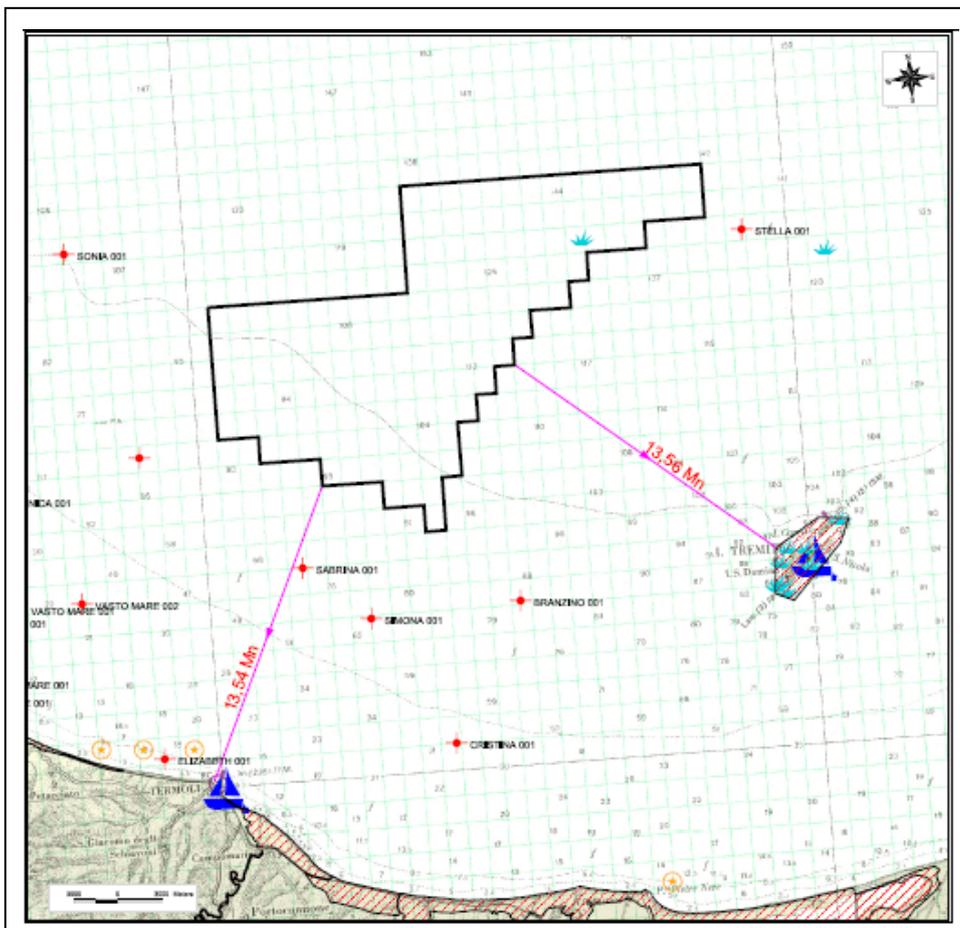


PETROCELTIC ITALIA srl

Istanza di Permesso di Ricerca per Idrocarburi
"d 494 BR-EL"

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE



Elaborato da PEAL Petroleum srl

Indice

| | |
|---|-----------|
| PREMESSA..... | 4 |
| 1. FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI RICERCA..... | 5 |
| 1.2 Inquadramento Geologico Regionale..... | 7 |
| 1.3 Obiettivi Minerari..... | 9 |
| 1.4 Programma Lavori..... | 12 |
| 2. DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA..... | 13 |
| 2.1. DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAMENTO GEOFISICO..... | 13 |
| 2.1.1. <i>Tipologia delle navi utilizzate</i> | 13 |
| 2.1.2. <i>Tipologia delle attrezzature di rilevamento</i> | 15 |
| 2.1.3. <i>Impatto sull'ambiente delle operazioni geofisiche</i> | 19 |
| 2.1.4. <i>Tempi di esecuzione</i> | 20 |
| 2.1.5. <i>Normativa e standard di riferimento</i> | 20 |

ELENCO DELLE FIGURE

- Fig.1 UBICAZIONE DEI PERMESSI PETROCELTIC NEL MEDIO ADRIATICO
- Fig.2 SEZIONE RAPPRESENTATIVA DEI TEMI DI RICERCA
- Fig.3 METODO REGISTRAZIONE SISMICA MARINA
- Fig.4 TIPOLOGIA DI NAVE PER SISMICA MARINA
- Fig.5 PARTICOLARE DELLA SORGENTE DI ENERGIA (AIR GUN)
- Fig.6 PARTICOLARE ATTREZZATURE MARINE DI REGISTRAZIONE

PREMESSA

Il presente documento costituisce il “Quadro di Riferimento Progettuale” sull’area dell’istanza di permesso “d 494 B.R.-EL” ed è parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale, redatto nell’ambito del D.L. 152/06, D.L. 4/2008 e D.L.128/2010 , che disciplinano la normativa in merito alla valutazione dell’impatto ambientale relativa all’attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi in mare.

La società PEAL PETROLEUM srl è stata incaricata di redigere il presente Progetto Esplorativo e lo Studio di Impatto Ambientale per conto della suddetta società e si è avvalsa del seguente staff:

Dott. Geol. Luigi Albanesi (coordinatore)

Dott. Geol. Michelangelo Miceli

1. FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI RICERCA

L'area in istanza è ubicata nell'off-shore medio adriatico, al largo delle coste abruzzesi e pugliesi e occupa una superficie di 373,7 km² (fig.1).

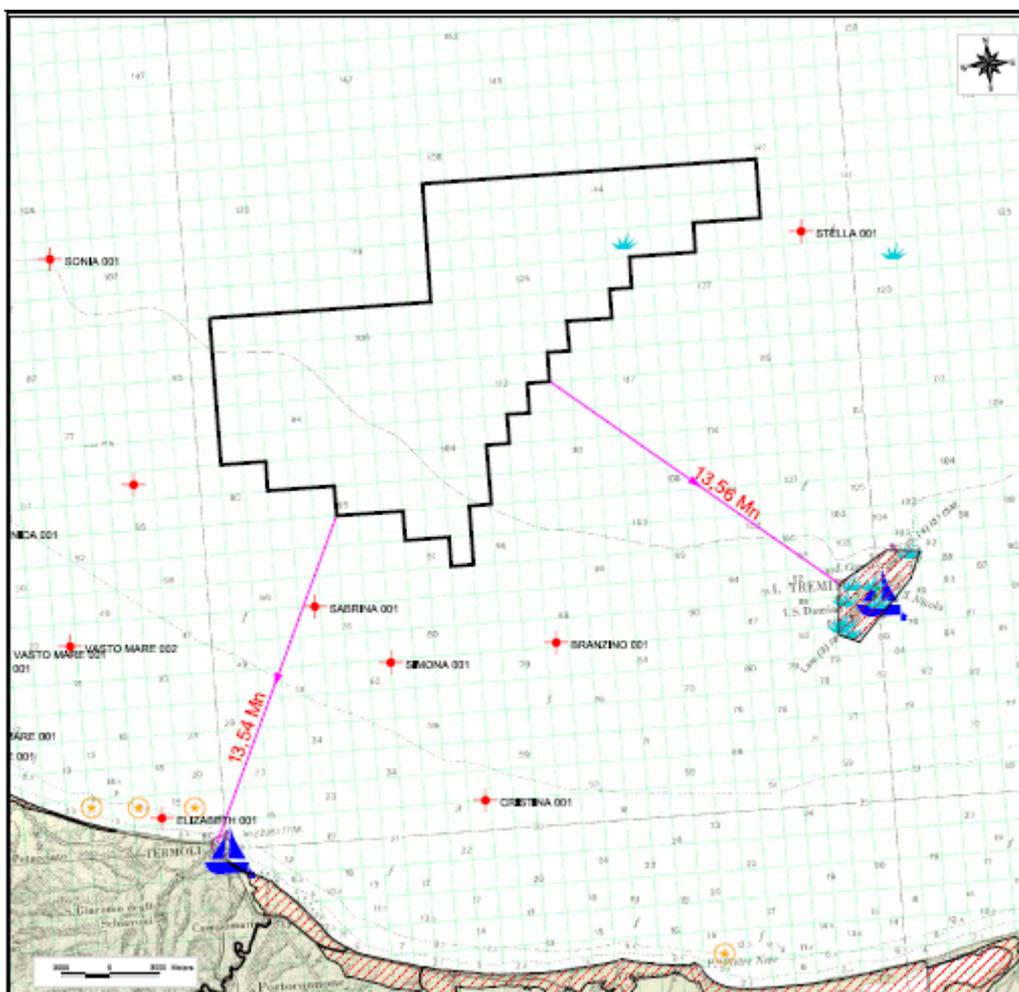


Fig. 1

La profondità del mare va da un minimo di 90 metri fino ad un massimo di 150 metri. La distanza minima dalla costa è superiore alle 12 miglia. Il permesso confina a Ovest con la concessione Rospo in cui sono presenti le piattaforme produttive del campo ad olio.

Dal punto di vista minerario ricade nella zona di ricerca denominata "B".

Geologicamente comprende la zona che circonda lo "slope" (talus) settentrionale della Piattaforma Carbonatica Apula.

Riportiamo di seguito le coordinate geografiche dei vertici del permesso:

COORDINATE GEOGRAFICHE DEI VERTICI

| <u>Vertice</u> | <u>Longitudine</u> | <u>Latitudine</u> |
|----------------|--------------------|-------------------|
| a | 15° 11' | 42° 22' |
| b | 15° 26' | 42° 22' |
| c | 15° 26' | 42° 20' |
| d | 15° 23' | 42° 20' |
| e | 15° 23' | 42° 19' |
| f | 15° 20' | 42° 19' |
| g | 15° 20' | 42° 18' |
| h | 15° 19' | 42° 18' |
| i | 15° 19' | 42° 17' |
| l | 15° 17' | 42° 17' |
| m | 15° 17' | 42° 16' |
| n | 15° 16' | 42° 16' |
| o | 15° 16' | 42° 15' |
| p | 15° 15' | 42° 15' |
| q | 15° 15' | 42° 14' |
| r | 15° 14' | 42° 14' |
| s | 15° 14' | 42° 13' |
| t | 15° 13' | 42° 13' |
| u | 15° 13' | 42° 11' |
| v | 15° 12' | 42° 11' |
| z | 15° 12' | 42° 09' |
| a' | 15° 11' | 42° 09' |
| b' | 15° 11' | 42° 10' |
| c' | 15° 09' | 42° 10' |
| d' | 15° 09' | 42° 11' |
| e' | 15° 06' | 42° 11' |
| f' | 15° 06' | 42° 12' |
| g' | 15° 03' | 42° 12' |
| h' | 15° 03' | 42° 13' |
| i' | 15° 01' | 42° 13' |
| l' | 15° 01' | 42° 18' |
| m' | 15° 11' | 42° 18' |

1.2 Inquadramento Geologico Regionale

Evoluzione paleogeografica e strutturale

All'inizio dell'era mesozoica (circa 230 milioni di anni fa), l'area occupata dall'odierna penisola italiana e dal Mare Adriatico, era dominata da un ambiente di piattaforma carbonatica (del tipo di quella che oggi esiste alle isole Bahamas) caratterizzata da condizioni di mare sottile o poco profondo.

Verso l'inizio dell'età giurassica e più precisamente nel Lias (circa 185 milioni di anni fa) questa piattaforma cominciò a frammentarsi e, per mezzo di importanti faglie normali, la parte settentrionale di essa sprofondò nel mare. A partire da quel momento fino al Messiniano (circa 5 milioni di anni fa) si instaurò quindi nella parte corrispondente alla zona centrale e settentrionale dell'Italia peninsulare e dell'Adriatico di oggi, un bacino di mare profondo (Bacino Umbro-Marchigiano) caratterizzato da una sedimentazione prevalentemente di mare aperto e profondo, con deposizione di calcari e calcari marnosi del tipo Maiolica e Scaglia. Nella restante porzione centro meridionale invece l'ambiente di piattaforma carbonatica (Piattaforma Apula) permase fino al Messiniano.

Le evaporiti messiniane chiudono il ciclo calcareo e calcareo-marnoso sia sulla piattaforma sia nel bacino. Come conseguenza del sollevamento della catena appenninica, sia nella zona prospiciente il fronte della catena in avanzamento verso est che in Adriatico, si instaura un ambiente di sedimentazione marino che continua fino all'epoca attuale con la deposizione di sedimenti siliciclastici.

Oggi, il margine settentrionale e orientale della Piattaforma Apula è ben riconoscibile sulle linee sismiche ubicate a mare o nell'immediato entroterra. Esso corre in direzione nord-ovest sud-est a cavallo della costa abruzzese (nella zona di Ortona) per poi piegare nell'offshore adriatico verso sud con un andamento all'incirca parallelo alla costa. A terra le uniche evidenze esposte della transizione della Piattaforma Apula verso il bacino si osservano sulla Maiella e sul promontorio del Gargano.

La transizione del margine occidentale della Piattaforma Apula con il Bacino Lagonegrese si pensa che dovesse trovarsi molto più a ovest, in una posizione che oggi possiamo identificare con il Mar Tirreno. Il margine occidentale della Piattaforma Apula risulta quindi coinvolto nello sviluppo della catena appenninica con le conseguenti ovvie difficoltà nella identificazione della sua posizione attuale, posizione che comunque si suppone non sia distante dai campi ad olio dell'Appennino meridionale.

Stratigrafia

La stratigrafia della serie Umbro-Marchigiana è ben conosciuta e studiata in dettaglio. Di seguito è riportata una descrizione delle più importanti unità stratigrafiche, dalle più antiche alle più recenti, che si incontrano all'interno della serie carbonatica nell'area dell'istanza.

La serie Umbro-Marchigiana è costituita prevalentemente da calcari, marne e dolomie di ambiente pelagico e mare profondo. Questi litotipi poggiano su un substrato triassico anch'esso carbonatico, ma di ambiente di piattaforma. Le condizioni di piattaforma carbonatica permangono fino al Lias inferiore e questa formazione prende il nome di **Calcare Massiccio**, costituito in prevalenza da grainstone e packstone di colore biancastro o nocciola chiaro. Al di sopra del Calcare Massiccio in sequenza troviamo:

Corniola - Calcari grigi o nocciola regolarmente stratificati con noduli e liste di selce biancastra o grigia. Intercalazioni di torbiditi calcaree a carattere prossimale, più frequenti alla sommità.

Età: Lias medio.

Rosso Ammonitico - Marne e marne argillose passanti a marne calcaree, calcari marnosi e calcari nodulari di colore prevalente rosso scuro.

Età: Lias superiore.

Calcari Diasprigni e Calcari ad Aptici - Calcari selciferi, selci cornee, sabbie radiolaritiche fittamente stratificate di colore variabile da rossiccio a verde-grigio. Possibili intercalazioni calcarenitiche. La parte alta calcarea contiene livelli ad Aptici.

Età: Giurassico medio-superiore.

Maiolica - Calcari micritici bianchi a grana finissima e frattura concoide. Possibili intercalazioni di torbiditi calcaree e detriti di piattaforma.

Età: Cretacico inferiore.

Marne a Fucoidi - Argille marnose e argille laminate, grigio scure. Le transizioni verso l'alto e verso il basso sono progressive con intercalazioni di calcari marnosi.

Età: Albiano, Aptiano

Scaglia Bianca, Rossa, Variegata e Cinerea - Calcari micritici da bianchi o grigi a rosati o rossi con noduli o liste di selce. Marne e marne argillose grigio-verdi. Possibili intercalazioni di detriti risedimentati di piattaforma.

Età: dal Cretacico superiore all'Oligocene.

Bisciaro - Calcari marnosi grigio-scuri e marne grigie.

Età: Miocene inferiore.

La sedimentazione continua verso l'alto con la deposizione del Complesso Terrigeno e la serie Plio-Pleistocenica marina.

Tettonica e geodinamica

Come già accennato in precedenza, in Adriatico la Piattaforma Apula sprofonda nel bacino circostante per mezzo di numerose faglie dirette, listriche di età liassica. Queste faglie, oltre a essere responsabili dell'annegamento di una parte della preesistente piattaforma triassica, sono rimaste attive per gran parte del Cretacico inferiore continuando a causare lo smembramento della serie carbonatica sia di piattaforma sia di bacino. Il risultato di questa attività consiste in una serie di blocchi che sono ruotati o basculati lungo i piani di faglia con la conseguente formazione di piccoli bacini euxinici, localizzati in corrispondenza dei blocchi maggiormente ribassati (Bacino di Emma), protetti dai blocchi rialzati a formare gli alti strutturali caratterizzati da una sedimentazione condensata.

La tettonica compressiva, sviluppatasi tra il Burdigaliano e il Pleistocene inferiore (17,4 - 1,0 m.a.) e responsabile dello sviluppo della catena appenninica, si manifesta nella inversione delle faglie normali mesozoiche che, soprattutto nella parte costiera dell'Abruzzo e del Molise è, a volte, abbastanza evidente. Alcuni geologi suggeriscono evidenze di questa spinta compressiva sino al Mare Adriatico dove alcune strutture anticlinaliche nella serie carbonatica del Bacino Umbro-Marchigiano sembrano riconducibili più ad uno stile deformativo legato ad una compressione piuttosto che a fenomeni di "roll over" indotti dalla preesistente tettonica distensiva.

1.3 Obiettivi Minerari

Dopo la scoperta del campo ad olio di Rospo Mare nel 1975 lungo il margine di piattaforma carbonatica, numerosi altri pozzi sono stati perforati in passato, senza successo, nella fascia di mare in corrispondenza dello "slope" settentrionale della piattaforma Apula: Ombrina 1, Rombo1, Katia 1 e 2, Sonia 1. Anche a terra sono stati perforati senza successo commerciale alcuni pozzi: S. Vito Chietino1, Lanciano 1 e 2, Martelli 1, S. Maria Imbaro. A partire dagli anni '90 l'attenzione degli operatori si è spostata sulla sequenza liassica della piattaforma carbonatica (formazione Calcarea Massiccio), alla ricerca di strutture chiuse nei blocchi basculati. A tale fine sono stati perforati i pozzi Silvana 1 nel 1991 ed Elsa 1 nel 1992. Ambedue i pozzi hanno avuto manifestazioni di olio, ma soprattutto Elsa 1, che ha prodotto spontaneamente olio durante una prova effettuata in foro scoperto, ha dimostrato la potenzialità di questo tema di ricerca nell'Adriatico centrale (fig.2).

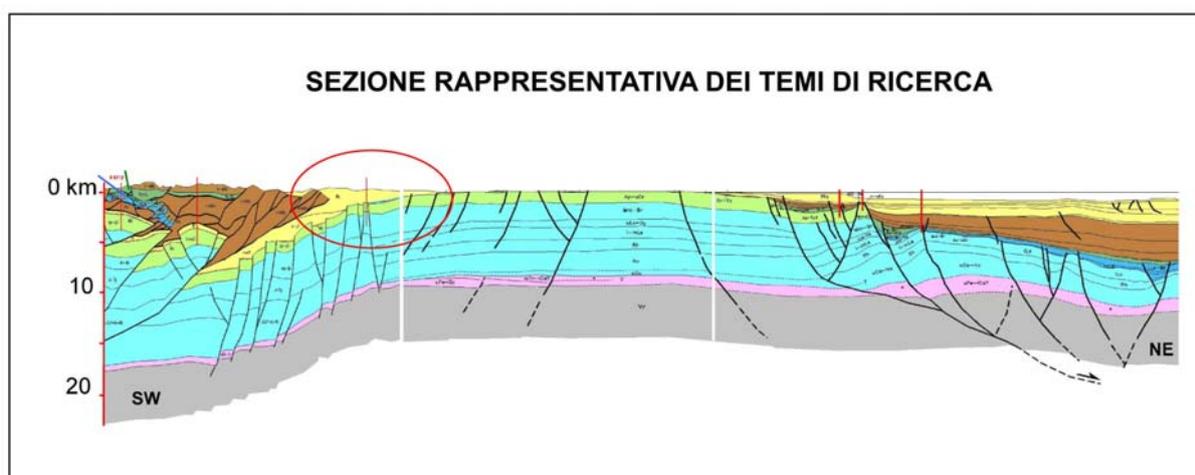


Fig. 2

Source Rock

L'olio trovato dai pozzi perforati nell'Adriatico centrale sembra essere generato da due tipi di roccia madre con caratteristiche leggermente diverse tra loro e quindi probabilmente legate a due sub bacini distinti: i calcari neri del Bacino di Emma e le dolomie bituminose di età triassico-giurassica della Piattaforma Apula. I calcari neri di Emma costituiscono quasi sicuramente la roccia madre degli oli trovati nell'Adriatico centro-settentrionale (Sarago, Santa Maria Mare) ma non esistono dati sufficienti per definire l'estensione verso sud di questo bacino. Intervalli ricchi in materia organica sono presenti nel Trias superiore e nel Giurassico inferiore. L'ambiente di deposizione è riconducibile a quello di piattaforma ristretta, con sedimentazione di dolomie e/o evaporiti intercalate a episodi lagunari asfittici. I campi ad olio dell'Appennino centrale e meridionale devono gran parte delle loro riserve alla efficacia della roccia madre triassica alla quale viene in genere riconosciuta un eccellente potenziale naftogenico.

L'area richiesta con la presente istanza di permesso ricade nella parte immediatamente ribassata della Piattaforma Apula verso il bacino di Emma, in una zona quindi dove molto probabilmente ambedue gli oli generati dai due tipi di roccia madre hanno contribuito al caricamento del serbatoio del pozzo Elsa 1. La qualità dell'olio è variabile, in genere comunque si tratta di oli mediamente pesanti immaturi o biodegradati, forse a causa dell'effetto di importanti acquiferi presenti nella zona. Le densità sono comprese tra i 12° API di Rospo e i 19° di Ombrina. L'olio del pozzo Elsa 1 varia tra i 12° e i 15° API, anche se non è escluso che i campioni raccolti siano stati contaminati. Se questo fosse vero si potrebbe quindi ipotizzare che la densità di quest'olio sia in realtà più alta.

Reservoir

Nella serie Umbro-Marchigiana la roccia serbatoio principale è sempre stata considerata la formazione Calcare Massiccio che, costituita da calcari e dolomie in facies di piattaforma, assicura una buona porosità primaria e una discreta permeabilità. Questo "reservoir" è stato infatti l'obiettivo primario del pozzo Elsa 1. L'obiettivo secondario del pozzo era rappresentato dalla formazione Scaglia, di età cretacea, caratterizzata da una bassissima porosità primaria ma che in situazioni strutturali favorevoli presenta una buona porosità secondaria per fratturazione. Il pozzo Elsa 1 ha invece prodotto olio da un "reservoir" fino a quel momento considerato minore. Infatti normalmente la formazione Maiolica è costituita da calcari compatti a granulometria finissima con eventuale porosità dovuta esclusivamente a fratture di origine secondaria. Nel caso in questione però la porosità misurata nelle carote prelevate è risultata essere molto alta, nell'ordine del 15% con punte fino al 19%. Ciò è probabilmente dovuto sia alla presenza all'interno della Maiolica di intercalazioni torbiditiche e di materiale risedimentato provenienti dall'attiguo "slope" di piattaforma, che alla dolomitizzazione di origine secondaria. Tale fenomeno ha interessato le formazioni calcaree in maniera più o meno intensa in base alla loro posizione rispetto alla provenienza dei fluidi dolomitizzanti. Intercalazioni di sedimenti provenienti dalla piattaforma all'interno delle sequenze bacinali non sono una novità. Torbiditi, o detriti di piattaforma, sono stati segnalati all'interno della Scaglia così come i calcari oolitici del Dogger-Malm (Giurassico medio-superiore) negli Scisti ad Aptici. La presenza però di spessori così grossi di materiale risedimentato nella Maiolica (oltre 400 metri) rende questo "reservoir" potenzialmente valido lungo tutta la fascia di bacino che si trova a ridosso dello "slope" di piattaforma formando così, insieme al sottostante "reservoir" tradizionale del Massiccio, un'unica roccia serbatoio con ottime caratteristiche petrolifisiche

Roccia di copertura

La copertura della roccia serbatoio, identificata all'interno della formazione Maiolica, è rappresentata dalla sovrastante serie pelagica stessa. In particolare le Marne a Fucoidi, che ricoprono regionalmente la Maiolica, hanno le caratteristiche necessarie per rappresentare una efficace copertura. La mancanza di un "seal" tra il Massiccio e la Maiolica non rappresenta un problema. Infatti, se la Maiolica è in facies classica (cioè di calcare compatto), essa stessa si comporta da copertura per il Massiccio, se al contrario sono presenti facies porose al suo interno, il "seal" è assicurato ugualmente dalle sovrastanti Marne a Fucoidi, come dimostrato dal pozzo Elsa.

Tipi di trappole

Come precedentemente accennato l'area dell'istanza in oggetto è situata accanto alla Piattaforma Apula, ai piedi del talus della piattaforma stessa. In questa zona la piattaforma è scarsamente tettonizzata, in quanto non coinvolta nella deformazione appenninica se non in minima parte, come

evidenziato dalla parziale inversione delle preesistenti faglie dirette. Anche la zona situata nella parte bassa dello "slope" non presenta grandi evidenze di tettonica recente. Quindi la formazione delle strutture nella porzione di bacino prossima alla Piattaforma Apula è avvenuta in seguito alla tettonica distensiva, iniziata alla fine del Liassico e continuata nel Mesozoico con successivi impulsi tettonici di minore intensità.

Le trappole sono quindi di tipo strutturale e sono costituite da blocchi di piattaforma liassica (Massiccio) ribassati e basculati. La serie sovrastante (Maiolica) risente ancora dell'attività tettonica tardiva, ma già a livello delle Marne a Fucoidi la serie pelagica drappeggia le strutture sottostanti. Si tratta in sostanza di paleoalti in cui la componente stratigrafica si può sommare a quella strutturale nello sviluppo delle trappole del tipo di quelle di Elsa 1.

La presenza di estesi acquiferi all'interno della serie carbonatica, alimentati dalle acque meteoriche attraverso gli affioramenti calcarei della catena appenninica (Maiella, Gran Sasso), può dar luogo a trappole di tipo idrodinamico tipo Rospo. La scrivente non esclude che nell'area in oggetto possano essere presenti trappole di questo tipo.

1.4 Programma Lavori

In accordo con i temi di ricerca prefissati, il programma dei lavori verrà eseguito nei seguenti termini:

PRIMA FASE: studio geologico ed acquisto di linee sismiche

Verrà eseguito uno studio geologico e l'acquisto di circa 200 km di linee sismiche 2D già registrate negli anni passati.

SECONDA FASE: acquisto di ulteriori linee sismiche

Acquisto e reprocessing di circa 400 km di vecchie linee sismiche.

TERZA FASE: registrazione di nuova sismica 3D

In funzione dei risultati ottenuto con il reprocessing e l'interpretazione dei dati acquistati, sarà registrata una nuova campagna sismica 3D per un totale di circa 200 km².

La sorgente di energia da utilizzare sarà del tipo ad Air-Gun.

Per questa campagna sismica, ad oggi, non è possibile definire l'esatta ubicazione delle linee sismiche

2. 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”, 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 con l’ambiente marino.

2.1. DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI RILEVAMENTO GEOFISICO

Anche in mare, come per i rilievi a terra, il sistema più usato è quello della sismica a riflessione che si basa sulla immissione nel sottosuolo di onde, generate da una sorgente impulsionale, che si propagano nei corpi rocciosi dando origine ad una serie alternata di compressioni e rarefazioni, che si trasmettono nella zona circostante in tutte le direzioni, secondo superfici sferiche concentriche (fronti d’onda). Al variare della velocità delle onde sismiche in funzione della densità ed elasticità del mezzo, passando da uno strato litologico ad un altro, o in corrispondenza di discontinuità tettoniche, una parte del fronte d’onda incidente viene riflesso verso l’alto, una parte rifratto lungo la superficie di discontinuità e una parte continua a propagarsi verso il basso. L’elaborazione dei dati raccolti permette di avere uno spaccato del sottosuolo, lungo la linea di registrazione, con l’asse delle ascisse espresso non in profondità, ma in tempi doppi (cioè il tempo intercorso tra la generazione degli impulsi e la ricezione delle rifrazioni). Questa rappresentazione viene definita 2D (bidimensionale, cioè lunghezza della registrazione verso tempi di propagazione). Esiste inoltre la possibilità di rappresentare lo spaccato orizzontale del sottosuolo con una rappresentazione 3D (tridimensionale), ma necessita che le linee registrate siano piuttosto vicine (circa 300-400m) per poter correlare gli eventi laterali gli uni con gli altri

2.1.1. Tipologia delle navi utilizzate

I rilievi geofisici marini, pur basati sugli stessi principi di quelli terrestri, vengono realizzati con tecniche e mezzi molto diversi (fig.3).



Fig. 3

L'attrezzatura per l'energizzazione, le apparecchiature di registrazione, i cavi, gli idrofoni ed i laboratori di elaborazione sono concentrati in un'unica sede: la nave. Le navi, adattate per lo specifico uso, possono essere di vario tipo in funzione della profondità dell'acqua, onde consentire facili movimenti e velocità di avanzamento adeguate alle esigenze del metodo adottato.

In fig.4 viene presentata la tipologia più comune di una nave utilizzata per rilievi sismici in acque profonde (deep water) con:

- lunghezza: 70 – 90 m,
- larghezza: 12 – 15 m,
- pescaggio: 4 – 6 m,
- stazza lorda: 2000 – 3000 GRT,
- velocità: 5 – 7 nodi.



Fig. 4

2.1.2. Tipologia delle attrezzature di rilevamento

I rilievi geofisici a riflessione, siano essi a normale o alta definizione, richiedono:

- un sistema di radioposizionamento,
- una sorgente di energia,
- un sistema di registrazione.

2.1.2.1 Radioposizionamento

Nei rilievi marini è indispensabile determinare con la massima precisione (margine di errore inferiore a 100m) la posizione della nave nei punti di emissione dell'energia e nel punto di registrazione dell'evento. I sistemi di radioposizionamento si dividono in base alla grandezza che viene misurata, in tre gruppi fondamentali:

- Sistemi *a visuale diretta*, che misurano il tempo impiegato da un'onda radio, emessa da una stazione situata a terra, per raggiungere la stazione ricevente situata sulla nave.

Appartengono a questi sistemi il Radar, lo Shoran d il Loran-C, utilizzabili a distanze relativamente brevi dalla costa, quindi con una limitazione del campo di azione.

- Sistemi *ad onda continua*, che misurano la differenza tra i tempi di transito (o di fase) tra due o più stazioni a terra, poste in punti differenti, e la stazione ricevente installata sulla nave. Con questi sistemi le grandezze sono relative, ma sufficientemente accurate per grandi distanze dalla costa. Appartengono a questa tipologia i sistemi Decca, Raydist, Lorac, Toran e Omega.
- Sistemi di localizzazione mediante *Satellite*, che fanno uso di un certo numero di satelliti operanti in orbita polare, controllati da stazioni di monitoraggio per il mantenimento della precisione del sistema. Ciascun satellite trasmette un segnale sinusoidale con frequenza ed ampiezza costanti, che viene captato dal ricevitore di bordo della nave e registrato ogni 2 minuti per determinare la posizione del satellite (longitudine, latitudine e altezza). Il metodo sfrutta l'effetto Doppler causato dal moto relativo satellite-nave e fornisce l'istante in cui i due punti mobili sono più vicini. La distanza risulta quindi funzione della variazione della frequenza nel tempo misurato e consente di determinare il punto nave, ossia le sue coordinate.

La necessità di ottenere la posizione, oltre che della nave, anche del cavo con i geofoni di registrazione alla deriva di poppa, suggerisce attualmente l'utilizzo di un sistema misto che benefici contemporaneamente dei vantaggi sopradescritti e/o di altri sistemi ancora.

2.1.2.2 Sorgente di energia di onde elastiche

Nei rilievi geofisici marini, le sorgenti convenzionali utilizzate a terra, per ovvi motivi ecologici e tecnici, sono state sostituite da altre che sfruttano principi fisici diversi e generano onde elastiche la cui forma (signature) è già nota all'origine. L'Air-Gun, che sarà usato anche nei futuri rilievi geofisici da programmare nell'area oggetto della ricerca, è oggi tra le sorgenti più efficienti, poiché la quasi totalità della sua energia è contenuta entro la banda di frequenza sismica. Il sistema utilizza l'espansione nell'acqua di un volume di aria compressa ad alta pressione che genera un fronte di onde elastiche direttamente nell'acqua circostante. Il principio di funzionamento dell'Air-Gun è illustrato schematicamente nella fig.5 che mostra l'attrezzo pronto per l'uso. L'Air-Gun è composto da due camere: una superiore di caricamento ed una inferiore di scarico, sigillate da un doppio pistone che scorre su un unico albero. L'aria, fornita alla pressione di circa 2000 psi da un compressore posto sulla nave, riempie direttamente la camera superiore. La camera inferiore viene invece riempita attraverso il condotto centrale dell'albero del doppio pistone. Dopo il caricamento, una valvola a solenoide, comandata elettronicamente, fa rilasciare l'aria a grande velocità, in circa 10 millisecondi, nell'acqua circostante attraverso i fori esistenti nella camera inferiore, generando il

fronte di onde elastiche. Operativamente il sistema offre la possibilità di ottenere una emissione di aria ogni 10-15 secondi. L'Air-Gun viene costruito in diversi modelli che coprono uno spettro di possibili volumi d'aria fino a 2250 cubic inches e che generano pressioni fino a 2000 psi. Generalmente non vengono impiegati singoli Air-Gun, ma configurazioni composte da un certo numero di questi, denominate Gun-Array. Combinando opportunamente volume, pressione, profondità, numero e distanza dei guns, istante di scoppio di ciascuno, è possibile ottenere da un Gun-Array l'emissione di una determinata banda di frequenza nella direzione voluta.

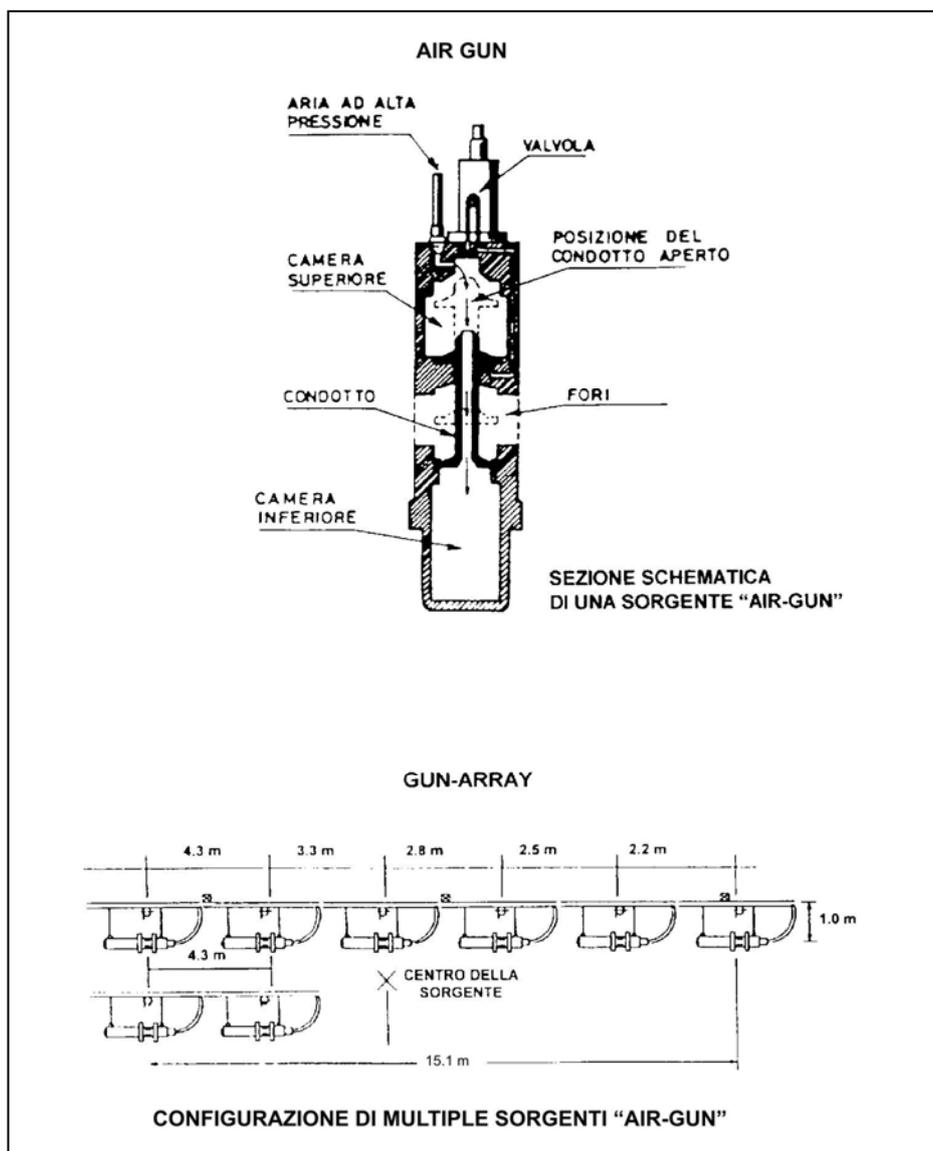


Fig. 5 – Particolare della sorgente Air-Gun

2.1.2.3 Registrazione

Nei rilievi in mare, sorgenti e ricevitori sono immersi nell'acqua e quindi in condizioni di trasmissibilità delle onde sismiche molto migliori di quelle dei rilievi terrestri.

I ricevitori, chiamati *idrofondi* o geofoni a pressione (fig.6), sono costituiti da un cristallo piezoelettrico (sensore), che ha la proprietà di generare una differenza di potenziale elettrico proporzionale alla pressione istantanea dell'acqua che, a sua volta, è proporzionale alla velocità di spostamento delle particelle d'acqua messe in movimento dall'onda sismica.

L'idrofono non richiede compensazione di pressione ed ha una risposta sostanzialmente lineare, senza distorsioni armoniche misurabili, con una frequenza elevata (circa 30.000 Hz).

Nell'idrofono viene montato, in senso opposto, un secondo sensore che consente l'eliminazione delle accelerazioni dovute alla traslazione del cavo sismico (streamer) nel quale è incorporato. Lo *streamer* (fig.6) è un cavo galleggiante, del diametro di 6-8 cm, costituito da un tubo trasparente di neoprene riempito di olio, diviso in sezioni attive ed inerti che si alternano. Le sezioni attive contengono gli idrofondi (da 20 a 100), le funi d'acciaio con i relativi spaziatori, i trasformatori, connettori elettrici e meccanici. Le sezioni inerti creano gli intervalli tra i gruppi di idrofondi.

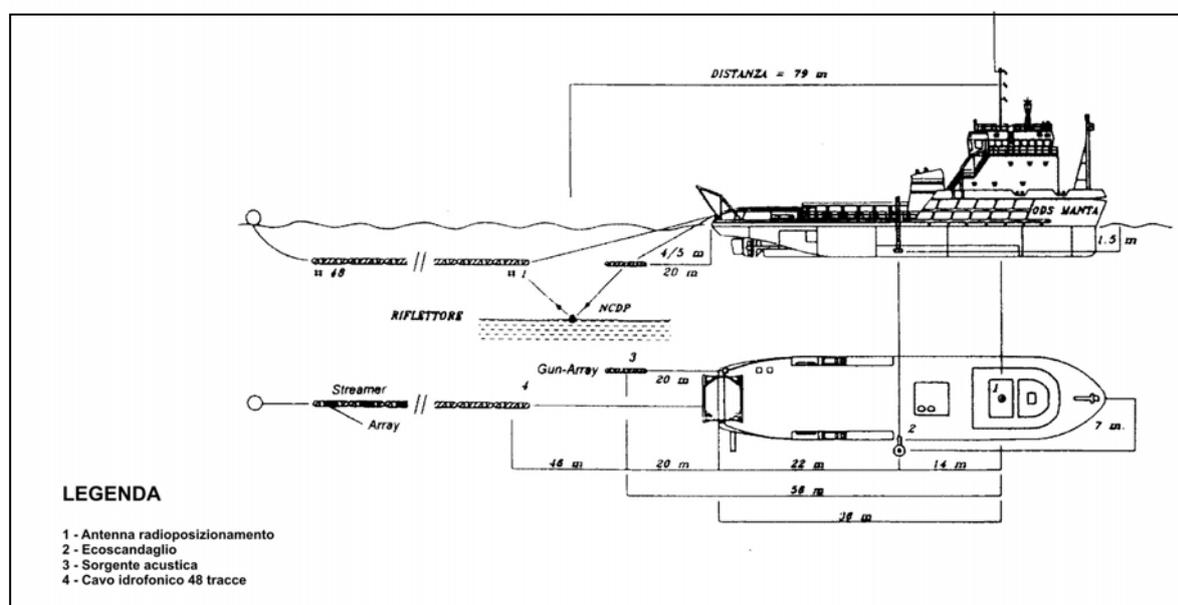


Fig. 6 – Particolare attrezzature marine di registrazione

Gli streamers hanno lunghezze diverse variabili in funzione della metodologia e dello scopo del rilievo. La lunghezza più comune è di 3000m, con 120-240 sezioni attive della lunghezza di circa 50m, contenenti ciascuna da 20 a 32 idrofondi (Array). Collegati allo streamer vi sono il cavo di traino, il galleggiante con dispositivo di abbassamento (fig.6); la sezione di disaccoppiamento tra sistema di traino e sezioni attive, il sistema di controllo della profondità per mantenere il cavo alla profondità voluta (in genere 10-20m), la boa di coda con dispositivo di allineamento cavo-direzione nave. Nel rilievo 3D, a differenza di quello 2D, si utilizzano configurazioni multi cavo:

vengono cioè calati fino a otto cavi di registrazione, posti parallelamente gli uni agli altri e ad una distanza massima fra i due cavi estremi fino a 600 m circa. Le apparecchiature di registrazione e il centro di prima elaborazione dati sono installati sulla nave, da dove vengono dirette e controllate tutte le operazioni connesse con il rilievo sismico marino.

2.1.3. Impatto sull'ambiente delle operazioni geofisiche

I metodi di energizzazione che non fanno uso di esplosivi hanno attenuato notevolmente gli effetti sugli ecosistemi marini. Studi sull'utilizzo di aria compressa (Air-Gun) hanno permesso di evidenziare l'assenza di mortalità nella fauna marina e di effetti collaterali connessi con la immissione di onde elastiche, anche a pressioni dell'ordine di 200 kg/cm^2 . Le onde generate hanno un rapido decadimento con la distanza ed è improbabile che vengano percepite al di fuori della zona di operazione. L'aria scaricata dall'Air-Gun crea un'onda elastica che si propaga in un mezzo continuo formato dalla massa d'acqua e dal sottofondo roccioso. A livello del fondo marino si produce una riflessione, come nel caso di ogni discontinuità, e una vibrazione, ma non si ha effetto di urto. Anche in fondali con profondità di qualche decina di metri non sono previsti effetti di rilievo sul benthos.

Pochissime ricerche sono state condotte per valutare gli effetti indotti dalle onde acustiche prodotte dalla sismica marina, mediante Air-Gun sui vari stadi di sviluppo degli organismi marini. L'Agip ha finanziato nel 1986 un'ampia ricerca volta a fornire informazioni su tali problematiche. Sulla base di studi condotti mediante l'esecuzione di test in mare effettuata con l'ausilio della N/R "OGS Explora", sono stati acquisiti una serie di dati relativi alle risposte di alcuni organismi rappresentativi dei principali taxa: pesci, molluschi e crostacei e di taluni stadi di sviluppo (adulti, larve, uova), alle sollecitazioni indotte dallo scoppio di diversi volumi di Air-Gun (6 – 3 – 1,5 – 0,3 litri) a diverse distanze dalla sorgente (1 – 3 – 5 metri). La raccolta dei dati relativi al segnale emesso, ha consentito inoltre di caratterizzare le intensità e le frequenze del rumore prodotto, in modo da poter disporre di informazioni utili per cercare di correlare la comparsa di un effetto ad un dato livello di disturbo. I risultati ottenuti, sebbene da considerare preliminari e non esaustivi soprattutto per alcune specie, hanno evidenziato che a pochi metri di distanza dalla sorgente di emissione il segnale subisce un'attenuazione tale da non determinare agli organismi presenti, con particolare riferimento agli adulti; la risposta di panico che si manifesta all'arrivo delle onde sonore, non è mai stata mantenuta per tutto il periodo di avvertimento del disturbo; inoltre i pesci sono tornati al modello di comportamento precedente al suono, nel giro di alcuni minuti dopo la fine dell'emissione, evidenziando una tendenza ad abituarsi, alle condizioni dell'esperimento, al rumore dell'Air-Gun. Riguardo le larve e uova i dati rilevanti mostrano che per gli embrioni di

calamaro e per le orate, i risultati sono in linea con quanto riportato in letteratura, e cioè che si possono avere dai danni solo nel caso in cui gli individui si vengono a trovare molto vicino alla sorgente di emissione (< 3 metri).

Si può quindi concludere che il metodo di energizzazione Air-Gun, che sarà utilizzato per i futuri rilievi nel permesso di ricerca, non presenta effetti distruttivi per gli organismi viventi, ma soltanto un'azione di disturbo circoscritta alla breve durata del rilievo.

2.1.4. Tempi di esecuzione

Questa nuova campagna utilizzerà uno streamer da 3600m con 120 gruppi di idrofoni per una copertura sessantesima. I tempi di realizzazione saranno teoricamente molto brevi, circa 6 giorni di operazioni in mare con condizioni meteorologiche favorevoli. Possibili interferenze saranno legate all'attività di pesca esercitata nell'area dei lavori.

| PROSPEZIONE GEOFISICA A RIFLESSIONE | | | |
|--|--------------|---------------------|---------------------|
| QUADRO RIEPILOGATIVO | | | |
| Metodo di Energizzazione | Tipo rilievo | Quantità | Tempo di esecuzione |
| Air-Gun | 3 D | 200 km ² | 20 giorni |

2.1.5. 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:

- 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 fondali marini.