

Istanza di permesso di ricerca di idrocarburi “d 349 CR.MD”

Verifica di esclusione dalla procedura di VIA

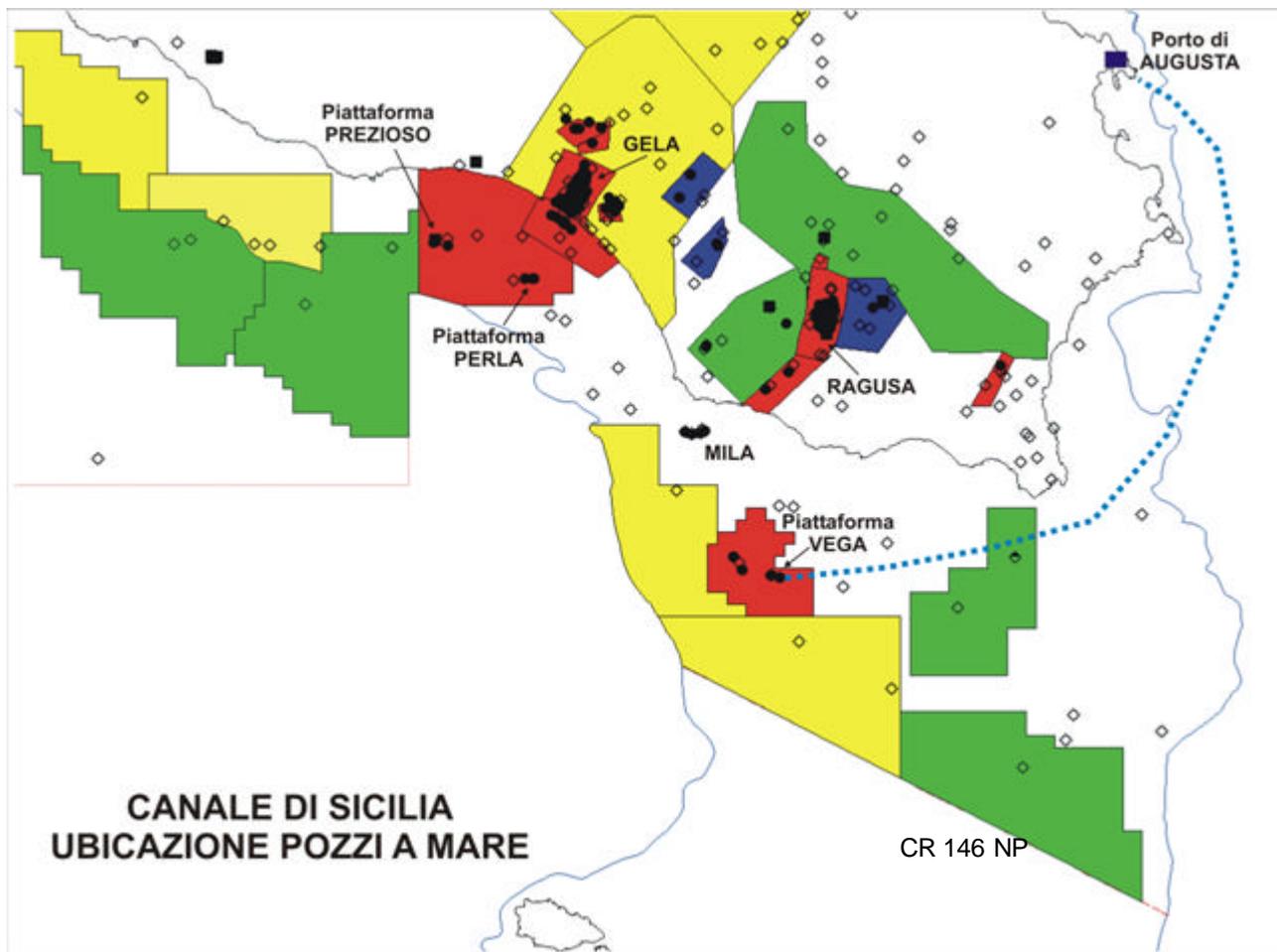
INTEGRAZIONE DEL MARZO 2008

QUADRO PROGRAMMATICO

1. L'area del permesso ricade in una zona a sud est della Sicilia (Plateau Hybleo) che è stata intensamente esplorata, dal 1966 ed oggi, da diverse società petrolifere, quali ENI, Edison, Shell, Texaco, Fina, Gulf, dopo i promettenti risultati ottenuti a terra con la scoperta dei campi ad olio di Ragusa (1956) e Gela (1957), ancora oggi in produzione. Ovviamente le stesse aree sono state esplorate più volte da società diverse che hanno nel tempo registrato linee sismiche per un totale stimato solo per quella zona di oltre 6.000 km, tutte con sorgente di energia ad Air-gun. Una rappresentazione grafica su una mappa a grande scala delle linee sismiche registrate produrrebbe una intensa macchia di colore.

Solo in questa ristretta area del Canale di Sicilia sono stati perforati oltre 100 pozzi (vedi listato allegato); il primo perforato nel 1959 ma anche il primo pozzo offshore in Europa (Gela 28), l'ultimo è stato perforato nel 1998 (Gela 111); le profondità medie sono intorno a 3000-4000 m (il più profondo Vega 1 Deep: 5865m) ed hanno portato alle scoperte dei campi ad olio di Perla (1976), Mila (1977), Vega (1980) e Prezioso (1982). Solo Mila è stato abbandonato, mentre gli altri attualmente ancora producono olio abbastanza pesante (12-15 °API). Il campo di Vega (poligono rosso nella mappa) produce da una piattaforma varata nel 1987 e riversa l'olio in una petroliera ancorata fissa nelle vicinanze da cui fanno spola altre più piccole che trasportano il greggio al porto di Augusta (nord di Siracusa).

Attualmente la zona è coperta da due soli permessi di ricerca (poligoni verdi nella mappa) in fase di studio e valutazione. In quello al bordo con le acque Maltesi (CR 146 NP della Northern Petroleum) è stata registrata una campagna sismica di circa 550 km tra il 14 e il 18 novembre 2006. La sorgente di energia è stata Air-gun con un array del volume totale di 3000 piedi cubi (circa 50 litri).

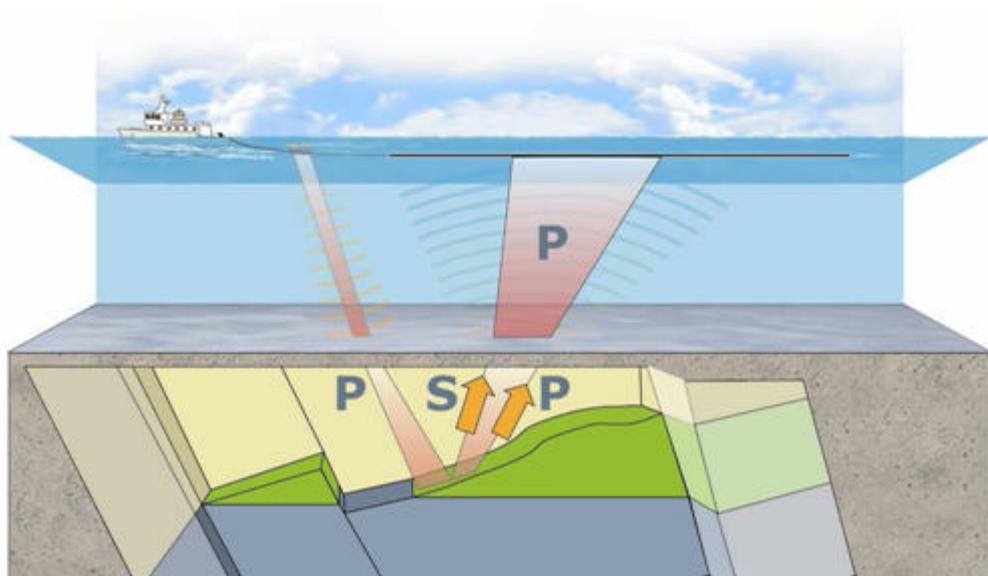


2. L'attività è stata quindi abbastanza intensa e negli anni non si è verificata alcuna ricaduta, per incidenti o inquinamento, sulle aree limitrofe. Le tecnologie e la professionalità delle forze in campo, oltre ai notevoli investimenti prodotti, garantisce questo risultato, a cui nulla è legato al caso, ma demandato a società leader per ogni specifico settore. In parole povere, la società detentrica del campo petrolifero utilizza contrattisti per ogni settore specifico che sono esperti di quel ramo della catena di produzione, con centinaia di addetti.
3. La distanza minima del permesso d 349 CR.MD dalla costa siciliana è di circa 7 km, pari a circa 3,8 miglia nautiche.

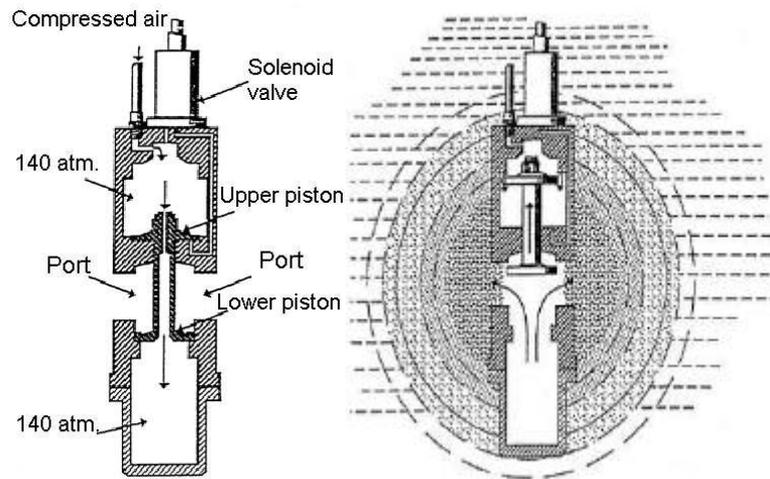
QUADRO PROGETTUALE

1. La potenza degli spari sarà analoga a quella utilizzata di recente dalla Northern nel permesso CR 146 NP, con un array del volume totale di 3000 piedi cubi (circa 50 litri) capace di produrre onde sonore che viaggiano a circa 180 Hz.

La figura in basso mostra schematicamente come avviene la sismica marina con sorgente di energia air-gun ed un cavo (streamer) dotato di geofoni di ricezione: generazione di un'onda di pressione (P) che penetrando nel sottosuolo producono onde riflesse (S) con velocità ritardate a seconda delle litologie attraversate.

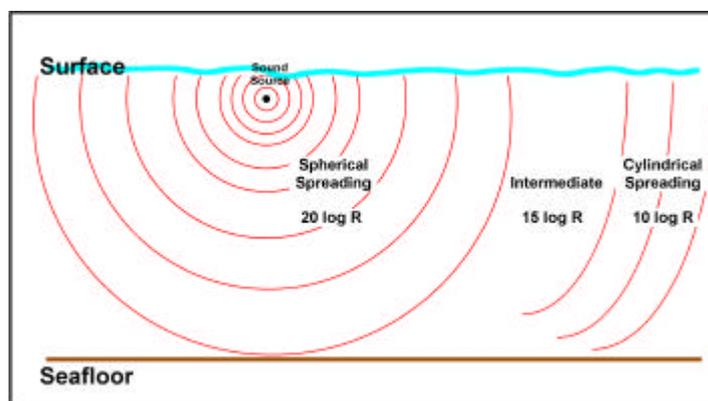


Gli spari con air-gun avvengono ogni 25m o ogni 10 secondi con una velocità del battello di 5 nodi (10 km/ora). Gli air-gun oggi utilizzati comprimono l'aria a 140 atmosfere dentro una camera che ha un volume da un minimo di 0,4 ad un massimo di 10 litri. Mettendo più air-gun insieme (array) il totale del volume può superare i 165 litri. Il rumore generato ha una doppia natura e può essere descritto come fluttuazione in pressione (onde di pressione) o fluttuazione di particelle in un mezzo di propagazione. La frequenza delle onde sonore è il numero di pressione o fluttuazioni di particelle per secondo, misurato in hertz (Hz). L'orecchio umano ha una sensibilità che varia da 30 a 20.000 Hz. I segnali sismici generalmente contengono energia sonora con frequenze inferiori a 200 Hz. L'air-gun singolo genera una frequenza di 5-200 Hz, mentre un gruppo di air-gun esplosi contemporaneamente viaggiano tra 5-150 Hz. La pressione sonora varia a seconda delle frequenze, ma il livello massimo ricade tra 10-80 Hz. Le variazioni di pressione sono misurate come forza per unità areale (N/m²) ed è chiamata Pascal (Pa), ma è molto più usato il decibel (dB) per indicare la forza di un suono. Quest'ultimo non è una unità di misura ma una grandezza calcolata per una pressione misurata in relazione ad un valore di riferimento. Questi valori di riferimento sono diversi per l'aria e per l'acqua.



2. Il range delle frequenze delle onde elastiche è tra 1 e 100 Hz.

La pressione di un suono ripetuto diminuisce con l'aumentare della distanza. La maggiore perdita di pressione è dovuta alla propagazione. La caduta di pressione con l'aumentare della distanza è sferica fino ad una distanza approssimativamente equivalente alla profondità dell'acqua. La perdita di pressione sonora con propagazione sferica è espressa dalla formula $20 \log R \text{ dB}$, dove R è la distanza dalla sorgente in metri. Quando avviene la propagazione sferica, la perdita di trasmissione è di 6 dB per ogni doppio della distanza. Ciò vuol dire che la pressione sonora diminuisce di un terzo per ogni doppio della distanza. Per una distanza orizzontale molto più grande della profondità dell'acqua, il suono si propaga attraverso un canale limitato dalla superficie e dal fondo mare e la propagazione assume spesso un aspetto cilindrico, con la caduta di pressione sonora in dB espressa dalla formula $10 \log R \text{ dB}$, dove si ha una perdita di 3 dB per ogni doppio della distanza. Un modello semplificato di trasmissione acustica, quale quello evidenziato nella figura sottostante, vede una propagazione sferica fino ad una distanza uguale alla profondità dell'acque e oltre cilindrica. Nei ranges intermedi è utilizzata la formula $15 \log R \text{ dB}$.



Tuttavia altri fattori complicano la stima della propagazione acustica quali: la rifrazione dalla superficie al fondo marino, e quello del sottosuolo; assorbimento al fondo mare per alcune alte frequenze. Anche la temperatura, la salinità e la pressione (come anche la stagione termoclina) contribuiscono ad alterare le leggi su descritte. In acque profonde, la velocità di propagazione del suono varia con la profondità creando veri canali all'interno delle masse d'acqua, con una minore perdita di propagazione per lunghe distanze.

Le perturbazioni si riflettono a tutti i livelli, planctonico, nectonico e bentonico, in quanto sistemi strettamente interdipendenti.

In linea di massima, le attività di prospezione con air-gun generano delle onde di pressione che si trasmettono nel mezzo "acqua" fino a giungere agli organismi che in essa vivono. L'onda sonora generata dallo scoppio della bolla d'aria del air-gun si propaga verso il basso, incontrando il fondo marino nel quale riduce la maggior parte della sua intensità, e anche lateralmente ove, muovendosi nella colonna d'acqua, viaggia fino ad incontrare un oggetto o si dissipa a causa del normale decadimento del segnale. Data la ottima capacità di trasmissione dei liquidi, il suono in acqua può percorrere lunghe distanze e alcune basse frequenze prodotte dalle prospezioni possono essere rilevate a decine di km dalla sorgente di emissione. Comunque è importante sottolineare che l'intensità delle onde sonore decade esponenzialmente e le alte frequenze perdono la maggior parte della loro energia nelle immediate vicinanze dell'air-gun. A titolo informativo si riportano di seguito i livelli sonori di alcune attività marine.

Attività	Livello sonoro (dB)
Perforazione	100-170
Dragaggio	130-160
Nave mercantile	160-190
Petroliera	187-232
Imbarcazione da pesca	110-135

I dati di letteratura indicano che le sorgenti utilizzate per le prospezioni sismiche con air-gun, producono dei suoni impulsivi compresi tra 220 e 252 dB (Accobams, 2002). Mc Cauley (1994) riporta che tale intensità, misurata alla sorgente, diminuisce a 180 dB ad 1 km da quest'ultima e a 150 dB entro 10 km.

Al fine comunque di fornire un quadro il più preciso possibile sulle interazioni esistenti tra attività di esplorazione sismica con air-gun e risorse marine (intese sia come specie di interesse

commerciale quali i pesci che come specie protette), si riportano di seguito le conoscenze più aggiornate sull'argomento.

3. Possibili impatti negativi che le onde acustiche possono provocare su organismi marini

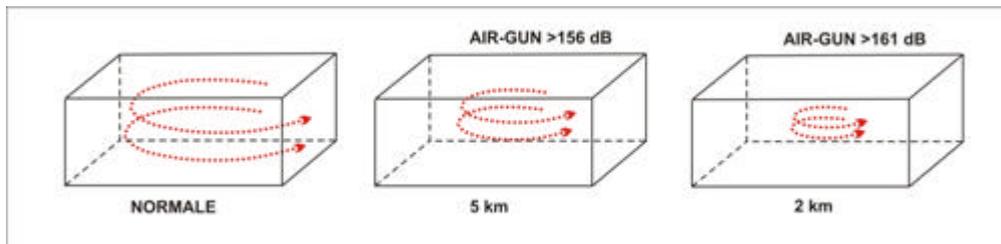
Varie ricerche hanno provato che l'utilizzo dell'air-gun provoca danni ai pesci e aumento della mortalità se effettuati ad una distanza inferiore ai 5 (cinque) metri. Le ferite più frequenti e dannose avvengono ad una distanza di circa 1,5 m. I pesci più giovani sono i più vulnerabili. L'esempio riportato è quello della Norvegia, dove l'attività di sismica marina è tra le più diffuse nel mondo e la mortalità indotta dall'air-gun non ha un impatto significativo nelle specie ittiche che popolano le acque Norvegesi. E' stato documentato che pesci adulti sono spaventati dalle onde sismiche ed i pesci pelagici sono molto sensibili. L'effetto spavento è apprezzabile anche a più di 30 km dalla sorgente d'onda. E un impatto negativo è stato accertato anche durante periodo di deposito delle uova, tanto che alcune restrizioni temporali sono state adottate in zone di deposito di uova per alcune specie importanti. L'effetto spavento varia da specie a specie e a seconda del tipo di pesca. In Norvegia la pesca a strascico ne risente negativamente fino a circa 33 km dalla sorgente d'onda, mentre altri studi riducono questa distanza a circa 8 km. I risultati ottenuti in Australia tra 1969-1999 portano questo limite a circa 1-2 km dal battello ma non necessariamente comportano un effetto negativo sulla popolazione ittica. Non ci sono documentazioni sulla mortalità dei cetacei come conseguenza dei survey sismici. Studi su incidenti individuali con coinvolgimento di cetacei in aree in cui erano in corso attività di sismica marina non hanno dimostrato un legame causa-effetto. Si può solo confermare che la sismica marina può avere qualche impatto negativo per l'habitat marino che vive nelle immediate vicinanze; ma non ci sono risultati certi che indichino seri e prolungati danni alla popolazione ittica e ai mammiferi marini.

I risultati degli studi fatti nelle acque Norvegesi tra 1991-1992 evidenziano i seguenti rapporti di mortalità collegati con l'utilizzo della sorgente air-gun:

- aumento della mortalità delle uova quando la distanza è di circa 5 m
- per larve con tuorlo, particolarmente per i rombi, la mortalità aumenta al 40-50% ad una distanza di 2-3m. Una minore mortalità per i tuorli di acciughe alla stessa distanza con air-gun singolo da 5 litri.. Matishov (1992) ha sperimentato danni agli occhi (retina) in larve di merluzzo ad una distanza di 1 m con air-gun da 8 litri.
- cambiamenti sono stati anche osservati nel galleggiamento di alcuni organismi e nella loro attitudine di predatori

- in sintesi si può affermare che danni e aumento della mortalità sono acuiti ad una distanza inferiore ai 5m dalla sorgente. I danni più frequenti e seri avvengono ad una distanza di 1,5m per pesci in età giovanile.

Dal punto di vista comportamentale la figura di sotto riporta gli effetti che l'air-gun produce sui branchi di pesci con il variare della distanza e la potenza della sorgente (maggiore compattazione del branco)



Numerosi studi condotti in Europa e nel continente americano, hanno preso in esame i diversi aspetti del problema per chiarire le interazioni delle operazioni non solo con la pesca commerciale ma anche con le diverse componenti ambientali. I rapporti presi in esame sono stati:

- 1) Studio sull'effetto dell'air-gun sulle diverse componenti ambientali nelle acque basse del Mar Caspio, eseguito nel 1995 dal Ministero dell'Ecologia e delle Biorisorse del Kazakistan, dal Fisheries Research Institute kazako, con la partecipazione del Dipartimento Ambiente del KCS (compagnia petrolifera kazaka che si occupa delle operazioni di esplorazione nel Mar Caspio)
- 2) Rapporto su "Gli effetti delle indagini geofisiche sulle larve zoea del Cancer magister", eseguito nel 1988 dal Battelle Memorial Institute e dal Battelle Ocean Sciences, nell'offshore della California per lo Stato della California ed il Dipartimento della Pesca
- 3) "Valutazione d'impatto ambientale relativa all'attività di prospezione petrolifera offshore con air-gun", effettuata per Agip dal CEOM (Centro Oceanografico Mediterraneo) in Adriatico, nell'agosto 1995

Reazioni dei Cetacei agli esperimenti di esplorazione sismica

Odontoceti

A parte alcune osservazioni di capodogli, degne di nota, non si è a conoscenza di nessun dato sistematico sul comportamento di Odontoceti esposti al rumore provocato da esperimenti sismici. Ciò sorprende vista l'incidenza di tali rilevamenti sismici in aree dove è accertata la presenza di odontoceti.

La maggior parte dell'energia proveniente dalle catene di air-gun e da altre fonti di "alta energia" è al di sotto dei 100 Hz – al di sotto, quindi, delle frequenze di vocalizzazione e di udibilità ottimale degli odontoceti. Perciò gli odontoceti potrebbero essere potenzialmente insensibili a questi impulsi sonori. Tuttavia, come sopra riportato, anche a distanza di molti chilometri, il livello di intensità degli impulsi degli air-gun è spesso =130 dB e, perciò, udibile dagli odontoceti. Inoltre, tali impulsi raggiungono un'energia con frequenze tra 200-500 Hz, intervallo nel quale la sensibilità acustica degli odontoceti è migliore rispetto ai valori = 100 Hz. Perciò, nonostante l'apparente scarsa udibilità degli odontoceti per le basse frequenze, spesso essi possono udire le onde sonore provocate dagli air-gun in un raggio di 10-100 km.

Nel caso dei capodogli, le reazioni comportamentali alle onde sismiche possono verificarsi a grandi distanze. Nel Golfo del Messico, non appena i rilevamenti sismici iniziavano, i capodogli si allontanavano dall'area di oltre 50 km. I dati raccolti sui delfini indicano che queste specie si tengono lontani 1-2 km dalla sorgente di emissione e che, comunque, il rumore può essere udito fino alla distanza di 8 km. Altri Autori hanno trovato una sensibile diminuzione della popolazione di piccoli cetacei dopo le prospezioni, sebbene non sia possibile comunque stabilire l'influenza svolta dalle migrazioni stagionali (Accobams, 2002).

Misticeti

Il comportamento di alcuni misticeti è stato osservato in presenza del rumore provocato da esperimenti sismici, condotti a considerevole distanza dai luoghi di osservazione. Inoltre, in studi focalizzati sono state analizzate le reazioni agli air-gun di balene grigie, balene della Groenlandia e megattere.

Riguardo alle reazioni di balenottere azzurre e comuni (*Balenoptera physalus*), a largo della costa dell'Oregon non sono state registrate variazioni durante le vocalizzazioni, durante gli esperimenti con air-gun (McDonald *et al.* 1993).

In generale, i Misticeti sembrano tollerare abbastanza bene onde sonore di intensità bassa o moderata, provenienti da esperimenti sismici condotti a una certa distanza. Di solito, se esposti a impulsi sonori con livelli di 150 dB re 1µPa nel luogo di ricezione, i misticeti continuano le loro normali attività; a volte sono in grado di tollerare anche intensità maggiori. Tali livelli sono di circa 50 dB al di sopra del tipico livello di rumore ambientale.

Tuttavia, anche livelli di rumore più bassi possono avere sottili effetti sui ritmi di emersione e di respirazione. Le balene della Groenlandia e le balene grigie evitano di molti chilometri catene di air-gun, con onde sonore di intensità di 150-180 dB, nel luogo di ricezione e le loro normali attività possono essere interrotte per diverse ore.

Queste osservazioni a breve termine non forniscono informazioni sugli effetti a lungo termine. Non si sa

infatti se rumori pulsanti improvvisi possono avere degli effetti sul tasso di riproduzione o sulla distribuzione, nei giorni o negli anni successivi agli esperimenti. Le popolazioni delle balene della Groenlandia e delle balene grigie continuano a usare per molti anni aree e corridoi migratori, nei quali sono state investite da rumori provenienti da sperimentazioni sismiche non continue.

Per quanto concerne l'area oggetto di studio, nel periodo invernale sono riportati avvistamenti di individui appartenenti soprattutto alla categoria degli odontoceti di piccole dimensioni, con intensità e frequenza minore rispetto agli avvistamenti estivi. Non sono stati riportati avvistamenti di grossi odontoceti, che risultano essere i più sensibili ai rumori prodotti dall'air-gun.

4. Mitigazioni previste per ridurre al minimo gli impatti negativi dell'indagine sismica

In Italia non esistono delle normative che regolino le mitigazioni da utilizzare in caso di avvistamenti di cetacei, pur tuttavia la società è sensibile a questa tematica ambientale e intende utilizzare le procedure ormai consolidate nel Golfo del Messico, Mare del Nord, Canada e Australia.

Esse prevedono che, in acque con profondità superiori ai 200m, si utilizzino per ogni battello almeno 2 osservatori esperti con binocoli da 25x150 per scandagliare durante le ore diurne la superficie del mare circa la presenza di cetacei e tartarughe marine. In condizioni di mare calmo delfini e grossi cetacei possono essere avvistati fino a 4-5 miglia.

La procedura di "Rump-up" consiste nel mettere in guardia gli animali circa l'attività in corso, facendo trascorrere un tempo sufficiente perché si allontanino al di fuori di un'area con un raggio superiore ai 500m (zona di esclusione). Questa procedura richiede il monitoraggio visivo della zona di esclusione con assenza di cetacei per almeno 30 minuti prima di iniziare gli spari con l'air-gun. Ogni fermata dovuta a presenza di cetacei dentro la zona di esclusione deve avere una durata minima di 30 minuti a partire dal momento in cui la zona di esclusione è libera da dette presenze. Ogni fermata dovuta ad altre ragioni, incluse quelle tecniche o elettroniche, per un periodo superiore a 20 minuti, devono essere seguite da una procedura di Rump-up.

Le procedure di Rump-up iniziano sparando con un solo air-gun, generalmente il più piccolo presente; continuano attivando gradualmente gli altri air-guns dopo un periodo di 20-40 minuti, fino a che non si raggiunge l'array desiderato. La fermata immediata di tutti gli air-guns avviene se un cetaceo entra entro la zona di esclusione e viene ripresa solo dopo che detta zona è stata ispezionata per 30 minuti.

L'operatore può diminuire il livello della sorgente generata dall'array di air-guns fino ad un minimo di 160 dB quando la visibilità è scarsa (presenza di nebbia, condizioni di mare mosso) ma non è richiesto un fermo di 30 minuti per l'osservazione visiva della zona di esclusione,

QUADRO AMBIENTALE

Si riporta di seguito la situazione relativa alla presenza di rettili e mammiferi marini, potenzialmente presenti nell'area oggetto di indagine. In particolare sono state prese in considerazione le specie di specie in pericolo o minacciate nel Mediterraneo riportate nell'allegato II del Protocollo relativo alle zone specialmente protette e alla diversità biologica nel Mar Mediterraneo adottato alla Convenzione di Barcellona 1996; rivisto in occasione della Convenzione di Berna, 1998.

Rettili

Lo stato delle tartarughe mediterranee è stato studiato per la prima volta grazie ad un progetto di salvaguardia iniziato nel 1978 dall'*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) e finanziato successivamente dal WWF Italia. Lo studio era impostato sulla cattura, marcatura ed eventuale ricattura degli individui marcati allo scopo di individuarne la distribuzione geografica, le abitudini migratorie legate alla riproduzione o alla nutrizione e lo status della popolazione in senso numerico (Argano *et al.*, 1992).

Lo studio in oggetto era incentrato su *Caretta caretta* che è il rettile marino più facilmente osservabile in Mediterraneo ed ha consentito di descrivere le probabili rotte lungo le quali questi rettili si muovono nelle acque del Bacino. A questo proposito bisogna dire che lo Stretto di Sicilia è un luogo di transito per le tartarughe che si spostano dal bacino orientale a quello occidentale del Mediterraneo e viceversa, essendo ivi comprese quelle che provengono dall'Atlantico, oceano con il quale è stato dimostrato un attivo scambio in termini di popolazione di *Caretta*. La presenza di *Caretta caretta* nello Stretto di Sicilia è dimostrata anche dalle catture riportate da Argano *et al.*, 1991. I dati forniscono tuttavia una sottostima di molte unità se si considerano quelli riportati da Laurent e Lescur (1989).

Gli autori in questione hanno condotto uno studio di due anni nelle acque tunisine sulle cui coste esiste un sito di svernamento importantissimo per *Caretta* ed hanno trovato circa 5000 tartarughe uccise. Il dato è importante poiché, come è già stato detto, lo Stretto di Sicilia è un luogo di transito fondamentale per tutte le tartarughe che si spostano tra le diverse aree del Mediterraneo. Sulla base dei dati riportati dal Centro Studi Cetacei (2002a), relativi ai recuperi di tartarughe marine nel 1999, risulta che l'unica specie segnalata nello Stretto di Sicilia è la *Caretta caretta*, con 19 avvistamenti localizzati in maggioranza nell'area di Scoglitti (RG) e in misura minore a Gela (CL), S. Leone (AG) e Castelvetro (TP). Una segnalazione è anche riportata nei pressi dell'isola di Pantelleria (TP).

In percentuale, circa il 25% degli avvistamenti è riconducibile al periodo invernale, mentre la rimanente percentuale è riportata nel periodo tardo primaverile e autunnale.

Dal sito del Ministero Ambiente, per il tratto di mare interessato (Gela - Siracusa), risultano al 2006 quelli riportati nella mappa



È stato inoltre segnalato un sito di nidificazione in località Puntagrande di Realmonte (AG), nel quale tra il giugno ed il novembre 1999 sono nati e successivamente liberati 96 piccoli di *Caretta*.

Alcuni avvistamenti e spiaggiamenti della tartaruga *Dermochelys coriacea* sono stati riportati in passato nello Stretto di Sicilia, anche se tali eventi risultano molto rari, indicando che il numero di individui di questa specie che transita nella zona è esiguo.

Mammiferi

Purtroppo non esistono studi sistematici sulla distribuzione e abbondanza relativa delle specie di cetacei per la zona dello Stretto di Sicilia. Di conseguenza, per quest'area non si hanno informazioni sull'eventuale "stagionalità" delle specie e sull'uso dell'habitat. In generale lo Stretto di Sicilia riveste un particolare interesse in quanto costituisce un passaggio quasi unico, se si eccettua lo Stretto di Messina, tra la porzione occidentale e quella orientale del bacino mediterraneo.

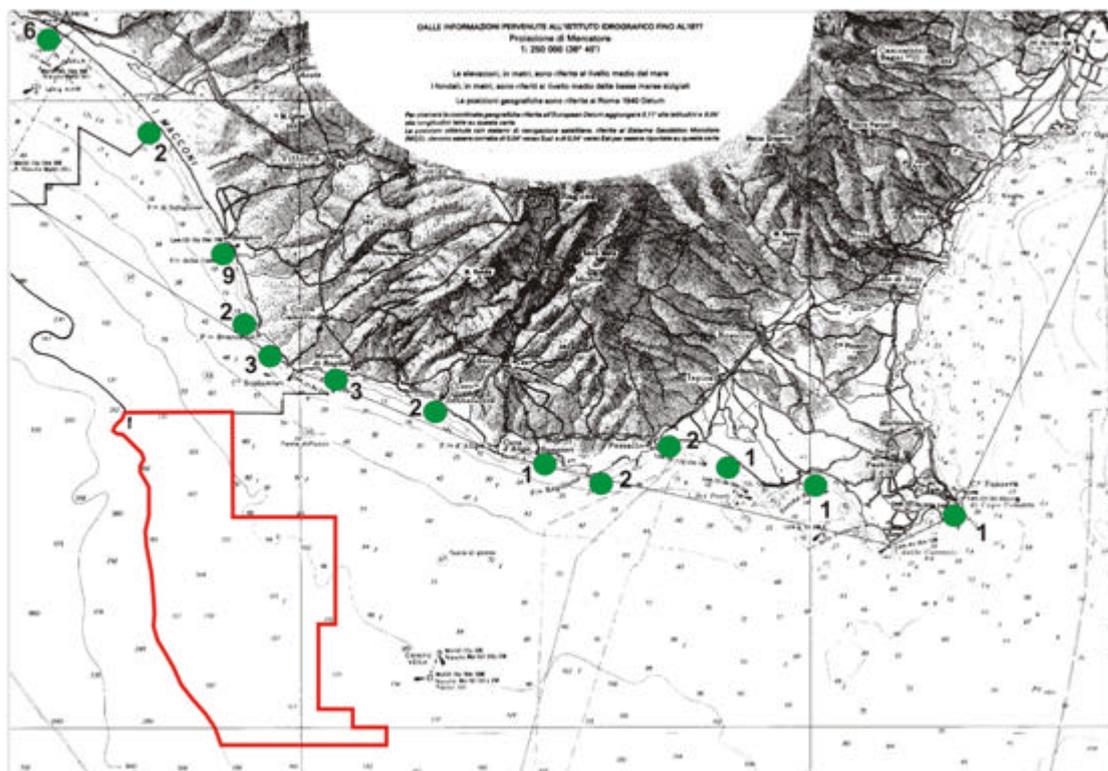
Pur tuttavia, è stato possibile ricostruire sia la distribuzione che la frequenza di avvistamenti nell'area oggetto di indagine, sulla base della letteratura disponibile che si riferisce a studi condotti sia nella stagione estivo-primaverile che in quella invernale, lungo le coste italiane (Centro Studi Cetacei, 2001, 2002b; Notarbartolo et al., 1993; Notarbartolo di Sciara e Demma 1994, Giordano et al. 1995; Watkins et al., 1987) e lungo quelle tunisine (Ben Mustapha, 1986; Ktari-Chakroun, 1980 e 1981). Sono infine riportate anche le osservazioni effettuate durante le campagne oceanografiche del CNR di Mazara del Vallo (Mazzola S., comunicazione personale).

Nel complesso, è stata riportata, nelle acque dello Stretto, la presenza di specie relativamente comuni quali: il tursiope, *Tursiops truncatus*, la stenella, *Stenella coeruleoalba*, il delfino comune, *Delphinus delphis*, il grampo, *Grampus griseus*, il capodoglio, *Physeter catodon*.

In Notarbartolo di Sciara e Demma (1994) viene inoltre riportata la presenza localizzata di pseudorca, *Pseudorca crassidens* e di orca, *Orcinus orca*.

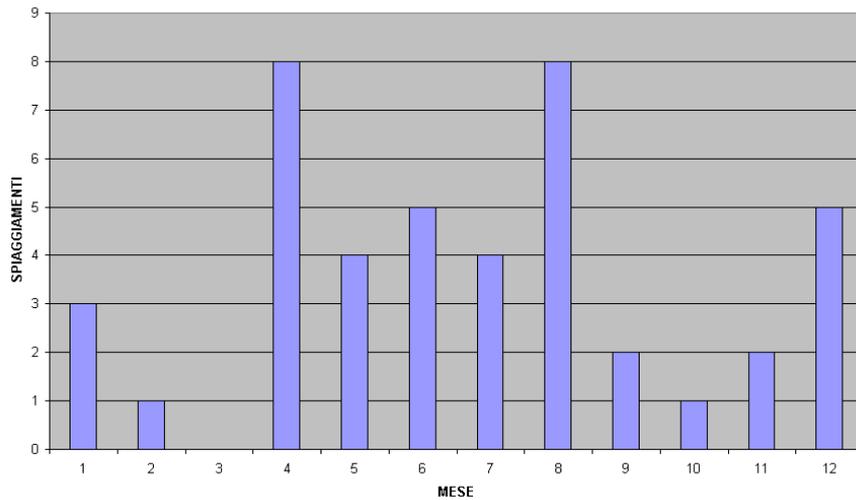
Per quanto riguarda gli spiaggiamenti sulla costa sud occidentale della Sicilia, nel periodo che va dal 1986 al 1996, Podestà e Bortolotto (2001) riferiscono il rinvenimento delle seguenti specie: stenella, tursiope, globicefalo (*Globicephala melas*), balenottera comune (*Balenoptera physalus*).

Dalla banca dati del Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali dell'Università di Pavia risulta che, nell'arco di tempo tra 1986 e il 2006, nel tratto di mare tra Gela e Siracusa sono stati accertati 43 spiaggiamenti di cui: 12 di Stenella, 6 di Tursiopi, 6 di Steno bredanensis, 3 di Grampo, 2 di Zifo, 2 di Delfini generici, 1 di Pseudorca, 1 di Globicephalus, 1 di Physeter (Capodoglio) e 9 non determinabili per mancanza di reperti riconoscitivi

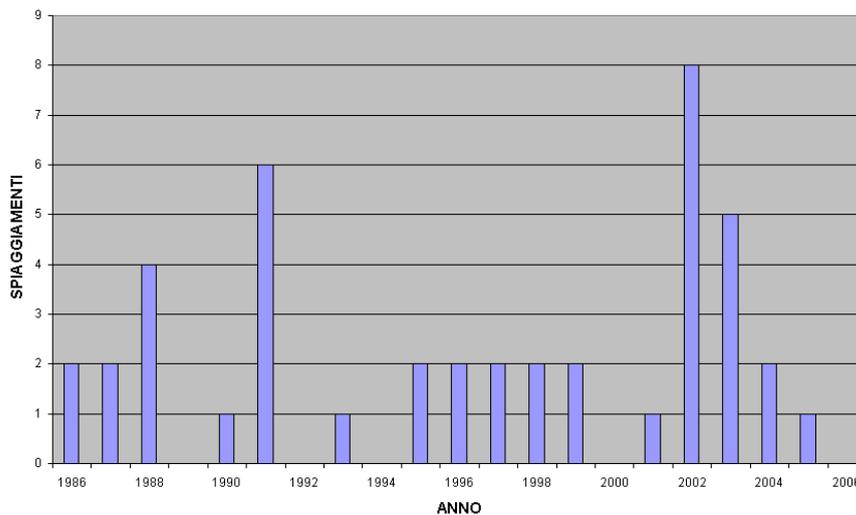


Avvistamenti di mammiferi marini tra Gela e Siracusa

**SPIAGGIAMENTO MAMMIFERI MARINI NEL PERIODO 1986-2006
CASI RISCONTRATI SUDDIVISI PER MESE**



**SPIAGGIAMENTI MAMMIFERI MARINI NEL PERIODO 1986-2006
CASI RISCONTRATI SUDDIVISI PER ANNO**

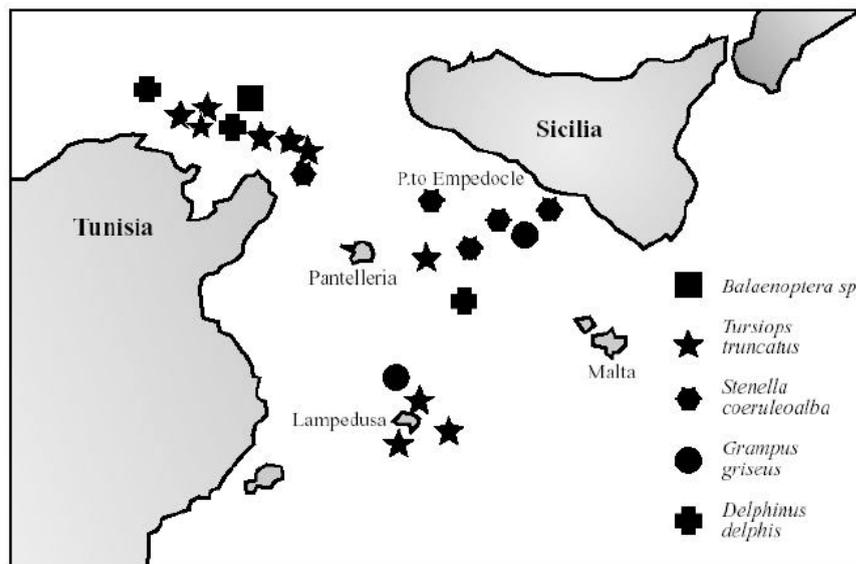


Riguardo la localizzazione degli avvistamenti negli ultimi anni, nel complesso, in accordo con quanto osservato da Notarbartolo *et al.* (1993) per i mesi estivi e da Arcangeli *et al.* (2001) per i mesi invernali, appare evidente una relativa povertà della fauna cetologica nell'area rispetto a quanto osservato in altre acque italiane.

A dispetto delle osservazioni di *Balenoptera physalus* riportate nel 1994 nell'isola di Lampedusa, negli anni successivi è stato avvistato un solo individuo di questo genere nelle acque dello Stretto di Sicilia: evidentemente, la loro presenza nell'area non è particolarmente costante né numericamente notevole. È

tuttavia possibile che le popolazioni di *Balaenoptera physalus* che svernerebbero nella porzione meridionale del bacino, secondo la teoria presentata da Marini *et al.* (1996), trascorrono l'inverno nelle acque del Golfo della Sirte e che passino nel Tirreno e nel Mediterraneo occidentale sia attraverso lo Stretto di Sicilia che attraverso lo Stretto di Messina, come sembrerebbe confermato da recenti osservazioni preliminari condotte nello Stretto da alcuni degli Autori (Caltavuturo e Tringali, pers. comm.). Dunque, lo Stretto di Sicilia sarebbe solo un'area di transito e la scarsità di avvistamenti sarebbe giustificata dalla sua estensione e dalla breve durata delle migrazioni.

Appaiono particolarmente interessanti gli avvistamenti di *Delphinus delphis*, data la relativa rarità della specie nelle acque italiane e, più in generale, del Mediterraneo occidentale. Come si osserva nella figura successiva, gli avvistamenti di 7 individui di questa specie sono stati registrati sia in acque costiere nordafricane, in parziale sovrapposizione con *Tursiops truncatus*, ma comunque sempre presso la batimetrica dei 200 metri, che nelle acque profonde (>1000 m.) al centro dello Stretto. *Tursiops truncatus* si conferma come specie principalmente di acque relativamente poco profonde, mentre *Grampus griseus* e *Stenella coeruleoalba* sono state osservate in aree di mare profondo.



Avvistamenti di cetacei nello Stretto di Sicilia

Cenni di ecologia delle specie presenti nello Stretto di Sicilia

Vista la scarsità delle informazioni sulla distribuzione e abbondanza relativa della cetofauna dello Stretto di Sicilia. Al fine di minimizzare il potenziale impatto negativo degli “airgun” sui cetacei presenti nell’area, vengono forniti di seguito alcuni dati, in forma schematica, parametri generali relativi alla loro ecologia.

Specie	Habitat	Sensibilità acustica	Osservazioni nello Stretto di Sicilia	Spiaggiamenti nella zona dello Stretto di Sicilia	Profondità preferita
<i>Tursiops truncatus</i>	Costiero	Odontocete	X	X	50 m
<i>Delphinus delphis</i>	Costiero	Odontocete	X		50-100 m
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Pelagico	Odontocete	X	X	200-1000 m
<i>Grampus griseus</i>	Pelagico, scarpata continentale	Odontocete	X		200-500 m
<i>Physeter catodon</i>	Pelagico, scarpata continentale	Odontocete	X		0-2000 m media=500 m
<i>Globicephala melas</i>	Pelagico	Odontocete		X	media=2300 m
<i>Balenoptera physalus</i>	Pelagico	Misticete		X	250-500 m

Sulla base della recente letteratura disponibile (Accobans, 2002), i cetacei usano il loro senso acustico per funzioni vitali nel loro ciclo biologico e sociale, quali l'udito, la comunicazione e l'ecolocalizzazione. Inoltre i cetacei sono molto sensibili ai suoni e, facendo una banale generalizzazione, si potrebbe dire che più grosso è l'animale, più bassa è la frequenza che usa (Roussel, 2002).

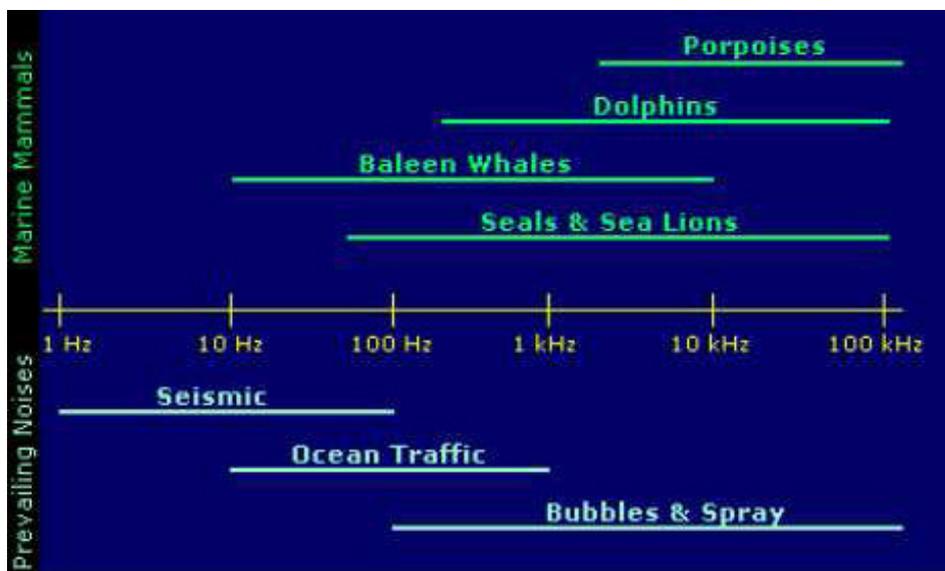
Ketten (1993; 1998), ha suddiviso i cetacei in 4 gruppi, distinti sulla base delle loro caratteristiche acustiche:

- 1) I misticeti che producono segnali con una dominanza di frequenze inferiore a 1 kHz. È il caso di una delle specie più comuni in mediterraneo, quali la *Balenoptera physalus*.
- 2) I grossi odontoceti che producono segnali con una dominanza di frequenze inferiore a 3 kHz, quali *Globicephala melas*, *Physeter catodon*.
- 3) Gli odontoceti di medie dimensioni con segnali che vanno nei *range* al di sotto dei 40-80 kHz, quali *Tursiops truncatus* e *Grampus griseus*.
- 4) I piccoli odontoceti che producono segnali con una dominanza di frequenze al di sotto degli 8 kHz, quali *Delphinus delphis* e *Stenella coeruleoalba*.

Dal punto di vista degli impatti dei rumori generati dalle attività antropiche, la letteratura più recente ha individuato una serie di effetti che possono essere determinati sui popolamenti, che possono essere così descritti:

Fisici	uditivi	Abbassamento temporaneo o cronico della soglia di udibilità, danneggiamento dell'apparato uditivo
	non uditivi	Danneggiamento dei tessuti corporei e induzione di emboli
Percettivi		Mascheramento della comunicazione intraspecifica mascheramento di altri importanti suoni dal punto di vista biologico, mascheramento delle interpretazioni acustiche ambientali, modifica della vocalizzazione per adattamento (con ripercussioni sulla efficienza ed energia)
Comportamentali		Interruzione del comportamento normale, modifica del comportamento, allontanamento dall'area
Cronici/stress		Riduzione della capacità di reagire agli impatti esterni, aumento degli effetti cumulativi con altri impatti (ad es. contaminazione chimica + rumore)
Indiretti		Riduzione della disponibilità di prede, modifiche nella socializzazione

Si sospettano casi dovuti all'effetto sinergico con altre fonti di inquinamento che determinano, come nel caso di riduzione delle soglie di udibilità, l'aumento delle probabilità di collisione con i mezzi navali.



Range di frequenza approssimato per la comunicazione di alcune specie di cetacei e rumori antropici comuni

4. ATTIVITÀ DI PESCA

Caratterizzazione dello sforzo di pesca dell'area

A partire dagli anni 50 lo Stretto di Sicilia rappresenta una delle principali aree di pesca della flottiglia peschereccia nazionale. Un numero sempre crescente di imbarcazioni da pesca, infatti, si è concentrato in tale tratto di mare particolarmente vocato alla pesca a strascico migliorando, nel tempo, per dimensioni medie del naviglio, tecniche, attrezzi e strumentazioni di bordo. Tali trasformazioni hanno permesso di operare un aumento e/o di stabilizzare le rese di pesca e, al contempo, hanno permesso lo sfruttamento di zone di pesca ancora inesplorate via via che i "fishing-grounds" più vicini e conosciuti mostravano una progressiva diminuzione delle risorse biologiche rinnovabili.

I pescherecci di Mazara del Vallo, in continua ricerca di risorse meno sfruttate e con un più alto valore commerciale, hanno progressivamente spostato l'esercizio dell'attività dai fondi strascicabili presenti lungo la platea continentale posta al traverso di Mazara del Vallo (Banco Avventura, Banco Pantelleria, Banco Talbot, Banco Graham), per spingersi su tre principali aree di pesca.

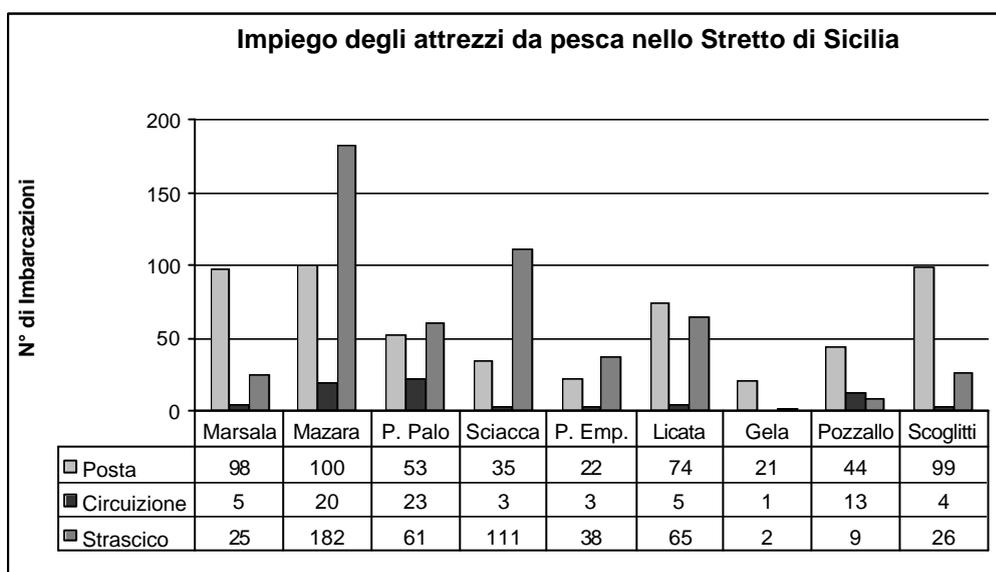
- la *Zona di Ponente*, compresa approssimativamente nel triangolo individuato da Capo Bon (Tunisia), il Banco Scherchi e Mazara, che ha come principale *target* il Gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) la cui fascia batimetria ideale oscilla tra i 100 - 250 metri;
- la *Zona Centrale*, compresa nel triangolo ideale che ha come vertici Pantelleria, Linosa e Malta (al di là delle 25 miglia che definiscono il limite delle acque internazionali) e che ha come specie bersaglio principale il Gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*) che ha un habitat preferenziale tra 400 e 500 metri e lo Scampo (*Nephrops norvegicus*) con un range batimetrico che oscilla tra 250 e i 400 metri;
- la *Zona Meridionale*, che presenta come limite settentrionale l'isola di Linosa, come limite occidentale le acque tunisine, come limite meridionale le acque libiche e come limite orientale il 14° meridiano. In questa zona di pesca il *target* principale è costituito da: la Triglia rossa (*Mullus surmuletus*), la Triglia bianca (*Mullus barbatus*), il Merluzzo (*Merluccius merluccius*) e il Gambero bianco (*Parapenaeus longirostris*);

L'estensione delle aree di pesca non è facilmente quantificabile, sia a causa della eterogeneità dei fondali che presentano spesso ampie zone non strascicabili, sia a causa di variabili come quelle connesse "all'uomo" (abilità e perizia dei Comandanti dei pescherecci) che alle caratteristiche tecniche dei natanti (tonnellaggio, Hp, grado di vetustà), fattori tutti fondamentali per definire e delimitare correttamente i margini delle aree di pesca.

In considerazione dell'area interessata dalla futura prospezione sismica con air-gun, particolare attenzione

è stata posta sul *fishing-ground* della zona Centrale e Meridionale.

Nell'area vasta interessata dai rilievi sismici, in profondità che vanno dai 50 ai 700 m, viene prevalentemente esercitata la pesca a strascico, mentre la pesca artigianale (che opera mediante l'uso di attrezzi da posta quali tramaglio, nasse, palangari da fondo e di superficie, lenze), trova un impiego marginale e limitato alla fascia costiera con batimetriche inferiori a 100 m (IRMA-CNR, 2000 a). Stagionalmente e con minore intensità viene praticata anche la pesca ai piccoli pelagici (acciughe e sarde), mediante l'uso di reti a circuizione (cianciolo). Nella tabella sottostante si riporta la composizione per tipologia di imbarcazione, delle marinerie siciliane che operano nello Stretto di Sicilia.

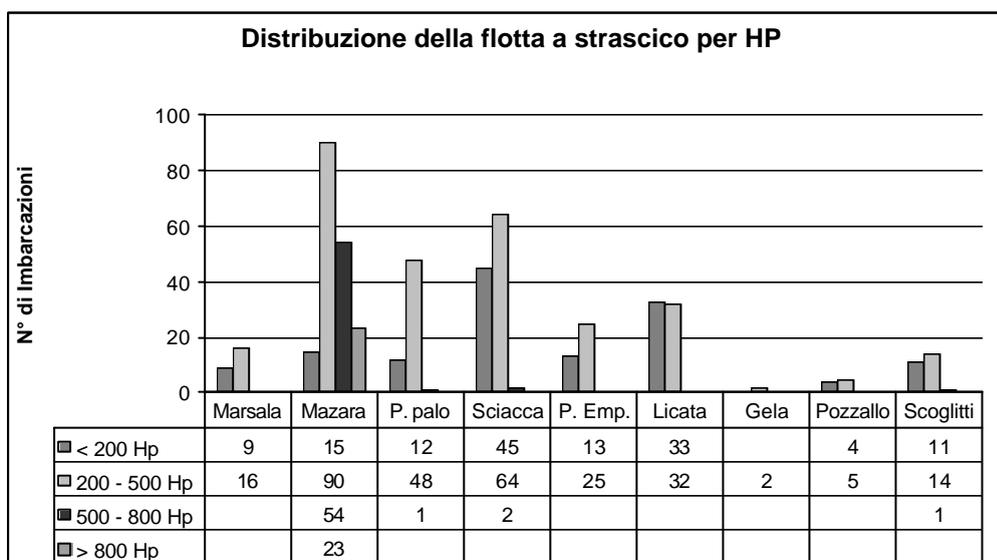


Come è evidente, la porzione più cospicua della flotta peschereccia (sia costiera che alturiera) è concentrata lungo la fascia costiera compresa tra Marsala e Sciacca, area in cui le caratteristiche del territorio hanno storicamente favorito l'insediamento di porti sicuri, l'impianto di biocenosi diversificate ed altamente produttive e, nella porzione più esterna della piattaforma continentale, lo sfruttamento di estese porzioni di fondali strascicabili.

La maggior parte del naviglio (302) è concentrata nel porto di Mazara del Vallo, caratterizzato da un alto numero di M/P a strascico (182). I porti ubicati lungo il tratto di costa compreso tra Porto Empedocle e Scoglitti, ospitano un numero sensibilmente inferiore di imbarcazioni; per la maggior parte si tratta di piccole barche dedite alla pesca artigianale e di piccoli strascichi costieri concentrati in massima parte nei porti di Licata e di Scoglitti. In particolare, le barche armate con motori dotati di meno di 200 Hp e che gravitano principalmente sui porti di Sciacca e Licata, conducono bordate di pesca (campagna di pesca commerciale) giornaliera (IRMA-CNR, 2000a). Le paranze motorizzate con potenze comprese tra i 200

ed i 500 Hp (pesca Costiera Ravvicinata), operano sotto costa, ma conducono bordate che possono protrarsi per circa una settimana. Le barche armate con motori superiori ai 500 Hp, concentrate prevalentemente nel porto di Mazara del Vallo, praticano la pesca alturiera e conducono bordate all'interno della linea di mezzeria che possono protrarsi per quasi un mese.

L'area d'indagine, oggetto di futura prospezione sismica, è frequentato almeno nella sua parte più sotto costa dalle piccole imbarcazioni a strascico e da tutte le barche armate a strascico che trovano ricovero nei porti di Gela, Pozzallo e Scoglitti.



Specie *target* dello strascico costiero, è rappresentata dal gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*), le cui catture risultano di notevole importanza per l'economia della zona, dalla batimetrica dei 100 fino a quella dei 300 m. Inoltre costituiscono parte del pescato altre specie quali triglie (*Mullus surmuletus* e *Mullus barbatus*), nasello (*Merluccius merluccius*), e da cefalopodi. In considerazione della citata breve durata delle bordate da pesca (1-2 gg), gli equipaggi sono in grado di vendere a "fresco" (caratteristica che rappresenta un "valore aggiunto" per le prede) una grandissima porzione della cattura.

Nelle zone a profondità più elevate (fino a 800 m) è concentrata la maggiore quantità di crostacei d'importanza commerciale, quali il gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*) e lo scampo (*Nephrops norvegicus*).

I risultati ottenuti dal progetto "Trawl", condotto dall'IRMA-CNR negli anni 1985-1992, i rendimenti orari di pesca opportunamente elaborati, mostrano ingenti riduzioni per la maggior parte delle specie bersaglio, sia come rese unitarie, che come quantità globale dell'area (Levi, 1996). Nel caso del nasello (*Merluccius merluccius*) si è passati da 6,460 kg/h, registrati negli anni 1985-86, ai 2,564 kg/h in

coincidenza del biennio 1991-92. Le catture di pagello fragolino (*Pagellus erythrinus*) negli stessi anni sono state pari a 0,290 kg/h (1985-86) ed a 0,124 kg/h (1991-92); per la triglia di fango si è passati da 0,881 kg/h a 0,335 kg/h. Analogamente un decremento nelle catture, nello stesso intervallo di tempo, è stato rilevato per lo scampo (*Nephrops norvegicus*), rispettivamente da 1,235 kg/h a 1,021 kg/h, per il gambero viola (*Aristeus antennatus*), rispettivamente da 0,071 kg/h a 0,057; per il gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*), rispettivamente da 1,148 kg/h a 0,832 kg/h; per il moscardino (*Eledone moschata*), rispettivamente da 0,547 kg/h a 0,426 kg/h e per il totano (*Illex coindetii*) rispettivamente da 0,730 kg/h a 0,590 kg/h.

Solo lo scorfano di fondale (*Helicolenus dactylopterus*) e la triglia di scoglio (*Mullus surmuletus*), sembrano non essere diminuiti tra il 1985 ed il 1992, sebbene siano state rilevate ampie fluttuazioni all'interno dell'intervallo di tempo considerato.

In generale, il totale delle specie bersaglio è diminuito del 34% tra il 1985 ed il 1992. In particolare le catture di nasello sono diminuite del 60% e quelle relative alla triglia di fango del 62%, mentre altre specie, identificate con "specie commerciabili non bersaglio", hanno subito una riduzione pari al 24%.

La pesca a strascico viene condotta durante tutto l'arco dell'anno, ma la sua intensità decresce durante il periodo invernale (tra dicembre e febbraio); in questo periodo, infatti, per le condizioni meteomarine avverse, per i scarsi rendimenti di pesca, la pressione di pesca esercitata sull'area diminuisce sensibilmente.

Inoltre, lungo la fascia costiera meno profonda dell'area, in un range batimetrico compreso tra 50 e 100 metri, viene attivamente condotta la pesca a circuizione. Riguardo le specie bersaglio di tale pesca, indagini condotte dall'IRMA-CNR di Mazara del Vallo hanno evidenziato che la gran parte delle catture è costituita da piccoli pelagici, quali acciuga (*Engraulis encrasicolus*) e sardina (*Sardina pilchardus*), la cui localizzazione è concentrata sulla piattaforma continentale compresa tra Mazara e Licata. La pesca sulla risorsa dei piccoli pelagici viene esercitata da febbraio ad ottobre, con un picco massimo di pressione di pesca in coincidenza del mese di luglio. In misura minore vengono anche catturati lo sgombro (*Scomber scombrus*) e le boghe (*Boops boops*).

Nella stessa area è stata, inoltre, segnalata un'elevatissima concentrazione di uova e larve di piccoli pelagici, quali la sardina e l'acciuga; le coste meridionali della Sicilia, infatti, per caratteristiche idrografiche ed in particolare per i fenomeni di *up-welling* attivati dai venti del I e del IV quadrante, rappresentano un'area di concentrazione per le uova, per le larve e per gli adulti di piccoli pelagici (IRMA-CNR, 2000a).

Grandi pelagici (tonno e pescespada)

In linea di massima gli sforzi mirati all'acquisizione di dati quantitativi degli stock ittici per una corretta gestione della pesca non sono stati bilanciati, negli scorsi decenni, da una importante campagna di studio sul comportamento e sull'ecologia di questi pesci. Le uniche informazioni si riferiscono a campagne di studio svolte negli anni '60 e '70. La letteratura esaminata consente di trarre le seguenti considerazioni, sia per quanto riguarda le aree di pesca che i percorsi migratori del tonno rosso (*Thunnus thynnus*) e del pescespada (*Xiphias gladius*), nelle aree interessate dai permessi oggetto del presente studio.

In prima istanza non sembra che all'interno dell'area vasta in cui ricadono i permessi oggetto di indagine vi siano particolari zone di pesca dei grandi pelagici. Per quanto riguarda la pesca infatti non vi sono dati che riportino particolari zone come maggiormente sfruttate. Inoltre va detto che la pesca del tonno e del pescespada all'interno dello Stretto di Sicilia viene condotta molto al largo. Inoltre dall'esame degli unici dati bibliografici disponibili (Sarà, 1973), anche se non recenti, il settore dello Stretto di Sicilia in cui ricadono i permessi, non sembra essere interessato dalle rotte migratorie di questi pesci pelagici; il flusso di migrazione dei tonni sembra infatti seguire le coste nord-africane per poi spingersi nel settore orientale del bacino mediterraneo. Per quanto riguarda la distribuzione di uova e larve dai dati esaminati non sembra che nell'area interessata sia stata reperita una concentrazione particolarmente significativa.

CONCLUSIONI

La bibliografia consultata riporta chiaramente che le catene di *air-gun* utilizzate per le prospezioni sismiche inducono un impatto diretto sulle diverse componenti dell'ecosistema marino. Pur tuttavia l'impatto appare di tipo acuto limitato, cioè nello spazio e nel tempo (il disturbo si esaurisce al concludersi della emissioni acustiche dello strumento). Diviene quindi fondamentale a scelta di una idonea finestra temporale in cui utilizzare le catene di *air-gun*, compatibile con i processi biologici che avvengono nell'area e che tenga conto delle esigenze e delle aspettative economiche della marinerie.

Sulla base di quanto riportato precedentemente e delle considerazioni riportate dall'IRMA-CNR (2000 a, b), appare evidente che grazie alla stagionalità dei *target* ed alla variabilità e flessibilità degli attrezzi impiegati le marinerie della costa meridionale della Sicilia, sfruttano intensamente e con continuità le risorse disponibili nell'area durante buona parte dell'anno ad eccezione di una breve finestra invernale (dicembre - febbraio).

Durante tale periodo, infatti, fattori socio-economici, meteorologici e la scarsa redditività delle catture fanno sì che la pressione di pesca nell'area risulti fortemente ridotta. Inoltre le riportate procedure di mitigazione che la società intende adottare (parcellizzazione dell'area da sottoporre a rilievi in fasce da 10 km e coinvolgimento di rappresentanti delle marinerie locali alle attività di supporto), riducono al minimo gli impatti sulle risorse ittiche dell'area, sia dal punto di vista biologico che socio-economico.

Per quanto sopra esposto e conformemente a quanto riportato nel parere dell'Istituto di Ricerca competente per l'area oggetto di studio (IRMA-CNR, 2000 b), si ritiene che per le condizioni meteomarine avverse, per la ridotta pressione di pesca, per la mancanza di *target* specifici e particolarmente redditizi per le marinerie ma, soprattutto, per l'assenza di fenomeni biologici di rilevante interesse ecologico nell'economia dello Stretto di Sicilia, il periodo invernale potrebbe rappresentare un'idonea finestra temporale entro la quale collocare le eventuali operazioni di prospezione sismica da registrare nell'area del permesso di ricerca.

Si ritiene pertanto che in questo arco temporale l'impatto, peraltro modesto nel tempo e nello spazio, dell'*air-gun* sulle attività di pesca commerciale e sui principali fenomeni biologici sia minimo e compatibile con le basilari forme di protezione dell'ambiente marino.

Riguardo ai grandi pelagici (tonno rosso e pesce spada), dai dati esposti mediante l'analisi critica della letteratura in nostro possesso, sembra che nell'area oggetto delle concessioni non si verifichi alcun fenomeno di particolare significatività in relazione con fasi del ciclo biologico delle specie che costituiscono gli stock sfruttabili. Anche in riferimento alla loro ecologia, non sembra che le suddette aree rivestano un ruolo rilevante.

Per quanto concerne infine il potenziale impatto sui mammiferi marini, le procedure di mitigazione che la società intende adottare durante l'esecuzione delle attività di prospezione (adozione del *soft-start* e utilizzo di un osservatore di cetacei durante tutta l'esecuzione dei rilievi), unitamente alla ridotta presenza invernale di questi animali nello Stretto, sono sicuramente in grado di ridurre al minimo le eventuali interferenze che i rilievi potrebbero avere su questi animali.

BIBLIOGRAFIA

- ACCOMBAMS, 2002. Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: State of Knowledge and Conservation Strategies. Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area (ACCOBAMS). In: G. Notarbartolo di Sciarra (Ed.). A report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002. Section 1-19.
- Allan T., 1972. Oceanography of the Strait of Sicily. Saclantcen Conference Proceedings n° 7
- Arcangeli A., Caltavuturo G., Marini L., Salvati E., Tringali M., Valentini T. & Villetti G. Avvistamenti invernali di cetacei nello Stretto di Sicilia. *Natura. Soc. it. Sci. Nat. Museo civ. Stor. Nat. Milano*, 90 (2): 5-9
- Argano R., Basso R., Cocco M. & Gerosa G., 1992. Nuovi dati sugli spostamenti di tartaruga marina comune (*Caretta caretta*) in Mediterraneo. *Bull. Mus. Ist. biol. Univ. Genova*, 56-57: 137-163
- Azzali M., Rivas G., Modica A., Luna M., Farchi C., Giovagnoli L., Manoukian S. 2000. Pre-impact baseline studies on cetaceans and their most important preys in the Adriatic sea, Proceedings of the 14th annual conference of the European Cetacean Society, Cork, Ireland 2-5 April 2000:165.
- Budillon G., Moretti M., Sansone E., Spezie G., Zambianchi E., 1994. La dinamica dello Stretto di Sicilia: un indicatore climatico? *Ann. Fac. Sci. Naut. Ist. Univ. Nav. Napoli*, vol. 61, pp. 125-133
- CEOM-GEDA, 1994. Progetto di Ricerca “Valutazione d’impatto ambientale relativa all’attività di prospezione petrolifera offshore con air-gun”, in collaborazione con OGS-Trieste, IRPEM-CNR di Ancona, Istituto Istologia Università di Palermo, WASS Livorno
- CEOM-GEDA, 1995. Progetto di Ricerca “Monitoraggio ambientale degli effetti acuti e sub-acuti indotti dal rilievo sismico 3D Bacino di Pescara”, in collaborazione con OGS-Trieste, IRPEM-CNR di Ancona, Istituto Istologia Università di Palermo, WASS Livorno
- CEOM-GEDA, 1999. Progetto “Compatibilità tra prospezione e perforazione petrolifera e le rotte migratorie di specie ittiche di rilevante interesse e di Cetacei in alcune aree dei mari italiani” (medio, basso Adriatico e Ionio settentrionale), in collaborazione con il Laboratorio Prov.le di Bologna marina di Bari, il Laboratorio di Bologna marina e Pesca di Fano; l’Istituto di Zoologia dell’Università di Bari e l’IRPEM-CNR di Ancona.
- Centro Studi Cetacei, 2002a. Tartarughe marine recuperate lungo le coste italiane. II. Rendiconto 1999. *Atti Soc.it.Sci.nat. Museo civ.Stor.nat. Milano*, 142/2001 (II): 265-281
- Centro Studi Cetacei, 2002b. Cetacei spiaggiati lungo le coste italiane. XV. Rendiconto 2000. *Atti Soc.it.Sci.nat. Museo civ.Stor.nat. Milano*, 142/2001 (II): 251-264
- Colantoni P., 1975. Note di geologia marina sullo Stretto di Sicilia. *Giornale di Geologia*, n° 40 pp. 181-207
- Conversano F., Corato F., Ribera D’alcalà M., 1996. Considerazioni sulla variabilità della circolazione nello Stretto di Sicilia. *Atti dell’XI Congresso dell’A.I.O.L.*, Sorrento, 26-28 ottobre 1994 – Genova A.I.O.L. 1996, Albertelli G., De Maio A. & Picazzo M. (eds) pp. 691-699
- Cuttitta A., Patti B., Bonanno A., Basilone G., Garcia A., arpena A., Godoy L., Mazzola S., 2000. Primi dati sull’accrescimento giornaliero delle larve di sardinella aurita nello Stretto di Sicilia. *Biol. Mar. Medit.* 7 (1): 861-864
- Grancini G.F., Iovenitti L., De Filippi G.L., 1979 – “Analisi del moto ondoso nello Stretto di Sicilia” – CETENA, Genova;
- Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina Università di Messina, 1984-1985. Indagine oceanografica e correntometrica nelle acque costiere della Sicilia. Assessorato Territorio e

- Ambiente della Regione Siciliana, Vol. 1 pp.147
- DNV Energy, 2007. Effects of seismic surveys on fish, fish catches and sea mammals
- Environment Australia, 2001. Guidelines on the application of the Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act to interaction between off-shore seismic operation and larger cetaceans. Oct. 2001 Attach. N. 6
- ERT Caspian, 1998. Environmental Impact Assessment for Kur Dashi Seismic Survey. Report for Agip Azerbaijan BV. 65 pp.
- Gordon J., 2003. A review of the effect of seismic surveys on marine mammals. Marine Technology Society Journal
- Ketten D.R., Lien J., Todd S. 1993. Blast injury in humpback whale ears. evidence and implications. J.A.S.A. 94(3):1849-1850.
- Ketten D.R. 1998. Man-made noise in the oceans. Irrelevant or irreparable ? Abstracts of the World Marine Mammal Science Conference, Monaco 20-24 January 1998:76.
- Ktari-Chakroun F., 1981. Nouvelles mentions de Cétacés en Tunisie. Bull. Inst. natn. scient. tech. Oceanogr. Pêche Salammbô, 8: 119-121.
- IIM Genova, 1982. Il vento e la stato del mare lungo le coste italiane e dell'Adriatico., Vol. III
- IRMA-CNR, 2000a: Indagine preliminare sull'impatto delle operazioni di prospezione sismica con l'ausilio di "air-gun" (2D) nell'area di concessione G.R 144 AG; G.R. 13 AG; G.R. 14 AG. (Stretto di Sicilia), 16 pp.
- IRMA-CNR, 2000b: Parere sull'impatto delle operazioni di prospezione sismica con l'ausilio di air guns (2d) nell'area di concessione C. R144. AG; G.R13. AG; G.R14. AG. (Stretto di Sicilia), 4 pp.
- JNCC, 2002. Guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals. Joint Nature Conservation Committee, draft jun. 2002.
- Laurent L. et Lescur J., 1994. L'hivernage des tortues Caouannes *Caretta caretta* (L.) dans le Sud tunisien Rev. Ecol. (Terre Vie), 49, pp. 63-86
- Levi D., 1996. Relazione finale programma TROWL (II Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura in Acque Marine e Salmastre). Triennio 1990-1993. In: Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali – Risorse Demersali, a cura di I.C.R. Mare, pp. 61-65
- Marchant F. L., 1972. Ionian Sea. In: Carter T. G. *et al.*: A New Bathymetric Chart and Physiography of the Mediterranean Sea. The Mediterranean Sea: a natural sedimentation laboratory (Stanley D. J. Ed.), pp. 14-16 Dowden Hutchinson & Ross, Pennsylvania
- Marini L., Consiglio C., Angradi A. M., Catalano B., Sanna A., Valentini T., Finioia M. G. & Villetti G., 1996. Distribution, abundance and seasonality of cetaceans sighted during scheduled ferry crossing in the Central Tyrrhenian Sea: 1989-1992. Ital. J. Zool., 63: 381-388.
- Mazzola, S., Garcia , A. Garcia Lafuente J. 1998. Distribution, biology and biomass estimate of the Sicilian Channel Anchovy. DG XIV MED 96-052. Interim Report.
- McCauley R. 1994. The environmental implications of offshore oil and gas development in Australia. Seismic surveys, in Swan J., Neff J., Young P. (eds.), The environmental implications of offshore oil and gas development in Australia. the findings of an independent scientific review, Australian Petroleum Exploration Association, Sydney.
- McDonald, M.A., Hildebrand, J.A., Webb, S., Dorman, L., Fox, C.G. 1993. Vocalizations of blue and fin whales during a midocean ridge airgun experiment. J. Acoust. Soc. Am. 94 (3, Pt 2):1849.
- Ministero Ambiente, 2001. Relazione finale “Mappatura delle praterie a *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sicilia e delle isole minori circostanti”, appalto concorso del Servizio Difesa del Mare, aggiudicato dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese CEOM (capogruppo), Società GAS di Bologna, Società GEOLAB di Napoli, Società Thetis di Venezia, Università di

Palermo.

- Morelli C., 1972 Bathymetry, Gravity and Magnetism in the Strait of Sicily. Oceanography of the Strait of Sicily. Saclancten Conf. Proc. N. 7, pp. 193 - 207, 5 ff., La Spezia
- Notarbartolo di Sciara, G., Venturino, M.C., Zanardelli, M., Bearzi, G., Borsani, F.J., Cavalloni, B. 1993. Cetaceans in the central Mediterranean Sea: distribution and sighting frequencies. Boll. Zool. 60:131-138.
- Notarbartolo di Sciara, G., Demma, M. 1994. Guida dei Mammiferi Marini del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, Padova. 262 pp.
- Orchinnikov I. M., 1966. Circulation in the surface and intermediate layers of the Mediterranean. Oceanology, 6, pp. 48-59
- Panvini R., 1989. L'attività delle soprintendenze di Agrigento e Caltanissetta nel campo dell'archeologia subacquea. IV Rassegna di archeologia subacquea, IV premio Franco Papò – Atti, pp. 192-200
- Patti B., Mazzola S., Bonanno A., Sgrosso S., Levi D., 1994. Analisi preliminare delle associazioni di specie demersali nello Stretto di Sicilia. Atti XXIV Congresso SIBM, San Remo 1-5 Giugno 1993, pp. 307-308
- Podestà M. & Bortolotto A., 2001. Il progetto spiaggiamenti del Centro Studi cetacei: analisi dei risultati di 11 anni di attività. Natura. Soc. it. Sci. Nat. Museo civ. Stor. Nat. Milano, 90 (2): 145-158
- Progetto "STONE", 1984. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Statistica delle onde estreme - Mare Tirreno", Padova
- Romagnoli C. Immordino F. Anselmi B. & Ferretti O., 1996. Lineamenti morfologici e deposizionali della piattaforma costiera della Sicilia meridionale. Atti XXI Congresso Nazionale A.I.O.L., Isola di Vulcano, 18-21 Settembre 1996
- Selli R., 1972. Cenni morfologici generali sul Mar Tirreno. In: Selli R. Ed., Ricerche geologiche preliminari nel Mar Tirreno. Crociera CST 68 del Laboratorio di Geologia Marina del CNR di Bologna. Giorn. Geol. (2), XXXVII, 1, pp. 5-24, T II, Bologna
- Skalski, J.R., Pearson, W.H., Malme, C.I. 1992. Effects of sounds from geophysical survey device on catch-per-unit-effort in a hook and line fishery for rockfish (*Sebastes spp.*). Can. Jour. Fish. and Aquat. Sci. Vol. 49, n° 7 pp. 1357-1365.
- Tolstoy M et al, 2004. Broadband calibration of R/V Ewing seismic sources. Geophysical Research letters
- Università di Messina – Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, 1986. Relazione sulle caratteristiche oceanografiche, fisiche, chimiche e biologiche dell'area costiera dello Stretto di Sicilia compresa tra Capo Passero e Capo Scalambri. SNAMPROGETTI Divisione Ecologia Fano – Gennaio 1988 In: Valutazione degli effetti ambientali relativi all'attività offshore del "Campo Vega" – SELM S.p.A. (Stretto di Sicilia)
- Wartzok D., 2004. Factors affecting the responses of marine mammals to acoustic disturbance. Marine Technology Society Journal