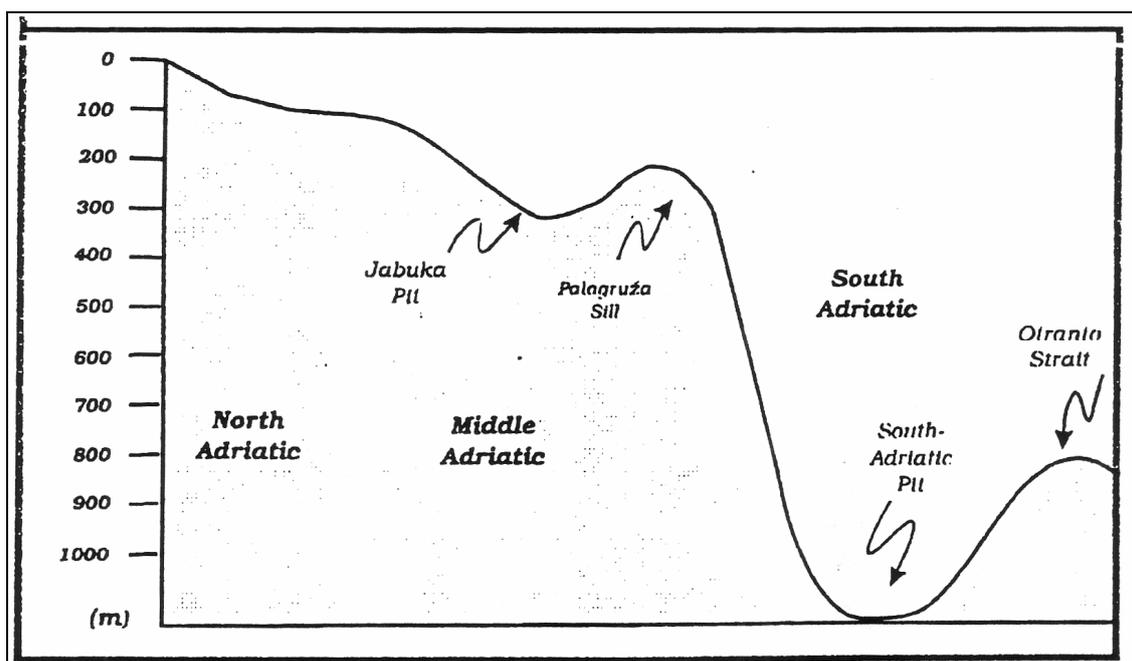


Fig. 3.6.1/4 Andamento batimetrico lungo l'asse del bacino (da Zore Armanda, 1998)

Nella Fig. 3.6.1/5 seguente è riportata la rappresentazione batimetrica del fondale del bacino del Mare Adriatico.

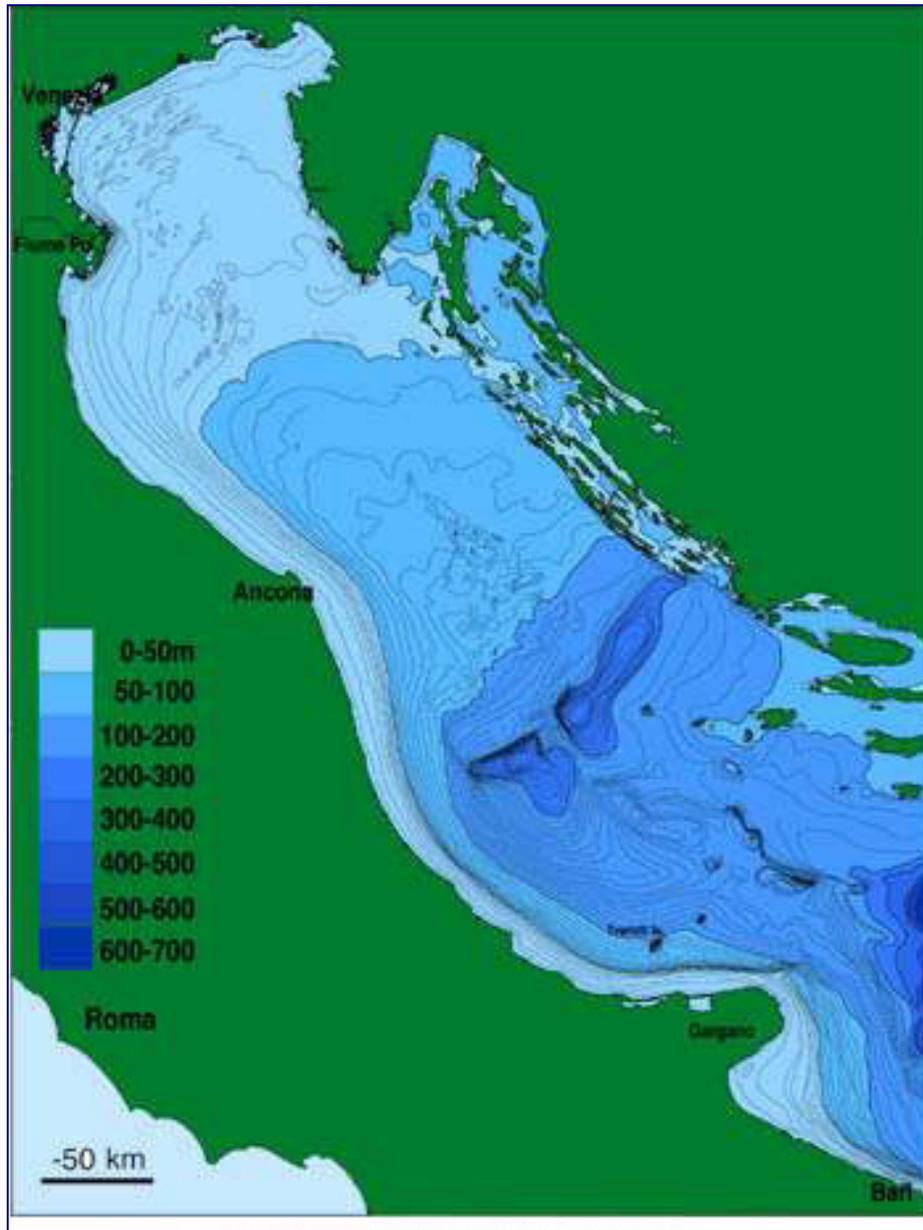


Fig. 3.6.1/5 Schema batimetrico del mare Adriatico - Sedimentologia generale della piattaforma continentale dell'Adriatico settentrionale

La tipologia e la distribuzione dei sedimenti attuali che caratterizzano l'Adriatico settentrionale (Pigorini, 1968; Colantoni e Gallignani, 1980) è, ovviamente, legata alla recente storia geologica del bacino ed ai contributi terrigeni dei vari fiumi che vi sfociano, primo tra tutti il Po, ed ai processi dispersivi e deposizionali indotti dalla dinamica marina (moto ondoso e correnti).

L'input sedimentario del Po assume un ruolo preponderante soprattutto per i fondali meridionali dell'area (Nelson, 1970; Idroser, 1996). La zona di influenza dei vari fiumi è deducibile dalla Fig. 3.6.1/6 alla Fig. 3.6.1/7, dove sono schematizzate le *province sedimentarie* (cioè le differenze nella composizione mineralogica) dovute ai diversi apporti e dove viene evidenziato come in genere il contributo terrigeno dei fiumi veneto- friulani e, quindi, la loro generale influenza, si fermi alla laguna di Venezia (Provincia Veneta). I materiali trasportati dal Po (Provincia Padana), invece arrivano fino al medio Adriatico.

Non ben definibile è inoltre il contributo dei fiumi appenninici, mentre pressoché nessuna importanza pratica risulta infine avere l'apporto eolico di materiale medio-fine.

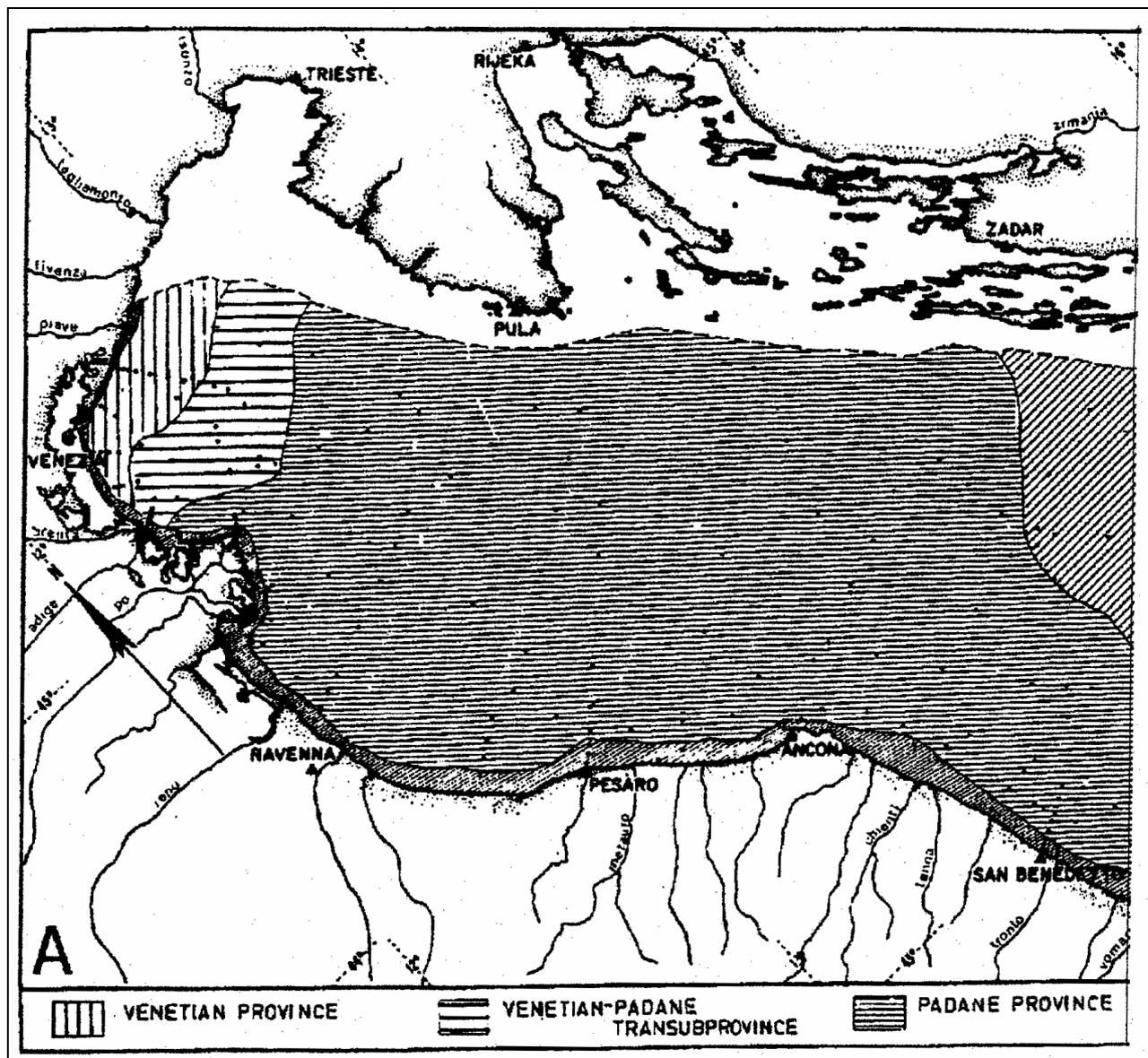


Fig. 3.6.1/6 Rappresentazione delle provincie sedimentarie (da Pigorini, 1968; modif.)

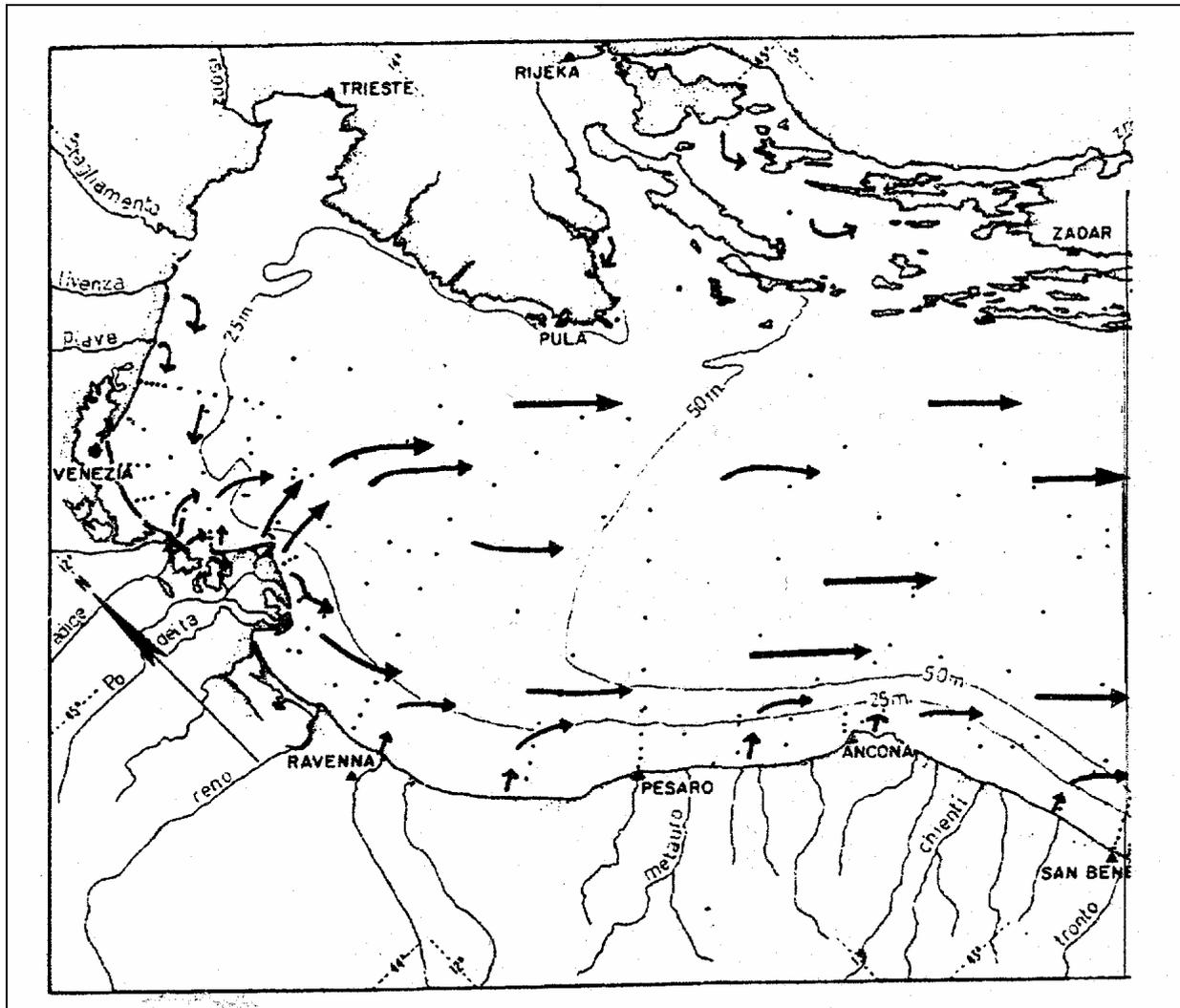


Fig. 3.6.1/7 Dispersione dei sedimenti del fiume Po (da Pigorini, 1968; modif.)

La distribuzione areale dei sedimenti attuali della piattaforma continentale dell'Adriatico settentrionale, può essere schematizzata nel modo seguente: oltre la stretta striscia di sabbia che si incontra lungo la costa e che è la continuazione delle sabbie della spiaggia emersa (sabbie costiere), si trova dapprima una larga fascia di materiali fini (fascia pelitica) ed infine una seconda ampia zona di sabbia e sabbia pelitica (sabbie di piattaforma).

Le sabbie costiere sono fornite dai fiumi, dalle correnti costiere e dall'azione erosiva del moto ondoso sulle formazioni costiere affioranti e sui depositi marini preesistenti. Il contributo del Po a questa striscia è piuttosto limitato infatti la componente sabbiosa del carico sedimentario trasportato dal Po si deposita prevalentemente nelle bocche principali del delta e solo in parte viene immessa in mare. Sabbie di sicura provenienza padana si ritrovano solo fino a Porto Garibaldi. Lo spessore e l'estensione di queste sabbie sono limitati lungo la costa romagnola ed in genere si spingono al massimo fino ad una profondità di circa 5 m, con uno spessore che è di pochi metri sulle spiagge e diminuisce rapidamente verso il largo. Un apporto di sabbia dal largo verso la costa è da considerarsi

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 67
---	--	-------------------

impossibile a causa dell'ampia fascia pelitica di transizione che separa le sabbie costiere da quelle del mare aperto.

La fascia di materiali fini, pelite e pelite sabbiosa, si estende al largo delle sabbie costiere ed il limite esterno si trova a profondità variabile. Questi sedimenti fini si presentano di colore grigio o grigio-nerastri, soprattutto nella parte più superficiale. Il fenomeno è dovuto alla presenza di solfuri, che creano chiazze scure, e di sostanze organiche, associate a tracce di attività di organismi limivori, che agiscono omogenizzando il sedimento ed obliterando le eventuali strutture sedimentarie. Tali materiali forniti dal Po e dagli altri fiumi della costa adriatica, vengono poi distribuiti dalle correnti e dal moto ondoso. L'estesa fascia pelitica che si trova su tutta la piattaforma continentale adriatica, può essere quindi spiegata come il deposito risultante dalla combinazione del sistema di apporto fluviale e del sistema di dispersione e trasporto dei materiali a scala molto più ampia indotto dal circuito delle correnti dell'Adriatico.

Al limite esterno della fascia pelitica i materiali di sedimentazione olocenico-attuali si mischiano con le sabbie di piattaforma dando luogo ad una zona di transizione arealmente indefinibile. Al largo della fascia pelitica i fondali sono occupati infatti da sedimenti più grossolani, quali sabbie medio-fini e sabbie pelitiche, e dai cosiddetti "fondi sporchi". Caratteristica di questi ultimi è la presenza sul fondale sabbioso, di numerosi organismi tra cui abbondano Alghe, Spugne, Molluschi, Echinodermi, Briozoi, ecc. Nella zona più a largo, al di sotto della sabbia, sono presenti sedimenti a prevalente composizione pelitica.

Nell'area occupata dalle sabbie di piattaforma, attualmente vi è assenza di sedimentazione e sono visibili solamente fenomeni di erosione e strutture prodotte dall'avanzare della trasgressione. Di notevole interesse sono le ondulazioni riscontrate in alcune zone al largo che sono state interpretate come resti di dune spianate dall'azione erosiva del mare trasgressivo.

La composizione della frazione sabbiosa rispecchia le caratteristiche della Provincia Padano-Veneta ed è caratterizzata dalla presenza di minerali pesanti tipo granato, epidoto ed orneblenda oltre che dai carbonati (circa 20-25%). I minerali argillosi presenti sono illite e smectite.

I rilievi sismici effettuati in varie parti dell'Adriatico settentrionale indicano una sedimentazione recente, tranquilla e regolare evidenziata da riflettori continui e paralleli al fondale. I materiali depositi dall'attuale sistema di dispersione dei sedimenti, ricoprono terreni continentali e di ambienti di transizione, talora con livelli torbosi. Verso il centro del bacino la sedimentazione attuale, scarsa o nulla, non è in grado di coprire gli affioramenti dei depositi trasgressivi sabbioso-pelitici.

L'apporto di sedimenti in questa porzione di piattaforma continentale è dovuto in misura predominante al fiume Po ed in via subordinata ai fiumi Reno, Adige, Brenta e, più a Nord, Piave, Livenza, Tagliamento ed Isonzo. La quantità totale che il Po porta al delta è dell'ordine di 20×10^6 tonnellate/anno, con una composizione media del 7% di argilla, 70% di silt e 23% di sabbia. La maggior parte degli altri fiumi sopramenzionati è quella dell'Adige scesa da una media annua di $1,16 \times 10^6$ tonnellate nel periodo 1922-1950 a $0,89 \times 10^6$ del 1976.

I meccanismi di trasporto e deposizione sono regolati dalle correnti dei fiumi e del mare. Alla foce la lama d'acqua dolce che scorre su quella salata è più densa e quindi perde rapidamente velocità per fenomeni di turbolenza al contatto tra i due tipi di acqua,

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 68
--	---	-------------------

causando una perdita di capacità di trasporto in sospensione. Si ha quindi una quasi totale sedimentazione della sabbia mentre i materiali più fini vengono trasportati più a largo.

Sulla base dei dati raccolti in letteratura si possono fare alcune considerazioni su alcuni caratteri dei sedimenti che si trovano al di sotto dei fondali. Nelle registrazioni ecografiche a bassa frequenza e talvolta in quelle sismiche si può notare come frequentemente le riflessioni sotto la superficie dei sedimenti siano bruscamente interrotte da zone acusticamente trasparenti. Si individuano così dei tratti di registrazione assolutamente privi di riflessioni e con limiti molto netti che sono stati interpretati come dovuti a plaghe di sedimenti impregnati di gas.

La irregolare distribuzione dei sedimenti impregnati e la diversa profondità a cui arriva la presenza di gas non suggeriscono ipotesi valide relativamente all'origine di tali sacche. Il gas non è contenuto in alcuna struttura superficiale, ma è connesso con le variazioni di permeabilità dei sedimenti. Esso è infatti trattenuto in materiali porosi ricoperti da strati più omogenei ed impermeabili, anche di esiguo spessore. Si trova generalmente in modesti corpi sabbiosi sormontati da limo e più frequentemente nei depositi di origine continentale che contengono livelli sabbiosi permeabili e che sono ricoperti da sedimenti limosi marini di deposito recente.

Assetto stratigrafico e deposizione recente.

L'alto Adriatico, durante l'ultimo glaciale, è rimasto emerso fino a circa l'attuale batimetrica di 120 metri, ubicata sul bordo della Fossa Meso-Adriatica, successivamente, a partire da circa 12000 anni fa, è stato reinvaso dalle acque che, procedendo su una superficie poco inclinata, hanno percorso rapidamente grandi distanze, lasciando come depositi trasgressivi piccoli spessori di sabbie costiere rielaborate. I periodi di stasi relativa, durante la risalita, sono testimoniati da strutture deltizie associate a facies lagunari.

L'acme di risalita è stato raggiunto circa 4000 anni fa. In questo periodo, la stasi del livello marino ed i grandi apporti terrigeni (soprattutto dalla valle padana), per effetto delle abbondanti piogge, hanno permesso l'inizio della costruzione, fra Trieste e tutto l'arco costiero occidentale, di un cuneo (cuneo di HST; Correggiari et al., 1996) di depositi con granulometrie variabili da sabbiose a finissime, che si propaga verso il centro del bacino per gran parte ancora privo di sedimentazione attuale.

Lo spessore e la larghezza del cuneo sono oggi poco accentuati a nord del Po ed estremamente sviluppati al largo e a sud dello stesso. Come è noto tutto ciò dipende dalla entità degli apporti solidi (massima nel Po), dalla circolazione delle acque nelle diverse stagioni, dalle correnti innescate dal moto ondoso e dalle correnti di marea che in questo bacino non sono trascurabili.

Nell'Alto Adriatico, la circolazione ciclonica delle acque, attiva soprattutto nel periodo tardo autunnale-invernale, mantiene quasi sempre confinate sotto costa le emissioni fluviali, costringendole a defluire verso Sud. Ovviamente quelle del Po, preponderanti rispetto a quelle dei fiumi minori, si associano a queste ultime sempre procedendo verso Sud. Davanti alla costa Emiliano Romagnola lo spessore del cuneo olocenico e gli attuali processi deposizionali sono massimi a riva e si annullano verso il largo a profondità di 30-40 m d'acqua, oltre i quali affiorano i depositi trasgressivi (sabbie relitte).

 <p>Eni S.p.A. Divisione E&P</p>	<p>Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</p>	<p>Cap. 3 Pag. 69</p>
---	---	---------------------------

3.6.2 Caratteristiche generali dei fondali nell'area oggetto di studio

L'area di studio ricade totalmente all'interno dell'Adriatico settentrionale (suddivisione batimetrica), il cui limite, come già precedentemente accennato, corrisponde alla congiungente Pescara-Zara a partire dalla isobata dei 100 metri, ed in particolare è ubicata lungo l'asse Ancona - Isola di Pag che lo divide ulteriormente nei due settori "Alto" e "Medio"

I fondali su cui poggeranno le strutture di progetto sono tipici dell'ambiente di piattaforma caratterizzato da profondità che degradano molto dolcemente verso SE.

La situazione batimetrica, del fondale della fascia di mare considerata, è visibile nella **Carta 1 di inquadramento** dove oltre alle isobate sono riportati anche i punti quotati.

Per gli aspetti sedimentari, qui di seguito approfonditi, si rimanda anche alla consultazione della **Carta 2 sedimentologica** che rappresenta la distribuzione areale dei sedimenti nell'area di studio riprendendo le cinque divisioni dalla *Carta Sedimentologica dell'Adriatico Settentrionale* (A. Brambati, 1988).

Secondo quanto riportato in legenda le cinque classi vengono così descritte:

- **Sabbie.** Sedimenti terrigeni a scarsa frazione organogena con granuli di diametro compreso tra 2.000 e 50 μm ($-100\div 4,32\Phi$) in tenori superiori al 95% in peso, di colore grigio-chiaro. Si possono distinguere le *Sabbie Litorali*, a granulometria media e medio-fine dalle *Sabbie di Piattaforma*, a granulometria media. Nelle sabbie litorali la frazione terrigena e l'associazione dei minerali risulta influenzata dall'apporto dei numerosi fiumi; Le sabbie di piattaforma sono essenzialmente carbonatiche con associazione ad augite, granato ed orneblenda a Nord del delta padano e quarzoso-feldspatiche con associazione granato, epidoto ed orneblenda a Sud. La frazione organogena è costituita da rari foraminiferi, ostracodi, lamellibranchi e gasteropodi.

Le sabbie, prevalentemente sciolte, sono caratterizzate dai seguenti parametri fisici:

- ◇ porosità fino a $46\pm 2\%$
- ◇ coefficiente medio di permeabilità K $1,5 \times 10^3 > K > 5 \times 10^4$
- ◇ carico di rottura al penetrometro tascabile $0,8 \pm 0,5 \text{ kg/cm}^2$
- ◇ peso specifico dei granuli G $2,60 < G < 2,71 \text{ g/cm}^3$

- **Sabbie pelitiche.** Sedimenti terrigeni a scarsa frazione organogena con granuli di diametro compreso tra 2.000 e 50 μm ($-1,00\div 4,32\Phi$) in tenore dal 70% al 95% in peso, di colore grigio scuro, costituente il termine di transizione per mescolamento di sabbie e peliti. I caratteri tessiturali e composizionali sono gli stessi delle sabbie per la componente sabbiosa e delle peliti per quella pelitica. I valori di porosità e di carico di rottura al penetrometro tascabile sono analoghi a quelli delle sabbie.

- **Peliti molto sabbiose.** Sedimenti terrigeni a frazione organogena da scarsa ad abbondante con granuli di diametro inferiori a 50 μm ($4,32\Phi$) in tenori compresi dal 70% al 30% in peso, di colore verdastro e nerastro, bruno chiaro per ossidazione, costituenti il termine di transizione per mescolamento di sabbie e peliti. Per i caratteri tessiturali e composizionali vale quanto indicato al punto precedente. Le peliti molto sabbiose sono caratterizzate dai seguenti parametri fisici:

- ◇ porosità fino a $69\pm 2\%$

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 70
---	--	-------------------

◇ carico di rottura al penetrometro tascabile $0,4\pm 0,3 \text{ kg/cm}^2$

Tale variabilità dipende dal contenuto in sabbia: per tenori >65% il valore del carico di rottura si avvicina a quello delle sabbie pelitiche, per tenori <65% a quello delle peliti sabbiose.

- *Peliti sabbiose.* Sedimenti terrigeni ad abbondante frazione organogena con granuli di diametro inferiore a $50 \mu\text{m}$ ($4,32\Phi$) in tenori compresi dal 95% al 70% in peso, di colore verdastro o cenere, grigio plumbeo o nerastro, bruno chiaro per ossidazione, costituenti il termine di transizione per mescolamento di peliti e sabbie. Nella frazione sabbiosa la componente terrigena è subordinata a quella organogena; sui fondali antistanti le foci del Po sono presenti frustoli vegetali. Per i caratteri tessiturali e composizione vale quanto indicato al punto precedente. I valori di porosità sono simili a quelli delle peliti; il carico medio di rottura al penetrometro tascabile è di $0,2\pm 0,1 \text{ kg/cm}^2$.
- *Peliti.* Sedimenti terrigeni ad abbondante frazione organogena con granuli di diametro inferiore a $50 \mu\text{m}$ ($4,32\Phi$) in tenori superiori al 95% in peso, di colore grigio scuro, grigio verde o nero. Il tenore di silt può variare tra il 40% e 80%, quello in argilla tra 20% e 60%. La frazione terrigena è costituita da granuli carbonatici, quarzosi e minerali argillosi in diverse proporzioni, quella organogena da foraminiferi, ostracodi lamellibranchi e gasteropodi. La porosità decresce dal 76% delle peliti di laguna al 57%-60% delle peliti marine fino al 40% per qualche metro sotto il fondale, mentre il carico medio di rottura al penetrometro è di $0,14\pm 0,06 \text{ kg/cm}^2$.

Al di sotto dei materiali fini di sedimentazione attuale e delle sabbie, al largo si trova un intervallo di sedimenti argillosi-siltosi, talora lievemente sabbiosi con intercalazione di torba, caratteristici di una piana fluvio-lacustre che occupava l'Alto Adriatico durante la glaciazione Wurmiana. Alla base di questo intervallo si trovano spesso sabbie fini ben classate.

Dall'osservazione della **Carta 2** si nota come l'area di progetto ricada all'interno della fascia caratterizzata dal punto di vista sedimentario dalle peliti, ubicata tuttavia molto vicino alla linea di demarcazione con la zona sedimentaria delle peliti molto sabbiose tanto è vero che il sealine in progetto, la cui lunghezza è di soli 6 Km, crossa perfettamente tale linea di demarcazione.

In effetti le due influenze sedimentarie che caratterizzano l'intera zona sono riscontrabili nelle caratteristiche fisiche dei sedimenti campionati lungo il tracciato della condotta in progetto (vedi Cap. 3.6.3).

Caratteristiche morfologiche batimetriche stratigrafiche litologiche e geotecniche del fondale marino lungo il tracciato della condotta

Nel periodo 8 - 10 Dicembre 2004 la Società G.A.S. s.r.l. - Geological Assistance & Services di Bologna ha eseguito un rilievo (Par. 3.1.1) geofisico e geotecnico con lo scopo di acquisire informazioni dettagliate sulle caratteristiche batimetriche, geomorfologiche, stratigrafiche, litologiche, geotecniche, chimico-fisiche e biologiche del fondale marino lungo la rotta del futuro sealine congiungente la piattaforma esistente Bonaccia con il pozzo previsto Bonaccia Est.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 71
--	---	-------------------

Morfologia

Il fondale nell'area investigata è caratterizzato da una alternanza non regolare di depressioni ed alti morfologici: in generale il fondale si approfondisce procedendo dalla posizione prevista per Bonaccia Est alla piattaforma esistente Bonaccia.

Le profondità registrate variano da un minimo valore di 82,5m (area Bonaccia Est) ad un massimo di 89,0m (170m S dalla piattaforma Bonaccia).

La profondità registrata in corrispondenza della piattaforma Bonaccia è di 86,2m.

Alcuni alti morfologici di forma sub-circolare sono stati rilevati alle seguenti coordinate:

- X = 2468316 Y = 4826682 KP0.09, 104m Sud dalla rotta del sealine
- X = 2469308 Y = 4826674 KP1.07, 90m Nord dalla rotta del sealine
- X = 2470527 Y = 4826457 KP2.31, 130m Nord dalla rotta del sealine
- X = 2472002 Y = 4825998 KP3.85, 15.4m Sud dalla rotta del sealine

Questi alti sub-circolari presentano gradienti fino a 10°.

Le depressioni sono spesso in corrispondenza delle concrezioni biogeniche, strettamente connesse con le risalite gassose rilevate.

La depressione più profonda è localizzata 160 m Sud della piattaforma Bonaccia, ha forma sub-circolare e si approfondisce di circa 1 m dal fondale circostante.

Il fondale della depressione più estesa è localizzata 110m N a circa 2.3 Km dalla piattaforma Bonaccia, ha forma sub-circolare e si approfondisce di circa 2 m dal fondale circostante. Al suo interno è stato rilevato un alto sub-circolare puntuale (raggio circa 20 m).

Oltre queste depressioni procedendo verso Bonaccia Est il fondale diventa più regolare e le ondulazioni sono dell'ordine dei 20 cm ed il gradiente medio è <1°.

Il fondale dell'area comunque appare in generale interessato da depressioni ed alti morfologici che marcano i limiti delle risalite gassose ed evidenziano gli spessori delle concrezioni.

Stratigrafia superficiale

I dati di Sub Bottom Profiler hanno permesso di definire le caratteristiche stratigrafiche dell'area rilevata fino ad una profondità di circa 20 m. L'interpretazione delle registrazioni sismiche è stata effettuata utilizzando una velocità nei sedimenti di 1615 m/s (Fig. 3.6.2/1 e 3.6.2/2).

In generale nell'area studiata è rilevante la presenza di gas diffuso nei sedimenti.

Laddove si registra la presenza di gas diffuso si osserva il completo mascheramento del segnale sismico. Il tetto del gas raggiunge una profondità minima di 1 m b.s.f. ed una massima di 15-20 m b.s.f. Le risalite gassose marcano spesso estese depressioni del fondo marino nelle quali si instaura un micro-ambiente favorevole alla proliferazione di concrezioni biogeniche.

Nell'area indagata sono stati definiti i seguenti tre riflettori principali:

- RA – orizzonte a lunghi tratti continuo, caratterizzato da alta riflettività e situato ad una profondità che varia da 1 m ai 4 m b.s.f. La sua geometria piana è localmente modificata dalla presenza di piccoli collassi e totalmente mascherata soprattutto dalla presenza di gas diffuso. I riflettori, relativi ai sedimenti compresi tra il fondo marino e il riflettore RA, presentano una bassa riflettività e una scarsa continuità laterale.

- RB – riflettore discontinuo, caratterizzato da alta riflettività, situato a una profondità media di 7-10 m b.s.f. Localmente questo riflettore è mascherato dalla presenza di gas. Tra RA e RB è presente una facies semi-trasparente relativa alla presenza di sedimenti arricchiti in gas.
- RC – orizzonte discontinuo situato ad una profondità variabile tra di 15 e 20 m b.s.f. Questo orizzonte è generalmente mascherato dalle concentrazioni di gas rappresentando il top di quelle più profonde.

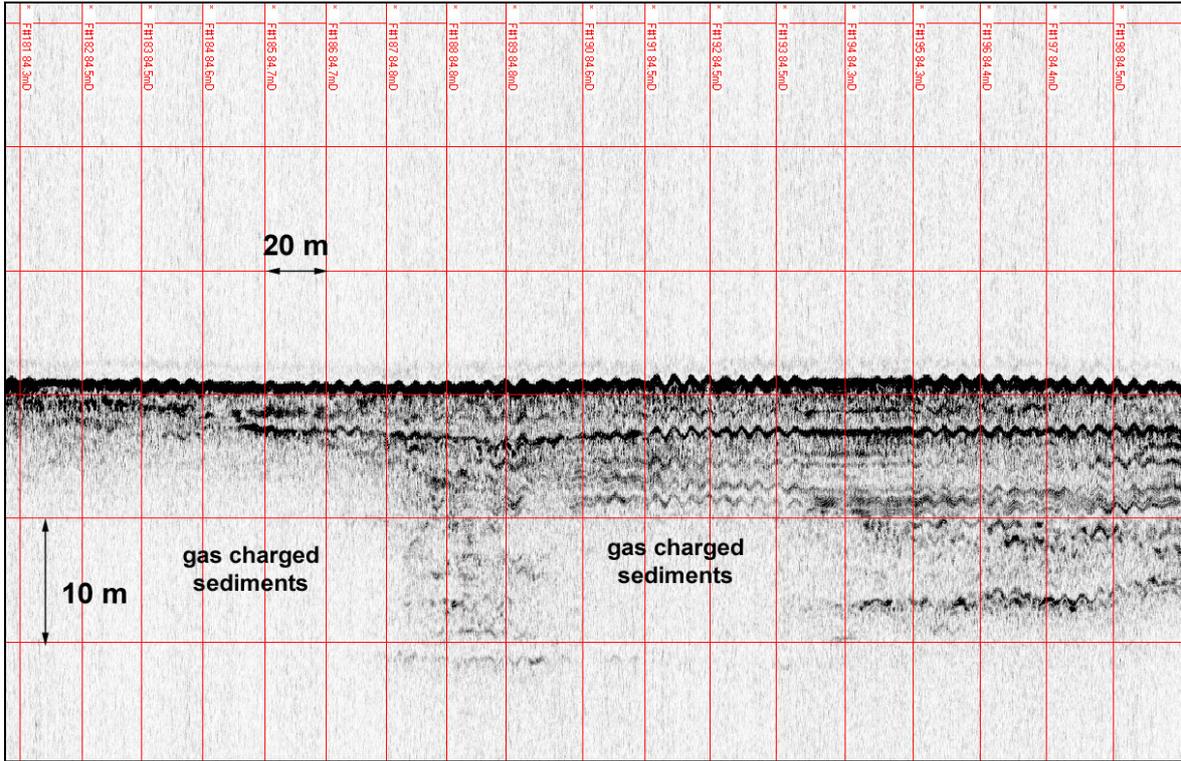


Fig. 3.6.2/1 Esempio di record SBP: sedimenti a gas diffuso

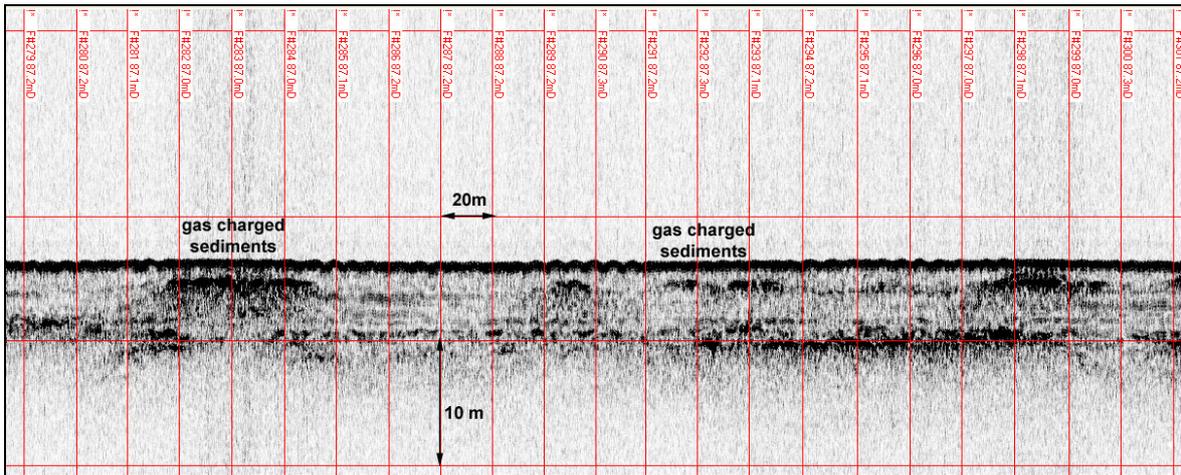


Fig. 3.6.2/2 Esempio di record SBP: sedimenti a gas diffuso

 <p>Eni S.p.A. Divisione E&P</p>	<p>Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</p>	<p>Cap. 3 Pag. 73</p>
---	---	---------------------------

Compartimentazione del bacino Adriatico centro-settentrionale

Si riportano i concetti chiave ed alcuni dei principali risultati dello studio "Divisione del bacino Adriatico centro-settentrionale in compartimenti funzionali alla Valutazione di Impatto Ambientale dell'attività di estrazione petrolifera offshore" realizzato per conto dall'allora Agip SpA (ora ENI E&P) dall'Istituto di Geologia Marina del CNR di Bologna e dall'Università degli Studi di Modena (Dipartimento di Biologia Animale), al fine di valutare le zone del in Adriatico Centro-Settentrionale più sensibili alle azioni di progetto previste dalle attività di "estrazione petrolifera offshore".

La relazione finale è stata emessa nell'Ottobre 1997. *(Per il reperimento di tutte le informazioni inerenti metodologie, risultati e criteri adottati si rimanda alla consultazione dello studio stesso).*

Nell'esigenza di eseguire valutazioni di impatto ambientale di attività molto localizzate, come quelle petrolifere off-shore in Adriatico, si deve tenere conto che:

- le informazioni oggi disponibili sui processi che caratterizzano la colonna d'acqua alle scale temporali e spaziali necessarie per questo fine sono assolutamente insufficienti e mal distribuite;
- la maggior parte delle alterazioni importanti o durature ipotizzabili riguarda il fondale o meglio l'ecosistema bentico.

Il Bacino Adriatico è stato esaminato a partire dalle caratteristiche dei fondali; la scelta del metodo di suddivisione del bacino in aree tendenzialmente omogenee, sulla base di una valutazione dell'ecosistema bentonico, deriva dalle seguenti considerazioni:

- 1) aria, acqua e fondale interagiscono per gli aspetti fisici, chimici, geochimici e biologici;
- 2) i processi che caratterizzano la bassa atmosfera sono forzanti fondamentali per quelli che si sviluppano nella colonna d'acqua, che a loro volta coinvolgono pesantemente il fondale;
- 3) il fondale a sua volta reagisce, scambiando materia ed energia in quantità e tempi variabili a seconda della sua natura, influenzando così sulla qualità e comportamento della colonna d'acqua (tale influenza è tanto più importante quanto più il bacino è poco profondo);
- 4) sul fondo rimangono spesso registrati, in modo mediato, molti di quei processi che caratterizzano la colonna d'acqua e che presentano alta variabilità spaziale e temporale;
- 5) i processi che riguardano il fondale sono meno variabili di quelli che si sviluppano sulla colonna d'acqua, di conseguenza le alterazioni esercitate dalle attività antropiche sui fondali sono più durature;
- 6) le biocenosi bentoniche sono un ecosistema molto importante, data la loro particolare stabilità; la loro composizione e struttura è regolata, in larga misura, dalle caratteristiche del substrato in cui sono inserite. Per la relativa costanza di queste caratteristiche abiotiche ci si deve attendere, entro ragionevoli limiti geografici, una similarità delle risposte a livello di comunità bentoniche.

Se si esegue quindi, in un bacino poco profondo, una zonizzazione che tenga conto delle caratteristiche fisiche, chimiche, bio-geochimiche e biologiche del fondale, si è certi non solo di focalizzare la parte più sensibile dell'ecosistema marino, ma anche di circoscrivere

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 74
---	--	-------------------

aree il cui comportamento nelle diverse stagioni potrà essere in prospettiva facilmente schematizzato, in modo statistico, nelle sue componenti principali.

Risulta necessario anche premettere che è stato considerato in prima approssimazione il sistema deposizionale attuale, con tutte le contaminazioni associate (provenienti dalla terra, dall'aria e da attività di perforazione precedenti) come la base "naturale" da cui partire per valutare le alterazioni esercitate dalle azioni di progetto future.

Questi aspetti sono indispensabili per valutare l'importanza del grado di reattività bio-geochimica dei fondali rispetto alle azioni di progetto delle attività petrolifere off-shore.

Spesso è in base a questo tipo di reattività che le singole azioni di progetto possono avere un effetto più o meno negativo sulla componente biologica del sistema.

Zonizzazione del Bacino e reattività delle singole zone rispetto alle azioni di progetto.

La zonazione dei fondali dell'Alto Adriatico è stata eseguita procedendo per tappe successive, partendo inizialmente da caratteristiche semplici, dipendenti soprattutto da forzanti di tipo fisico. Una valutazione dei rapporti gerarchici tra queste caratteristiche ha permesso di ottenere una prima zonazione dei fondali in base a caratteristiche fondamentalmente conservative.

Dal punto di vista biologico i criteri utilizzati per caratterizzare le zone si sono basati su una prima distinzione grossolana in due zone di 1° ordine o "macrozone" a diversa problematicità ambientale nei confronti di operazioni che coinvolgano in modo diretto od indiretto i fondali marini.

Schematicamente è possibile definire:

- Una prima macrozona: l'Alto adriatico a Nord della foce del Po, che possiamo definire ad "elevata problematicità";
- Una seconda macrozona: a Sud della foce del Po', a "bassa problematicità".

Le motivazioni che permettono la distinzione tra le due macrozone sono legate alle caratteristiche che identificano zone ad elevata e zone a bassa problematicità, quali:

Zona ad elevata problematicità caratterizzate da:

1. Presenza di elevata eterogeneità biocenotica.
2. Presenza di irregolarità morfologiche legate a discontinuità biocenotiche.
3. Presenza di biocenosi di fondo duro a cui è legato un concetto di pregio ecologico-ambientale.
4. Presenza di vaste aree di sabbia ad Anflosso. Biocenosi di fondo molle di alto valore ambientale e di particolare fragilità. Biocenosi "pure".
5. Vicinanza ed intreccio di zone con differenti caratteristiche bio-ecologiche.
6. Scarsa conoscenza morfologica.

Zone a bassa problematicità

1. Elevata continuità biocenotica. Biocenosi suddivisibili solo sulla base di metodi molto sensibili di elaborazione statistica.
2. Bassa caratterizzazione dei popolamenti su base bionomica.
3. Buona conoscenza della risposta ai fattori perturbativi e del potenziale di recupero dopo la perturbazione.
4. Biocenosi prive di elementi faunistici cui sia associato un concetto di alto valore naturalistico od ambientale.

Successivamente, si sono considerate anche le caratteristiche che sono alla base della reattività biogeochemica del sistema acqua-fondali. Solo una buona focalizzazione di questo aspetto permette una valutazione degli effetti principali che le azioni di progetto potrebbero provocare sulla componente biologica del sistema.

Le caratteristiche di cui si è tenuto conto sono morfologiche, sedimentologiche, granulometriche e geochimiche di base. Queste ultime anche se fanno da “ponte” verso le caratteristiche meno conservative, sono state utilizzate in questa fase come traccianti di provenienza e di trasporto per solidi (recenti o attuali) di origine fluviale.

Le principali caratteristiche utilizzate per una zonizzazione di base o di 1° ordine del bacino Alto Adriatico (la “zona” in questo caso deve essere intesa anche in senso verticale, cioè in successione stratigrafica) sono rappresentate in modo riassuntivo nella Tab. 3.6.2/A

A) Appartenenza ad una unità morfologica di base	1- Piattaforma 2- Scarpata 3- Bacino
B) Processi di sedimentazione attuali	1- attivi 2 - sporadici 3- assenti (o con erosione prevalente)
C) Spessore del cuneo olocenico (nei diversi punti)	0 – 20 m
D) Caratteristiche granulometriche	1- argilla 2- argilla siltosa 3- silt argilloso 4- sabbia siltosa 5- sabbia

Tab. 3.6.2/A Zonizzazione di 1° ordine (Macrozone)

La **Carta 3** rappresenta le **zone di primo ordine o macrozone**, mentre nella **Carta 4** è riportato il differente grado di reattività biogeochemica superficiale e subsuperficiale dei fondali dell’Adriatico Centro Settentrionale.

Dall’analisi della **Carta 3** si nota come l’area di progetto sia compresa all’interno della zona definita in legenda come Zona 4.

Questa zona comprende fondali eterogenei prevalentemente sabbiosi, in cui affiorano strutture sedimentologiche e biogeniche formatesi prima che il livello del mare raggiungesse il punto più alto.

Attualmente la zona si presenta priva di alimentazione clastica diretta, con sedimenti relitti

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 76
---	--	-------------------

che sono sedi di rielaborazioni superficiali, soprattutto al Nord, nelle zone meno profonde. Queste caratteristiche indicano erosioni e trasporto di materiali indotti da correnti innescate prevalentemente dal moto ondoso.

I fondali della Zona 4, non sono di per sé reattivi, anche se sono in grado di far registrare diminuzioni di ossigeno anche notevoli, le quali possono giungere fino all'anossia nelle acque di fondo, solamente quando vengono alimentate da sostanza organica di produzione primaria che cade sul fondo stesso in regime di stratificazione di densità.

Zone ecologicamente delicate sono situate a Nord del bacino Adriatico Centro Settentrionale e sono caratterizzate da frequenti biocenosi viventi molto particolari soprattutto dove la profondità d'acqua è ancora bassa e non supera la batimetrica dei 40 metri. Tali biocenosi sfruttano in parte rilievi di strutture relitte biogeniche o sedimentologiche ed in parte sabbie più o meno grossolane.

Scendendo verso Sud, la reattività potrebbe essere risentita solo all'interfaccia, dato l'aumento di spessore della colonna d'acqua. Sarebbe importante conoscere il campo delle correnti sul fondo, ad intervalli almeno stagionali, ed indicazioni su eventuali strati nefeloidi.

La tolleranza di queste zone alle azioni di progetto è subordinata ad una conoscenza più approfondita della idrodinamica media e della frequenza di eventi particolari di tipo meteomarinario.

In queste zone la stessa torbidità indotta da scavi artificiali (*sealines*) può causare problemi ecologici, dato che le popolazioni della zona non sembra siano assuefatte alla torbidità.

Dove sono presenti sabbie relitte queste ricoprono con spessori variabili, da pochi centimetri a circa 1,5 m, sedimenti alluvionali antichi con granulometria molto variabile, fra cui argille e siltiti. Queste ultime, pur essendo compatte, possono essere reidratate e risospese dalle strumentazioni che eseguono gli scavi stessi, per tali motivazioni nelle zone sopra descritte sarebbero consigliabili metodi di scavo che non sollevassero nubi di risospeso.

La presenza di correnti al momento della esecuzione di eventuali scavi potrebbe causare danni ecologici in aree più vaste.

La risospensione non dovrebbe causare problemi di consumo di ossigeno in quanto riguarda fondali poco reattivi.

Le azioni di progetto che scaricano sostanza organica e nutrienti non dovrebbero dare problemi per un rapporto apparentemente sostenibile fra quantitativi scaricati e profondità d'acqua, in qualsiasi punto della Zona 4.

Problemi notevoli, invece, possono dare quelle attività di progetto che distruggono nicchie ecologiche, legate ad una particolare morfologia o litologia di un substrato che viene rimosso.

Reattività della Zona 4 priva di sedimentazione clastica attuale

Dall'analisi della **Carta 4**, la quale riporta la suddivisione del bacino Adriatico Centro-Settentrionale in fasce con differente **grado di reattività dei sedimenti**, si nota come l'area di progetto ricada all'interno di una zona definita da reattività irrilevante.

Si tratta della Zona 4 come già precedentemente riportato, in cui affiorano i depositi prevalentemente sabbiosi, formati durante la rapida risalita del livello del mare, a loro volta sovrastanti depositi di piana alluvionale o di laguna, di varia granulometria.

La sostanza organica eventualmente presente si può considerare refrattaria, e anche in

 <p>Eni S.p.A. Divisione E&P</p>	<p>Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</p>	<p>Cap. 3 Pag. 77</p>
---	---	---------------------------

considerazione di ciò, la reattività biogeochimica di queste facies è ridotta al minimo, sia come attivatrice di flussi bentici che di scambi di nutrienti o consumo di ossigeno dopo risospensione.

In conclusione, le zone prive di sedimentazione clastica attuale, presentano reattività molto basse e sono sede di popolamenti bentonici pregiati.

Rapporti tra la reattività biogeochimica del sedimento e il contenuto in elementi considerati contaminanti

Poiché esiste una correlazione tra la reattività biogeochimica del sedimento ed il loro contenuto in elementi ritenuti contaminanti importanti e che potrebbero essere rilasciati durante le attività di progetto, le analisi relativamente ad alcuni di essi, hanno permesso di cartografare la distribuzione areale delle concentrazioni di *Zn*, *Cr*, *Pb*, *Cu* nei sedimenti superficiali.

Nelle Fig. 3.6.2/3, Fig. 3.6.2/4, Fig. 3.6.2/5 e Fig. 3.6.2/6 sono riportate tali distribuzioni in riferimento anche all'ubicazione dell'area di progetto.

La concentrazione di un elemento o sostanza nel sedimento dipende dalle fonti naturali o antropiche di alimentazione.

Le analisi di sedimento fine proveniente dalla Valle Padana, o da altri bacini, mettono in evidenza per alcuni elementi, valori di concentrazione più alti in superficie che progressivamente degradano verso il basso, fino a livelli quasi costanti.

Tutto ciò (se si escludono, per alcuni elementi, forti migrazioni verso l'alto durante la diagenesi) porta a valutare quelli che erano i livelli naturali preindustriali, caratteristici della facies mineralogico-geochimica trattata e quindi il "surplus" antropico attuale nel punto considerato. Nel caso in esame, sulla base delle osservazioni e delle considerazioni fino qui svolte, il contributo antropico da terra viene considerato naturale.

Oltre alle concentrazioni totali, è necessario conoscere quali siano i legami, in entità e tipo, che associano gli elementi di interesse alle matrici solide (cioè al sedimento). Si possono così riconoscere frazioni facilmente scambiabili, frazioni legate ai carbonati, frazioni riducibili, frazioni ossidabili e infine frazioni residuali. In pratica, in seguito a cambiamento delle condizioni chimico-fisiche, tutte le frazioni, tranne l'ultima, risultano scambiabili. Per lo stesso tipo di sedimento, i vari elementi si comportano in modo differente l'uno dall'altro: per alcuni elementi come per esempio il *Cr*, la massima scambiabilità non supera il 30% della concentrazione totale, mentre altri possono superare il 70%. I vari legami, oltre alla natura dell'elemento, dipendono da molti altri fattori, fra cui il rapporto dei vari elementi con la provincia petrografica di origine.

Comunque, si può già dire che in mare, sui fondali che presentano un grado di reattività alto, gli elementi citati presentano un'alta percentuale di legami deboli e viceversa.

Questo avvalorava la tesi della affinità fra particellato fine e contaminanti (Olsen et al., 1982). A mano a mano che ci si allontana dalla foce fluviale, diminuisce il materiale di deposizione diretta ed aumenta quello proveniente da risospensioni successive, che porta all'attenuazione della reattività dei sedimenti e parallelamente ad una diminuzione delle frazioni scambiabili.

I valori più bassi di concentrazione totale di alcuni elementi di interesse associati a bassi valori percentuali di frazioni scambiabili, sono riscontrati nelle zone delle sabbie relitte, in queste ultime (**Carta 4**) è stata già identificata una reattività irrilevante (Zona 4).

Nelle zone a sedimentazione fine, in profondità, dove il sedimento ha già subito processi di diagenesi di grado più elevato che in superficie, si ha una diminuzione dei legami deboli.

Inoltre è da sottolineare che le attenuazioni della reattività con la profondità non sono generalizzabili a tutte le zone e sottozone, in quanto dipendono da molti fattori, fra cui il tasso di sedimentazione medio, il tipo di apporto (in prima approssimazione rapporto C/N) e l'idrodinamica.

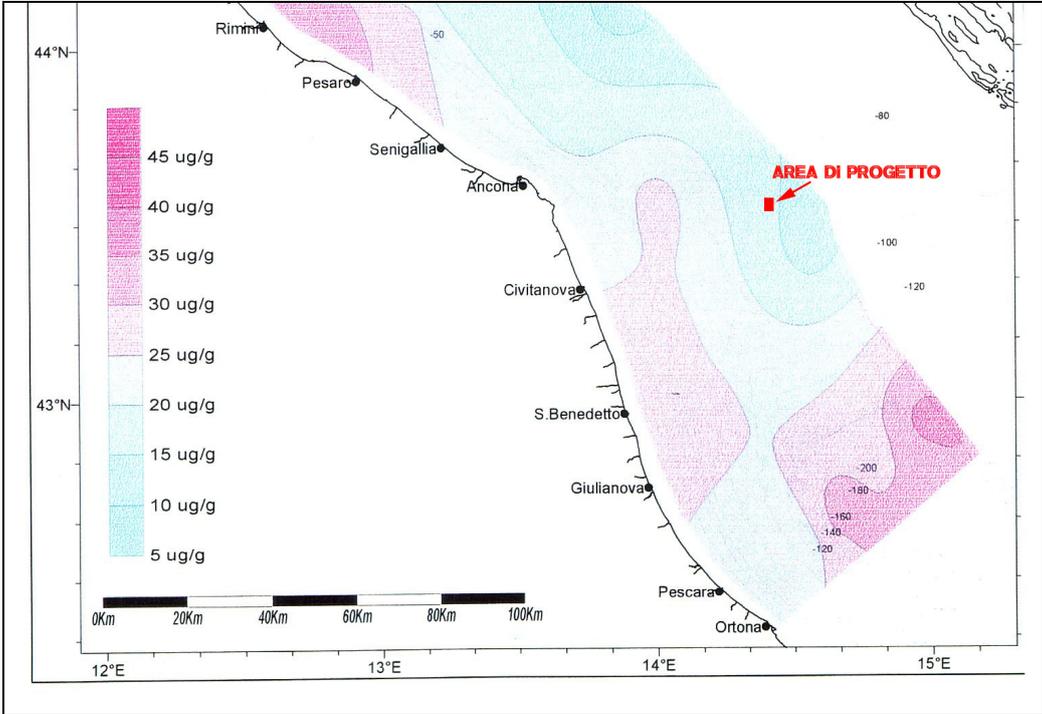


Fig. 3.6.2/3 Distribuzione areale di *Rame* nei sedimenti superficiali del fondale Adriatico (Primavera 1995) e area di progetto “Bonaccia Est”

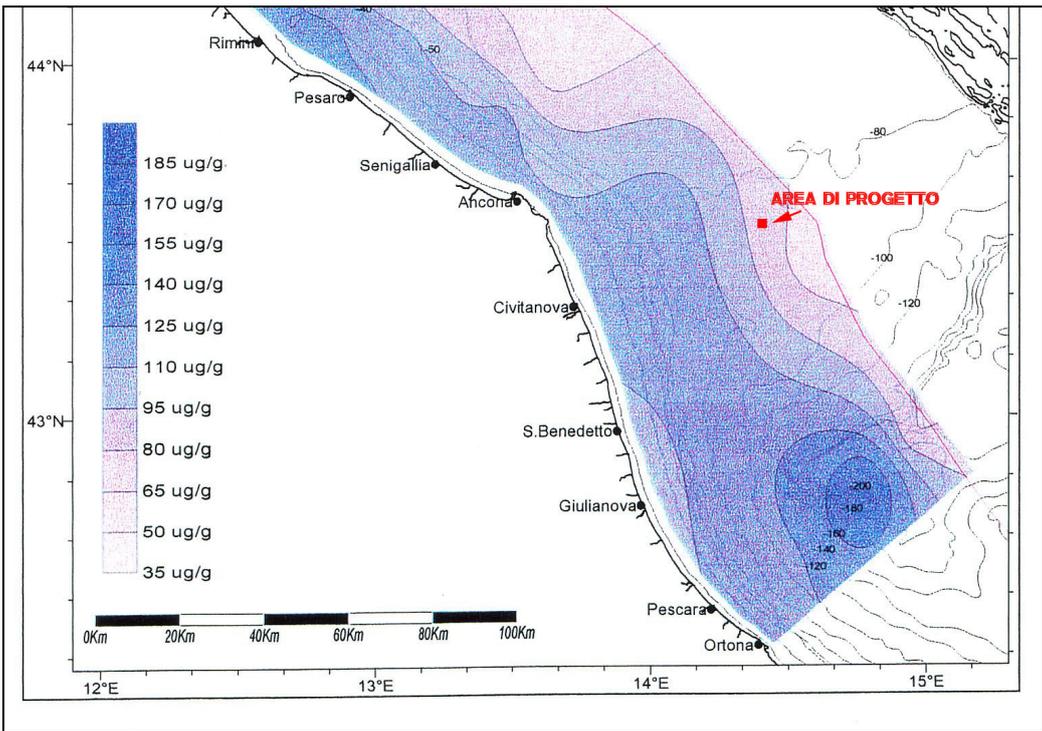


Fig. 3.6.2/4 Distribuzione areale di *Cromo* nei sedimenti superficiali del fondale

 <p>Eni S.p.A. Divisione E&P</p>	<p>Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</p>	<p>Cap. 3 Pag. 79</p>
---	---	---------------------------

Adriatico (Primavera 1995) e area di progetto “Bonaccia Est”

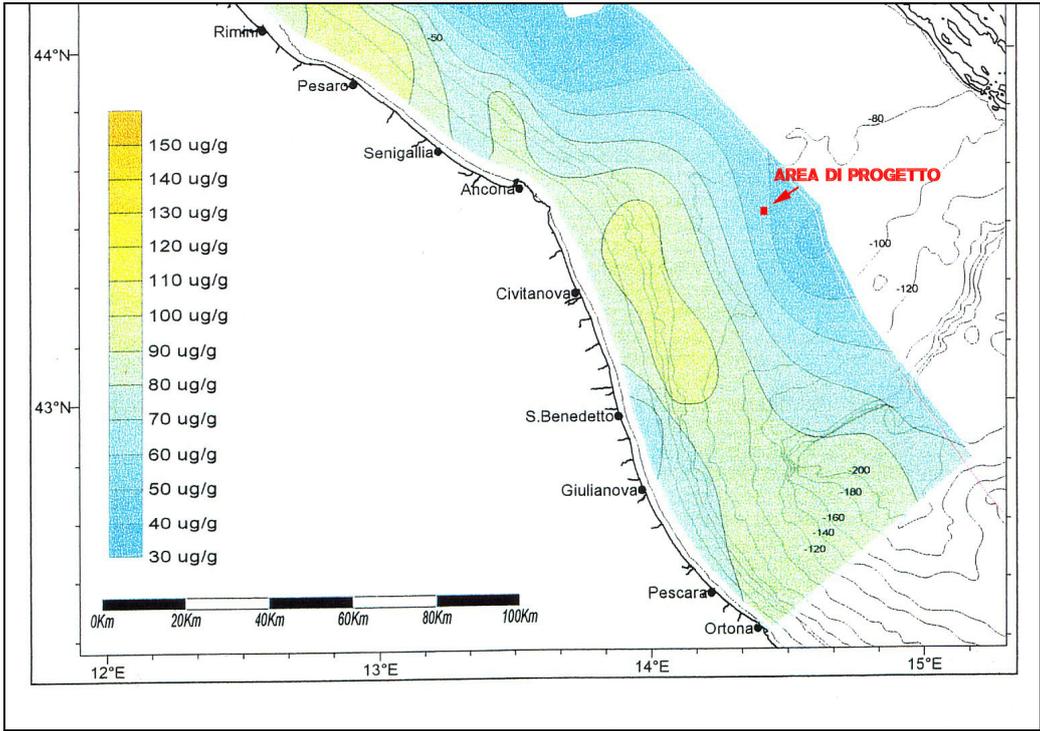


Fig. 3.6.2/5 Distribuzione areale di Zinco nei sedimenti superficiali del fondale Adriatico (Primavera 1995) e area di progetto “Bonaccia Est”

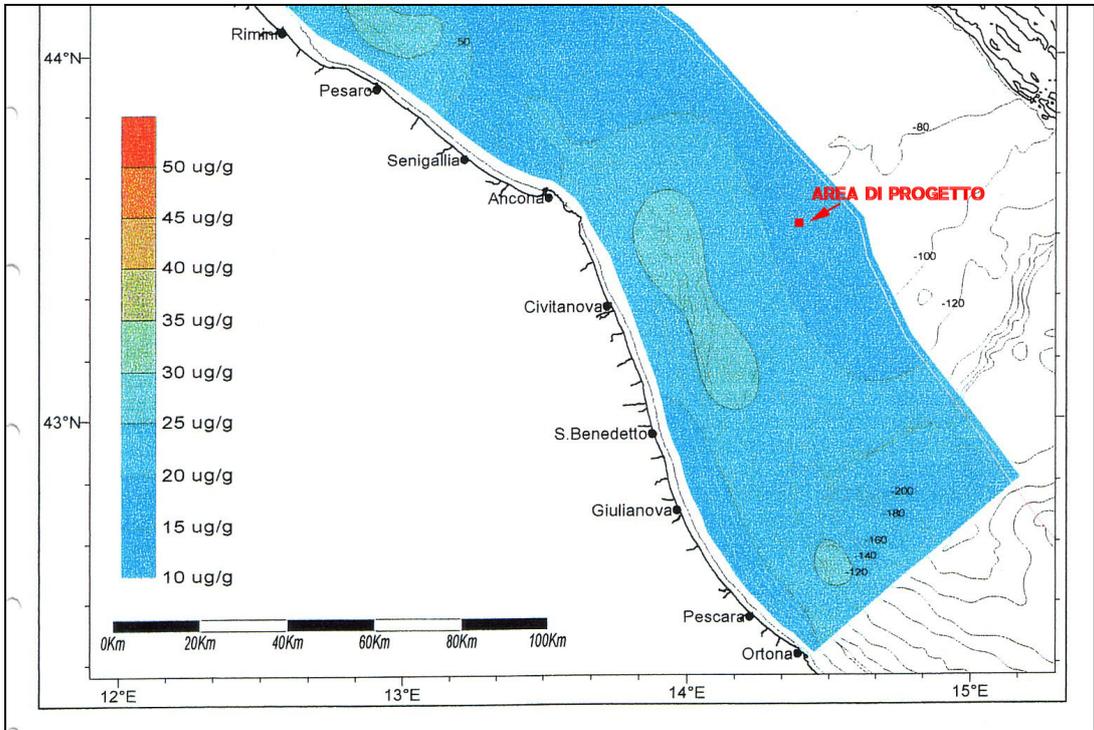


Fig. 3.6.2/6 - Distribuzione areale di Piombo nei sedimenti superficiali del fondale Adriatico (Primavera 1995) e area di progetto “Bonaccia Est”

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 81
--	---	-------------------

Considerazioni conclusive, punti di attenzione, elementi di criticità i

In merito alla distribuzione delle concentrazioni dei metalli pesanti si può notare come le fonti di alimentazione principali siano soprattutto i fiumi; le maggiori concentrazioni infatti si rilevano nelle aree costiere dove gli apporti fluviali hanno un effetto sensibile, mentre spostandosi verso il largo il contenuto in metalli pesanti del sedimento diminuisce.

Si può inoltre notare che valori alti sono solitamente rilevati soprattutto nelle zone a sedimentazione fine, anche se nelle zone con sabbie prevalenti si hanno meno dati a disposizione.

La zona di progetto, risulta caratterizzata da valori di concentrazione degli elementi contaminanti cartografati tra i più bassi per tutti gli elementi presi in esame.

In funzione di quanto sopra riportato nella zona dove saranno effettuate le operazioni il fondale non è particolarmente reattivo, né risulta significativamente contaminato; questo fatto diminuisce i problemi di rilascio e di scambio in caso di risospensioni artificiali di materiale sedimentario.

Secondo lo studio “Divisione del Bacino Adriatico Centro Settentrionale in Comparti Funzionali alla Valutazione di d’Impatto Ambientale dell’attività di estrazione petrolifera Off-shore” nelle zone prive di sedimentazione (attuale) attiva, come la Zona 4 dove si inserisce l’area di progetto, sono dannose le attività comprendenti:

- a) scavi o eliminazione di rialzi morfologici che possono interessare biocenosi di particolare pregio naturalistico o testimonianze di condizioni morfologiche del passato;
- b) azioni che provochino torbidità e deposito di materiali fini in zone con biocenosi che non tollerino questi effetti;
- c) scavi profondi in aree i cui sedimenti relitti presentano piccoli spessori di sabbie sovrastanti sedimenti fini; gli effetti sono massimi quando i sedimenti vengono risospesi in modo violento.

3.6.3 Caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti lungo il tracciato della condotta

Nell’ambito del rilievo condotto nel Dicembre 2004 lungo la rotta del futuro sealine congiungente la piattaforma esistente Bonaccia con il pozzo previsto Bonaccia Est (Par. 3.6.2) sono stati eseguiti rilievi sul fondale marino con lo scopo di indagarne le caratteristiche batimetriche, geomorfologiche, stratigrafiche, litologiche, geotecniche, chimico-fisiche e biologiche.

In ottemperanza alle richieste del Decreto del Ministero dell’Ambiente del 24 Gennaio 1996, i punti di campionamento necessari per la caratterizzazione ambientale lungo il tracciato scelto per la posa della condotta sono quattro (Fig. 3.6.3/1).

In particolare, per quello che concerne i sedimenti, questi sono stati raccolti con Benna a profondità comprese tra 87,3 m e 82,7 m circa.

Di seguito (Tab. 3.6.3/A) sono riportate le caratteristiche fisiche e chimiche rilevate in sito (colore, odore) ed in laboratorio (umidità, presenza di eventuali concrezioni, ecc.).

I risultati delle misure di pH ed Eh, eseguite a circa 10 cm di profondità nei campioni prelevati mediante box corer, sono riportati nella Tab. 3.6.3/B.

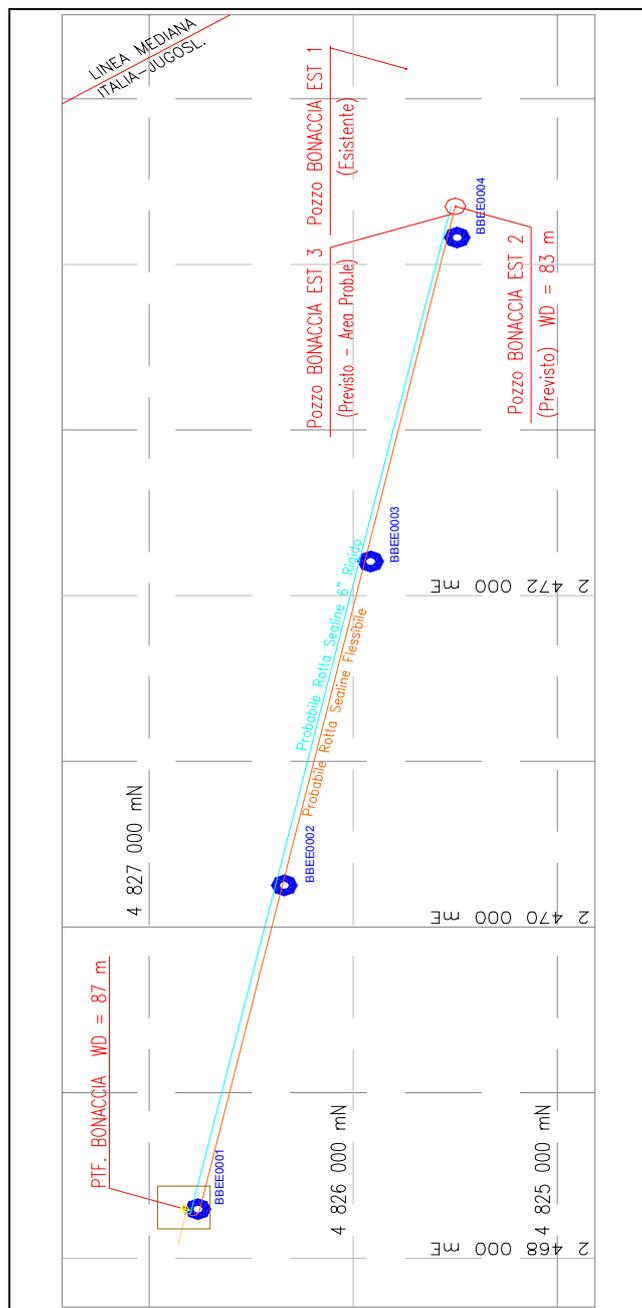


Fig. 3.6.3/1 Ubicazione dei punti di campionamento

CAMPIONE	COLORE	ODORE	UMIDITÀ a 105°C (%)	NOTE (detrito, eventuali concrezioni, ecc.)
BBE01	grigio-giallastro	assente	25.31	Resti conchigliari
BBE02	giallastro	assente	24.64	Resti conchigliari
BBE03	grigio-giallastro	assente	25.47	Resti conchigliari
BBE04	giallastro	assente	25.61	Resti conchigliari

Tab. 3.6.3/A Caratteristiche fisiche dei sedimenti

CAMPIONE	pH	Eh (mV)	T (°C)
BBE01	7.88	-120.0	16.4
BBE02	7.89	-10	16.5
BBE03	7.45	55.6	16.2
BBE04	7.70	-36.4	16.2

Tab. 3.6.3/B - Caratteristiche Chimiche e Fisiche dei sedimenti.

I valori di pH (Fig. 3.6.3/2) mostrano un andamento abbastanza omogeneo in tutte le postazioni oscillando da 7,45 a 7,89.

Il potenziale di ossidoriduzione (Eh) dei sedimenti rappresenta un importante indice dello stato trofico di un ecosistema acquatico, in quanto è il risultato dei processi autotrofi ed eterotrofi che incidono sul bilancio tra il consumo di ossidanti e la loro disponibilità.

Il potenziale redox è funzione:

- della dimensione dei granuli di sedimento;
- del contenuto organico;
- e della concentrazione di ossigeno disciolto nelle acque sovrastanti.

Il potenziale ossido riduttivo è negativo in tutte le stazioni indagate ad eccezione della stazione BBE03 (+55,6). Si tratta di valori considerabili di modesta entità compresi fra un minimo di -10,0 mV nella stazione BBE02 e un massimo di -120 mV nella stazione BBE01, prossima alla piattaforma esistente Bonaccia, che mostrano una sensibile variabilità lungo il corridoio indagato (Tab. 3.6.3/B e Fig. 3.6.3/3).

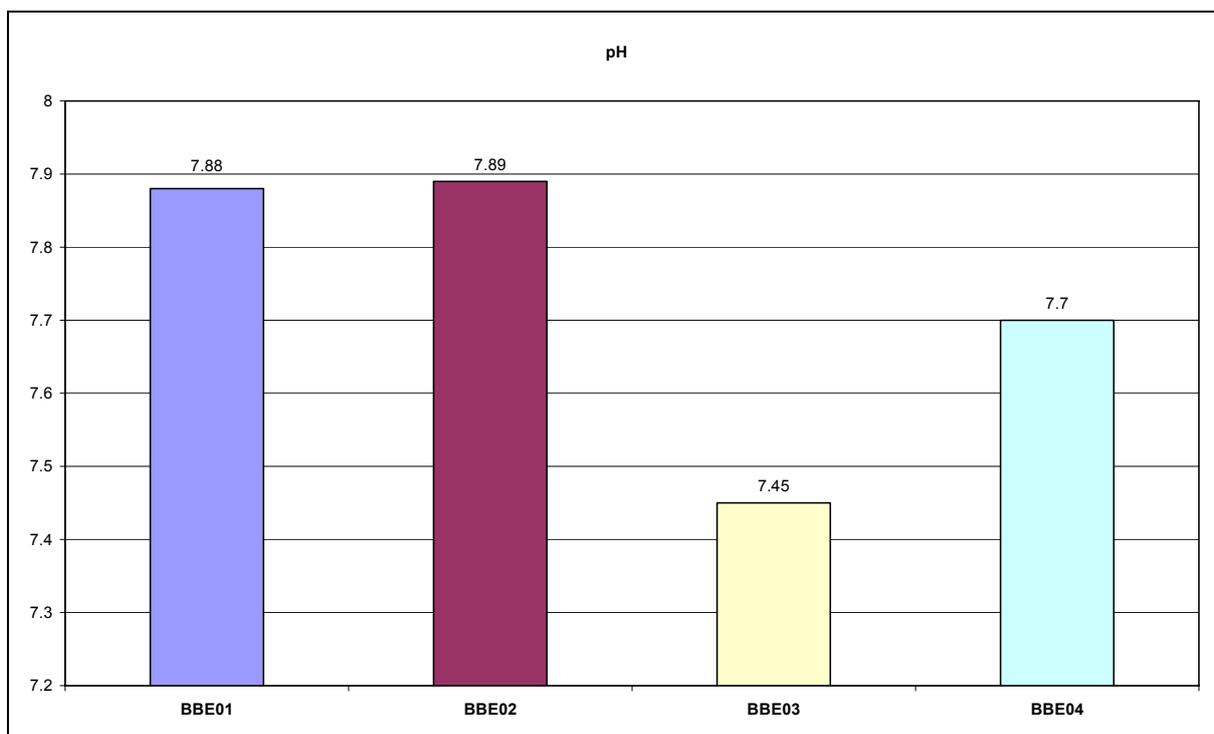


Fig. 3.6.3/2 - Valori di pH nelle diverse stazioni.

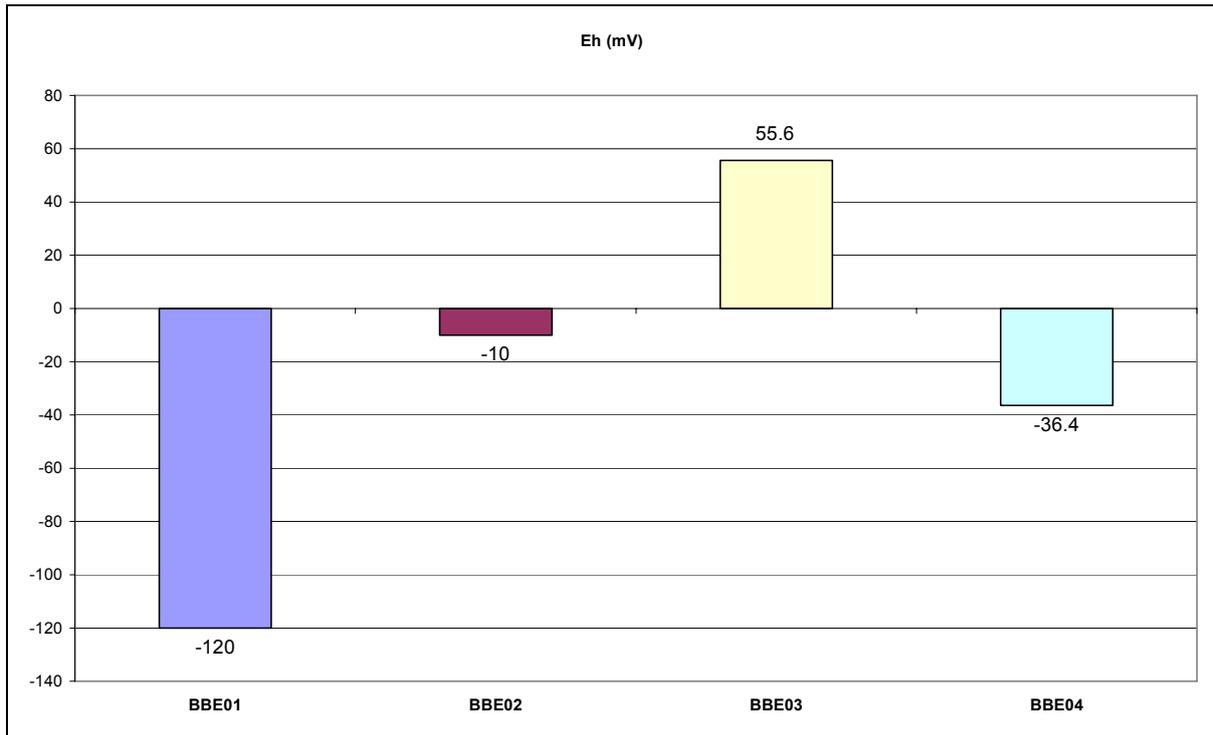


Fig. 3.6.3/3 Valori di Eh nelle diverse stazioni.

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni prelevati sono riportati nella Tab. 3.6.3/C e nelle Fig. 3.6.3/4,5, 6, 7 ,8, 9 e 10.

Le concentrazioni di Carbonio Organico Totale (T.O.C.) sono valori rilevati sul sedimento secco (105°C) e variano da 0,58 (BBE03) a 0,64 (BBE12) (Tab. 3.6.3/C e Fig. 3.6.3/4).

Le variazioni nella concentrazione di carbonio organico sono da considerarsi minime lungo la rotta della futura condotta. Si tratta di concentrazioni considerabili medie e comunque sempre al di sotto del limite di tolleranza, il cui processo di mineralizzazione procede, se non intervengono particolari situazioni di segregazione verticale, in aerobiosi. Tale considerazione risulta avvalorata dal fatto che nessun sedimento analizzato ha mostrato, al momento del campionamento, evidenti tracce di anossia.

Le concentrazioni dei PCB sono risultate sempre inferiori alla soglia di rilevabilità (< 0,0001 mg/Kg s.s.) su tutti i campioni analizzati (Tab. 3.6.3/C).

Le concentrazioni degli Idrocarburi totali sono costanti in tutti i campioni analizzati, con valori di 0,1 mg/Kg (Tab. 3.6.3/C).

Le concentrazioni degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono espresse in µg/Kg e calcolate su sedimento essiccato a 105°C. Le concentrazioni degli IPA ricercati sono sempre inferiori alla soglia di rilevabilità (< 0,1µg/Kg s.s.) (Tab. 3.6.3/C).

Descrizione Campione		BBE01	BBE02	BBE03	BBE04
Parametri	Unità di Misura	Risultati	Risultati	Risultati	Risultati
Umidità a 105°	%	25,31	24,64	25,47	25,61
Carbonio organico	% s.s.	0,62	0,64	0,58	0,59
Sostanza organica totale	% s.s.	0,21	0,23	0,23	0,22
Azoto totale (N)	% s.s.	0,05	0,06	0,05	0,04
Fosforo totale (P)	mg/Kg s.s.	260	265	243	251
Arsenico (As)	mg/Kg s.s.	2,4	2,3	2,6	2,5
Alluminio (Al)	mg/Kg s.s.	9210	9124	8650	8954
Cadmio (Cd)	mg/Kg s.s.	0,097	0,095	0,091	0,088
Cromo (Cr)	mg/Kg s.s.	24,8	23,6	23,8	23,7
Mercurio (Hg)	mg/Kg s.s.	0,018	0,016	0,017	0,018
Nichel (Ni)	mg/Kg s.s.	19,8	19,6	18,5	18,4
Piombo (Pb)	mg/Kg s.s.	27,1	26,4	21,2	22,1
Rame (Cu)	mg/Kg s.s.	14,7	14,6	14,6	14,1
Zinco (Zn)	mg/Kg s.s.	64,1	58,2	55,4	52,7
PCB TOTALI	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pesticidi clorurati	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Idrocarburi totali	mg/Kg s.s.	0,1	0,1	0,1	0,1
IPA					
Naftalene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Acenaftene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Fluorene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Fenantrene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Antracene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Pirene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo[a]antracene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Crisene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo[b]fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo[k]fluorantene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo[a]pirene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Indeno[1,2,3-cd]pirene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Dibenzo[a,h]antracene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Benzo[ghi]perilene	mg/Kg s.s.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Coliformi totali	UFC/g s.s.	<10	<10	<10	<10
Coliformi fecali	UFC/g s.s.	<10	<10	<10	<10
Streptococchi	UFC/g s.s.	<10	<10	<10	<10

Tab. 3.6.3/C Caratteristiche chimiche e microbiologiche dei sedimenti. Nota: s.s. = sul sedimento secco; UFC = Unità Formanti Colonia.

La concentrazione di Azoto totale (N) presenta una generale modesta quantità ed una trascurabile eterogeneità spaziale delle concentrazioni, con percentuali sul sedimento secco che variano da un minimo di 0,04 (BBE04) ad un massimo di 0,06 (campione BBE02) (Tab. 3.6.3/C e Fig. 3.6.3/5).

Il Fosforo presenta valori molto modesti in tutti i campioni analizzati: tra 243 mg/Kg (campione BBE03) e 265 mg/Kg (campione BBE02) (Tab. 3.6.3/C e Fig. 3.6.3/6).

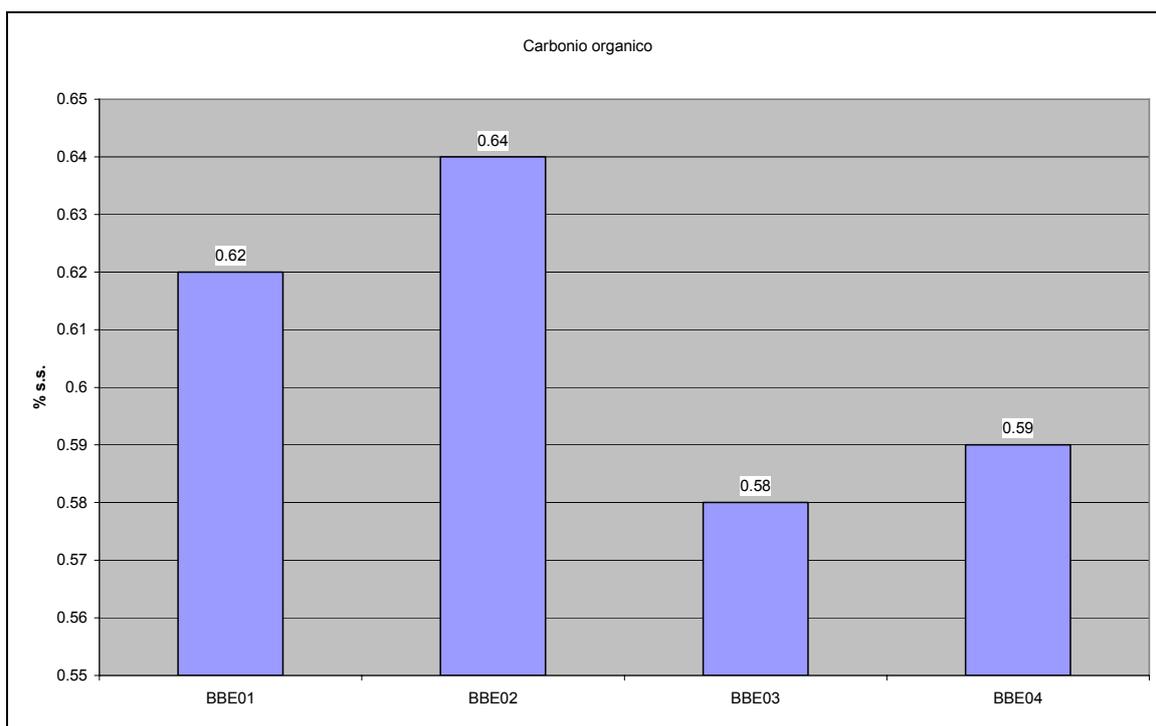


Fig. 3.6.3/4 Concentrazioni di Carbonio Organico Totale (T.O.C.).

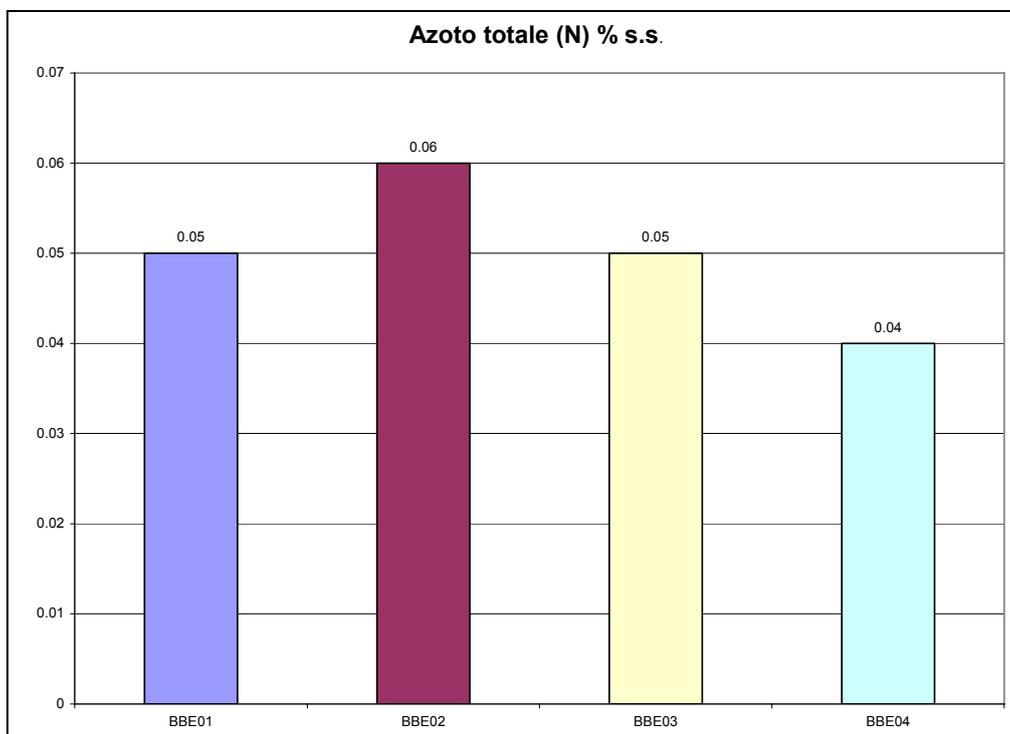


Fig. 3.6.3/5 Concentrazioni di Azoto nelle diverse stazioni.

La variabilità spaziale lungo il corridoio indagato presenta un seppure limitato incremento dei valori di fosforo da Bonaccia Est a Bonaccia.

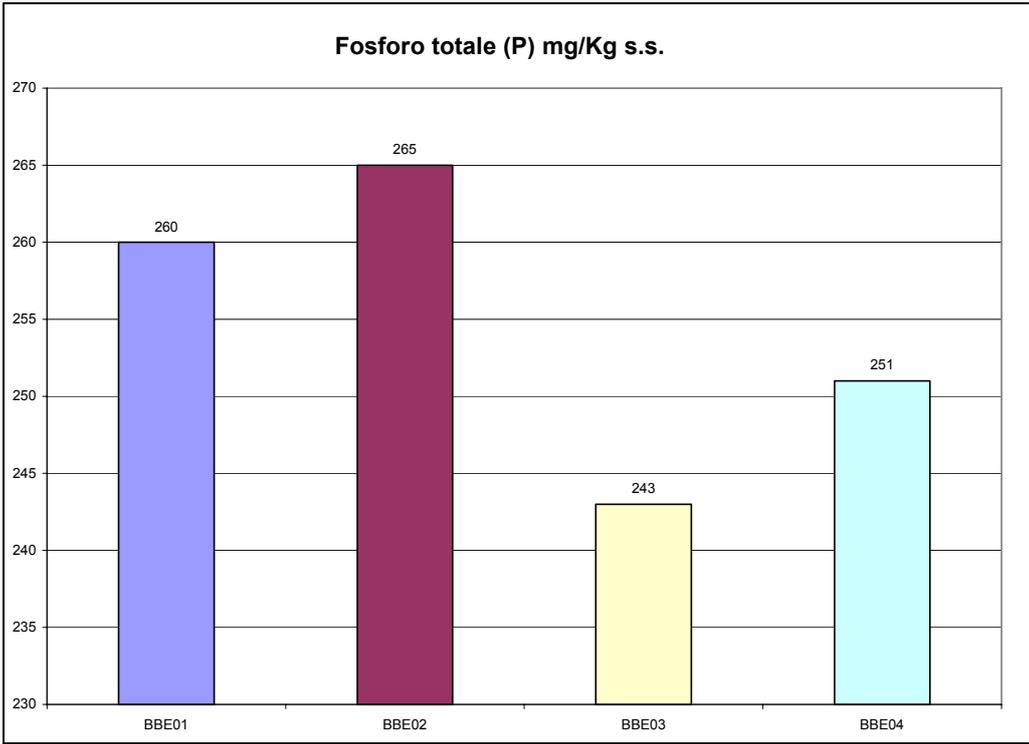


Fig. 3.6.3/6 Concentrazioni di Fosforo nelle diverse stazioni.

Dall'analisi dei valori riportati in Tab. 3.6.3/C e negli istogrammi delle Figg. 3.6.3/7,8,9,10 le concentrazioni dei metalli di transizione non presentano variabilità spaziale rilevante.

Per quanto concerne le analisi microbiologiche, le concentrazioni di coliformi fecali e totali sono sempre inferiori al limite di rilevabilità (<10UFC/g s.s) (Tab. 3.6.3/C).

Per esprimere un giudizio sull'abbondanza dei singoli elementi sono state confrontate le concentrazioni dei metalli con i valori giudicati "pericolosi" per la vita acquatica e per l'eventuale magnificazione nei processi di bioaccumulo proposti da: EPA (1977), Gambrell et al. (1983) e Thomas (1987). I limiti dell'EPA ed i limiti proposti da Ontario Ministry of Environment sono riportati in Tab. 3.6.3/D.

METALLO	CLASSIFICAZIONE EPA	CLASSIFICAZIONE ONTARIO MINISTRY OF ENVIRONMENT
ARSENICO	Non inquinato	Concentrazioni inferiori al NOEC
CADMIO	Non inquinato	Concentrazioni inferiori al NOEC
CROMO	Non inquinato	Concentrazioni inferiori al LOEC
MERCURIO	Non inquinato	Concentrazioni inferiori al NOEC
NICHEL	Non inquinato	Concentrazioni inferiori al LOEC
PIOMBO	Non inquinato	Concentrazioni inferiori al LOEC nelle stazioni BBE01 e BBE02 ed inferiori al NOEC nelle stazioni BBE03 e BBE04
RAME	Non inquinato	Concentrazioni inferiori al NOEC lungo tutto il tracciato del futuro pipeline.
ZINCO	Non inquinato	Concentrazioni inferiori al NOEC lungo tutto il tracciato del futuro pipeline.
NOEC = No Observed Effect Concentration		LOEC = Low Observed Effect Concentration

Tab. 3.6.3/D Classificazione EPA ed Ontario Ministry of Environment

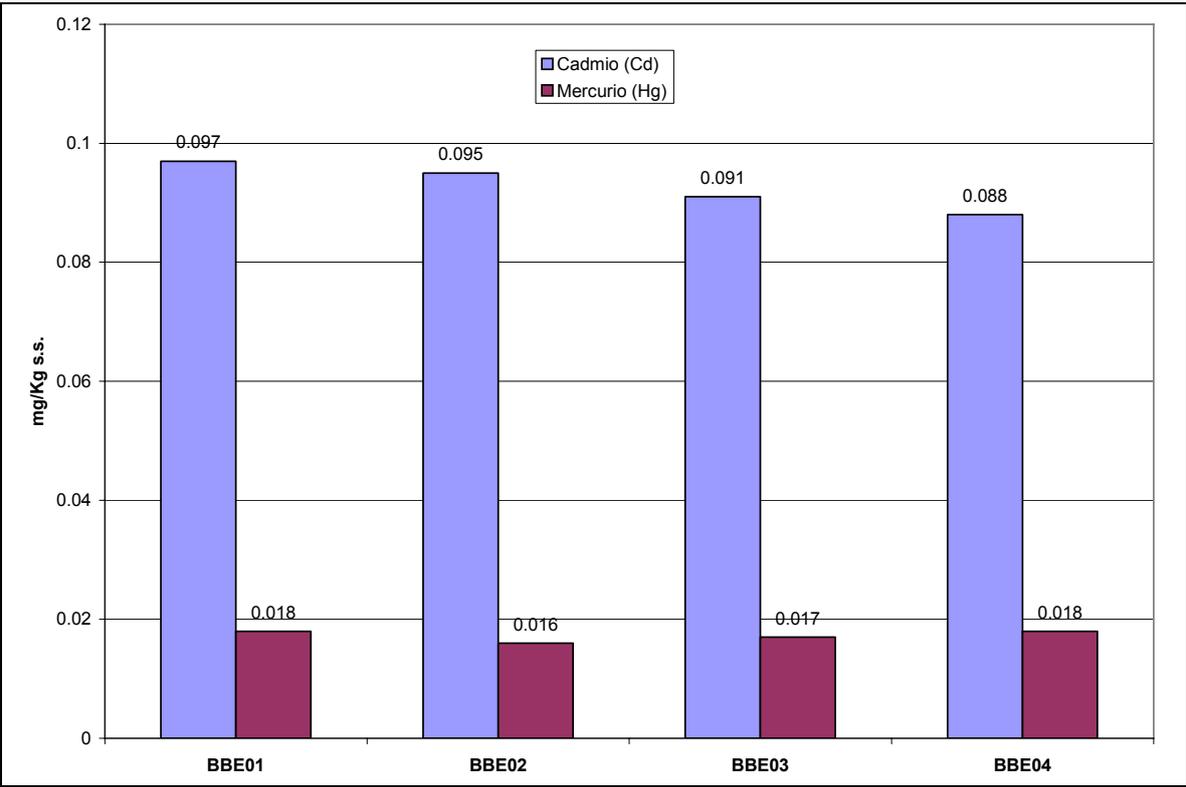


Fig. 3.6.3/7 Concentrazioni degli ioni metallici nelle diverse stazioni. (Cd, Hg)

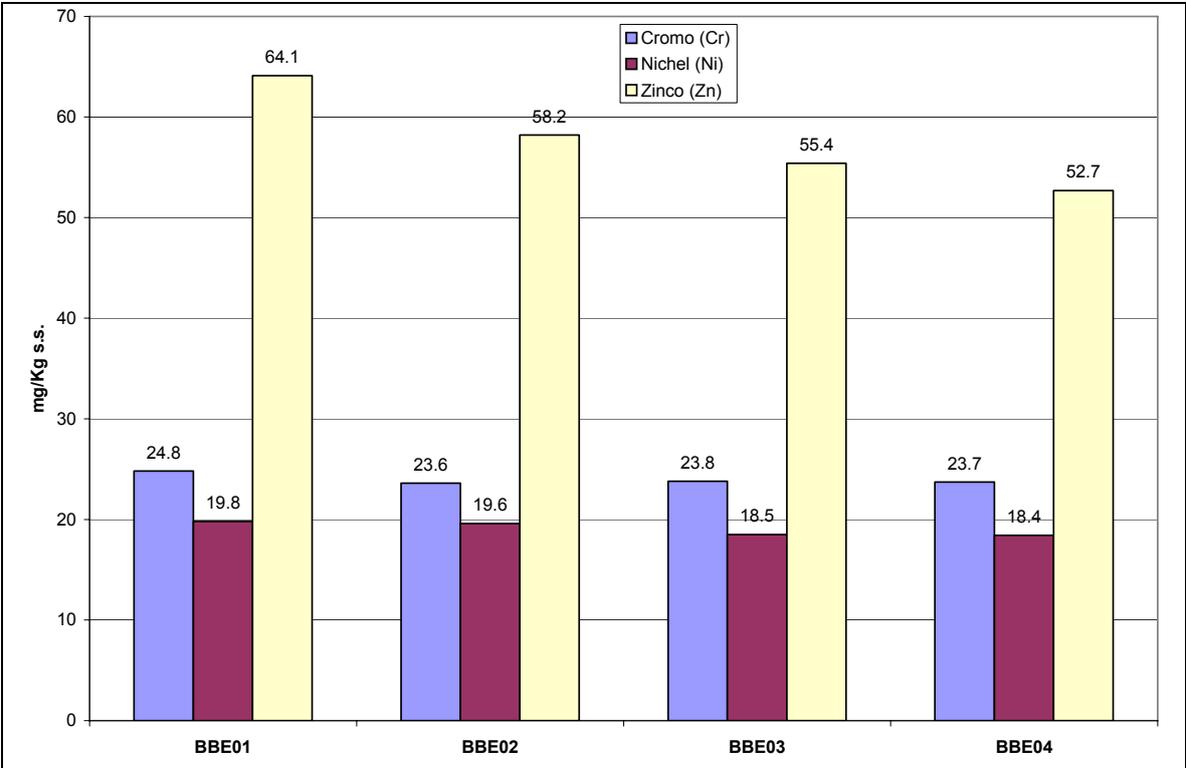


Fig. 3.6.3/8 Concentrazioni degli ioni metallici nelle diverse stazioni (Cr, Ni, Zn).

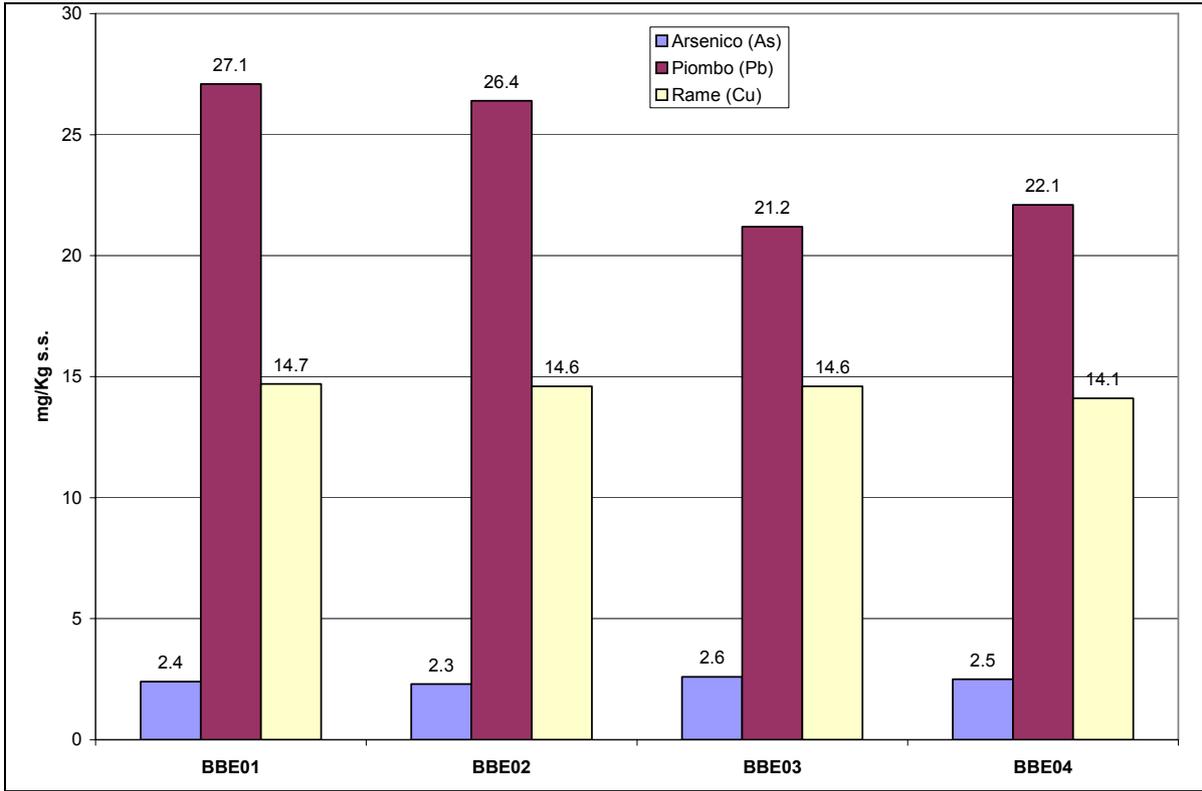


Fig. 3.6.3/9 Concentrazioni degli ioni metallici nelle diverse stazioni. (As, Pb, Cu)

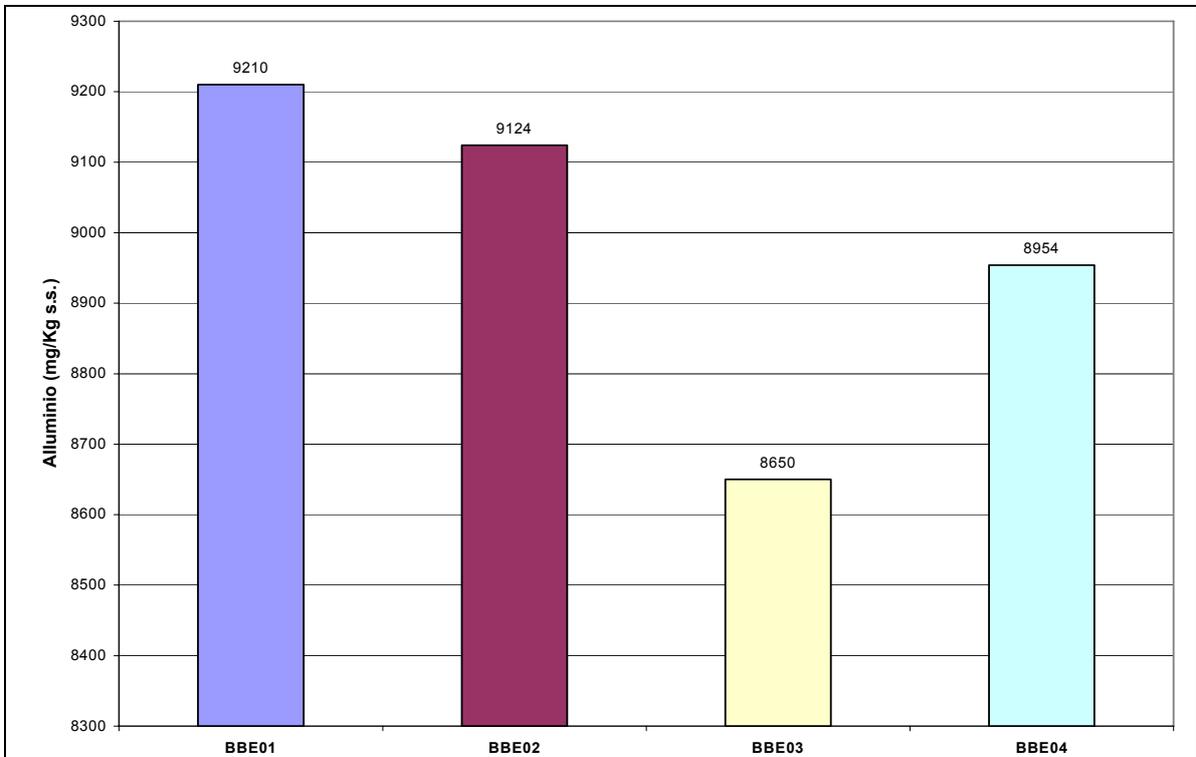


Fig. 3.6.3/10 - Concentrazioni degli ioni metallici nelle diverse stazioni. (Al)

Analisi Granulometriche

Sui quattro (4) campioni di sedimento sono state eseguite le analisi granulometriche per setacciatura e sedimentazione secondo le norme ASTM D 422-63.

I risultati ottenuti sono stati riportati su diagrammi semilogaritmici rappresentanti le curve cumulative, esprimendo i valori in percentuali di passante vs. diametro delle particelle espresso in millimetri ed UNITÀ PHI = - log₂ (diametro).

La tessitura dei sedimenti è espressa dalla Classificazione secondo Shepard (1954); alcuni parametri statistici, elaborati in base alla curva di distribuzione di frequenza, possono servire ad indicare le caratteristiche della dinamica deposizionale.

Le elaborazioni dei dati hanno fornito i risultati riportati nella Tab. 3.6.3/E.

CAMPIONE	CLASSIFICAZIONE SECONDO SHEPARD (1954)	% GHIAIA (Mat. organogeno)	% SABBIA	% PELITE	PROFONDITA'
BBE01 S1	SABBIA ARGILLOSA	1,72	65,02	33,25	87,3m
BBE02 S1	SABBIA	0,28	79,65	20,07	85,4m
BBE03 S1	SABBIA	0,97	81,53	17,50	83,6m
BBE04 S1	SABBIA ARGILLOSA	0,79	67,43	31,77	82,7m

Tab. 3.6.3/E - Risultati analisi granulometriche

Lungo la rotta del futuro sealine i campioni di sedimento prelevati sono costituiti da SABBIA e SABBIA ARGILLOSA, con percentuali di sabbia variabili da 81,53% e 65,2%.

La componente ghiaiosa è sempre costituita da materiale organogeno.

La seguente figura (Fig. 3.6.3/11) illustra l'andamento generale delle percentuali relative di pelite, sabbia e di ghiaia/materiale organogeno nelle diverse stazioni.

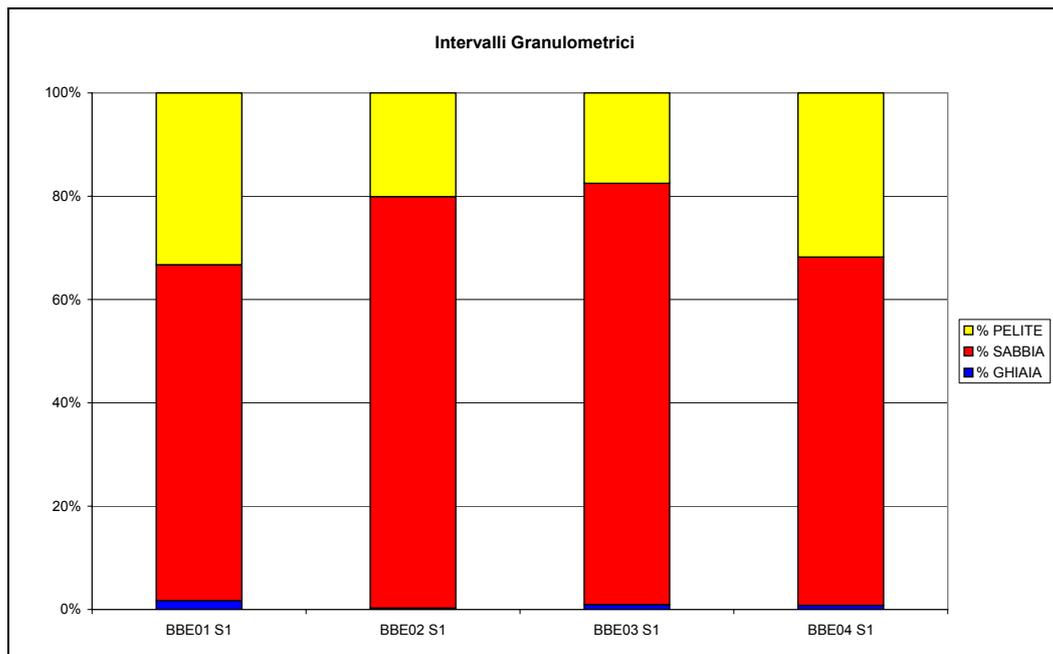


Fig. 3.6.3/11 Intervalli granulometrici.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 91
--	---	-------------------

Litologia del fondale

Lungo la rotta del futuro sealine, sono state campionate sette (7) postazioni distanziate tra loro di circa 1 km mediante l'utilizzo di un carotiere per la caratterizzazione litologica del fondo marino, effettuando in totale 27 campionamenti.

In generale i campionamenti effettuati hanno evidenziato la presenza di un fondale prevalentemente sabbioso e ricco in frammenti conchigliari.

Nei pressi della piattaforma Bonaccia sono stati effettuati quattro (4) campionamenti nelle vicinanze di un'area di biocostruzioni: in tale postazione la porzione superficiale del fondo marino si presenta indurita e concrezionata, come dimostrato dalla scarsa penetrazione del carotiere (max 30 cm) e dai sedimenti grossolani raccolti (sabbie con abbondante tritume organogeno).

Procedendo verso Bonaccia Est, sono state effettuati tre (3) carotaggi con recupero da 77 cm a 126 cm. Questi tre carotaggi (gli unici che hanno fornito un campione maggiore di 70 cm) sono caratterizzati da una litologia simile:

- i primi 15 cm sono costituiti da limo sabbioso con resti conchigliari;
- poi, fino alla profondità di circa 30 cm, è presente un livello sabbioso con abbondante tritume organogeno;
- infine, è presente un livello di argilla sovraconsolidata con tracce di sostanza organica.

In corrispondenza delle successive postazioni in generale i sedimenti raccolti sono costituiti da sabbia con tritume conchigliare e la lunghezza massima del campione è stata di 26 cm.

Di seguito viene riportata la Tabella 3.6.3/F rappresentativa di tutti i campionamenti effettuati e nella quale, oltre alle coordinate di posizione, per ogni campione viene anche inserito un commento relativo alla tipologia di sedimento intrappolato



CAMPIONE	LAT NORD	LONG EST	NORD	EST	COMMENTO	PROFONDITA'
BBK01A	43°35.464'	14°21.590'	4826741.2	2468322.1	SABBIA 30cm	87,1m
BBK01B	43°35.452'	14°21.593'	4826718.9	2468325.0	SABBIA 20cm	87,6m
BBK01C	43°35.461'	14°21.596'	4826735.7	2468328.8	GRAB NESSUN RECUPERO	87,1m
BBK01D	43°35.457'	14°21.597'	4826728.4	2468331.4	GRAB NESSUN RECUPERO	87,1m
BBK02A	43°35.375'	14°22.287'	4826569.3	2469257.4	Recupero: 77cm	86,2m
BBK03A	43°35.261'	14°23.016'	4826350.9	2470237.1	Recupero: 118cm	85,5m
BBK04A	43°35.159'	14°23.751'	4826155.6	2471225.3	Recupero: 126cm	84,5m
BBK05A	43°35.028'	14°24.503'	4825906.1	2472234.9	SABBIA 5cm	83,6m
BBK05B	43°35.026'	14°24.488'	4825901.7	2472214.8	SABBIA 10cm	83,6m
BBK05C	43°35.012'	14°24.486'	4825876.9	2472211.5	GRAB NESSUN RECUPERO	83,7m
BBK05D	43°35.043'	14°24.485'	4825933.0	2472210.6	GRAB NESSUN RECUPERO	83,8m
BBK06A	43°34.943'	14°25.192'	4825741.1	2473160.3	SABBIA 5cm	83,2m
BBK06B	43°34.915'	14°25.191'	4825689.4	2473159.4	SABBIA 2cm	83,2m
BBK06C	43°34.911'	14°25.166'	4825683.3	2473125.9	GRAB NESSUN RECUPERO	83,3m
BBK06D	43°34.939'	14°25.117'	4825735.9	2473060.4	GRAB NESSUN RECUPERO	83,2m
BBK07A	43°34.810'	14°25.947'	4825488.0	2474174.8	NESSUN RECUPERO	82,7m
BBK07B	43°34.809'	14°25.947'	4825486.6	2474175.7	NESSUN RECUPERO	82,7m
BBK07C	43°34.825'	14°25.878'	4825516.9	2474083.2	SABBIA 5cm	82,5m
BBK07D	43°34.801'	14°25.903'	4825473.1	2474116.3	NESSUN RECUPERO	82,6m
BBK07E	43°34.840'	14°25.687'	4825547.1	2473825.4	NESSUN RECUPERO	82,7m
BBK07F	43°34.837'	14°25.936'	4825538.3	2474160.8	SABBIA 26cm	82,9m
PB2A	43°34.835'	14°26.084'	4825534.2	2474359.6	GRAB NESSUN RECUPERO	82,6m
PB2B	43°34.810'	14°26.040'	4825488.4	2474300.5	SABBIA 5cm	82,8m
PB2C	43°34.797'	14°26.071'	4825462.6	2474341.3	SABBIA 2cm	82,7m
PB3A	43°34.806'	14°26.078'	4825480.9	2474351.5	SABBIA 2cm	82,7m
PB3B	43°34.803'	14°26.080'	4825474.4	2474354.7	SABBIA 10cm	82,7m
PB3C	43°34.812'	14°26.085'	4825491.0	2474360.7	GRAB: SABBIA	82,6m

Tab. 3.6.3/F Lista dei campionamenti

Analisi di laboratorio

Le carote campionate sono state aperte in laboratorio e, tramite analisi visiva, è stata determinata la stratigrafia di ciascuna di loro. Successivamente, da tali carote è stato prelevato un campione o più campioni sui quali sono state condotte le analisi delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei litotipi i cui risultati sono presentati nella seguente Tab. 3.6.3/G.

La tessitura dei sedimenti è espressa dalla Classificazione di Shepard (1954) ed è basata sull'omonimo diagramma; i limiti di Atterberg sono stati misurati sugli unici tre campioni pelitici raccolti.

BBK01A		Kp: 0.093	W.D.: 87.1m
DEPTH	DESCRIPTION/DESCRIZIONE		
0 cm			
10	Sabbia con tritume conchigliare		
20			
30			
	30		

BBK01B		Kp: 0.095	W.D.: 87.6m
DEPTH	DESCRIPTION/DESCRIZIONE		
0 cm			
10	Sabbia con tritume conchigliare		
20			
	20		



BBK02A		
	Kp: 1.043	W.D.: 86.2m
DEPTH	DESCRIPTION/DESCRIZIONE	
0 cm		
10	limo sabbioso con resti diffusi di molluschi	
16		
20	sabbia con tritume organogeno costituito prevalentemente da Pettinidi	
25		
30		
40		
50	argilla sovraconsolidata grigiastra con livelli e macchie tendenti al nerastro	
60		
70		
77		
80		
90		
100		

BBK03A		
	Kp: 2.047	W.D.: 85.5
DEPTH	DESCRIPTION/DESCRIZIONE	
0 cm		
10	limo sabbioso con minuti resti organogeni	
12		
20	sabbia limosa con frequenti resti di molluschi tra cui valve di Pectinidae interi	
17		
30	sabbia limosa con fini resti organogeni	
30		
40	sabbia grigio-brunastra	
50		
33		
60		
70	argilla sovraconsolidata grigiastra con macchie nerastre, grumi sabbiosi e di sostanza organica nerastra. Livello irregolare brunastro con tracce di sostanza organica tra 85 e 91cm	
80		
90		
100		
110		
118		
120		



BBK04A		Kp: 3.055	W.D.: 84.5m
DEPTH	DESCRIPTION/DESCRIZIONE		
0 cm			
10	limo sabbioso con frequenti resti di Bivalvi frantumati. Valva di Pectinidae intero tra 16 e 18 cm		
20	18		
30	24	sabbia limosa con tritume organogeno molto abbondante e talora prevalente	
40	28		
50	limo torboso e torba con evidenti resti di vegetali		
60	limo con livelli discontinui di sabbia da bruno a nerastro		
70			
80	argille sovraconsolidate grigiastre con livelli irregolari più scuri, lamine millimetriche e grumi sabbiosi. Macchie di sostanza organica		
90			
100			
110			
120	116		
130	119	livello di sabbia micacea grigio-scura	
	126	argille sovraconsolidate grigiastre con livelli irregolari più scuri, lamine millimetriche e grumi sabbiosi. Macchie di sostanza organica	

BBK05B		Kp: 4.075	W.D.: 83.6m
DEPTH	DESCRIPTION/DESCRIZIONE		
0 cm			
10	6	sabbia media grigio-brunastra	
20	10	argilla sovraconsolidata grigiasta	

BBK07F		Kp: 6.053	W.D.: 82.6m
DEPTH	DESCRIPTION / DESCRIZIONE		
0 cm			
10	16	sabbia grigio-brunastra con fine detrito organogeno	
20	26	sabbia grigiastra ricca di resti di molluschi tra cui Capulus e diversi lamellibranchi	
30			

Tab. 3.6.3/G. Risultati ottenuti dalle analisi fisiche e meccaniche dei litotipi prelevati

Considerazioni conclusive, punti di attenzione, elementi di criticità i

Il fondale marino attorno alla piattaforma Bonaccia, come già detto, risulta caratterizzato morfologicamente da una alternanza non regolare di depressioni ed alti morfologici, strutture messe in evidenza dell'indagine Side Scan Sonar.

Le depressioni si trovano spesso in corrispondenza delle concrezioni biogeniche le quali a loro volta sono strettamente connesse con le risalite gassose rilevate; il fondale dell'area appare quindi interessato da queste depressioni ed alti morfologici che marcano i limiti delle risalite gassose ed evidenziano gli spessori delle concrezioni.

Queste concrezioni associate ai sedimenti grossolani con la medesima origine formano "croste" rocciose superficiali che si elevano dal fondo anche di qualche metro; l'altezza massima rilevata per queste concrezioni è di circa 2 m a.s.f.

Queste aree sono state studiate e descritte da numerosi autori (Colantoni & Gallignani 1980, Stefanon 1979; Stefanon & Mozzi 1973, etc.) e sono state interpretate come "rocce affioranti" (*surfaces rocks*) originate da fenomeni di concrezionamento e cementazione di origine biogenica di materiali sciolti più o meno grossolani. Esse rivestono un ruolo ecologico importante in particolare in aree come quella dell'Adriatico centro-settentrionale, caratterizzate da fondali incoerenti sub-pianeggianti, con popolamenti bentonici omogenei. La rotta originariamente prevista per il futuro sealine 6" attraversava un'area sub-circolare di concrezioni (circa: 2255 m²) da 2471867 E, 4826042 N a 2471897 E, 4826035 N per una lunghezza totale di circa 31 m; i rilievi effettuati nell'area hanno permesso di ridisegnare il tracciato ed adottare una rotta che permette di evitare il disturbo delle aree concrezionate individuate.

Per un maggior approfondimento sul significato e le caratteristiche ecologiche di tali strutture si veda il Cap.3.7 paragrafo 3.7.2.

3.7 FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

3.7.1 Caratteristiche delle comunità animali, vegetali e delle risorse pescabili

Fitoplancton

Per la caratterizzazione generale del fitoplancton nell'area di studio si riporta una sintesi dei risultati preliminari dalle due campagne oceanografiche di ricerca, svolte nell'ambito del progetto **PRISMA II** (Cap. 3.5.2), dirette alla valutazione dei processi di produzione primaria ed alla caratterizzazione dimensionale del fitoplancton nell'Adriatico Centrale in un'area a cavallo del Conero (Fig. 3.7.1/1).

La vicinanza dell'area di studio (Prisma II), con la zona in cui verranno svolte le attività di progetto permette di estendere il quadro conoscitivo ottenuto anche a tale area.

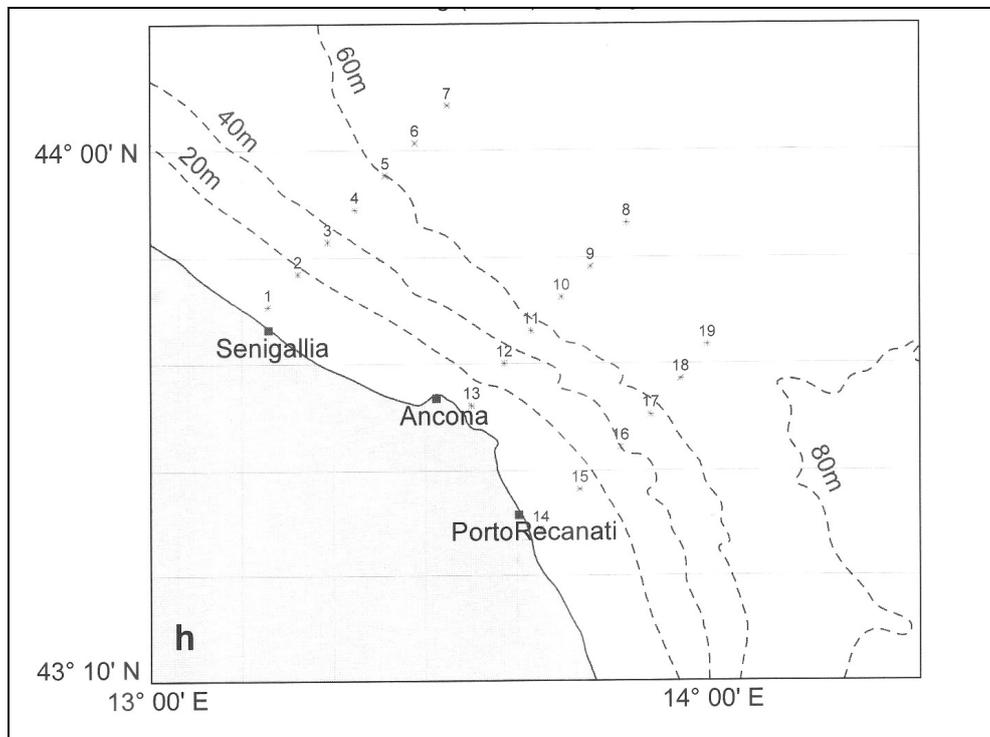


Fig. 3.7.1/1 Stazioni fisse disposte lungo i tre transetti perpendicolari alla costa e utilizzate per il campionamento del fito e dello zooplancton

Campagna oceanografica effettuata dal 7 al 9 Maggio 1998.

La distribuzione delle biomasse fitoplanctoniche totali e frazionate presenta, durante il periodo di campionamento, un gradiente dalla costa verso il largo con i massimi di biomassa ubicati nell'area costiera antistante Senigallia. Nell'area dell'Adriatico centrale la pressione da grazing è modesta così come rilevato dai rapporti Feo/Chla.

I pigmenti indicatori tassonomici mostrano una chiara dominanza delle Diatomee nell'area costiera prospiciente Senigallia mentre, le Primmesioficee dominano in tutta la restante area. Le correlazioni tra gran parte dei pigmenti analizzati con la biomassa totale (Chla) mostrano, in modo evidente, che le Diatomee prevalgono, ma molte classi floristiche sono

presenti in tutta l'area.

I più alti valori di biomassa fitoplanctonica sono confinati nell'area strettamente costiera e le frazioni dominanti sono la nano-fitoplanktonica e pico-fitoplanktonica, mentre la frazione micro-fitoplanktonica assume importanza solo negli strati subsuperficiali e di fondo (Fig. 3.7.1/2, 3.7.1/3).

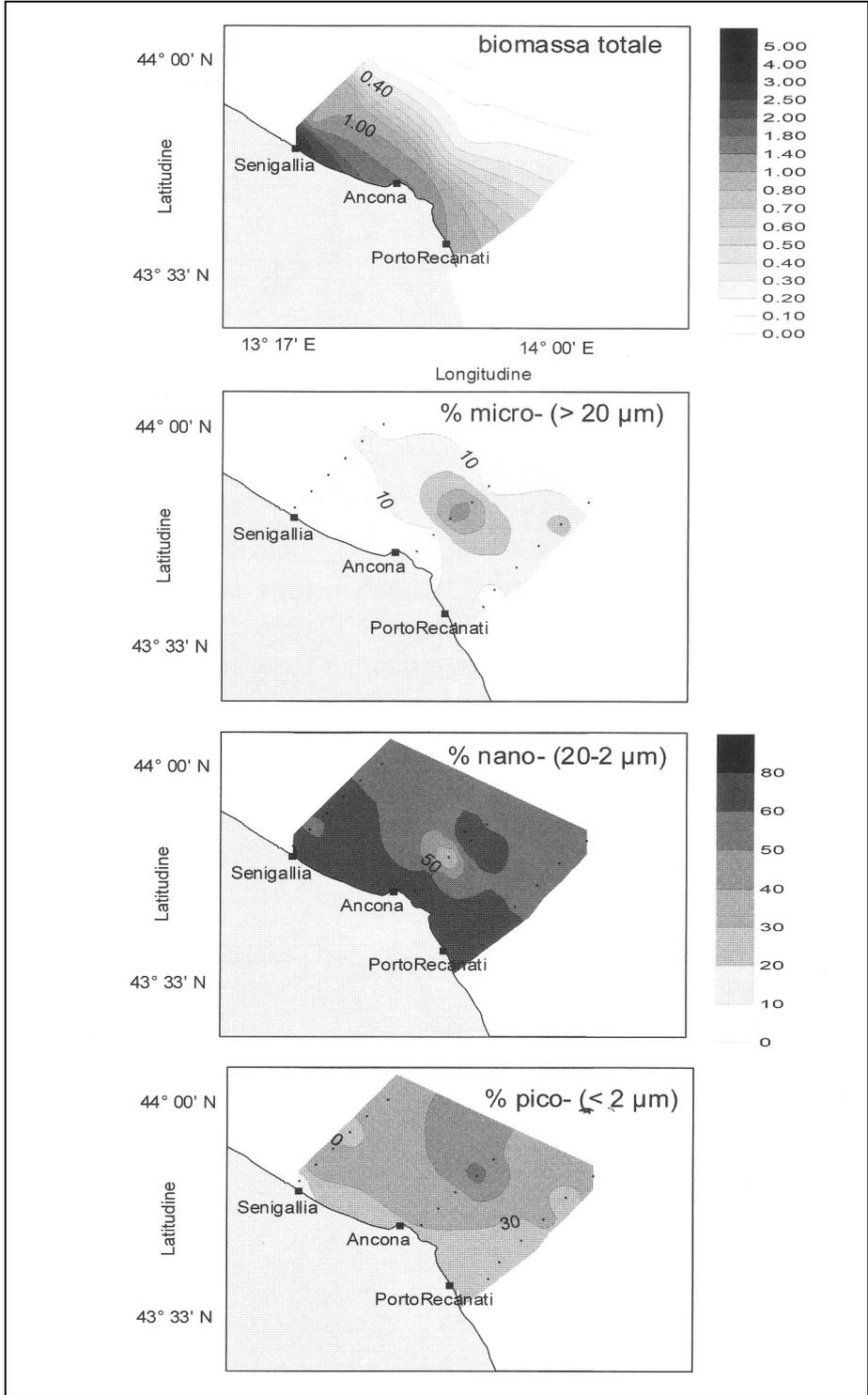


Fig. 3.7.1/2 Distribuzione spaziale superficiale della biomassa totale ($\mu\text{g/l}$ di Chl a) e della percentuale delle diverse frazioni dimensionali del fitoplancton

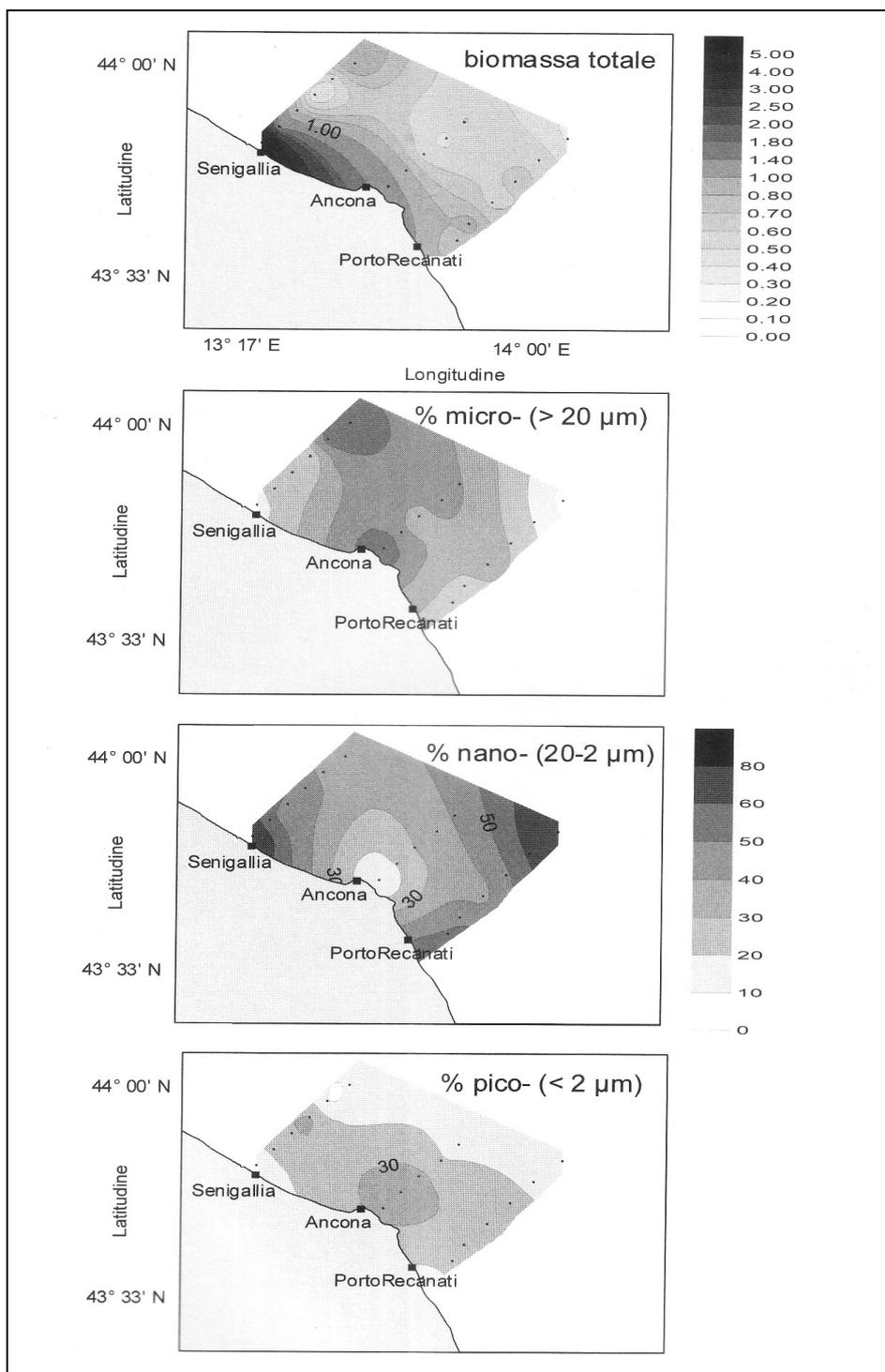


Fig. 3.7.1/3 - Distribuzione spaziale al fondo della biomassa totale ($\mu\text{g/l}$ di Chla) e della percentuale delle diverse frazioni dimensionali del fitoplancton

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 100
---	--	--------------------

Campagna oceanografica effettuata dal 4 al 6 Giugno 1998.

Durante il mese di Giugno si rileva un netto gradiente dalla costa verso il largo, ma le concentrazioni superficiali di biomassa fitoplanctonica superano, di poco, 1 $\mu\text{g/l}$ di Chla nella fascia strettamente neritica. I valori rilevati nell'area di mare più aperto sono più tipici di un'area oligo-mesotrofica che di un'area eutrofizzata. I valori più elevati sono stati riscontrati su quote sub-superficiali molto vicine al fondo (Fig. 3.7.1/4, 3.7.1/5). Per quanto concerne la struttura dimensionale del popolamento fitoplanctonico, si osserva una notevole difformità tra superficie e fondo. La frazione micro- è dominante, in superficie, nell'area di largo più orientale, e non è associata ai massimi di biomassa mentre, contribuisce, per più del 50% sul fondo dell'area più a Nord. E' da rilevare che la distribuzione dei popolamenti fitoplanctonici non è strettamente correlata con le proprietà aline delle masse d'acqua. La distribuzione verticale, conferma quanto descritto per la distribuzione superficiale e di fondo ed, in aggiunta, evidenzia la presenza di massimi subsuperficiali profondi costituiti essenzialmente da micro- e nano-fitoplancton.

Queste strutture, che costituiscono un'anomalia, già più volte rilevata nell'area, negli schemi classici di distribuzione verticale del popolamento fitoplanctonico, sembrano essere una caratteristica peculiare dell'area stessa .

L'analisi dell'andamento dei pigmenti fotosintetici, in relazione alla Chla, indica che in tutta l'area, sono, più o meno, ma uniformemente rappresentate le Diatomee, le Cloroficce Primnesioficee, le Prasinoficce e i Dinoflagellati. Le Crisoficce ed i Cianobatteri rivestono durante questo periodo, un ruolo assolutamente marginale.

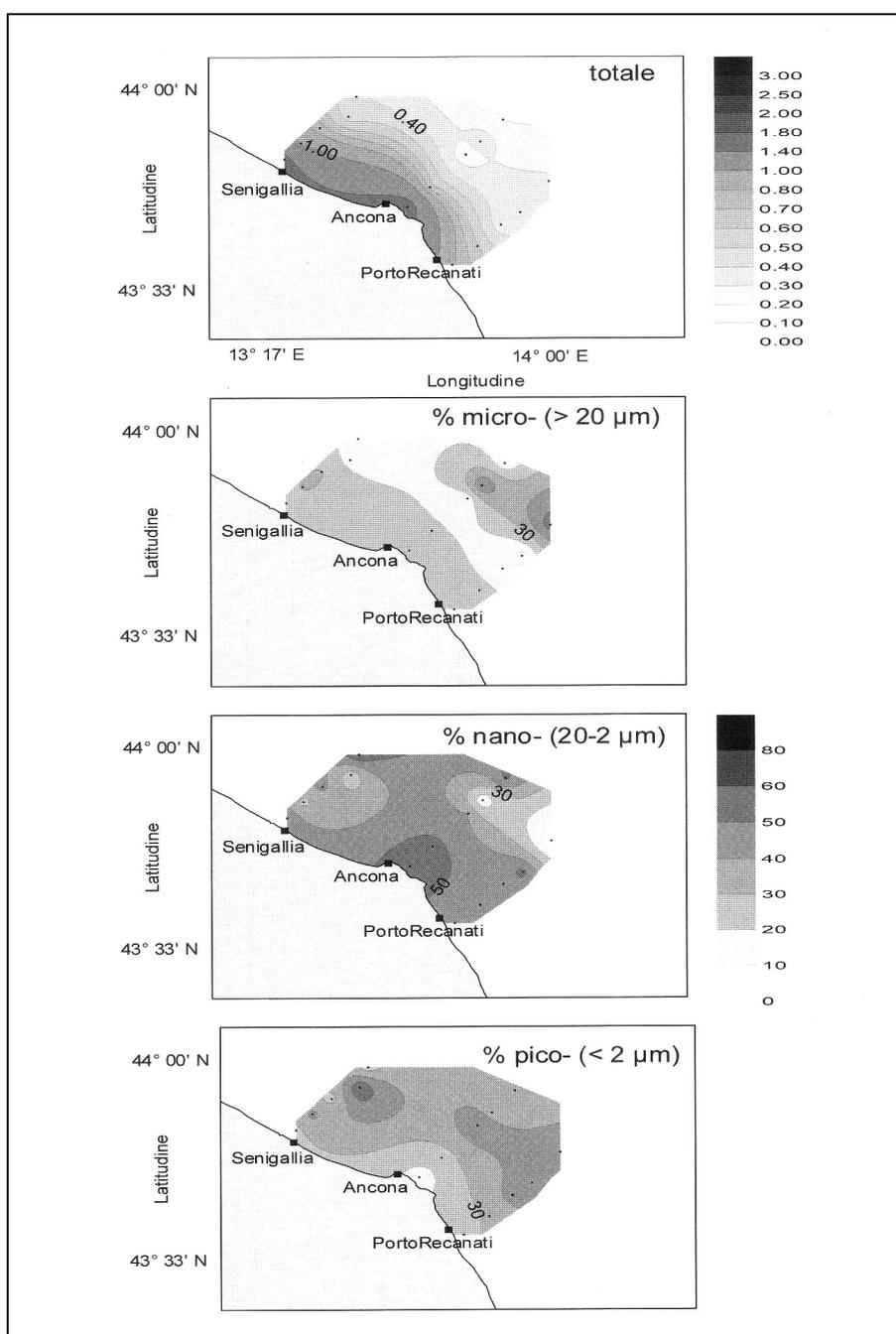


Fig. 3.7.1/4 - Distribuzione spaziale al fondo della biomassa totale ($\mu\text{g/l}$ di Chla) e della percentuale delle diverse frazioni dimensionali del fitoplancton

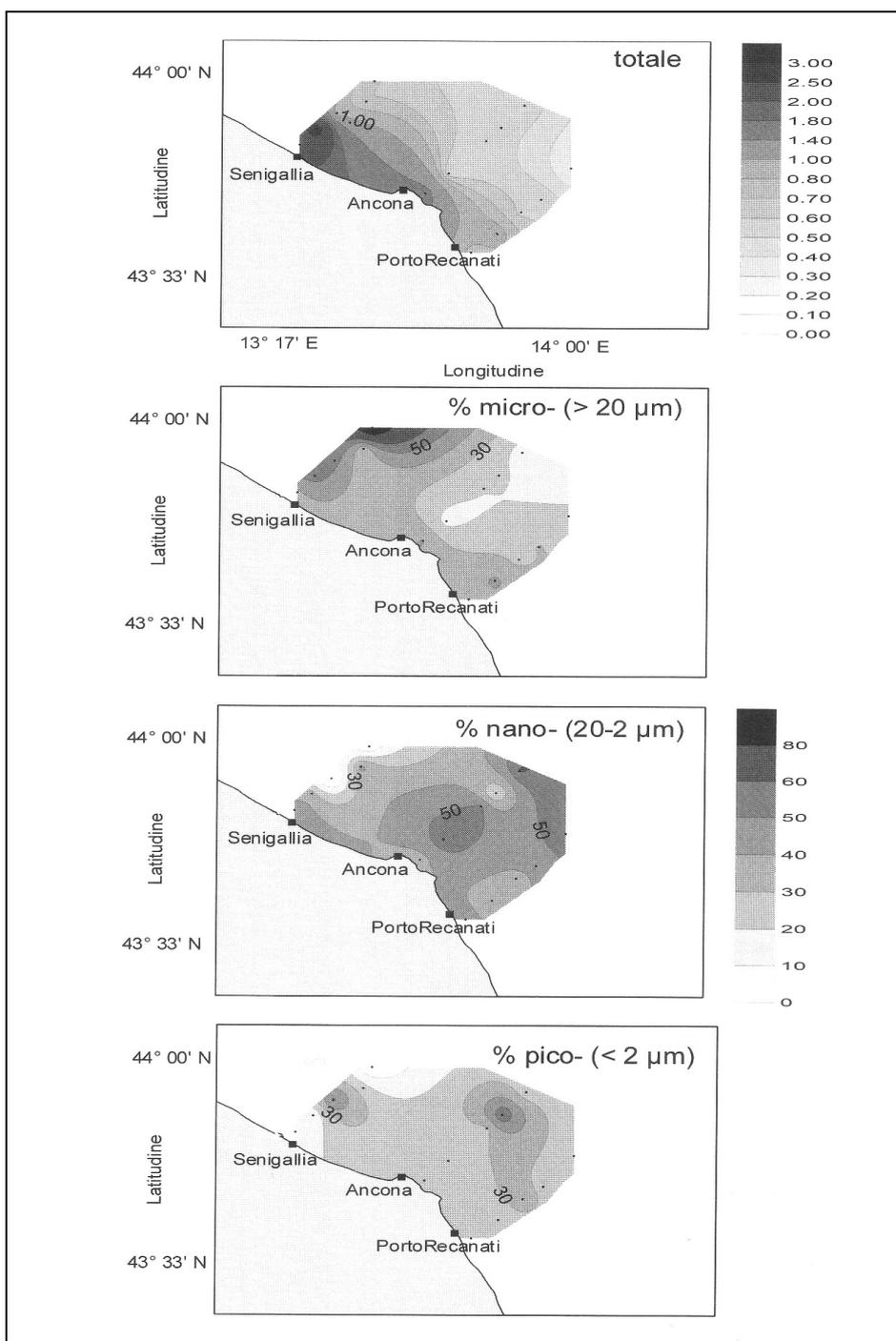


Fig. 3.7.1/5 - Distribuzione spaziale al fondo della biomassa totale ($\mu\text{g/l}$ di Chl a) e della percentuale delle diverse frazioni dimensionali del fitoplancton

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 103
--	--	--------------------

Zooplancton

Per ciò che concerne lo zooplancton, si riportano sinteticamente i risultati di due rilievi effettuati nel Maggio e Giugno 1998 nell'ambito del già ricordato progetto PRISMA II (Cap. 3.5.2 e pagg precedenti "Fitoplancton"), relativi all'area del M. Conero. Il primo è uno studio inerente la caratterizzazione delle comunità planctoniche nelle diverse masse d'acqua e riguarda, per l'area al largo della costa marchigiana, indagini quali-quantitative relative al solo microzooplancton, il secondo si riferisce invece alla distribuzione spaziale dello zooplancton nell'Adriatico Centrale.

I campionamenti dello zooplancton sono stati effettuati nell'Adriatico Centrale nel corso di due campagne primaverili (Maggio e Giugno 1998) nell'area di studio lungo tre transetti orientati perpendicolarmente alla costa (Fig. 3.7.1/1)

Caratterizzazione delle diverse comunità zooplanctoniche nelle masse d'acqua

Microzooplancton

Maggio 1998 - area centrale

Per l'area centrale adriatica il transetto di riferimento è quello del campionamento effettuato davanti ad Ancona (Fig. 3.7.1/5). Le maggiori abbondanze (Fig. 3.7.1/6) sono dell'ordine di 644 e 412 ind.l⁻¹, presenti in superficie nella 10 C. I ciliati non tintinnidi dominano i popolamenti microzooplanctonici con *Strombidium spp.*, *Strombidiidae* e *Strobilidiidae* indeterminati.

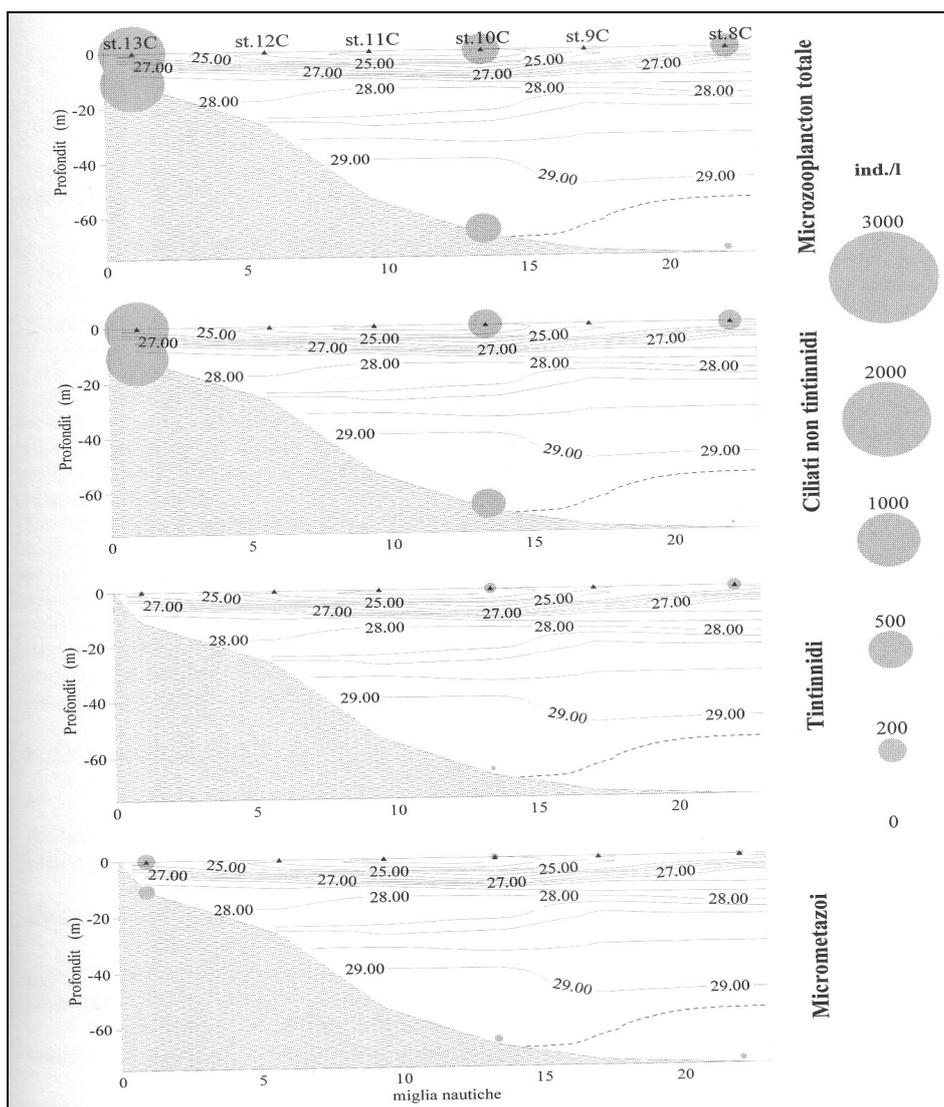


Fig. 3.7.1/6 Distribuzione del microzooplancton totale e dei gruppi più rappresentativi (ciliati non tintinnidi, tintinnidi e micrometazoi), transetto di Ancona Maggio 1998

Giugno 1998 - area centrale

A distanza di un mese dal primo campionamento si è osservato un generale incremento nelle abbondanze con un gradiente decrescente costa-largo, mentre è più omogenea la distribuzione delle abbondanze numeriche lungo la colonna d'acqua (Fig. 3.7.1/7). Da un punto di vista qualitativo dominano anche in questo caso i ciliati non tintinnidi, in particolare, le acque costiere si differenziano, da quelle al largo per la presenza di *Mesodinium* sp.p, accanto a *Tiarina* sp.p. e *Strombidium cornucopiae*. Non si registrano invece differenze sostanziali a carico dei tintinnidi ad eccezione di *Helicostomella subulata* che è presente nelle acque costiere e di *Eutintinnus tubulosus* che è più abbondante nelle stazioni al largo.

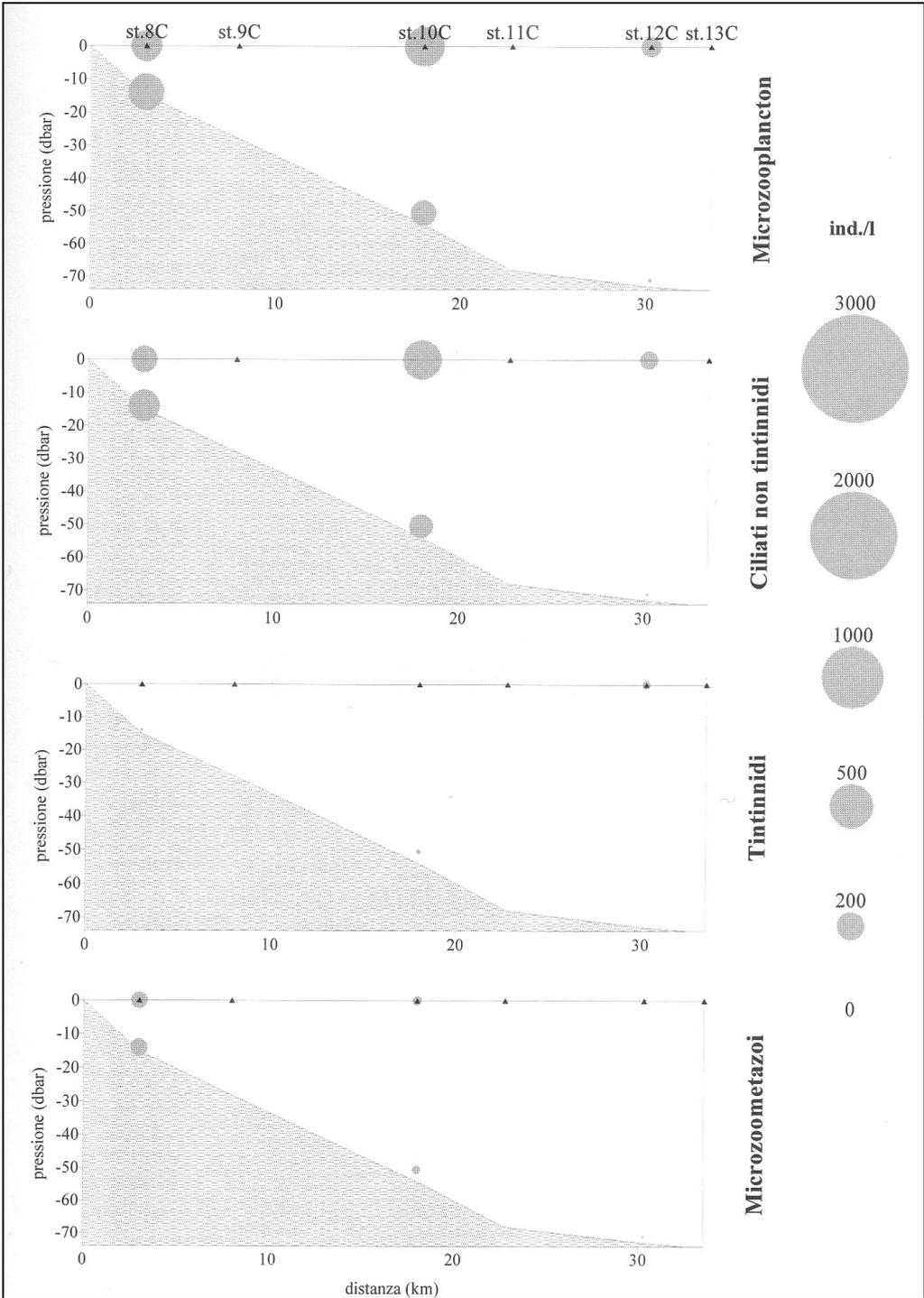


Fig. 3.7.1/7 - Distribuzione del microzooplancton totale e dei gruppi più rappresentativi (ciliati non tintinnidi, tintinnidi e micrometazoi), transetto di Ancona Giugno 1998.

Distribuzione spaziale dello zooplancton nell'Adriatico Centrale

La biocenosi zooplanctonica ha presentato, nella prima crociera primaverile (Maggio 1998), ampie oscillazioni quantitative sia nei termini di densità che di biomassa, espressa come peso secco. Nella suddetta crociera, le più alte abbondanze zooplanctoniche sono

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 106
---	--	--------------------

state riscontrate lungo la fascia costiera, che si estende, in profondità, dalla costa alla batimetrica dei 20 m circa, mentre nello strato sopra il picnoclino si estende dal largo sino alla batimetrica dei 40 m circa. Abbondanze moderatamente più basse sono state osservate lungo la fascia del largo del sistema neritico, in particolare, nella massa d'acqua sotto il picnoclino, che si estende dalla batimetrica dei 20 m a tutto il sistema neritico in cui si è campionato. In questo periodo di campionamento si è registrato un moderato gradiente decrescente costa-largo dei valori di densità ed abbondanza zooplanctonica.

Nel secondo periodo di campionamento (Giugno 1998), i valori di densità e biomassa zooplanctonica hanno presentato ampie fluttazioni quantitative. Nel mese di Giugno sono stati registrati, rispetto al mese di Maggio, una discreta riduzione e un forte gradiente decrescente costa-largo dei valori di densità e biomassa zooplanctonica.

In entrambi i periodi di campionamento, il popolamento a Copepodi è stato costituito principalmente da forme giovanili di *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi*, *Oithona similis*, *Oncaea media* e *Temora longicornis*. Le acque della fascia costiera sono state generalmente dominate da *Acartia clausi* e *Paracalanus parvus*, mentre in quelle del largo è stato osservato un maggior grado di omogeneità nella composizione media percentuale delle specie più abbondanti dei Copepodi.

In questo periodo stagionale (Maggio-Giugno) il popolamento a Cladoceri è stato nettamente dominato, principalmente nelle acque della fascia costiera da *Evadne nordmanni*, seguita da *Podon polyphemoides*.

Dall'analisi della distribuzione spazio-temporale della comunità zooplanctonica si può ritenere che il sistema neritico dell'Adriatico Centrale, nel periodo primaverile sia caratterizzato dalla presenza di due sottosistemi, definiti fascia costiera e fascia del largo, che si differenziano nei principali parametri chimici, fisici e biologici. Le due fasce sono separate da un sistema frontale prodotto dalla stratificazione termo-alina delle masse d'acqua, con un picnoclino che si stabilisce generalmente alla profondità di 10-15 m. L'estensione orizzontale costa-largo delle due masse d'acqua presenta una variabilità temporale a breve e a medio termine correlata probabilmente a forzanti di natura idrologica e meteorologica. La distribuzione spaziale della biocenosi zooplanctonica del sistema neritico è correlata con le variazioni dell'estensione delle due fasce.

La fascia del largo del sistema neritico si differenzia da quella costiera sia per una riduzione dell'abbondanza zooplanctonica che per una maggiore equipartizione nella composizione percentuale media di specie, determinata alla riduzione di abbondanza di *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *E. nordmanni* e *Podon polyphemoides* e dal moderato incremento delle specie dei generi *Oithona*, *Ctenocalanus*, *Calanus* e *Clausocalanus*.

Nelle Fig. 3.7.1/8 e 3.7.1/9 sono riportati i dati inerenti la composizione media in % dei taxa zooplanctonici per le aree del largo, le quali sono fisicamente più vicine alla zona di progetto riferiti ai differenti periodi Maggio e Giugno. La comunità zooplanctonica è stata caratterizzata, in entrambi i periodi, dalla forte dominanza dei Copepodi seguiti in ordine d'importanza percentuale, leggermente diversificata nei due periodi, dalle larve di Invertebrati, Dolioli, Cladoceri, Sifonofori, Appendicolarle e Chetognati

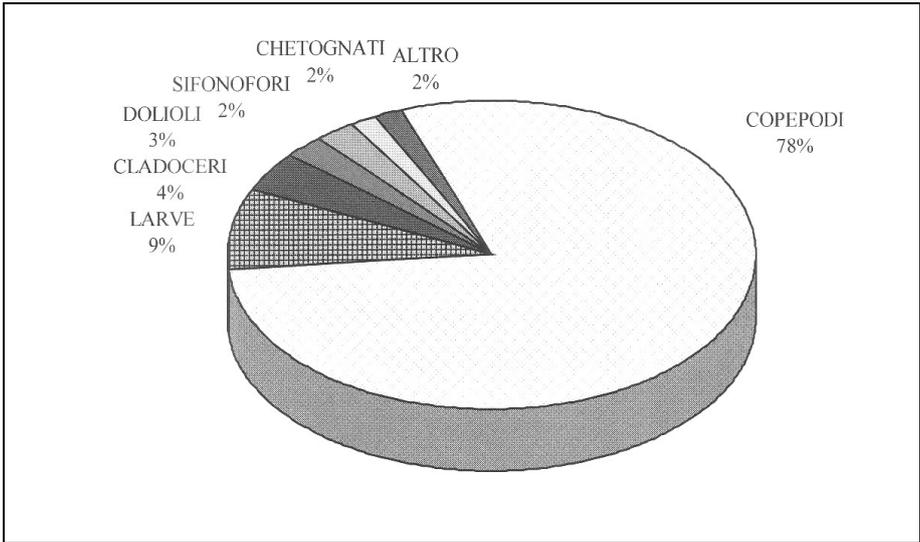


Fig. 3.7.1/8 Composizione media % dei taxa zooplanctonici. Maggio - area del largo

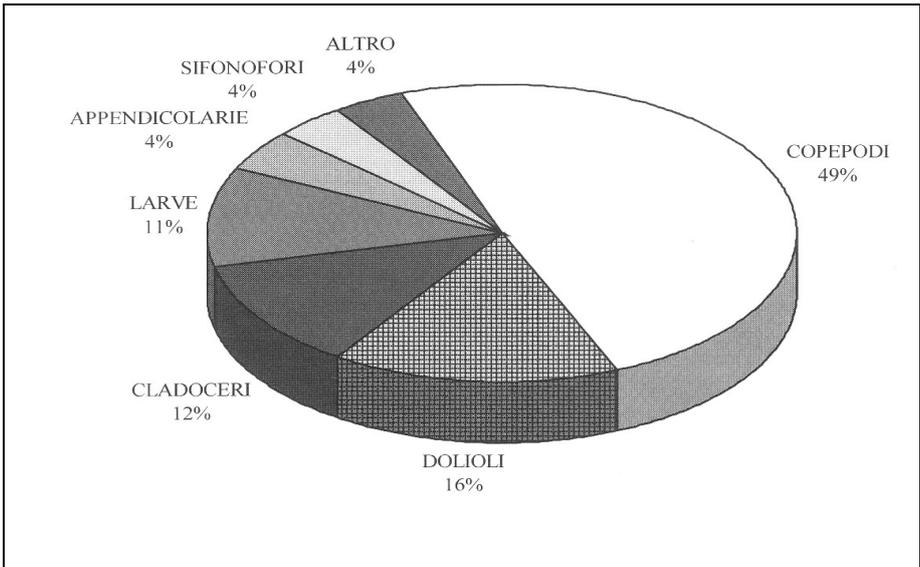


Fig. 3.7.1/9 Composizione media % dei taxa zooplanctonici. Giugno - area del largo

Fito e zoobenthos

Per incrementare le informazioni inerenti le specie bentoniche presenti in zone limitrofe all'area di studio si riportano i dati di un'indagine ambientale svolta nel Mare Adriatico nel 1998 allo scopo di acquisire informazioni dettagliate sulle caratteristiche biologiche dei sedimenti, nonché rilevare la presenza di elementi di criticità naturali e/o antropici sul fondo marino in corrispondenza del sealine Bonaccia-Barbara C - stacco Barbara A di lunghezza pari a circa 70 km.

Lungo la rotta di tale sealine, al tempo in progetto, è stata effettuata una serie di campionamenti in 10 stazioni numerate partendo da Bonaccia verso Barbara rispettivamente BOBA 1 -10 (Fig. 3.7.1/10).

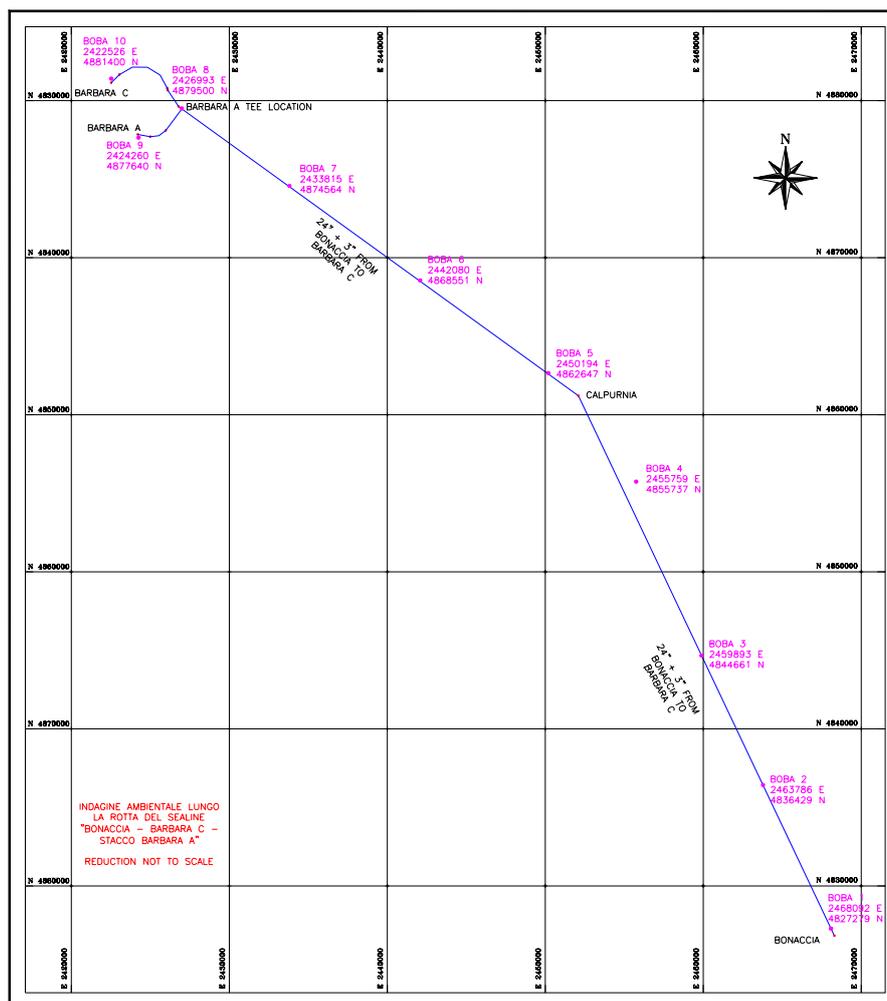


Fig. 3.7.1/10 Localizzazione del sealine di indagine BONACCIA-BARBARA C - stacco BARBARA A ed ubicazione delle stazioni di campionamento

In merito alle considerazioni sopra riportate, preme sottolineare che i dati presentati qui di seguito riguardano campionamenti puntuali effettuati lungo una linea, i quali dunque permettono di ottenere un quadro conoscitivo preciso lungo il sealine, ma devono essere ritenuti solamente indicativi per aree più vaste.

Per ciò che concerne le profondità riscontrate durante l'indagine queste passano da 85 metri in corrispondenza della piattaforma Bonaccia sino ad arrivare a 68 metri nei pressi delle piattaforme Barbare. Possiamo considerare questa caratterizzazione biologica come descrittiva della superficie di fondale marino compreso tra le fasce dei 70 ed 80 metri di profondità.

Lo studio e le analisi dei campioni prelevati sono state condotte nei laboratori del Dipartimento di Scienze della Terra e Ambientali dell'Università di Bologna.

Le comunità macro zoobentoniche campionate nelle dieci stazioni sono rappresentate da 128 unità tassonomiche, ma nelle singole stazioni, il numero di unità varia da 40 a 61.

I soli NEMERTINI sp. sono gli unici organismi comuni ai 20 campionamenti eseguiti e sono solo cinque (NEMERTINI sp., NEMATODA sp., Paraonis sp., Prionospio sp., CIRRHATULIDAE sp.) quelli comuni a tutte le 10 aree analizzate.

I valori riassuntivi della varietà ed abbondanza (in org./m⁻²), sono riportati in Tab 3.7.1/A.

	BoBa 1		BoBa 2		BoBa 3		BoBa 4		BoBa 5	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Densità	5225	5294	4429	5190	8512	4913	6470	7266	4913	7093
Varietà	40	47	43	42	48	50	61	59	46	42
	BoBa 6		BoBa 7		BoBa 8		BoBa 9		BoBa 10	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Densità	10103	2664	4048	3529	10345	3633	5294	9446	9965	7266
Varietà	40	48	58	42	50	41	40	48	56	54

Tab 3.7.1/A Valori riassuntivi della varietà e abbondanza (in org. m⁻²)

La Tabella 3.7.1/B riporta invece le densità medie complessive (in org. m⁻²)

BoBa 1	BoBa 2	BoBa 3	BoBa 4	BoBa 5
5259	4809	6712	6868	6003
BoBa 6	BoBa 7	BoBa 8	BoBa 9	BoBa 10
6384	3789	6989	7370	8615

Tab 3.7.1/B. densità medie complessive (in org. m⁻²)

Si tratta di comunità macro zoobentoniche con una discreta-buona varietà tassonomica e con un'abbondanza complessiva giudicabile medio-alta.

La varietà e la densità delle comunità macrozoobentoniche delle dieci zone esaminate sono molto simili a quelle segnalate tempo addietro in aree limitrofe.

Le densità rilevate sono decisamente superiori a quelle presenti nelle postazioni Clara Est e Calpurnia ed anche a quelle stimate nei sealines fra Clara Est e Clara Nord e Calpurnia e sono simili a quelle osservate a Barbara e Annalisa.

Nella maggior parte delle aree campionate (8 su 10) predominano per abbondanza i Policheti: in cinque zone si tratta di dominanza assoluta (BOBA 4, 5, 8, 9 e 10) e in tre (BOBA1, 2 e 7) di dominanza relativa (Tab. 3.7.1/C).

	BOBA 1	BOBA 2	BOBA 3	BOBA 4	BOBA 5
Nematodi	2.0	4.7	3.3	3.2	8.5
Gasteropodi	3.9	3.9	0.8	6.4	2.8
Bivalvi	7.6	4.7	15.0	15.0	7.0
Policheti	43.8	41.4	25.2	52.4	52.8
Crostacei	24.7	38.3	54.1	18.2	23.9
	BOBA 6	BOBA 7	BOBA 8	BOBA 9	BOBA 10
Nematodi	1.7	6.0	5.4	8.5	1.7
Gasteropodi	1.0	2.6	2.0	2.6	2.1
Bivalvi	4.5	9.4	19.1	13.1	10.1
Policheti	12.7	35.9	57.9	60.1	74.7
Crostacei	75.0	41.0	12.0	12.4	5.9

Tab. 3.7.1/C. Abbondanze espresse in densità per m²

Sono numerose le specie che apportano un discreto contributo alla densità complessiva e si ha una modesta sovrapposizione che ci informa sull'eterogeneità degli habitat campionati.

Dagli indici di diversità, di ricchezza e di omogeneità relativi ai singoli campionamenti si vede che le comunità bentoniche hanno una elevata varietà e che sono abbastanza equilibrate, cioè non vi è la particolare dominanza numerica di poche unità tassonomiche (Tab. 3.7.1/D).

Sono comunità bentoniche proprie di ambienti che possono considerarsi in buone condizioni cioè non soffrono di particolari disturbi causati dall'inquinamento.

Con l'analisi multivariata si è evidenziato che le comunità macro zoobentoniche delle dieci aree sono fra loro molto simili, ma vi è una leggera segregazione delle zone (BOBA9 e 10).

	BOBA 1		BOBA 2		BOBA 3		BOBA 4		BOBA 5	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
H'	4.63	4.66	4.06	3.70	3.52	4.73	5.37	5.22	4.95	4.54
H max	5.32	5.55	5.43	5.39	5.58	5.64	5.93	5.88	5.52	5.39
J	0.87	0.84	0.75	0.69	0.63	0.84	0.91	0.89	0.90	0.84
D	7.97	9.34	8.86	8.38	8.72	10.09	11.66	11.03	9.28	7.89
	BOBA 6		BOBA 7		BOBA 8		BOBA 9		BOBA 10	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
H'	2.26	4.91	4.84	4.43	4.32	4.51	4.46	4.40	4.86	4.85
H max	5.32	5.58	5.86	5.39	5.64	5.36	5.32	5.58	5.81	5.75
J	0.42	0.88	0.83	0.82	0.77	0.84	0.84	0.79	0.84	0.84
D	7.05	11.05	12.18	9.08	8.77	8.81	7.95	8.56	9.89	10.10

Tab. 3.7.1/D Indici di diversità, di ricchezza e di omogeneità. Diversità (H' di Shannon & Weaver, 1949), diversità massima (H_{max}), equitabilità o Evenness (J di Pielou, 1969), ricchezza in specie (D di Margalef, 1958)

Per ciò che concerne il fitobentos, le finalità delle caratterizzazioni ambientali effettuate in aree Adriatiche con fondali che presentano queste caratteristiche, sono volte all'individuazione di specie ecologicamente importanti e protette come la *Posidonia oceanica* o la *Cimodocea sp.*

Queste specie di piante, che vivono su fondali con profondità confinate all'interno della zona eufotica, sono endemiche del Mediterraneo, e rivestono un ruolo importantissimo nel funzionamento degli ecosistemi della zona neritica.

Nel caso specifico, la loro presenza è stata **esclusa** anche attraverso la conferma del monitoraggio effettuato con Side Scan Sonar.

Fauna ittica

La descrizione dell'ittiofauna presente nell'area in questione si basa sui dati e le informazioni fornite dallo studio "Rapporti tecnici sulla compatibilità ambientale delle attività off-shore Eni Div. Agip in relazione a rotte migratorie di specie ittiche di rilevante interesse e cetacei", condotto da CNR-IRPEM di Ancona, Lab. Prov. di Biologia Marina di

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 111
---	--	--------------------

Bari, Lab. Di Biologia Marina e Pesca di Fano e Dipartimento di Zoologia Marina dell'Università di Bari, su iniziativa di Eni Div. E&P.

I dati acquisiti dai Rapporti Tecnici sono riferiti ad una vasta area compresa tra Ancona e Civitanova Marche, dalla costa sino al largo dove viene praticata l'attività di pesca con reti da traino di fondo e pelagiche da parte dei motopesca di Ancona, Civitanova e Porto San Giorgio.

Lo stato delle risorse ittiche nell'area, valutato in funzione delle specie rinvenute durante 8 campagne di pesca dal 1994 al 1998 nei mesi autunnali ed invernali, è riportato nella Tab. 3.7.1/E ed è espresso in Kg/h.

La specie più abbondante è il nasello (*Merluccius merluccius*) con quasi 4 kg/h, segue la triglia (*Mullus barbatus*) con poco più di 2 kg/h.

La terza specie per abbondanza è la busbana (*Trisopterus minutus capelanus*) con quantitativi molto simili alla triglia.

Quantità superiori a 1,5 kg/h sono stati pescati per la specie (*Cepola rubescens*) la quale abbonda sui fondi fangosi, ma a un valore commerciale molto basso.

Sono inoltre state catturate discrete quantità di (*Scomber scomber*), mentre per quanto riguarda i molluschi cefalopodi, la specie più abbondante (con quantitativi superiori al Kg/h) è costituita dal totano (*Illex coindetti*), seguita dal calamaro (*Loligo vulgaris*) e dal calamaretto (*Alloteuthis media*), tutte specie caratteristiche dei fondi mobili fangosi e sabbioso-fangosi.

In tutta l'area il *Merluccius merluccius* è presente con esemplari di taglia compresa tra 12 e 35 cm, mentre le forme giovanili di tale specie sono assenti poiché presenti più a sud a profondità superiori ai 100 metri.

La triglia di fango (*Mullus barbatus*) è presente come forma giovanile in vicinanza della costa in estate, mentre durante l'arrivo dei primi freddi autunnali si sposta verso acque più profonde ove rimane in parte per tutto l'anno arrivando sino alle acque croate.

Il merluzzetto giallo (*Trisopterus minutus capelanus*) è una specie erratica, presente in tutta la zona, ma che non compie spostamenti periodici, muovendosi a piccoli gruppi di qualche decina di esemplari.

Gli sgombri, come i suri, le sardine e le alici, sono presenti nell'area in funzione del periodo, infatti sono presenti nei mesi invernali per poi spostarsi verso l'Alto Adriatico nei mesi estivi.

I cefalopodi, come il calamaro e la seppia, sono specie che compiono spostamenti ed in particolare la seppia si muove trasversalmente nell'area del bacino, mentre meno noti sono gli spostamenti del calamaro che non è legato ad una determinata zona



SPECIE	Avg_kgh
Alloteuthis media	0.454
Alosa fallax	0.106
Antonogadus megalokynodon	0.007
Argentina sphyraena	0.004
Arnoglossus laterna	0.207
Blennius ocellaris	0.002
Boops boops	0.069
Callionymus maculatus	0.008
Callionymus sp.	0.001
Cepola rubescens (macrophthalmia)	1.760
Citharus linguatula (macrolepidotus)	0.008
Conger conger	0.063
Diplodus annularis	0.014
Diplodus vulgaris	0.007
Eledone cirrosa	0.015
Engraulis encrasicolus	0.101
Eutrigla gurnardus	0.002
Gaidropsarus spp.	0.002
Gaidropsarus vulgaris	0.004
Gobius niger	0.115
Illex coindetii	1.012
Lepidotrigla cavillone	0.019
Lesueurigobius lesuerii	0.000
Leusueurigobius (Gobius) friesii	0.030
Loligo vulgaris	0.705
Lophius budegassa	0.038
Lophius piscatorius	0.038
Merlangius merlangus	0.363
Merluccius merluccius	3.767
Mullus barbatus	2.145
Mullus surmuletus	0.066
Nephrops norvegicus	0.079
Octopus vulgaris	0.313
Pagellus erythrinus	0.093
Penaeus kerathurus	0.013
Phycis blennoides	0.013
Pomatoschistus minutus	0.000
Sardina pilchardus	0.417
Scomber (Pneumatophorus) japonicus	0.050
Scomber scombrus	0.817
Scorpaena porcus	0.044
Sepia elegans	0.044
Sepia officinalis	0.306
Sepietta oweniana	0.000
Sepiola spp	0.000
Serranus hepatus	0.011
Sphyraena sphyraena	0.075

SPECIE	Avg_kgh
Spicara flexuosa	0.030
Spicara smaris	0.005
Squalus acanthias	0.350
Squilla mantis	0.206
Trachinus draco	0.003
Trachurus mediterraneus	0.278
Trachurus trachurus	0.387
Trigla lucerna	0.219
Trisopterus minutus capelanus	2.113
Uranoscopus scaber	0.003

Tab. 3.7.1/E Abbondanza media delle specie catturate nell'area espressa in kg/h

Ulteriori dati sullo status di conservazione delle principali specie ittiche di interesse commerciale in Adriatico, sono tratti dallo studio "Example of capacity assessment of a Mediterranean fishery and relevant bio-economic indicators" presentato nell'ambito del seminario ADRIAMED "AdriaMed Seminar on Fishing Capacity: Definition, Measurement and Assessment".

Nelle figure sottostanti, Fig. 3.7.1/11, 3.7.1/12, 3.7.1/13, 3.7.1/14, 3.7.1/15 sono riportate le distribuzioni relative a cinque specie demersali (*Merluccius merluccius* o Nasello, *Mullus barbatus* o Triglia, *Eledone moscata* ed *Eledone cirrosa* o Moscardini, *Nephrops norvegicus* o Scampo) di notevole interesse commerciale per l'intero Bacino Adriatico, realizzate tenendo in considerazione gli indici di abbondanza per Km².

Tali mappe sono state ottenute attraverso l'interpolazione dei dati puntuali delle campagne Medits inerenti ciascuna cala di pesca, utilizzando un metodo geostatistico chiamato "kriging"; ciascuna mappa riporta indicativamente l'ubicazione dell'area comprendente il sito in progetto.

Dalla visione delle 5 mappe riportate nel seguito si nota che la specie maggiormente distribuita è il Nasello *Merluccius merluccius*, seguita dalla triglia *Mullus barbatus* con densità maggiori distribuite per la maggior parte nelle zone del largo verso le coste croate, mentre per *Nephrops norvegicus* si nota una accentuata distribuzione delle densità più a Sud verso il Gargano.

Per *Eledone moscata* la situazione è opposta essendo distribuita nelle zone più a Nord e a NE dell'Alto Adriatico, mentre *Eledone cirrosa* presenta densità maggiori in una zona centrale del Medio adriatico comprese tra Ancona ed il Gargano

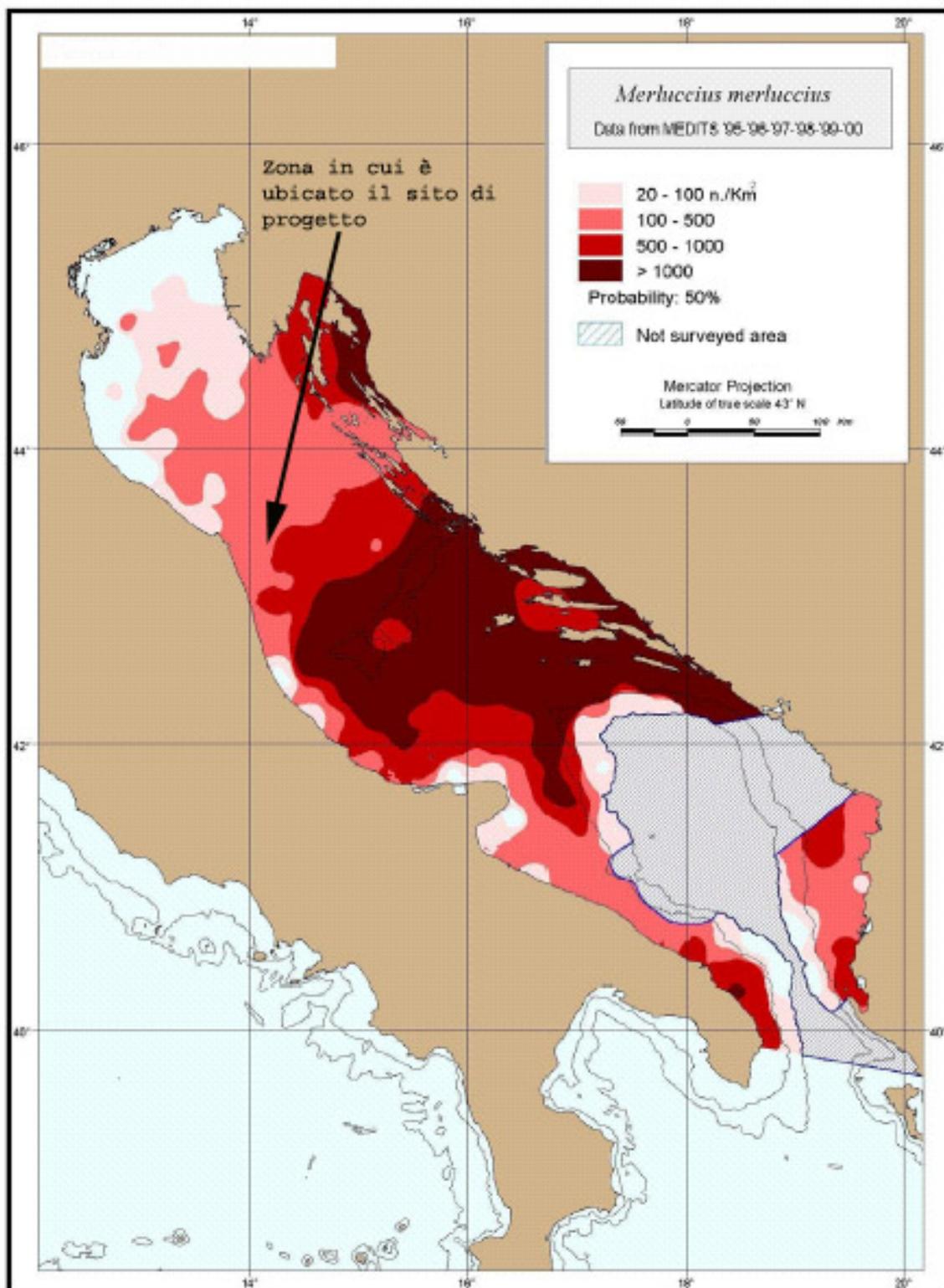


Fig. 3.7.1/11 Mappa della distribuzione di *Merluccius merluccius* in Adriatico

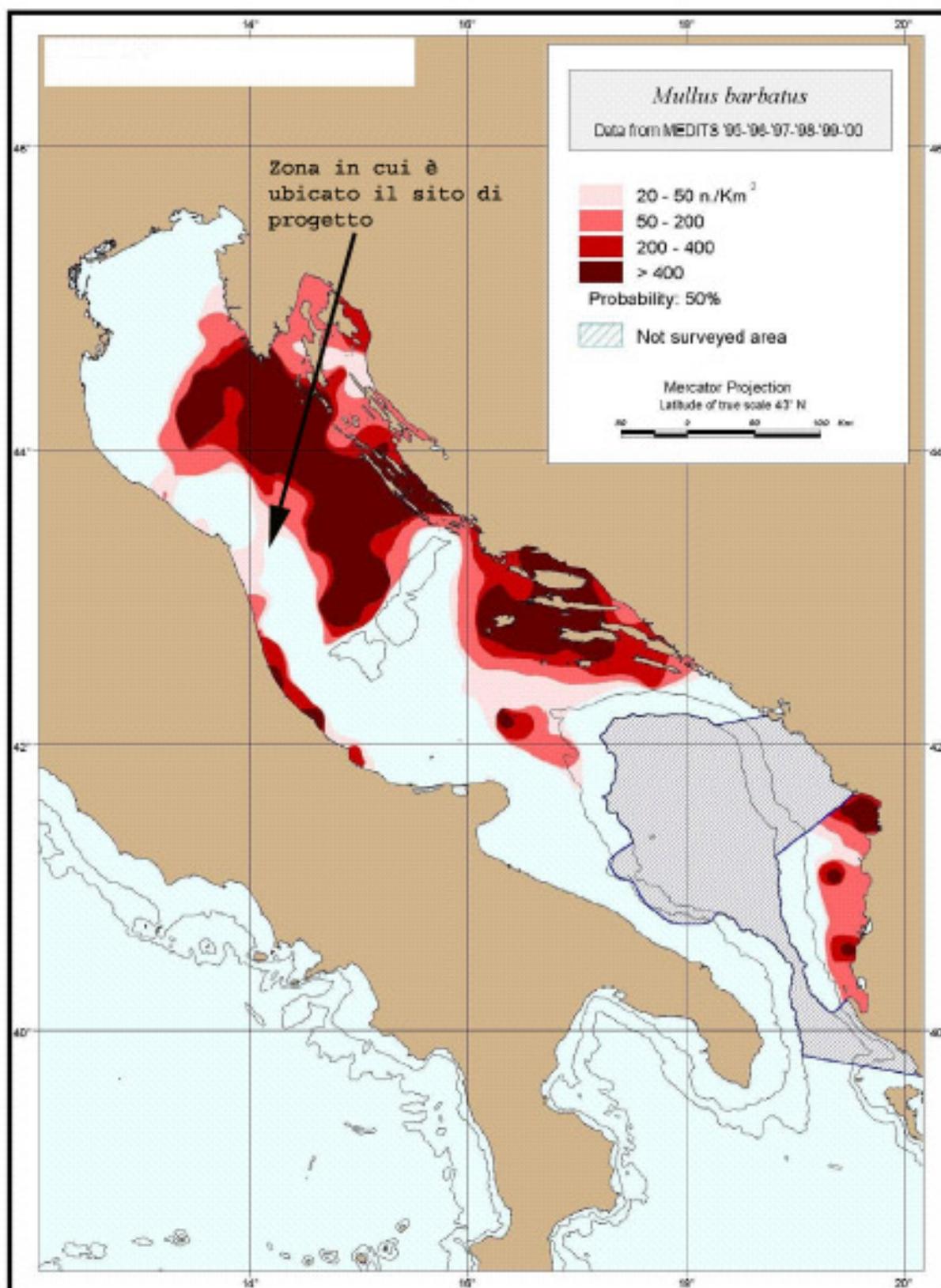


Fig. 3.7.1/12 Mappa della distribuzione di *Mullus barbatus* in Adriatico

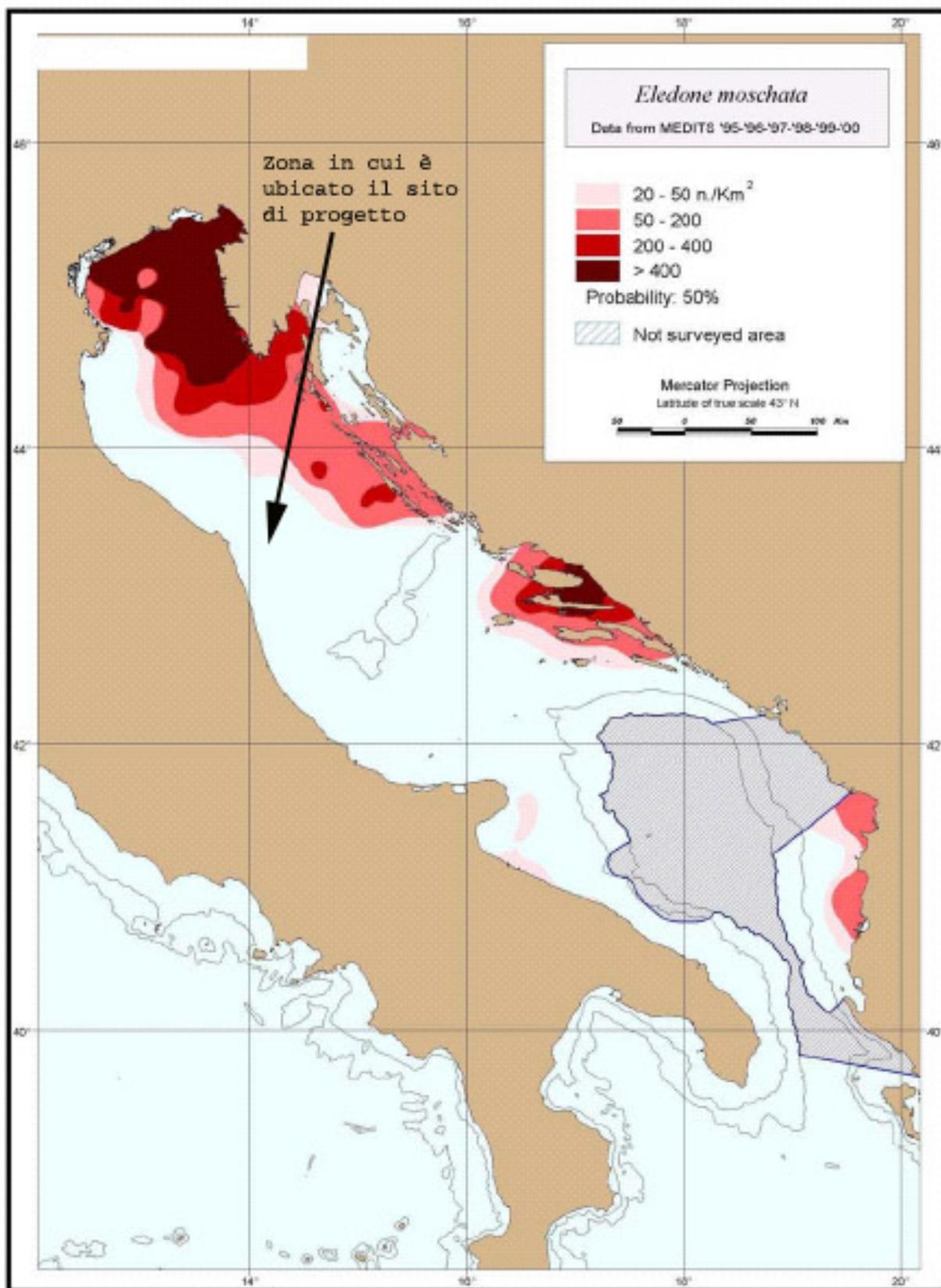


Fig. 3.7.1/13 Mappa della distribuzione di *Eledone moscata* in Adriatico

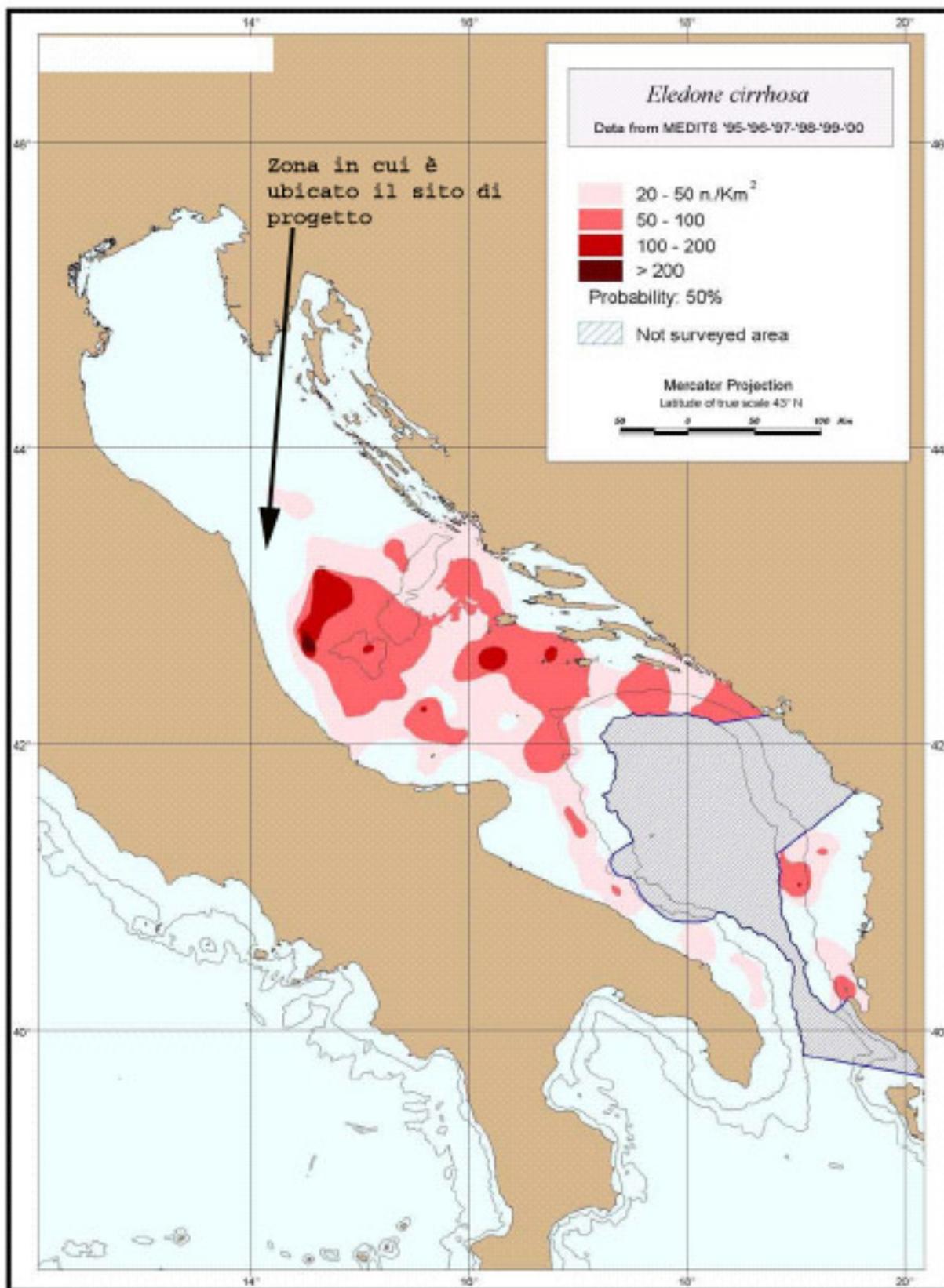


Fig. 3.7.1/14 Mappa della distribuzione di *Eledone cirrosa* in Adriatico

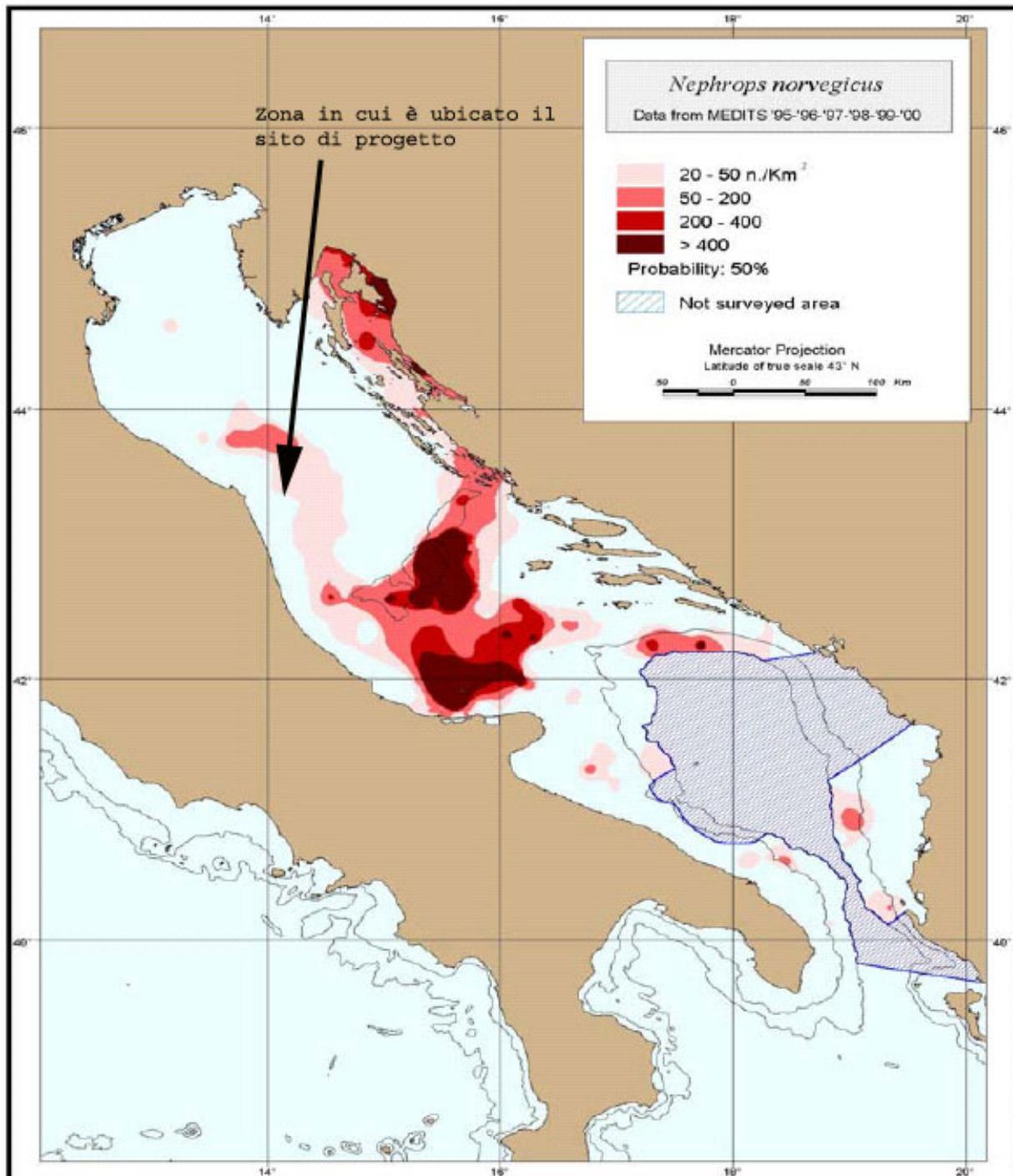


Fig. 3.7.1/15 Mappa della distribuzione di *Nephrops norvegicus* in Adriatico

Rettili marini

Nel Mediterraneo sono state avvistate 5 specie di tartarughe marine, ma soltanto tre hanno una reale probabilità di essere incontrate. La più frequente, comunque rara, nei mari italiani, è la tartaruga caretta (*Caretta caretta*).

La seconda specie, decisamente più rara della prima, è la tartaruga liuto (*Demochelys coriacea*): facilmente identificabile grazie alle dimensioni e all'anatomia, ha abitudini squisitamente pelagiche; per questa specie però nessuna segnalazione di nidificazioni è nota

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 119
---	--	--------------------

nel bacino Mediterraneo. La terza specie, la tartaruga verde (*Chelonia midas*), sembra essere molto rara in tutto il Mediterraneo occidentale. La sua distribuzione, infatti, per motivi legati probabilmente alla temperatura dell'acqua, è tutta riservata alla zona orientale del Bacino. E' probabile che la presenza di questa specie sia sottostimata a causa della somiglianza tra la tartaruga verde e la tartaruga caretta. Nel Mediterraneo nidifica sulle coste della Turchia, Cipro ed Israele. Altre due specie *Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys Khempii* sono state segnalate nel Mediterraneo, ma la loro presenza deve essere ritenuta accidentale e imputabile molto probabilmente a trasporto passivo.

Caretta caretta - caratteri diagnostici

C. *Caretta* abita le zone costiere, estuarine e le aree di piattaforma continentale dei mari tropicali, subtropicali e delle zone temperate con aree di nidificazione definite "antropicali" ad indicare la tendenza a riprodursi nelle regioni subtropicali immediatamente a Nord del Tropico del Capricorno o a Sud del Tropico del Cancro. Può comunque riprodursi anche in acque temperate del Giappone e del Mediterraneo. Il suo areale può essere definito pan-mediterraneo con zone in cui sono state rilevate concentrazioni stagionali (Adriatico, Canale di Sicilia, Mar Ionio). La tartaruga caretta è l'unica specie, delle sette esistenti al mondo che si riproduce anche in Italia: i due siti in cui si hanno regolarmente deposizioni di uova sono la spiaggia dell'Isola dei Conigli (Lampedusa-AG), e la spiaggia Pozzolana di Ponente (Linosa-AG). Altri siti in cui avviene saltuariamente la nidificazione sono dislocati unicamente nel Sud della Penisola (Sicilia, Calabria e probabilmente Puglia).

Nella fase dalla schiusa a dimensioni non superiori a 10 cm (*hatchling*), la dieta di *C. caretta* è onnivora, dettata da una vita pelagica e costituita di macroplankton; dalla fase giovanile questa specie diviene prevalentemente carnivora, e la dieta è dominata da celenterati, meduse, salpe, gasteropodi, cirripedi, crostacei. I subadulti (dall'abbandono della fase pelagica al raggiungimento della maturità sessuale, con dimensioni fino ai 90 cm, si trasferiscono negli habitat bentonici dei mari costieri con prede costituite essenzialmente da invertebrati bentonici: crostacei, molluschi bivalvi, m. cefalopodi). Nella fase adulta la dieta si specializza in maniera definitiva sulla fauna bentonica e soprattutto su invertebrati (quali molluschi bivalvi, cefalopodi, crostacei) e piccoli pesci (pece azzurro, alici, sarde); può cibarsi occasionalmente di alghe o piante acquatiche.

Le direttrici principali degli spostamenti della tartaruga caretta in Mediterraneo seguono le rotte che uniscono le diverse zone di nidificazione alle poche zone di pascolo. Il problema principale che si pone è identificare quali colonie riproduttive utilizzino e quali colonie di pascolo, per tentare di ottimizzare la gestione e la conservazione delle popolazioni maggiormente minacciate. *C. caretta* è considerata una tartaruga altamente migratoria: anche se i movimenti all'interno del bacino non sono pienamente noti, le informazioni disponibili mostrano l'esistenza di spostamenti attivi tra il Mediterraneo orientale (dove si trova la maggior parte delle aree di riproduzione) ed occidentale (che ospita importanti aree di alimentazione e svernamento). Le rotte più frequentate sono quelle che portano verso il Golfo di Gabes, la penisola Salentina, il Mare Egeo ed il Mare Adriatico. In particolare, in Mare Adriatico la tartaruga caretta è presente per tutto il corso dell'anno, con individui che risalgono il bacino lungo il bordo orientale col favore delle correnti per giungere nella parte più settentrionale caratterizzata dalla presenza di bassi fondali, lagune costiere ed abbondanza di cibo che fanno

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 120
---	--	--------------------

di questa area un'importantissima zona di alimentazione ed un'ottima area di svernamento per questa specie.

Una decisa tendenza verso le coste settentrionali dell'Adriatico è anche dimostrata (Argano 1979) dai numerosi esemplari di *Caretta caretta* catturati e marcati nell'ambito del progetto di ricerca (1981-1990) condotto da IUCN e WWF-Italia, che dalle isole greche e dalla penisola salentina lo hanno risalito completamente in 46 giorni.

Lungo le coste dell'Adriatico, le catture di esemplari marcati sono state registrate con una certa regolarità, dalla penisola salentina (dove le ricatture sono particolarmente numerose), alle coste del Molise, al litorale marchigiano fino all'area prospiciente il delta del Po.

Occasionalmente nei nostri mari si riscontra la tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*) planctofaga, di provenienza oceanica e che non sembra riprodursi nel Mediterraneo.

Ancora più rara lungo le nostre coste la tartaruga franca (*Chelonia mydas*), erbivora, limitata all'estremo settore orientale del Mediterraneo, dove si riproduce.

Nella **Carta 5** sono riportati i dati relativi agli avvistamenti in mare e ai ritrovamenti di esemplari spiaggiati lungo il litorale prossimo all'area di progetto. Come si può notare trattasi esclusivamente di individui appartenenti alla specie *Caretta caretta*, la specie più comune in Adriatico. I dati si riferiscono ad un periodo che va dall'anno 1999 sino al Gennaio 2004. Per gli avvistamenti in mare sono riportati in cartografia solo le segnalazioni che contengono anche l'indicazione di posizione determinata dalle coordinate geografiche (i dati sono stati forniti dalla Fondazione Cetacea di Riccione).

Cetacei

I mammiferi marini presenti nell'Adriatico settentrionale vivono soprattutto in ambiente pelagico e solo occasionalmente si possono osservare in ambiente costiero. Quando ciò accade si può trattare di transiti (quando gli individui sono in branco) o di individui isolati che hanno perso l'orientamento o il contatto con il gruppo, o sono in cattivo stato di salute. Spesso, in questi ultimi casi, questi individui finiscono per spingersi in acque troppo poco profonde e si arenano. I dati, purtroppo numerosi, sugli spiaggiamenti di individui lungo i vari tratti di costa italiana e la loro evoluzione negli anni, possono dare un'idea delle specie che frequentano l'area e della consistenza delle stesse.

Le informazioni inerenti gli spiaggiamenti e gli avvistamenti dei mammiferi marini per l'intera area di studio dall'anno 1999 sino al Gennaio 2004, forniti dalla Fondazione Cetacea di Riccione, sono riportati nella **Carta 5**. Anche in questo caso sono stati rappresentati solo i dati corredati delle coordinate geografiche. Da segnalare la presenza assieme alla specie più frequente di delfinide *Tursiops truncatus* quella di un individuo di megattera *Megaptera novaeangliae*.

Oltre ai dati di cui sopra risulta molto interessante l'esame dei risultati del progetto di ricerca "Rapporti tecnici sulla compatibilità ambientale delle attività off-shore Eni Div. Agip in relazione a rotte migratorie di specie ittiche di rilevante interesse e cetacei", già ricordato (vedi pagg precedenti, "Fauna ittica"), condotto da Eni Div. E&P e volto ad accertare la consistenza delle popolazioni di cetacei marini, in relazione anche alle rotte migratorie e agli spostamenti stagionali lungo tutto l'Adriatico.

 <p>Eni S.p.A. Divisione E&P</p>	<p>Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</p>	<p>Cap. 3 Pag. 121</p>
---	---	----------------------------

Lo studio ha preso in considerazione diversi parametri (avvistamenti, numero di individui per avvistamento, spostamenti interannuali, specie) relativi alle popolazioni di cetacei in Adriatico. A tal fine sono state utilizzate tre diverse fonti di dati:

- 1) rilievi effettuati dalla nave di ricerca S. Lo Bianco dalla costa italiana alla "Mid-line" ogni anno dal 1988 al 1998 in Settembre/Ottobre, durante gli echosurvey effettuati seguendo una traiettoria a zig-zag ininterrotta nello spazio e nel tempo;
- 2) compagnia di Navigazione Adriatica (1988-1998) i cui ufficiali di guardia hanno rilevato la presenza di cetacei dalle navi in transito in Adriatico durante tutti i mesi dell'anno (la frequenza dei collegamenti è comunque diversa tra estate e inverno), senza tenere conto delle acque territoriali.
- 3) Fondazione Cetacea di Riccione-WWF, Progetto di ricerca "Onde dal Mare" 1993-1996, con rilievi effettuati da persone che frequentano quotidianamente il mare (pescatori, militari e forze di polizia)

Gli avvistamenti dei cetacei sono stati riferiti a quadrati aventi 30 miglia nautiche di lato (Fig. 3.7.1/16).

In base a questo approccio, che tiene conto del numero degli avvistamenti di cetacei durante l'intero anno (Fig. 3.7.1/17), sono state classificate le aree (quadrati) in tre categorie:

- Aree ad elevata sensibilità, dove il numero di avvistamenti superava del 50% quelli ipotetici di riferimento quelli cioè che si avrebbero in ciascun quadrato A_k se i cetacei fossero distribuiti uniformemente in tutta l'area considerata (intero bacino Adriatico). Si tratta di aree che presentano condizioni ambientali particolarmente favorevoli alla presenza di cetacei.
- Aree a bassa sensibilità, dove il numero di avvistamenti è inferiore del 50% a quelli ipotetici di riferimento. Si tratta di aree con condizioni ambientali piuttosto ostili ai cetacei.
- Aree a media sensibilità, dove il numero di avvistamenti è intermedio tra i due precedenti. Si tratta di aree che presentano un livello di "comfort" buono per i cetacei.

Lo stesso procedimento è stato usato (Fig. 3.7.1/18) per gli avvistamenti del periodo estivo (Maggio-Ottobre) e per quello invernale (Novembre-Aprile) il cui confronto dà approssimativamente un'idea delle rotte di migrazione dei cetacei che presumibilmente sono anche quelle delle loro prede (piccoli pelagici).

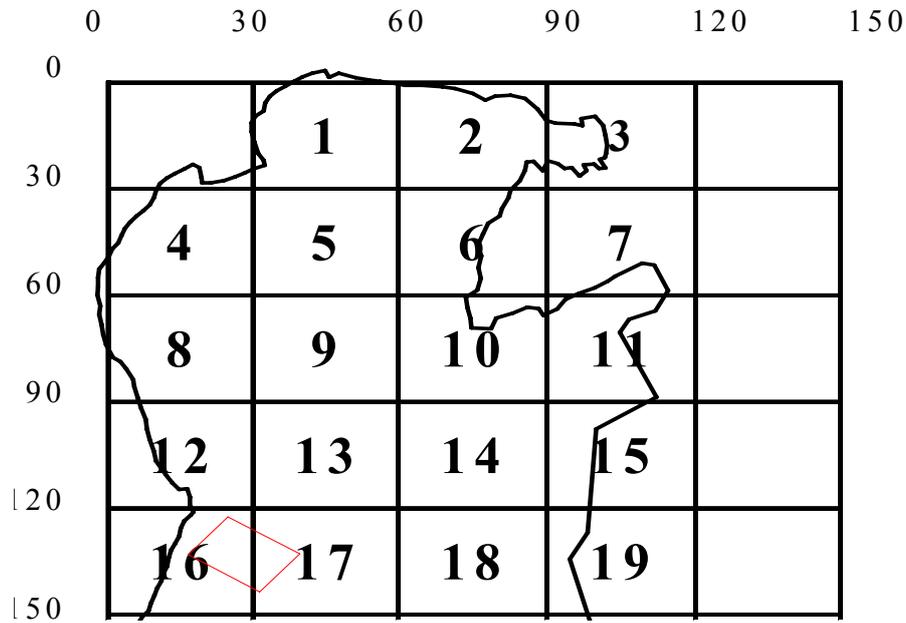


Fig. 3.7.1/16 Contesto geografico di elaborazione dei dati: è evidenziata l'area interessata dal progetto

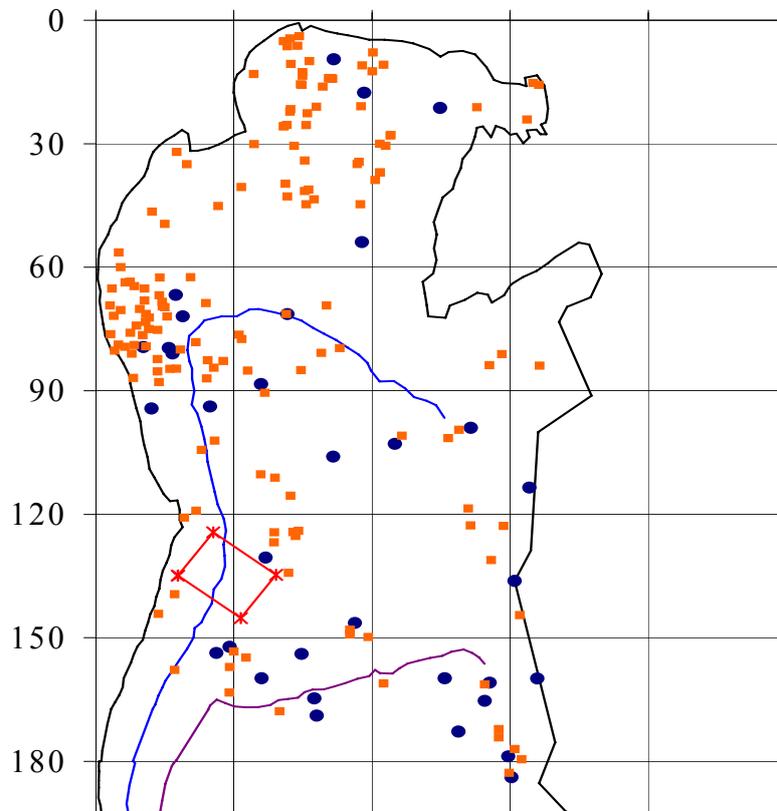


Fig. 3.7.1/17 Distribuzione geografica degli avvistamenti dei Cetacei in Adriatico nel periodo estivo (rosso) ed invernale (azzurro) ed ubicazione del sito in progetto

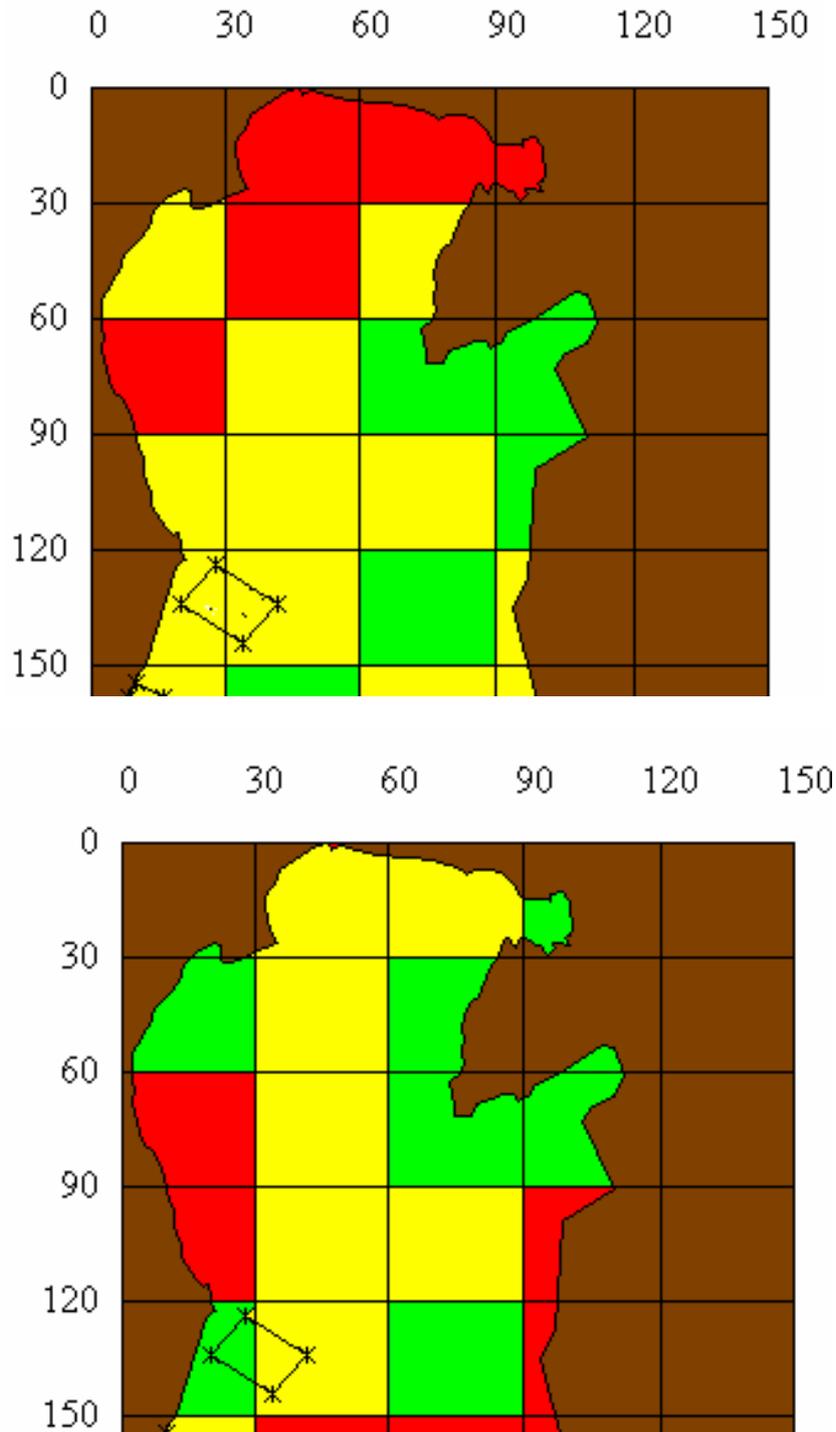


Fig. 3.7.1/18 Divisione dell'Adriatico in aree a diversa sensibilità (rosso – sensibilità elevata; giallo – sensibilità media; verde – sensibilità bassa) nel periodo estivo (in alto) e invernale (in basso)

La notevole differenza (Fig. 3.7.1/17) nel numero degli avvistamenti effettuati nei periodi estivo ed invernale dipende innanzi tutto dalle diverse condizioni meteo-ambientali (in estate ci sono più ore di luce e la visibilità è in genere migliore), in secondo luogo dal numero dei campionamenti (le campagne di echosurvey sono fatte solo in estate) e la frequenza dei collegamenti delle navi di linea diminuisce in inverno. Tuttavia il confronto tra le due distribuzioni sembra indicare che i delfini in inverno tendano a spostarsi verso Sud, muovendosi parallelamente alle coste italiane e jugoslave ed evitando la zona centrale dell'Adriatico con profondità oltre i 100 m.

La classificazione degli avvistamenti in base alle specie di delfini presenta un notevole margine di incertezza. In Tab.3.7.1/F sono riportate le specie avvistate sia su base annuale sia stagionale. Il numero di avvistamenti in cui non è stato possibile identificare la specie (delfinidi) costituisce il 38% del totale annuale (in estate la percentuale sale al 45 e in inverno scende al 15).

Inverno					
Specie	No Branchi	Caratteristiche branco			Totale individui
		No max	No medio	St.Dev	
Delfinidi (non identificati)	13% (10)	155	29.9	46.3	299
Tursiopi	55% (41)	110	17.8	27.7	731
Stenelle	26% (19)	30	10.6	9.5	202
Delfini comuni	6% (5)	20	5.6	8.1	28
Totale	100% (75)				1260
Estate					
Specie	No Branchi	Caratteristiche branco			Totale individui
		No max	No medio	St.Dev	
Delfinidi (non identificati)	45% (100)	100	11.2	18.4	1118
Tursiopi	30% (70)	1	13.6	19.5	955
Stenelle	14% (31)	50	9.2	10.3	285
Delfini comuni	11% (12)	25	11.3	6.1	136
Totale	100% (213)				2494
Anno					
Specie	No Branchi	Caratteristiche branco			Totale individui
		No max	No medio	St.Dev	
Delfinidi (non identificati)	38% (110)	155	12.9	22.7	1417
Tursiopi	39% (111)	110	15.2	22.8	1686
Stenelle	17% (50)	50	9.7	9.9	487
Delfini comuni	6% (17)	25	9.6	7	164
Totale	100% (288)				3754

Tab. 3.7.1/F Composizione media dei branchi di delfini in Adriatico, per specie e per stagioni

In Fig. 3.7.1/19 è riportata la distribuzione geografica degli avvistamenti suddivisa per specie, in estate e in inverno, col seguente criterio:

- Azzurro con la lettera A = tursiopi e delfinidi;
- Fucsia con lettera B= A+stenelle;
- Grigio con lettera C=B+delfini comuni.

Le aree interessate da più specie (C) devono essere considerate ad alta sensibilità, quelle interessate da due specie (B) a sensibilità media e quelle interessate da una sola specie (A) a bassa sensibilità.

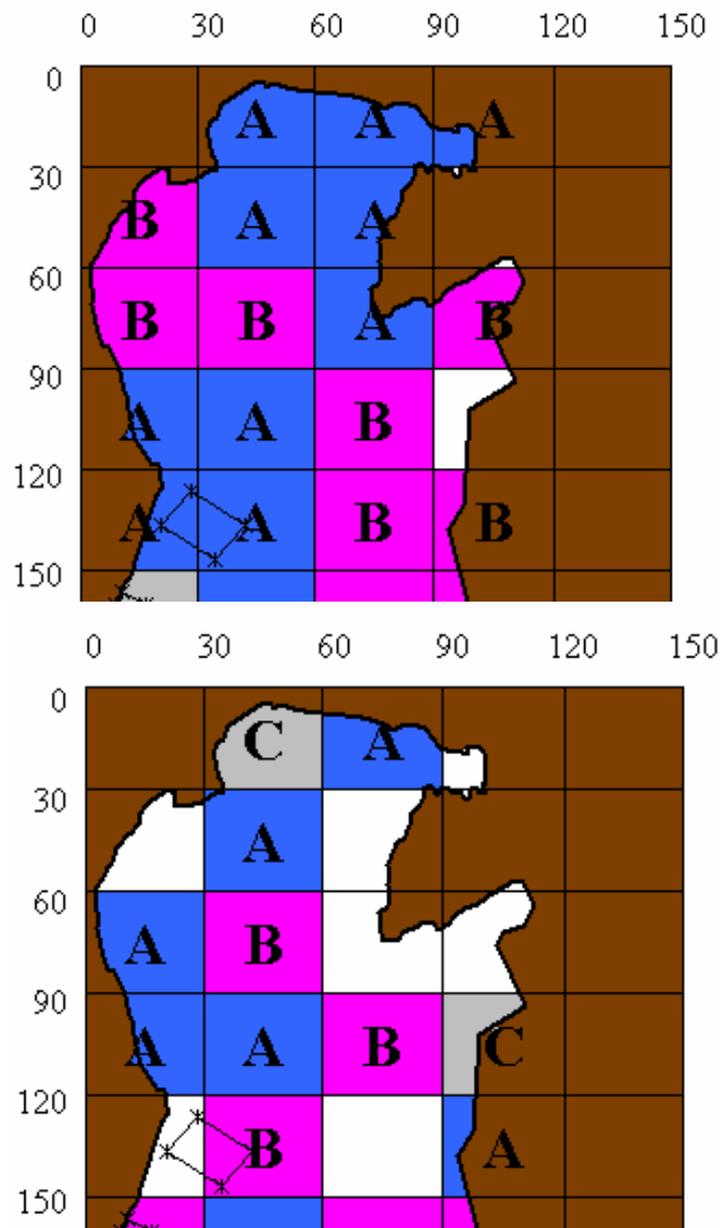


Fig. 3.7.1/19 Distribuzione delle specie dei delfini su base stagionale estate (Maggio-Ottobre in alto) e inverno (Novembre-Aprile in basso) A = tursiopi e delfinidi non identificati, B= A+stenelle, C=B+delfini comuni.

Dalla osservazione della mappa riportata in Fig. 3.7.1/16 si nota che l'area di progetto è ubicata a cavallo dei quadranti 16 e 17 ai quali corrisponde un livello di sensibilità Basso (quadranti 16 e 17) in estate, mentre in inverno i due quadranti assumono un livello di sensibilità diversa, Media il quadrato 16, Bassa il quadrato 17 (Fig. 3.7.1/18).

Per quanto riguarda il livello di sensibilità in base al tipo e numero di specie avvistate (Fig. 3.7.1/19), i quadranti in cui si svolgeranno le operazioni previste dal progetto (quadrati 16 e 17) è abitata da almeno due specie di delfini (A, quadrato 17, nessun dato per il quadrato 16) in inverno, mentre in estate i due quadranti ospitano una sola specie, ma confinano verso il largo con quadranti in cui sono state registrate due specie (tursiopi e stenelle), quindi possono essere considerati di Media sensibilità.

In generale sembra che le stenelle siano la specie più mobile, che in inverno si sposta verso Sud anche oltre Ancona ed il M. Conero attraversando le aree dei quadrati 16 e 17. Sono infine da segnalare avvistamenti di specie particolari per l'Adriatico (grampi, capodogli e balenottere). La maggior parte di tali avvistamenti riguarda il Basso Adriatico. Tuttavia avvistamenti di balenottere sono occorsi al largo di Ancona anche in prossimità dell'area interessata dalle operazioni, e nel quadrante 5 in Alto Adriatico; la presenza, anche se occasionale, di specie rare per l'Adriatico ci induce a guardare tali aree con particolare attenzione (Fig. 3.7.1/20).

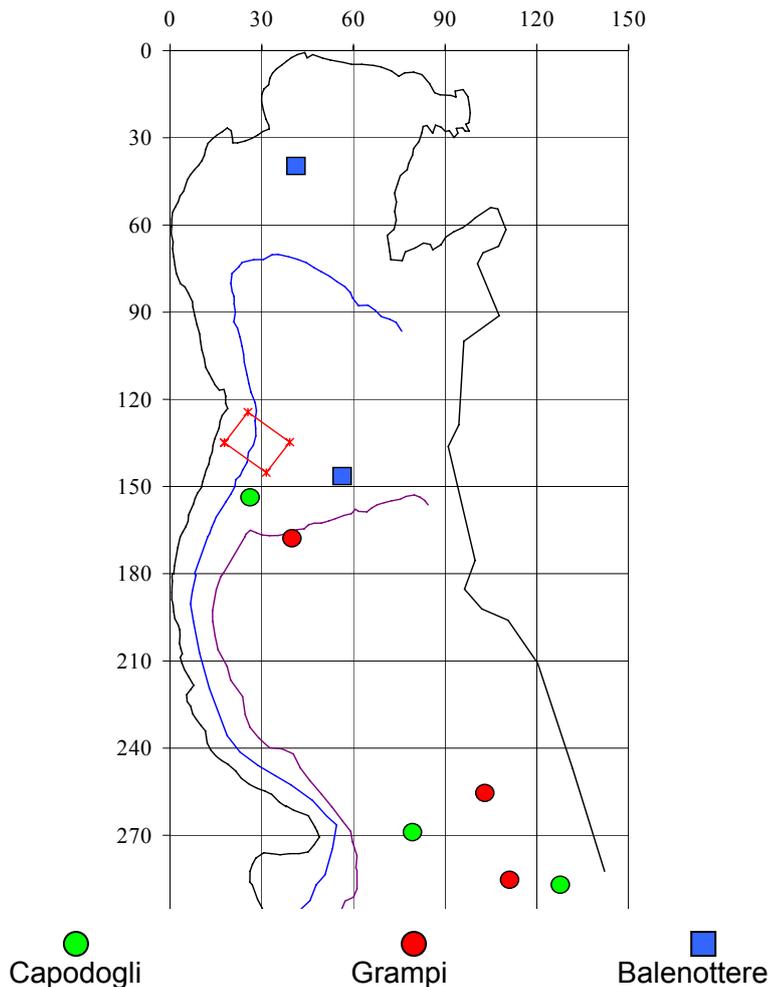


Fig. 3.7.1/20 Distribuzione degli avvistamenti di cetacei di particolare interesse

In definitiva il sito dove verranno sviluppate le attività in progetto è ubicato in aree in cui le popolazioni di mammiferi marini presentano le seguenti caratteristiche:

- Il numero medio annuale di branchi di delfini in questa area e quindi la sua sensibilità, relativamente a quello di tutto l'Adriatico, è stato classificato nel complesso Medio;
- Il numero medio annuale di delfini avvistati, valutato secondo i criteri sopra esposti, è stato classificato Medio Alto;
- Da un punto di vista stagionale ed in relazione agli spostamenti interannuali, il periodo estivo (Maggio- Ottobre) è quello che mostra la maggiore presenza sia di branchi sia di individui;
- Nel periodo invernale la zona dell'area più vicina alla costa mostra una presenza di cetacei Bassa, mentre la porzione dell'area più al largo mostra una presenza di branchi di individui Media;
- Mediamente durante l'anno la zona costiera è frequentata esclusivamente da tursiopi, mentre la porzione più al largo da tursiopi e stenelle;
- Nel periodo estivo sono stati avvistati solo tursiopi in tutta l'area, mentre la presenza di stenelle nella porzione più esterna è stata rilevata solo nel periodo invernale;
- Nell'area sono state avvistate sporadicamente specie di cetacei che per l'Adriatico possono essere considerate occasionali (capodogli, balenottere).

Specie protette

Le specie di rettili e mammiferi segnalate nelle acque italiane sono protette da direttive comunitarie e leggi nazionali; le specie presenti e i provvedimenti di tutela sono elencati di seguito

Reptilia

<i>Caretta caretta</i>	(Linnaeus, 1758) Tartaruga marina	P2	B2CAD1H2H4
<i>Chelonia mydas</i>	(Linnaeus, 1758) Tartaruga verde	P2	B2CADB1H4
<i>Eretmochelys imbricata</i>	(Linnaeus, 1766) Tartaruga embricata	P2	B2CAD1H4
<i>Lepidochelys kempii</i>	(Garman, 1880) Tartaruga bastarda	P2	B2CAD1H4
<i>Dermochelys coriacea</i>	(Vandelli, 1761) Tartaruga liuto	P2	B2CAD1H4

Mammalia

<i>Monachus monachus</i>	(Hermann, 1779) Foca monaca	P2	L2B2CAD1D2H2H4
<i>Eubalaena glacialis</i>	(Müller, 1776) Balena nera	P2	L2B2CAD1H4
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Lacépède, 1804 Balenottera minore	P2	L1B2CAH4
<i>Balaenoptera musculus</i>	(Linnaeus, 1758) Balenottera azzurra		L1B2CAD1H4
<i>Balaenoptera physalus</i>	(Linnaeus, 1758) Balenottera comune	P2	L1B2CAH4
<i>Physeter catodon</i> (<i>macrocephalus</i>)	Linnaeus, 1758 Capodoglio	P2	L1B2CAH4

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 128
--	--	--------------------

<i>Kogia simus</i>	(Owen, 1866) Cogia	P2	L1B2CAH4
<i>Ziphius cavirostris</i>	Cuvier G., 1832 Zifio	P2	L1B2CAH4
<i>Tursiops truncatus</i>	(Montagu, 1821) Tursiope	P2	L1B2CAH2H4
<i>Stenella coeruleoalba</i>	(Meyen, 1833) Stenella striata	P2	L1B2CAH4
<i>Delphinus delphis</i>	Linnaeus, 1758 Delfino comune	P2	L1B2CAH4
<i>Grampus griseus</i>	(Cuvier G. 1812) Delfino di Risso	P2	L1B2CAH4
<i>Pseudorca crassidens</i>	(Owen, 1846) Pseudorca	P2	L1B2CAH4
<i>Orcinus orca</i>	(Linnaeus, 1758) Orca	P2	L1B2CAH4
<i>Globicephala melaena</i>	(Trail, 1809) Globicefalo	P2	L1B2CAH4
Annesso II da ASPIM (Aires spécialement protégées d'importance méditerranéenne)		P2	
Annesso III da ASPIM (Aires spécialement protégées d'importance méditerranéenne)		P3	
DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE		Ap. 2 H2	
DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE		Ap. 4 H4	
DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE		Ap. 5 H5	
DIRETTIVA CITES Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora Washington 1973		All. B CB	
DIRETTIVA CITES Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora Washington 1973		All. A CA	
DIRETTIVA CITES Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora Washington 1973		All. D CD	
CONVENZIONE BERNA 1979		Ap. 1 B1	
CONVENZIONE BERNA 1979		Ap.2 B2	
CONVENZIONE BERNA 1979		Ap.3 B3	
CONVENZIONE BONN 1979		Ap. 1 D1 2 D2	
CONVENZIONE BONN 1979		Ap. 2 D2	
L. 157/92 art.2		L2	
L. 157/92		L1	

3.7.2 Caratteristiche delle biocenosi bentoniche dell'area di studio

Dall'analisi della **Carta 6**, ove è riportata la suddivisione del Bacino Medio Adriatico nei diversi comparti biocenotici si nota come l'area di studio ricada all'interno della zona caratterizzata dalle Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri in Ambiente Mesotrofico che si estende a Sud di Ancona sino a Pescara su fondali di varie batimetrie.

Questo comparto è caratterizzato da una transizione dalle condizioni segnatamente eutrofiche che si riscontrano più a Nord ed in particolar modo a Sud della foce del Po e quelle oligotrofiche che caratterizzano l'Adriatico meridionale.

Pur non distinguendosi nettamente dalle biocenosi del corrispondente comparto posto più a Nord dal punto di vista delle esigenze ecologiche generali delle specie più rappresentative, questo comparto è caratterizzato da una sensibile minore abbondanza del popolamento.

La Tab. 3.7.2/A riporta un quadro d'insieme delle caratteristiche bionomiche-ecologiche "guida" per questo comparto attraverso l'utilizzo di termini e grandezze qui di seguito spiegate.

- 1) **Biocenosi**: Definita in senso bionomico, indica l'attribuzione della biocenosi del comparto ad una particolare biocenosi-tipo secondo il criterio di suddivisione delle biocenosi del Mediterraneo di Peres e Picard.
- 2) **Categoria trofica**: Indica la modalità prevalente di approvvigionamento alimentare della comunità bentonica.
- 3) **Diversità trofica**: Fatta salva la categoria trofica dominante, indica tendenzialmente, la varietà di strategie trofiche che si trovano rappresentate nella comunità.
- 4) **Specie guida**: Indica la eventuale presenza di una specie caratterizzante che sia particolarmente rappresentativa di particolari condizioni ecologiche.
- 5) **Diversità puntuale (Alfa)**: Indica il livello della diversità delle comunità locali, determinato dalla ricchezza specifica e dalla ripartizione delle abbondanze in un singolo sito.
- 6) **Diversità globale (beta)**: Indica il livello di eterogeneità biocenotica che deriva ad un comparto dalla diversità di biocenosi e di specie che occupano parti diverse del comparto stesso.
- 7) **Abbondanza**: Indica, in termini di abbondanza numerica o di biomassa l'entità della colonizzazione.

Biocenosi	VTC
Categoria trofica	Detritivori superficiali
Diversità trofica	Bassa
Specie	
Diversità Alfa	Media
Diversità Beta	Bassa
Abbondanza	Bassa

Tab. 3.7.2/A Caratteristiche bionomiche-ecologiche "guida" del comparto VTC in ambiente mesotrofico (Meridio Adriatico)

Una descrizione più accurata, prendendo in considerazione i differenti popolamenti della zona di studio con un'analisi delle specie rinvenute, è qui di seguito riportata utilizzando i dati individuati all'interno del lavoro "Divisione del Bacino Adriatico Centro Settentrionale in comparti funzionali alla valutazione di impatto ambientale dell'attività di estrazione petrolifera off-shore" redatto dall'Università di Modena, Dipartimento di Biologia Animale e Centro Oceanologico Mediterraneo.

Durante le campagne sono stati effettuati complessivamente prelievi in 39 stazioni localizzate lungo 5 transetti Fig. 3.7.2/1; il transetto di riferimento più vicino all'area di studio è quello perpendicolare al Monte Conero ed in particolare la stazione N. 2, molto vicina al sito di progetto, caratterizzata da una batimetria tra gli 80 e 90 metri Fig. 3.7.2/1.

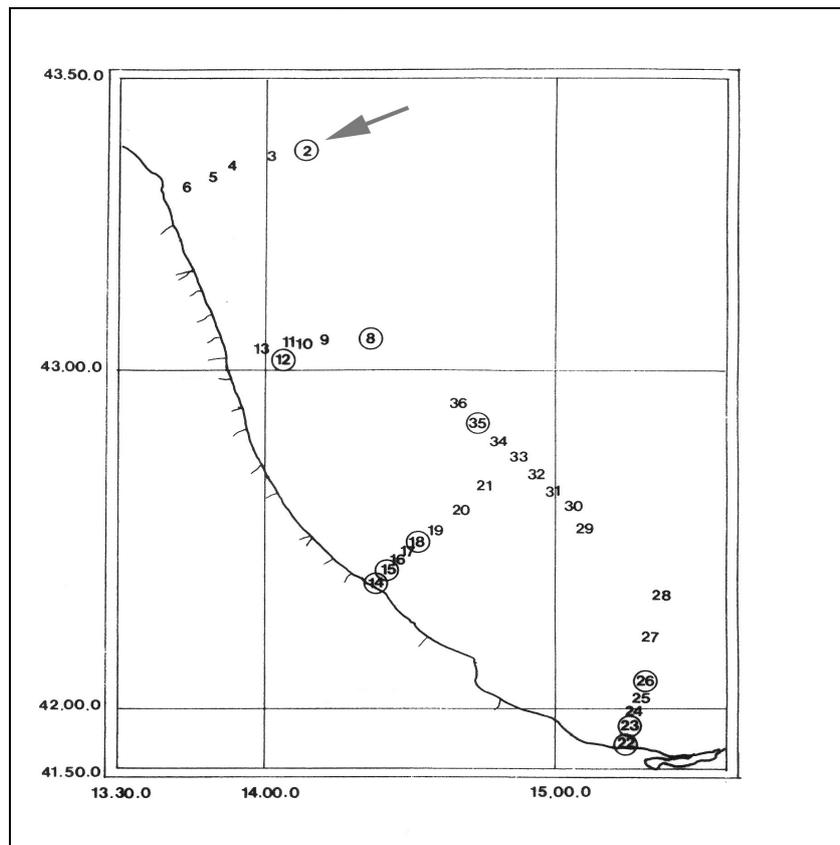


Fig. 3.7.2/1 Transetti dell'area centrale tra Ancona e Pescara

Nel complesso, il popolamento è dominato dai policheti ed è costituito in prevalenza da specie tipiche dei fanghi terrigeni costieri.

Nella staz. 2 (80 m) la specie più rappresentata è il cirratulide *Aphelocheila mariotii* associato a paraonidi e spionidi quali *Aricidea assimilis*, *Aricidea catheritiae*, *Priotoypio miiltibratichiata* e *Scolelepis tridentata*. Paraonidi e spionidi sono localizzati esclusivamente in superficie.

Le stazioni più profonde sono caratterizzate da una generale scarsa abbondanza numerica, in cui le specie più abbondanti, *Aphelocheila marioni*, *Prionospio malmgreii*, *Armandia cirrova* e *Gotiadia maculata*, sono tuttavia rappresentate da pochi individui.

Vengono di seguito riportati i risultati delle analisi ambientali svolte durante la campagna di studio condotta dalla GAS nel dicembre 2004 per la caratterizzazione delle comunità

macro-zoobentoniche lungo il tracciato della condotta Bonaccia Est - Bonaccia.

Lungo il futuro sealine sono state individuate 4 stazioni (vedi Fig. 3.6.3/1) di campionamento a partire dalla piattaforma Bonaccia (BBE1) fino alla futura postazione di Bonaccia Est 2 e 3 (BBE4). Le comunità macro zoobentoniche campionate nelle 4 stazioni sono rappresentate nella Fig. 3.7.2/2.

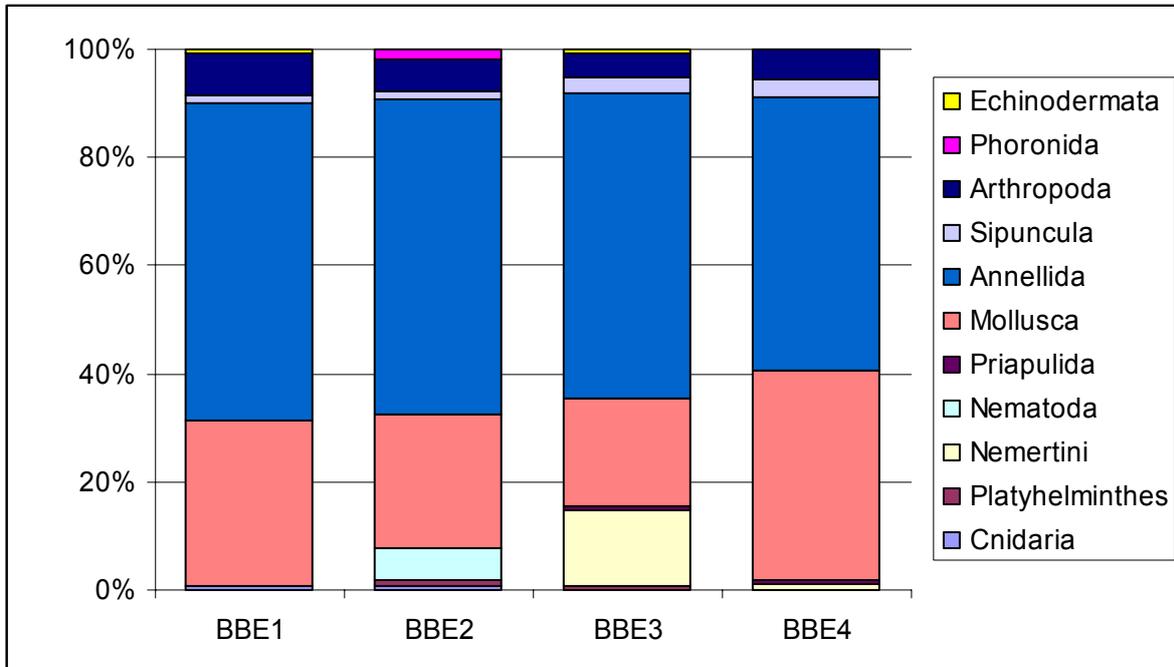


Fig. 3.7.2/2 - Composizione percentuale media dei diversi Phylum nelle 4 stazioni.

I valori corrispondenti alla varietà ed abbondanza, espresse come numero di organismi per m² sono rappresentati nella Tab. 3.7.2/B che segue.

		Varietà	Abbondanza		Varietà	Abbondanza
BBE1	1	22	531	2	26	469
BBE2	1	28	434	2	24	385
BBE3	1	26	483	2	26	566
BBE4	1	25	622	2	27	483

Tab 3.7.2/B - Valori riassuntivi di varietà ed abbondanza. (org/ m²)

Complessivamente sono state individuate 65 unità tassonomiche, Tab. 3.7.2/C ma nelle singole stazioni, considerando entrambe le repliche, il numero di unità varia da 32 (BBE1) a 38 (BBE2,3) e 10 di queste sono comuni alle 4 stazioni.

Il numero di individui per m² è rappresentato nelle Tabb. 3.7.2/D, E corrispondenti alle 2 repliche effettuate



Phylum	Classe	Ordine	Famiglia	Taxon
Cnidaria	Anthozoa			ANTHOZOA ind.
Platyhelminthes	Turbellaria			TURBELLARIA ind.
Nemertini				NEMERTEA ind.
Nematoda				NEMATODA ind.
Priapulida	Priapulida	Priapulida	Priapulidae	<i>Priapulopsis cnidephorus</i> Salvini-Plawen, 1973
Mollusca	Caudofoveata	Chaetodermatida		CHAETODERMATIDA ind.
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Turritellidae	<i>Turritella</i> sp.
			Iravadiidae	<i>Hyala vitrea</i> (Montagu, 1803)
			Epitoniidae	<i>Epitonium</i> sp.
		Neogastropoda	Turridae	<i>Bela brachystoma</i> (Philippi)
				<i>Mangelia</i> sp.
		Cephalaspidea	Cylichnidae	<i>Cylichna cylindracea</i> (Pennant, 1777)
				GASTEROPODA ind.
	Bivalvia	Arcoida	Glycymerididae	<i>Glycymeris</i> sp.
		Veneroidea	Lucinidae	<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)
			Cardiidae	CARDIIDAE sp.
				<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)
				<i>Abra</i> sp.
			Semelidae	<i>Kelliella abyssicola</i> (Forbes, 1844)
			Kelliellidae	<i>Mysia undata</i> (Pennant, 1777)
			Petricolidae	<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)
		Myoidea	Corbulidae	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)
			Hiatellidae	BIVALVIA ind.
Annellida	Polychaeta	Phyllodocida	Phyllodocidae	<i>Eteone</i> sp.
				<i>Phyllodoce</i> sp.
			Glyceridae	<i>Glycera</i> sp.
			Hesionidae	HESIONIDAE ind.
			Syllidae	SYLLIDAE ind.
		Eunicida	Onuphidae	<i>Nothria conchylega</i> (M. Sars, 1835)
			Lumbrineridae	<i>Lumbrineris</i> sp.
		Orbiniida	Orbiniidae	ORBINIDAE ind.
			Paraonidae	PARAONIDAE ind.
		Spionida	Spionidae	<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)
				<i>Prionospio</i> sp.
				SPIONIDAE ind.
			Trochochaetidae	<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen
			Cirratulidae	CIRRATULIDAE ind.
		Capitellida	Maldanidae	MALDANIDAE sp.
			Capitellidae	CAPITELLIDAE ind.
		Opheliida	Opheliidae	OPHELIIDAE ind.
			Scalibregmatidae	<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843
		Terebellida	Ampharetidae	AMPHARETIDAE ind.
			Trichobranchiidae	TEREBELLIDAE ind.
		Sabellida	Sabellidae	SABELLIDAE ind.
				<i>Ditrupe arietina</i> (O.F. Müller, 1776)
				<i>Hydroides</i> sp.
				SERPULIDAE ind.
				POLYCAETA ind.
Sipuncula	Sipunculidea	Sipunculida	Aspidosiphonidae	<i>Aspidosiphon muelleri</i> Diesing, 1851
Arthropoda	Pantopoda			SIPUNCULIDA ind.
	Crustacea			PANTOPODA ind.
	Malacostraca	Cumacea	Nannastacidae	<i>Cumella</i> sp.
		Tanaidacea	Leptognathiidae	<i>Leptognathia</i> sp.
				TANAIDACEA (ANISOPODA) ind.
		Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp.
			Gammaridae	<i>Trischizostoma</i> sp.
				GAMMARIDEA ind.
				GAMMARIDEA sp. 02
		Decapoda	Processidae	<i>Processa</i> sp.
			Callianassidae	<i>Callianassa</i> sp.
			Upogebiidae	<i>Upogebia</i> sp.
			Goneplacidae	<i>Goneplax romboides</i> (Linnaeus, 1758)
				DECAPODA ind.
Phoronida			Phoronidae	<i>Phoronis mülleri</i> Selys-Longchamps, 1903
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiuræ	Amphiuridae	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)

Tab. 3.7.2/C - Elenco e collocazione sistematica dei taxa rinvenuti.



Taxon	BBE1	BBE2	BBE3	BBE4
ANTHOZOA ind.	0	7	0	0
TURBELLARIA ind.	0	0	7	0
NEMERTEA ind.	0	0	84	7
NEMATODA ind.	0	28	0	0
<i>Priapulopsis cnidephorus</i> Salvini-Plawen, 1973	0	0	7	0
CHAETODERMATIDA ind.	0	7	0	0
<i>Turritella</i> sp.	42	28	0	0
<i>Hyala vitrea</i> (Montagu, 1803)	14	35	49	56
<i>Epitonium</i> sp.	0	0	7	0
<i>Bela brachystoma</i> (Philippi)	0	7	35	28
<i>Mangelia</i> sp.	14	0	0	0
<i>Cyllichna cylindracea</i> (Pennant, 1777)	0	0	0	7
GASTEROPODA ind.	0	0	0	7
<i>Glycymeris</i> sp.	70	0	0	84
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	14
CARDIIDAE sp.	0	21	0	0
<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)	14	0	0	0
<i>Abra</i> sp.	0	7	0	0
<i>Kelliella abyssicola</i> (Forbes, 1844)	0	0	7	0
<i>Mysia undata</i> (Pennant, 1777)	0	0	7	0
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)	0	7	0	0
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	0	7	0	0
BIVALVIA ind.	0	0	21	35
<i>Eteone</i> sp.	0	7	0	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	7	0	0
<i>Glycera</i> sp.	7	21	14	14
HESIONIDAE ind.	0	0	14	0
SYLLIDAE ind.	0	0	0	28
<i>Nothria conchylega</i> (M. Sars, 1835)	14	14	21	14
<i>Lumbrinereis</i> sp.	14	14	21	7
ORBINIDAE ind.	7	21	7	42
PARAONIDAE ind.	119	49	84	77
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	0	0	7	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	7	0	0
SPIONIDAE ind.	35	63	14	35
<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen	0	0	0	7
CIRRATULIDAE ind.	56	14	7	56
MALDANIDAE sp.	0	0	0	7
CAPITELLIDAE ind.	28	14	21	14
OPHELIDAE ind.	0	0	0	7
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843	0	0	7	0
AMPHARETIDAE ind.	14	0	0	0
TEREBELLIDAE ind.	0	7	0	0
SABELLIDAE ind.	21	0	0	14
<i>Ditrupa arietina</i> (O.F. Müller, 1776)	0	0	7	0
<i>Hydroides</i> sp.	0	7	0	0
SERPULIDAE ind.	0	7	0	0
POLYCAETA ind.	0	0	7	0
<i>Aspidosiphon muelleri</i> Diesing, 1851	14	0	0	0
SIPUNCULIDA ind.	0	0	0	35
PANTOPODA ind.	7	0	0	0
<i>Cumella</i> sp.	0	0	7	0
<i>Leptognathia</i> sp.	0	0	7	0
TANAIDACEA (ANISOPODA) ind.	0	0	0	7
<i>Ampelisca</i> sp.	0	7	0	0
<i>Trischizostoma</i> sp.	7	0	0	0
GAMMARIDEA ind.	0	7	0	0
GAMMARIDEA sp. 02	7	0	0	0
<i>Processa</i> sp.	0	7	0	7
<i>Callianassa</i> sp.	0	0	7	14
<i>Upogebia</i> sp.	14	0	0	0
<i>Goneplax romboides</i> (Linnaeus, 1758)	7	0	0	0
DECAPODA ind.	0	0	7	0
<i>Phoronis mülleri</i> Selys-Longchamps, 1903	0	7	0	0
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	7	0	0	0

Tab. 3.7.2/D - Numero di individui/m² rilevati nelle 4 stazioni (replica 1).



Taxon	BBE1	BBE2	BBE3	BBE4
ANTHOZOA ind.	7	0	0	0
TURBELLARIA ind.	0	7	0	0
NEMERTEA ind.	0	0	63	7
NEMATODA ind.	0	21	0	0
<i>Priapulopsis cnidephorus</i> Salvini-Plawen, 1973	0	0	0	7
CHAETODERMATIDA ind.	0	0	14	0
<i>Turritella</i> sp.	14	21	0	28
<i>Hyala vitrea</i> (Montagu, 1803)	28	14	28	42
<i>Epitonium</i> sp.	7	0	0	0
<i>Bela brachystoma</i> (Philippi)	35	7	0	21
<i>Mangelia</i> sp.	0	0	14	0
<i>Cylindrichna cylindracea</i> (Pennant, 1777)	7	0	0	0
GASTEROPODA ind.	0	0	0	7
<i>Glycymeris</i> sp.	14	28	0	35
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	14
CARDIIDAE sp.	0	14	0	0
<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)	35	0	0	0
<i>Abra</i> sp.	7	0	0	0
<i>Kelliella abyssicola</i> (Forbes, 1844)	0	0	0	7
<i>Mysia undata</i> (Pennant, 1777)	7	0	0	0
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)	0	0	0	7
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	0	0	7	0
BIVALVIA ind.	0	0	21	35
<i>Eteone</i> sp.	0	0	7	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	7	0	0	7
<i>Glycera</i> sp.	7	7	0	14
HESIONIDAE ind.	0	0	21	0
SYLLIDAE ind.	0	0	0	7
<i>Nothria conchylega</i> (M. Sars, 1835)	42	21	49	21
<i>Lumbrinereis</i> sp.	35	14	28	49
ORBINIDAE ind.	35	14	35	7
PARAONIDAE ind.	42	56	77	63
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	0	0	7	7
<i>Prionospio</i> sp.	7	0	7	0
SPIONIDAE ind.	21	49	14	0
<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen	0	0	0	7
CIRRATULIDAE ind.	28	28	56	35
MALDANIDAE sp.	7	0	0	0
CAPITELLIDAE ind.	21	14	28	14
OPHELIIDAE ind.	0	7	0	0
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843	0	7	0	0
AMPHARETIDAE ind.	0	0	0	0
TEREBELLIDAE ind.	0	0	7	0
SABELLIDAE ind.	21	0	14	0
<i>Ditrupa arietina</i> (O.F. Müller, 1776)	0	0	7	0
<i>Hydroides</i> sp.	0	0	0	7
SERPULIDAE ind.	0	0	7	0
POLYCAETA ind.	0	7	0	0
<i>Aspidosiphon muelleri</i> Diesing, 1851	0	14	0	0
SIPUNCULIDA ind.	0	0	28	0
PANTOPODA ind.	7	0	0	0
<i>Cumella</i> sp.	0	7	0	0
<i>Leptognathia</i> sp.	0	0	7	0
TANAIDACEA (ANISOPODA) ind.	0	7	0	0
<i>Ampelisca</i> sp.	0	0	7	0
<i>Trischizostoma</i> sp.	7	0	0	0
GAMMARIDEA ind.	0	0	0	7
GAMMARIDEA sp. 02	0	7	0	0
<i>Processa</i> sp.	0	0	7	7
<i>Callianassa</i> sp.	7	0	0	14
<i>Upogebia</i> sp.	14	0	0	0
<i>Goneplax romboides</i> (Linnaeus, 1758)	0	7	0	0
DECAPODA ind.	0	0	0	7
<i>Phoronis mülleri</i> Selys-Longchamps, 1903	0	7	0	0
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	0	0	7	0

Tab. 3.7.2/E - Numero di individui/m² rilevati nelle 4 stazioni (replica 2).

Nelle stazioni campionate predominano per abbondanza gli anellidi, seguiti dai molluschi. Complessivamente gli anellidi vanno dal 50,63% (BBE4) al 58,74% (BBE1) della comunità totale, mentre i molluschi vanno dal 20,00% (BBE3) al 38,61% (BBE4; Fig. 3.7.2/2). Policheti e molluschi costituiscono i Phylum maggiormente diversificati con rispettivamente 25 e 18 taxa individuati; 8 taxa di policheti e 2 di molluschi sono presenti in tutte le stazioni analizzate.

Lungo il percorso indagato i popolamenti appaiono piuttosto simili tra loro e non appare possibile distinguere tra diverse biocenosi. La comunità risulta caratterizzata dai policheti Paraonidae, Cirratulidae e Spionidae, insieme ai molluschi *Hyala vitrea* e *Glycymeris* sp.

La seguente tabella 3.7.2/F e la Fig. 3.7.2/3 riportano i 10 taxa mediamente più abbondanti nelle 15 stazioni campionate:

Specie ↓ stazioni →	BBE1	BBE2	BBE3	BBE4
PARAONIDAE ind.	16.08%	12.82%	15.33%	12.66%
CIRRATULIDAE ind.	8.39%	5.13%	6.00%	8.23%
<i>Hyala vitrea</i> (Montagu, 1803)	4.20%	5.98%	7.33%	8.86%
<i>Glycymeris</i> sp.	8.39%	3.42%	0.00%	10.76%
SPIONIDAE ind.	5.59%	13.68%	2.67%	3.16%
<i>Nothria conchylega</i> (M. Sars, 1835)	5.59%	4.27%	6.67%	3.16%
<i>Lumbrineris</i> sp.	4.90%	3.42%	4.67%	5.06%
ORBINIDAE ind.	4.20%	4.27%	4.00%	4.43%
NEMERTEA ind.	0.00%	0.00%	14.00%	1.27%
CAPITELLIDAE ind.	4.90%	3.42%	4.67%	2.53%
Tot.	62.24%	56.41%	65.33%	60.13%

Tab. 3.7.2/F - Percentuali dei 10 taxa più abbondanti presenti in ogni stazione.

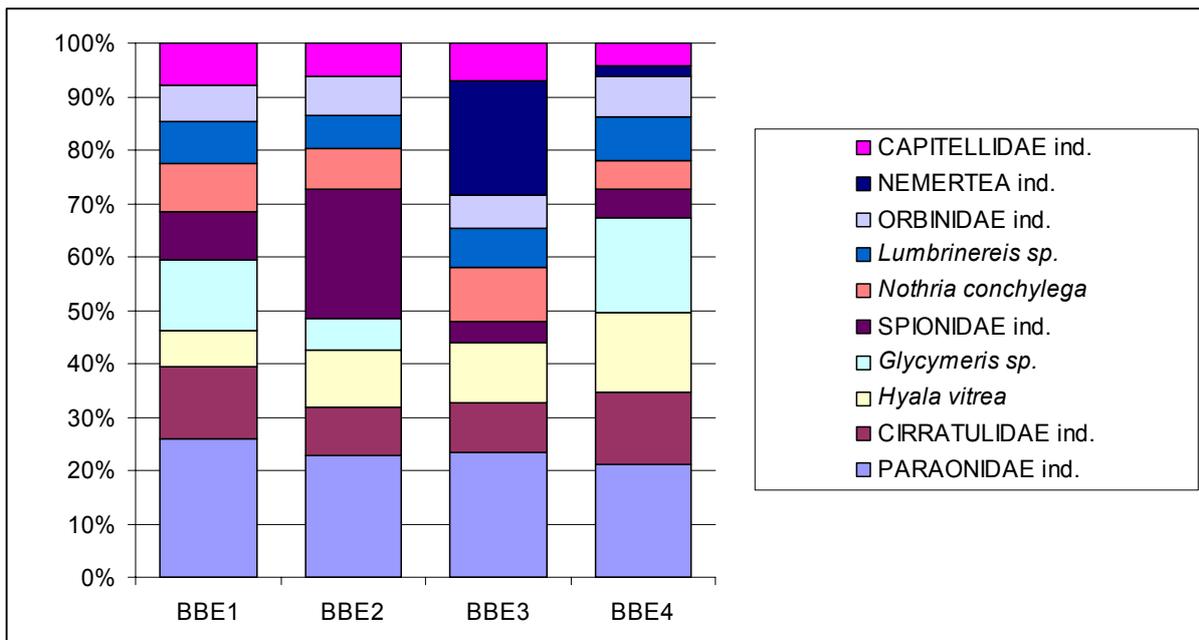


Fig. 3.7.2/3 - Diagramma rappresentativo dei 10 taxa più abbondanti presenti in ogni stazione.

La zona campionata ricade interamente in quella che Vatova (1949) e Gamulin-Brida (1967) definiscono come *Biocenosi dei fanghi terrigeni costieri* caratterizzata dalla facies denominata "delle forme sessili", dominata dall'ottocorallo *Alcyonium palmatum adriaticum* e da oloturoidei e ascidiacei. Fig. 3.7.2/4

Questi elementi faunistici, caratteristici di tale biocenosi, non sono stati rinvenuti. Questa indicazione generale, che riguarda una vasta area dell'Adriatico, non trova una diretta corrispondenza nell'area indagata.

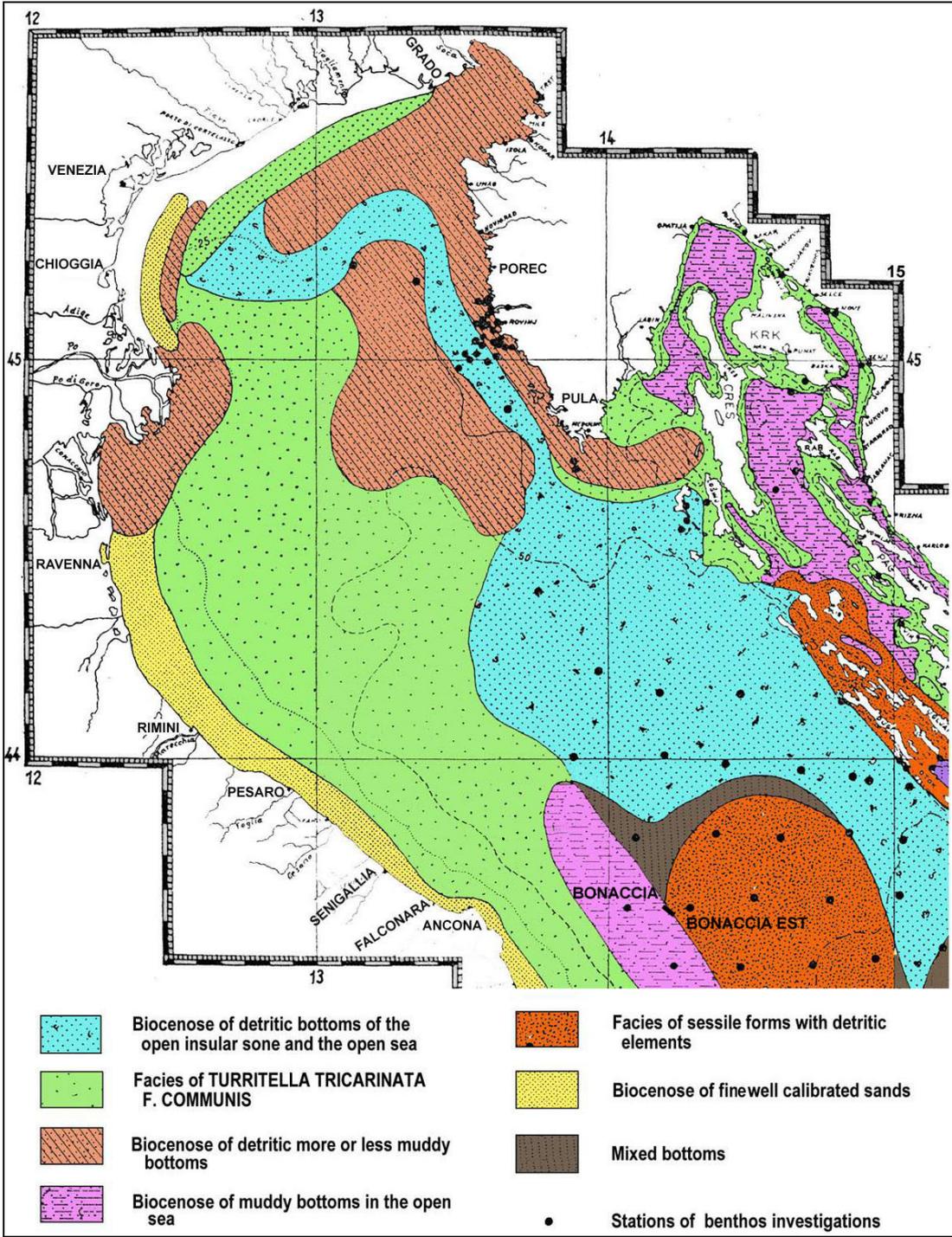


Fig. 3.7.2/4 - Distribuzione delle biocenosi nell'area di interesse (da Gamulin - Brida H., 1967, modificato)

Per una più completa analisi del grado di diversità delle comunità bentoniche campionate sono stati calcolati e riportati nella seguente Tabella 3.7.2/G e nelle Figure 3.7.2/5-6 gli indici di diversità, di ricchezza e di omogeneità relativi ai singoli campionamenti:

repliche→ campioni↓	1			2		
	H'	H max	J	H'	H max	J
BBE1	3,85	4,46	0,86	4,37	4,70	0,93
BBE2	4,37	4,81	0,91	4,22	4,58	0,92
BBE3	4,05	4,70	0,86	4,22	4,70	0,90
BBE4	4,15	4,64	0,89	4,31	4,75	0,91

3.7.2/G - Indici di diversità, ricchezza e di omogeneità

La diversità H' varia da 3,85 (BBE1_1) a 4,37 (BBE2_1; BBE1_2). Dal rapporto dei due indici (H'/H_{max}) si è valutato il valore dell'indice di equità o omogeneità che oscilla da un valore minimo di 0,86 (BBE1_1; BBE3_1) ad un valore massimo di 0,93 (BBE1_2).

Dai valori degli indici si deduce che le comunità bentoniche campionate sono ben equilibrate e non mostrano segni di alterazioni di rilievo.

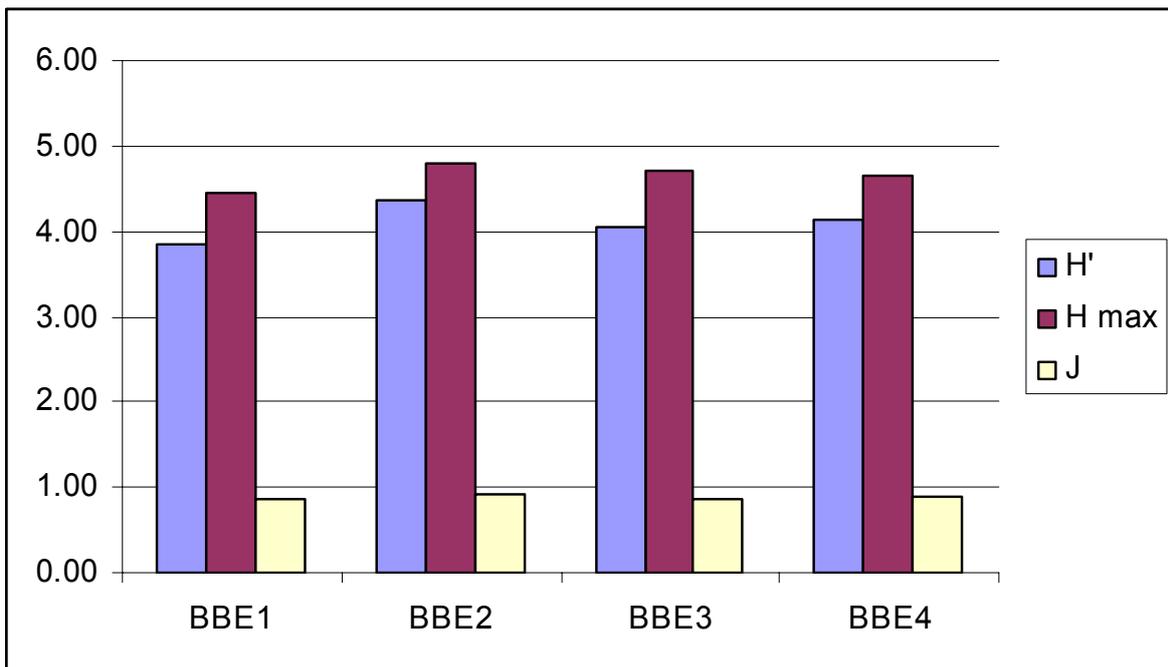


Fig. 3.7.2/5 - Comunità macrobentoniche: rapporti fra i valori degli indici (replica 1).

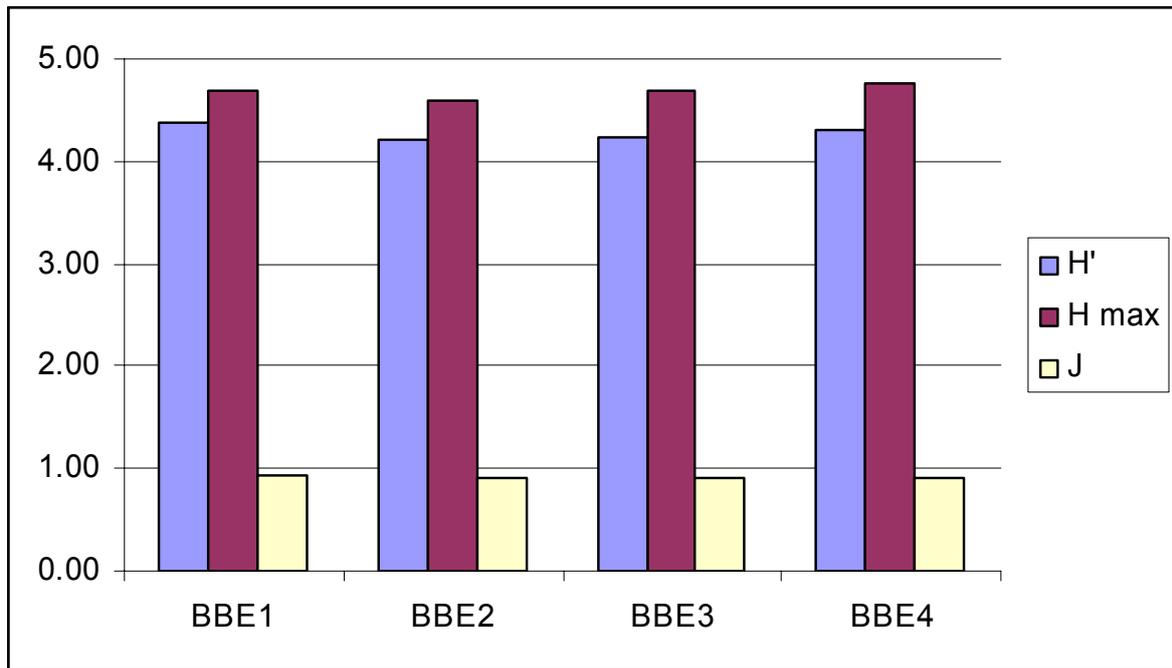


Fig. 3.7.2/6 - Comunità macrobentoniche: rapporti fra i valori degli indici (replica 2).

Per ciò che concerne la caratterizzazione del fitobentos il rilievo SSS&SBP effettuato non ha evidenziato la presenza di praterie a *Posidonia oceanica* nè la presenza di altre specie di fanerogame marine.

Tale situazione è facilmente deducibile anche dal fatto che la condotta verrà posata su un fondale con profondità molto al di sotto del limite della zona eufotica, questo permette già di escludere la presenza di queste endemiche ed importantissime piante marine presenti in altre aree del Mediterraneo

Per quello che riguarda il Macro-zoobentos, è altrettanto importante sottolineare che il confronto tra le specie campionate e le specie marine protette, riportate nella lista dell'Annesso II ASPIM, non ha dato riscontri positivi, per cui si può escludere la presenza di specie soggette a tutela nell'area di progetto.

Elementi di criticità presenti e punti di attenzione.

Nelle aree immediatamente circostanti la piattaforma Bonaccia e il tracciato della condotta Piattaforma Bonaccia - Bonaccia Est (vedi Par. 3.6.2 e Par. 3.6.3) sono presenti delle depressioni sub-circolari (Fig. 3.7.2/7) caratterizzate dalla presenza, nella loro zona centrale, in concomitanza delle risalite gassose, di concrezioni biogeniche che costituiscono aree di substrato duro di differente spessore ed estensione (**Carta 6A**).

Tali formazioni organogene-detritiche non interessate dal tracciato della condotta, ad hoc modificato, hanno una origine biologica e derivano dal ripetuto insediamento di organismi incrostanti che hanno costruito stratificazioni successive sempre più massicce, cementando in questa matrice strutture di altri organismi e detrito fino a formare grandi masse solide permanenti.

La presenza di isole di substrato duro nella grande distesa di fondali fangoso-sabbioso crea una forte discontinuità ecologica cosicché in corrispondenza di queste aree si

instaurano popolamenti estremamente diversi da quelli delle zone circostanti tipici di fondi molli.

Tali formazioni sono caratterizzate da una forte eterogeneità morfologica che crea diversi habitat e microhabitat, i quali assieme alla presenza di substrato solido, che consente l'insediamento di forme sessili di organismi, non presenti nelle zone circostanti, determinano condizioni di alti livelli di diversità specifica.

Si realizzano così oasi di grande ricchezza ecologica e di grande pregio estetico e naturalistico la cui importanza è stata già confermata attraverso studi e ricerche, svolte soprattutto sui fondi duri dell'Alto Adriatico: Stefanon (1966, 1967, 1970, 1972), Andreoli (1979, 1981) per ciò che concerne la loro natura e morfologia, mentre Boldrin 1979, Mizzan (1992, 1994) e Gabriele et al. (1996) per quanto riguarda il loro profilo biologico.

La biomassa di questi popolamenti è notevolmente elevata e la presenza di anfrattuosità a basso idrodinamismo, unita alla disponibilità di substrato solido, determina condizioni favorevoli alla riproduzione di molte specie tra cui molte specie ittiche pregiate legate ai fondi duri.

Un primo contributo allo studio ecologico delle formazioni rocciose dell'Alto Adriatico è stato portato da Boldrin (1979). Dall'esarne di diverse formazioni rocciose localizzate al largo delle coste venete di Grado e Lignano, egli descrive i principali organismi responsabili delle formazioni organogene.

Queste formazioni sono dovute all'attività incrostante di alghe Corallinacee e secondariamente di Briozoi, Molluschi, Antozoi e Serpulidi. Tra i molluschi vengono segnalati: *Arca noeae*, *Chama griphoides*, e *Lemintina arenariae*. Tra gli Antozoi: *Cladocera cespitosa* e tra i Serpulidi: *Serjwila concharzim*, *Serpilla vermicularis* ed alcune specie di Protula.

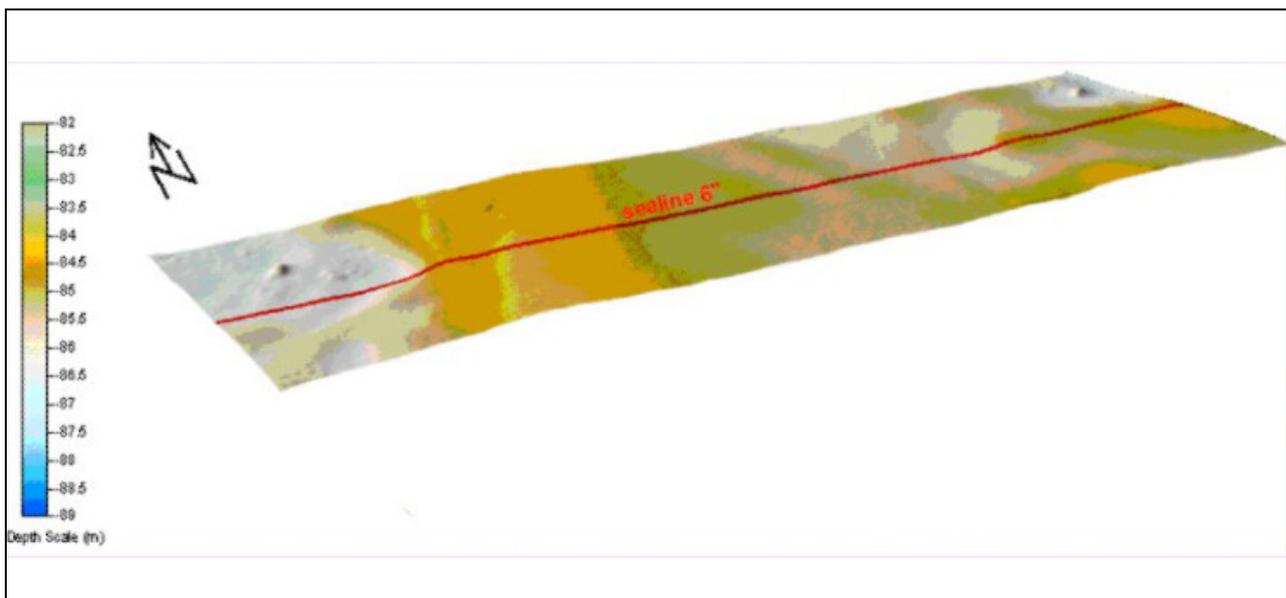


Fig. 3.7.2/7 Rappresentazione 3D dei dati multibeam alti morfologici sub-circolari puntuali e tracciato del sealine in progetto.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 140
--	--	--------------------

Le biocenosi di queste formazioni organogene risultano molto fragili e molto sensibili nei confronti della quantità di particolato fine in sospensione, e potrebbero risentire negativamente di eventuali movimentazioni dei circostanti fondali.

Nel Comparto delle biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri in ambiente mesotrofico del Medio Adriatico, dove è ubicata appunto l'area di indagine, si ha una situazione molto meno trofica di quanto si riscontra nell'Alto Adriatico. In particolare, il comparto è caratterizzato da una maggior sensibilità nei confronti delle perturbazioni ad effetto eutrofizzante ed azioni di questo tipo porterebbero, ad un rapido incremento della biomassa e degli altri parametri correlati, modificando la situazione in senso simile a quella che si riscontra nel comparto corrispondente, collocato più a Nord.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 141
--	---	--------------------

3.8 PATRIMONIO CULTURALE E PAESAGGIO

Attualmente il paesaggio che circonda il sito in progetto è rappresentato da una zona di mare aperto che dista oltre 30 miglia dalla costa per cui l'occhio spazia sino all'orizzonte in qualsiasi direzione senza percepire nulla di particolarmente significativo dal punto di vista paesaggistico, se non nelle giornate di buona visibilità, volgendo lo sguardo ad Ovest, è visibile in lontananza, con qualche difficoltà, il profilo del Monte Conero.

Il sito oggetto dell'intervento non risulta visibile dalla costa marchigiana.

Aree archeologiche marine

Dai dati di letteratura disponibili, risulta che le acque antistanti le coste marchigiane hanno rivelato negli scorsi decenni una discreta abbondanza di ritrovamenti archeologici (Profumo, 1986). In molti casi il sito di ritrovamento non è stato segnalato con precisione, ma è possibile comunque individuare le aree nelle quali erano presenti, o lo sono tuttora, reperti di particolare interesse archeologico. Fra le diverse classi di reperti risultano prevalenti le anfore (tipo Apule e Dressel), mentre degni di nota sono il ritrovamento lungo la costa settentrionale delle Marche di 6.500 monete d'oro nel Porto di Ancona, il "Bronzo Getty" ripescato nel mare di Fano e il relitto di una nave romana sui fondali di Falconara Marittima. Inoltre i siti costieri riportati come particolarmente importanti per la presenza, attuale o passata, di reperti archeologici sono: Gabicce, Pesaro, Fano, Senigallia, Falconara Marittima, Ancona, Monte Conero, Sirolo, Numana, Civitanova Marche, Porto Sant'Elpidio, P.to S. Giorgio, Cupra Marittima e S. Benedetto (Gargiullo & Okely, 1993). Non risulta segnalata la presenza di reperti archeologici nell'area oggetto di indagine.

3.9 CONTESTO SOCIO-ECONOMICO

3.9.1 Attività di Pesca

L'area circostante la zona di progetto è frequentata da numerose imbarcazioni da pesca provenienti da diverse marinerie regionali, in particolare data l'ubicazione del sito, provenienti dai porti pescherecci di Senigallia, Ancona, Civitanova e San benedetto del Tronto.

Le barche dei porti di Fano e Pesaro tendenzialmente preferiscono spingersi verso Nord rimanendo nelle aree di pesca più a Nord dell'Alto Adriatico.

Poiché la zona comunque è situata al centro delle acque Adriatiche antistanti la regione Marche, e poiché essa risulta frequentata dalla maggior parte delle più importanti marinerie regionali, qui di seguito si riportano una serie di informazioni a carattere generale.

Il Mar Adriatico, secondo le rilevazioni ISTAT sull'attività di pesca relative all'anno 2004, si colloca al primo posto per pescosità che rappresenta, con 1.637.087 quintali, il 62,8% del totale nazionale (Fig. 3.9.1/1). In particolare, per quanto riguarda l'Alto Adriatico, i dati ISTAT per le regioni Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna e Marche mostrano come nel 2004 la produzione abbia superato i 600 milioni di euro, che corrispondono al 37,5% della produzione nazionale ai prezzi di base.

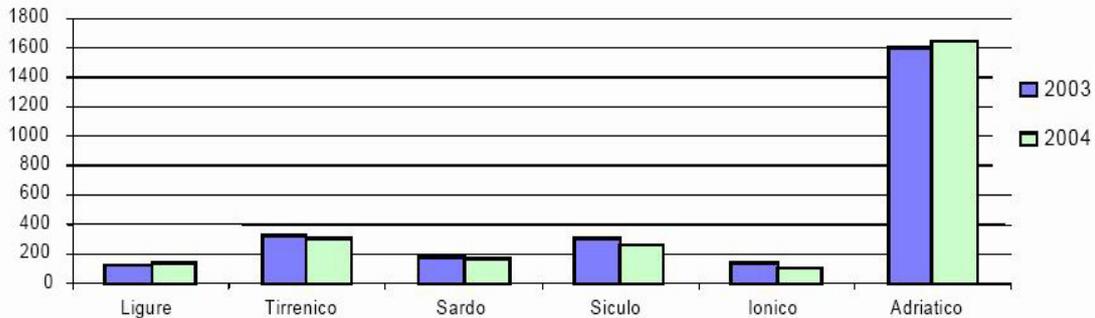


Fig. 3.9.1/1 Produzione da Pesca Marittima e Lagunare per Litorale (Anni 2003-2004) - (ISTAT, 2006)

Note: Valori espressi in migliaia di quintali

La flotta totale di queste regioni è costituita da circa 3.200 unità, circa il 22% del totale nazionale (dati Fleet Register UE, Marzo 2006). Tale flotta è composta principalmente da natanti che praticano la piccola pesca con attrezzi da posta (tramaglie, nasse, palangari), battelli polivalenti che alternano attrezzi da traino (strascico e volante) ad attrezzi da posta (reti, nasse, cestelli), pescherecci con reti a strascico, volanti a coppia e draghe idrauliche.

Oltre che per quella dello strascico, la pesca marchigiana e, in particolare, quella anconetana, si contraddistinguono per la presenza di una efficiente flotta armata a volante e per il rilievo assunto dalle draghe idrauliche (il 31% di tutte le vongolare nazionali è iscritto presso i compartimenti marittimi marchigiani).

3.9.2 La produzione ittica

In termini di quantità di pescato, il Mar Adriatico risulta uno dei mari più produttivi del Mediterraneo e, pertanto, l'attività di pesca è molto diffusa. Tra le modalità di prelievo delle specie demersali nella fascia compresa fra i 10 ed i 30 metri di batimetria, la tecnica con reti da posta rappresenta la modalità più diffusa. Nella fascia compresa fra i 20 ed i 60 metri di profondità è invece particolarmente sfruttata la pesca a strascico, sia per le specie demersali che per quelle pelagiche.

Tra le specie demersali, sia costiere che d'altura, le principali presenti nell'Alto Adriatico sono: nasello (*Merluccius merluccius*), triglia di fango (*Mullus barbatus*), pagello (*Pagellus spp.*), merlano (*Merlangius merlangus*), budego (*Lophius spp.*), sogliola (*Solea spp.*), moscardino (*Eledone spp.*), seppia comune (*Sepia officinalis*), calamaro (*Loligo e Illex*), scampo (*Nephrops norvegicus*) (Vrgoč et alii, 2004).

La porzione di pescato più importante per il Mar Adriatico è comunque rappresentata dalle specie pelagiche di piccole dimensioni appartenenti all'ordine dei clupeiformi, quali *Engraulis encrasicolus* (alice), *Sardina pilchardus* (sardina), *Sprattus sprattus* (spratto) e *Sardinella aurita* (alaccia) che rappresentano circa 85% della cattura nazionale (Cingolani e Santojanni, 2002).

L'abbondanza di clupeiformi è legata all'elevata concentrazione di nutrienti (principalmente azoto e fosforo) provenienti essenzialmente dai fiumi. L'arricchimento delle acque determina lo sviluppo di fitoplancton e zooplancton (copepodi e cladoceri) che, a loro



volta, permettono la crescita di alici e sardine (esempi tipici di catena trofica sono: Nitschia-Penilia-Engraulis e Coscinodiscus-Calanus-Sardina) (Marano, 2001).

In Tabella 3.9.2/A sono riportati i dati relativi alle specie maggiormente pescate ed i rispettivi valori quantitativi relativi all'anno 2004 (dati ISTAT del 2006).

SPECIE	ADRIATICO				TOTALE
	BASSO	MEDIO	ALTO	TOTALE	GENERALE ITALIA
PESCI					
Alici	107.134	162.765	243.940	513.839	560.206
Sarde	28.430	27.651	29.179	85.260	114.321
Sgombri	10.829	5.864	1.855	18.548	29.333
Totale Alici, Sarde e Sgombri	146.393	196.280	274.974	617.647	703.860
Tonni	119.196	8960	707	128.863	163.853
Aguglie	116	23	69	208	800
Anguille	462	12	301	775	2.437
Bisi	2	-	-	2	2.196
Boghe	5.591	751	293	6.635	21.089
Caponi	4.628	3.752	561	8.941	19.531
Cefali	10.516	5.868	17.122	33.506	40.875
Cernie	12	1	31	44	1.444
Dentici	55	2	8	65	2.209
Ghiozzi	766	1.327	1.635	3.728	5.056
Latterini	13	30	5.948	5.991	7.801
Leccie	21	21	30	72	2.561
Mendole	12	18	66	96	2.995
Merluzzi	22.175	22.474	1.751	46.400	88.244
Ombrine	1	32	253	286	1.076
Orate	464	27	3.499	3.990	32.177
Pagelli	98	139	625	862	9.241
Palamite	683	1.463	344	2.490	6.606
Palombi	35	1.074	1.174	2.283	4.632
Potassoli	1538	3.360	2.119	7.017	8.624
Pesci spada	917	5	136	1.058	17.565
Rane pescatrici	3.371	3.322	347	7.040	12.208
Razze	212	518	378	1.108	4.754
Rombi	1.120	1.156	792	3.068	5.024
Saraghi	165	210	65	440	4.263
Sogliole	1.153	7.927	8.135	17.215	28.118
Spigole	73	74	3.253	3.400	25.504
Sugarelli	7.408	2.911	3.388	13.707	26.357
Triglie	7.777	21.116	2.914	31.807	75.534
Altre specie	15.448	22.516	6.771	44.735	186.072
Totale altri pesci	84.832	100.129	62.008	246.969	644.993
TOTALE PESCI	350.421	305.369	337.689	993.479	1.512.706



SPECIE	ADRIATICO				TOTALE
	BASSO	MEDIO	ALTO	TOTALE	GENERALE ITALIA
MOLLUSCHI					
Calamari	2.494	2.104	1.440	6.038	17.099
Polpi	10.681	3.334	4.278	18.293	65.368
Seppie	5.229	7.317	15.152	27.698	62.227
Totale calamari, polpi e seppie	18.404	12.755	20.870	52.029	144.694
Mitili	22	21.063	87.686	108.771	337.171
Moscardini	1.275	4.796	333	6.404	12.999
Totani	4.204	5.753	553	10.510	19.216
Vongole	441	121.607	213.469	335.517	359.977
Altre specie	2.748	4.803	34.507	42.058	54.564
Totale altri molluschi	8.690	158.022	336.548	503.260	783.927
TOTALE MOLLUSCHI	27.094	170.777	357.418	555.289	928.621
CROSTACEI					
Aragoste ed astici	5	10	5	20	1.695
Gamberi bianchi e mazzancolle	8.582	2.364	608	11.554	49.666
Gamberi rossi	753	394	889	2.036	14.849
Pannocchie	9.947	23.466	19.600	53.013	59.372
Scampi	6.874	7.850	767	15.491	22.632
Altre specie	1.864	2.562	1.779	6.205	15.385
TOTALE CROSTACEI	28.025	36.646	23.648	88.319	163.599
TOTALE GENERALE	405.540	512.792	718.755	1.637.087	2.604.926

Tab. 3.9.2/A Produzione Complessiva (quintali) per Specie della Pesca Marittima e Lagunare nel Mar Adriatico - Anno 2004 (fonte dati: ISTAT, 2006)

In particolare, per quanto concerne la regione marche dall'analisi dei dati relativi alle catture e ai ricavi per unità di sforzo esercitato, l'attività di pesca condotta dai battelli marchigiani mostra dei segnali di crisi in merito alle condizioni delle risorse marine. In termini economici, sono state realizzate, nel complesso performance positive grazie all'andamento dei prezzi che, come nelle altre marinerie nazionali, ha mostrato una tendenza al rialzo negli ultimi tre anni.

Per lo strascico e la piccola pesca si registrano delle performance produttive negative, nonostante per questi sistemi non si assista a brusche inversioni di tendenza e, dunque, a crisi improvvise di produzione.

 Eni S.p.A. Divisione E&P	Doc. SAOP n. 69 PROGETTO BONACCIA EST STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	Cap. 3 Pag. 145
--	--	--------------------

Per questi sistemi di pesca, l'elevata multispecificità delle catture rappresenta un punto di forza in quanto l'abbondanza delle diverse specie, pur variando di anno in anno in relazione ai cicli biologici delle risorse, non produce una improvvisa variazione della produzione complessiva.

La tendenza costante alla contrazione della produttività unitaria, soprattutto per lo strascico, rappresenta, comunque, un campanello d'allarme per la sostenibilità del settore di lungo periodo; l'aumento dei livelli di attività, in particolare, dimostra come il settore non sia in grado di adeguare lo sforzo esercitato alla disponibilità delle risorse in costante flessione.

3.9.3 Traffico Marittimo Commerciale

L'area interessata dal progetto è ubicata in Adriatico centrale oltre 30 miglia al largo di Ancona in una posizione frequentata dal passaggio di navi sia mercantili che passeggeri le quali seguono le rotte commerciali verso i principali porti Adriatici Italiani e Stranieri.

Il porto dorico di Ancona rappresenta per volume di traffico il quarto scalo dell'Adriatico.

Il traffico merci del porto è costituito da:

- import-export di petrolio per la raffineria di Falconara;
- movimentazione di rinfuse solide/materie prime, prevalentemente di importazione e destinate all'Italia centrale;
- prodotti finiti in container, prevalentemente in esportazione dalle Marche e dalle regioni limitrofe;
- merci trasportate nei tir imbarcati sui traghetti da e per la Grecia, la Croazia e gli altri paesi balcanici.
- navi traghetto sia per mezzi pesanti che per passeggeri.

Caratteristica peculiare del porto di Ancona è dunque l'elevato peso del traffico traghettistico nell'attività mercantile totale. Circa un terzo dell'intera movimentazione di merci e i due terzi degli approdi sono, infatti, riferibili al segmento ferry.

Un forte vantaggio competitivo esiste sulla rotta Grecia-Italia: in termini di tonnellate di merci movimentate, passeggeri trasportati e rotte attivate. Per tale ragione Ancona ha raggiunto la posizione di leader assoluto nel collegamento Italia-Grecia, superando gli storici vantaggi comparati di Bari e Brindisi. A questo risultato hanno concorso congiuntamente gli investimenti degli armatori greci in navi superevoli e la crescente preferenza dei vettori terrestri per la rotta marittima, alternativa alla "via balcanica" ormai impraticabile.

Il movimento traghettistico con la Croazia svolge un ruolo di collegamento frontaliere fondamentale tra le due sponde dell'Adriatico sia di merci che di passeggeri con forte intensificazione durante il periodo estivo.