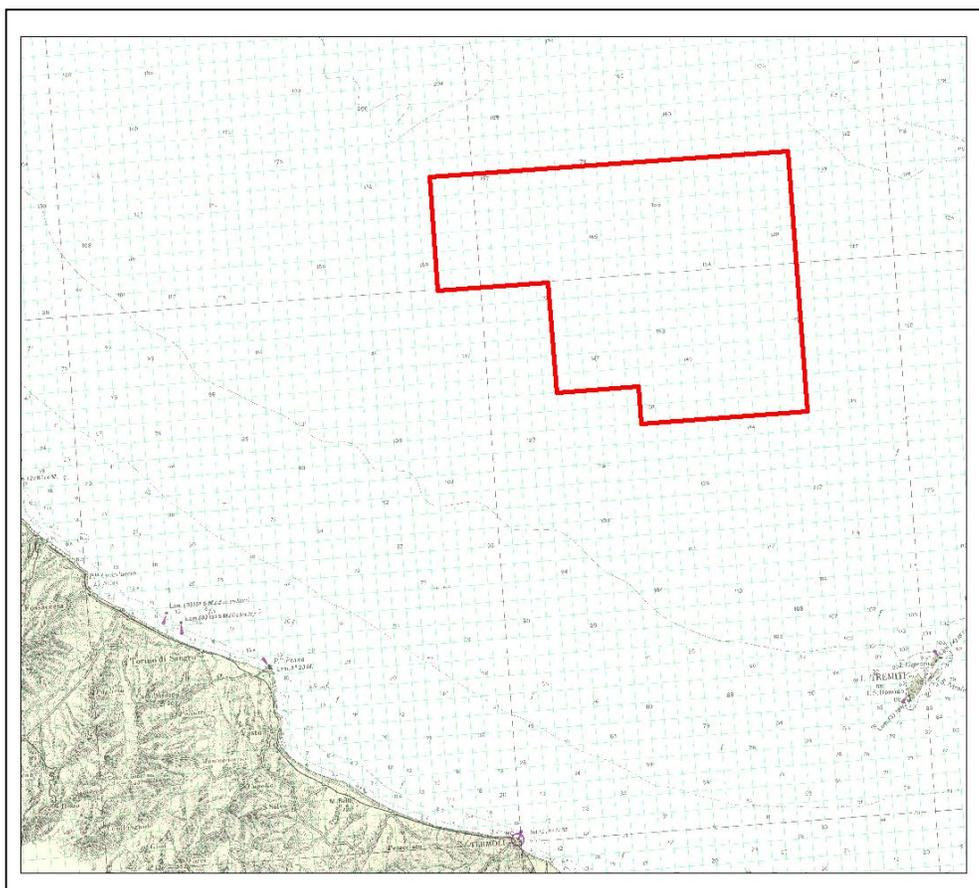


PETROCELTIC ELSA srl

Istanza di Permesso di Ricerca per Idrocarburi
“d 505 BR-EL”

PROGETTO ESPLORATIVO



Elaborato da PEAL Petroleum srl

Sommario

PREMESSA	4
1. FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI RICERCA	5
1.2 Inquadramento Geologico Regionale.....	6
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.....	14
2.1.1. <i>Tipologia delle navi utilizzate</i>	14
2.1.2. <i>Tipologia delle attrezzature di rilevamento</i>	15
2.1.3. <i>Impatto sull'ambiente delle operazioni geofisiche</i>	17
2.1.4. <i>Tempi di esecuzione</i>	18
2.1.5. <i>Normativa e standard di riferimento</i>	19
2.2. DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI PERFORAZIONE.....	20
2.2.1. <i>Tecniche di perforazione e circolazione dei fluidi di perforazione</i>	20
2.2.2. <i>Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali</i>	22
2.2.3. <i>Misure di attenuazione di impatto ed eventuale monitoraggio</i>	25
2.2.4. <i>Stima della produzione dei rifiuti, dell'emissione di inquinanti chimici nell'atmosfera e della produzione di rumori e vibrazioni</i>	26
2.2.5. <i>Tecniche di trattamento e scarica dei rifiuti (compresi i detriti di perforazione)</i>	28
2.2.6. <i>Chiusura mineraria (o eventuale completamento) con programma di rimozione delle strutture</i>	30
2.2.7. <i>Tempi di messa in posto dell'impianto, della perforazione, di eventuali prove di produzione, della rimozione delle strutture e dell'abbandono postazione</i>	32
2.2.8. <i>Normativa e standard di riferimento</i>	33

ELENCO DELLE FIGURE

- Fig.1 UBICAZIONE DEL PERMESSO 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
- Fig.7 SCHEMA DI PIATTAFORME
- Fig.8 FOTO DI IMPIANTO SEMISOMMERSIBILE
- Fig.9 SCHEMA DEL CIRCUITO DEL FANGO
- Fig.10 SCHEMA TUBAGGIO POZZO CON 4 COLONNE
- Fig.11 SCHEMA DELLE APPARECCHIATURE DI SICUREZZA A FONDO MARE
- Fig.12 SCHEMA IMPIANTO DI INNOCUIZZAZIONE DETRITI PERFORATI
- Fig.13 SCHEMA DI TRATTAMENTO FANGHI-DETRITI
- Fig.14 TECNICHE DI CHIUSURA MINERARIA
- Fig.15 TECNICHE DI COMPLETAMENTO IN POZZO
- Fig.16 PROGRAMMA DI PERFORAZIONE E TUBAGGIO DEL POZZO ESPLORATIVO

ELENCO DEGLI ALLEGATI

- AII.1 ISTANZA DI PERMESSO PRESENTATA AL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
- AII.2 PROGRAMMA LAVORI ESPLORATIVI PRESENTATO AL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
- AII.3 COMUNICAZIONE DA PARTE DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO DI ACCOGLIMENTO DELL'ISTANZA DI PERMESSO

PREMESSA

Il presente Progetto Esplorativo, sull'area dell'istanza di permesso "d 505 B.R.-EL", è parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale, redatto nell'ambito del D. LGS 152/06 e successive modifiche apportate dal D. LGS 4/2008, 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.

Dopo che la Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM) del Ministero dello Sviluppo Economico, nella seduta del 11/12/2008, ha espresso parere favorevole all'accoglimento dell'istanza in oggetto presentata dalla PETROCELTIC ELSA srl ed ubicata nel mare Adriatico, 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

Sig. Lucio Picanza

1. FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI RICERCA

L'area in istanza è ubicata nell'off-shore medio adriatico, al largo di P.ta Penna e occupa una superficie di circa 729 km² (fig.1). La profondità del mare va da un minimo di 130 metri fino ad un massimo di 170 metri. La distanza dalla costa è di circa 40 km mentre dista circa 36 km dalle isole Tremiti. 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	14° 57'	42° 36'
b	15° 23'	42° 36'
c	15° 23'	42° 22'
d	15° 11'	42° 22'
e	15° 11'	42° 24'
f	15° 05'	42° 24'
g	15° 05'	42° 30'
h	14° 57'	42° 30'

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 silicoclastici.

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.

Bisciario - 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 Calcare 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).

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 Calcarea 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 petrofisiche

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 (Masiccio) 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 linee sismiche già registrate negli anni passati.

SECONDA FASE: registrazione nuova sismica

Dopo il reprocessing e l'interpretazione dei dati acquistati, sarà registrata una nuova campagna sismica 2D per un totale di circa 100 km nel quadro di un ampio programma che coinvolge tutti i permessi della Petroceltic nell'Adriatico centrale, e successivamente sarà possibile una campagna di dettaglio 3D sui prospetti da definire.

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

Per entrambe le campagne, ad oggi, non è possibile definire l'esatta ubicazione ed il numero totale delle linee sismiche

TERZA FASE: perforazione di un pozzo esplorativo

Qualora l'interpretazione sismica confermasse la presenza e l'economicità delle situazioni di interesse minerario individuate, verrà programmata la perforazione di un pozzo esplorativo, che spinto fino alla profondità di circa 2800m intende esplorare la potenzialità delle Formazioni della Maiolica e del Calcarea Massiccio.

Anche per il pozzo esplorativo, ad oggi, non è possibile definire se effettivamente verrà perforato, dove verrà perforato e quanto sarà profondo

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;
- 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 semisommersibile, all’impiego, trattamento e smaltimento dei fluidi di circolazione ed alla valutazione, prevenzione e monitoraggio dell’impatto sugli ecosistemi marini.

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). 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.

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.

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 *idrofon*i 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 idrofoni (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 idrofoni. 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 idrofoni (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 multicavo: vengono cioè calati fino a sei cavi di registrazione, posti parallelamente gli uni agli altri e ad una distanza di qualche centinaio di metri (400-600) tra loro. 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. Per questo, compatibilmente con la possibilità di reperire una nave disponibile, i lavori verranno programmati nella stagione invernale, in quanto è ipotizzabile una minore affluenza di navi da pesca e una minore migrazione di specie ittiche.

PROSPEZIONE GEOFISICA A RIFLESSIONE			
QUADRO RIEPILOGATIVO			
Metodo di Energizzazione	Tipo rilievo	Km	Tempo di esecuzione
Air-Gun	2 D	100	6 giorni
Air-Gun	3 D	da definire	

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.

2.2 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.7):

- **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 di 150 m, qualora gli studi portassero all'ubicazione di un pozzo, si prevede di utilizzare un impianto di tipo *semisommersibile* (fig.8).

2.2.1. 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 a cui il movimento del mare sottopone l'impianto stesso.

Nel sistema rotary (fig.9), 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 $20 \text{ m}^3/\text{giorno}$ 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.10 e fig.16):

Fase 1: perforazione con scalpello da 26" dal fondo del mare fino a circa 100m. Discesa e cementazione di un casing da 20" dal fondo del mare fino alla profondità di circa 100 metri. La posa della colonna alla profondità indicata è dettata dalla necessità di mantenere la verticalità del pozzo.

Fase 2: perforazione con scalpello da 17"1/2 fino a circa 600 metri. Discesa e cementazione di un casing da 13"3/8 dal fondo del mare fino alla profondità di circa 600 metri. La posa della colonna alla profondità indicata è dettata dalla necessità di mantenere la verticalità del pozzo.

Fase 3: perforazione con scalpello da 12"1/4 da 600 fino a circa 2100 metri. Discesa e cementazione di un casing da 9" 5/8 dal fondo del mare fino alla profondità di circa 2100 metri.

Fase 4: perforazione con scalpello da 8"1/2 da 2100 fino a circa 2800 metri. Discesa e cementazione di un liner da 7", ancorato a non meno di 150 metri al di sopra della scarpa della colonna 9" 5/8. Detta fase sarà condizionata dalla decisione di effettuare dei

test in foro tubato sulla base delle manifestazioni registrate durante l'attraversamento del reservoir carbonatico.

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.

2.2.2. 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.

2.2.2.1 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 km²:

- un accurato rilevamento della profondità del fondale marino,
- uno studio sulla natura del fondo marino e dei suoi aspetti morfologici per individuare il tipo di sedimenti presenti,
- 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 operazione di perforazione,

- una delimitazione areale e in profondità di eventuali sacche di gas superficiali che rappresentano un pericolo durante la prima fase di perforazione,
- determinazione della eventuale presenza di Posidonia Oceanica al fine di evitare interferenze con la specie.

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.

2.2.2.2 Apparecchiature di sicurezza (Blow out preventers)

Durante la fase di perforazione può realizzarsi il rischio di eruzioni incontrollate di idrocarburi liquidi e gassosi allorquando 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.11), 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 pompaggio di fango a densità superiore a quella del fluido di formazione.

2.2.2.3 Emissioni di gas

In generale i gas provenienti dalle formazioni sono, anche se in concentrazione diversa, H₂S (Solfuro di di-Idrogeno) e in misura lievemente minore CO₂ (Biossido di Carbonio); entrambi sono tossici e possono provocare forme di avvelenamento nell'uomo, nella fauna e nella flora.

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 H₂S e 5000 ppm per CO₂.

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.

2.2.2.4 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 Ortona, 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.)

2.2.3. 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 m³ 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.

2.2.4. 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.

2.2.4.1 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 ³	Detriti di perforazione m ³	Liquami civili m ³
25	1600	500	3

2.2.4.2 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 ³ /h)	portata gas di scarico (kg/min)	temperatura (°C)
11.400	89,5	495

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

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

	650 mg/Nm ³	4000 mg/Nm ³		130mg/Nm ³
--	------------------------	-------------------------	--	-----------------------

Si osserva che i valori in emissione di CO, NO_x e PTS sono decisamente inferiori ai valori limite di legge.

2.2.4.3 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
-------	------	------

2.2.5. 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.12 e 13), 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 scarica ai sensi del D.Lgs.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 dal D.Lgs. 152/1999, reimessa 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.

2.2.6. Chiusura mineraria (o eventuale completamento) con programma di rimozione delle strutture

2.2.6.1 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.14).

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.

2.2.6.2 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.

2.2.6.3 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.15).

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

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 (calcarei e/o dolomie) che non tendono a franare provocando l'occlusione del foro.

b) Completamento con perforazione in foro tubato

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 permetterà lo sfruttamento del giacimento a livello del mare.

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

2.2.7.1 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 2 giorni in quanto l'unica operazione da eseguire è la verifica di tenuta al fondo dei sistemi di ancoraggio tensioattivi.

2.2.7.2 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 2800 metri, in queste condizioni geologiche, richiederà circa 40 gg.

2.2.7.3 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.

2.2.7.4 Rimozione strutture e abbandono postazione

E' prevedibile che un periodo di 3 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	40
Prova di produzione	4
Rimozione strutture e abbandono postazione	3

2.2.8. 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 813/67	“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. 22/1997	“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