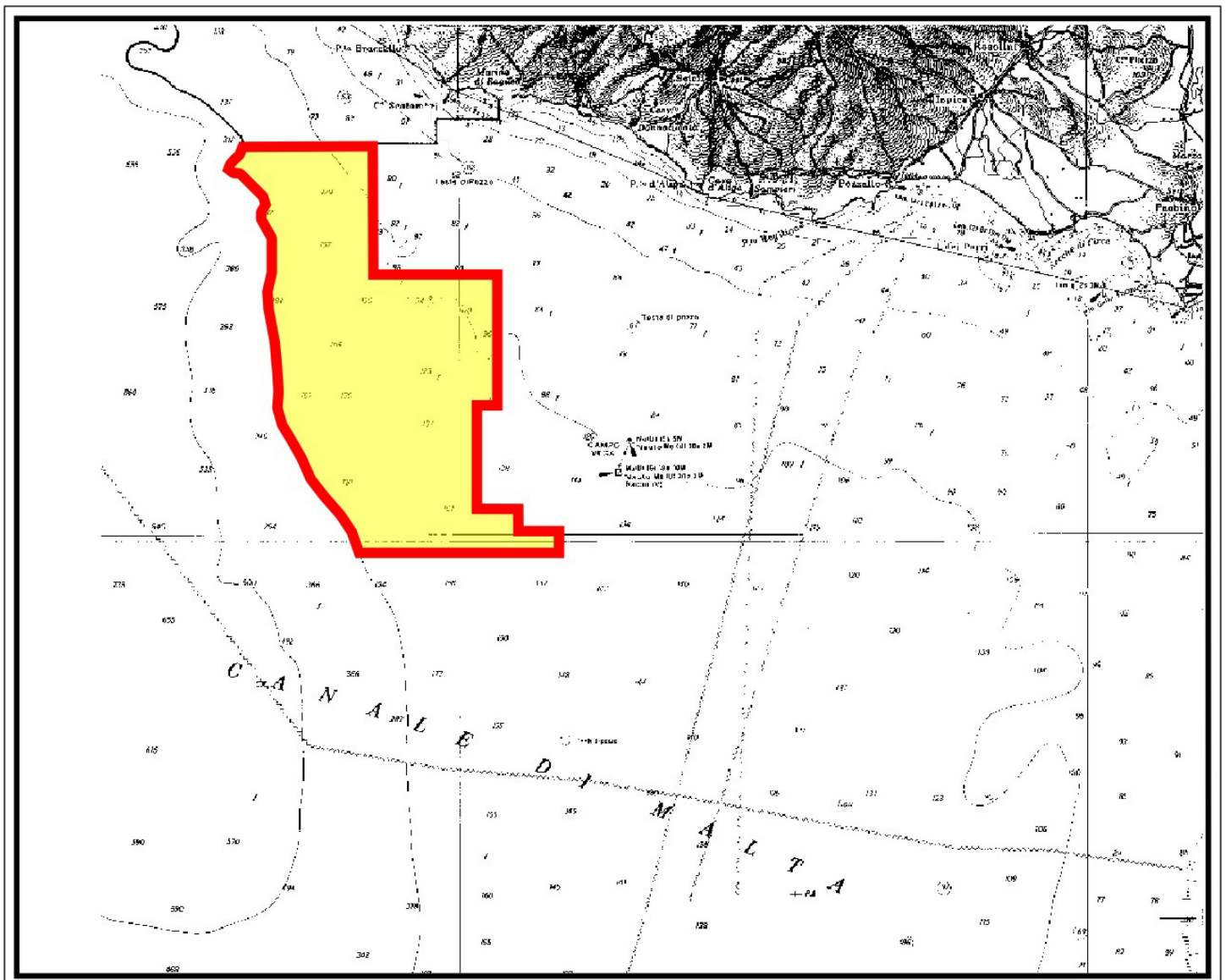


ISTANZA DI PERMESSO DI RICERCA  
PER IDROCARBURI

"d 349 C.R - MD"

RAPPORTO AMBIENTALE



**MEDOIL plc**

**ISTANZA DI PERMESSO DI RICERCA PER IDROCARBURI  
"d 349 CR-MD"**

**RAPPORTO AMBIENTALE**

*APRILE 2007*

**INDICE****INDICE**

PREMESSA	5
1. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	6
1.1 Inquadramento geologico dell'area	6
1.1.1 Evoluzione del bacino e stratigrafia	7
1.1.2 Tettonica	7
1.2 Obiettivi minerari	7
1.2.1 Reservoir e seal	7
1.2.2 Source rocks e migrazione	8
1.2.3 Tipi di trappole	8
2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	9
2.1 Descrizione delle tecnologie di ricerca	9
2.2 Descrizione dei sistemi di rilevamento geofisico	9
2.2.1 Operazioni di sismica in mare	10
2.2.2 Tipologia della sorgente di onde elastiche	11
2.2.3 Tipologia delle attrezzature di rilevamento	11
2.2.4 Sorgenti e propagazione dell'energia in mare	13
2.2.5 Mitigazioni ambientali	14
2.2.5.1 Mitigazioni in caso di avvistamento cetacei	14
2.2.5.2 Mitigazione delle interferenze con l'attività di pesca	15
2.2.6 Normativa e standard di riferimento	15
2.3 Descrizione delle operazioni di perforazione	17
2.3.1 Tecniche di perforazione e circolazione dei fluidi di perforazione	17
2.3.2 Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali	18
2.3.2.1 Sopralluogo dell'ubicazione scelta (well site survey)	18
2.3.2.2 Apparecchiature di sicurezza (Blow out preventers)	19
2.3.2.3 Emissioni di gas	20
2.3.2.4 Tecniche di prevenzione inquinamento marino	20
2.3.3 Misure di attenuazione di impatto ed eventuale monitoraggio	21
2.3.4 Stima della produzione di rifiuti, dell'emissione di inquinanti chimici nell'atmosfera e della produzione di rumori e vibrazioni	22
2.3.5 Tecniche di trattamento e scarica dei rifiuti	23
2.3.6 Chiusura mineraria con programma di rimozione delle strutture	25
2.3.7 Tempi di messa in posto impianto, perforazione, prove di produzione e abbandono postazione	27
2.3.8 Normativa e standard di riferimento	
3. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	31

3.1	Delimitazione delle aree interessate dalle operazioni	31
3.2	Altre utilizzazioni dell'area e regimi vincolistici	31
3.3	Descrizione dei sistemi ambientali interessati dal programma	32
3.3.1	Caratteristiche batimetriche e geomorfologiche del fondo marino	32
3.3.2	Condizioni meteo-oceanografiche	33
3.3.2.1	La circolazione delle correnti	33
3.3.2.2	I venti e le condizioni del mare	33
3.3.3	Ecosistema e caratterizzazione biologica	34
4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	35
5	BIBLIOGRAFIA	37

### ELENCO DELLE TAVOLE

Tav. 1	UBICAZIONE DELL'AREA DELLE OPERAZIONI
Tav. 2	MORFOLOGIA DEI FONDALI
Tav. 3	CARTA BATIMETRICA
Tav. 4	<b>CARATTERI AMBIENTALI DEL TRATTO DI COSTA INTERESSATO DAL PERMESSO</b>

### ELENCO DELLE FIGURE

Fig.1	SEZIONE GEOLOGICA DIMOSTRATIVA
Fig.2	PROSPEZIONE SISMICA MARINA
Fig.3	TIPOLOGIA DI NAVE PER SISMICA MARINA
Fig.4	METODO REGISTRAZIONE SISMICA MARINA
Fig.5	PARTICOLARE DELLA SORGENTE DI ENERGIA (AIR GUN)
Fig.6	CONFIGURAZIONE PER SISMICA 2D-3D A SEI CAVI E DUE SORGENTI
Fig.7	SPETTRO DI POTENZA DELLA SORGENTE ENERGIZZANTE
Fig.8	DIREZIONALITA' DELLA SORGENTE DI UN AIR GUN
Fig.9	SCHEMA DI PIATTAFORME
Fig.10	FOTO DI IMPIANTO SEMISOMMERSIBILE
Fig.11	SCHEMA DEL CIRCUITO DEL FANGO
Fig.12	SCHEMA DELLE APPARECCHIATURE DI SICUREZZA A FONDO MARE
Fig.13	SCHEMA TUBAGGIO POZZO CON 4 COLONNE
Fig.14	SCHEMA IMPIANTO DI INNOCUIZZAZIONE DETRITI PERFORATI
Fig.15	SCHEMA DI TRATTAMENTO FANGHI-DETRITI

- Fig.16 TECNICHE DI CHIUSURA MINERARIA
- Fig.17 TECNICHE DI COMPLETAMENTO IN POZZO
- Fig.18 PROGRAMMA DI PERFORAZIONE E TUBAGGIO DEL POZZO ESPLORATIVO
- Fig.19 AREE DI CONCENTRAZIONE DELL'ATTIVITA' DI PESCA NEL CANALE DI SICILIA
- Fig.20 CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI (GENNAIO)
- Fig.21 CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI (MARZO)
- Fig.22 CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI (GIUGNO)
- Fig.23 CARTA DELLE CORRENTI SUPERFICIALI (SETTEMBRE)
- Fig.24 STAZIONE DI MISURA "LICATA "
- Fig.25 STAZIONE LICATA: FREQUENZE MEDIE MENSILI E FORZA DEL VENTO
- Fig.26 STAZIONE LICATA: FREQUENZE PERCENTUALI MEDIE DEL VENTO
- Fig.27 STAZIONE LICATA: STATO DEL MARE
- Fig.28 STAZIONE LICATA: MASSIMO STATO DEL MARE E DURATA MAREGGIATE
- Fig.29 STAZIONE LICATA: FREQUENZE MEDIE ANNUE E FORZA DEL VENTO
- Fig.30 STAZIONE LICATA: DIREZIONE BURRASCHE E MAREGGIATE
- Fig.31 STAZIONE DI MISURA "COZZO SPADARO "
- Fig.32 COZZO SPADARO: FREQUENZE MEDIE MENSILI E FORZA DEL VENTO
- Fig.33 COZZO SPADARO: FREQUENZE PERCENTUALI MEDIE DEL VENTO
- Fig.34 COZZO SPADARO: STATO DEL MARE
- Fig.35 COZZO SPADARO: MASSIMO STATO DEL MARE E DURATA MAREGGIATE
- Fig.36 COZZO SPADARO: FREQUENZE MEDIE ANNUE E FORZA DEL VENTO
- Fig.37 COZZO SPADARO: DIREZIONE BURRASCHE E MAREGGIATE
- Fig.38 CARTA DELLE BIOCENOSI DEL CANALE DI SICILIA
- Fig.39 DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE ITTICHE NEL CANALE DI SICILIA
- Fig.40 DISTRIBUZIONE NEL PERIODO 1994-1999 DELLE AREE DI RIPRODUZIONE E CRESCITA DI *PHYCIS BLENNOIDES* (MUSDEA BIANCA O MUSTELLA) NEL CANALE DI SICILIA
- Fig.41 PROCESSO DI SMALTIMENTO DEI RIFIUTI PRODOTTI DALL'ATTIVITA' DELLA PIATTAFORMA DI PERFORAZIONE
- Fig.42 SOMMARIO DEGLI EFFETTI AMBIENTALI CONNESSI CON L'ATTIVITA' DI PROSPEZIONE
- Fig.43 SOMMARIO DEGLI EFFETTI AMBIENTALI CONNESSI CON L'ATTIVITA' DI PERFORAZIONE
- Fig.44 QUADRO RIASSUNTIVO DELLE DIVERSE COMPONENTI AMBIENTALI CONNESSE CON L'ATTIVITA' DI PROSPEZIONE

## PREMESSA

Il presente Rapporto Ambientale, sull'area dell'istanza di permesso "d 349 CR-MD", è stato redatto nell'ambito del D.P.R. 526/94 che disciplina la normativa in merito alla valutazione dell'impatto ambientale relativa all'attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi.

Dopo che il Comitato Tecnico per gli Idrocarburi e la Geotermia del Ministero dello Sviluppo Economico – Direzione Generale per l'Energia, nella seduta del 13/12/2006, ha espresso parere favorevole all'accoglimento dell'istanza in oggetto presentata dalla MEDOIL plc ed ubicata nel Canale di Sicilia, la società PEAL PETROLEUM srl, è stata incaricata di redigere il presente rapporto ambientale per conto della suddetta società e si è avvalsa del seguente staff:

Dott. Geol. Luigi Albanesi (coordinatore)

Dott Geol. Luca Balzerano

Sig. Lucio Picanza

## 1. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

L'area del permesso di ricerca per idrocarburi "d 349 CR - MD" copre una superficie di 36.625 ettari ed è situata nelle acque del Canale di Sicilia, al largo della costa che va da Donna Lucata a Pozzallo (tav.1). Minerariamente l'area ricade nella Zona "C", confina a Est con la concessione C.C6.EO (campo ad olio di Vega) ed a ovest con la linea dei 200 m di profondità, limite della zona aperta alla ricerca di idrocarburi.

L'area in esame è stata già oggetto di esplorazione in precedenza con la registrazione di numerose linee sismiche e la perforazione del un pozzo "Merluzzo 1" nel 1982.

Le coordinate dei vertici dell'area in oggetto sono:

Vertice o punto d'intersezione	Longitudine Est Greenwich	Latitudine N
a	Punto d'intersezione tra la linea batimetrica dei 200m ed il parallelo di latitudine 36° 45'	
b	14° 26'	36° 45'
c	14° 26'	36° 40'
d	14° 32'	36° 40'
e	14° 32'	36° 35'
f	14° 31'	36° 35'
g	14° 31'	36° 31'
h	14° 33'	36° 31'
i	14° 33'	36° 30'
l	14° 35'	36° 30'
m	14° 35'	36° 29'
n	Punto d'intersezione tra il parallelo di latitudine 36° 29' e la linea batimetrica dei 200m	

### 1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

Geologicamente l'area del permesso si colloca nel plateau Hybleo dove importanti scoperte ad olio sono state rinvenute sia a terra (Ragusa e Gela tra le più importanti) che a mare (Vega, Perla e Prezioso). La roccia madre è rappresentata dalle intercalazioni calcareo argillose triassiche della f.ne Noto depositatesi in un ambiente euxinico precedente allo sviluppo di quell'enorme bacino chiuso in cui si sono sviluppate le argille nere (black shale) della f.ne Streppenosa (Liassico inferiore). Ma la prerogativa maggiore del permesso è quella di essere a cavallo tra la piattaforma liassica (f.ne Siracusa) ed il bacino di mare profondo (f.ne Modica) con inclusa una larga fascia di depositi di slope (f.ne Rabbito) lungo il bordo tra i due domini (fig.1).

### **1.1.1 Evoluzione del bacino e stratigrafia**

La successione stratigrafica nell'area in oggetto può essere ricostruita con riferimento sia alla geologia regionale, sia ai numerosi pozzi perforati nel permesso e nelle aree limitrofe.

Durante il Triassico superiore tutta l'area siciliana era dominata da un mare poco profondo con deposizione di orizzonti calcarei e dolomitici. A partire dal Giurassico inferiore fenomeni tettonici non ancora del tutto chiari portano al collasso di alcuni tratti di questo mare basso creando condizioni di bacini confinati (euxinici) con forte subsidenza che porta a consistenti accumuli di argille ricche di materia organica. E' da qui che inizia la differenziazione dei due grandi domini: la piattaforma Siracusana, più esterna, che borda un bacino chiuso (Ragusano). Le differenze sostanziali nell'evoluzione dei due domini si osservano durante il Lias inferiore quando, in un contesto di generale leggera subsidenza, un'intensa attività tettonica distensiva rende fortemente subsidente la parte meridionale della piattaforma di Siracusa. Tale subsidenza porta alla formazione di calcari grigi compatti che nel settore occidentale dell'area in esame raggiungono spessori ragguardevoli. A partire dal Giurassico medio tutta l'area viene invasa da un mare più profondo che perdura fino al Miocene quando la chiusura dello stretto di Gibilterra porta a fenomeni di intensa evaporazione con deposizione di gessi e anidridi che chiudono la fase carbonatica e portano verso una successiva fase più clastica legata ai movimenti tettonici in atto.

### **1.1.2 Tettonica**

Il presente assetto del Plateau Hybleo è il risultato del rifting Giurassico e della fase compressiva dovuta alla convergenza tra la placca Africana e quella Europea iniziata già nell'Oligocene. Quest'ultima fase ha comportato l'instaurarsi di un notevole reticolo di faglie trascorrenti con andamento NE-SW che hanno generato, lungo il loro movimento non del tutto rettilineo, strutture di tipo pop-up molto evidenti e nelle quali bisogna anche includere quella del campo di Ragusa (fino a ieri interpretata come una struttura dovuta a tettonica distensiva). Il reprocessing di alcune linee pubbliche a mare rende molto evidente questo fenomeno regionale e costituisce uno dei punti base nella ricerca di trappole per idrocarburi.

## **1.2 OBIETTIVI MINERARI**

### **1.2.1 Reservoir e seal**

Il serbatoio principale è rappresentato dai calcari oolitico – intraclastici dello "slope" e del margine della piattaforma della Formazione Siracusa (Lias inf.- medio), con uno spessore di circa 300 metri. Sulla base dei dati pubblicati e dei pozzi esplorativi perforati nelle aree circostanti, si sa che la porosità intergranulare e vacuolare è di circa 3.5-7 %, ma la capacità produttiva è migliorata per la presenza di microfratture verticali o subverticali a rete discontinua. Le fratture sono causate dall'intensa attività tettonica che ha portato alla rottura della piattaforma in blocchi. Nel campo di Vega la produttività per singolo pozzo è stata di circa 10.000 barili al giorno.

La copertura alle rocce serbatoio della Formazione Siracusa è data dalle marne e argille grigie della Formazione Buccheri.



### **1.2.2 Source rocks e migrazione**

Le rocce madri per tutti i giacimenti ad olio nel bacino di Ragusa sono la Formazione Noto di età Triassica e la Formazione Streppenosa di età Liassica. La maggior parte dell'olio scoperto è pesante, come dimostrato a Vega (16° API), Ragusa (19° API) e Gela (14° API). Il piccolo campo di Mila rappresenta un'eccezione con olio leggero (45° API).

Il tema di ricerca del permesso in oggetto è rappresentato da accumuli di olio a 16-20° API in trappole nelle dolomie triassiche nella Formazione Gela-Taormina e nei calcari liassici di piattaforma della Formazione Siracusa.

L'argilla della Formazione Noto predomina nelle facies tidali e di laguna sviluppatasi durante l'abbassamento iniziale del bacino; è molto ricca di sostanze organiche (ne contiene fino al 13%), per cui costituisce un'ottima roccia madre.

La Formazione Streppenosa si suddivide in tre facies. La prima consiste in una sequenza ridotta di argilla scura ad elevato contenuto organico (5%), presente al margine del bacino ed accompagnata da calcari nodulari. La seconda e la terza consistono in argille scure e calcari dolomitici, e sono localizzate nella parte centrale del bacino. La qualità di queste rocce madri è modesta, infatti il contenuto organico si aggira intorno allo 0,8%. Benché la Formazione Streppenosa sia meno ricca di materia organica rispetto alla Formazione Noto, questa carenza è compensata dal suo elevato spessore, fino a 3.550 m al centro del bacino.

E' molto probabile che tutte queste rocce madri siano entrate in finestra di generazione di olio nel Cretaceo inferiore - Eocene. Questa ipotesi è confermata dalla geochimica e dalla burial history del bacino ma anche da correlazioni effettuate sui pozzi perforati in tutto il plateau hybleo. Infatti la ricostruzione degli spessori delle formazioni con azzeramento (datum) alla f.ne Ragusa (Oligocene-Miocene) conferma che gli attuali accumuli di olio risultano essere in zone con valori minimi, probabili paleoalti ma soprattutto durante la deposizione della Ragusa si sono avute le migrazioni verso le trappole attuali. La ricostruzione dei pozzi perforati lungo il bordo sud-occidentale della piattaforma liassica evidenzia maggiormente come al tempo della Ragusa esistessero due principali aree di drenaggio che hanno fatto migrare l'olio verso Vega per la zona più a sud, e verso Gela, Perla e Prezioso per quella più a nord.

### **1.2.3 Tipi di trappole**

Si prevede che, all'interno dell'istanza, le trappole siano di tipo strutturale/stratigrafico con chiusura in direzione NW-SE, causata dal piegamento indotto dall'attività tettonica del tardo Cretaceo. Le chiusure verso nord sono state probabilmente favorite dal cambio di facies e dall'attività di faglie trascorrenti che lungo il loro spostamento in orizzontale hanno creato situazioni di strutture a pop-up.

## **2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

La società ha in progetto, entro 4 (quattro) anni dalla data di conferimento del permesso, la registrazione di circa 300 km di linee sismiche e, qualora venga individuata una struttura economicamente interessante, la perforazione di un pozzo esplorativo la cui ubicazione non è al momento definibile poiché soggetta ad una interpretazione dei dati geologici-geofisici da acquisire.

### **2.1 DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA**

In questo capitolo vengono espone in modo sintetico le tecnologie che verranno utilizzate per lo svolgimento del programma di ricerca esposto nel capitolo 1, con particolare riguardo:

- alla realizzazione del rilievo sismico "deep water" 2D-3D, deciso in base agli studi preliminari di interpretazione dei dati sismici acquistati da precedenti operatori e rielaborati con programmi moderni e sofisticati capaci di individuare gli obiettivi della ricerca, e agli effetti dell'impatto sull'ambiente marino;
- al rilievo sismico ad alta definizione per evidenziare le caratteristiche batimetriche e geomorfologiche della postazione della piattaforma di perforazione, quando sarà definita una precisa ubicazione, e al conseguente impatto che ne deriva sull'ambiente marino;
- alle tecniche di perforazione con piattaforma di tipo semisommergibile, all'impiego, trattamento e smaltimento dei fluidi di circolazione ed alla valutazione, prevenzione e monitoraggio dell'impatto sugli ecosistemi marini.

L'area di indagine è al di fuori della fascia sensibile in quanto dista 7 km (circa 13 miglia nautiche) dalla linea di costa, con profondità d'acqua comprese tra 80 e 200 m.

### **2.2 DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAMENTO GEOFISICO**

La differenza sostanziale tra una campagna sismica tradizionale 2D e una 3D, a parità di area da investigare, è caratterizzata da:

- la 3D presuppone una copertura totale in sottosuperficie dell'area da investigare;
- la linea sismica 2D copre in sottosuperficie solo uno spaccato mentre una linea 3D copre una striscia di circa 200 m;
- mentre per la sismica 2D il rilevamento avviene secondo linee parallele e perpendicolari (grid sismico), per la sismica 3D esso avviene soltanto lungo linee parallele e sempre lungo una direzione di navigazione, preferibilmente contro corrente, per mantenere il cavo di registrazione il più possibile rettilineo;
- il numero di linee 3D da registrare è ovviamente molto superiore a quelle 2D;
- la durata di una campagna sismica 3D è quindi maggiore, compensata tuttavia da una minor lunghezza dei cavi trainati dalla nave.

Per quanto riguarda le previsioni di impatto relative alle due tecniche non sussiste alcuna differenza.

### 2.2.1 Operazioni sismiche in mare

Il metodo sismico a riflessione è il rilevamento geofisico più diffuso; esso sfrutta le proprietà delle onde elastiche che propagandosi attraverso gli strati del terreno ritornano in superficie come conseguenza del fenomeno di riflessione (fig.2). Tali onde riflesse vengono captate e registrate mediante apposite apparecchiature. In tutte le varianti di questo metodo è necessaria una sorgente di energia che emette onde elastiche ed una serie di sismografi che ricevono le onde riflesse. L'onda elastica si propaga nell'acqua decrescendo molto rapidamente in ampiezza con l'aumentare della distanza dal punto di emissione.

#### Navi sismiche

Le operazioni di acquisizione dei dati sono condotte da navi per ricerca geofisica le quali trainano sia le sorgenti di energia elastica *air-gun*, sia i cavi di registrazione (*streamer*) (figg. 3 e 4). All'interno dei cavi sono ubicati gli idrofoni che captano i segnali riflessi. Le navi da ricerca sono appositamente progettate con propulsori ed eliche atte ad assicurare una bassa rumorosità, condizione necessaria a mantenere un adeguato rapporto segnale/rumore durante la registrazione dei dati. Le navi hanno mediamente lunghezza da 50 a 70 m e pescaggio variabile, in funzione delle aree di operazione, da un minimo di 1,5 fino ad un massimo di 6-7 m. Tali navi sono equipaggiate con strumentazione tecnologicamente all'avanguardia. Tra la strumentazione installata di *routine*, ricordiamo in breve il Radar, la girobussola, l'ecoscandaglio, il radioposizionamento e il posizionamento satellitare diretto (GPS). Le navi sono dotate di elevata autonomia operativa, fino a 30-40 gg. Nel caso specifico di un rilievo 3D, mentre la nave procede nella navigazione, l'emissione di energia avviene alternativamente tra le varie sorgenti a disposizione e ad intervalli di tempo costante, secondo una sequenza di energizzazione predefinita; ad ogni energizzazione si effettua contemporaneamente la registrazione su tutti i cavi a disposizione. Una configurazione di acquisizione molto semplice può essere quella che utilizza 2 sorgenti e 6 cavi di registrazione, che consente l'acquisizione di linee singole in sottosuperficie che coprono una striscia di circa 206,25 metri di larghezza. In alternativa sono possibili acquisizioni con 8 o 10 cavi, che coprono aree più ampie, riducendo quindi il percorso complessivo che la nave deve effettuare. Le decisioni in questo senso sono operate appena prima di procedere al rilievo, in funzione di elementi esterni che influenzano la libertà di operazione della nave. Il personale a bordo è chiamato a rispettare strettamente i piani e le norme di sicurezza predisposte. Il personale è obbligato, inoltre, a prendere parte a periodiche esercitazioni che verificano l'efficienza e la risposta in caso di emergenza. La nave, durante le operazioni di registrazione dei dati, mantiene una velocità di crociera costante di 4-6 nodi e generalmente viaggia lungo direzioni rettilinee prestabilite. Il mezzo navale viene sempre assistito da mezzi appoggio con la funzione di monitorare l'area delle operazioni e segnalare la presenza di un cavo a traino ad eventuali natanti incrocianti nella zona delle attività e, conseguentemente, a dare l'immediato "via libera" a fine lavori.

All'inizio della campagna sismica, viene richiesta l'emissione degli avvisi ai naviganti dopo che, con le Autorità Militari e le Capitanerie di Porto interessate, è stato concordato il periodo e la zona di lavoro delle navi impegnate nei rilievi in funzione dei vincoli legati ad attività militari e/o di pesca.

## 2.2.2 Tipologia della sorgente di onde elastiche

### *Air-gun*

L' *air-gun* è la sorgente d'energia oggi maggiormente utilizzata per rilievi marini (fig. 5).

Per generare un fronte di onde elastiche, il metodo *air-gun* utilizza l'espansione nell'acqua di un volume di aria compressa. L'aria viene fornita da un compressore posto sulla nave ed immessa in una camera ricavata in speciali cilindri di acciaio da cui, con un sistema a comando elettromagnetico, viene liberata nell'acqua in un tempo brevissimo (0,2 millisecondi circa). L'espansione provoca l'oscillazione delle particelle dell'acqua circostante, generando un fronte di onde elastiche, che si trasmettono secondo superfici sferiche concentriche. Dal punto di vista operativo il sistema offre un'emissione di aria ogni 10 -15 secondi. Un elemento particolarmente positivo di questo sistema è rappresentato dall'assoluta mancanza di pericolosità, non essendo impiegata alcuna miscela esplosiva.

Generalmente non vengono impiegati singoli *air-gun* ma configurazioni multiple di questi. In generale la volumetria totale di tutta la batterie di *air-gun* può variare da un minimo di 0,5 dm<sup>3</sup> ad un max di 80 dm<sup>3</sup>. In ogni *airgun* viene immessa aria ad una pressione di 140 bar; in base alla volumetria totale degli *airgun*, si avrà una pressione di uscita variabile tra 5 bar/m a 150 bar/m.

## 2.2.3 Tipologia delle attrezzature di rilevamento

### *Idrofoni*

Gli idrofoni sono i ricevitori delle onde elastiche di ritorno (riflessioni) utilizzati nei rilievi marini, tecnicamente si tratta di trasduttori piezoelettrici assemblati in gruppi e racchiusi nel cavo di registrazione (*streamer*) trainato dalla nave.

Ciascun gruppo è composto mediamente da 10-20 idrofoni i quali trasformano il segnale delle onde elastiche di ritorno in analogo segnale elettrico. Tale segnale, amplificato, filtrato e digitalizzato, viene registrato su nastro magnetico per mezzo dell'apparecchiatura di registrazione posta a bordo della nave.

### *Cavo di registrazione o "streamer"*

Lo *streamer* è il cavo più comunemente usato oggi giorno nella ricerca geofisica marina ed è in sostanza un cavo galleggiante in acqua in equilibrio indifferente. Esso è costituito fisicamente da un tubo trasparente di neoprene con diametro medio da 5 a 8 cm, all'interno del quale sono contenuti i sensori (idrofoni) e i circuiti elettrici di collegamento. L'alimentazione elettrica nello *streamer* è a bassa tensione (12-24 Volt) e la struttura è costituita da funi di acciaio di 4-5 mm di diametro.

- I primi 200 metri circa consistono di sezioni elastiche aventi la funzione di ridurre gli effetti dell'accelerazione/decelerazione dovuti prevalentemente al moto ondoso (sistema di disaccoppiamento).
- Gli ulteriori 2400-3000 m. costituiscono la parte principale del cavo con inseriti 120-240 o più

gruppi di idrofoni per la ricezione del segnale di ritorno.

- All'estremità del cavo di registrazione è agganciata una boa luminosa di segnalazione munita di riflettore radar per l'avvistamento in mare del sistema a traino.

Nel corso dell'acquisizione dei dati, lo *streamer* deve mantenersi costantemente alla stessa profondità (da 5 a 7 m) ed essere allineato secondo la direzione di rilevamento stabilita.

Lo *streamer*, cui viene data una schematica rappresentazione in [fig.3](#) è costituito da:

- *Cavo di traino*: è costituito da un unico tronco di acciaio circondato dai conduttori che collegano gli idrofoni al registratore di bordo, ed è rivestito di neoprene; la parte di esso che si viene a trovare sotto la superficie del mare è carenata per eliminare gli effetti di turbolenza e le vibrazioni causate dal suo trascinamento nell'acqua.
- *Galleggiante e dispositivo di abbassamento*: mantengono la parte iniziale dello streamer ad una determinata profondità di operazione; le loro dimensioni sono determinate dalla lunghezza dello *streamer*.
- *Sezione di disaccoppiamento*: ha lo scopo di limitare il rumore dovuto al trascinamento del cavo di traino e del dispositivo di abbassamento e di ridurre gli effetti di accelerazione e decelerazione dovuti al moto ondoso.
- *Sistemi di controllo della profondità* sono costituiti da alcuni dispositivi sensibili alla pressione idrostatica che, intervallati lungo il cavo, monitorano la profondità richiesta.

Girobussole sono poste ad intervalli regolari lungo il cavo di registrazione e servono per controllare l'allineamento dello stesso alla direzione di navigazione. Alla parte finale del cavo di registrazione, è collegata una boa luminosa di segnalazione, sulla quale è montato un riflettore radar che viene utilizzato per controllare se il cavo è allineato con la direzione di movimento della nave.

#### Sistema di registrazione

I segnali ricevuti dai sensori posti lungo il cavo vengono opportunamente amplificati, filtrati e digitalizzati, e quindi convogliati al sistema di registrazione che è sempre localizzato a bordo della nave. I sistemi attualmente in uso per la ricerca marina sono tutti sistemi digitali; questi hanno capacità di campionare il dato acquisito ogni 1-2-4 millisecondi in funzione delle necessità del rilievo. Sono ora disponibili sistemi di registrazione capaci di campionare ad 1 millisecondo il segnale registrato da oltre 1000 gruppi di sensori. I dati vengono infine incisi su nastro magnetico pronti per essere elaborati nei centri di processing a terra.

#### Eventi accidentali

Possibili eventi accidentali collegati all'effettuazione di operazioni di rilievo sismico sono:

- Piccole perdite di fluidi dai cavi sismici dovute a danneggiamento od incidente;
- Collisioni tra i natanti e possibile perdita in mare di carburante;
- Perdita di oggetti rimorchiati in mare.

Si tratta di eventi incidentali di natura modesta, cui per di più è collegata una bassissima frequenza di accadimento.

#### **2.2.4 Sorgenti e propagazione dell'energia in mare**

La generazione di onde acustiche dipende dall'iniezione d'aria ad alta pressione in mare. Quando la pressione della bolla generata dall'iniezione d'aria eguaglia la pressione idrostatica, avviene lo scoppio della bolla stessa con conseguente emissione di un'onda acustica. L'iniezione d'aria ad alta pressione avviene tramite elementi meccanici (gun) che vengono organizzati in gruppi (array). Nei rilievi con obiettivi profondi (come nel nostro caso) sono generalmente utilizzati array di gun con volumetrie variabili dai 1500 ai 3000 pollici cubici. La profondità di scoppio è di circa 8 m. Gli array consentono quindi un aumento ed una ottimizzazione dell'energia necessaria per una maggiore penetrazione grazie alla composizione delle bolle generate dai singoli gun. Un buon array deve aumentare l'ampiezza di picco dell'onda primaria e contemporaneamente ridurre gli effetti dovuti alle oscillazioni secondarie delle bolle, nonché focalizzare la direzione dell'onda acustica. Le oscillazioni secondarie della bolla creano un indesiderato effetto riverbero del segnale acustico che oscura la stratigrafia del sottosuolo (fig. 7).

Diversamente dagli esplosivi chimici, l'entità delle bolle può essere ridotta da un'accurata configurazione del gun e degli array e della sequenza di sparo. Un array deve essere dunque calibrato in modo che la distanza tra cannoni sia tale che gli impulsi iniziali interferiscano costruttivamente fra loro mentre le emissioni secondarie dovute alle successive oscillazioni delle bolle d'aria interferiscano distruttivamente. Molto importante per queste finalità sono le distanze e le volumetrie variabili tra gun e gun con conseguenti periodi d'oscillazione differenti fra loro (proporzionale alla radice cubica del volume della camera di un gun). Un'onda acustica dovrebbe avere un rapporto tra il picco massimo dell'arrivo primario ed il picco massimo delle oscillazioni secondarie non inferiore a 16 nella banda di frequenza compresa al di sotto dei 125 Hz. Un'altra caratteristica degli array, significativa dal punto di vista ambientale, è la capacità di dirigere l'energia preferenzialmente verso il fondo marino. Quest'aspetto è importante per l'impatto ambientale del momento che il maggior volume di acqua colpita dall'energia acustica sarà posta lateralmente alla sorgente piuttosto che direttamente sotto di essa. Gli organismi marini posti fuori dall'asse dello sparo percepiscono forme d'onda di pressione molto diverse e, in genere, livelli di energia minori perché l'emissione della sorgente è focalizzato verso il basso.

La direzionalità di un array diventa significativa per dimensioni areali di circa 25 m. L'onda acustica misurata esternamente all'asse di un array avrà valori inferiori a quella misurata esattamente sotto la sorgente (fig. 8). La propagazione delle onde acustiche in mare, per le distanze d'interesse nelle prospezioni sismiche, è funzione principalmente della divergenza sferica in cui le ampiezze decrescono con l'inverso della distanza dalla sorgente (l'energia con il quadrato della distanza). Altri fenomeni attenuativi hanno rilevanza minore e sono funzione delle frequenze in gioco. Le alte frequenze sono attenuate maggiormente rispetto alle basse frequenze.

## 2.2.5 Mitigazioni ambientali

L'aspetto ambientale principale dell'operazione sismica in mare che è stato preso in considerazione nell'area oggetto di indagine, è la necessità di ridurre al minimo le interferenze con le attività di pesca e con le abitudini di vita di specie marine potenzialmente impattabili da attività che utilizzano sorgenti di energizzazione nell'ambiente marino, rappresentate in particolare da cetacei e rettili.

Sulla base delle conclusioni di studi condotti *ad hoc* negli anni 1994 ÷ 2000 dal CEOM SCpA di Palermo su incarico dell'ENI Divisione AGIP (Ceom-Geda, 1994; Ceom-Geda, 1995; Ceom-Geda, 1999; IRMA-CNR, 2000a), nonché da alcune indicazioni riportate da alcuni organismi internazionali (JNCC – *Joint Nature Conservation Committee*), si riportano di seguito le mitigazioni proposte per ridurre al minimo l'impatto che le attività di prospezione sismica possono potenzialmente avere sulle risorse ittiche e su alcuni mammiferi e rettili marini presenti nell'area oggetto di indagine.

Le indicazioni riguardanti il periodo di conduzione del *survey*, sono riportate dallo studio eseguito dall'IRMA-CNR di Mazara del Vallo (2000b) dal titolo: "Parere sull'impatto delle operazioni di prospezione sismica con l'ausilio di air-guns (2D) nell'area dei Permessi di Ricerca C.R144.AG, G.R13.AG, G.R14.AG. (Stretto di Sicilia)".

### 2.2.5.1 Mitigazioni in caso di avvistamento cetacei

Si riporta di seguito la sintesi delle procedure attualmente in uso o suggerite da alcuni organismi internazionali (JNCC, 2002; *Environment Australia*, 2001), finalizzati alla individuazione delle linee guida da seguire per minimizzare il disturbo operato dalle attività di prospezione sismica sui mammiferi marini.

Tali linee guida, saranno adottate da Medoil durante l'esecuzione della campagna di prospezione che verrà condotta sull'area. Le mitigazioni si possono riassumere nei seguenti punti:

- 1) Adozione del *soft start*
- 2) Presenza di osservatori a bordo
- 3) Azioni da condurre in caso di avvistamento e/o presenza di cetacei.

#### Adozione del *soft start*

Consiste nel graduale raggiungimento dell'intensità di lavoro da parte degli air-gun, partendo dal volume minore dei cannoni e via via aggiungendo gli altri, in un tempo medio di circa 20 minuti, durante i quali i cannoni aumentano gradualmente la frequenza di sparo. Tale operazione di *soft start* sarà eseguita ogniqualvolta si interrompe la prospezione per più di 5 minuti. Durante i 30 minuti antecedenti l'inizio degli spari, è previsto che operatori specializzati nell'avvistamento di cetacei, si accertino dell'assenza anche di singoli individui nel raggio di 500 m dalla sorgente. JNCC suggerisce inoltre di interrompere ad ogni fine linea gli spari, riprendendo solo all'inizio della nuova linea.

#### Presenza di osservatori a bordo

Le attività di avvistamento dei mammiferi saranno condotte solo da qualificati MMO (*Marine Mammals*

*Observer*), che saranno esperti nel riconoscimento di cetacei ed appartenenti a Enti accreditati sull'argomento (ad es. Istituto Tethys, Delfinario di Riccione).

#### Azioni da condurre in caso di avvistamento e/o presenza di cetacei

Nel caso di accertata presenza di mammiferi marini, l'inizio delle attività sarà posticipato fino all'allontanamento degli animali, attendendo dunque almeno 20 minuti dall'ultimo avvistamento.

Al termine del *survey* sarà compilato un report (report *post-survey*), nel quale saranno riportati: il metodo utilizzato per l'individuazione, i problemi incontrati e i commenti sul lavoro svolto. Il report, che rimarrà a disposizione degli organismi competenti (Ministero Ambiente, APAT, ICRAM) conterrà inoltre le seguenti informazioni: data e localizzazione del survey; tipologia e specifiche di impiego degli air-gun utilizzati; numero e tipo di imbarcazioni impegnate; la registrazione di tutte le occorrenze di utilizzo dell'air-gun, inclusi il numero di *soft start* e le osservazioni prima dell'inizio della prospezione; numero di mammiferi avvistati (usando le schede standard); considerazioni da ciascun osservatore presente a bordo.

#### **2.2.5.2 Mitigazioni delle interferenze con le attività di pesca**

Nel caso in oggetto, sono state previste 2 tipologie di mitigazione degli impatti:

- 1) conduzione del *survey* nel periodo invernale
- 2) suddivisione dell'area di prospezione in sottozone

#### Conduzione del *survey* nel periodo autunnale

Lo studio condotto dall'IRMA-CNR (2001a, b) ha evidenziato che nell'area oggetto di indagine si osserva una generalizzata scarsa attività di pesca ma con una riduzione consistente nel periodo autunnale. Su questa base, si è previsto che le attività di prospezione sismica vengano realizzate proprio in questa finestra temporale.

#### **2.2.6 Normativa e standard di riferimento**

Lo svolgimento dell'attività d'indagine geofisica per la ricerca di idrocarburi in mare si svolge nel rispetto della regolamentazione imposta dalla Legge n.6/1957, modificata con Legge n.613/1967 "Ricerca e coltivazione offshore", e dal D.M.29/9/67 "Disciplinare tipo dei permessi e concessioni offshore", non senza aver provveduto allo svolgimento di tutti gli adempimenti necessari in fase autorizzativa quali ad esempio la denuncia di esercizio agli organi competenti della Direzione Generale delle Miniere.

La stessa attività applica la normativa italiana in materia di sicurezza secondo quanto disposto nel D.P.R. n.886/1979 "Integrazione ed adeguamento norme di polizia mineraria nel mare territoriale e nella piattaforma continentale".

Relativamente agli standard costruttivi e di sicurezza vengono applicate le norme tecniche riportate dall'API (American Petroleum Institute) in "Norme riguardanti la progettazione e la costruzione di strutture offshore".



Per quanto riguarda la salvaguardia dell'ambiente per lavori di geofisica in mare si farà riferimento alla Legge 41/1985 concernente l'esplorazione e la coltivazione delle risorse minerarie nei fondi marini.

## 2.3 DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI PERFORAZIONE

L'esecuzione di un pozzo esplorativo ha lo scopo di esplorare gli obiettivi stratigrafico-strutturali evidenziati dai rilievi geofisici e dagli studi geologici, per verificare la presenza di idrocarburi, provarne la qualità e la quantità. Una volta stabilita l'ubicazione di un pozzo, è però necessario eseguire un ulteriore rilievo geofisico del fondo marino atto a definire tutti i parametri del sito (morfologici e geotecnici) e ad operare la scelta dell'impianto di perforazione più adatto, in funzione soprattutto della profondità d'acqua in cui si deve operare.

Due sono i tipi di impianto comunemente utilizzati (fig.6):

***Jack-up*** (piattaforma mobile con posizionamento al fondo tramite gambe retrattili) per perforazioni in acque profonde fino a 90m;

***Semisommersibile*** o ***drill-ship*** (entrambe con posizionamento affidato ad un sistema di ancore) per perforazioni in acque superiori ai 90m.

Nell'area in istanza, in cui l'acqua ha una profondità media superiore ai 100m, qualora gli studi portassero all'ubicazione di un pozzo, si prevede di utilizzare un impianto di tipo *Semisommersibile* (fig.7).

### 2.3.1 Tecniche di perforazione e circolazione dei fluidi di perforazione

Le moderne perforazioni per la ricerca di idrocarburi in mare vengono effettuate mediante un impianto assemblato su un Jack-up o semisommersibile. L'impianto di perforazione è costituito dalla torre di perforazione o "derrick", l'argano, la tavola rotary, un sistema di vasche e pompe per il fango, l'attrezzatura di perforazione (aste e scalpelli), generatori di elettricità e motori. Per la circolazione del fango nelle perforazioni in mare si utilizza un tubo a cannocchiale di larghe dimensioni, detto "riser", che collega la testa pozzo, posizionata sul fondo del mare, con l'impianto in superficie, permettendo di sopperire al moto oscillatorio al quale il movimento del mare sottopone l'impianto stesso.

Nel sistema rotary (fig.8), lo scalpello poggia sul fondo del pozzo ed è collegato alla superficie da una serie di aste cave avvitate l'una nell'altra al cui interno circola il fango di perforazione, messo in movimento da un sistema di pompe idrauliche. La prima di queste aste, partendo dalla superficie, ha sezione poligonale (asta quadra) e passa attraverso una piastra (tavola rotary) che presenta un foro della stessa sezione. La tavola rotary ruotando mette in movimento l'insieme delle aste e lo scalpello presenti nel pozzo. La batteria (aste e scalpello) è sospesa ad un gancio a sua volta collegato ad un cavo che scorre su un sistema di carrucole appese alla sommità della torre di perforazione. Attraverso un manicotto flessibile collegato all'estremità superiore dell'asta quadra viene iniettato a pressione il fango, un fluido generalmente costituito da acqua e polimeri biodegradabili, la cui composizione viene costantemente controllata al fine di rispondere, in ogni momento della perforazione, a determinate caratteristiche di densità e viscosità, controbilanciando così la pressione dei fluidi presenti nelle formazioni mediante la creazione di un sottile pannello impermeabile lungo le pareti del foro; il fango inoltre, uscendo a pressione dagli ugelli dello scalpello, opera un'azione di disgregazione della roccia permettendone la risalita a giorno, oltre a raffreddare e a lubrificare lo scalpello stesso. Si prevede, per lo svolgimento della perforazione del pozzo, un fabbisogno medio di acqua dolce di

20 m<sup>3</sup>/giorno per il confezionamento del fango. L'approvvigionamento avverrà giornalmente tramite trasporto da terra con un supply vessel.

Con il procedere della perforazione, al fine di garantire la stabilità delle pareti del pozzo, vengono discesi, ad intervalli decisi in base alla stratigrafia e al top dell'obiettivo da raggiungere, una serie di tubi di acciaio - detti casing o colonne - di diametro inferiore a quello dello scalpello e decrescente a partire dalla superficie. I casing hanno la primaria funzione di evitare il crollo delle pareti del foro, con conseguente perdita della batteria di perforazione; inoltre la cementazione dei casing alle pareti del pozzo evita la venuta di fluidi (acque di formazione o idrocarburi) dalle formazioni attraversate, che potrebbero compromettere la sicurezza del sondaggio.

Prima di iniziare la perforazione, viene posizionata sul fondo del mare la testa pozzo, una struttura fissa collegata al primo casing, al quale vengono fissate le attrezzature di sicurezza (BOP) ed il riser.

Da quanto brevemente illustrato e sulla base della successione stratigrafica ipotizzata è prevedibile il seguente programma (provvisorio) di tubaggio (fig.9):

**Fase 1:** perforazione con scalpello da 36" dal fondo del mare (-80m) fino a circa 150 metri

Discesa e cementazione di un casing da 30" dal fondo del mare fino alla profondità di circa 150 metri. La posa della colonna alla profondità indicata è dettata dalla necessità di mantenere la verticalità del pozzo.

**Fase 2:** perforazione con scalpello da 26"; discesa e cementazione di un casing da 20" dal fondo del mare fino alla profondità di circa 400m.

**Fase 3:** perforazione con scalpello da 17"<sup>1/2</sup>; discesa e cementazione di un casing da 13"<sup>3/8</sup> dal fondo del mare fino alla profondità di circa 1600 metri.

**Fase 4:** perforazione con scalpello da 12"<sup>1/4</sup>; discesa e cementazione di un casing da 9"<sup>5/8</sup> dal fondo del mare fino alla profondità di circa 3500 metri.

La cementazione delle suddette colonne verrà effettuata mediante la tecnica della risalita, a non meno di 10m dal fondo mare, del cemento posto nell'intercapedine tra foro e colonna al fine di garantire l'isolamento tra le formazioni attraversate e la superficie. L'attesa per la presa del cemento non sarà inferiore alle 4 ore, per ogni discesa casing, prima di riprendere le operazioni di perforazione.

### **2.3.2 Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali**

Prima, durante e dopo lo svolgimento delle attività di perforazione in mare, particolare cura deve essere posta nell'applicazione di una serie di provvedimenti e tecniche per la prevenzione dei rischi ambientali.

#### **2.3.2.1 Sopralluogo dell'ubicazione scelta (well site survey)**

Una volta individuato il possibile sito ove realizzare il pozzo, un sopralluogo dell'ubicazione a mezzo di apposite navi ha lo scopo di raccogliere una serie di informazioni sul fondo del mare al fine di disegnare un quadro ambientale completo e di definire tutti gli interventi necessari a prevenire possibili rischi per

l'ambiente, proteggere zone di particolare sensibilità e posizionare con sicurezza le strutture necessarie alle operazioni di perforazione.

Per ottenere questi risultati è necessario eseguire su un'area di almeno 1 km<sup>2</sup>:

- un accurato rilevamento della profondità del fondale marino,
- una lito-stratigrafia del fondo marino fino alla profondità di almeno 10m,
- un rilevamento particolareggiato del fondale mirato a individuare:
  - relitti, residui bellici, manufatti, irregolarità del fondale, ostruzioni, massi erratici, rocce affioranti, e comunque ogni ostacolo che possa interferire con le operazioni di posizionamento dell'impianto o delle operazioni di perforazione,
- una delimitazione areale e in profondità di eventuali sacche di gas superficiali che rappresentano un pericolo durante la prima fase di perforazione,

Saranno quindi adottate le seguenti tipologie di rilievo geofisico:

- digitale per la determinazione delle situazioni di eventuale pericolo alla perforazione fino a 1000m dal fondo del mare. Le attrezzature utilizzate sono: una sorgente di energia tipo air/water gun, un cavo sismico di 600m di lunghezza con 48 gruppi di ricevitori;
- analogico per un accurato dettaglio stratigrafico superficiale (fino a 100-200m dal fondo mare) con individuazione di eventuali pericoli alla perforazione, per ricostruire la morfologia del fondale. Le attrezzature utilizzate sono la sorgente di energia Air-Gun ed il Side Scan Sonar.
- magnetometrico per l'individuazione di eventuali materiali ferrosi, relitti, cavi, pipeline presenti nell'area interessata al rilievo.

Prelievi del fondale marino possono essere necessari impiegando un carotiere a gravità o una benna.

Durante le fasi del rilievo vengono inoltre registrati i dati di profondità a fondo mare per mezzo di ecoscandaglio idrografico. Le operazioni di acquisizione dei dati sono condotte da navi appositamente attrezzate, dotate di propulsori a elica, atte ad assicurare una bassa rumorosità eseguendo i rilievi a velocità non superiore a 3 nodi. Il mezzo navale è assistito da mezzi appoggio con lo scopo di monitorare l'area delle operazioni e di segnalare la presenza di un cavo di traino ai natanti che transitano nella zona interessata dai rilievi. Il sopralluogo ha una durata di circa 3 giorni.

### **2.3.2.2 Apparecchiature di sicurezza (Blow out preventers)**

Durante la fase di perforazione può realizzarsi il rischio di eruzioni incontrollate di idrocarburi liquidi e gassosi allorché la pressione esercitata dai fluidi presenti nelle formazioni supera la pressione idrostatica del fango di perforazione. Tale condizione si riconosce quando appositi sensori visivi ed acustici accertano l'aumento di volume del fango nelle vasche.

I **Blow Out Preventers (B.O.P.)** sono delle attrezzature di sicurezza che hanno la precisa funzione di prevenire od ostacolare la fuoriuscita incontrollata di fluidi (fango e idrocarburi) dal pozzo..

I B.O.P. (di tipo a sacco o a ganasce), montati sulla testa-pozzo a fondo mare (fig.10), dispongono di una serie di saracinesche che si chiudono sulle aste, a pozzo libero o tubato, e sono azionati da dispositivi automatici o manuali localizzati sull'impianto di perforazione.

Una volta bloccato il flusso e chiuso il pozzo, si provvede a mettere in atto tutte le procedure operative necessarie a ripristinare le condizioni di equilibrio nel pozzo, con pompamento di fango a densità superiore a quella del fluido di formazione.

### **2.3.2.3 Emissioni di gas**

In generale i gas provenienti dalle formazioni sono, anche se in concentrazione diversa, H<sub>2</sub>S (Solfuro di di-Idrogeno) e in misura lievemente minore CO<sub>2</sub> (Biossido di Carbonio); entrambi sono tossici e possono provocare forme di avvelenamento nell'uomo, nella fauna e nella flora.

Premesso che la ricerca di idrocarburi nei sedimenti Paleocenici e Miocenici non comporta assolutamente il rischio di presenza di tali gas, la piattaforma di perforazione è dotata, in prossimità della tavola rotary, all'uscita del fango dai vibrovagli, al piano sonda, ai preventers, vicino i bacini di sedimentazione e lungo tutto il suo, di **sensori di gas** collegati con sistemi di allarme acustico che si azionano allorquando viene superata la concentrazione di 10 ppm per H<sub>2</sub>S e 5000 ppm per CO<sub>2</sub>.

I valori 10 e 5000 ppm rappresentano i limiti di soglia (TLW-TWA) stabiliti dall'ACGIH (American Conference of Governmental and Industrial Hygienist) e rappresentano una concentrazione media ponderata (per una giornata di 8h per 40h settimanali) a cui i lavoratori possono venire esposti giornalmente senza effetti negativi.

Segnalatori visivi del tipo a luci lampeggianti ed indicatori della direzione del vento, sono inoltre presenti sulla piattaforma per meglio localizzare, nel caso ci sia la necessità, la via da seguire per l'abbandono immediato.

### **2.3.2.4 Tecniche di prevenzione inquinamento marino**

L'impianto di perforazione off-shore è dotato di un sistema drenaggi e contenitori onde impedire qualsiasi sversamento in mare di acque piovane contaminate, fango di perforazione e/o oli di sentina. Detti rifiuti vengono raccolti in cassonetti e trasferiti a terra per il successivo smaltimento finale. I detriti di perforazione sono anch'essi raccolti in cassonetti e trasferiti a terra per il trattamento e lo smaltimento finale.

I liquami civili (scarichi w.c., lavandini, docce, cambusa), prima di essere scaricati in mare vengono trattati chimicamente.

La testa pozzo, montata in fondo al mare, è dotata di apparecchiature di sicurezza (BOP), comandate dall'impianto di perforazione, il cui scopo è quello di bloccare fuoriuscite incontrollate di fluidi di strato (olio, gas, acqua). Queste apparecchiature vengono montate in numero e tipo tali da garantire la tenuta idraulica sulla pressione esercitata dai fluidi di strato con tutta l'attrezzatura che si può avere in pozzo al

momento dell'eruzione ed anche con pozzo senza attrezzatura. Inoltre il loro numero e la sequenza di montaggio sono tali da consentire in caso di malfunzionamento di una di queste, di poter impiegare quella montata in successione.

L'impianto di perforazione è assistito 24 ore su 24 da una nave appoggio che oltre che fungere da stoccaggio temporaneo per i materiali necessari alla perforazione (gasolio, acqua, bentonite, barite, casings) è dotato di opportuna scorta di disperdente e attrezzato con appositi bracci per il suo eventuale impiego in mare in caso di sversamenti accidentali di olio.

La base di appoggio a terra, in questo caso Siracusa, sarà dotata dell'attrezzatura necessaria per un primo intervento di emergenza tramite le navi appoggio in caso di sversamenti accidentali di olio in mare.

L'attrezzatura citata consisterà in:

- 500m di barriere antinquinamento,
- 2 skimmer (recuperatori meccanici) per la raccolta dell'olio galleggiante sulla superficie dell'acqua,
- 200 fusti di disperdente chimico
- materiale oleo-assorbente (sorbent booms, sorbent blanket, ecc.)

### **2.3.3 Misure di attenuazione di impatto ed eventuale monitoraggio**

Il monitoraggio delle operazioni di perforazione inizia con il sopralluogo al sito di possibile ubicazione, come descritto nel paragrafo 2.2.2.1, per ottenere tutte le informazioni sul fondale marino, al fine di disegnare un quadro ambientale completo e di definire tutti gli interventi necessari a prevenire possibili rischi per l'ambiente, proteggere zone di particolare sensibilità e posizionare con sicurezza le piattaforme di perforazione.

La piattaforma di perforazione, prima di essere posizionata sull'ubicazione scelta, dovrà essere dotata di un sistema antinquinamento così disegnato:

- Tutti i piani di lavoro (piano sonda, main deck, ecc.) provvisti di drenaggi che impediscano qualsiasi fuoriuscita in mare e raccolgano le acque piovane, quelle di lavaggio impianto e gli eventuali sversamenti di fango sui piani in apposite vasche.
- Svuotamento periodico delle vasche con trasbordo nelle cisterne della nave appoggio (supply-vessel), che staziona 24 ore su 24 nelle immediate vicinanze della piattaforma, e successivo trasporto via terra a idonei recapiti per lo smaltimento.
- La sala macchine, la zona pompe e quella motori dotate di sentina per la raccolta di liquidi oleosi provenienti da tutte le zone in cui sono possibili sversamenti di oli lubrificanti.
- I liquidi raccolti tramite pompa di rilancio inviati ad un impianto separatore olio-acqua; l'acqua separata inviata nella vasca di raccolta dei rifiuti liquidi; l'olio stoccato in appositi fusti in attesa di essere trasportato a terra per lo smaltimento in loco dedicato.

- I detriti perforati, separati dal fango di perforazione ai vibrovagli, raccolti da una coclea ed inviati ad un cassonetto di raccolta della capacità di 6 m<sup>3</sup> da rimpiazzare quando pieno, per essere poi inviati a terra.
- I rifiuti di bordo (lattine, bottiglie, imballaggi, ecc.) raccolti in cassonetti e periodicamente trasferiti sulla nave appoggio per il trasporto a terra.

### **2.3.4 Stima della produzione dei rifiuti, dell'emissione di inquinanti chimici nell'atmosfera e della produzione di rumori e vibrazioni**

Durante le operazioni di perforazione inevitabilmente vengono prodotti dei rifiuti, così come l'impiego di motori diesel ed organi meccanici implicano la produzione di rumori e al emissione in atmosfera di inquinanti chimici.

#### **2.3.4.1 Produzione dei rifiuti**

I rifiuti sono costituiti da:

- rifiuti di tipo urbano (lattine, cartoni, legno, stracci, ecc.)
- rifiuti derivanti dalla perforazione (fango in eccesso e detriti intrisi di fango)
- acque reflue (acque di lavaggio impianto, meteoriche, di sentina)
- liquami civili (scarichi w.c., lavandini, docce, ecc.)

Una stima delle quantità di rifiuti che verranno prodotti durante la perforazione di un pozzo nell'area in esame, utilizzando i dati statistici raccolti per pozzi eseguiti in passato nelle vicinanze è riportata in tabella:

Rifiuti urbani Ton.	Fango (solidi + acqua) m <sup>3</sup>	Detriti di perforazione m <sup>3</sup>	Liquami civili m <sup>3</sup>
25	1500	500	3

#### **2.3.4.2 Emissione di inquinanti chimici nell'atmosfera**

Oltre alle già citate emissioni legate alla fuoriuscita di elementi gassosi col fluido di perforazione, altre sorgenti inquinanti dell'atmosfera sono i gruppi elettrogeni. Il loro grado d'impatto sulla componente ambientale "aria", è ampiamente condizionato dal loro regime di funzionamento, dalla potenza termica del motore e dal tipo di combustibile usato; tali fattori verranno in maniera continua tenuti sotto controllo, anche in funzione di quelle che sono le indicazioni specifiche imposte dalla normativa in materia di inquinamento dell'aria (D.P.R. 203/88 e D.M. 12/7/90 di cui al par. 2.2.10).

Sull'impianto sono installati 5 generatori di potenza pari a 1200 HP ognuno. Dei 5 generatori uno è adibito al solo caso di emergenza, mentre gli altri 4 sono contemporaneamente in funzione in condizione di normale operatività. Il combustibile utilizzato è gasolio per autotrazione con tenore di zolfo inferiore allo 0,2 % in peso.

Dai dati forniti dai costruttori è stato sintetizzato nella seguente tabella il mix dei componenti in emissione per un singolo generatore:

portata gas di scarico m <sup>3</sup> /h	portata gas di scarico kg/min	temperatura °C
11.400	89,5	495

Idrocarburi Incombusti	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Particolato (PTS)
72 g/h	607 g/h	8000 g/h	850 g/h	242 g/h
18 mg/Nm <sup>3</sup>	150 mg/Nm <sup>3</sup>	2000 mg/Nm <sup>3</sup>	210 mg/Nm <sup>3</sup>	60 mg/Nm <sup>3</sup>

LIMITI DI LEGGE (D.M. 12/07/1990)

	650 mg/Nm <sup>3</sup>	4000 mg/Nm <sup>3</sup>		130mg/Nm <sup>3</sup>
--	------------------------	-------------------------	--	-----------------------

Si osserva che i valori in emissione di CO, NO<sub>x</sub> e PTS sono decisamente inferiori ai valori limite di legge.

### 2.3.4.3 Produzione di rumori

Sulla piattaforma di perforazione le fonti di rumore sono date da: motori diesel, tavola rotary, argano, pompe e cementatrici. Il rumore prodotto è di tipo a bassa frequenza ed è più intenso nella zona motori. Dai dati forniti dai costruttori in relazione al rumore prodotto dalle diverse attrezzature si hanno i valori mostrati nella seguente tabella.

zona motori diesel	piano sonda (tavola rotary e argano)	zona pompe
100dB	90dB	90dB

### 2.3.5 Tecniche di trattamento e scarica dei rifiuti (compresi i detriti di perforazione)

A bordo della piattaforma vengono effettuati solo trattamenti relativi a:

- residui alimentari
- liquami civili (scarichi w.c., lavandini, docce, cambusa)
- liquami di sentina



mentre vengono raccolti e trasferiti a terra per successivo trattamento e smaltimento:

- fango di perforazione
- detriti perforati
- acque di lavaggio
- oli
- rifiuti solidi urbani e assimilabili

I *residui alimentari* vengono scaricati in mare solo se di dimensioni che attraversino la rete di un setaccio le cui maglie abbiano un diametro di 25 mm, come stabilito dalle norme internazionali "MARPOL" (Marine Pollution). A questo scopo i residui vengono sottoposti a preventiva triturazione.

I *liquami civili* prima di essere riversati in mare sono trattati con impianto biologico di depurazione omologato RINA. Lo scarico avviene in conformità con quanto stabilito dalla Legge 662/80 che si adegua alla normativa internazionale "MARPOL".

I *liquidi di sentina*, costituiti da olio ed acqua mescolati tra loro, vengono trattati mediante separatore che provvede alla separazione delle due fasi. L'olio viene filtrato e raccolto per essere successivamente infustato e trasferito a terra per essere smaltito al Consorzio Oli Esausti. L'acqua è inviata alla vasca di raccolta rifiuti liquidi, fango ed acque piovane e/o di lavaggio.

I rifiuti non trattati vengono trasferiti dalla nave appoggio in cisterne, autospurghi e cassonati a tenuta stagna, che li portano presso un centro di trattamento dove si effettuano i processi di innocuizzazione (figg.11 e 12), disidratazione e depurazione.

I *detriti di perforazione* (cuttings) in uscita dal vibrovaglio, una volta portati a terra, vengono stoccati inizialmente in un corral in acciaio o cemento e in un secondo momento inertizzati con cemento, quindi previo controllo della composizione con test di eluizione con acido acetico (D.C.I. 14/7/86), prelevati con automezzi autorizzati e trasportati in opportuna discarica ai sensi del DLgs. 22/97.

I *fluidi (fanghi e acque di lavaggio)*, non più idonei per la perforazione, vengono portati in un centro di trattamento dove, dopo un passaggio in una vasca di equalizzazione per stabilizzare il valore del pH, vengono sottoposti al trattamento chimico-fisico di destabilizzazione e successiva disidratazione, a mezzo centrifuga, al fine di eliminare tutte le componenti inquinanti presenti nel fango e di modificarne le sue caratteristiche in modo da renderlo compatibile col la sua destinazione finale.

Il processo di destabilizzazione consiste nell'aggiunta al fango di coagulanti di natura organica (policloruro di Al, cloruro ferrico, solfato di Al) che favoriscono la coagulazione e la flocculazione delle particelle solide; la successiva centrifugazione separa del tutto l'acqua dai fanghi.

I fanghi disidratati subiscono quindi il trattamento di inertizzazione e previo controllo della composizione con test di eluizione con acido acetico (D.C.I. 14/7/86), smaltiti in una discarica opportuna ai sensi della normativa vigente.

Le acque provenienti dal trattamento di disidratazione incluse le acque di lavaggio e le acque meteoriche, convogliate in un altro vascone di raccolta vengono sottoposte al trattamento di depurazione chimico-fisica consistente nella neutralizzazione cioè aggiunta di NaOH che riporta il pH a valori di norma tra 7,5 e 8, e di

un polielettrolita-cationico (NYMCO EM 100, vedi scheda nell'allegato B) che favorisce prima la coagulazione e poi la formazione dei flocculi che vengono separati per decantazione e recuperati nei vasconi reflui ed inertizzati come precedentemente descritto. Il fluido residuo passa quindi attraverso opportuni filtri (filtro a sabbia e filtro a carbone), da cui l'acqua ormai chiarificata può essere riutilizzata nell'area del cantiere o, previo controllo della composizione per verificare la conformità ai limiti imposti dalla D.Lgs. 152/1999, reimmessa nei corpi idrici superficiali.

La eventuale presenza di idrocarburi liquidi comporterà la loro preventiva eliminazione e separazione dall'acqua in vasche con boe e teli assorbenti e al loro successivo stoccaggio in serbatoi impermeabili alloggiati all'interno di una vasca di contenimento in cemento armato prima della definitiva eliminazione da parte di Operatori specializzati nel settore muniti delle autorizzazioni previste dalla Legge (D.L. 27/1/92, n° 95).

Il trattamento dei cuttings e dei fluidi di perforazione, il trasporto e il loro successivo smaltimento definitivo viene effettuata da Operatori specializzati nel settore, muniti delle autorizzazioni previste dal D.Lgs. 22/97. Pertanto il controllo che tutte le fasi si svolgano nel rispetto della normativa vigente in materia, si attesta attraverso: le analisi chimico-fisiche dell'acqua depurata, dei detriti e fanghi inertizzati, il registro di carico e scarico e il certificato di avvenuto smaltimento.

### **2.3.6 Chiusura mineraria (o eventuale completamento) con programma di rimozione delle strutture**

#### **2.3.6.1 Chiusura mineraria**

Nel caso di mancati indizi di manifestazioni durante la perforazione o a seguito di esito negativo o non economico da parte dei test condotti nelle formazioni obiettivo del sondaggio (in foro scoperto o tubato), il pozzo sarà considerato sterile e si procederà alla sua chiusura mineraria, cioè alla sequenza di operazioni che precede il suo definitivo abbandono (fig.13).

La chiusura mineraria consiste:

- nel ripristino nel sottosuolo delle condizioni idrauliche precedenti la perforazione,
- nel ripristino sul fondo del mare delle condizioni morfologiche preesistenti.

La prima condizione serve ad evitare la fuoriuscita a fondo mare di fluidi strato e a garantire l'isolamento dei fluidi dei singoli strati.

Questo obiettivo si ottiene con l'uso combinato di:

- tappi di cemento nel casing o nel foro
- squeeze di cemento nella formazione attraversata
- bridge-plugs
- fango a densità calibrata.

I tappi di cemento e i bridge-plugs isolano le pressioni al di sotto di essi, annullando l'effetto del carico idrostatico dei fluidi sovrastanti. La densità del fango controlla le pressioni al di sopra dei tappi di cemento e dei bridge-plugs.

Se la chiusura mineraria viene decisa con o senza l'esecuzione di test in foro scoperto, dei tappi di cemento, di almeno 50m, vengono posti in corrispondenza di quei livelli con caratteristiche di maggiore porosità e permeabilità al fine di evitare qualsiasi movimento di fluidi (liquidi o gassosi) dalle formazioni al pozzo; mentre un ulteriore tappo di cemento di 100m sarà realizzato tra la scarpa dell'ultima colonna discesa (50m) ed il foro scoperto (50m).

Se la chiusura mineraria viene decisa dopo l'esecuzione di test, a esito negativo, in foro tubato, ogni livello provato dovrà essere chiuso con Cement Retainer, squeezing di cemento, isolato con un bridge-plug, posto al di sopra degli intervalli sparati e cementato con un tappo al di sopra, di almeno 50m.

Nel restante foro tubato non soggetto a prove è prevedibile la posa di minimo 2 tappi di cemento posti a profondità da definire e di lunghezza non inferiore ai 100 metri e di un tappo superficiale di circa 200 m.

Il ripristino del fondo del mare sarà effettuato, dopo l'esecuzione del tappo di cemento superficiale, con:

- il taglio delle colonne sporgenti (come prescritto dal D.P.R. 886/79) che potrebbero provocare danno alle reti di pesca utilizzate dai pescherecci.

#### **2.3.6.2 Prove di produzione**

Alla conclusione della perforazione del pozzo esplorativo, nel caso che siano stati rinvenuti idrocarburi, si procederà all'esecuzione di prove che accertino la produttività dei livelli mineralizzati.

Poiché l'area dell'istanza può essere interessata solo da mineralizzazione a idrocarburi liquidi, dopo la separazione in superficie dei diversi tipi di fluidi, questi verranno stoccati in apposite navi cisterna in attesa di essere trasportati agli impianti di raffinazione.

#### **2.3.6.3 Completamento dei pozzi di produzione e misure di prevenzione dei rischi ambientali**

Nel caso che l'esito del sondaggio sia positivo ed economico, il pozzo viene "completato" e allacciato alla produzione (fig.14).

Il completamento ha lo scopo di predisporre il pozzo alla produzione in modo permanente e in condizione di sicurezza.

I principali fattori che determinano il progetto di completamento sono:

- il tipo e le caratteristiche dei fluidi di strato (es. gas, olio leggero, olio pesante, presenza di idrogeno solforato o anidride carbonica, acqua di strato, ecc.);
- la capacità produttiva, cioè la permeabilità dello strato, la sua pressione, ecc.;
- l'estensione dei livelli produttivi, il loro numero e le loro caratteristiche;
- l'erogazione spontanea o assistita.

In funzione delle condizioni del pozzo rispetto agli intervalli produttivi, si hanno due tipi di completamento:

a) Completamento in foro scoperto (non nel nostro caso)

La zona produttiva è separata dalle formazioni superiori solo dalle colonne cementate durante la perforazione. E' un sistema utilizzato solo per formazioni compatte e stabili (calcari e/o dolomie) che non tendono a franare provocando l'occlusione del foro.

b) Completamento con perforazione in foro tubati (nostro caso)

La zona produttiva viene ricoperta con una colonna (casing o liner di produzione) a cui successivamente, per mezzo di cariche esplosive ad effetto perforante, vengono aperti dei fori che mettono in comunicazione gli strati produttivi con l'interno della colonna. E' questo il sistema utilizzato per formazioni clastiche poco compatte (sabbie)

Il trasferimento degli idrocarburi dalla zona produttiva alla testa pozzo viene effettuato mediante una batteria di tubi di protezione detta "string di completamento" che consiste nella discesa in pozzo di una serie di tubini, del diametro di 3" 1/2 per il completamento singolo o di 2" 1/4 per il completamento doppio, fino all'intervallo produttivo della formazione. Questi tubini vengono fissati, all'interno del casing/liner, per mezzo di packer (guarnizioni di gomma ad alta pressione), permanenti o mobili, che isolano idraulicamente la parte di colonna in comunicazione con le zone produttive dal resto della colonna, che per ragioni di sicurezza viene mantenuta piena di fluido di completamento. All'interno della batteria di completamento vengono installate valvole di sicurezza (safety valve) che hanno lo scopo di chiudere automaticamente l'interno del tubing in caso di rottura incontrollate, bloccando il flusso di idrocarburi verso l'alto.

L'intera batteria viene quindi collegata a fondo mare ad una complessa serie di valvole per il controllo del flusso erogato (X-MAS Tree o Croce di produzione). L'installazione di una piattaforma fissa (monotubolare in questo caso) permetterà lo sfruttamento del giacimento a livello del mare.

### **2.3.7 Tempi di messa in posto dell'impianto, della perforazione, di eventuali prove di produzione, della rimozione delle strutture e dell'abbandono postazione**

#### **2.3.7.1 Tempi della messa in postazione dell'impianto**

I tempi della messa in postazione sono legati al tipo di impianto che verrà utilizzato. Nel caso di semisommersibile, il posizionamento potrà richiedere al massimo 1 giorno in quanto l'unica operazione da eseguire è la verifica di tenuta al fondo dei sistemi di ancoraggio tensioattivi.

#### **2.3.7.2 Tempi di realizzazione della perforazione**

Anche la stima del tempo necessario ad eseguire il sondaggio è soggetto a numerosi fattori (difficoltà di perforazione di alcune formazioni, prese di batteria, durata delle circolazioni, ecc). Nell'eventualità che le difficoltà operative siano ridotte al minimo la perforazione di un pozzo di circa 3500 metri, in queste condizioni geologiche, richiederà circa 20 gg.

#### **2.3.7.3 Prove di produzione**

I tempi per eseguire le eventuali prove di produzione dipenderanno dal numero di test che verranno programmati in funzione degli intervalli formazionali più interessanti ai fini di una corretta valutazione del reservoir. Tali prove verranno eseguite al termine della perforazione e successivamente al completamento del pozzo; per ogni prova la durata prevista è di circa 4 gg.

### 2.3.7.4 Rimozione strutture e abbandono postazione

E' prevedibile che un periodo di 1-2 gg. sia sufficiente per la rimozione delle strutture di fondo mare e l'abbandono della postazione.

#### SOMMARIO DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLA PERFORAZIONE

Operazione	Tempo Previsto (numero giorni)
Messa in postazione	1 - 2
Perforazione pozzo	20
Prova di produzione	4
Rimozione strutture e Abbandono postazione	1-2

### 2.3.8 Normativa e standard di riferimento

Tutte le attività vengono svolte in conformità alle normative vigenti in materia di sicurezza del lavoro e tutela dell'ambiente.

In particolare si fa riferimento a:

R.D. 327/42	"Codice della Navigazione"
D.P.R. 328/52	"Regolazione della Navigazione"
D.P.R. 547/55	"Norme per al prevenzione degli infortuni sul lavoro"
D.P.R. 303/56	"Norme generali per l'igiene sul lavoro"
Legge 6/57	"Ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi"
D.P.R. 128/59	"Norme di polizia delle miniere e cave"
Legge 813/37	"Ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi nel mare territoriale e nella piattaforma continentale e modificazioni alla Legge 11/01/57 n.6 sulla ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi"
D.M. 29/09/67	"Approvazione del disciplinare tipo per i permessi di prospezione e di ricerca e per le concessioni di coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi nel mare territoriale e nella piattaforma continentale"
D.P.R. 886/79	"Norme di sicurezza off-shore"
Legge 662/80	"Ratifica ed esecuzione della convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi e del protocollo sull'intervento in alto mare in caso di inquinamento causato da sostanze diverse dagli idrocarburi, con annessi, adottati a Londra il 2/11/73"
D.P.R. 691/81	"Smaltimento oli esausti"
D.C.I. 27/07/84	"Disposizioni per la prima applicazione dell'art: 4 del DPR 10/9/82, n.915"

Legge 441/87	“Albo Nazionale Smaltitori”
D.P.R. 203/88	“Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell’art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183”
D.M. 12/7/90	“Legge guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e al fissazione dei valori minimi di emissione”
DPCM 1/3/91	“Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”
D.M. 277/91	“Norme in materia di protezione dei lavoratori dal rumore”
D.L. 95/92	“Attuazione delle direttive CEE 75/439 e 87/101, relative alla eliminazione degli oli usati”
D.M.A. 28/7/94	“Determinazione delle attività istruttorie per il rilascio dell’autorizzazione allo scarico in mare di materiali derivati da attività di prospezione, ricerca e coltivazione di giacimenti di idrocarburi liquidi e gassosi”
D.M.A. 126/94	“Attuazione degli artt. 2 e 5 del D.L. 8/7/94 n. 438 recante disposizioni in materia di riutilizzo dei residui derivanti da cicli di produzione o di consumo in un processo produttivo o in un processo di combustione, nonché in materia di smaltimento dei rifiuti”
D.L. 616/94	“Disposizioni in materia di riutilizzo dei residui derivanti da cicli di produzione o di consumo in un processo di combustione, nonché in materia di smaltimento dei rifiuti”
D.L. 162/95	“Disposizioni in materia di utilizzo dei residui derivanti da cicli di produzione o di consumo in un processo produttivo o in un processo di combustione, nonché in materia di smaltimento reflui”
D.L. 113/96	“Disposizioni in materia di riutilizzo dei residui derivanti da cicli di produzione o di consumo in un processo produttivo o in un processo di combustione, nonché in materia di smaltimento reflui”
D.Lgs 624/96	“Norme di sicurezza industrie estrattive”
D.Lgs. 22/97	“Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio”
D.Lgs. 152/1999	“Disposizioni per la tutela delle acque dall’inquinamento”

#### Norme Ingiuntive

Il D.P. n. 886 del 24/5/79 è la principale legge sulle norme di sicurezza nelle acque territoriali italiane e stabilisce condizioni e norme generali da applicare nel caso di impianti fissi e mobili off-shore e fa

riferimento a varie altre norme di legge per antincendio, incidenti, relazioni scritte, dotazione di apparecchiature di salvataggio, ecc.

In particolare, tale Decreto è suddiviso nei seguenti argomenti:

- Provvedimenti generali, comprendenti responsabilità e organizzazione, limitazione di accesso, rapporti di incidenti, ecc.
- Sicurezza nelle attività di esplorazione.
- Sicurezza nelle attività di perforazione, comprendente i requisiti per la sottomissione del programma di perforazione, sicurezza dell'unità e delle apparecchiature di perforazione, sicurezza antincendio, comunicazioni, segnalazioni, prevenzione dell'inquinamento, regolamenti del personale, requisiti e organizzazione dei soccorsi.
- Norme di sicurezza per operazioni su tubazioni e apparecchiature di produzione, comprese le norme applicabili tratte da attività di perforazione, attività di workover, ecc.
- Provvedimenti temporanei
- Avvisi, documentazione e altro materiale amministrativo
- Provvedimenti penali

### 3. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Lo scopo di questa parte dello studio è quello di fornire un quadro il più possibile completo di quelle che potrebbero essere le interferenze legate all'attività di esplorazione, precedentemente descritte, e le esigenze ambientali esistenti nell'area di studio. Esso si articola in diverse fasi di analisi e sintesi, intese ad individuare le potenzialità fisiche, ecologiche, paesaggistiche, culturali, sociali ed economiche del territorio. Sono state individuate e raccolte le informazioni disponibili al fine della caratterizzazione delle componenti suddette, e della realizzazione di un quadro conoscitivo dello stato attuale del territorio in esame in funzione della qualità ambientale. I dati così elaborati sono stati trasferiti su base cartografica alla scala 1:250.000. Questo supporto cartografico costituisce un elemento indispensabile per le sue caratteristiche di sintesi e di assieme e pertanto, nei paragrafi a seguire, saranno descritti i diversi tematismi dell'area in esame e le modalità di realizzazione degli stessi.

Consci che il lavoro non sempre risulta esauriente, per la mancanza dei dati necessari, si è cercato, nello spirito di carattere informativo dello studio, di evidenziare quelli che sono i temi più peculiari dell'area di ricerca.

#### 3.1 DELIMITAZIONE DELLE AREE INTERESSATE DALLE OPERAZIONI

L'area interessata dalle operazioni è quella interamente coperta dal perimetro del permesso (tav.1). La distanza dalla costa nel punto più vicino è di 7 km (circa 13 miglia nautiche)

#### 3.2 ALTRE UTILIZZAZIONI DELL'AREA E REGIMI VINCOLISTICI

- Zone marine di tutela biologica (legge 963/65)

L'area non rientra in nessuna zona di tutela biologica

- Zone marine a parco (legge 979/82, art.31)

L'area non costituisce parco marino

- Zone costiere facenti parte di aree naturali protette o soggette a misure di salvaguardia ai sensi della legge 394/91

Nella fascia costiera antistante il permesso di ricerca esistono le seguenti Zone di Protezione Speciale (ZPS):

- "Foce del Fiuma Irminio" (codice Natura 2000 ITA080001)
- "Punta Braccetto-Contrada Cammarana" (codice Natura 2000 ITA080004)
- "Isola dei Porri" (codice Natura 2000 ITA080005)
- "Spiaggia Maganuco" (codice Natura 2000 ITA080007)
- "Contrada Religione" (codice Natura 2000 ITA080008)
- "Fondali della Foce del Fiume Irminio" (codice Natura 2000 ITA080010)



La loro distanza dall'area di ricerca è superiore a 7 km (circa 13 miglia nautiche) per cui si può escludere sin da ora qualsiasi impatto negativo legato ai lavori in programma.

Nel Canale di Sicilia ricopre particolare importanza l'attività di pesca. Nella figura 19 si osserva che, anche se con una distribuzione eterogenea nel tempo e nello spazio dovuta alla stagionalità delle specie, la pesca viene di fatto praticata in tutto il settore centrale del Canale e lungo le coste nord-occidentali siciliane. La tecnica maggiormente utilizzata è quella a strascico, con reti da fondale o da acqua bassa (con larghezza delle maglie comunque non inferiore a 40 mm).

Nell'area di permesso non si registra un'attività di pesca rilevante dal punto di vista commerciale, ad esclusione della cattura di pesce di scarso o nullo valore commerciale, catturato prevalentemente con reti a strascico, tramagli o palamiti.

### **3.3 DESCRIZIONE DEI SISTEMI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGRAMMA**

#### **3.3.1 Caratteristiche batimetriche e geomorfologiche del fondo marino**

La situazione batimetrica e le caratteristiche morfologiche del fondo marino sono riportate nelle tavv. 2 e 3, riprese dal foglio 917 della Carta dell'Istituto Idrografico della Marina alla scala 1:250.000. L'area in oggetto si trova nel tratto di mare conosciuto come Canale di Sicilia che si colloca su un'area geologica di raccordo tra l'Alto Atlante e la catena Siculo-Appenninica, caratterizzata da falde accavallate la cui culminazione è tutt'oggi visibile sul fondo marino.

Da un punto di vista strettamente morfologico tutto il Canale di Sicilia appartiene alla terrazza o zoccolo continentale (si tratta infatti di un mare epicontinentale) in cui è possibile distinguere le seguenti unità morfologiche: 1) piattaforma continentale (Banco Avventura a SE dell'area considerata e piattaforma tunisina ad Ovest); 2) scarpata continentale con andamento molto irregolare alternando tratti a forte pendenza a tratti sub-orizzontali; 3) bacini, intesi come depressioni chiuse, in generale allungate in senso NW-SE che sono sede di sedimentazione in atto (Bacino di Malta a sud dell'area esaminata); 4) monti sottomarini di modeste dimensioni e spesso di forma sub-conica ed allungata, di natura generalmente vulcanica; 5) banchi, elementi morfologici tipici del Canale di Sicilia; essi culminano a profondità inferiori a 200m con superfici sub-pianeggianti che mostrano spesso tracce di abrasione marina e talora di erosione sub-aerea; la sommità dei banchi è di solito rocciosa e ricoperta a tratti da sabbie grossolane.

Nell'area in istanza il fondale raggiunge una profondità massima di 200 m, ed è costituito prevalentemente da fanghi.

La tav.3 mostra come all'interno di tale area il fondale abbia un andamento regolare delle isobate tranne la presenza di alcuni promontori sommersi con direzione variabile da NE-SW a NW-SE. La presenza e la direzione di tali promontori suggeriscono una stretta correlazione tra la morfologia dei fondali e l'assetto tettonico che si osserva sulla terraferma. La tav.2 mostra infatti un allineamento di faglie dirette orientate

secondo una direzione NE-SW che danno luogo ad un sistema di dislocazioni che isola delle strutture a graben, spesso a loro volta dislocate da un altro pattern di faglie con direzione NW-SE.

### **3.3.2. Condizioni meteo-oceanografiche**

Le condizioni oceanografiche dell'area in esame sono ovviamente influenzate dalla situazione meteo-oceanografica dell'area del Canale di Sicilia. I dati di seguito riportati sono stati desunti da alcuni lavori effettuati utilizzando dati di sintesi a grande scala.

#### **Temperatura**

In tutto il Mediterraneo, normalmente, l'acqua risulta essere più calda dell'aria sovrastante, nel periodo invernale, e più fredda nel periodo estivo (2° circa di differenza); variazioni stagionali di temperatura, tuttavia, non si manifestano oltre i 300 m di profondità. Da tale quota, e fino al fondo, la massa acqua è isoterma con una temperatura uniforme di 13°.

Nel Canale di Sicilia, in luglio, la temperatura atmosferica raggiunge valori compresi tra i 24 e i 26 °, con un'eccedenza di calore di circa 10° rispetto all'Oceano Atlantico. In inverno, invece, le temperature medie si mantengono intorno ai 14 – 15°.

#### **Salinità**

Le acque dell'area in questione si presentano molto calde e con un elevato contenuto salino compreso tra il 37 ed il 39 per mille. Queste caratteristiche sono dovute all'isolamento del Mediterraneo rispetto alle acque profonde degli oceani ed alla sua ubicazione in una zona climatica caratterizzata da temperature relativamente alte, da scarsi apporti meteorici e fluviali e da un forte tasso di evaporazione.

#### **3.3.2.1 La circolazione delle correnti**

Le correnti superficiali nel Canale di Sicilia muovono da NW verso SE scendendo dal Canale di Sardegna verso le coste tunisine e siciliane parallelamente alla linea di costa sud-occidentale della Sicilia. La zona di mare oggetto dell'indagine viene interessata in tutte le stagioni da una corrente dominante di direzione NW-SE con velocità variabile tra 0.6 e 1.3 nodi (figg. 10-13).

#### **3.3.2.2 I venti e le condizioni del mare**

Le osservazioni riguardanti i venti e lo stato del mare sono state ricavate dalle misurazioni effettuate dall'Istituto Idrografico della Marina nelle stazioni di Licata e Cozzo Spadaro (fig.24 e fig.31) per il periodo che va dal 1927 fino al 1964 (anno in cui detti rilevamenti sono passati sotto il controllo dell'Aeronautica Militare).

Relativamente alla stazione di Licata (fig.25), per tutto l'arco dell'anno prevale un vento da Ovest che raggiunge punte di massima intensità soprattutto nel periodo Maggio-Settembre e, subordinatamente, da Nord-Ovest; le registrazioni della stazione di Cozzo Spadaro (fig.32) indicano invece una prevalenza di venti da Ponente lungo tutto il corso dell'anno e da Sud-Ovest durante i mesi estivi (Giugno-Settembre).

Lo stato del mare per le stazioni in esame sembra confermare una frequenza media intorno al 16% (Licata) e 12% (Cozzo Spadaro) di mare calmo ed intorno al 60% (entrambe le stazioni) di mare forza 2-3, e rari eventi con mare forza 6-8 (2%) concentrati maggiormente nel periodo invernale (figg.26-27, figg.33-34). Anche per le mareggiate e la loro durata massima si conferma una concentrazione nei periodi invernali, con mare forza 7-8, con direzioni da W e SW (fig.28-29, fig.35-36). Dati conformi relativi alla direzione dei venti, per la stazione in esame, si hanno anche per le burrasche (mare forza 7-12) (fig.30, fig.37).

### **3.3.3 Ecosistema, biocenosi e caratterizzazione biologica**

La determinazione delle biocenosi del Canale di Sicilia è il risultato dell'elaborazione di un vasto set di dati provenienti da campionamenti effettuati tra il 1990 ed il 2000 (fig.38). In base ai risultati di tale lavoro, l'area di permesso è caratterizzata dalla presenza di biocenosi dei detriti costieri e biocenosi dei fondali detritici di mare aperto.

Specie caratteristiche dei fanghi del largo sono *Aporrhais pespelecani*, *Turritella triplicata*, *Arca diluvii*, *Arca lactea*, *Venus casina*, *Astarte fusca*, *Tellina halaustina*, *Isocardia cor*, *Corbula gibba*, *Chlamys multistriata* e *Caryophylla clavus*. Inoltre si rinvenivano lo Scafopode *Dentalium panormum*, gli Echinodermi *Leptometra phalangium*, *Ophiura carnea* e *Thyone gadeana* e l'Anfipode *Haploops dellavallei*.

Tra i 50 ed i 150 metri di profondità sono presenti anche zone caratterizzate da ampie conche di detrito d'origine organica come frammenti di conchiglie, alghe calcaree e meno frequentemente da briozoi. Tali fondali dal punto di vista bionomico possono essere attribuiti alla biocenosi del Coralligeno.

Il macrobenthos è composto da Policheti, Echinoidi, Brachiopodi, Antipodi e Foraminiferi; la fauna meiobentica è rappresentata soprattutto da Nematodi e Policheti. Fra le specie pelagiche più numerose si annoverano i Cupleidi e gli Engraulidi che sono estremamente importanti sia per la quantità di pescato sia per l'industria conserviera del Bacino Mediterraneo. Parliamo di pesce azzurro ed in particolare della Sardina (*Sardina pilchardus*) e dell'Acciuga (*Engraulis encrasicolus*), catturate prevalentemente con reti di circuizione. Sempre tra i pelagici, frequenti ed importanti sono l'Orata (*Sparus aurata*), la Spigola (*Dicentrarchus labrax*), lo Scorfano, lo Sciarrano (*Serrenus scriba*), vari tipi di Sarago: S. Fasciato (*Diplodus vulgaris*), Maggiore (*Diplodus sargus*), Pizzuto (*Puntazzo puntazzo*) e Sparaglione (*Diplodus annularis*), vi sono poi lo Sgombro (*Scomber scombrus*) e la Palamita (*Sarda sarda*) e a profondità più elevate la Cernia (*Epinephelus guaza*), la Rana Pescatrice (*Lophius piscatorius*) e vari tipi di Tonno, fra cui il Tonno Rosso (*Thunnus thynnus*), il Tonno Bianco (*Thunnus alalunga*) e il Pelamide (*Euthynnus pelamis*). Ricordiamo inoltre il Pesce Spada (*Xiphias gladius*) e la Ricciola (*Seriosa dumerili*). Nel complesso, è stata riportata, nelle acque del Stretto, la presenza di specie relativamente comuni quali: il Tursiope, *Tursiops truncatus*, la Stenella, *Stenella coeruleoalba*, il Delfino comune, *Delphinus delphis*, il Grampo, *Grampus griseus*, il Capodoglio, *Physeter catodon*. Infine bisogna dire che il Canale di Sicilia è un luogo di transito per le tartarughe marine (*Caretta caretta*) che si spostano dal bacino orientale a quello occidentale del Mediterraneo e viceversa, essendo ivi comprese quelle che provengono dall'Atlantico, oceano con il quale è stato dimostrato un attivo scambio in termini di popolazione di Caretta.

#### 4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'area oggetto dell'indagine l'ambiente marino, date le batimetriche entro cui si estende il permesso in questione, appartiene al sistema piattaforma continentale. L'are di studio si colloca fra i substrati mobili dei sistemi del largo, costituiti da argille giallastre o grigie e, subordinatamente da sabbie. L'area è inoltre interessata da attività di pesca prevalentemente di pesce azzurro.

L'esplorazione nell'area in istanza consisterà principalmente nella ricerca di trappole con accumuli di olio nelle sequenze carbonatiche liassiche entro la profondità di circa 3500 metri e sarà condotta in due fasi: prospezione geofisica e perforazione (probabile ma non obbligatoria). Per entrambe le fasi, le attrezzature e gli impianti utilizzati non costituiranno un impatto visivo negativo rispetto al sistema territoriale costiero in quanto praticamente invisibile o puntiforme considerata la consistente distanza dalla terraferma. Anche il traffico marittimo per le motonavi di appoggio e rifornimento sarà limitato ad un passaggio giornaliero da e verso il porto di approdo più vicino (presumibilmente Siracusa).

Nella prospezione geofisica verrà eseguita una campagna sismica di circa 300 km, utilizzando come sorgente di energia il sistema *Air-Gun*. Gli effetti prodotti da questa sorgente di energia sull'ecosistema marino in fondali quali quelli in oggetto possono considerarsi praticamente trascurabili. Da studi fatti risulterebbe infatti che il treno d'onde prodotto dall'*Air-Gun*, che si trasmette in profondità con un decadimento di energia proporzionale al quadrato della distanza, si risenta sul fondo in maniera limitata, tale da non nuocere alla fauna bentonica. L'effetto sulle forme pelagiche sembra essere limitato a disturbi momentanei del comportamento dei pesci ed in misura più sensibile dei cetacei. Il programma sismico avrà una durata limitata nel tempo (circa 10 giorni) e verrà eseguito in un periodo che non sia di intralcio all'attività di pesca. Per quanto attiene alla perforazione, gli effetti sull'ambiente marino possono considerarsi nulli o trascurabili, in parte per lo scarso impatto di alcune operazioni, ma in gran parte per le misure di prevenzione e di attenuazione adottate ormai da tempo in questo tipo di attività. Dalle azioni svolte sulla piattaforma si potranno avere in maniera molto attenuata emissioni, sia sonore che di fumi, e produzione di rifiuti che saranno smaltiti in parte in mare, ma nella maggior parte a terra (fig.34). In particolare si avranno:

- emissioni in atmosfera, prodotte dai generatori di corrente e da prove di produzione, che rientrano nei limiti previsti dalle norme del DPR 203/88
- scarico a mare dei residui alimentari preventivamente triturati e setacciati, in conformità alle norme MARPOL
- scarico a mare dei liquami civili e delle acque di raffreddamento, preventivamente sottoposti a trattamento di depurazione, in conformità alle norme MARPOL
- emissioni sonore che raggiungeranno al massimo nella zona motori il valore di 90 Leq(A).

Sulla terraferma saranno trasportati tutti gli altri rifiuti solidi e liquidi prodotti sulla piattaforma e precisamente:

- fanghi e detriti di perforazione;
- fanghi in sovrappiù delle vasche di stoccaggio;
- acque di lavaggio impianto;

- acque meteoriche cadute sull'impianto;
- liquidi di sentina;
- rifiuti solidi e urbani;
- oli da prove di produzione.

Questi rifiuti, prima di essere portati a terra per essere smaltiti o riutilizzati secondo le norme ambientali attualmente vigenti, potranno subire un eventuale trattamento sulla piattaforma.

L'eventuale posizionamento di una piattaforma per la perforazione di un pozzo esplorativo potrebbe essere di intralcio, seppur minimo, alle operazioni di pesca. Quest'effetto negativo, da una parte è mitigato dalla brevità del tempo di permanenza della piattaforma (massimo 35-40 giorni), dall'altra potrebbe assumere anche un aspetto positivo in quanto negli immediati dintorni potrebbero crearsi biotopi interessanti per la pesca. In ogni caso saranno scelti periodi coincidenti con eventuale fermo di pesca in modo da ridurre al minimo le interferenze sulle operazioni ittiche.

Per quello che concerne la fine dei lavori, o problemi accidentali che dovessero intervenire in fase di completamento del pozzo o di chiusura mineraria, le tecniche che verranno adottate garantiscono la sicurezza sia riguardo alla fuoriuscita incontrollata di liquidi di strato, che riguardo al miscelamento nel sottosuolo tra fluidi di strati diversi.

Nelle figg.35 e 36 viene riassunta in maniera schematica la possibile entità degli effetti sui diversi soggetti ambientali, provocati dalle azioni previste dalle principali fasi operative del programma esplorativo e dai relativi fattori di perturbazione. L'entità degli effetti tiene conto, naturalmente, della presenza o meno di misure di prevenzione o mitigazione previste nel piano operativo che sono indicate nelle figure.

La fig.37 dà un quadro riassuntivo delle diverse componenti ambientali coinvolte nell'attività di prospezione e di perforazione.

Per quanto riguarda l'analisi delle possibili interferenze derivanti dalle future attività di esplorazione con le zone costiere circostanti (peraltro piuttosto distanti dall'area in istanza), queste saranno:

- *interferenza geomorfologia*: nulla in quanto la possibile ubicazione di un pozzo sarà ad una distanza tale dalla costa da non pregiudicare in nessun caso il naturale andamento del fondo marino;
- *interferenza ecosistemica e territoriale*: nulla in quanto non pregiudica l'attuale assetto del territorio in terraferma, sia esso a vocazione agricola, industriale, turistica o di aree naturali protette;
- *interferenza visiva*: nulla o parziale in quanto la sagoma della piattaforma di perforazione (semisommergibile) sarà a distanza tale da non essere percepibile dalla costa, o potrà costituire un contrasto cromatico, seppure molto limitato nel tempo, tale da non alterare l'attuale assetto visivo. Anche e soprattutto durante le operazioni notturne potrà avere un forte richiamo visivo, costituendo soprattutto un evento di curiosità di breve durata piuttosto che un'alterazione del paesaggio preesistente

Inoltre, l'area che verrà interessata dalla ricerca insiste su fondali con profondità superiori agli 80m ed in cui non si rileva la presenza di stazioni a *Posidonia oceanica* né di praterie di *Cymodocea nodosa*.

## 5. BIBLIOGRAFIA

### **AA.VV (1993)**

*Geological development of the Sicilian-Tunisian Platform – Proceedings of the international Scientific Meeting held at the University of Urbino, Italy, 4-6 November 1992.*

Ed. P. Colantoni & M. Max

### **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*

CEOM - Palermo

### **Borsetti A.M., Colantoni P., Zarudzki F.K. (1974)**

*Note strutturali e stratigrafiche sul Canale di Sicilia*

Mem. Soc. Geol. It., 13/2 pp 221-232

### **C.N.R. – Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima (I.R.Pe.M.)**

*Caratterizzazione quantitativa mediante echosurvey sulle possibili interazioni tra fauna pelagica e attività di prospezione.*

### **Cognetti G., Cognetti, G. (1992)**

*Inquinamenti e protezione del mare*

Ed. Calderini (BO)

### **Cognetti P. (1995)**

*L'off-shore e il suo impatto sulle coste italiane*

Memorie Geografiche, n.s 1 – pp 271.282

### **Colantoni P. (1975)**

*Note di geologia marina sul Canale di Sicilia*

Giornale di Geologia, (2) XL, fasc. 1 – pp181-207

### **Colantoni P. (1988)**

*Carta batimetrica – morfologica – litologica del Banco Avventura (Canale di Sicilia)*

CNR – Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini

### **Della Croce N., Cattaneo Vietti R., Danovaro R.**

*Ecologia e protezione dell'ambiente marino costiero*

UTET Università

### **Finetti I. (1982)**

*Structure, stratigraphy and evolution of Central Mediterranean.*

Boll. Geof. Teor. Appl., 24 (96)

### **Fischer Perry A. (2003)**

Regulating seismic acquisition for marine mammal protection: competing interests or mutual goal?

World Oil

### **Ghirardelli E. (1981)**

*La vita nelle acque*

UTET

**Istituto Idrografico della Marina (1982)**

*Il vento e lo stato del mare lungo le coste italiane e dell'Adriatico*

Vol. III – Isole del Canale di Sicilia, coste della Sicilia Meridionale, coste del Mar Ionio e Coste occidentali del Basso Adriatico.

**Istituto Idrografico della Marina (1982)**

*Atlante delle correnti superficiali dei mari italiani.*

I.I. Pubbl. 3068

**Istituto Idrografico della Marina (1989)**

1987 – Anno Europeo dell'ambiente – "Operazione Isole Pelagie"

**Levi D., Bahri T., Camilleri M., Jarboui O., Massa F., Ragonese S., Zgozi S. (2004)**

*MedSudMed - Report of the Expert Consultation on the Spatial Distribution of Demersal Resources in the Straits of Sicily and the Influence of Environmental Factors and Fishery Characteristics; Gzira, Malta, 10–12 December 2002.*

*MedSudMed Technical Documents No.2.*

**Luther W., Fielder K. (1988)**

*Guida alla fauna costiera del Mediterraneo*

Ed. Franco Muzzio

**Morelli C., Gantar C., Pisani M. (1975)**

*Bathymetry, gravimetry and magnetism in the straits of Sicily and Ionian Sea*

Boll. Geof. Teor. Appl., 17

**Pérès J.M. e Picard J. (1964)**

*Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée.*

Rec. Trav. Stat. Endoume. 31 (47), pp. 137

**Sciuto G. (1989)**

*La pesca siciliana – Strutture organizzative o problemi mediterranei*

Estratto da "Annali della Facoltà di Economia e Commercio" – Università di Catania

**TCI (1999)**

*Parchi e aree protette d'Italia*

**UMAR (1989)**

*Mari e coste italiane*

Patron, Bologna

**Siti internet:**

Sito Rete Natura 2000

[www.minambiente.it/Sito/settori\\_aziende/scn/rete\\_natura2000/rete\\_natura2000.it](http://www.minambiente.it/Sito/settori_aziende/scn/rete_natura2000/rete_natura2000.it)