

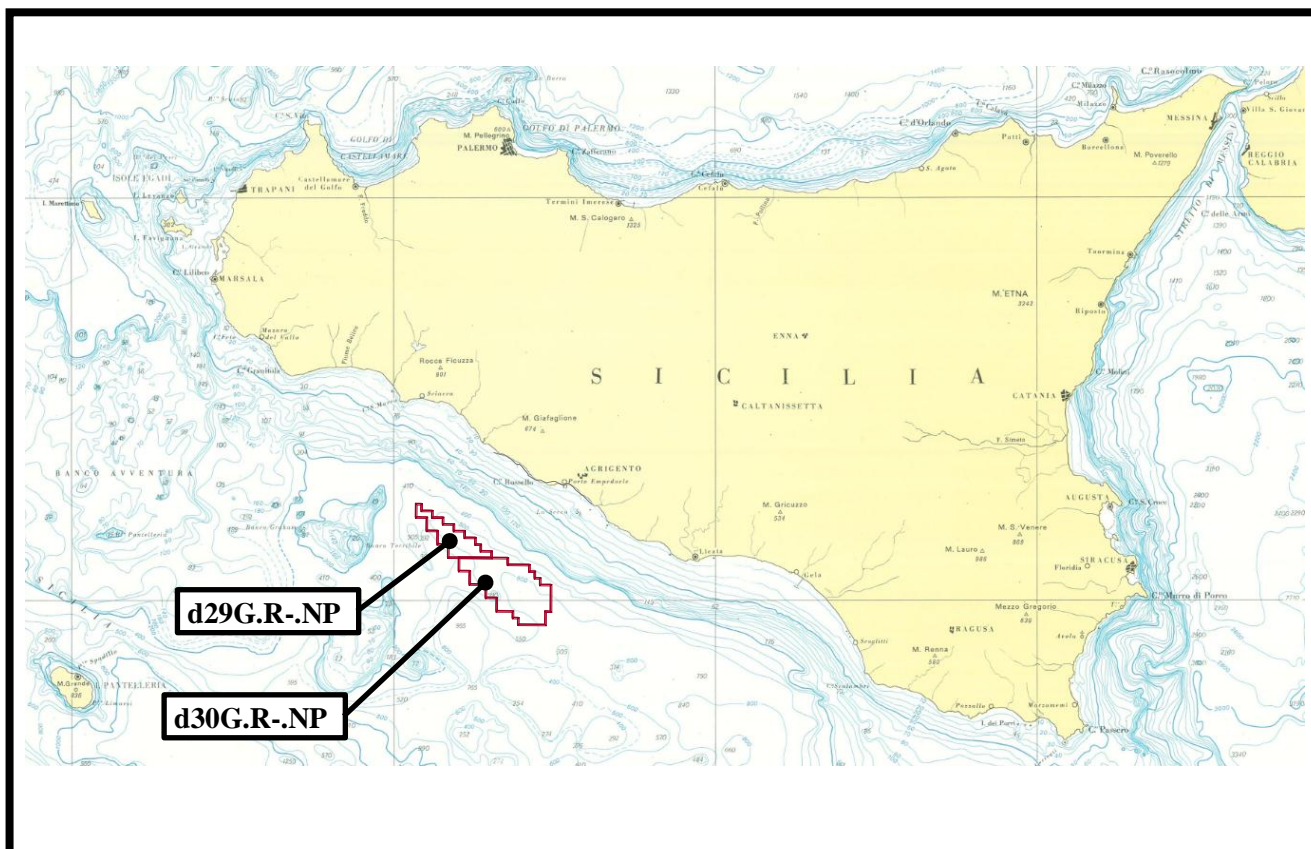
**Northern Petroleum (UK) Ltd**

**Permessi di Ricerca per Idrocarburi  
“d29 G.R.- NP” e “d30 G.R.-NP”**

**Studio di Impatto Ambientale**

**AGGIORNAMENTO – Apr 2016**

**(D.Lgs. 152/2006 e smi)**



**Aprile 2016**

Questo documento è stato curato dall'ing. Antonio Panebianco per conto di Northern Petroleum (UK) Ltd

Il gruppo di lavoro che ha contribuito alla redazione della documentazione è stato composto da:

- ing. Antonio Panebianco (testi e coordinatore)
- dott.ssa Elisa Angiulli (dottoressa in Scienze del Mare)
- dott. Giorgio Occhipinti (dottore in Scienze Naturali)
- dott.ssa Giorgia Comparetto (biologa marina)
- dott. Andrea Nicastro (biologo marino)
- dott.ssa Francesca Senatore (testi)
- sig.ra Cristina Firoto (testi e grafica)

---

ing. Antonio Panebianco – via Carlo Porta 20 – 00153 Roma – panebianco.antonio@gmail.com  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Roma - A24096, settore a- b-c



## SOMMARIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>0. PREMESSA .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1. PROGRAMMA DI RICERCA (PROSPEZIONE 2D).....</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1. <i>Riperimetrazione area d29 G.R-.NP.....</i>  | <i>5</i>  |
| 1.1. <i>Riperimetrazione area d30 G.R-.NP.....</i>  | <i>6</i>  |
| 1.2. <i>Aggiornamento sulla attività di ricerca e produzione idrocarburi nel Canale di Sicilia.....</i> | <i>7</i>  |
| 1.3. <i>Dati geofisici 2D che verranno rilevati nei permessi di ricerca .....</i>                       | <i>8</i>  |
| 1.4. <i>Cronoprogramma delle prospezioni geofisiche.....</i>  | <i>9</i>  |
| <b>2. BATIMETRIA E BIOCENOSI DELLE AREE DI INDAGINE .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>3. APPROFONDIMENTO SULLE NURSERY DELLE TRE SPECIE TARGET</b>   |           |
| <b>PRESENTI NELL’AREA VASTA.....</b>  | <b>12</b> |
| 3.1. <i>Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758) - Nasello o Merluzzo – Biologia ed ecologia .....</i>    | <i>12</i> |
| 3.2. <i>Mullus barbatus (Linnaeus, 1758 ) - Triglia di fango – biologia ed ecologia .....</i>           | <i>18</i> |
| 3.3. <i>Parapenaeus longirostris (Lucas, 1846) - Gambero rosa – Biologia ed ecologia .....</i>          | <i>21</i> |
| <b>4. ANALISI DEGLI EFFETTI DI RILIEVI GEOFISICI CON AIR-GUN SULLE SPECIE</b>                           |           |
| <b>ITTICHE .....</b>  | <b>27</b> |
| 4.1. <i>Impatti diretti .....</i>   | <i>27</i> |
| 4.1.1. <i>Effetti su organismi bentonici.....</i>   | <i>27</i> |
| 4.1.2. <i>Effetti su pesci adulti e giovanili .....</i>   | <i>28</i> |
| 4.1.3. <i>Effetti su uova e larve e avannotti .....</i>   | <i>29</i> |
| 4.2. <i>Impatti indiretti.....</i>  | <i>29</i> |
| 4.3. <i>Sintesi impatti diretti e indiretti .....</i>   | <i>33</i> |
| <b>5. ANALISI DEGLI IMPATTI DEI RILIEVI GEOFISICI DI PROGETTO PER LE TRE</b>                            |           |
| <b>SPECIE TARGET NEL CANALE DI SICILIA .....</b>  | <b>34</b> |
| 5.1. <i>Merluccius merluccius .....</i>   | <i>34</i> |
| 5.1.1. <i>Impatto su uova, larve ed avannotti.....</i>  | <i>34</i> |
| 5.1.2. <i>Impatto sui giovanili.....</i>  | <i>34</i> |
| 5.1.3. <i>Impatto sugli adulti e sulla pesca .....</i>  | <i>34</i> |
| 5.2. <i>Mullus barbatus.....</i>  | <i>35</i> |
| 5.2.1. <i>Impatto su uova, larve ed avannotti.....</i>  | <i>35</i> |
| 5.2.2. <i>Impatto sui giovanili.....</i>  | <i>35</i> |
| 5.2.3. <i>Impatto sugli adulti e sulla pesca .....</i>  | <i>35</i> |
| 5.3. <i>Parapenaeus longirostris.....</i>   | <i>35</i> |
| 5.3.1. <i>Impatto su uova, larve .....</i>  | <i>35</i> |
| 5.3.2. <i>Impatto sui giovanili.....</i>  | <i>36</i> |
| 5.3.3. <i>Impatto sugli adulti e sulla pesca .....</i>  | <i>36</i> |
| 5.4. <i>Conclusioni.....</i>  | <i>36</i> |
| <b>6. ALLEGATI.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>7. BIBLIOGRAFIA .....</b>  | <b>39</b> |

## 0. Premessa

Il presente documento fa riferimento alle procedura VIA per i permessi di ricerca “**d29 G.R-.NP**” e “**d30 G.R-.NP**”, avviate presso il Ministero dell’Ambiente il 30-11-2011. Le due procedure VIA sono state valutate contestualmente dalla Commissione VIA, a causa della prossimità delle aree e della medesima attività di prospezione geofisica in progetto.

Il presente Aggiornamento riguarda contestualmente tutti e due i procedimenti, come già operato in passato in occasione delle integrazioni del Novembre 2013.

L’Aggiornamento si è reso necessario a causa dell’entrata in vigore della L. n.208 del 28/12/2015 (Legge di stabilità) che ha modificato l’art.6, comma 17, del D.Lgs 152/2006 prevedendo che *“all’interno del perimetro delle aree marine e costiere a qualsiasi titolo protette per scopi di tutela ambientale (...) sono vietate le attività di ricerca, di prospezione nonché di coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi in mare, di cui agli articolo 4, 6 e 9 della legge 9 gennaio 1991, n.9. Il divieto è altresì stabilito nelle zone di mare poste entro dodici miglia dalle linee di costa lungo l’intero perimetro costiero nazionale e dal perimetro esterno delle suddette aree marine e costiere protette”*.

Il Ministero dello Sviluppo Economico in data 29-1-2016 ha provveduto a ridefinire d’ufficio l’estensione delle aree in istanza di permesso di ricerca.

- L’area del permesso “d29 G.R-.NP” è stata modificata stralciando tutta la porzione ricadente all’interno della fascia delle 12 miglia, riducendo l’estensione da 601,40 kmq a 104,00 kmq
- L’area del permesso “d30 G.R-.NP” è stata modificata stralciando tutta la porzione ricadente all’interno della fascia delle 12 miglia, riducendo l’estensione da 334,50 kmq a 279,70 kmq

Northern Petroleum ha confermato l’interesse alla prosecuzione del procedimento amministrativo per il conferimento dei permessi di ricerca, senza apportare modifiche ai programmi lavoro originari, consistente in una prima fase con prospezione geofisica 2D (massimo 200km per l’area “d29 G.R-.NP” e massimo 150 km nell’area “d30 G.R-.NP”) usando airgun come sorgente energizzante, ed una seconda fase consistente nella eventuale perforazione di un pozzo esplorativo per ogni area.

Inoltre si evidenzia che nel mese di Aprile 2014 Northern Petroleum ha rinunciato alla istanza di permesso denominata “d347 C.R-.NP”, confinante con le aree “d29 G.R-.NP” e “d30 G.R-.NP” in esame.

Con il presente documento si aggiornano le cartografie tematiche principali e si ridefiniscono gli impatti delle prospezioni geofisiche con airgun.

## 1. Programma di ricerca (prospezione 2D)

### 1.1. Riperimetrazione area d29 G.R-.NP

Con nota prot. 2482 del 29-012016, il Ministero dello Sviluppo Economico provvedeva a modificare d’ufficio l’estensione dell’area per tener conto delle nuove norme introdotte con la legge di stabilità 2016 (L. n.208 del 28/12/2015).

Di seguito si riportano le nuove coordinate e lo stralcio planimetrico riportate sul Bollettino Ufficiale degli Idrocarburi e delle georisorse del 31-01-2016

| Vert | Long    | Lat     |
|------|---------|---------|
| a    | 13° 05' | 37° 14' |
| b    | 13° 06' | 37° 14' |
| c    | 13° 06' | 37° 13' |
| d    | 13° 08' | 37° 13' |
| e    | 13° 08' | 37° 12' |
| f    | 13° 10' | 37° 12' |
| g    | 13° 10' | 37° 11' |
| h    | 13° 12' | 37° 11' |
| i    | 13° 12' | 37° 10' |
| l    | 13° 14' | 37° 10' |
| m    | 13° 14' | 37° 09' |
| n    | 13° 16' | 37° 09' |
| o    | 13° 16' | 37° 08' |
| p    | 13° 17' | 37° 08' |
| q    | 13° 17' | 37° 07' |
| r    | 13° 19' | 37° 07' |
| s    | 13° 19' | 37° 06' |
| t    | 13° 11' | 37° 06' |
| u    | 13° 11' | 37° 08' |
| v    | 13° 09' | 37° 08' |
| z    | 13° 09' | 37° 10' |
| a'   | 13° 07' | 37° 10' |
| b'   | 13° 07' | 37° 12' |
| c'   | 13° 05' | 37° 12' |

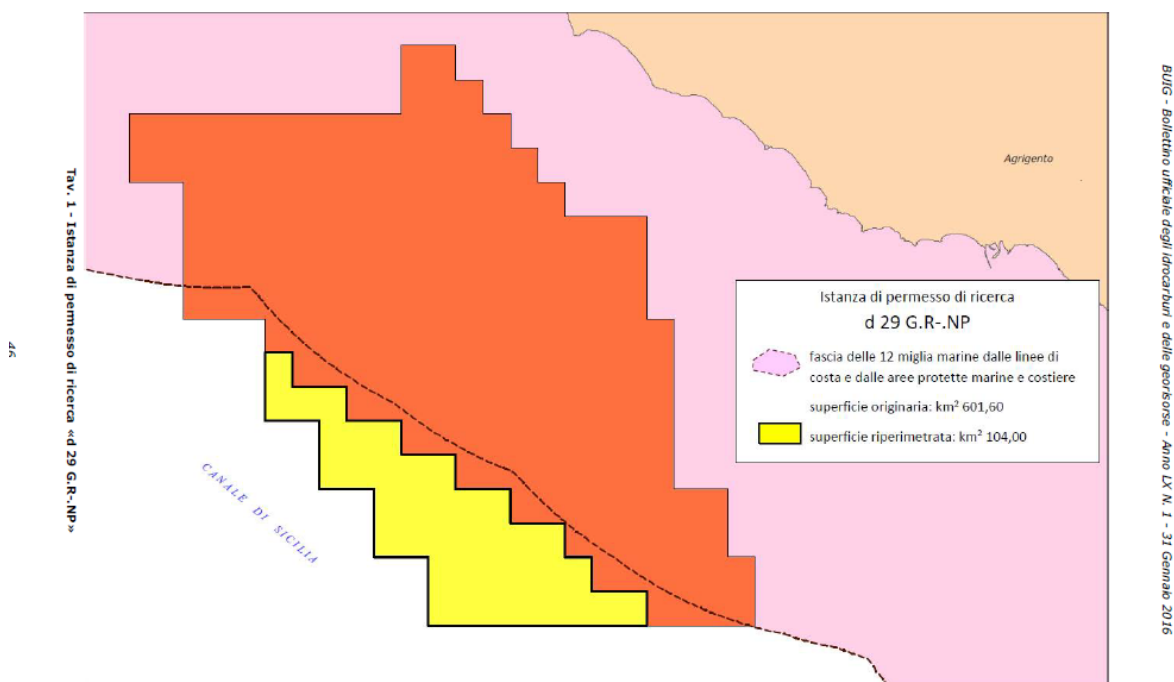


Figura 1-1 – Estratto del BUIG 31-01-2016 con piano topografico istanza d29 G.R-.NP

### 1.1. Riperimetrazione area d30 G.R-.NP

Con nota prot. 2483 del 29-012016, il Ministero dello Sviluppo Economico provvedeva a modificare d’ufficio l’estensione dell’area per tener conto delle nuove norme introdotte con la legge di stabilità 2016 (L. n.208 del 28/12/2015).

Di seguito si riportano le nuove coordinate e lo stralcio planimetrico riportate sul Bollettino Ufficiale degli Idrocarburi e delle georisorse del 31-01-2016

| Vert | Long    | Lat     |
|------|---------|---------|
| a    | 13° 13' | 37° 06' |
| b    | 13° 22' | 37° 06' |
| c    | 13° 22' | 37° 05' |
| d    | 13° 26' | 37° 05' |
| e    | 13° 26' | 37° 04' |
| f    | 13° 27' | 37° 04' |
| g    | 13° 27' | 37° 03' |
| h    | 13° 28' | 37° 03' |
| i    | 13° 28' | 37° 02' |
| l    | 13° 30' | 37° 02' |
| m    | 13° 30' | 36° 58' |
| n    | 13° 29' | 36° 58' |
| o    | 13° 29' | 36° 56' |
| p    | 13° 24' | 36° 56' |
| q    | 13° 24' | 36° 57' |
| r    | 13° 23' | 36° 57' |
| s    | 13° 23' | 36° 58' |
| t    | 13° 20' | 36° 58' |
| u    | 13° 20' | 37° 00' |
| v    | 13° 18' | 37° 00' |
| z    | 13° 18' | 37° 02' |
| a'   | 13° 15' | 37° 02' |
| b'   | 13° 15' | 37° 04' |
| c'   | 13° 13' | 37° 04' |

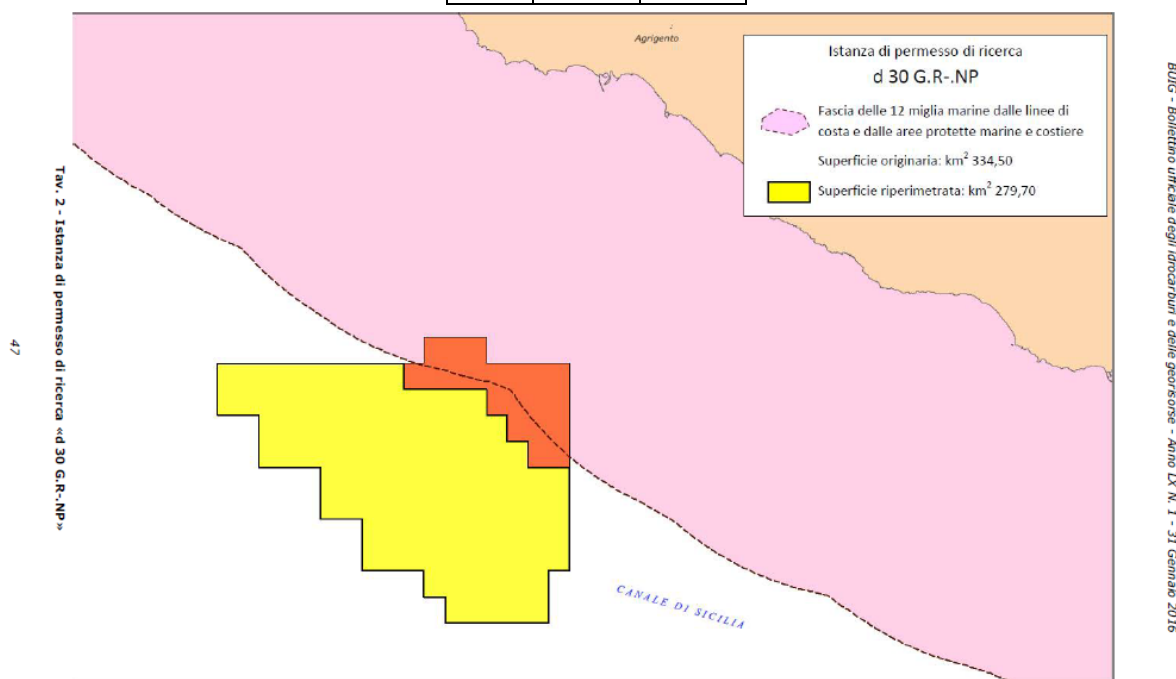


Figura 1-2 – Estratto del BUIG 31-01-2016 con piano topografico istanza d30 G.R-.NP

## 1.2. Aggiornamento sulla attività di ricerca e produzione idrocarburi nel Canale di Sicilia

Le due mappe di seguito riportate rappresentano la situazione mineraria nel Canale di Sicilia al 31 Dicembre 2013 e al 31 Gennaio 2016.

Come si nota, l’entrata in vigore della legge di stabilità 2016 ha comportato lo stralcio di tutte le aree in istanza di permesso di ricerca (in giallo) o in istanza di coltivazione (in azzurro) all’interno della fascia di 12 miglia dalla linea di costa e delle aree protette. Solamente i titoli minerari vigenti non sono stati modificati.

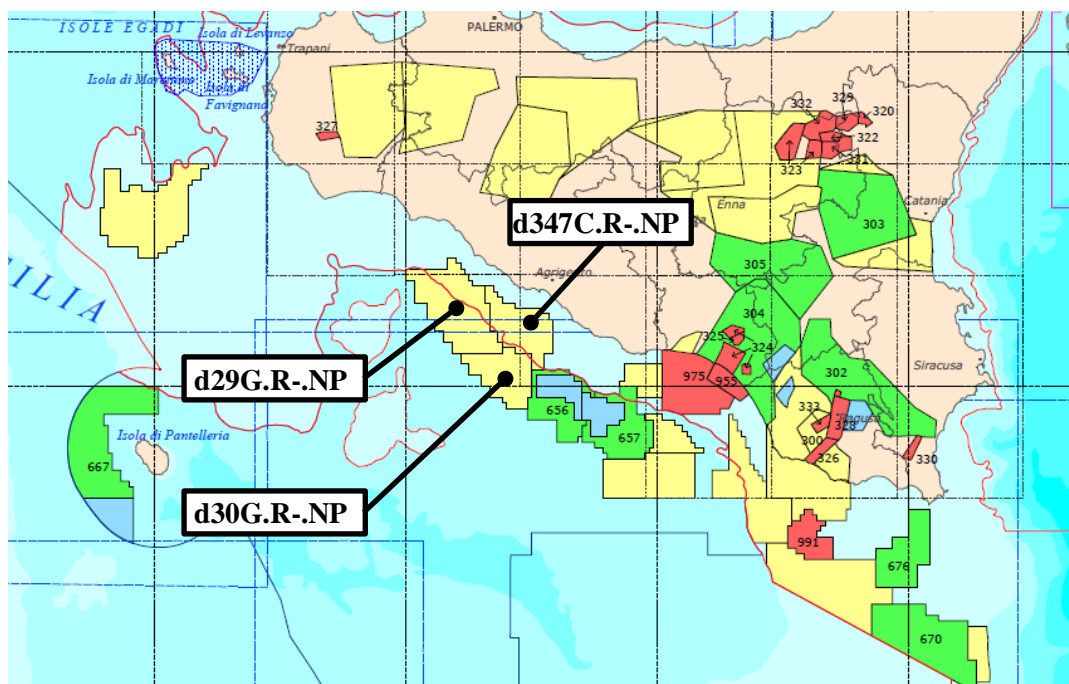


Figura 1-3 – Titoli minerari e istanze vigenti al 31-12-2013 (fonte Min. Sviluppo Economico)

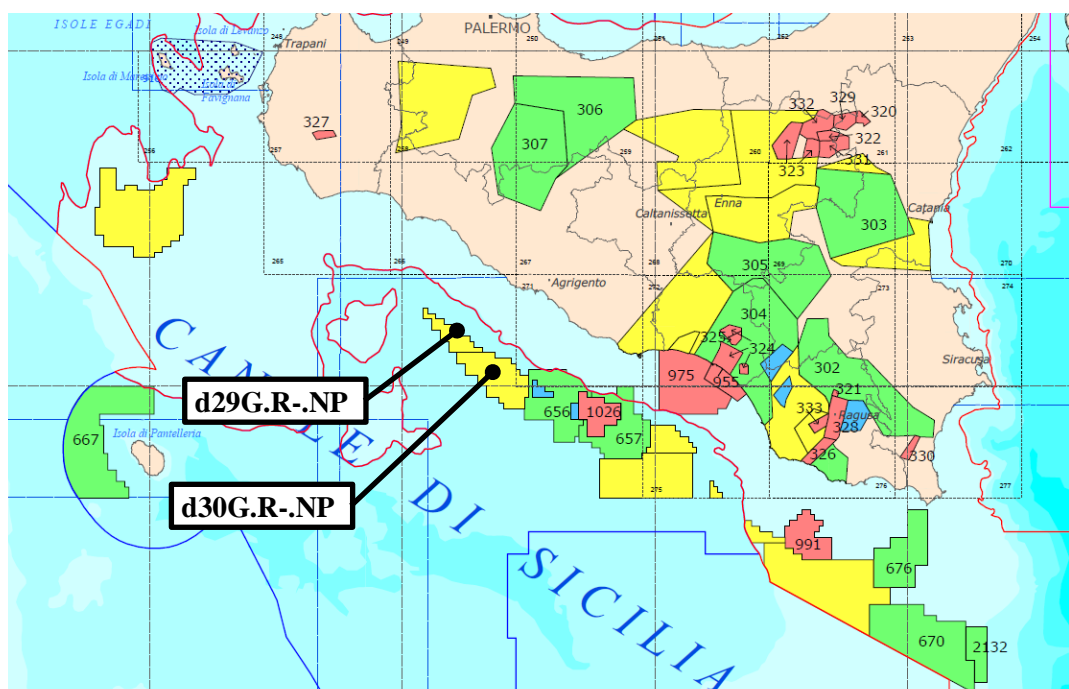


Figura 1-4 – Titoli minerari e istanze vigenti al 31-01-2016 (fonte Min. Sviluppo Economico)

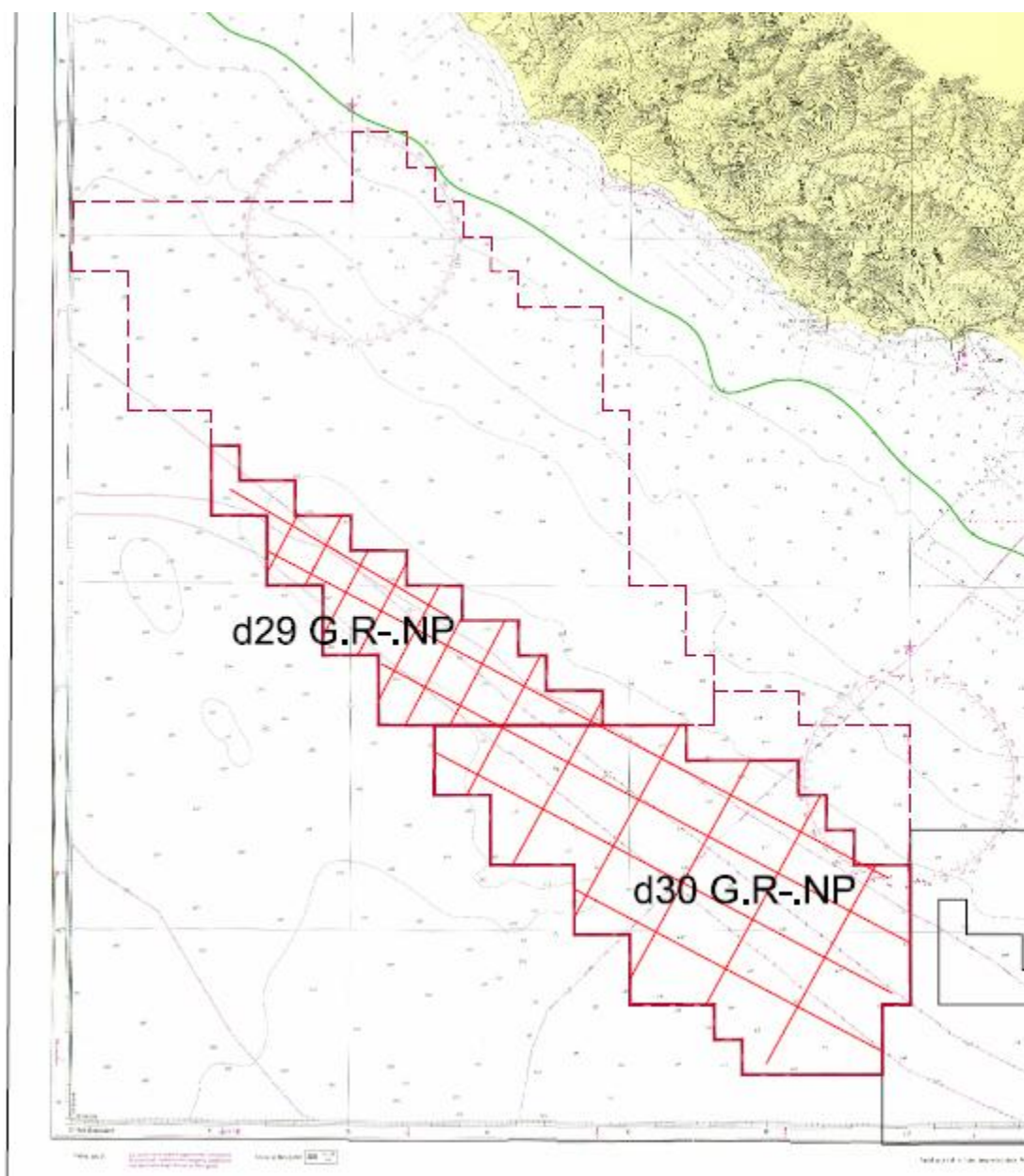
### *1.3. Dati geofisici 2D che verranno rilevati nei permessi di ricerca*

La campagna di prospezione geofisica in progetto nelle aree d29G.R-.NP, d30G.R-.NP è del **tipo 2D**. Se in futuro dovesse risultare necessario effettuare una ulteriore campagna di approfondimento geofisico del tipo 3D verrà attivata una nuova procedura di valutazione ambientale.

L'ubicazione dei transetti in progetto è riportata nello stralcio di carta nautica seguente.

L'ubicazione esecutiva degli stessi potrà differire da quanto ipotizzato, a seguito del processo di focalizzazione dell'eventuale obiettivo minerario a seguito della rielaborazione dei dati esistenti e da studi geologici di dettaglio.

Lo sviluppo complessivo delle linee è pari a 85km nell'area “d29G.R-.NP” e a 150 km nell'area “d30G.R-.NP”



*Figura 1-5 – Piano preliminare di posizione dei transetti di prospezione geofisica e rappresentazione della batimetrica dei 40m (in verde). In tratteggiato la precedente estensione dei permessi di ricerca.*



**Il rilevamento verrà effettuato impiegando una unica nave di acquisizione e quindi una unica sorgente acustica**, eliminando in tal modo ogni possibilità di sovrapposizione di effetti legati dalla generazione dei più segnali acustici contemporaneamente presenti in una medesima area.

**Il rilevamento interesserà esclusivamente aree con fondali superiori a 40m, onde evitare di interessare praterie di fanerogame marine (*Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*).**

#### *1.4. Cronoprogramma delle prospezioni geofisiche*

Al momento non è possibile definire un accurato cronoprogramma delle attività, ma solo la stima della durata delle attività, in quanto i permessi di ricerca non sono ancora stati conferiti né è possibile prevedere quando avverrà il conferimento.

La campagna di prospezione geofisica di progetto verrà eseguita durante la vigenza dei permessi di ricerca, che durano 6 anni.

All'interno di questo lasso temporale, in funzione dell'effettivo stato di vigenza dei permessi considerati, dei risultati degli studi di carattere regionale, della rielaborazione e reinterpretazione dei dati sismici esistenti disponibili, della effettiva disponibilità di navi oceanografiche opportunamente attrezzate, si potrà definire in dettaglio la nuova campagna di prospezione, sia in termini temporali che di ubicazione di dettaglio dei transetti.

In ogni caso la effettiva campagna di prospezione non inizierà prima di quattro mesi dal conferimento dei permessi di ricerca.

Una volta conferiti i permessi di ricerca, tutte le operazioni di rilevamento geofisico in mare dovranno essere puntualmente autorizzate dal Ministero dello Sviluppo Economico, sezione Unmig di Napoli.

## 2. Batimetria e biocenosi delle aree di indagine

Le aree di indagine insistono su un tratto di mare con profondità variabile tra un minimo di circa 450m nel margine NW dell'area d29, fino ad un massimo di 710m nella porzione SE dell'area d30.

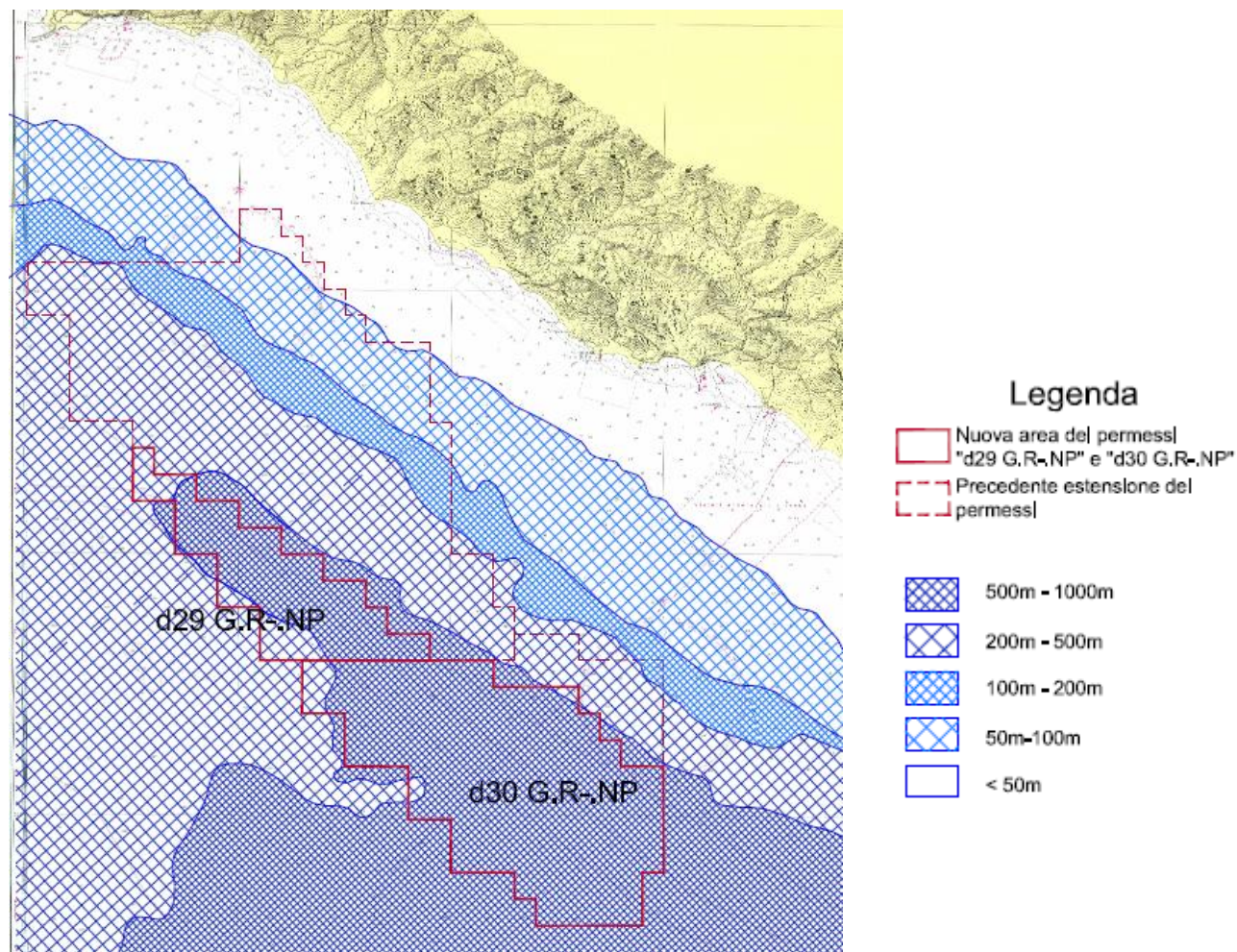


Figura 2-1 – Mapa batimetrica delle aree. Le profondità variano tra 450m a NW e 710 a SE.

Le aree oggetto di studio risultano caratterizzate dalla presenza di VB-PSF (fanghi molli), VB-VC (fanghi batiali).

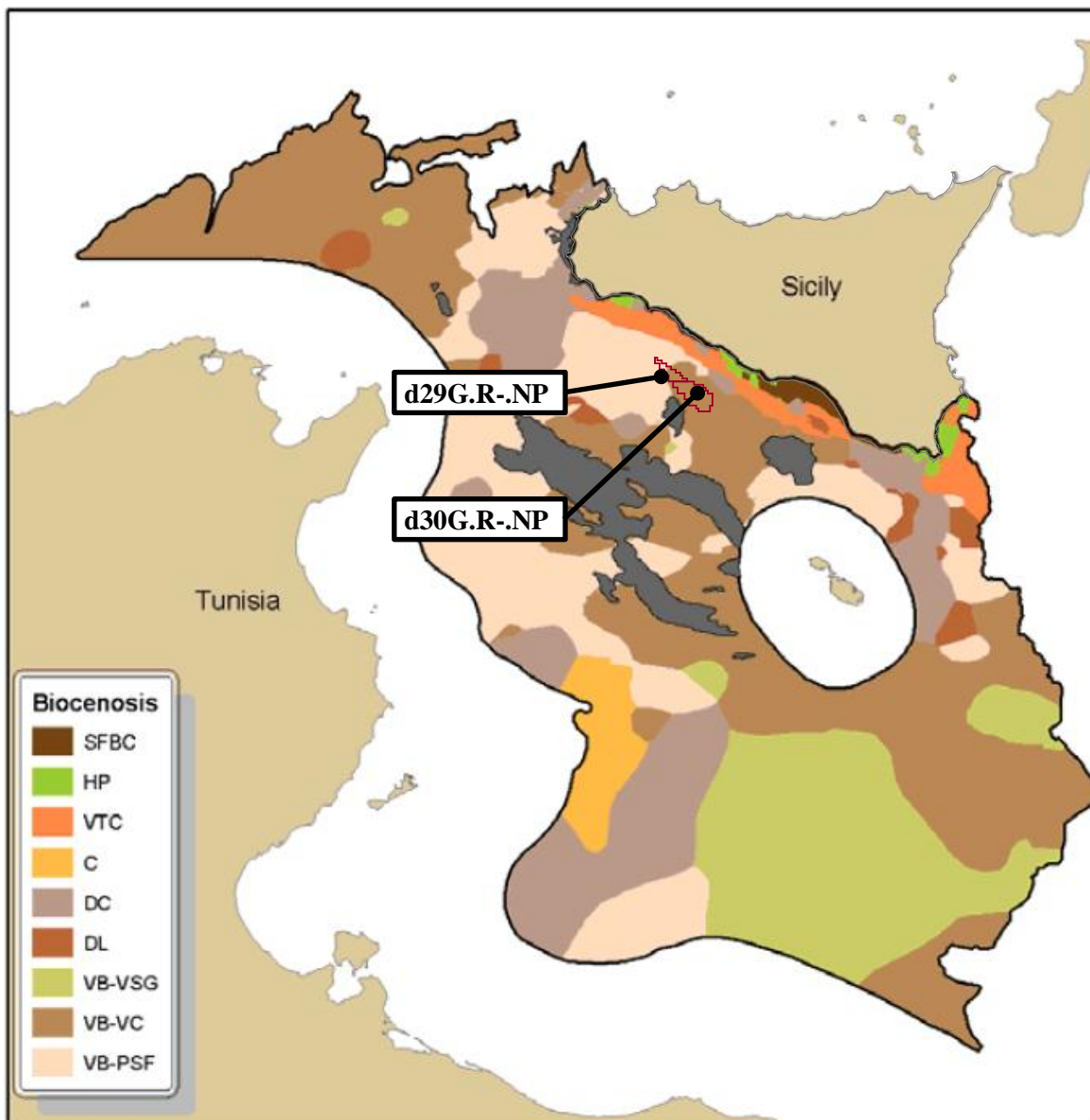


Figura 2-2 – Carta della biocenosi presenti nel Canale di Sicilia (da Garofalo et al. 2004)

### Biocenosi dei Fanghi Batiali compatti e fluidi, VB-C e VB-PSF

Le Biocenosi dei Fanghi Batiali sia compatti (VB-C) che fluidi (VB-PSF), costituiscono la maggioranza dei fondi del piano batiale e si estendono dai 200 – 2500/3.000 m di profondità.

Questi fondali sono i più ricchi di specie commerciali e quindi quelli più sfruttati dalla pesca a strascico.

I fondi della piattaforma più esterna e della scarpata superiore, tra i 200 e i 400 m di profondità, producono nasello (*Merluccius. merluccius*), triglia di scoglio (*Mullus. surmuletus*), triglia di fango (*M. barbatus*), scorfano di fondale (*Helicolenus dactylopterus*), gattuccio (*Scylliorhinus canicula*), gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) e scampo (*Nephrops norvegicus*).

Infine sui fondali più profondi, oltre i 400 metri di profondità, troviamo nasello (*M. merluccius*), scorfano di fondale (*H. dactylopterus*), scampo (*N. norvegicus*), gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*) e, il raro ma pregiato (*Aristeus antennatus*).

### 3. Approfondimento sulle *nursery* delle tre specie target presenti nell'area vasta

Il Canale di Sicilia rappresenta per l'industria ittica una preziosa risorsa in termini di catture e quindi di guadagno. Favorite da un fondale non eccessivamente alto e la presenza della “soglia del mediterraneo”, le correnti profonde in risalita trasportano una notevole quantità di nutrienti necessaria a sostenere la rete trofica dai più bassi livelli. Conosciuti in bibliografia e ovviamente dalle marinerie siciliane sono i Banco Maltese, il banco Terribile, il banco di Graham e il Banco Avventura. Il Banco non è altro che un innalzamento del fondale che genera un effetto barriera il quale si manifesta con una interruzione della correnti del mediterraneo che risale bruscamente enfatizzando il fenomeno di *upwelling* il quale si traduce in una abbondanza di nutrienti e quindi una maggiore sostenibilità della rete trofica. Non a caso numerose specie ittiche trovano soprattutto in prossimità del Banco Avventura le condizioni ideali sia per la riproduzione che per il proseguire del proprio ciclo biologico.

Anche se numerose sono le specie pescate nel canale di Sicilia, solo alcune di queste rivestono un particolare interesse sia dal punto di vista commerciale che dal punto di vista puramente ecologico. Infatti, l'ubicazione dei siti di indagine d29-d30 si estende tra le batimetriche dei 450m e i 700m a largo di Agrigento in un'area compresa tra la costa e i primi grandi banchi del canale di Sicilia. In tale area sono tre le specie di maggior impatto nell'economia ed ecologia locale. In particolare: *Merluccius merluccius* (merluzzo o nasello), *Mullus barbatus* (Triglia di fango) e *Parapenaeus longirostris* (Gambero rosa) indicate anche come “specie target” in Garofalo et al., 2011. Le prime due rappresentano una chiara risorsa per la pesca soprattutto artigianale o la piccola pesca costiera, mentre il gambero rosa è interessato da una pesca professionale più specifica (strascico).

#### 3.1. *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) - Nasello o Merluzzo – Biologia ed ecologia



Appartenente alla famiglia dei Gadidae, il nasello è presente nel Mare Mediterraneo e nell'Atlantico Occidentale, dalla Norvegia alle coste della Mauritania; nel Mar Nero si trova solo nelle coste più meridionali. Comune ed uniformemente distribuito in tutti i mari italiani ad eccezione di limitate aree localizzate a nord della foce del Po (Frattini e Paolini, 1995), è particolare abbondante in nei mari siciliani. Il nasello presenta un corpo allungato, poco compresso lateralmente e ricoperto da squame piccole e caduche. La testa, appiattita inferiormente ed a forma di v, presenta una bocca ampia, priva di barbigli al disotto del suo apice, con la mascella inferiore più sviluppata rispetto alla superiore. Nelle mascelle vi sono due o tre serie di denti sottili e acuminati. Le pinne dorsali sono

due, ambedue formate da raggi molli. La prima è corta, alta e triangolare, mentre la seconda, è lunga e arriva fino al peduncolo codale. La pinna caudale è a spatola con bordo troncato e dritto. Le pettorali, lunghe circa la metà del capo, sono ben sviluppate e uguali o poco più grandi delle ventrali che sono inserite in posizione giugulare. La colorazione è grigio argentea sul dorso, bianca sul ventre.

E' una specie necto-bentonica, che vive in acque libere o su fondi mobili, sabbiosi o fangosi, prediligendo questi ultimi, sia in mare aperto che in prossimità delle coste.

Presenta un ampio intervallo di distribuzione batimetrica, dai 10 ai 1000 metri di profondità, dettato da necessità trofiche e riproduttive (Matta, 1954; Jukic, 1975; Flamigni, 1983), tuttavia sembra essere maggiormente presente tra i 70 e 400 metri di profondità. Generalmente, infatti, viene catturato al di sopra dei 300 m di profondità. La distribuzione batimetrica è anche correlata alla taglia: gli individui più piccoli si tengono in vicinanza della costa, sulla piattaforma continentale esterna ad una profondità di circa 50-200 m, mentre gli esemplari adulti, man mano che aumenta la loro taglia, si spingono sempre più in profondità e sono principalmente distribuiti sulla scarpata continentale.

E' un pesce gregario che vive in banchi trascorrendo le ore diurne in prossimità dei fondali per poi risalire in superficie di notte. In aggiunta alle migrazioni nictemerali, sono state riportate anche migrazioni orizzontali per motivi trofici (Fiorentino et al., 2008). Inoltre il nasello compie migrazioni stagionali prediligendo le aree profonde nelle stagioni estive.

Le abitudini alimentari del nasello variano con la crescita dell'animale: cambiamenti nelle abitudini alimentari avvengono quando i giovani lasciano le *nursery* profonde e dopo il raggiungimento della maturità sessuale (Zupanovic, 1968; Flamigni, 1983). In particolare, gli stadi giovanili (4.5-12 cm) che, nelle aree di *nursery*, si nutrono prevalentemente di crostacei eufausiaci (*Meganyctiphanes norvegica*), con la crescita, si disperdono in un più ampio intervallo batimetrico diventando prevalentemente piscivori: I piccoli pelagici, in particolare i clupeiformi (sardine e alici) sono la preda preferita per gli individui adulti (>25 cm) (Andaloro et al., 1985).

La taglia è mediamente compresa tra i 30 e i 40 cm anche se può raggiungere 90 cm di lunghezza e 12 kg di peso. E' una specie a vita lunga (> 20 anni) ed è caratterizzato da un forte dimorfismo nelle dimensioni con le femmine che raggiungono taglie ed età superiori a quelle dei maschi che raramente superano i 50 cm.

La maturità sessuale viene raggiunta verso i 2 anni nei maschi e 3-4 anni nelle femmine. Al momento della riproduzione gli adulti che presentano una taglia di circa 40 cm di lunghezza, si concentrano sui bordi della platea continentale. E' un depositore parziale: una femmina di solito emette 4 o 5 volte consecutive prima che gli ovari entrino in fase di riposo. Gli ovari delle femmine, lunghe circa 70 cm nello stadio di pre-emissione, possono contenere più di 400.000 oociti (Sarano, 1986).

Il **periodo riproduttivo** della specie si estende per tutto l'anno con picchi riproduttivi corrispondenti al periodo invernale, primaverile ed estivo. In particolare, le femmine di nasello hanno 3 picchi di maturità in estate, inverno e primavera; le femmine più grandi (>40 cm) depongono principalmente in primavera mentre quelle più piccole (tra 29-39 cm) hanno due periodi principali in estate e in inverno. Nel Canale di Sicilia e nelle aree adiacenti, sono riportate estese aree di deposizione ed in particolare sono state identificate aree stabilmente interessate dalla riproduzione come ad esempio sul margine esterno sud-occidentale del Banco Avventura, a circa 100-200 metri di profondità (Fiorentino et al., 2006), e nella porzione meridionale dell'Isola di Malta dove si concentrano le femmine adulte (Fiorentino et al., 2008; Garofalo et al., 2008).

Questa specie nel Canale di Sicilia forma aree dette di *nursery*.

Fiorentino et al. (2003) definiscono una *nursery* come una zona discreta caratterizzata, da un'elevata concentrazione, stabile negli anni, della frazione giovanile di una specie.

Sulla base dei dati riportati in letteratura nel Canale di Sicilia sono state identificate due aree di *nursery*, analizzando i risultati delle campagne di pesca sperimentale (MEDITS e GRUND) effettuate dal 1994 al 2004. La prima è localizzata sul versante orientale del Banco Avventura a circa 200 metri di profondità, e la seconda ad Est del Banco di Malta sulla scarpata ionica ad una profondità dei 200 metri. La presenza di alte concentrazioni di reclute (con lunghezza < 15 cm) lungo il margine orientale del Banco Avventura dai 100 metri fino al margine superiore della scarpata è stata confermata sia in primavera che in autunno anche se in alcuni casi è stata registrata una variabilità annuale nella distribuzione delle reclute (Abella et al. 2008) (Figure 3-1 e 3-2).

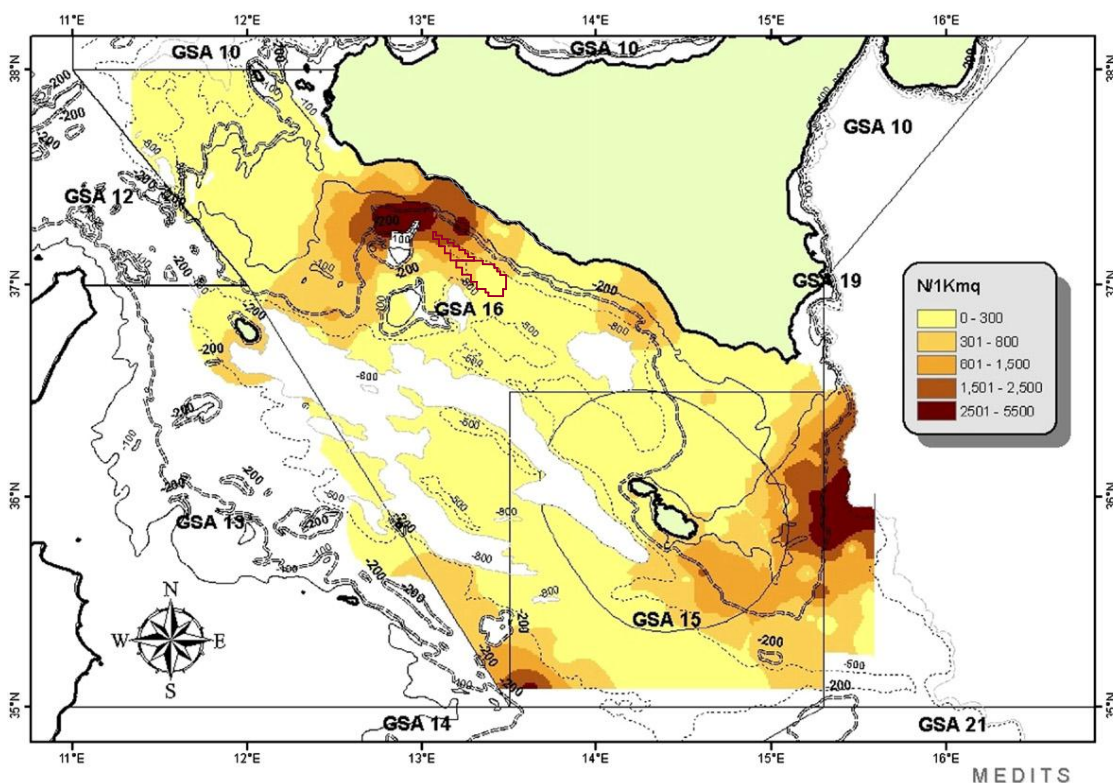


Figura 3-1 – Distribuzione dei giovanili di Merluzzo nel Canale di Sicilia, in primavera (campagna MEDITS)  
Da Abella et al. 2008.

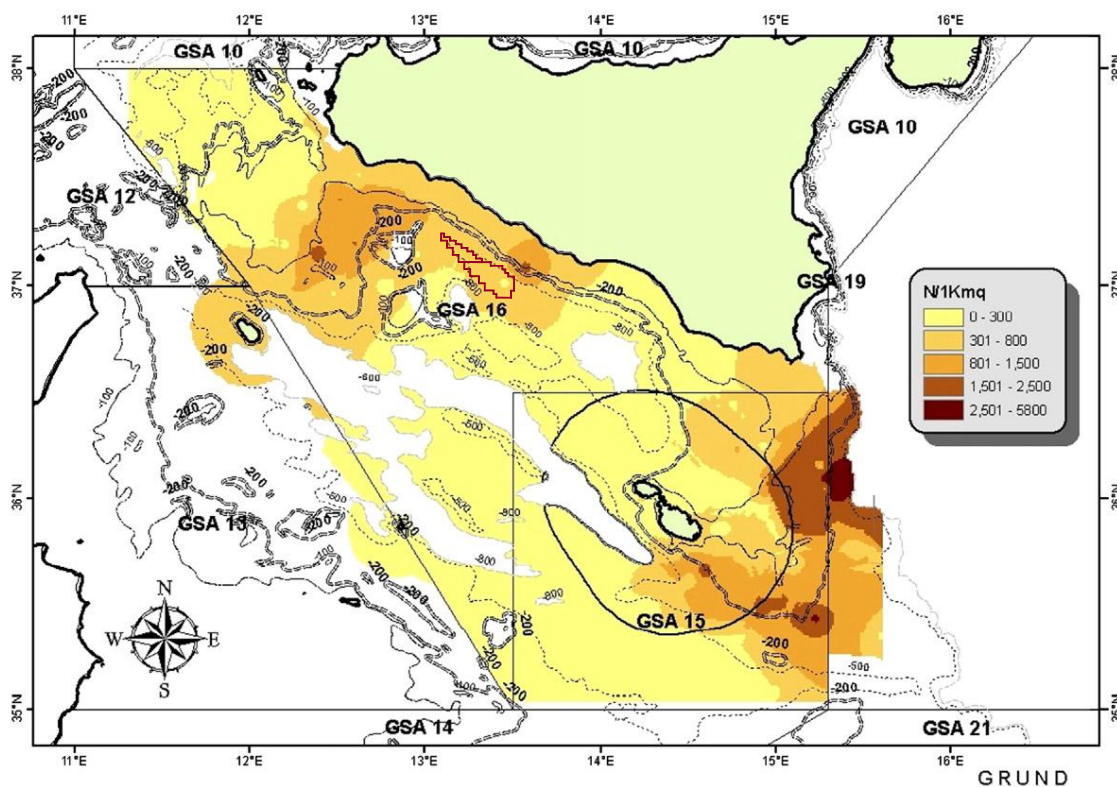


Figura 3-2 – Distribuzione dei giovanili di Merluzzo nel Canale di Sicilia in autunno (campagna GRUND).  
Da Abella et al. 2008.

Garofalo et al. (2011), sulla base degli stessi dati, confermano la presenza di un'area di *nursery* stabile sopra il banco di Graham nella quale le reclute sono distribuite su una vasta gamma batimetrica (50-600 m) con un picco di concentrazione degli individui a 250 m di profondità.

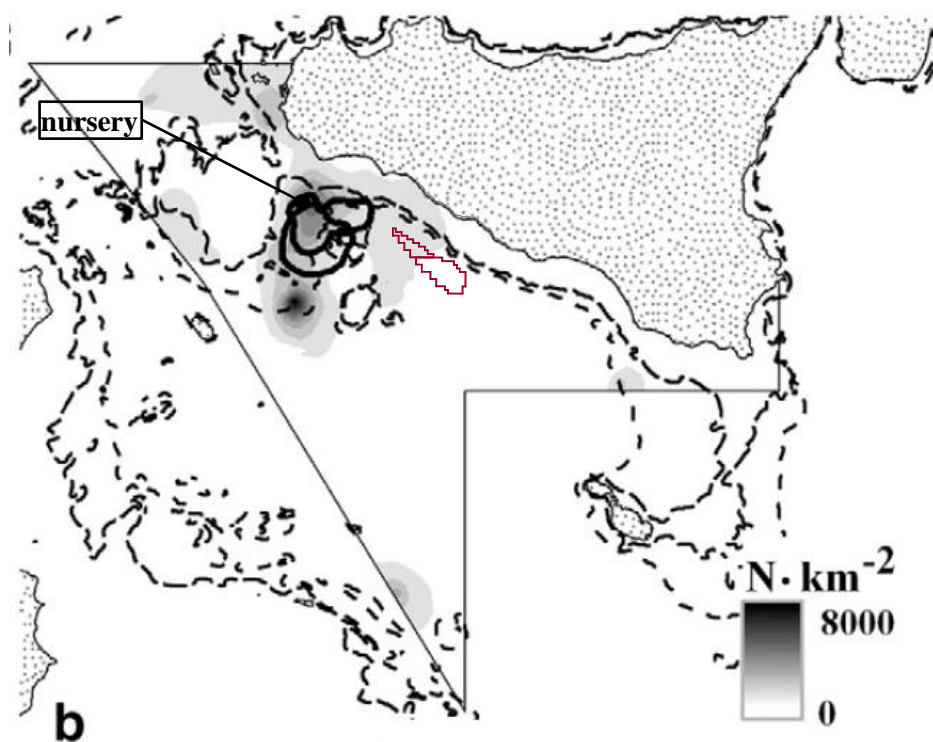


Figura 3-3 – Mappa di densità dei giovanili e indicazione delle nursery persistenti, delimitate da bordo nero, del Nasello (Garofalo et al. 2011)

Ardizzone et al. (1999) nell’Atlante delle risorse ittiche demersale Italiane triennio 1994-1996 pubblicato per il Ministero delle Politiche Agricole in collaborazione con la Società Italiana di Biologia Marina, analizzando i dati provenienti dalle campagne di pesca sperimentale nel triennio 1994-1996, ha individuato aree di *nursery* di varie specie ittiche nei mari italiani.

In particolare, nel Canale di Sicilia per il Merluzzo (Figura 3-4 e 3-5), individua la presenza di una estesa area di *nursery* (lunghezza degli individui minore di 12cm) durante la stagione primaverile sul fianco NW del banco di Graham, tra la batimetria di 130m e 300m. Durante la stagione autunnale vengono invece riportate due piccole aree a SW del banco di Graham a circa 180m di profondità, e a NE a largo dell’isola di Pantelleria, a circa 170m di profondità.

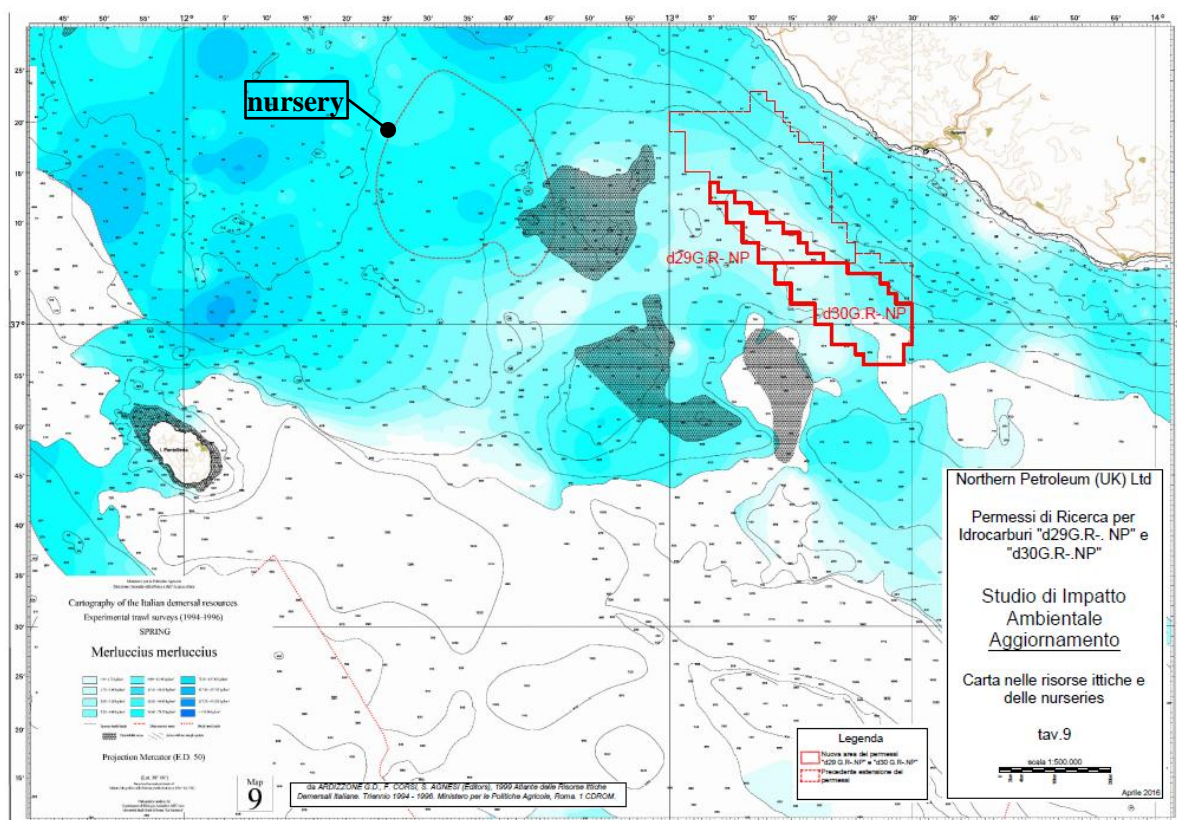


Figura 3-4 – Distribuzione di *Merluccius merluccius* nella stagione primaverile nel Canale di Sicilia. E’ evidenziata la posizione delle aree di nursery rispetto alle aree delle prospezioni.



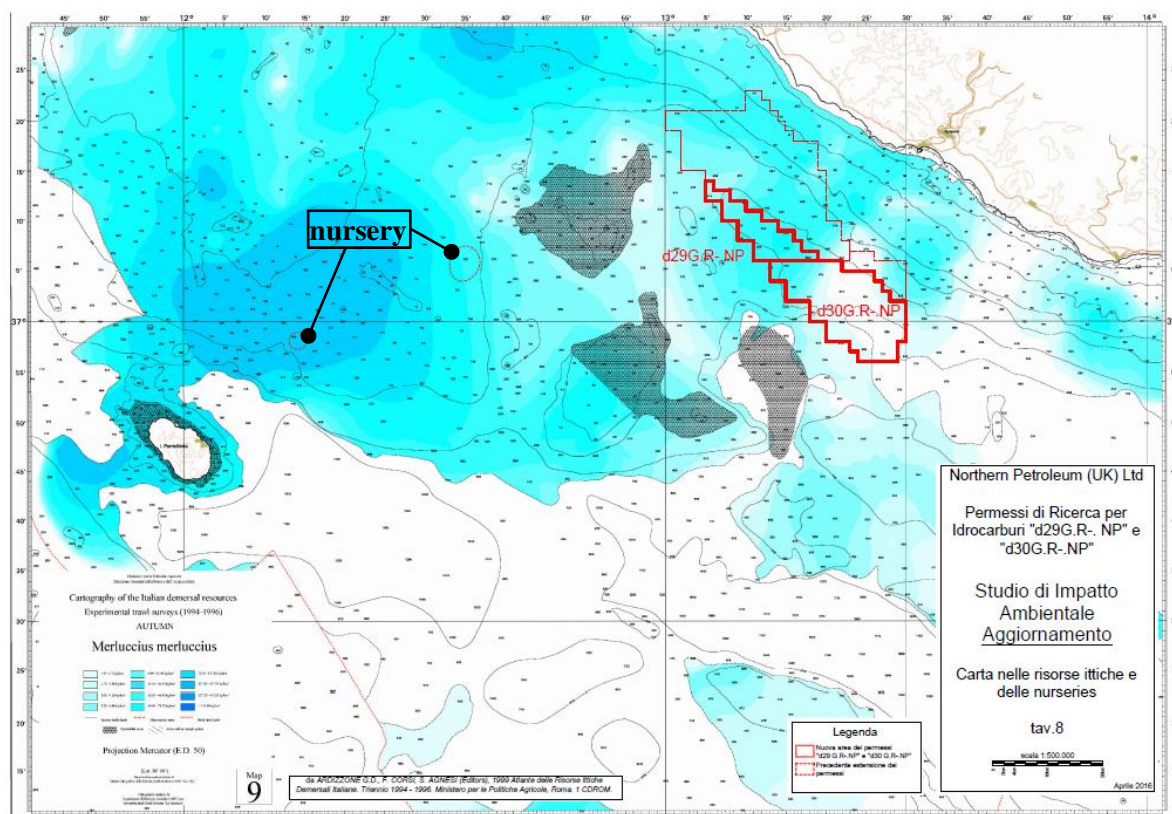


Figura 3-5 – Distribuzione di *Merluccius merluccius* nella stagione autunnale nel Canale di Sicilia E' evidenziata la posizione delle aree di nursery rispetto alle aree delle prospezioni (Ardizzone et al. 1999, nell'Atlante delle Risorse Ittiche Demersali Italiane)

Il nasello è la più importante specie demersale in diverse marinerie italiane. E' pescato con vari tipi di attrezzo: reti a strascico, reti da posta e palangari. Lo sbarcato dello strascico è costituito essenzialmente da individui al di sotto dei 30 cm, mentre le reti da posta e i palangari catturano individui di taglia media e grande (Sartor et al., 2001; 2003). In diverse aree italiane sono state effettuate stime dello sfruttamento dello stock di nasello attraverso modelli analitici tradizionali. E' stata riscontrata una generale tendenza al sovrasfruttamento, sebbene alcuni autori affermino che i valori ottenuti per la mortalità potrebbero essere sovrastimati (Ardizzone, 1998). Recenti applicazioni di modelli analitici con mortalità variabili con l'età mostrano una riduzione delle stime di sovrasfruttamento (Fiorentino et al. 1996; Abella et al., 2008).

### 3.2. *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) - Triglia di fango – biologia ed ecologia



Appartenente alla famiglia dei mullidi, la triglia di fango è diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo, in Atlantico e nel Mar Nero. Lungo le coste italiane è comune ed abbondante lungo le aree costiere ioniche e tirreniche della Sicilia e nel Canale di Sicilia. Nella porzione Settentrionale di quest'ultimo è stata rilevata solo sulla piattaforma continentale (Fiorentino et al., 2008).

È una specie gregaria, bentonica, che popola i fangosi a profondità comprese tra 5 m e 250 m ma si può anche trovare su fondali ghiaiosi, sabbiosi e maerl.

Presenta un corpo allungato moderatamente compresso, con la testa alta e corta e con il profilo dorsale quasi verticale. Sotto l'occhio presenta due grosse squame precedute da una più piccola, mentre sotto la bocca, terminale orizzontale e poco protrattile, dispone di due barbigli che utilizza come organi sensoriali per individuare le prede.

La colorazione è rosea con macchie rossastre e talvolta con alcune bande gialle longitudinali laterali; le pinne sono incolori o anch'esse di colore rosa; la lunghezza massima è di 30 cm sebbene la taglia comune è compresa da 10 a 20 cm. La crescita mostra in realtà alcune diversità per i due sessi: le femmine crescono più velocemente e possono raggiungere 28-29 cm di lunghezza totale. Al contrario i maschi raramente superano i 20 cm.

Il **regime alimentare** della triglia di fango è carnivoro, essenzialmente a base di piccoli invertebrati, soprattutto piccoli crostacei, policheti e molluschi bivalvi (Haidar, 1963). In particolare tra i crostacei sono frequenti i rinvenimenti di copepodi, anfipodi, misidacei e isopodi, mentre altre prede più occasionali sono rappresentate da ofiuroidei e da molluschi cefalopodi (Auteri et al., 1987). Studi pregressi sembrano caratterizzare la triglia di fango come predatore specializzato che si ritrova prevalentemente su fondi mobili (Badalamenti et al., 1993) e che mostra una marcata selettività per diverse specie di policheti (Lipari et al., 1998).

Le osservazioni sul ciclo biologico della triglia di fango risultano sufficientemente concordi circa il momento riproduttivo e la taglia di prima maturità, mentre differiscono decisamente riguardo all'accrescimento individuale e, di conseguenza, alla struttura demografica del pescato. La taglia di prima maturità corrisponde a circa 15 cm di lunghezza ed in particolare a 11-13 cm di lunghezza totale per i maschi (1 anno) e a 12-14 cm per le femmine (2 anni); come risulta evidente la maturità sessuale e la riproduzione avvengono abbastanza precocemente.

La **riproduzione** avviene in vicinanza della costa a profondità variabili da 10 a 50 metri e in località dove il fondo è sabbioso e fangoso nel periodo compreso tra la primavera e l'estate in particolare nei mesi da aprile a luglio, (Haidar, 1963; De Ranieri 1979; Guescini et al., 1983; Tursi et al., 1996), anche se è stato talvolta constatato un prolungamento nei mesi successivi (Orsi Relini e Arnaldi, 1986) fino ad agosto. Le larve, le post-larve ed i giovani sono pelagici fino a 4-5 cm di lunghezza

totale. Questi ultimi sono di colore azzurro e vivono a decine di miglia dalla costa. Successivamente diventano demersali cambiando la loro livrea e prendendo gradatamente quella degli adulti e si concentrano inizialmente nelle aree sabbiose costiere, per disperdersi poi sui fondi di sabbia, fango e ghiaia compresi tra 10 e 250 metri.

Sulla base dei dati MEDITS (1994-1999) nel Canale di Sicilia si osservano, per questa specie, due aree principali di **deposizione**: una sul Banco Avventura, a sud-ovest delle coste della Sicilia e l’alta sul Banco di Malta tra la Sicilia e Malta entrambe ad una profondità di circa 100-150 m (Fiorentino et al., 2008, Garofalo et al 2004).

Il **reclutamento** avviene nei mesi estivi sui fondali costieri intorno ai 10-30 metri di profondità (Levi et al., 2003) in autunno le giovani triglie si spostano progressivamente in profondità all’aumentare della taglia finché non raggiungono le aree riproduttive nella primavera successiva per la loro prima riproduzione. L’analisi delle distribuzioni di taglia confermano quanto detto mostrando una massiccia presenza di giovani reclute nelle campagne di pesca autunnali ed un più modesto numero di esemplari prossimi ad un anno di età in primavera (Ardizzone, 1982; Auteri et al., 1996; Ungaro et al., 1994).

Nel Canale di Sicilia la distribuzione dei **giovani** è diffusa su una vasta area che è risultata essere variabile sia nello spazio che nel tempo. Infatti, sebbene siano stati individuati diversi siti di aggregazioni dei giovanili, questi sono risultati non essere stabili nel corso degli anni se non in una piccola zona intorno alla costa sud-occidentale e dunque non si può parlare di vere e proprie aree di *nursery* (Garofalo et al., 2011). La variabilità osservata può essere spiegata dall’elevata complessità idrodinamica degli habitat marini di questo tratto di costa. Le correnti costiere sono caratterizzate da un notevole variabilità come anche il regime di *upwelling* (legato al percorso dell’ AIS e la miscelazione turbolenta degli strati superficiali del mare indotta dal vento) e il conseguente livello di trasporto a largo, sono fattori che possono favorire o inibire la sopravvivenza di stadi giovanili durante la loro migrazione verso le aree costiere (Levi et al., 2003).

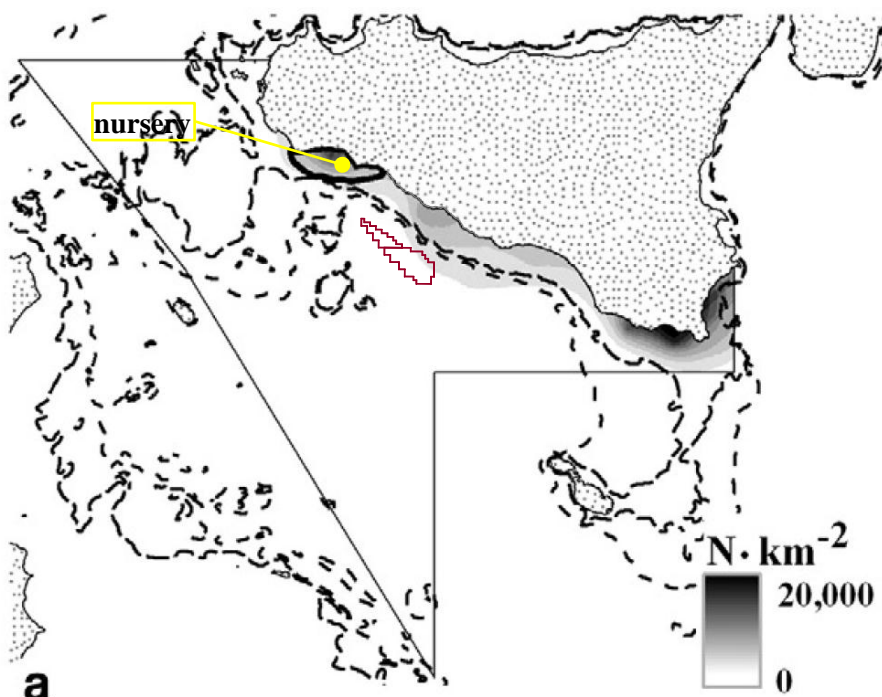


Figura 3-6 – Mappa di densità dei giovanili e indicazione delle nursery persistenti, delimitate da bordo nero, del *Mullus barbatus* (Garofalo et al. 2011)

Ardizzone et al. (1999) individua nel Canale di Sicilia la presenza di *nursery* della Triglia di fango solamente nella stagione autunnale, sparse lungo la costa fino ad una batimetrica di circa 60m.

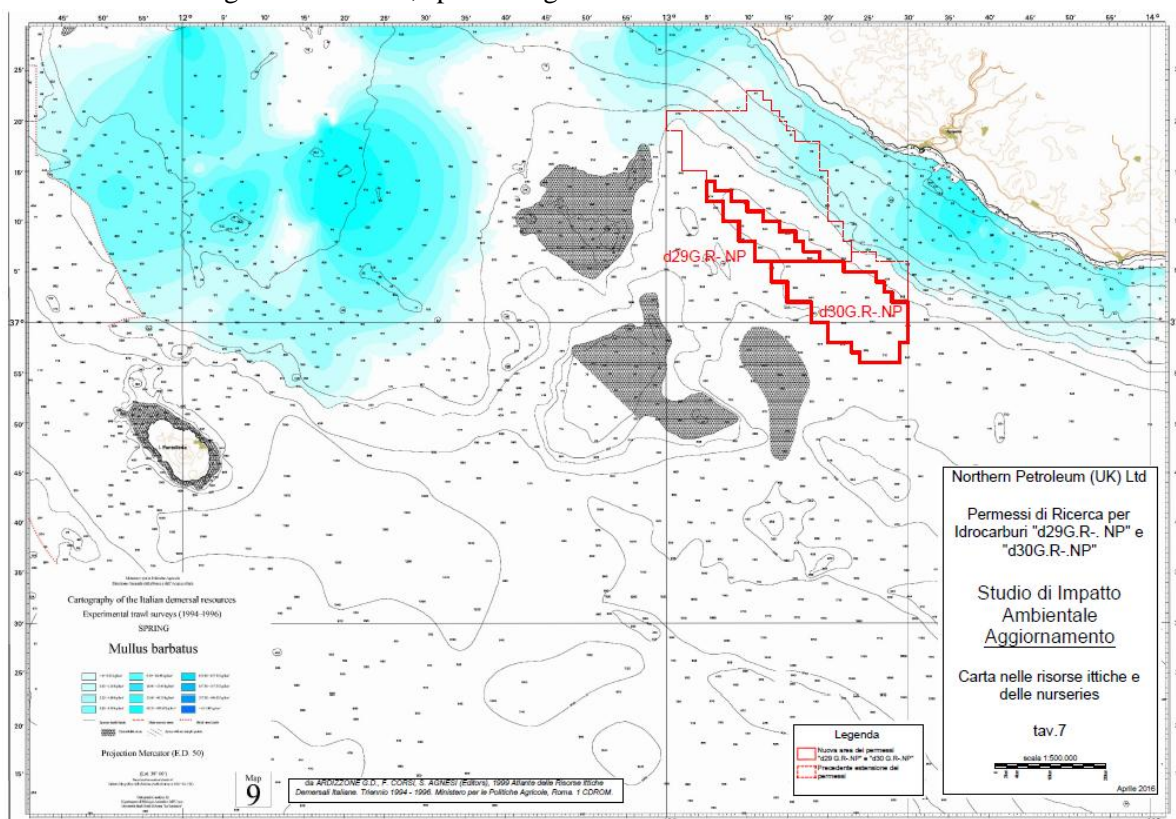
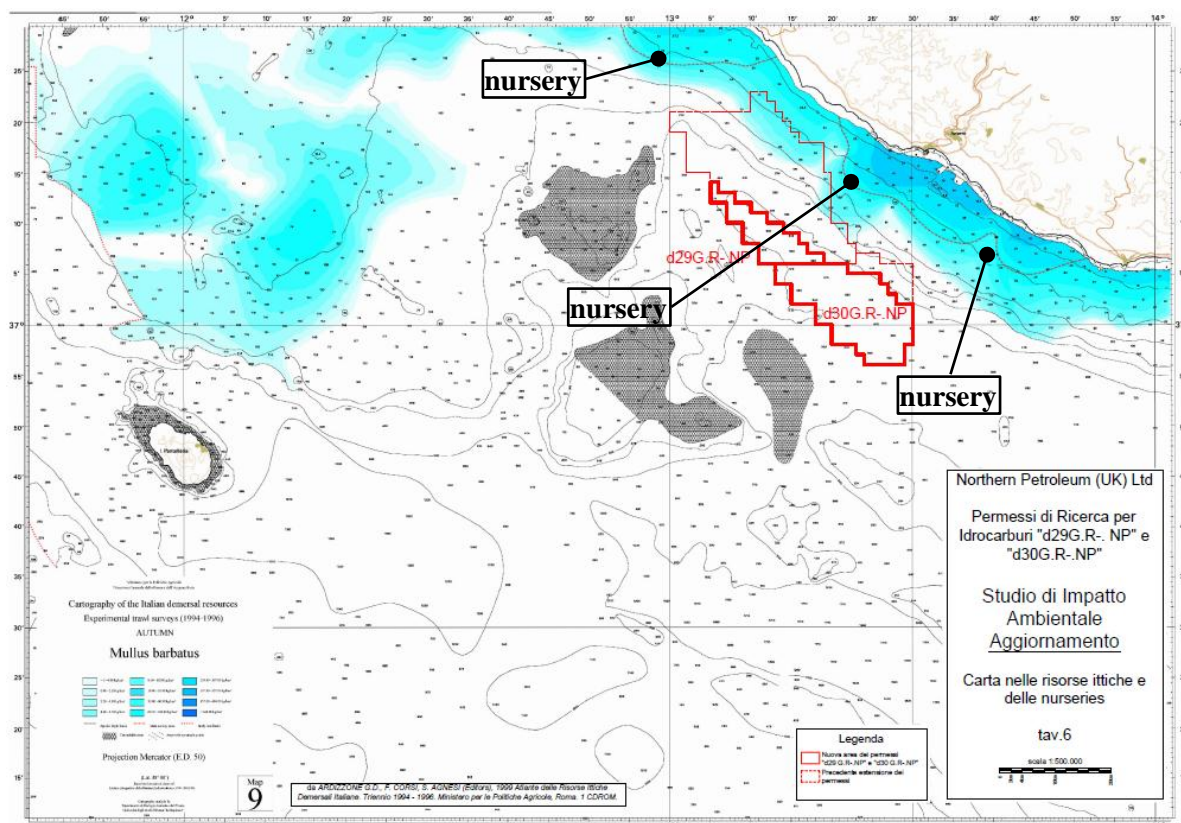


Figura 3-7 – Distribuzione di *Mullus barbatus* nella stagione primaverile nel Canale di Sicilia (da Atlante delle risorse ittiche demersali, Ardizzone 1999)



*Figura 3-8 – Distribuzione di Mullus barbatus nella stagione autunnale nel Canale di Sicilia. Evidenziata la posizione delle aree di nursery rispetto alle aree delle prospezioni (da Atlante delle risorse ittiche demersali, Ardizzone 1999)*

La triglia di fango è una delle specie demersali di maggiore importanza economica nel Mar Mediterraneo (Relini et al., 1999). Recenti ricerche hanno dimostrato che in diverse aree, ad eccezione dell'area ligure, del Tirreno meridionale e dell'Adriatico meridionale in cui lo sfruttamento è nel complesso equilibrato (Ragonese, 1994), la triglia di fango appare come una risorsa sovrasfruttata. Gli indici di biomassa ottenuti con diverse campagne di pesca variano in maniera considerevole in dipendenza del periodo di campionamento e della fascia di profondità a causa degli spostamenti e della elevata mortalità a cui è sottoposta in particolare la prima classe di età.

Nel periodo estivo le catture elevate di questa specie sono costituite da giovanili. Il caratteristico comportamento di tale specie di concentrarsi con gli esemplari giovanili nelle aree costiere determina una elevata mortalità a causa della pesca a strascico. Alcuni autori riportano che una prolungata o temporanea sospensione dell'attività di pesca a strascico (Potoschi et al., 2006; Pipitone et al., 2000) potrebbe notevolmente incrementare la sua biomassa.

### *3.3. Parapenaeus longirostris (Lucas, 1846) - Gambero rosa – Biologia ed ecologia*



*Parapenaeus longirostris* è un crostaceo decapode di medie dimensioni, appartenente alla famiglia Penaeidae, comunemente noto come gambero rosa o bianco. È distribuito nell'Atlantico orientale ed occidentale e nell'intero bacino mediterraneo nonché in tutti i mari italiani dove risulta più abbondante nel Canale di Sicilia, nel Mar Ionio e nel Tirreno centrale, soprattutto lungo la costa laziale. Le minori concentrazioni della specie sono state rilevate nei mari sardi e nell'Adriatico settentrionale. Nel Canale di Sicilia Fiorentino et al (2008) riportano, per questa specie, aree ad elevata densità.

Presenta un carapace di colorazione rosa-arancio e un robusto rostro di colore rossastro dentellato solo sulla parte superiore. Il carattere distintivo della specie, oltre alla colorazione pallida sono tre spine presenti nella porzione posteriore del corpo (telson).

È una specie demersale comune ed abbondante sui fondi fango-sabbiosi tra i 100 e i 400 m mentre diviene sempre più raro oltre questa profondità (Bombace, 1972; Holthuis, 1987).

La distribuzione batimetrica risulta correlata alla taglia: gli individui più piccoli si rinvencono alle minori profondità, tra i 100 e i 200 metri, mentre gli esemplari più grandi sono di gran lunga più

numerosi oltre i 200 metri (Bombace, 1972; Holthuis, 1987; Riberio-Castalho e Arrobas, 1983). I primi infatti sono catturati frequentemente sulla piattaforma continentale (50-200 m di profondità) mentre i secondi vengono catturati prevalentemente nella parte superiore della scarpata fino a 500 m di profondità (Fiorentino et al., 2008).

L'influenza della profondità si riflette anche nel rapporto tra i sessi: infatti alle minori batimetrie, tra i 50 e i 200 m, la sex ratio é generalmente a favore delle femmine, tra i 200 e i 400 m non varia significativamente da 1:1 mentre a maggiori profondità si assiste ad un'inversione di tendenza con un maggior numero di esemplari di sesso maschile (Mori et al., 1986; Ardizzone et al., 1990; Tursi et al., 1993; Spedicato et al., 1996; D'Onghia et al., 1998).

Come la maggior parte dei grossi peneidi, *P. longirostris* é una specie con abitudini alimentari eurifaghe; alterna, infatti, fasi di caccia attiva, in cui cattura piccoli pesci, cefalopodi e piccoli crostacei, con fasi in cui setaccia il fango alla ricerca di prede sedentarie più piccole come policheti, bivalvi, gasteropodi, echinodermi e soprattutto foraminiferi i cui resti si ritrovano a migliaia nei loro stomaci (Kapiris, 2004).

Il ciclo vitale di questo peneide è di almeno tre/quattro anni (Froglià, 1982; Ardizzone et al., 1990; Levi et al., 1995; Carbonara et al., 1998; D'Onghia et al., 1998). I sessi sono separati e l'accrescimento risulta essere differenziato: come in altri peneidi esiste un dimorfismo sessuale legato alle maggiori dimensioni delle femmine.

La maturità sessuale di *P. longirostris* si raggiunge per entrambi i sessi nel primo anno di vita (Froglià, 1982; Ardizzone et al., 1990). La taglia di prima maturità per le femmine, catturate in agosto, nel Mar Tirreno settentrionale risulta essere compresa tra i 24 e i 26 mm di lunghezza carapace. L'esemplare maturo più piccolo ritrovato misurava 17 mm (De Ranieri et al., 1986). Nel Tirreno meridionale la taglia di prima maturità è pari a 28.5 mm e la più piccola femmina matura è di 18.5 mm (Spedicato et al., 1996). Nel Mar Ionio la taglia di prima maturità risulta essere intorno ai 20/22 mm nelle femmine e i più piccoli esemplari maturi presentano lunghezza del carapace pari a 14/16 mm (D'Onghia et al., 1998).

Sebbene la **riproduzione** avvenga in tutto l'anno (Levi et al., 1995), la fase riproduttiva di *P. longirostris* inizia di preferenza in primavera, periodo nel quale le gonadi femminili non ancora mature si presentano di colore rosa trasparente, costituite per lo più da ovociti in fase iniziale di sviluppo. Con l'arrivo dell'estate gli ovociti si sviluppano maggiormente e mostrano attività previtellogenica; in questa fase la gonade femminile assume una colorazione beige-crema. Tra l'estate e l'autunno aumentano gli ovociti in attività vitellogenica e la gonade assume una colorazione verde chiaro. La piena maturità si raggiunge tra l'autunno e l'inverno periodo nel quale le gonadi appaiono di colore verde scuro, con l'ovario colmo di ovociti vitellogenici di forma stellata (Arculeo et al., 1992).

La colorazione degli ovari è determinata dalla presenza di caroteno-proteine che virano rapidamente sia a contatto con l'ambiente aereo, sia con i diversi fissativi, motivo per cui il semplice esame macroscopico colorimetrico, per definire lo stadio di maturità degli individui, deve essere supportato da un'indagine istologica (De Ranieri et al., 1986; Arculeo et al., 1992).

La densità di femmine mature catturate mostra un picco soprattutto nel periodo Novembre – Febbraio e uno successivo in Aprile; la percentuale più bassa di femmine mature si registra nei mesi di Giugno e Luglio anche se si osservano fenomeni di deposizione (Fiorentino et al., 2008).

Dopo l'emissione invernale inizia lo sviluppo delle fasi larvali planctoniche, nauplius, zoea e mysis, tipiche dei crostacei decapodi; la post-larva, ormai simile all'individuo adulto, raggiunge in primavera i fondi fango-sabbiosi della platea continentale, intorno ai 100/200 m di profondità ed incomincia la sua vita bento-pelagica (Heldt, 1938).

La fase di **reclutamento** avviene principalmente in autunno.

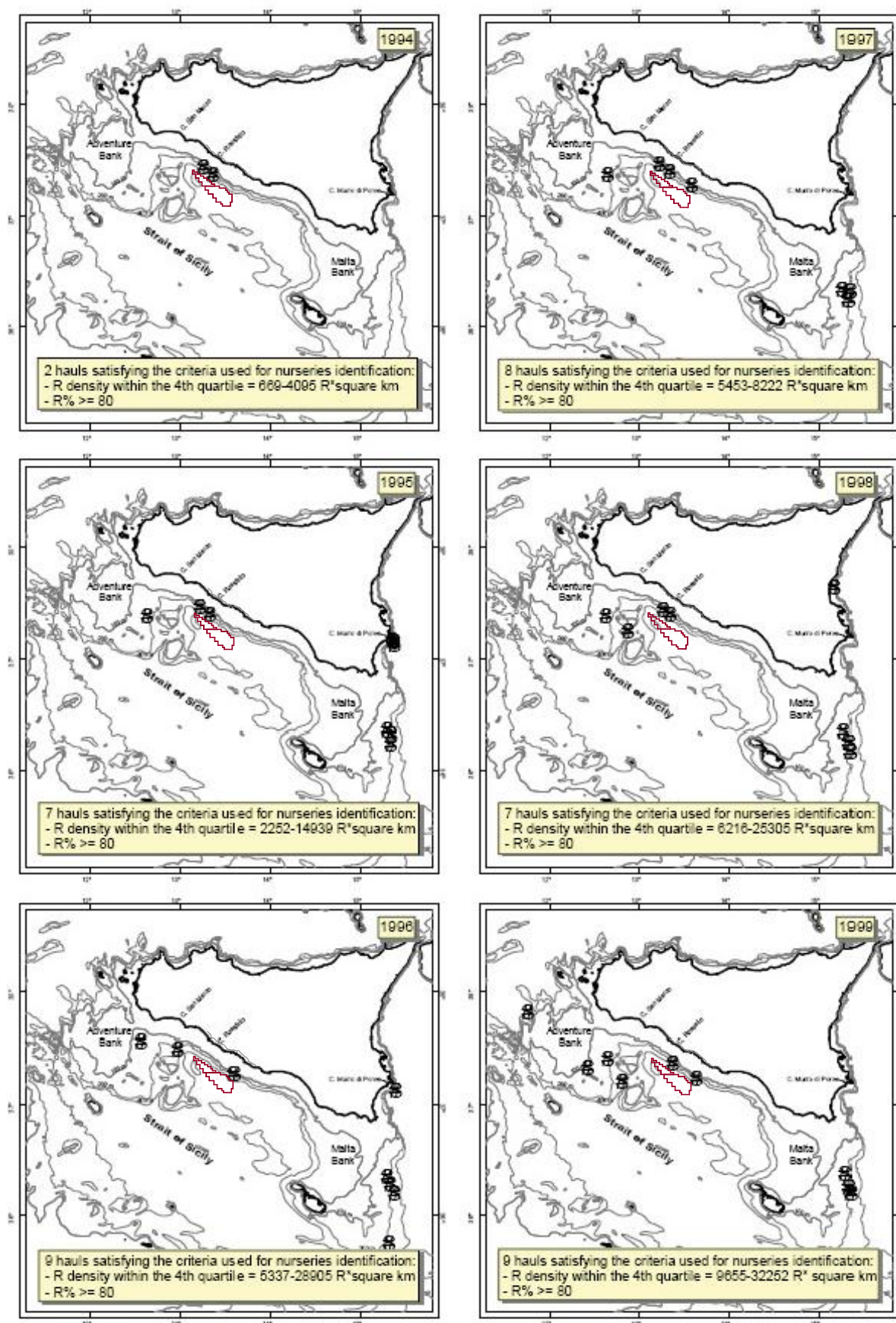


Figura 3-9 – Posizione delle cale nelle quali è stata identificata la presenza di reclute di *P. longirostris* tra il 1994 e il 1999 durante la campagna MEDITS (Fiorentino et al. 2004)

Per questa specie una preliminare rappresentazione geografica delle aree di *nursery* è fornita da Fiorentino et al. (2002) che, nel corso del programma MEDITS, individua nel versante settentrionale dello Stretto di Sicilia, due aree entrambe intorno ai 200 metri di profondità. La prima, nella parte centro-occidentale del Canale di Sicilia, corrispondente al largo di Capo Rossetto, e la seconda sul lato orientale del Banco di Malta nei pressi della scarpata ionica. Altre aree sono state individuate nei versanti occidentali e orientali del Banco Avventura sia in primavera che in autunno. Fortibuoni et al. (2010) e Fiorentino et al. (2008) hanno definitivamente confermato la presenza di aree *nursery* stabili nel margine orientale del Banco Avventura e del Banco di Malta.

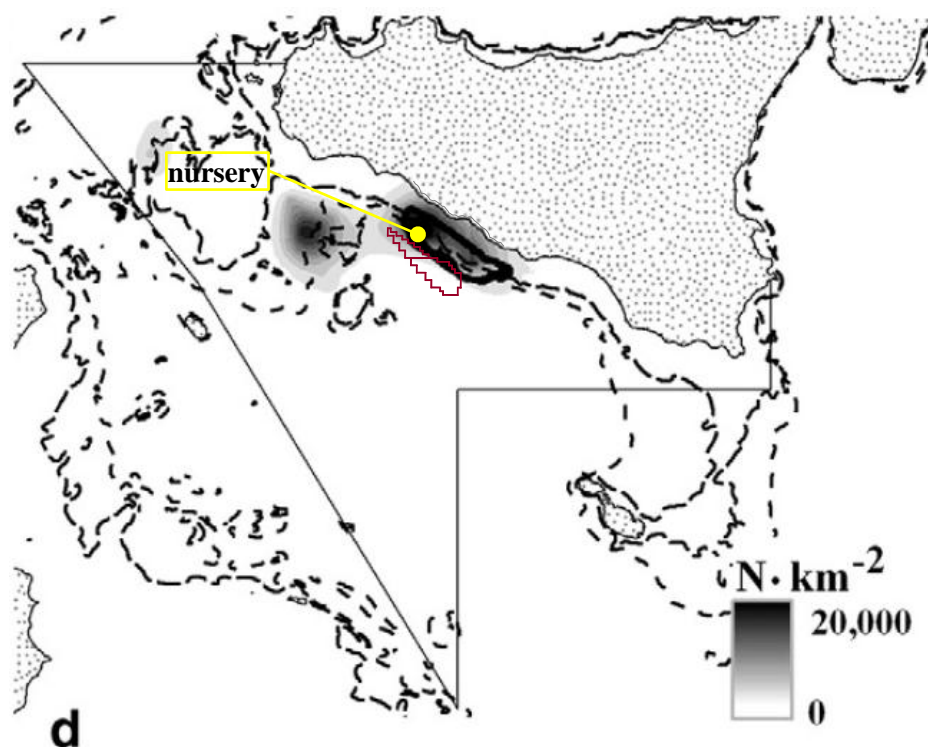


Figura 3-10 – Mappa di densità dei giovanili e indicazione delle nursery persistenti, delimitate da bordo nero, del *Parapeneus longirostris* (Garofalo et al. 2011)

Garofalo et al. identificano una nursery persistente di gambero rosa nella medesima area descritta dagli altri autori, in corrispondenza della batimetria dei 100-200m al largo di Capo Rossetto.



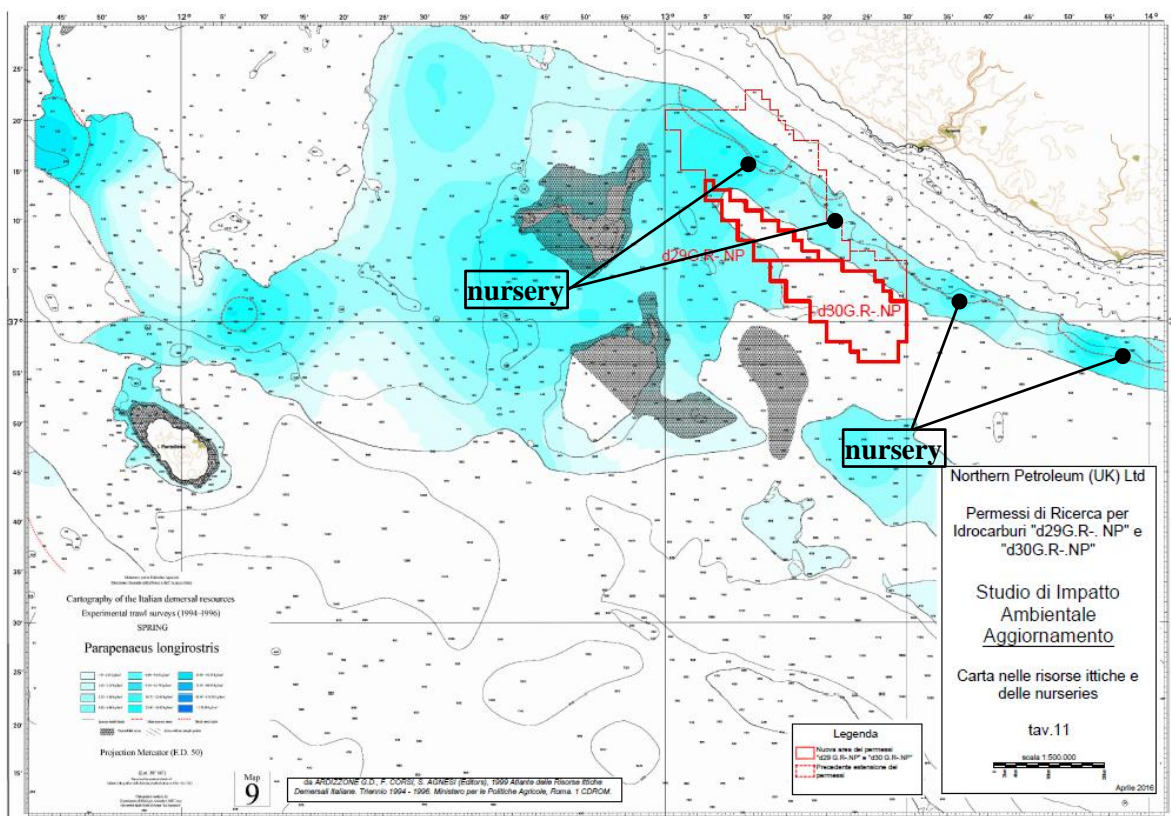


Figura 3-11 – Distribuzione di *Parapenaeus longirostris* nella stagione primaverile nel Canale di Sicilia

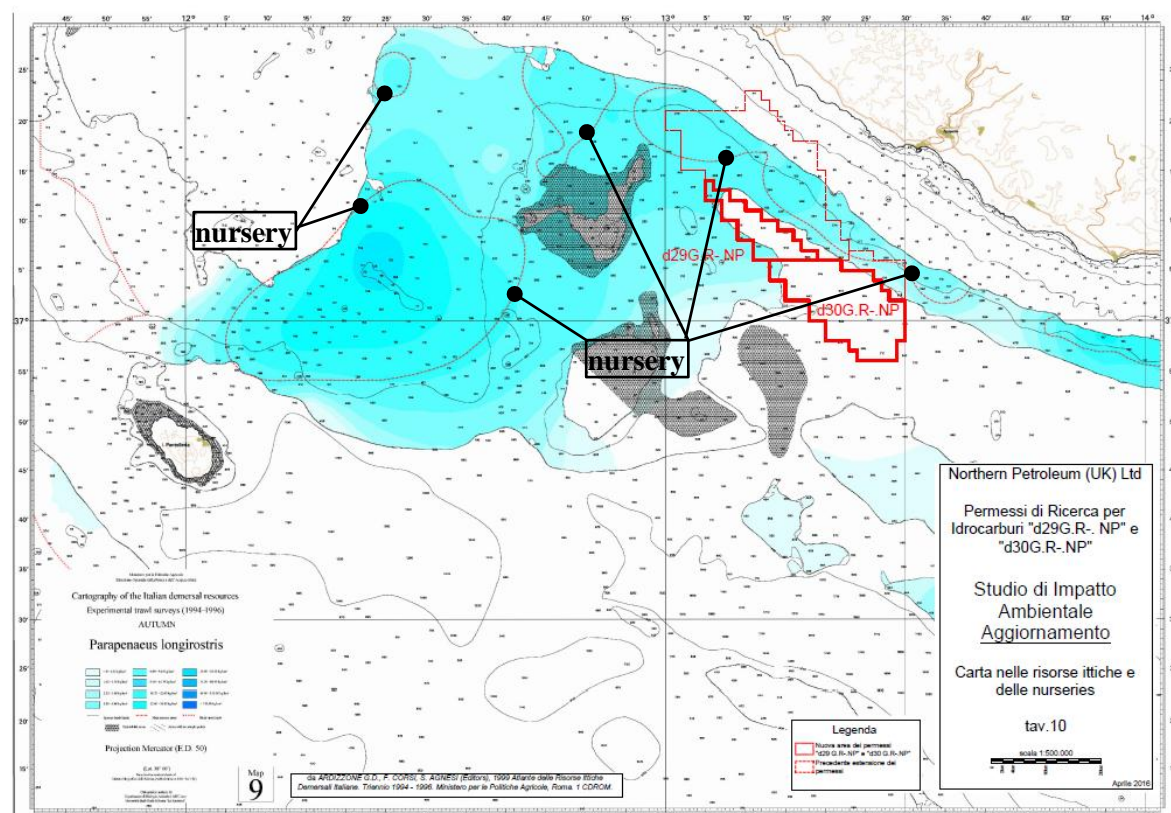


Figura 3-12 – Distribuzione di *Parapenaeus longirostris* nella stagione autunnale nel Canale di Sicilia

Infine le mappe pubblicate da Ardizzone et al. 1999 confermano la posizione delle nursery attorno alla batimetrica 100-200m, rilevando che durante la stagione primaverile l’area ricoperta dalle zone

di nursery sia minore rispetto alla stagione autunnale, durante la quale invece si osservano aree di nursery anche sul fianco NW del banco di Graham e nel tratto di mare tra il banco stesso e l'isola di Pantelleria

*P. longirostris* costituisce, nelle aree di maggiore concentrazione (Tirreno centro/meridionale, Canale di Sicilia e Mar Ionio), una delle risorse maggiormente sfruttate dalla pesca a strascico.

Tale attività viene condotta generalmente durante l'intero anno, anche se, una certa stagionalità nella pesca può verificarsi in relazione alle differenti condizioni meteo-marine o alla maggiore disponibilità di altre specie economicamente importanti, come gli aristeidi.

Tutto il pescato, composto di esemplari di taglia differente e di conseguenza di diverso valore economico, viene commercializzato.

L'applicazione di modelli di rendimento, strutturati per taglia/età, evidenzia per questa specie una condizione di leggero sovrasfruttamento (Ardizzone et al., 1990; Levi et al., 1995; D'Onghia et al., 1998). A sud delle coste siciliane il gambero rosa rappresenta la principale specie target ed è pescato sulla piattaforma continentale e sulla parte superiore della scarpata tutto l'anno anche se i picchi si registrano tra marzo e luglio.

#### 4. Analisi degli effetti di rilievi geofisici con air-gun sulle specie ittiche

Le attività di prospezione geofisica con air-gun possono avere un impatto fisiologico diretto e/o indiretto di tipo comportamentale, che si ripercuotono sulle popolazioni ittiche e di conseguenza sulla pesca.

Gli impatti diretti riguardano:

- i) l'aumento di mortalità delle uova delle larve e degli stadi giovanili in prossimità della sorgente acustica (Kostyuchenko 1973; Dalen and Knutsen, 1987; Holliday et al., 1987; Booman et al., 1992; Kosheleva, 1992; Popper et al., 2005).
- ii) danni fisiologici (McCauley et al., 2003).

Gli impatti indiretti sono quelli per i quali i pesci sottoposti a forti stimoli uditivi vanno incontro ad una reazione di allarme e di fuga più o meno prolungata, (Blaxter et al., 1981; Blaxter and Hoss, 1981; Popper and Carlson, 1998; Karlsen et al., 2004).

##### 4.1. Impatti diretti

###### 4.1.1. Effetti su organismi bentonici

| Autore                | Specie                                   | Lavoro sperimentale  | Osservazioni  |
|-----------------------|--|--|---|
| Webb e Kempf, 1998    | Gambero grigio<br><i>Crangon crangon</i> | Mare di Wadden. Array di 15 air-guns, volume totale 480 in <sup>3</sup> a 2,000 psi. Intensità 190 dB re 1 $\mu$ Pa @ 1m. Profondità di 2 metri            | Non sono stati registrati eventi di mortalità. Tasso di cattura stabile. Impatto limitato a causa della mancanza di organi con vuoti e esoscheletro rigido. |
| La Bella et al. 1996  | Vongola gialla<br><i>Paphia aurea</i>    | Adriatico. Centrale. Array di 16 air-guns, volume totale 2,500 in <sup>3</sup> a 2,000 psi. Intensità 210 dB/Hz re 1 $\mu$ Pa @ 1m. Profondità di 15 metri | Campionati con rete commerciale. Stessa densità di individui prima e dopo la prospezione. Nessuna evidenza di mortalità.                                    |
| Steffe e Murphy, 1992 | Gamberi                                  | New South Wales Australia. Monitoraggio con catture prima e dopo l'attività sismica  | Nessun cambiamento nei tassi di cattura   |

Sugli effetti dell'air-gun sulla fauna macrobentonica sono stati condotti pochi studi prevalentemente su specie di interesse commerciale. Oltre quelli riportati in tabella, concordi nel riportare l'assenza di effetti nocivi sugli organismi posti a solo un metro dalla sorgente acustica, possiamo citare l'analisi di Andriquetto-Filho et al. (2005) condotta su tre specie di gamberi atlantici: *Litopenaeus schmitti*, *Farfantepenaeus subtilis* e *Xyphopenaeus kroyeri*. Gli esperimenti, sono stati condotti tra Marzo e Aprile nella baia di Praia de Pratigi (Bahia, Brasile) a profondità comprese tra i 2 e i 15 metri.

Per simulare nella maniera più fedele possibile una reale indagine sismica, sono stati effettuati otto transetti lineari ad una distanza di 1400 metri l'uno dall'altro utilizzando una sorgente di 196 dB (re 1  $\mu$ Pa @ 1 m). Sono state effettuate catture tramite reti non selettive prima e dopo gli spari. I ricercatori non hanno rilevato nessun cambiamento nelle frequenze di cattura, prima e dopo l'attività

sismica, nelle tre specie analizzate. Tuttavia, essi sottolineano che le attività di pesca sono state condotte circa 12-36 h dopo l'esposizione alla fonte sismica. Questo potrebbe portare ad una sottostima della mortalità nell'ipotesi che in quel lasso di tempo lo stock si fosse rifornito con reclute provenienti da siti vicini. Gli stessi autori citano anche una relazione tecnica di Ostrensky et al. (2002) che ha valutato gli effetti dell'air-gun su gamberi di varie specie posti in gabbie. Anche in questo caso non sono stati registrati effetti letali sugli individui. Inoltre, dalle analisi istopatologiche, non sono stati rilevati danni ai tessuti.

#### 4.1.2. Effetti su pesci adulti e giovanili

| Autore                         | Lavoro sperimentale  | Osservazioni   |
|--------------------------------|--|--|
| La Bella et al. 1996           | Pesci posti in gabbia. 12 m di profondità. Air-gun array da 210 dB/Hz re1 $\mu$ Pa @ 1m. Passaggio della sorgente sismica ad una distanza di 150 metri | 200 spigole ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ). Nessun evento letale. Modificazioni comportamentali durante gli spari. Nessuna evidenza di effetti traumatici sulla struttura scheletrica dei pesci sei ore dopo gli spari. |
| Matishov, 1992                 | Air-gun singolo. 226 dB re1 $\mu$ Pa @ 1m. Profondità di 2 metri   | Stordimento transitorio: I merluzzi muoiono dopo 48 per lesioni interne.   |
| Kosheleva, 1992                | Air-gun singolo e array. 1,000 - 3,000 in <sup>3</sup> . Intensità 220 - 240 dB re1 $\mu$ Pa @ 1m. Profondità di 0.5 metri                             | 50% degli individui (merluzzi) a distanza ravvicinata dalla sorgente hanno mostrato lesioni alle cellule ematiche e agli occhi ed emorragie interne.   |
| Falk e Lawrence, 1973          | Air-gun singolo. 4916 cm <sup>3</sup> . Intensità 230 dB re 1 $\mu$ Pa @ 1m.   | Danni alla vescica natatoria nelle immediate vicinanze della sorgente.   |
| Kasimof et al.<br>(senza data) | Pressione 150 kg / cm <sup>2</sup>   | Letale (fino al 32%dei casi ) solo a nelle immediate vicinanze della sorgente. No mortalità da 1 a 3 m dalla sorgente  |

L'effetto letale dell'air-gun sembra limitarsi a pochi metri dalla sorgente e, con l'aumentare della distanza, si riscontrano sempre meno effetti letali a breve e lungo termine.

Infatti tra gli adulti e i giovanili, capaci di compiere spostamenti intenzionali in relazione agli stimoli esterni, prevale un comportamento di fuga prima ancora che la sorgente acustica si avvicini ad una distanza dimostrata letale.

#### 4.1.3. Effetti su uova e larve e avannotti

| Autore                | Lavoro sperimentale             | Osservazioni  |
|-----------------------|---------------------------------|---|
| Kosheleva, 1992       | Intensità<br>220 dB re1μPa @ 1m | Sogliola. Uova e larve muoiono ad 1 metro di distanza dalla sorgente. A due metri da essa non è stato rilevato nessun evento fatale.  |
| Matishov, 1992        | Intensità<br>250 dB re1μPa @ 1m | Merluzzo. Larve di 5 giorni subiscono danni alla retina alla distanza di un metro dalla sorgente.   |
| Dalen e Knutsen, 1987 | Intensità<br>222 dB re1μPa @ 1m | Merluzzo. No mortalità in uova e larve (piccolo air-gun Bolt 600B).   |
| Holliday et al. 1987  | Intensità<br>223 dB re1μPa @ 1m | Sardina. Danni a uova e larve a distanze maggiori di 2 metri. Possibile mortalità a distanze inferiori.   |
| Kostyvchenko, 1973    | Intensità<br>230 dB re1μPa @ 1m | Danni a uova di triglia e sardine e altre specie in un raggio di 5 metri. Tra i danni: deformazione della membrane esterna dell'uovo, arricciamento a spirale dell'embrione, spostamento dell'embrione e danni alla membrana vitellina. |

Le uova, larve e avannotti risentono maggiormente degli effetti diretti dell'air-gun, tra cui anche effetti letali, in quanto non sono in grado di allontanarsi volontariamente dalla sorgente acustica in avvicinamento.

I risultati di questi studi indicano che le lesioni e la mortalità di uova e larve si verificano ad una distanza ravvicinata (nel raggio di 2 m) dalla sorgente, e che diminuiscono rapidamente all'aumentare di essa. Già ad una distanza di 5 m dalla sorgente non si rilevano effetti letali su uova e larve.

Ulteriori esperimenti su larve, post-larve e avannotti hanno rivelato che tassi di mortalità relativamente elevati (10 - 20 %) sono stati trovati ad una distanza di 2 m.

Questi dati sperimentali indicano che le indagini sismiche causano un danno diretto alle uova e larve solo all'interno di un'area molto limitata intorno alla sorgente sismica.

Secondo Dalen et al. (1996) gli effetti a livello di popolazione, in termini di reclutamento della specie non è statisticamente significativo in quanto, in queste fasi del ciclo vitale, le specie sono generalmente ampiamente distribuite e il recupero è di solito rapido in risposta ai disturbi localizzati.

McCauley (1994) hanno dimostrato che la frazione del meroplancton colpito durante questo tipo di prospezioni sismiche è molto meno dell'1% della mortalità naturale. Inoltre eventi stocastici come ad esempio tempeste e trasporto del plancton da parte delle correnti possono, in alcuni casi, mascherare gli eventuali effetti dovuti ai rilievi sismici.

#### 4.2. Impatti indiretti

I disturbi indiretti sono dovuti al “rumore” provocato dalle prospezioni sismiche. Molti lavori sono stati condotti per verificare l'impatto che questo può avere sulle specie ittiche.

In condizioni naturali, i pesci sono in grado di rilevare il suono prodotto dall'air-gun anche a elevate distanze, e tendono ad allontanarsi dalla sorgente sonora. Lo spettro di frequenza dell'air-gun (10-200 Hz), coincide con lo spettro di frequenze che i teleostei riescono a rilevare (20-700 Hz) e il suono prodotto da questa sorgente sismica può essere percepito fino ad una distanza di oltre 100 km (Dalen et al., 1996).

Il tipo di risposta dipende dalle frequenze utilizzate e ovviamente al variare della distanza dalla sorgente (Tabella 4-1).

*Tabella 4-1 – Tabella riassuntiva sul comportamento dei teleostei in base alla livello di pressione e alla distanza dalla fonte di disturbo causata dall'air-gun: da McCauley, 1994.*

| Livello di pressione       | Comportamento                    | Distanza dalla sorgente acustica alla quale si manifesta il comportamento |
|----------------------------|----------------------------------|---|
| 160 dB re 1 $\mu$ Pa       | lievi cambiamenti                | 2.1-12 km   |
| 180 dB re 1 $\mu$ Pa       | atteggiamento allarme            | 630-2000 m  |
| 200 - 205 dB re 1 $\mu$ Pa | atteggiamento di spavento e fuga | 100-316 m   |

Per circa 40 anni, nel Mare del Nord sono state condotte molte indagini geofisiche e, soprattutto negli ultimi anni, le navi di prospezione geofisica hanno operato in aree di pesca per valutare l'impatto delle attività sismiche sul tasso di cattura e sul comportamento dei pesci.

Le prime osservazioni indicano che i pesci si tendono ad allontanarsi dalle sorgenti sismiche e che tale capacità dipende fortemente dalla taglia e dalle abilità natatorie proprie di ogni specie.

Løkkeborg (1991) ha studiato le catture con palangari a largo della Norvegia settentrionale. In due settimane di rilevazione sismica, con livelli delle sorgenti di picco di 238 dB re 1 $\mu$ Pa @ 1m, all'interno dell'area di indagine, le catture subiscono una riduzione dal 55 al 80 % fino ad una distanza di 5 km dalla sorgente. Le catture si sono ristabilizzate ai livelli iniziali nell'arco di 24 ore.

Nella stessa zona, Løkkeborg e Soldal (1993) hanno studiato gli effetti delle prospezioni sismiche con livelli delle sorgenti di circa 239-250 dB re 1 $\mu$ Pa @ 1m. Catture tramite reti da traino sono state effettuate prima, durante e dopo gli spari. Le catture di merluzzi sono diminuite del 79-83 % all'interno dell'area di acquisizione e fino ad un raggio di nove chilometri dalla sorgente. Dopo gli spari la popolazione è tornata alle condizioni iniziali in circa 12 ore.

Uno studio più dettagliato è quello condotto da Engas et al. (1993), che ha dimostrato che gli spari dell'air-gun possono incidere significativamente sulla distribuzione dei pesci anche a distanze molto grandi (18 miglia nautiche dalla sorgente). Sono state utilizzate come esempio le catture effettuate prima e dopo gli spari su due specie di pesci demersali, il merluzzo e l'eglefino. I tassi di cattura per queste due specie, dopo l'esperimento, sono diminuite di circa il 50% mentre al centro dell'area di tiro sono state registrate riduzioni fino al 70%. In questo caso, anche dopo 5 giorni dagli spari non era stato rilevato un aumento delle due specie nell'area interessata. Dunque gli autori sostengono che sia necessario un periodo più lungo di tempo per poter nuovamente cominciare a sfruttare la risorsa e, che la capacità e il tempo di ritorno dei pesci nell'area interessata può dipendere dalle caratteristiche proprie della specie (Evans e Nice, 1996).

Un altro effetto sui pesci pelagici gregari potrebbe essere quello della perdita della struttura gregaria passando dal formare dei banchi fitti ad una allungamento delle distanze tra gli esemplari.

Uno studio per valutare gli effetti biologici su macroscale che le esplosioni ad alta energia prodotte dall'air-gun possono produrre sulle specie pelagiche (in particolare sardine, acciughe, suri e sgombri) è stato condotto da Azzali (1996) nel mar Adriatico. La tecnica utilizzata in questo studio è stata quella acustica (*echosurvey*) integrata a campionamenti con rete pelagica. I risultati hanno evidenziato che la composizione verticale della biomassa subisce piccole variazioni nei diversi *survey* (strato superficiale 1÷9%, strato intermedio 41÷64%, fondo 31÷50%)

La densità media di biomassa, molto variabile prima dell'attività sismica (da 12 a 32 t/mil<sup>2</sup>), sembra stabilizzarsi durante e dopo gli spari a valori in linea con i minimi riscontrati prima degli spari (11-16 t/mil<sup>2</sup>) Infine il *survey* geofisico ha provocato solo una breve e temporanea diminuzione delle

forme di aggregazione a banchi, registrando un minimo di 14% durante il primo giorno di *survey* contro una media degli altri quattro *survey* di 27%-48%.

Le specie demersali invece tendono ad allontanarsi dalla sorgente sonora verso acque più profonde (Evans e Nice, 1996). Løkkeborg e Soldal (1993), lungo le coste della Norvegia, hanno osservato gli effetti di un array di 20 - 40 air-gun sul merluzzo nero. Gli esperimenti, condotti tramite campagne di pesca a strascico, hanno indicato che la specie fosse rimasta nella zona degli spari, spostandosi però a profondità più elevate. Chapman e Hawkins (1969) hanno osservato che il merlano, durante prospezioni con un singolo air-gun, si sposta verso profondità maggiori (54 m). Dalen e Knutsen (1987) hanno osservato gli effetti sulla variazione di batimetria di diversi pesci e in particolare sul melù (*Micromesistius poutassou*). Utilizzando un array di 40 air-gun con una pressione di 250 dB re 1µPa@1m hanno rilevato che l'abbondanza della specie nella zona di indagine era ridotta del 54%. Successivi campionamenti con reti a strascico su fondali più profondi hanno rilevato che la specie non aveva compiuto uno spostamento verso profondità maggiori ma che gli individui fossero migrati fuori della zona.

Un altro esperimento, utilizzando differenti classi di organismi, è stato condotto in Adriatico centrale, nei pressi di Ancona, durante l'estate del 1995 (La Bella et al., 1996). L'impatto dell'air-gun è stato valutato attraverso tre test: il primo su un'area a 75 miglia dalla costa, con profondità tra 70m e 75m, attraverso la misura delle catture con reti a strascico ed *echosurvey* (8 campionamenti effettuati prima del *survey* geofisico e ripetuti subito dopo sia di giorno che di notte); il secondo su un'area a circa 3 miglia dal promontorio del Conero a profondità di circa 15 metri con fondo limoso con alta densità di *Paphia aurea* (vongole), attraverso campionamenti con rete da posta e draga; il terzo ha studiato il comportamento di spigole (*D. labrax*) mantenute in gabbia sul fondo marino a circa 12 metri di profondità, all'avvicinarsi della sorgente air-gun da circa 3 miglia fino ad un minimo di 150 metri e osservate tramite telecamera.

Nel primo test le specie analizzate sono state il **merluzzo** (*Merluccius merluccius*), diviso in due categorie commerciali (piccoli <21 cm e grandi > 21 cm), lo scampo (*Nephrops norvegicus*) e il totano (*Illex coindetii*).

L'analisi delle catture con pesca a strascico non ha evidenziato cambiamenti significativi prima e dopo il *survey* geofisico in nessuna delle tre specie analizzate. La stima della biomassa tramite *echosurvey*, effettuata in contemporanea con il campionamento a strascico, non ha evidenziato una diminuzione della stessa. Inoltre dall'analisi emerge che le catture siano più influenzate dalla luce (giorno e notte) che dagli esperimenti con l'air-gun. Di seguito si riportano i dati elaborati nello studio di La Bella et al (1996) Nella prima tabella (TAB 1) sono riportati, per le tre specie analizzate, i dati di cattura divisi in giorno e notte prima e dopo i rilievi geofisici. Nella seconda tabella (TAB2) sono riportati i dati di biomassa.

| TAB. 1 - TRAWL CATCHES (NUMBER/1 HOUR TRAWLING) OBTAINED BEFORE AND AFTER AIR GUN SEISMIC PROSPECTION |       |              |       |                 |          |            |
|---|-------|--------------|-------|-----------------|----------|------------|
| Species   |       |              | mean  | range (min-max) | variance | ANOVA      |
| Hake small  | Day   | PRE air-gun  | 40.2  | 34 - 49         | 45.58    | F = 0.936  |
|   |       | POST air-gun | 35.8  | 28 - 41         | 40.90    |            |
|   | Night | PRE air-gun  | 10.0  | 6 - 14          | 10.66    | F = 5.133  |
|   |       | POST air-gun | 14.8  | 11 - 17         | 6.92     |            |
| Hake large  | Day   | PRE air-gun  | 36    | 32 - 46         | 45.33    | F = 0.028  |
|   |       | POST air-gun | 35    | 21 - 43         | 95.33    |            |
|   | Night | PRE air-gun  | 17.3  | 11 - 21         | 20.25    | F = 3.017  |
|   |       | POST air-gun | 12.5  | 8 - 15          | 9.67     |            |
| Squid   | Day   | PRE air-gun  | 49    | 29 - 63         | 247.33   | F = 0.234  |
|   |       | POST air-gun | 53    | 47 - 59         | 26.67    |            |
| Norway lobster  | Night | PRE air-gun  | 132.0 | 92 - 217        | 3280.7   | F = 0.0004 |
|   |       | POST air-gun | 131.3 | 82 - 203        | 2609.6   |            |

| <b>TAB. 2 - MEAN PELAGIC BIOMASS PER NAUTICAL MILE TRACK (ELECTRIC UNITS) OBTAINED BEFORE AND AFTER AIR GUN SEISMIC PROSPECTION</b> |          |      |                 |          |          |
|---|----------|------|-----------------|----------|----------|
|   | n. miles | mean | range (min-max) | variance | ANOVA    |
| PRE air-gun   | 26       | 295  | 90 - 551        | 12698    | F = 1.43 |
| POST air-gun  | 26       | 342  | 152 - 1071      | 28419    |          |

Nel secondo esperimento, la densità delle vongole è rimasta invariata e non sono stati rilevati individui morti o danneggiati.

Nel terzo esperimento le registrazioni video hanno mostrato che i pesci hanno avuto una risposta comportamentale all'avvicinarsi della sorgente acustica, senza registrare alcun evento letale. In particolare prime lievi modifiche comportamentali si sono registrate con la sorgente acustica alla distanza di 1 nm; quando la distanza era tra 0.5 nm e 150 i pesci si sono concentrati al centro della gabbia con orientazione casuale; una volta passata la sorgente acustica il comportamento è ritornato normale in circa un'ora di tempo. Le analisi biochimiche su vongole e spigole mostrano che i valori indicatori di stress ritornano a valori normali in circa 72 ore.

In sintesi, i risultati di studi condotti sia nel Mare del Nord e il Mar Adriatico indicano che gli individui capaci di mobilità esibiscono un comportamento temporaneo di fuga spostamento dalla zona sismica. L'entità di questo spostamento rientra comunque nel normale range geografico delle specie, e in poco tempo (in genere da ore a alcuni giorni) è stato rilevato un recupero pressoché totale dei livelli di cattura precedenti alle operazioni sismiche.



### 4.3. Sintesi impatti diretti e indiretti

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva degli impatti diretti ed indiretti delle prospezioni geofisiche con airgun su pesci e organismi bentonici.

|   | <b>Effetti diretti</b>  | <b>Effetti indiretti</b>  |
|---|---|---|
| <b>Meroplancton (uova, larve, avannotti)</b>      | Effetti anche letali a distanza <5m, assenza effetti a distanze maggiori  | Nessuno, in quanto non caratterizzati da un comportamento specifico   |
| <b>Organismi bentonici (decapodi e molluschi)</b> | Nessun effetto letale ad una distanza >2m, in quanto organismi poco sensibili alle differenze di pressione a causa della mancanza di vescica natatoria e della presenza di esoscheletro | Non riportati   |
| <b>Specie demersali adulte e giovanili</b>        | Effetti anche letali a distanza <5m quando impossibilitati ad allontanarsi  | Modificazioni del comportamento: atteggiamento di spavento e allontanamento già a distanza di vari chilometri dalla sorgente acustica; Ripristino delle condizioni preesistenti in genere da ore a alcuni giorni  |
| <b>Specie pelagiche adulte e giovanili</b>        | Effetti anche letali a distanza <5m quando impossibilitati ad allontanarsi  | Modificazioni del comportamento: atteggiamento di spavento e allontanamento già a distanza di vari chilometri dalla sorgente acustica; momentanea perdita della eventuale struttura gregaria e dispersione nella colonna d'acqua; Ripristino delle condizioni preesistenti in genere da ore a alcuni giorni |

## 5. Analisi degli impatti dei rilievi geofisici di progetto per le tre specie target nel Canale di Sicilia

### 5.1. *Merluccius merluccius*

#### 5.1.1. Impatto su uova, larve ed avannotti

Come riportato in precedenza, gli stadi planctonici del Merluzzo (uova, larve e avannotti), potrebbero trovarsi ugualmente distribuiti lungo la colonna d'acqua ed durante tutto l'anno nelle aree oggetto di prospezione, con concentrazioni presumibilmente maggiori in corrispondenza dei picchi riproduttivi primaverili, estivi ed invernali.

L'impatto delle prospezioni sulle forme meroplanctoniche si può considerare estremamente limitato in quanto la durata delle prospezioni è molto inferiore al periodo riproduttivo del merluzzo, e coinvolge un volume d'acqua estremamente limitato rispetto alla distribuzione spaziale di tali forme.

Stimando anche grossolanamente che il volume d'acqua all'interno del quale si presentano caratteristiche di pressione tali da produrre effetti letali è stimabile in circa 300mc per ogni metro transetto, e che lo sviluppo complessivo dei transetti è di qualche centinaio di chilometri lineari su un'area di indagine di centinaia di chilometri quadrati con profondità medie superiori a 500m, si può valutare che l'incidenza volumetrica del volume con effetti letali sul volume complessivo sia dell'ordine di  $10^{-3}$  (ovvero 1/1000). Se inoltre si considera che il passaggio della sorgente acustica provoca effetti sugli organismi presenti in uno specifico momento e nelle sue immediate vicinanze, rispetto invece al lungo periodo di riproduzione e sviluppo esteso a quasi tutto l'anno, si può stimare su base annua che l'incidenza della mortalità degli stadi meroplanctonici sia dell'ordine di  $10^{-4}$  (ovvero 1 su 10.000), ovvero una quantità assolutamente esigua rispetto alle dinamiche di reclutamento di larve e avannotti nella popolazione adulta.

L'impatto può essere considerato pertanto **trascurabile**.

#### 5.1.2. Impatto sui giovanili

Secondo quanto riportato da Ardizzone et al. 1999 e dagli altri studi condotti nel canale di Sicilia (Garofalo et al., 2011) per questa specie le zone di *nursery* si trovano al di fuori dalle zone di indagine.

Tutte le aree con alta concentrazione di giovanili si trovano ad una profondità di circa 100-200 metri e dunque sufficientemente distanti dalla sorgente acustica che, come abbiamo visto in precedenza, risulta letale solo fino a 5 metri di distanza dagli individui.

In questo caso si può ragionevolmente presupporre che gli individui giovanili, capaci di mobilità in risposta a stimoli esterni, si possano allontanare dalle zone di indagine quando i livelli di pressione acustica ingenerino una reazione di spavento, al pari degli adulti.

Pertanto si possono ragionevolmente escludere effetti letali diretti sui giovanili. Come osservato per altre specie simili, il ritorno nelle zone precedentemente abbandonate può avvenire da poche ore a pochi giorni. Gli effetti indiretti sono quindi molto limitati nel tempo, e pertanto **trascurabili**.

#### 5.1.3. Impatto sugli adulti e sulla pesca

Il merluzzo si pesca in tutta l'area di indagine e durante tutto l'anno. (Ardizzone 1999).

Come riportato in letteratura, gli individui adulti tendono ad allontanarsi dalle zone di prospezione per ripopolarle in breve tempo.

L’impatto delle prospezioni sull’attività pesca è quindi limitato alla durata delle prospezioni e al tratto di mare direttamente indagato.

## 5.2. *Mullus barbatus*

### 5.2.1. Impatto su uova, larve ed avannotti

Come riportato in precedenza, nel Canale di Sicilia si osservano, per questa specie, due aree principali di deposizione: una sul Banco Avventura, a sud-ovest delle coste della Sicilia e l’altra sul Banco di Malta, tra la Sicilia e Malta, entrambe ad una profondità di circa 100-150m (Fiorentino et al., 2008, Garofalo et al 2004), nei mesi da Maggio a Luglio.

Anche se le aree di deposizione sono distanti dalle aree di indagine, non si può escludere che le uova, trasportate dalle correnti, possano subire i noti effetti diretti qualora si trovassero nelle zone di indagine durante il periodo di prospezione.

Come visto per il caso del merluzzo, l’impatto risulterebbe essere estremamente limitato.

### 5.2.2. Impatto sui giovanili

Per la triglia di fango non si riscontrano vere e proprie aree di *nursery* (Garofalo et al 2011). In prossimità della costa Ardizzone et al. (1999) riportano l’aggregazione di giovanili che però non risulta stabile e dunque non è sempre possibile stabilire una precisa localizzazione dei giovanili. Le aree di nostro interesse, caratterizzate da profondità maggiori di 450m, non sono interessate dalle aree di aggregazione e reclutamento dei giovanili.

Si possono escludere effetti letali diretti sui giovanili.

### 5.2.3. Impatto sugli adulti e sulla pesca

Le aree di pesca della triglia sono concentrate principalmente nella zone sottocosta, con una concentrazione maggiore di individui nelle media vicinanze di Porto Empedocle fino alla batimetrica dei 60m.

Le zone di pesca non si sovrappongono rispetto all’area delle prospezioni.

L’impatto delle prospezioni sull’attività pesca è quindi nullo.

## 5.3. *Parapenaeus longirostris*

### 5.3.1. Impatto su uova, larve

Come riportato la riproduzione avviene durante tutto l’anno, con un periodo di maggiore intensità nella stagione autunno-invernale.

Le aree di deposizione non interessano le aree di prospezione, trovandosi a circa 100-200m di profondità.

Le uova, trasportate dalle correnti, potrebbero subire i noti effetti diretti durante il periodo di prospezione

Essendo la riproduzione continua nell'arco dell'anno, e le prospezioni limitate ad un periodo di poche settimane l'impatto risulterebbe essere estremamente limitato, come già analizzato nel caso del merluzzo.

### 5.3.2. Impatto sui giovanili

Secondo Ardizzone et al. 1999, le aree di *nursery* e reclutamento del gambero rosa sono esterne alle zone di indagine sia in periodo primaverile che autunnale. Le aree di *nursery* e reclutamento del gambero rosa si trovano ad elevate profondità (circa 100-300 metri) dunque in ogni caso il possibile disturbo arrecato dalla sorgente acustica per le prospezioni sismiche sarebbe minimo e la mortalità che, ricordiamo essere stata verificata fino a 5 metri di distanza dalla sorgente sarebbe praticamente nulla.

A differenza dei pesci, i gamberi non compiono ampi spostamenti in caso di disturbo da rumore, e quindi non ci si aspetta che lascino le aree durante le prospezioni.

Come hanno osservato Ostrensky et al. (2002), gli effetti dell'air-gun su gamberi di varie specie posti in gabbie non sono mai stati letali, e le analisi istopatologiche non hanno mai messo in luce danni ai tessuti.

Pertanto si può ragionevolmente stimare che l'impatto delle prospezioni sia trascurabile.

### 5.3.3. Impatto sugli adulti e sulla pesca

Dal momento che il gambero non mostra atteggiamenti di fuga in caso di esposizione a rumore da airgun, si stima che l'impatto sulla pesca sia nullo.

## 5.4. *Conclusioni*

Il merluzzo mostra aree di deposizione nel margine esterno sud-occidentale del Banco Avventura a circa 100-200 metri di profondità ed aree di *nursery*, sia in primavera che in autunno sul versante orientale del Banco Avventura a circa 200 metri di profondità.

La triglia mostra aree di deposizione ubicate sul Banco Avventura a circa 100-150 m; le aree di aggregazione di giovanili risultano interessare tutta la fascia costiera meridionale siciliana con una area di persistenza compresa tra Mazara del Vallo e Sciacca.

Le aree di *nursery* del gambero rosa sono ubicate nella parte centro-occidentale del Canale di Sicilia, (Capo Rossetto), a circa 100-300 metri di profondità, e sul versante occidentale ed orientale del Banco Avventura, sia in primavera che autunno; queste aree risultano prossime ad aree di *spawning*.

E' stata confermata per il nasello e il gambero rosa la presenza di importanti aree di *nursery* stabili nel tempo, che supportano di anno in anno un'elevata densità di giovanili. Esse hanno una superficie che copre il 3,5% per il gambero rosa e il 9% per il merluzzo dell'habitat potenziale di queste specie e dunque danno un contributo significativo alla popolazioni adulte residenti nell'area.

La completa sovrapposizione delle nursery di queste due specie in primavera e in autunno rafforzano il ruolo di questo habitat identificandolo come essenziale per la vita dei giovanili. Per quanto riguarda la triglia, la distribuzione di reclute è risultata essere variabile nello spazio e nel tempo se non in una piccola zona sulla costa sud -occidentale della Sicilia, e di conseguenza non si possono definire vere e proprie nursery. Inoltre per questa specie non è possibile stabilire il potenziale contributo che hanno le aggregazioni di giovanili nel rifornire la popolazione adulta.

Le principali aree di *nursery* persistenti e di deposizione nel versante settentrionale del Canale di Sicilia sono in definitiva localizzate soprattutto in prossimità del Banco Avventura.

Con riferimento a quanto in precedenza sugli effetti sia diretti che indiretti delle prospezioni geofisiche con air-gun sui diversi organismi e sulle loro fasi del ciclo vitale, si può ritenere che gli effetti diretti, ovvero letali o sub-letali, interessino gli organismi (sia fasi meroplanctoniche che mature) solo nelle immediate vicinanze della sorgente acustica (entro 5m).

Essendo le fasi meroplanctoniche le uniche non in grado di allontanarsi spontaneamente, sono quelle che possono subire gli effetti diretti dell'air-gun.

Gli effetti indiretti si manifestano negli individui capaci di movimento (pesci maturi o giovanili) e consistono nell'allontanamento temporaneo (da poche ore a qualche giorno) dalla zona di indagine.

I crostacei, anche se dotati di mobilità ridotta, sono poco sensibili alle sollecitazioni di pressione anche se posti artificialmente in prossimità della sorgente acustica, in quanto privi di cavità gassose al loro interno, al contrario dei pesci dotati di una vescica natatoria.

Tabella 5-1 – Sintesi degli impatti delle prospezioni sui diversi stadi evolutivi delle tre specie target analizzate, nelle zone interessate dalle prospezioni geofisiche con air-gun.  
 “-“: sovrapposizione con aree di prospezione bassa o nulla  
 “+“: sovrapposizione con aree di prospezione documentata

|                       |         | <b>Merluzzo</b>  | <b>d29</b> | <b>d30</b> |
|-----------------------|---------|--|------------|------------|
| <b>Spawning</b>       | Descr.  | Periodo riproduttivo esteso a tutto l’anno<br>Aree: a SW del Banco Avventura a sud di Malta  | -          | -          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (mortalità indotta trascurabile rispetto alla mortalità naturale)  |            |            |
| <b>Nursery</b>        | Descr.  | Nursery persistenti (primavera ed autunno) tra 130 e 300m di profondità, prevalentemente tra il banco Avventura e il banco di Graham | -          | -          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (allontanamento temporaneo individui)  |            |            |
| <b>Adulti e pesca</b> | Descr.  | Pesca estesa a tutta l’area in tutto l’anno  | +          | +          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (allontanamento temporaneo individui)  |            |            |

|                       |         | <b>Triglia di fango</b>   | <b>d29</b> | <b>d30</b> |
|-----------------------|---------|---|------------|------------|
| <b>Spawning</b>       | Descr.  | Periodo riproduttivo: da Maggio a Luglio<br>Aree: su Banco Avventura a tra la Sicilia e Malta                       | -          | -          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (mortalità indotta trascurabile rispetto alla mortalità naturale)                               |            |            |
| <b>Nursery</b>        | Descr.  | Nursery non persistenti, distribuite sottocosta fino a 60m di profondità, variabili nello spazio e nel tempo        | -          | -          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (allontanamento temporaneo individui)   |            |            |
| <b>Adulti e pesca</b> | Descr.  | Pesca sottocosta principalmente in autunno, fino a 60m  | -          | -          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (allontanamento temporaneo individui, minima sovrapposizione delle aree di pesca e prospezione) |            |            |

|                       |         | <b>Gambero rosa</b>   | <b>d29</b> | <b>d30</b> |
|-----------------------|---------|---|------------|------------|
| <b>Spawning</b>       | Descr.  | Periodo riproduttivo: esteso a tutto l’anno con maggiore intensità in autunno-inverno<br>Aree: in tutto il Canale di Sicilia, tra 100m e 200m di profondità | -          | -          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (mortalità indotta trascurabile rispetto alla mortalità naturale)   |            |            |
| <b>Nursery</b>        | Descr.  | Nursery persistenti (primavera ed autunno) tra 100m e 300m di profondità tra Sciacca e Porto Empedocle e ad est del banco Avventura                         | -          | -          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (assenza di effetti diretti/indiretti sui gamberi)  |            |            |
| <b>Adulti e pesca</b> | Descr.  | Pesca estesa a tutto l’anno.  | -          | -          |
|                       | Impatto | <b>Trascurabile</b> (assenza di effetti diretti/indiretti sui gamberi, nessun allontanamento degli individui dall’area)                                     |            |            |

Come risulta, le aree di prospezione non sono direttamente interessata da aree di *nursery* o aree di deposizione delle specie indagate.

In base alle informazioni raccolte per le tre specie target, sia sulla loro distribuzione nelle diverse fasi del ciclo biologico che sugli effetti diretti e indiretti dell'air-gun, si può complessivamente considerare **l'impatto delle prospezioni geofisiche di progetto trascurabile**.

Non è possibile individuare un periodo più opportuno di un altro per lo svolgimento delle prospezioni geofisiche, in quanto non sono stati riscontrati impatti di maggior rilievo in specifici periodi dell'anno per la specie analizzate: l'impatto è sempre stato valutato trascurabile per tutte le specie, nelle diverse forme, in tutto il periodo dell'anno.

## 6. Allegati

Cartografia tematica

- Tav.1 – Ubicazione (1:250.000)
- Tav.2 – Batimetria (1:250.000)
- Tav.3 – Biocenosi (1:250.000)
- Tav.4 – Prospezione geofisica (1:250.000)
- Tav.5 – Vincoli (1:500.000)

Carta delle risorse ittiche e delle *nurseries* (1:500.000)

- Tav.6 – *Mullus barbatus* - Primavera
- Tav.7 - *Mullus barbatus* - Autunno
- Tav.8 - *Merluccius merluccius* - Primavera
- Tav.9 - *Merluccius merluccius* - Autunno
- Tav.10 – *Parapenaeus longirostris* - Primavera
- Tav.11 - *Parapenaeus longirostris* - Autunno

## 7. Bibliografia

- Abella A., Fiorentino F., Mannini A., Orsi Relini L. 2008. Exploring relationships between recruitment of European hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) and environmental factors in the Ligurian Sea and the Strait of Sicily (Central Mediterranean). J. Mar. Syst. 71:279-293.
- Andaloro F., Prestipino SG. 1985. Contribution to the knowledge of the age and growth of striped mullet, *Mullus barbatus* (L., 1758) and red mullet *Mullus surmuletus* (L., 1758) in the Sicilian Channel. FAO Fish. Rep. 336:89-92
- Andriquetto-Filho JM., Ostrensky A., Pie MR., Silva UA., Boeger WA. 2005. Evaluating the impact of seismic prospecting on artisanal shrimp fisheries. Continent. Shelf Res. 25:1720-1727.
- Arcangeli A., Caltavuturo G., Marini L., Salvati E., Tringali M., Valentini T., Villetti G. 2001. Avvistamenti invernali di cetacei nel Canale di Sicilia. Natura. Società Italiana di Scienze Naturali Museo Civico di Storia Naturale. Milano. 90:5-9.
- Arculeo M., Galoto G., Cuttitta A. 1992. Aspetti riproduttivi in *Parapenaeus longirostris* (Crustacea, Decapoda) nel Golfo di Castellammare (SiciliaN/W). Suppl .Not. S.I.B.M. 1:271-272.

- Ardizzone GD. 1998. Un tentativo di valutazione delle condizioni di *Merluccius merluccius* e *Mullus barbatus* nei mari italiani. *Biol. Mar. Medit.* 5:151-168
- Ardizzone GD., Chimenz C., 1982. Primi insediamenti bentonici della barriera artificiale di Fregene. Atti del Convegno Progetto Finalizzato C.N.R. Oceanografia e Fondi Marini. Roma, Novembre 1981:165-181
- Ardizzone GD., Corsi F., Agnesi S. 1999 Atlante delle risorse ittiche demersali italiane triennio 1994-96. Ministero per le Politiche Agricole. Roma
- Ardizzone GD., Gravina MF., Belluscio A., Schintu P. 1990. Depth-size distribution pattern of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda) in the central Mediterranean Sea. *J. Crustacean Biol.* 10:139-147.
- Auteri R., Abella A., Baino R., Donati L., Lazzeretti A., Righini P., Serena F., Silvestri R. 1996. Studio per l'individuazione di un sistema razionale per lo sfruttamento del rossetto nell'Alto Tirreno. Rapporto Ministeriale, 51 pp.
- Auteri R., Volpi C. 1987. Valutazione delle risorse demersali dalla foce del Magra all'Isola d'Elba (U.O. 3). Relazione del triennio 1985-1987. ISTIP. 142 pp.
- Azzali M. 1996 Caratterizzazione quantitativa mediante echosurvey sulle possibili interazioni tra fauna pelagica e attività di prospezione CNR IRPEM. CEOM Palermo
- Azzali M. 1996 Valutazione degli effetti acuti (prove di mortalità) e subacuti (analisi delle risposte comportamentali) dell'Air-gun su pesci fisostomi (sardine e/o acciughe) e caratterizzazione dell'impulso emesso dalla sorgente di air-Gun CNR IRPEM. CEOM Palermo.
- Azzali M., Rivas G., Cannata S., Ceffa L. 1998. Assesment of behaviour responses of small pelagig fish elicide by air-gun. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.* 35:368-369.
- Badalamenti F., D'anna G., Fazio F., Gristina M., Lipari R., 1993. Relazioni trofiche tra quattro specie ittiche catturate su differenti substrati nel Golfo di Castellammare (Sicilia N/O). *Biol. Mar. Suppl. al Notiziario*
- Beranger K., Mortier L., Gasparini G.-P., Gervasio L., Astraldi M., Crepon M., 2004. The dynamics of the Sicily Strait: a comprehensive study from observations and models, *Deep- Sea Res.* 51:411-440.
- Blaxter JHS., Gray JAB., Denton EJ. 1981. Sound and startle response in herring shoals. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 61: 851-869.
- Blaxter JHS., Hoss DE. 1981. Startle response in herring: The effect of sound stimulus frequency, size of fish og selective interference with the acoustic-lateralis system. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 61: 871-879.
- Bombace G. 1972. Considerazione sulla distribuzione delle popolazioni di livello batiale con particolar riferimento a quelle bentoniche. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca. Ancona.* 1:65-83
- Booman C., Leivestad H., Dalen, J. 1992. Effects of Air-gun Discharges on the Early Life Stages of Marine Fish. *Scandinavian OIL-GAS Magazine Vol. 20 No 1/2 1992.*
- Boudouresque C.F., Bertrand M.C., Bouladier E., Foret P., Meinesz A., Pergent G., Vitiello P. 1990. Le Réseau de surveillance des herbiers de Posidonies mis en place en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. *Rapp. Commiss. Int. Mer Médit.* 32:11



- Cañadas A., Sagarminaga R., García-Tiscar S. 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep Sea Research*. 49:2053-2073.
- Carbonara P., Silecchia T., Lembo G., Spedicato MT. 1998. Accrescimento di *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) nel Tirreno Centro-Meridionale. *Biol. Mar. Medit.* 5:665-667
- Castellote M., Clark CW., Colmenares F., Esteban JA. 2009. Mediterranean fin whale migration movements altered by seismic exploration noise. *Journal of the Acoustical Society of America* 125:2519.
- D’Onghia G., Matarrese A., Maiorano P., Perri F. 1998. Valutazione di *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Crustacea, Decapoda) nel Mar Ionio. *Biol. Mar. Medit.* 5:273-283.
- Dalen J., Knutsen GM. 1987. Scaring effects in fish and harmful effects on eggs, larvae and fry by offshore seismic explorations. In Merklinger, H.M. (ed.) *Progress in Underwater Acoustics*. Plenum Publishing Corporation: 93-102.
- Dalen J., Ona E., Soldal AV., Sætre R. 1996. Seismic investigations at sea; an evaluation of consequences for fish and fisheries. Institute of Marine Research, *Fisken og Havet*. 9:26 pp.
- De Ranieri S. 1980. La maturità sessuale nelle femmine di *Mullus barbatus* L. nell’alto Tirreno. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. ser. B.* 86:378-382.
- De Ranieri S., Biagi F., Mori M. 1986 Note sulla biologia riproduttiva di *Parapenaeus longirostris* (Lucas) nel Tirreno Settentrionale. *Nova Thalassia* 8:627-628.
- D’onghia G., Tursi A., Matarrese A., Pollicoro R., Caroppo C. 1989. Alcuni aspetti biologici e gestionali della pesca di *Merluccius merluccius*, *Micromesistius poutassou*, *Phycis blennoides* e *Mullus barbatus* nel Mar Jonio. *Nova Thalassia*. 10:17-424.
- Drouot V., Gannier A., Goold JC. 2004. Summer social distribution of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the Mediterranean Sea. *Journal of the marine Biological Association of the United Kingdom* 84:675-680.
- Engås A., Løkkeborg S., Ona E., Soldal AV. 1993 Effects of seismic shooting on catch and catch availability of cod and haddock. Institute of Marine Research. *Fisken Og Havet NR 9-1993*, unpublished.
- Evans PGH., Nice, H.1966 Review of the effects of underwater sound generated by seismic surveys on cetaceans. Report to the UKOOA.
- Falk MR., Lawrence MJ. 1973. Seismic exploration: its nature and effects on fish. Canada Technical Report Series No. CEN/T-73-9. Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Resource Management Branch, Fisheries Operations Directorate. Central Region (Environment), Winnipeg, MB.
- Fiorentino F. 2006. Delineating habitats used by different life phases of hake in the Strait of Sicily. In STEFC. *Sensitive and Essential Fish Habitats in the Mediterranean Sea*. Rome: Commission of the European Communities. Pp 203-234.
- Fiorentino F., Garofalo G., Gristina G., Gancitano S., Norrito G. 2004. Some relevant information on the spatial distribution of demersal resources, benthic biocenoses and fishing pressure in the Strait of Sicily. In: Report of the MedSudMed Expert Consultation on Spatial Distribution of Demersal Resources in the Straits of Sicily and the Influence of environmental factors and fishery characteristics. *MedSudMed Technical Documents*. 2:50-66.

- Fiorentino F., Meriem S., Bahri T., Camilleri M., Dimech M., Ezzeddine-Naja S., Massa F., Jarboui O., Zgozi S. 2008. Synthesis of information on some target species in the MedSudMed Project area (central Mediterranean). GCP/RER/010/ITA/MSM- TD-15. MedSudMed Technical Documents. 15:67.
- Fiorentino F., Zamboni A., Orsi Relini L. 1996. La valutazione dello sfruttamento di *Merluccius merluccius* (L.) nel Mar Ligure mediante il modello strutturale di Thompson e Bell. Biol. Mar. Medit. 3:48 -552.
- Flamigni C. 1983 Preliminary utilization of trawl survey data for hake (*Merluccius merluccius* L.) population dynamics in the Adriatic Sea. FAO Rapp. Pechs / FAO Fish.Rep. 290:109-115.
- Forcada J., Notarbartolo di Sciara G., Fabbri F. 1995. Abundance of fin whales and striped dolphins summering in the Corso-Ligurian basin. Mammalia. 59:127-140.
- Fortibuoni T., Bahri T., Camilleri M., Garofalo G., Gristina M., Fiorentino F. 2010. Nursery and spawning areas of deep-water rose shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Decapoda: Penaeidae), in the Strait of Sicily. Journal of Crustacean Biology 30:167-174
- Frattini C., Paolini M. 1995. Ruolo delle acque profonde nel Medio Adriatico quale nursery per *Merluccius merluccius* (L.).Biol. Mar. Mediterr. 2:281-286.
- Freiwald A., Beuck L, Rüggeberg A., Taviani M., Hebbeln D., R/V Meteor Cruise M70-1 Participants. 2009. The White Coral Community in the Central Mediterranean Sea Revealed by ROV Surveys. Oceanography 22:58–74
- Frogliola C. 1982. Contribution to the knowledge of the biology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas) (Decapoda, Penaeidae). Quad. Lab. Tecnol. Pesca. 3:163-168.
- Frogliola C., Giovanardi O., Piccinetti C., 2000 Valutazione dell’impatto sulle risorse biologiche della pesca a strascico entro le tre miglia dalla costa. Biol. Mar. Medit. 7:106-111.
- García Lafuente J., Vargas J.M., Criado F., García A., Delgado J., Mazzola S., 2005. Assessing the variability of hydrographic processes influencing the life cycle of the Sicilian Channel anchovy, *Engraulis encrasicolus*, by satellite imagery. Fish. Oceanogr. 14:32-46.
- Garofalo G., Bel Hassen M., Jarboui O., Zgozi S., Gristina M., Fiorentino F., Ragonese S.,M. Camilleri. 2008. Preliminary results on spatial distribution of abundance indices, nursery and spawning areas of *Merluccius merluccius* and *Mullus barbatus* in the central Mediterranean. Med-SudMed Technical Documents. 19:24.
- Garofalo G., Fiorentino F., Bono G., Gancitano S., Norrito G. 2004. Localisation of spawning and nursery areas of Red mullet (*Mullus barbatus*, Linnaeus) in the Italian side of the Strait of Sicily (Central Mediterranean). GIS/Spatial Analyses in Fishery and Aquatic Sciences. 2:101-110.
- Garofalo G., Fiorentino F., Gristina M., Cusumano S., Sinacori G. 2007. Stability of spatial pattern of fish species diversity in the Strait of Sicily (central Mediterranean). Hydrobiologia. 580:117–124.
- Garofalo G., Fortibuoni T., Gristina M., Sinopoli M., Fiorentino F. 2011. Persistence and co-occurrence of demersal nurseries in the Strait of Sicily (central Mediterranean): Implications for fishery management. J. Sea Res. 66:29-38.
- Garofalo, G., Gristina, M., Toccaceli, M., Giusto, G.B., Rizzo, P., Sinacori, G. 2004. Geostatistical modelling of biocenosis distribution in the Strait of Sicily. In: Nishida, T., Kailola, P.J.,

- Hollingworth, CE. (eds.), GIS/Spatial Analyses in Fishery and Aquatic Sciences, (Vol. 2). Fishery-aquatic GIS Research Group, Saitama, Japan. pp.241-250.
- Giaccone G. 2009. Fitosociologia, bionomia, ecologia del paesaggio: strumenti epistemologici dinamici per lo studio degli habitat marini del Mediterraneo. Biol. Mar. Mediterr. 16:423-425.
- Greepeace 2012. I tesori sommersi del Canale di Sicilia, [www.greanpeace.it](http://www.greanpeace.it).
- Guescini, A., Piccinetti Manfrin, G., Piccinetti, C. 1983. Distribution des larves de *Mullus barbatus* L. en Adriatique. Rapp. Comm. int. Mer. Medit. 28:155-158.
- Haidar, Z. 1963. Ecologie du rouget barbet (*Mullus barbatus* L.) en Adriatique orientale. Rapports et Procès Verbaux des Réunions (International Commission for the Scientific Exploration of the Mediterranean Sea) 17:363-364.
- Heldt JH. 1938 La reproduction chez les crustaces decapodes de la famille des peneides. Aral.Inst.Oceangr. Monaco 18:31-206.
- Holliday DV., Pieper RE., Clarke ME., Greenlaw CF. 1987. Effects of air-gun energy releases on the northern anchovy. API Publ. No 4453, American Petr. Inst. Healthog Environmental Sciences Dept., Washington DC. 108 pp.
- Holliday DV., Pieper RE., Clarke ME., Greenlaw CF. 1987. The effects of airgun energy releases on the eggs, larvae and adults of the northern anchovy (*Engraulis mordax*). API Publication 4453. Report by Tracor Applied Sciences for American Petroleum Institute, Washington DC. 115 pp.
- Holthuis LB. 1987. Vrais Crabes. In: Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche Méditerranée et Mer Noire Zone de pêche 37 (eds., W. Fisher, M. Schneider and M.L. Bauchot), Révision 1 Vol. 1 Végétaux et invertébrés, FAO, Rome, pp. 323-367.
- Jukić S. 1975 Kočarska područja u srednjem Jadranu. Acta Adriat. 17:1-86.
- Kapiris K. 2004. Feeding ecology of *Parapeneus longirostris* (Lucas, 1846) (Crustacea, Decapoda) from the Ionian Sea (Central and Eastern Mediterranean Sea). Sci. Mar. 68:247-256.
- Karlsen HE., Piddington RW., Enger, PS. Sand O. 2004. Infrasound initiates directional fast-start escape responses in juvenile roach *Rutilus rutilus*. J. Exp. Biol. 207:4185-4193.
- Kosheleva V. 1992. The impact of air-guns used in marine seismic exploration on organisms living in the Barents Sea. Fisheries and Offshore Petroleum Exploration, 2nd International Conference, Bergen, Norway, 6-8 April.
- Kostyuchenko L.P. 1973. Effects of elastic waves generated in marine seismic prospecting of fish eggs in the Black Sea. Hydrobiol. Jour. 9:45-48.
- La Bella G., Froglija C., Ratti S., Rivas G. 1996. First Assessment of Effects of Air-Gun Seismic Shooting on Marine Resources in the Central Adriatic Sea. Soc. Petrol. Eng. J. Technical Paper.
- Levi D., Andreoli MG., Bonanno A., Fiorentino F., Garofalo G., Mazzola S., Norrito G., Patti B., Pernice G., Ragonese S., Giusto GB., Rizzo P. 2003. Embedding sea surface temperature anomalies in the stock recruitment relationship of red mullet (*Mullus barbatus* L. 1758) in the Strait of Sicily. Sci. Mar. 67:259-268.
- Levi D., Andreoli MG., Giusto RM. 1995. First assessment of the rose shrimp, *Parapeneus longirostris* (Lucas, 1846) in the Central Mediterranean. Fish. Res. 21:375-393.

- Lo Bianco S. 1908. Uova e larve di *Trachipterus taenia*. Bl. Mitth. Zool. Stat Neapel, 19; 1-9
- Lo Bianco S. 1909. Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Bl. Mitth. Zool. Stat Neapel. 19:513-761.
- Løkkeborg S. 1991. Effects of a geophysical survey on catching success in longline fishing. ICES C.M 1991/B,40, 9.
- Løkkeborg S., Soldal AV. 1993. The influence of seismic exploration with air guns on cod (*Gadus morhua*) behaviour and catch rates. ICES Mar. Sci. Symp. 196:62–67.
- Marini L., Consiglio C., Angradi AM., Catalano B., Sanna A., Valentini T., Finoia MG., Villetti G. 1996. Distribution, abundance and seasonality of cetaceans sighted during scheduled ferry crossings in the central Tyrrhenian Sea: 1989–1992. It. J. Zool. 63:381-388.
- Matishov GG. 1992. The reaction of bottom fish larvae to airgun pulses in the context of the vulnerable Barent Sea ecosystem. Fisheries and Offshore Petroleum Exploitation. 2nd International Conference, Bergen, Norway, 6-8 April.
- Matta F. 1954. Il merluzzo del Mediterraneo II. Biol. Pesca Piscicolt. Idrobiol. 9:2-29.
- McCauley RD. 1994. Seismic Surveys. In: Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia: the findings of an independent scientific review, Swan, J.M., Neff, J.M. and Young, P.C. (Eds.) APEA. 19:121 pp.
- McCauley RD., Fewtrell J., Popper AN. 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. J. Acoust. Soc. Am. 113:638-642.
- Millot C., Taupier-Letage I. 2005. Circulation in the Mediterranean Sea. Hdb. Env. Chem. 5:29-66.
- Mori M., Belcari P., Biagi F. 1986. Distribuzione e sex-ratio di *Parapenaeus longirostris* (Lucas) nel Tirreno Settentrionale. Nova Thalassia. 8:623-625.
- Notarbartolo di Sciara G, Demma M. 2004. Guida dei mammiferi marini del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, 2004. 264 pp.
- Notarbartolo di Sciara G., Birkun A. 2010. Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas. An ACCOBAMS status report, 2010. ACCOBAMS, Monaco. 212 pp.
- Notarbartolo di Sciara G., Venturino MC., Zanardelli M., Bearzi G., Borsani JF., Cavalloni B. 1993 Cetaceans in the central Mediterranean Sea: distribution and sighting frequencies. Boll. Zool. 60:131–138.
- Orsi Relini L., Arnaldi D. 1986. Note di biologia della triglia di fango, *Mullus barbatus* (L. 1758), del Mar Ligure; riproduzione e reclutamento. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova. 52:237-250.
- Ostrensky A., Becerra SN., Cintra IHA., Boeger WAP., Andriquetto Filho JM., Teixeira UA., Guimaraes, ATB., Cruz SRZ., Wegbecher FX., Belz CE., Pilchowski RW., Cardoso MF., Castro AJB. 2002. Projeto Avaliacao dos impactos causados durante a aquisicao de dados sismicos sobre organismos marinhos de interesse comercial. Technical Report Houston, TX: El Paso Energy.
- Panigada S., Lauriano G., Burt L., Pierantonio N., Donovan G. 2011. Monitoring winter and summer abundance of cetaceans in the Pelagos Sanctuary (Northwestern Mediterranean Sea) through aerial surveys. Plos one. 6:2878.

- Pena H., Handegard NO., Ona E. 2013. Feeding herring schools do not react to seismic air gun surveys ICES J. Mar. Sci. 70:1174–1180.
- Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 31-47: 137 pp.
- Pipitone C., Badalamenti F., D'Anna G., Patti B. 2000. Fish biomass increase after a four-year trawl ban in the Gulf of Castellammare (NW Sicily, Mediterranean Sea). Fish. Res. 48:23-30.
- Popper AN, Carlson TJ. 1998. Application of sound og other stimuli to control fish behavior. T. Am. Fish. Soc. 127:673-707.
- Popper AN., Smith ME., Cott PA., Hanna BW., MacGillivray AO., Austin ME., Mann DA. 2005. Effects of exposure to seismic air-gun use on hearing of three fish species. J. Acoust. Soc. Am. 117:3958-3971.
- Potoschi A. Battaglia P., Rinelli P., Perdichizzi F., Manganaro A., Greco S. 2006. Variazione dei rendimenti con rete a strascico in un area a parziale protezione nel Golfo di Patti (Sicilia Settentrionale) in 20 anni di monitoraggio. Biol. Mar. Medit. 13:149-157.
- Ragonese S. 1994. La valutazione delle risorse demersali dei mari italiani. Atti del seminario nazionale delle unità operative italiane svoltosi presso l'Istituto di tecnologia della pesca e del pescato di Mazara del Vallo. Ragonese (Palermo: Priulla, 1994). 246 pp.
- Relini G. 2000. La ricerca sulla pesca: le risorse demersali. Biol. Mar. Medit. 7:13-45.
- Relini G., Bertrand J., Zamboni A. 1999 Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). Biol. Mar. Medit. 6:868 pp.
- Riberio-Castalho A., Arrobas I. 1983. Observations on the biology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) of south Portuguese coast. ICES CM1983/K/26.
- Sarano F. 1986 Cycle ovarien du merlu, *Merluccius merluccius*, poisson a ponte fractionee. Rev. Trav. Pechea Marit. 48:65-76.
- Sartor P., Recasens L., Viva C., Lleonart J. 2001. Analysis of the impact of the fishery on the adult population of European Hake in the northwestern Mediterranean. Rapp. Comm. int. Mer. Médit. 36:321.
- Sartor P., Sbrana M., Reale B., Belcari P. 2003. Impact of the deep sea trawl fishery on demersal communities of the northern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). J. Northwest Atl. Fish. Sci. 31:275-284.
- Scaccini, A., 1947. L'accrescimento e la proporzione dei sessi nella popolazione Adriatica di *Mullus barbatus* Rond. Note Lab. Biol. Mar. Fano. 1:17-24.
- Schembri, P.J., M. Dimech, and M. Camilleri. 2007. Living deep-water *Lophelia* and *Madrepora* corals in Maltese waters (Strait of Sicily, Mediterranean Sea). Cah. Biol. Mar. 48:77-83.
- Sorgente R., Drago A.F., Ribotti A., 2003. Seasonal variability in the Central Mediterranean Sea circulation. Ann. Geophys. 21:299-322.
- Spedicato M.T., Lembog., Silecchia T. Carbonara P.,1996. Distribuzione e biologia di *Parapenaeus longirostris* nel tirreno centro-meridionale. Biol. Mar. Medit. 3:579-581.
- Spedicato, MT., Lembo G., Silecchia T. Carbonara P. 1996. Distribuzione e biologia di *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) nel Tirreno centro-meridionale. Biol. Mar. Medit. 3:579-581.

- Steffe A. Murphy J. 1992. Offshore prawn catches in the Newcastle region, May to November 1991. Fisheries Research Institute, NSW. Canada.
- Tringali LM., La Manna G., Internullo E., Summa A., Floridaia, S. 2006. Occurrence of cetacean in the Southern Ionian Sea and Strait of Sicily. Proceedings of the 20° International Conference of ECS (European Cetacean Society). Gdynia 2-7 Aprile 2006.
- Tursi A., Matarrese A., D'onghia G., Panza M., Sion L., Maiorano P. 1994 Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Capo d'Otranto-Capo Spartivento). Biol. Mar. Medit. 1:95-104.
- Tursi A., Matarrese A., D'onghia G., Sion L., Maiorano P. 1996 .The yield per recruit assessment of the hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) and red mullet (*Mullus barbatus* L. 1758) in the Ionian Sea. FAO Fish. Rep. 533:127-141.
- Ungaro N., Rizzi E., Marzano MC. 1994 Utilizzo del modello di Beverton e Holt, “rendimento per recluta (Y/R)”, per la risorsa *Mullus barbatus* L., nell'Adriatico pugliese. Biol. Mar. Medit. 1:317-318.
- Voliani, A., Mannini, P. and Baino, R. (1991). *Merluccius merluccius* (L.) e *Mullus barbatus* (L.) nell'Alto Tirreno. Suppl. Ric. Bio/. Selv., XVI:131-141.
- Webb CLF., Kempf NJ. 1998. The Impact of Shallow-water Seismic in Sensitive Areas. Soc. Petrol. Eng. J. Technical Paper. SPE 46722.
- Županović Š. Study of hake (*Merluccius merluccius* L.) biology and population dynamics in the central Adriatic. FAO Stud. Rev. 32: 3-24.