

Ottobre 2014

ELABORATO DI PROGETTO

Istanza di Permesso di prospezione in Mare
"d 3 F.P.-SC"



Proponente:

Schlumberger Italiana S.p.A.

Sommario

1	INTRODUZIONE.....	5
1.1	Impostazione dell’elaborato di progetto.....	5
1.2	Descrizione del Committente.....	5
2	QUADRO PROGETTUALE.....	6
2.1	Inquadramento geografico del progetto.....	6
2.1.1	Generalità dell’intervento.....	6
2.1.2	Ubicazione dell’area di intervento.....	7
2.2	Programma lavori.....	8
2.3	Descrizione delle tecnologie di ricerca.....	9
2.3.1	Indagine geofisica: il metodo sismico.....	9
2.4	Programma di acquisizione geofisica <i>off-shore</i>	15
2.4.1	Tecnologie e tecniche di acquisizione.....	15
2.4.2	Mezzi navali utilizzati.....	17
2.4.3	Parametri operativi di progetto.....	20
2.4.4	Utilizzo di risorse.....	22
2.4.5	Stima delle emissioni, rifiuti e scarichi.....	23
2.4.6	Prevenzione di rischi e potenziali incidenti.....	36
2.4.7	Occupazione dello specchio d’acqua.....	38
2.5	Eventuali opere di ripristino.....	39
2.6	Durata delle attività.....	39

Indice delle figure

Figura 2.1 – Ubicazione del rilievo geofisico che Schlumberger ha in progetto di eseguire nell’area del Golfo di Taranto.....	6
Figura 2.2 – Distribuzione delle linee sismiche pubbliche eseguite in passato nell’area del Golfo di Taranto con indicazione dell’area oggetto di studio.....	7
Figura 2.3 – Ubicazione dell’area in istanza di permesso di prospezione su cartografia nautica dell’Istituto Idrografico della Marina Militare, n. 917 “Da Capo Rossello ad Augusta e Isole Maltesi”.....	7
Figura 2.4 – Layout del rilievo geofisico 3D previsto per l’area in istanza di permesso di prospezione “d 3 F.P.-SC”.....	9
Figura 2.5 – Principio di funzionamento della geofisica in mare. Le onde prodotte dagli air-gun vengono dirette verso il basso le quali vengono in parte assorbite e riflesse per poi giungere agli idrofoni e registrate (fonte: www.rwe.com/web/cms/en/1773360/rwe-dea/know-how/exploration/seismics/).....	10
Figura 2.6 – Schema di funzionamento di un air-gun, diviso nelle fasi di carica “Armed” e scoppio “Fired” (fonte: www.woodshole.er.usgs.gov/operations/sfmapping/airgun.htm).....	11

Figura 2.7 – Streamer o cavo sismico per l’acquisizione a sinistra (fonte: www.offshore-technology.com/features/feature43561/feature43561-3.html) e Boa di coda a destra (fonte: http://www.seamap.com/products/seismic/buoylink/)	12
Figura 2.8 – Idrofoni per l’acquisizione del segnale offshore (fonte: www.geoexpro.com/articles/2009/02/measuring-seismic-with-light)	12
Figura 2.9 – Esempio di sezione sismica non interpretata (fonte: www.unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi , modificata)	13
Figura 2.10 – Esempio di modello 3D ottenuto dall’elaborazione di un’acquisizione 3D (fonte: www.spectrumasa.com/press-release/spectrum-extends-mc3d-coverage-offshore-lebanon)	14
Figura 2.11 – Esempio di Q-fin che permette la stabilizzazione verticale e laterale dello streamer (fonte: WesternGeco)	16
Figura 2.12 – Sezioni sismiche che dimostrano i benefici della tecnica ObliQ. La sezione di sinistra è stata acquisita con un metodo tradizionale mentre la sezione di destra è stata acquisita con ObliQ (fonte: WesternGeco)	17
Figura 2.13 – Immagine della nave WG Magellan (fonte: WesternGeco)	18
Figura 2.14 – Immagine della nave M/V Geco Eagle (fonte: WesternGeco)	19
Figura 2.15 – Rappresentazione grafica della configurazione dell’array (in pianta) proposto per l’indagine geofisica in progetto. I rettangoli verdi rappresentano gli air-gun, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa (fonte: Schlumberger)	21
Figura 2.16 – Confronto tra il consumo di carburante per una nave equipaggiata con Streamer tipo Monowing e una nave equipaggiata con streamer convenzionale (fonte: WesternGeco)	22
Figura 2.17 – Simulazione della direzione preferenziale dell’energia immessa con banda a 20 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	27
Figura 2.18 – Simulazione della direzione preferenziale dell’energia immessa con banda a 100 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	28
Figura 2.19 – Simulazione della direzione preferenziale dell’energia immessa con banda a 5000 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	28
Figura 2.20 – Simulazione della direzione preferenziale dell’energia immessa con banda a 20.000 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	29
Figura 2.21 – Simulazione della esposizione massima all’energia immessa con banda a 20 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	29
Figura 2.22 – Simulazione della esposizione massima all’energia immessa con banda a 100 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	30
Figura 2.23 – Simulazione della esposizione massima all’energia immessa con banda a 20000 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	30
Figura 2.24 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 20 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)	31

Figura 2.25 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 100 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)32

Figura 2.26 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 5000 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)32

Figura 2.27 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 20000 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)33

Figura 2.28 – Sezione trasversale rispetto alla direzione della nave che mostra la variazione dell’esposizione all’energia emessa a profondità crescente. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)34

Figura 2.29 – La modellizzazione di Gundalf mostra l’esposizione alla velocità delle particelle lungo una sezione trasversale alla rotta della nave. Il decremento avviene in funzione della profondità e delle distanza (fonte: Schlumberger).....35

Figura 2.30 – Spettro di ampiezza a banda larga che si muove verticalmente al far-field (fonte: Schlumberger)36

Figura 2.31 – Tracciato di acquisizione delle linee sismiche e stima dei tempi di esecuzione del rilievo in progetto, elaborati con l’utilizzo del software SurVOPT. I rispettivi termini indicano: infill – tempi per l’acquisizione di eventuali zone prive di dati a causa della piegatura dei cavi; Stand-By – tempi di fermo dovuti a condizioni meteo avverse e attività di pesca; Downtime – Fermi tecnici (fonte: WesternGeco)40

Elaborato preparato da G.E.Plan Consulting S.r.l.

Redatto da Dott. Geol. Raffaele Di Cuia, Dott. Stefano Borello

Nel mese di settembre 2014

Dott. Geol. Raffaele Di Cuia

Ferrara, li

1 INTRODUZIONE

Il proposito del presente elaborato è quello di fornire un quadro esaustivo dell'attività proposta, con livello tecnico di approfondimento sufficiente ad indicare i parametri dimensionali e strutturali del progetto, completi di cartografia tematica di descrizione del sito e dell'area circostante.

Il progetto si riferisce all'attività di acquisizione di dati geofisici a mare, all'interno dell'area di istanza di permesso di prospezione "d 3 F.P.-SC". I rilievi geofisici rappresentano uno strumento fondamentale per esplorare le caratteristiche geologiche del nostro sottosuolo.

L'attività proposta ha carattere temporaneo e non prevede in alcun modo la realizzazione di opere permanenti in mare o a terra. Una volta terminata l'attività di indagine geofisica, tutte le apparecchiature utilizzate saranno issate a bordo e sul posto non verrà lasciato alcun tipo di strumentazione.

1.1 Impostazione dell'elaborato di progetto

Il presente elaborato, relativo all'istanza di permesso di prospezione "d 3 F.P.-SC", è stato redatto ai sensi del D.Lgs. del 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche ed integrazioni.

L'elaborato descrive nel dettaglio l'attività proposta, le caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto e le esigenze di utilizzazione dello specchio d'acqua, prendendo in considerazione anche il tipo e la quantità dei residui e delle emissioni previsti.

1.2 Descrizione del Committente

Schlumberger Italiana S.p.A. fa parte di Schlumberger Oilfield Services ("Schlumberger"), la più grande compagnia al mondo di servizi per le società petrolifere, leader nella fornitura di servizi tecnologici e soluzioni all'industria petrolifera mondiale. La leadership di Schlumberger è garantita da un continuo investimento nella ricerca e sviluppo, all'interno dei 34 centri altamente specializzati situati in Europa, Stati Uniti, Medio Oriente ed Asia. Le sedi dei suoi uffici principali sono ubicate a Huston, Parigi e l'Aia.

La compagnia combina esperienza nel settore, buone pratiche, sicurezza e compatibilità con l'ambiente, tecnologie innovative e consulenze di alta qualità.

Schlumberger offre servizi di acquisizione geofisica in mare utilizzando tecnologie leader nel settore, tecniche di acquisizione innovative ed elaborazione dati avanzate, ed opera in ambienti geografici vari e spesso difficili. Secondo recenti stime Schlumberger ha acquisito più di 2.000.000 di chilometri di linee sismiche 2D per un totale di quasi 400.000 chilometri quadrati coperti dall'attività di acquisizione geofisica dall'inizio della sua attività. Lo staff di Schlumberger conta circa 120.000 dipendenti provenienti da 140 nazionalità diverse e operanti in 85 nazioni.

Un impegno costante è sempre rivolto ai più alti standard di salute e sicurezza dei dipendenti, clienti e fornitori, nonché alla protezione dell'ambiente nelle comunità in cui vive e lavora.

2 QUADRO PROGETTUALE

2.1 Inquadramento geografico del progetto

2.1.1 Generalità dell'intervento

L'intervento in oggetto prevede un'indagine geofisica 3D a grande scala che mira a comprendere l'estensione e la natura delle strutture geologiche presenti nella zona del Golfo di Taranto (Figura 2.1). Gli scopi scientifici principali di questa indagine sono quelli di estendere e completare la copertura sismica esistente attraverso l'analisi dei dati che verranno ricavati utilizzando le più moderne tecnologie.

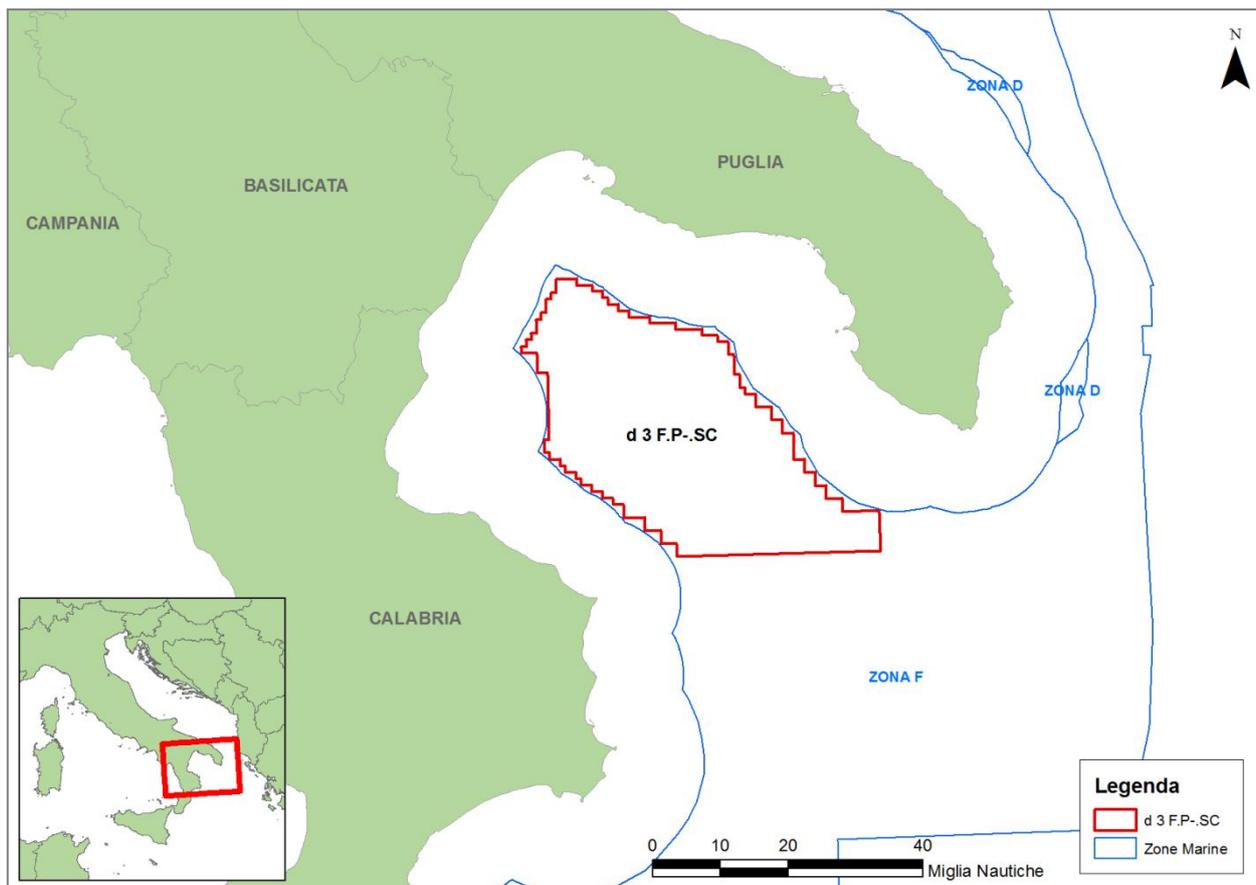


Figura 2.1 – Ubicazione del rilievo geofisico che Schlumberger ha in progetto di eseguire nell'area del Golfo di Taranto

L'indagine verrà effettuata attraverso la movimentazione di una nave di acquisizione geofisica che percorre un grigliato specifico emettendo una serie di impulsi, o onde elastiche, la cui propagazione nell'acqua risulta estremamente limitata nel tempo. Tale strumentazione viene trainata dalla nave geofisica, la cui occupazione dello specchio d'acqua rappresenta un fattore di impatto e durata limitati, dal momento che al termine delle operazioni la perturbazione della superficie marina cessa completamente.

Al termine di questa indagine, sarà possibile una rivalutazione del bacino sedimentario dell'area, attraverso l'analisi dei dati che verranno ricavati utilizzando le più moderne tecnologie. In Figura 2.2 si possono visualizzare in giallo le linee sismiche di dominio pubblico eseguite nel corso degli anni. Queste linee sismiche danno informazioni utili per quanto riguarda la caratterizzazione geologica dell'area ma essendo datate ed acquisite con tecnologie ormai obsolete hanno una scarsa definizione con un livello di dettaglio molto approssimativo.

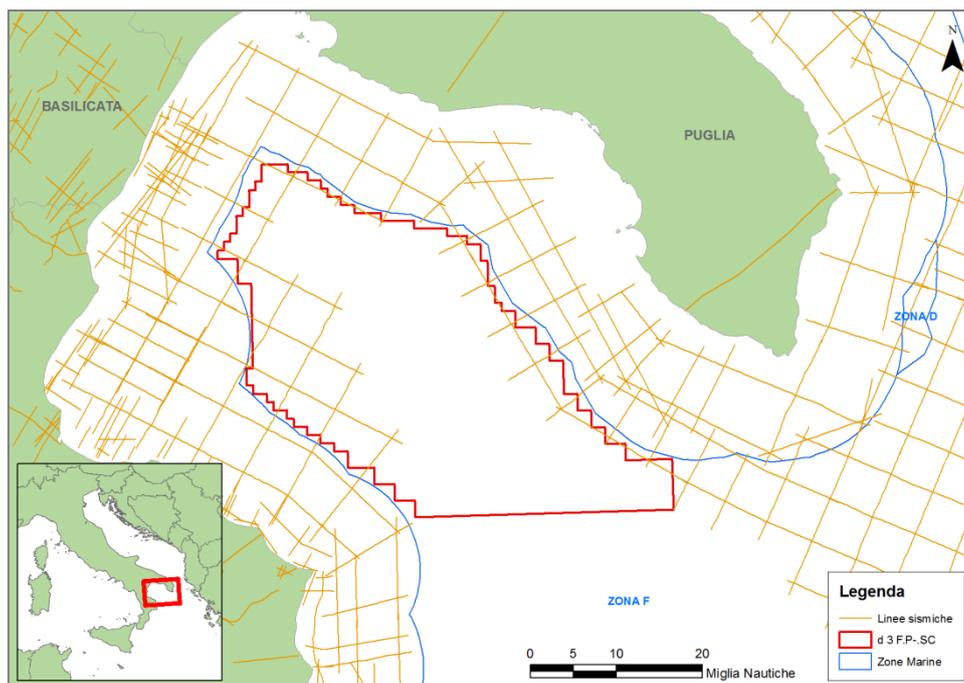


Figura 2.2 – Distribuzione delle linee sismiche pubbliche eseguite in passato nell’area del Golfo di Taranto con indicazione dell’area oggetto di studio

2.1.2 Ubicazione dell’area di intervento

L’area oggetto dell’istanza di permesso di prospezione è ubicata nel Golfo di Taranto all’interno della Zona Marina “F”, e ricopre una superficie di circa 4030 chilometri quadrati.

L’area in istanza è ubicata ad oltre 12 miglia nautiche dalle coste, il lato più a nord (vertici “q” e “r”) dista oltre 13 miglia nautiche dalle coste pugliesi e della Basilicata. Il lato sud orientale tra i vertici t” e q” dista oltre 17 miglia nautiche da Santa Maria di Leuca, mentre il vertice a sud-ovest (v”) dista oltre 13 miglia nautiche da Punta Alice nelle costa calabrese (Figura 2.3).

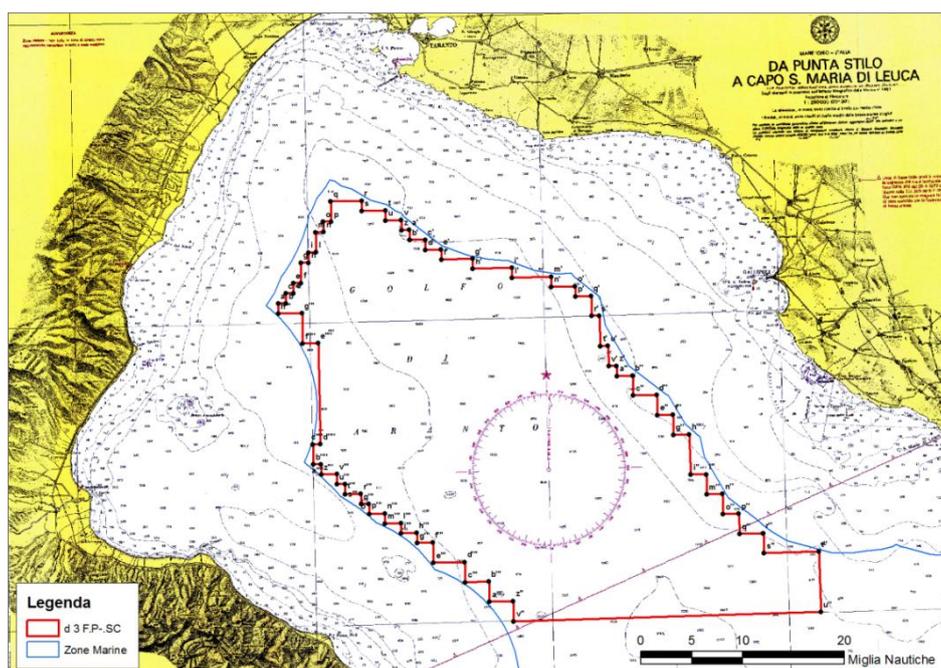


Figura 2.3 – Ubicazione dell’area in istanza di permesso di prospezione su cartografia nautica dell’Istituto Idrografico della Marina Militare, n. 917 “Da Capo Rossello ad Augusta e Isole Maltesi”

Le coordinate dell'area oggetto di indagine sono le seguenti (Tabella 2.1):

Ver	Lon	Lat	Ver	Lon	Lat	Ver	Lon	Lat	Ver	Lon	Lat
a	16°56'	40°02'	c'	17°15'	40°08'	e''	17°44'	39°50'	g'''	17°13'	39°38'
b	16°57'	40°02'	d'	17°15'	40°07'	f''	17°46'	39°50'	h'''	17°13'	39°39'
c	16°57'	40°03'	e'	17°17'	40°07'	g''	17°46'	39°48'	i'''	17°11'	39°39'
d	16°58'	40°03'	f'	17°17'	40°06'	h''	17°48'	39°48'	l'''	17°11'	39°40'
e	16°58'	40°04'	g'	17°21'	40°06'	i''	17°48'	39°44'	m'''	17°09'	39°40'
f	16°59'	40°04'	h'	17°21'	40°05'	l''	17°50'	39°44'	n'''	17°09'	39°41'
g	16°59'	40°06'	i'	17°26'	40°05'	m''	17°50'	39°42'	o'''	17°07'	39°41'
h	17°00'	40°06'	l'	17°26'	40°04'	n''	17°52'	39°42'	p'''	17°07'	39°42'
i	17°00'	40°07'	m'	17°31'	40°04'	o''	17°52'	39°40'	q'''	17°06'	39°42'
l	17°01'	40°07'	n'	17°31'	40°03'	p''	17°54'	39°40'	r'''	17°06'	39°43'
m	17°01'	40°09'	o'	17°34'	40°03'	q''	17°54'	39°38'	s'''	17°04'	39°43'
n	17°02'	40°09'	p'	17°34'	40°02'	r''	17°57'	39°38'	t'''	17°04'	39°44'
o	17°02'	40°10'	q'	17°36'	40°02'	s''	17°57'	39°36'	u'''	17°03'	39°44'
p	17°03'	40°10'	r'	17°36'	40°00'	t''	18°04'	39°36'	v'''	17°03'	39°45'
q	17°03'	40°12'	s'	17°37'	40°00'	u''	18°04'	39°30'	z'''	17°01'	39°45'
r	17°07'	40°12'	t'	17°37'	39°57'	v''	17°25'	39°30'	a''''	17°01'	39°46'
s	17°07'	40°11'	u'	17°38'	39°57'	z''	17°25'	39°32'	b''''	17°00'	39°46'
t	17°10'	40°11'	v'	17°38'	39°55'	a'''	17°22'	39°32'	c''''	17°00'	39°48'
u	17°10'	40°10'	z'	17°39'	39°55'	b'''	17°22'	39°34'	d''''	17°01'	39°48'
v	17°12'	40°10'	a''	17°39'	39°54'	c'''	17°19'	39°34'	e''''	17°01'	39°58'
z	17°12'	40°09'	b''	17°41'	39°54'	d'''	17°19'	39°36'	f''''	16°59'	39°58'
a'	17°13'	40°09'	c''	17°41'	39°52'	e'''	17°15'	39°36'	g''''	16°59'	40°01'
b'	17°13'	40°08'	d''	17°44'	39°52'	f'''	17°15'	39°38'	h''''	16°56'	40°01'

Tabella 2.1 – Coordinate dei vertici dell'area oggetto di indagine (vedi Figura 2.3)

2.2 Programma lavori

Il programma lavori proposto da Schlumberger, oggetto della presente procedura di VIA, si propone come obiettivo la registrazione di profili geofisici con la tecnica della sismica a riflessione 3D nell'area dell'istanza di permesso di prospezione denominata "d 3 F.P.-SC".

Per quanto riguarda il rilievo in istanza, Schlumberger prevede di acquisire un totale di circa 4.285,52 chilometri di linee sismiche all'interno della Zona Marina "F".

In Figura 2.4 è possibile osservare il *layout* del reticolo di acquisizione, che potrebbe comunque subire alcuni aggiustamenti e migliorie in corso d'opera, al fine di ottimizzare la qualità del rilievo.

La direzione di acquisizione che percorrerà la nave sismica si svilupperà preferenzialmente lungo l'asse NE-SW in modo da investigare al meglio il fronte dell'Appennino Meridionale.

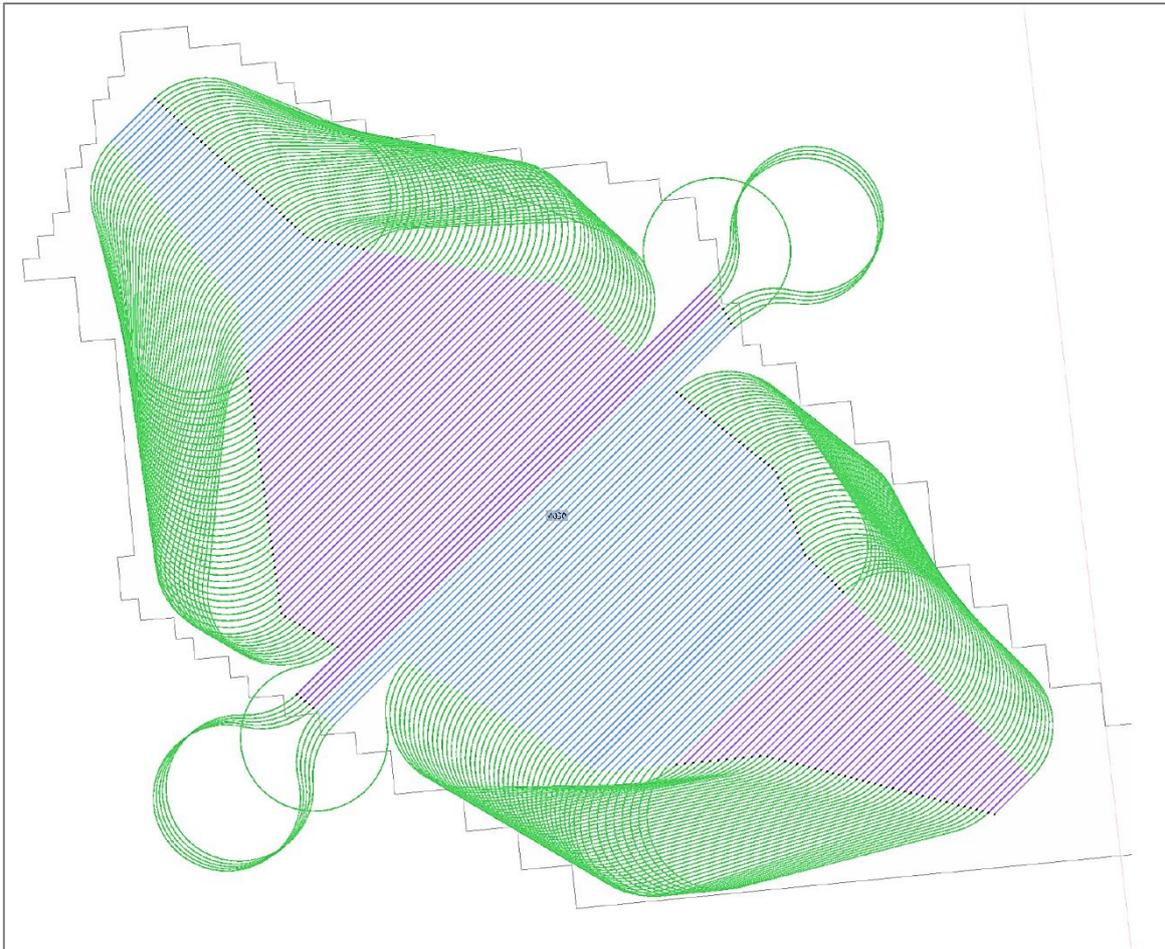


Figura 2.4 – Layout del rilievo geofisico 3D previsto per l’area in istanza di permesso di prospezione “d 3 F.P.-SC”

2.3 Descrizione delle tecnologie di ricerca

2.3.1 Indagine geofisica: il metodo sismico

Le indagini geofisiche sono comunemente utilizzate per definire le strutture geologiche del sottosuolo durante le attività di esplorazione e produzione *off-shore* in tutto il mondo. Questo tipo di indagine è attualmente la migliore tecnologia a disposizione per la ricerca di precisione di idrocarburi in mare aperto perché più affidabile e in grado di determinare con grande dettaglio la geometria delle strutture presenti, la presenza di faglie e l’estensione delle unità stratigrafiche della successione sedimentaria. Le ricerche in mare sono effettuate da navi appositamente costruite che raccolgono dati geologici di sottosuolo lungo un grigliato formato da un insieme di linee e transetti.

Le prospezioni sismiche possono essere di diverso tipo tra cui 2D, 3D, o 4D. Le indagini 2D e 3D rappresentano il più importante strumento di indagine per la caratterizzazione strutturale/stratigrafica di aree di interesse. Le indagini 2D vengono condotte su vaste aree, lungo transetti distanziati da 5 a 100 chilometri e sono in grado di fornire una visione generale della geologia sottomarina. Le indagini 3D sono condotte su aree più limitate, lungo transetti di indagine distanziati di non oltre 100 metri e forniscono dati sufficienti per costruire un modello 3D del sottosuolo. Le indagini 4D vengono condotte considerando anche la componente “tempo” e sono usati durante la fase di produzione di idrocarburi, per monitorare le variazioni temporali di esaurimento del giacimento.

Le indagini geofisiche utilizzano diverse fonti di energia per creare onde sismiche che si propagano nella crosta terrestre sottomarina. L'energia viene emessa lungo il grigliato, di solito sotto forma di impulsi di breve durata e a bassa frequenza. Gli impulsi viaggiano attraverso gli strati geologici e vengono riflessi dalle superfici di discontinuità presenti negli strati del sottosuolo, per poi tornare in superficie dove vengono registrati dai ricevitori, chiamati idrofoni (Figura 2.5).

Le profondità degli strati nel sottosuolo sono calcolate in base al tempo trascorso tra la generazione del suono e la rilevazione del segnale di riflesso nell'idrofono. L'analisi del tempo e delle caratteristiche del segnale di ritorno permettono la definizione delle strutture geologiche presenti.

Nella forma più elementare, le attrezzature per l'acquisizione del dato geofisico in mare consistono in una sorgente acustica, un ricevitore acustico e un dispositivo di memorizzazione dei dati. Gli *air-gun* sono la fonte di energia più comunemente utilizzata e sono composti da un trasduttore subacqueo impulsivo che produce un suono a bassa frequenza emettendo aria ad alta pressione in acqua. Questo produce una bolla d'aria che si espande rapidamente, contrae e ri-espande, creando un'onda sismica ad ogni oscillazione.

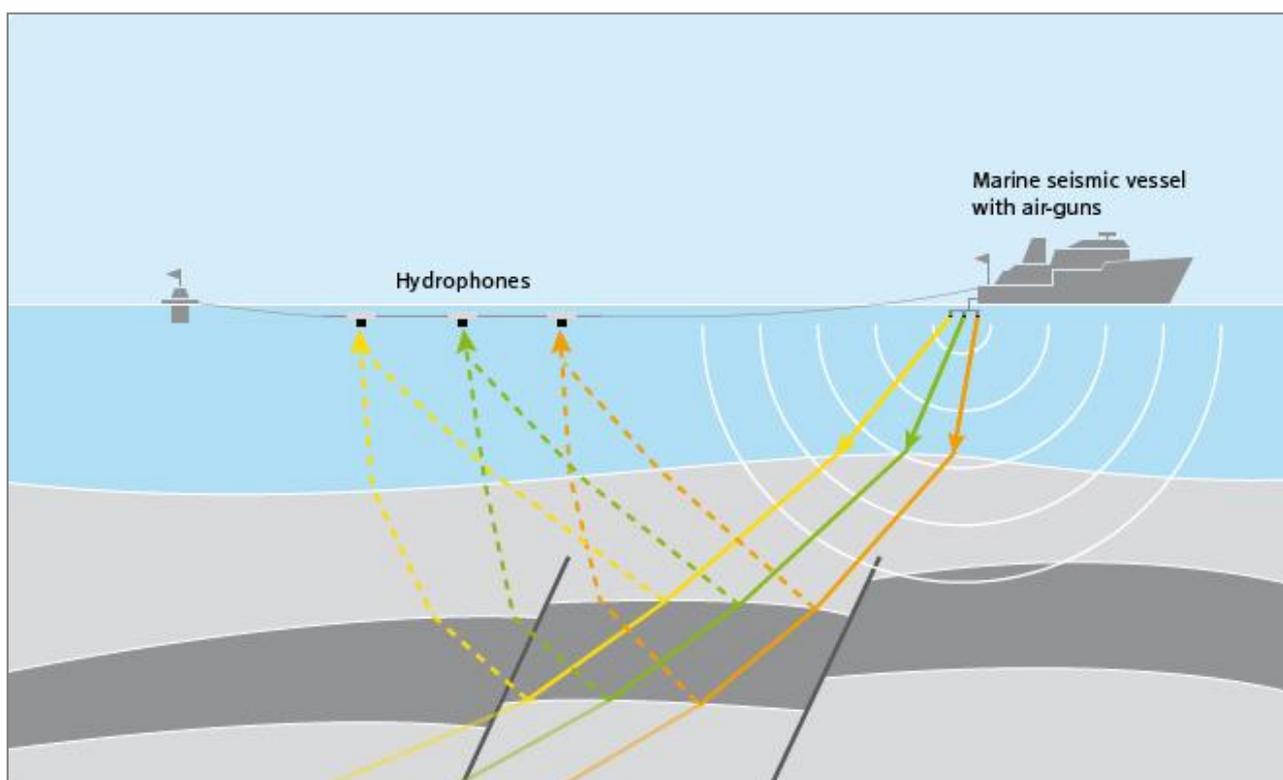


Figura 2.5 – Principio di funzionamento della geofisica in mare. Le onde prodotte dagli *air-gun* vengono dirette verso il basso le quali vengono in parte assorbite e riflesse per poi giungere agli idrofoni e registrate (fonte: www.rwe.com/web/cms/en/1773360/rwe-dea/know-how/exploration/seismics/)

L'*air-gun* è un dispositivo costituito da due camere, una superiore che viene caricata di aria compressa e una inferiore di scarico, sigillate tra loro da un doppio pistone ad albero. L'aria compressa che viene immessa nell'*air-gun* deriva dai compressori presenti della nave per l'acquisizione e passa dalla camera superiore a quella inferiore attraverso la sezione cava del pistone. Quando l'*air-gun* risulta carico e si raggiunge la pressione desiderata, scelta in base all'obiettivo del sondaggio ma anche per minimizzare il più possibile gli eventuali impatti sull'ambiente marino, viene attivato elettronicamente un solenoide che genera un campo magnetico sufficiente a far sollevare il pistone. Con la risalita del pistone si aprono le valvole d'uscita poste ai lati dell'*air-gun* e l'aria compressa viene espulsa all'esterno (Figura 2.6).

E' possibile utilizzare singoli *air-gun* oppure sistemi di più *air-gun* denominati *array*. Fonti singole sono utilizzate solo per indagini in acque superficiali, mentre le acque profonde, come quelle che saranno intraprese nell'area del progetto, richiedono *array* composti da diversi *sub-array* di *air-gun*. Le emissioni di aria compressa avvengono generalmente ogni 5-15 secondi.

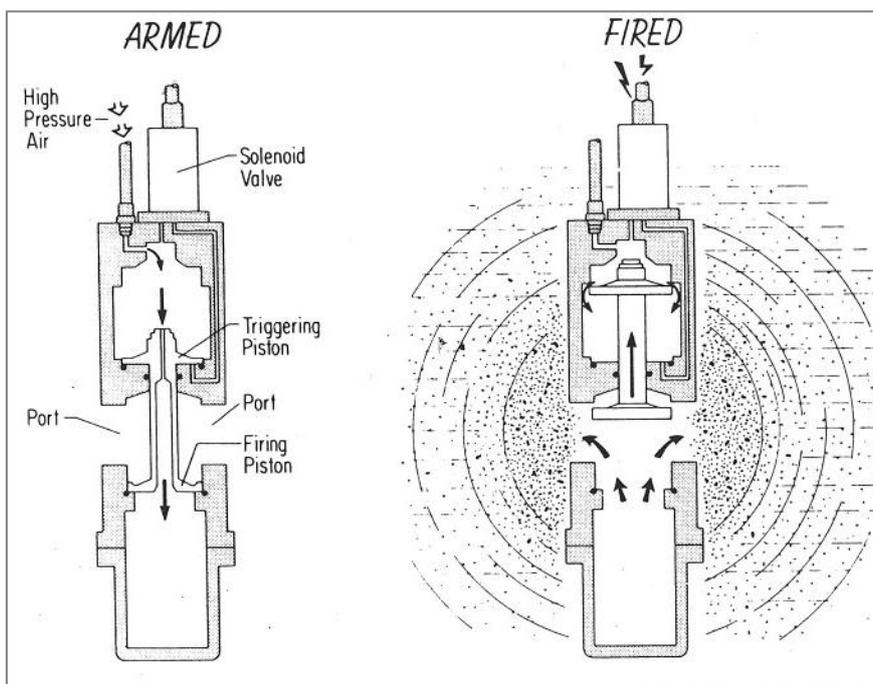


Figura 2.6 – Schema di funzionamento di un *air-gun*, diviso nelle fasi di carica “Armed” e scoppio “Fired” (fonte: www.woodshole.er.usgs.gov/operations/sfmapping/airgun.htm)

Gli *array* di *air-gun* sono progettati per dirigere la maggior parte dell'energia verticalmente verso il basso, tuttavia una componente dell'energia viene proiettata anche orizzontalmente in acqua e può essere rilevata ad una distanza variabile dalla sorgente, a seconda delle condizioni idrografiche e del livello di rumore di fondo. Ciò nonostante, le onde che vengono generate hanno un rapido decadimento spaziale, l'energia infatti tende a diminuire con il quadrato della distanza. Gli impulsi prodotti dagli *air-gun* sono a banda larga, con la maggior parte dell'energia concentrata nella gamma di frequenze tra 10-200 Hertz, e livelli inferiori nell'intervallo 200-1000 Hz. A seconda della configurazione dell'*array* di *air-gun*, i livelli sonori alla sorgente presentano valori da 237-262 dB re 1uPa/m.

I segnali sismici riflessi dalle discontinuità geologiche del sottosuolo vengono ricevuti dagli idrofoni (sensori di pressione) presenti all'interno dei cavi detti *streamer*. Gli *streamer* sono costituiti da sezioni tubolari contenenti gli idrofoni e da conduttori elettrici che trasportano i segnali (Figura 2.7). Le sezioni dei cavi sono collegate insieme tramite moduli elettronici, in cui i segnali provenienti dagli idrofoni vengono digitalizzati e messi su un cavo ottico, che restituisce i segnali al sistema di registrazione a bordo della nave. I cavi *streamer* sono studiati per un galleggiamento neutro, e possono essere solidi o pieni di liquido isolante elettrico.

Durante l'acquisizione geofisica, il cavo deve essere mantenuto alla stessa profondità e deve essere allineato secondo la direzione di rilevamento stabilita; per favorire la stabilità di posizione del cavo vengono utilizzati un galleggiante (boa) e un dispositivo di abbassamento che permette di mantenere la posizione iniziale dello *streamer* ad una determinata profondità di operazione. Una boa di coda (Figura 2.7) viene fissata all'estremità di coda dello *streamer* e al di sopra è fissato un riflettore radar per il controllo dell'allineamento del cavo stesso rispetto alla direzione di movimento della nave.



Figura 2.7 – Streamer o cavo sismico per l'acquisizione a sinistra (fonte: www.offshore-technology.com/features/feature43561/feature43561-3.html) e Boa di coda a destra (fonte: <http://www.seamap.com/products/seismic/buoylink/>)

La registrazione del segnale geofisico viene eseguita dall'idrofono (trasduttore elettroacustico) che genera una tensione all'arrivo di un impulso di pressione, prodotto nell'acqua dall'onda sismica. Grazie allo sviluppo delle moderne tecniche di trasformazione dell'onda sonora in segnale elettronico, lo strumento consente di captare suoni emessi a grandi distanze (Figura 2.8).

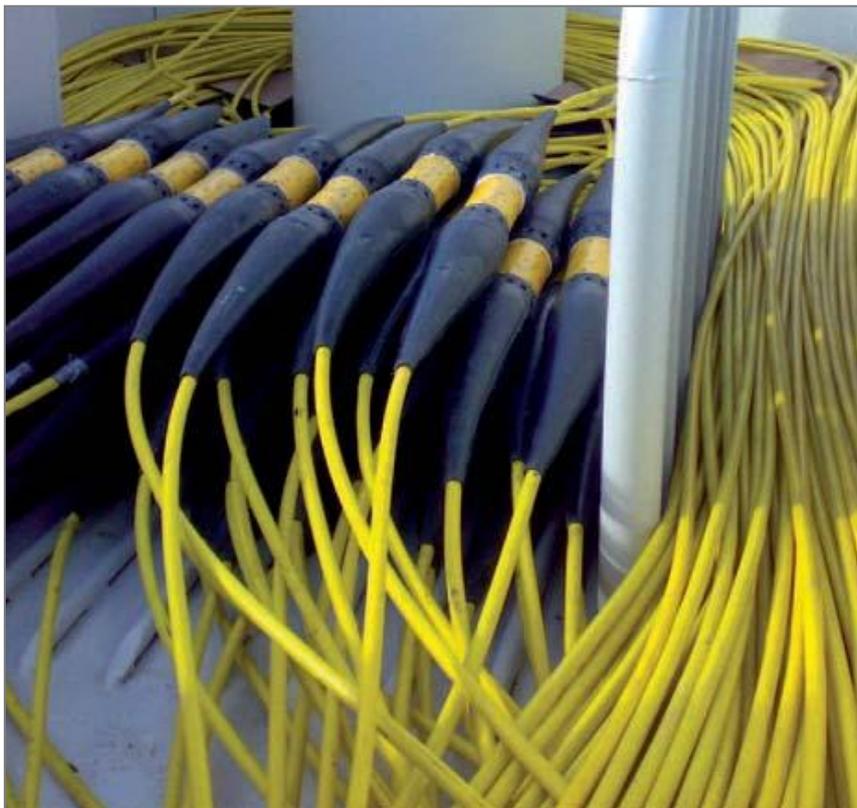


Figura 2.8 – Idrofonici per l'acquisizione del segnale offshore (fonte: www.geoexpro.com/articles/2009/02/measuring-seismic-with-light)

I segnali registrati, inoltre, richiedono una fase di *processing*, attraverso la quale i singoli arrivi vengono elaborati, amplificati, sommati, filtrati, migrati (procedure condotte in maniera computerizzata) in modo da eliminare ogni eventuale disturbo sia esso organizzato (come gli arrivi delle onde dirette in superficie) che aleatorio quale, ad esempio, i disturbi ambientali: passaggi di navi o di mezzi pesanti, rumori di motori, ecc.

Il risultato finale sarà un elaborato grafico denominato "sezione sismica" (Figura 2.9), nella quale è possibile osservare l'andamento delle diverse superfici riflettenti provenienti dal sottosuolo (che costituiranno un insieme di riflettori sismici) e la presenza di varie discontinuità incontrate (strati, contatti litologici, contatti tettonici).

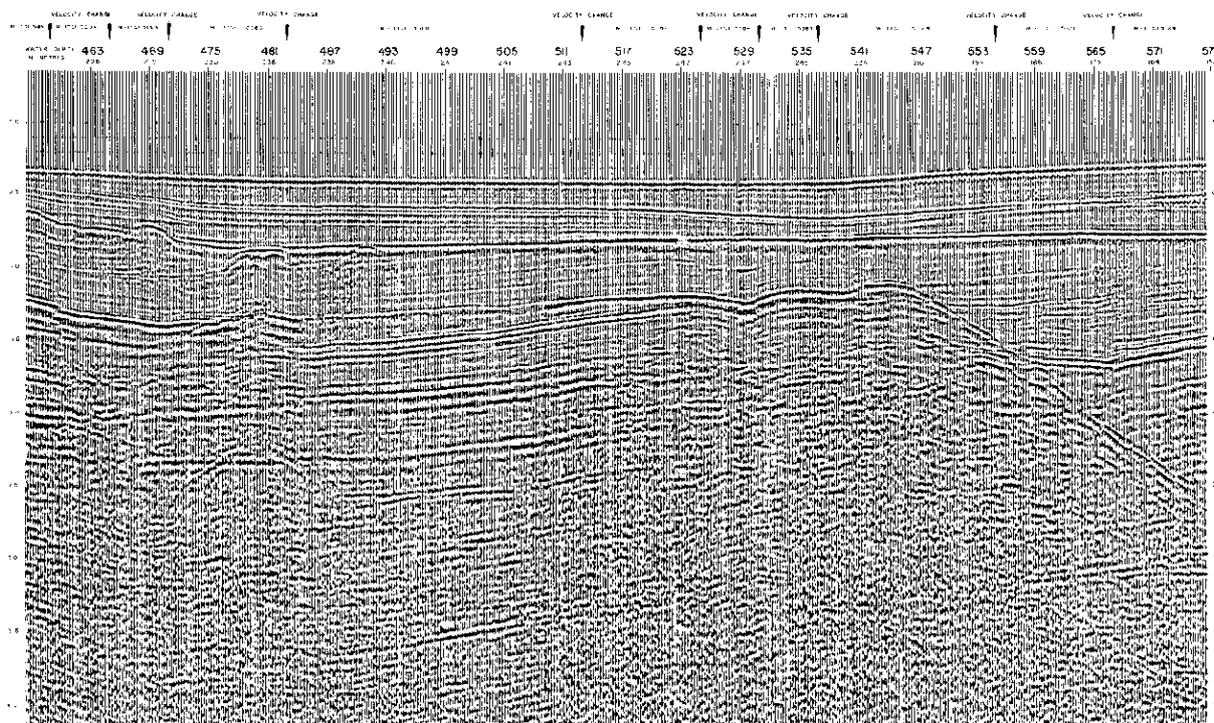


Figura 2.9 – Esempio di sezione sismica non interpretata (fonte: www.unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi, modificata)

La scala verticale è espressa in secondi e rappresenta il tempo di percorso delle varie onde (dalla superficie al riflettore e dal riflettore al geofono). Di conseguenza, per risalire alla profondità o agli spessori dei diversi corpi litologici individuati, occorre conoscere le relative velocità di propagazione delle onde sismiche. Sebbene esistano dei *range* di valori indicativi per ogni litologia, ogni interpretazione geologica basata sui profili sismici deve essere convalidata dai dati di pozzo.

Le onde provenienti dallo stesso punto in profondità (*Common Depth Point* - CDP) ma registrate da più geofoni disposti simmetricamente rispetto alla sorgente e al punto, hanno, infatti, lo stesso corredo di informazioni pur avendo seguito percorsi caratterizzati da diversi angoli di incidenza. In questo modo i segnali sismici che tornano in superficie, verranno sommati tra loro (*stacking*) mentre i segnali provenienti da elementi di disturbo, fuori fase e immediatamente riconoscibili, verranno eliminati. I segnali sismici reali, opportunamente corretti ed elaborati in fase di *processing*, saranno così in grado di riprodurre con un elevato grado di dettaglio le geometrie dell'orizzonte che ha generato la riflessione.

L'acquisizione 3D di tipo convenzionale corrisponde ad un'acquisizione di numerose linee 2D poco spaziate l'una con l'altra che successivamente, attraverso sofisticati *software* sono in grado di fornire un modello teorico 3D della struttura interessata (Figura 2.10).

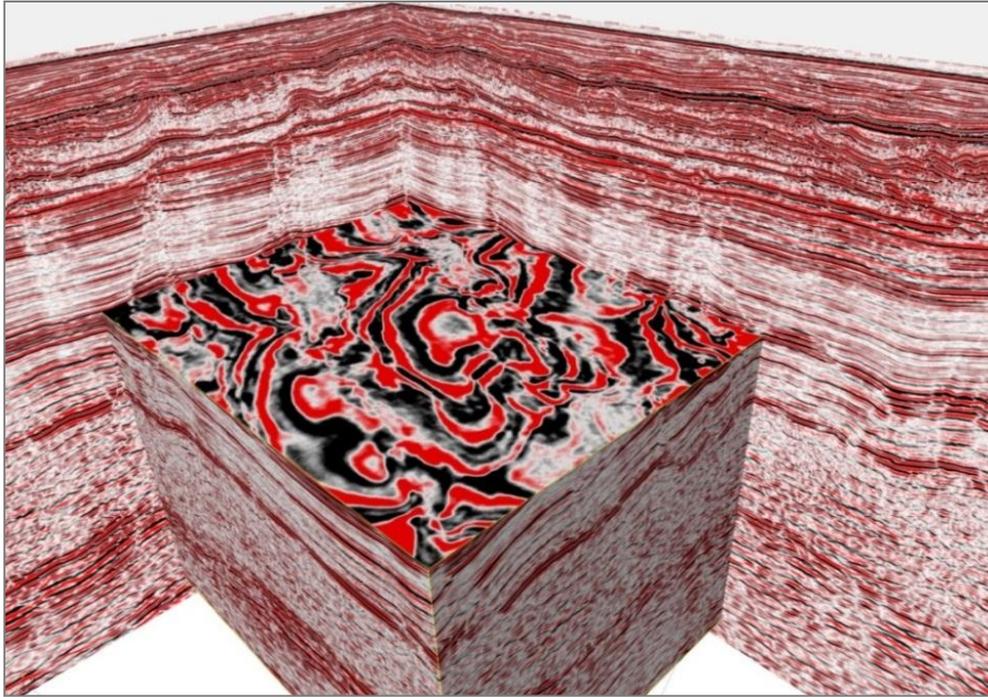


Figura 2.10 – Esempio di modello 3D ottenuto dall'elaborazione di un'acquisizione 3D (fonte: www.spectrumasa.com/press-release/spectrum-extends-mc3d-coverage-offshore-lebanon)

La lista dei parametri di acquisizione da definire comprende:

1. lunghezza della registrazione = tempo di ascolto del sismografo, sufficiente ad esaurire la ricezione di ogni informazione di interesse;
2. passo di campionamento = tempo di acquisizione di un singolo valore la cui sequenza costituisce la forma d'onda; non deve essere superiore alla metà del periodo della più alta frequenza contenuta nel segnale;
3. distanza fra sorgente e geofono più lontano = determina la profondità esplorata per la quale è ancora possibile una buona analisi delle velocità;
4. distanza fra sorgente e geofono più vicino = non deve essere troppo grande in modo da consentire una buona valutazione degli spessori e delle velocità del primo strato aerato;
5. distanza tra i geofoni = dipende dai parametri precedenti e dal numero di canali disponibili sul sismografo. Quanto più breve è, tanto maggiore è la risoluzione superficiale. La simultaneità di una buona risoluzione superficiale e di una buona penetrazione in profondità, è proporzionale al numero di canali disponibile;
6. filtri analogici = la miglior scelta dei filtri consente l'eliminazione dei rumori e il miglior sfruttamento della dinamica del sismografo. In particolare questo vale per la scelta del filtro passa alto.

Nelle fasi successive all'acquisizione rientrano tutte le procedure atte a migliorare il rapporto segnale/rumore ed a perfezionare l'immagine sismica proveniente dalla porzione di sottosuolo indagato. Senza entrare nello specifico di tutte le operazioni (*edit*, *stacking*, filtri, migrazioni, deconvoluzioni, correzioni statiche e dinamiche, ecc.) vengono comunemente raggruppate sotto il nome di *processing*. Non sempre il profilo sismico finale risulta completamente "ripulito" dalla presenza di segnali anomali, provenienti da corpi o superfici riflettenti che non rispecchiano le strutture realmente presenti, oppure creati da fenomeni di interferenza con onde provenienti da diverse direzioni (onde dirette, riflessioni sulla superficie del mare, ecc.), oltre che da un generale rumore di fondo, la cui presenza talvolta dà luogo ad

immagini non perfettamente nitide. Esistono, inoltre, dei veri e propri generatori di segnali “falsi”, frequentemente presenti in numerosi profili sismici anche di buona qualità e, fortunatamente, facilmente identificabili, la cui presenza se riconosciuta, non inficia la validità dell’interpretazione. Tra questi segnali, i principali sono le riflessioni multiple e le iperboli di diffrazione.

2.4 Programma di acquisizione geofisica *off-shore*

Di seguito verranno illustrati i metodi e mezzi che si intende utilizzare per l’indagine geofisica dell’area in oggetto, con indicazione dei vari metodi di acquisizione, i mezzi che verranno impiegati e i parametri tecnici che la caratterizzeranno.

Il rilievo geofisico sarà effettuato da WesternGeco, *business unit* di Schlumberger dal 2001.

Al momento della stesura del presente rapporto non è possibile definire con certezza la nave che verrà utilizzata per l’acquisizione, non potendo prevedere con esattezza le tempistiche per l’ottenimento del titolo minerario di prospezione. Pertanto di seguito saranno descritte le due possibili navi che potranno essere utilizzate quali la “WG Magellan” e la “Geco Eagle”.

Per entrambe le soluzioni è previsto l’utilizzo dell’*air-gun* come sorgente di energia, tipicamente impiegata per i rilievi geofisici a mare. Questa tecnologia è testata e diffusa in tutto il mondo, consente una maggior definizione dei dati ed è la migliore soluzione sia dal punto di vista dell’impatto ambientale, sia dal punto di vista tecnico ed economico, con un rapporto costi-benefici migliore rispetto ad altre tecnologie. Questo tipo di sorgente, non prevede l’utilizzo di esplosivo e nemmeno la posa di strumentazione sul fondale, evitando di fatto impatti sulle specie bentoniche e sulle caratteristiche fisico-chimiche del sottofondo marino.

2.4.1 Tecnologie e tecniche di acquisizione

WesternGeco (www.slb.com/services/westerngeco.aspx), una delle divisioni di Schlumberger, è leader nel settore delle tecniche e tecnologie di acquisizione geofisica per l’elaborazione di immagini di sottosuolo in ogni tipo di ambiente. La sua politica si basa su un alto livello di innovazione e *leadership* tecnologica, per fornire immagini del sottosuolo di qualità superiore.

Per svolgere l’attività di rilievo all’interno dell’area in istanza verrà utilizzata una nave di acquisizione dotata di una sorgente *array* di *air-gun*. Essendo WesternGeco e quindi Schlumberger leader mondiali nel settore dell’acquisizione geofisica, per i rilievi in oggetto verranno adottate una serie di tecnologie sviluppate direttamente dagli esperti della società.

Di seguito verranno elencate alcune delle tecnologie sviluppate da WesternGeco e Schlumberger.

- **Q-MARINE TECHNOLOGY**

Tecnologia che applica una corretta misurazione e rimozione del rumore di fondo ottimizzando al meglio l’acquisizione geofisica. La possibilità di registrare dati sismici con un intervallo di campionamento di 3,125 metri ha una serie di vantaggi rispetto ai metodi convenzionali. Il primo vantaggio è anche il più importante, in quanto consente la riduzione della distorsione spaziale. Questo porta ad avere una serie di migliorie relative al segnale e alla riduzione del rumore contenuto nei dati registrati.

Il sistema Q-Marine di WesternGeco incorpora la tecnologia di autocorrezione dell’orientazione dello *streamer* (“*Streamer Steering*”). Lo *Streamer Steering* è completamente automatizzato e controllato da TRINAV, un sistema di navigazione integrato. Il sistema IRMA fornisce l’affidabilità e la precisione necessaria per posizionare gli *streamer* in modo da consentire l’autoposizionamento automatico in totale sicurezza.



Figura 2.11 – Esempio di Q-fin che permette la stabilizzazione verticale e laterale dello streamer (fonte: WesternGeco)

- *DISCover*

WesternGeco ha sviluppato un metodo di acquisizione dati a banda larga posizionando gli *streamer* a diversa profondità. La tecnica DISCover integra le misurazioni sismiche ottenute da uno *spread marine standard* (*streamer* ubicato a profondità convenzionale), insieme con uno *streamer* posizionato a maggiore profondità, per fornire una “spinta” al segnale sismico a bassa frequenza.

- *ObliQ*

La tecnica ObliQ ottimizza la larghezza di banda del segnale sismico registrata combinando l’acquisizione *slant-streamer* con una metodologia *deghost*, esclusiva e brevettata da Schlumberger, e una sorgente sismica a banda larga di nuova concezione, che migliora l’immagine di restituzione di strutture complesse profonde e superficiali (Figura 2.12).

Poiché la profondità del cavo *streamer* nella tecnica ObliQ è variabile, è possibile determinare e selezionare la profondità minima e massima dei cavi per ottimizzare la larghezza di banda registrata ed individuare gli obiettivi geofisici del rilievo. Nelle indagini che utilizzano la tecnica ObliQ, le profondità possono variare da 5 a 50 metri, con una più ampia selezione rispetto a quelle disponibili con un tipo di acquisizione convenzionale. I cavi sono trainati in modo inclinato, più vicini alla superficie dal lato della nave di acquisizione ed a maggior profondità nella parte terminale. La stabilità del cavo è assicurata attraverso l’uso del sistema di stabilizzazione dello *streamer* detto Q-Fin, e gli idrofoni sono progettati per funzionare senza distorsioni a varie profondità.

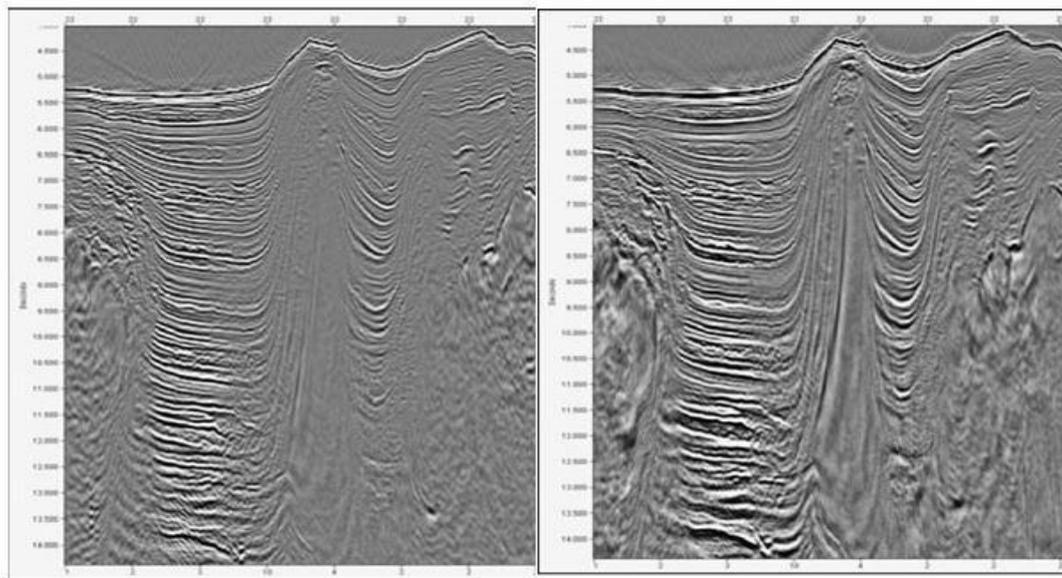


Figura 2.12 – Sezioni sismiche che dimostrano i benefici della tecnica ObliQ. La sezione di sinistra è stata acquisita con un metodo tradizionale mentre la sezione di destra è stata acquisita con ObliQ (fonte: WesternGeco)

La tecnica ObliQ funziona integrando la diversità del *notch* con un algoritmo di *single-streamer deghost* basato sulla ricostruzione spettrale. Il *single-streamer deghost* restringe e riduce la profondità del *notch* del ricevitore, a seconda della profondità di traino. Quando viene utilizzata con la sorgente sismica marina Delta3 a banda larga, la diversità dei *notch* sul lato sorgente viene migliorata perché gli *air-gun* sono posizionati a profondità variabili.

La risposta del sistema a frequenza ultra bassa della tecnologia Q-Marine garantisce la registrazione estremamente fedele dell'estensione di banda verso le basse frequenze, garantite dalla tecnica ObliQ.

- *Delta 3 Source Array*

Il *Delta3 Source Array* utilizza un tipo di sorgente del segnale in grado di creare una fonte di energia che non generi dei vuoti al di sotto dei 150 Hertz per tutte le direzioni all'interno di un cono di 20° rispetto alla verticale. La riduzione dell'interferenza tra il campo d'onda e i vuoti porta all'ottenimento di un segnale più pulito.

- *Flip/Flop technology*

La tecnologia del *Flip/Flop* consente di selezionare alternativamente camere di pressurizzazione di grandezza diversa; questo consente di fornire energia al sistema alle diverse frequenze in base alle necessità geologiche. L'impiego del *Flip/Flop* si traduce in termini di risparmio energetico e nel minor impatto possibile sull'ambiente in cui esso viene utilizzato.

Questa tecnica comporta il traino di due sorgenti identiche separate per una lunghezza pari alla metà tra uno *streamer* e l'altro. Queste due sorgenti vengono azionate in modo alternato andando ad acquisire con una angoli diversi l'area da investigare. In questo modo viene raddoppiato il campionamento trasversale rispetto ad una singola sorgente.

2.4.2 Mezzi navali utilizzati

La campagna di prospezione a mare verrà eseguita da una nave per acquisizione geofisica che seconda delle tempistiche per l'ottenimento del permesso potrà essere la "WG Magellan" o la "Geco Eagle". Di seguito vengono riassunte brevemente le specifiche di ogni singola nave.

Unitamente alla nave di acquisizione verranno utilizzate una o più navi di supporto/inseguimento, con lo scopo di comunicare con le imbarcazioni che operano nella zona, onde evitare l'interferenza con la nave di acquisizione e l'attrezzatura tecnica trainata. La nave di supporto fornisce anche assistenza aggiuntiva alla nave di acquisizione.

2.4.2.1 WG Magellan

La nave "WG Magellan" (Figura 2.13), di proprietà della Pimolia Marine Company Ltd (Nicosia, Cipro) è una nave di ricerca geofisica contrassegnata dal codice IMO (*International Maritime Organization*) n. 9452957 e dall'identificativo di chiamata 5BPK2. È stata costruita nel 2009, è del tipo Ulstein SX124 e batte bandiera cipriota.

Il tonnellaggio di stazza lorda internazionale della nave (GT) è di 6.922, il tonnellaggio di stazza netta (NT) è di 2.077 mentre la portata in peso morto (DWT) è di 3.781 tonnellate.

La larghezza totale della nave si attesta sugli 88,8 metri, la larghezza massima agli estremi è di 21 metri, il pescaggio medio è di circa 6 metri, mentre l'altezza massima raggiunta sopra il livello del mare, o "air draft", è di 28,5 metri.

Sul ponte è presente una piattaforma per elicotteri con diametro 21 metri in grado di ospitare un elicottero da 12.8 tonnellate.



Figura 2.13 – Immagine della nave WG Magellan (fonte: WesternGeco)

Capacità e durata

La nave consuma gasolio marino ed ha una capacità totale di carburante pari a 1.513,83 metri cubi. Altri idrocarburi utilizzati a bordo sono i lubrificanti ed oli per macchinari (29,8 metri cubi) ed olio per cilindri e compressori (10,7 metri cubi per i pistoni, 2x1.8 metri cubi per le eliche).

La velocità massima raggiunta in mare calmo è di 15,5 nodi, che si riduce a 10,5 nodi in economia. A piena velocità ha un consumo di carburante di 33 metri cubi al giorno, che diventano 16,5 metri cubi al giorno in economia.

La nave è dotata di certificato di sicurezza dell'equipaggio per un numero massimo di persone pari a 69.

Equipaggiamento del ponte di comando

La nave è dotata di 3 Radar, *Voyage Data Recorder* (VDR, scatola nera), *Electronic Chart Display and Information Systems* (ECDIS), bussola giroscopica, autopilota, registratore di velocità, ecoscandaglio, *monitor* di navigazione, ricevitore GPS, sistema di sicurezza SSAS, ricevitore Navtex, bussola magnetica e sistema di allarme.

Equipaggiamento per la comunicazione

La nave possiede una stazione radio con licenza n. 10576 per le aree marine A1, A2, A3 ed A4 (GMDSS, sistema a copertura mondiale per il soccorso e la sicurezza in mare).

È dotata di sistema di identificazione automatica (AIS) con *transponder* modello FA-150 AIS. Sulla nave sono presenti inoltre trasmettitori di localizzazione di emergenza (EPIRB), un trasmettitore-ricevitore radar, un trasmettitore di identificazione radio ad ampio raggio, ed una stazione meteorologica Furuno FAX-408.

2.4.2.2 M/V Geco Eagle

La nave “Geco Eagle” (Figura 2.14), di proprietà della Gecoships A.S., è una nave di ricerca geofisica contrassegnata dal codice IMO (*International Maritime Organization*) n. 9176292 e dall’identificativo di chiamata HP9513. È stata costruita nel 1999 in Norvegia da Mjellem & Karlsen (Bergen).

Il tonnellaggio di stazza lorda internazionale della nave (GT) è di 10.946, il tonnellaggio di stazza netta (NT) è di 3.284 mentre la portata in peso morto (DWT) è di 4.952 tonnellate.

La larghezza totale della nave si attesta sui 94,80 metri, la larghezza massima agli estremi è di 37 metri, il pescaggio medio è di circa 7,5 metri, mentre l’altezza massima raggiunta sopra il livello del mare, o “*air draft*”, è di 39 metri.

Sul ponte è presente una piattaforma per elicotteri con diametro 22,20 metri in grado di ospitare un Sikosky S-92.



Figura 2.14 – Immagine della nave M/V Geco Eagle (fonte: WesternGeco)

Capacità e durata

La nave consuma gasolio marino ed ha una capacità di 3.414 metri cubi. Altri idrocarburi utilizzati a bordo sono i lubrificanti ed oli per macchinari (53 metri cubi, tipo Mobilgard ADL 40) ed olio per cilindri e compressori (25 metri cubi tipo Mobil Rarus 827).

La velocità massima raggiunta in mare calmo è di 16 nodi, che si riduce a 13 nodi in economia. A piena velocità ha un consumo di carburante di 46,6 metri cubi, che diventa 37,7 metri cubi in economia. Con una configurazione tipica a 10 *streamer*, durante l'indagine geofisica, un pieno ha durata di 109 giorni. La nave è dotata di certificato di sicurezza dell'equipaggio per un numero massimo di persone pari a 66.

Equipaggiamento del ponte di comando

La nave è dotata di 3 Radar, *Voyage Data Recorder* (VDR, scatola nera), *Electronic Chart Display and Information Systems* (ECDIS), bussola giroscopica, autopilota, registratore di velocità, ecoscandaglio, *monitor* di navigazione, ricevitore GPS, sistema di sicurezza SSAS, ricevitore Navtex, bussola magnetica e sistema di allarme.

Equipaggiamento per la comunicazione

La nave possiede una stazione radio con licenza EXP 28223 per le aree marine A1, A2, A3 (GMDSS, sistema a copertura mondiale per il soccorso e la sicurezza in mare).

È dotata di sistema di identificazione automatica (AIS) tipo SAAB R4 12.5W e Sailor CU5100. I trasmettitori e ricevitori principali sono controller radio VHF/DSC Sailor CU5100.

Sulla nave sono presenti anche un trasmettitore di localizzazione di emergenza (EPIRB), un trasmettitore-ricevitore *radar*, un trasmettitore di identificazione radio ad ampio raggio ed una stazione meteorologica Furuno 208 mark-2 DFAX.

2.4.3 Parametri operativi di progetto

I parametri previsti per l'acquisizione in progetto sono indicati nella seguente tabella, la quale riporta le specifiche tecniche del cavo *streamer*, della sorgente di energia e delle tecniche di registrazione.

Parametri del cavo <i>streamer</i>	
Tipo di cavo <i>streamer</i>	Q-Marine Solid ObliQ
Intervallo tra idrofoni (m)	3,125
Lunghezza <i>Streamer</i> (m)	8000
Profondità <i>Streamer</i> (m)	8-30*
<i>Near trace offset</i> (m)	120
Parametri di registrazione	
Sistema di registrazione	TRIACQ V
Formato di registrazione	SEG-D 8036
Lunghezza di registrazione (s)	10
Frequenza di campionamento (ms)	2
Filtro passa basso (Hz – dB/Oct)	2-18
Filtro passa alto (Hz – db/Oct)	80% Nyquist (200-477)
Parametri della sorgente	
Tipo di sorgente	<i>Air-gun</i>
Volume alla sorgente di Array (In3)	5085
Numero di <i>subarray</i>	3
Numero di <i>air-guns</i> per <i>subarray</i>	8
Lunghezza <i>subarray</i> (m)	15
Intervallo degli <i>ShotPoint</i> (m)	25
Profondità dei 3 <i>subarray</i> sorgente (m)	6-9-6
Pressione operativa (psi)	2000

Tabella 2.2 – Parametri previsti per l'acquisizione delle linee sismiche (fonte: WesternGeco)

* si precisa che, in condizioni di acque poco profonde presenti in alcune porzioni dell'area di rilievo, potrebbe essere necessario livellare gli streamers e ridurre lo streamer spread.

La Figura 2.15 mostra la configurazione dell'array proposto per l'indagine geofisica in progetto, mediante una rappresentazione grafica in pianta. I rettangoli verdi rappresentano gli *air-gun*, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa. Le interazioni del campo di pressione si estendono normalmente per una distanza 10 volte maggiore del raggio della bolla.

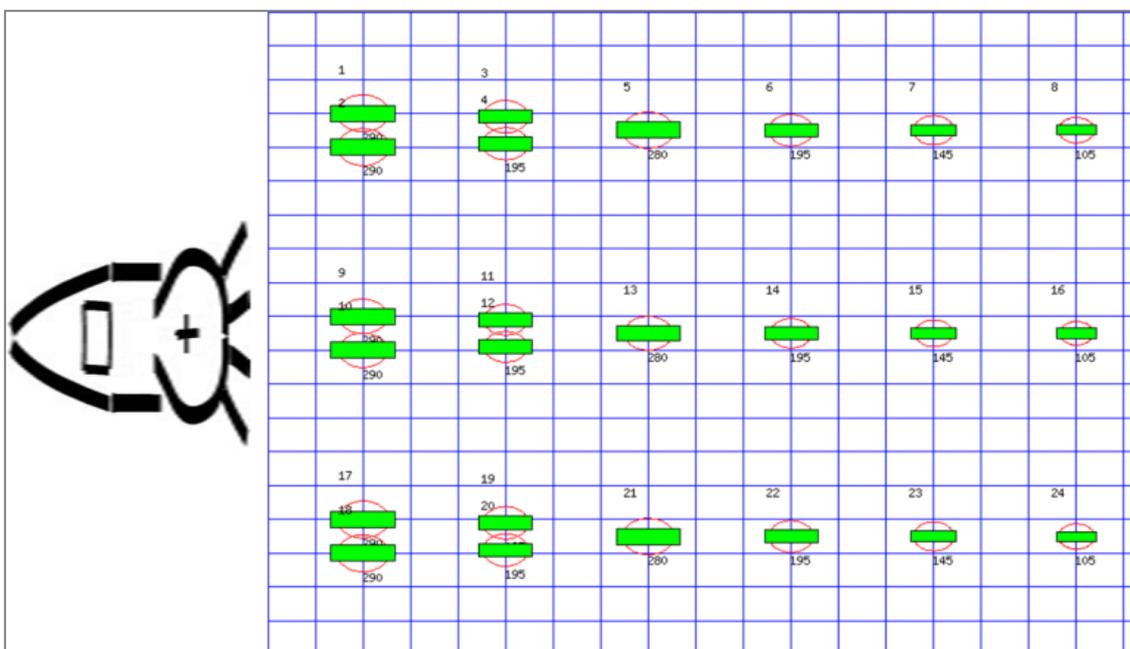


Figura 2.15 – Rappresentazione grafica della configurazione dell'array (in pianta) proposto per l'indagine geofisica in progetto. I rettangoli verdi rappresentano gli *air-gun*, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa (fonte: Schlumberger)

Le caratteristiche dell'array sono elencate in Tabella 2.3. Si noti che il valore RMS (scarto quadratico medio) è calcolato sull'intero modello identificativo. Vengono visualizzati anche i limiti conservativi di errore per le principali caratteristiche identificative del picco-picco (*peak to peak*). Questi rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% del modello GUNDALF rispetto i suoi dati di calibrazione.

Array parameter : (0-25000) Hz	Array value
Numero di <i>air-gun</i>	24
Volume totale (in³)	5085.0 (83.3 litri)
Peak to peak in bar-m	146 +/- 1.86 (14.6 +/- 0.186 MPa, ~ 263 db re 1 muPa. at 1m.)
Zero to peak in bar-m	92.2 (9.22 MPa, 259 db re 1 muPa. at 1m.)
RMS pressure in bar-m	9.51 (0.951 MPa, 240 db re 1 muPa. at 1m.)
Primary to bubble (peak to peak)	22.4 +/- 6.75
Bubble period to first peak (s)	0.119 +/- 0.0161
Maximum spectral ripple (dB): 10 – 50 Hz	5.29
Maximum spectral value (dB): 10 – 50 Hz	214
Average spectral value (dB): 10 – 50 Hz	212
Energia totale acustica (Joules)	476279.4
Totale efficienza acustica (%)	41.4

Tabella 2.3 – Caratteristiche dell'array utilizzato per la modellazione degli impatti (fonte: Schlumberger)

2.4.4 Utilizzo di risorse

Le attività di acquisizione verranno supportate dall'utilizzo di gasolio marino (MGO) per il funzionamento della nave per l'acquisizione geofisica e delle navi di supporto. Oltre al funzionamento dei motori, il carburante servirà anche per il motogeneratore del compressore previsto per la produzione di aria compressa per gli *air-gun*.

Sulla base dei dati tecnici, si possono stimare i seguenti consumi specifici di carburante per le diverse imbarcazioni (Tabella 2.4).

Tipo di nave	Consumo di carburante (m ³ /g)	
Magellan (3D survey)	piena velocità	33
	economica	16,5
	durante l'acquisizione	25,5
	in porto	4
Geco Eagle (3D survey)	piena velocità	46,6
	economica	37,7
	durante l'acquisizione	42
	in porto	4
Nave da supporto	medio	4
Nave da inseguimento	medio	3

Tabella 2.4 – Specifiche dei consumi per le diverse imbarcazioni (fonte: Schlumberger)

Un contributo di WesternGeco per migliorare le prestazioni energetiche è l'utilizzo dello *streamer* tipo *Monowing*. Mettendo a confronto il consumo di carburante su navi simili nel corso di un periodo di 12 mesi, è possibile dimostrare che il consumo di carburante di una nave attrezzata con *streamer* tipo *Monowing* riduce i consumi di 6.000-8.000 litri al giorno rispetto una nave attrezzata in maniera convenzionale (Figura 2.16).

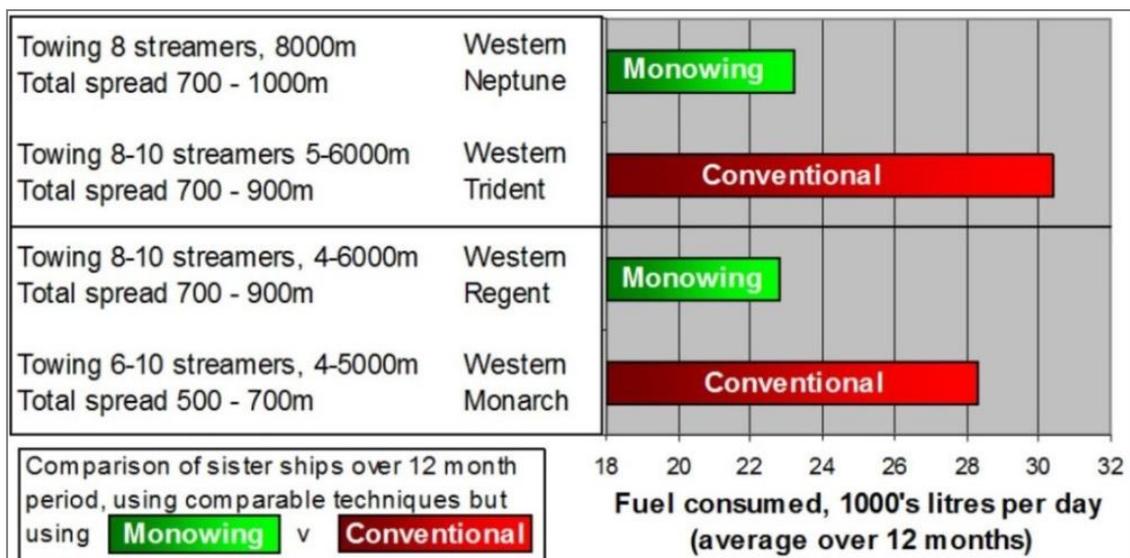


Figura 2.16 – Confronto tra il consumo di carburante per una nave equipaggiata con Streamer tipo Monowing e una nave equipaggiata con streamer convenzionale (fonte: WesternGeco)

2.4.5 Stima delle emissioni, rifiuti e scarichi

Vari tipi di rifiuti vengono generati durante indagini geofisiche in mare aperto. I rifiuti tipicamente generati e il trattamento previsto, con relativo metodo di smaltimento o stoccaggio, sono riassunti nella Tabella 2.5 mentre le specifiche delle diverse attrezzature omologate (IOPP) per le diverse imbarcazione sono riassunte in Tabella 2.6 e in Tabella 2.7.

Tipo di rifiuti	Metodi di gestione / smaltimento
Rifiuti domestici/rifiuti come carta da macero, plastica, legno, vetro, ecc.	Raccolti e inceneriti a bordo o trasportati a riva e smaltiti in una discarica opportunamente autorizzata.
Rifiuti di cibo provenienti dalla cambusa	Raccolti e inceneriti a bordo (o macerati a <25mm e scaricati in mare se la distanza da terra è maggiore di 12 miglia marine).
Depurazione delle acque nere	Raccolti, trattati a bordo e scaricati in mare.
Olio usato, rifiuti e filtri	Olio usato e rifiuti verranno raccolti e inceneriti a bordo, i filtri raccolti a bordo e trasportati a riva per il riciclaggio.
Rifiuti pericolosi e chimici come le batterie al litio, cartucce di toner, ecc.	Smaltimento a terra.
Fusti e contenitori vuoti, che potrebbero contenere residui contaminanti	Trasportato a riva e riciclati ove possibile, altrimenti smaltiti in un impianto di discarica opportunamente autorizzato.
Ceneri dell'inceneritore	Raccolte a bordo e trasportate a riva per lo smaltimento in discariche autorizzate.

Tabella 2.5 – Possibili rifiuti prodotti durante la navigazione e le varie fasi operative in nave (fonte: Schlumberger)

Magellan – Attrezzatura omologata IOPP (<i>International Oil Pollution Prevention</i>)	
Inceneritore, fanghi e rifiuti	TeamTec OG 200 C, 465 kW
Sentina per olio e acqua	Skit/S-DEB 2.5 (RWO Marine Waater Technology)
Capacità dei serbatoi per emulsioni, fanghi e acque nere	Sentina 17 m ³ , Sentina ausiliaria 17.6 m ³ , Fanghi 10.4 m ³
Oil Spill Absorbent/Damage Control	Barriere anti-inquinamento, Pads adsorbenti, KIT CGE CONTROL
Impianto di depurazione	DVZ-SKA-70 Biomaster

Tabella 2.6 – Specifiche delle diverse attrezzature a bordo della Magellan per il trattamento dei rifiuti (fonte: WesternGeco)

Geco Eagle – Attrezzatura omologata IOPP (<i>International Oil Pollution Prevention</i>)	
Inceneritore, fanghi e rifiuti	TeamTec OGS200
Sentina per olio e acqua	SKIT/S-DEB 5 m ³ /h
Capacità dei serbatoi per emulsioni, fanghi e acque nere	48 metri ³
Oil Spill Absorbent/Damage Control	OIL SPILL KIT
Impianto di depurazione	DVZ-SKA-70 Biomaster

Tabella 2.7 – Specifiche delle diverse attrezzature a bordo della Geco Eagle per il trattamento dei rifiuti (fonte: WesternGeco)

Tutte le navi WesternGeco sono in possesso di piani di emergenza in caso di sversamento di olio o inquinanti (*Shipboard Oil/Marine Pollution Emergency Plans*). Eventuali incidenti o fuoriuscite di olio e inquinanti saranno segnalate nel registro con le relative azioni correttive.

Tutti i mezzi impiegati saranno conformi a quanto previsto dalla MARPOL (Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi) e le relative regole di protezione marina.

2.4.5.1 Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera, generate nel corso delle attività di acquisizione, sono legate essenzialmente allo scarico di gas dei motori e dei generatori, alimentati a MGO (gasolio marino) utilizzati dalla nave di acquisizione e dalle navi da supporto/inseguimento. Di seguito sono riportate le stime dei consumi ed emissioni per ogni nave (Tabella 2.8). Da ricordare che a seconda delle tempistiche potranno essere utilizzate o la nave “WG Magellan” o la nave “Geco Eagle”.

Tipo di nave	Durata acquisizione	Tipo di carburante	Fattore di emissione (kton/Mton)	Consumi di carburante (ton)		Emissioni di CO ₂ (kton)	
				Giornaliere	Totali	Giornaliere	Totali
Magellan (3D survey)	92 giorni	Gasolio marino (MGO)	870	25,5	2350	0,022	2,02
Geco Eagle (3D survey)	92 giorni	Gasolio marino (MGO)	870	42	3865	0,036	3,31
Nave da supporto	92 giorni	Gasolio marino (MGO)	880	4	370	0,004	0,37
Nave da inseguimento	92 giorni	Gasolio marino (MGO)	880	3	276	0,003	0,28

Tabella 2.8 – Stima sul consumo di carburante dei vari mezzi impiegati e le emissioni di CO₂ (fonte: Schlumberger)

Le variabili che vengono considerate per la valutazione delle emissioni sono:

- consumo di carburante e tipo di combustibile;
- tipo di motore (caldaie a vapore, motori diesel ad alta, media o bassa velocità, turbine e così via...);
- fase di navigazione (crociera, manovra, stazionamento, carico e scarico, rimorchiaggio).

Altre fonti inquinanti derivanti dalla combustione del carburante sono rappresentati dalle emissioni di gas serra quali: NO_x, SO₂, CO₂ e particolato (PM).

Un'ulteriore fonte di emissioni in atmosfera potrebbe essere rappresentata dalle emissioni dell'inceneritore di rifiuti presente a bordo della nave di acquisizione. L'uso dell'inceneritore sarà limitato e discontinuo ed unicamente destinato allo smaltimento di rifiuti oleosi (oli e lubrificanti) e rifiuti solidi e non inciderà in modo significativo sulla qualità dell'aria dell'area oggetto di indagine.

Tutte le navi WesternGeco funzionano con Gasolio marino (MGO), che offre notevoli vantaggi ambientali rispetto combustibili pesanti (*Heavy Fuel Oil*).

La Tabella 2.9 seguente fornisce un confronto approssimativo delle emissioni atmosferiche dei due tipi di carburante per litro consumato.

	Gasolio marino (MGO)	Combustibile pesante (<i>Heavy Fuel Oil</i>)
CO ₂	2830 g	3090 g
CH ₄	0,3 g	0,3 g
NO _x	0,07 g	0.08 g
SO _x	0,02% in peso	1,7% in peso

Tabella 2.9 – Confronto tra le emissioni atmosferiche dei due tipi di carburante (Gasolio marino – MGO) e (Combustibile pesante – *Heavy Fuel Oil*) (fonte: WesternGeco)

Questa tabella dimostra che, in base alla scelta del carburante, una nave di acquisizione dotata di motori a combustibile pesante emette circa il 9% in più di gas serra di quelle equipaggiate con motori a Gasolio marino e, più significativamente emettono almeno l'800% in più ossidi di zolfo.

2.4.5.2 Emissioni acustiche

Per la modellizzazione dei responsi degli *array* di *air-gun* è stato impiegato il modello matematico GUNDALF (www.gundalf.com), largamente utilizzato negli studi di settore.

Il presente paragrafo illustra le caratteristiche energetiche acustiche prodotte dall'*array* di *air-gun* in base alla configurazione descritta nel quadro di riferimento progettuale.

La Tabella 2.10 elenca le caratteristiche degli *air-gun* che verranno utilizzati, con indicazione in percentuale del contributo approssimativo del picco di ampiezza del singolo *air-gun* rispetto a quello dell'intero *array* (p-p contrib).

Si ricorda che:

- Il *peak to peak* varia solo come la radice cubica del volume per lo stesso tipo di sorgente in modo che anche piccole sorgenti possano contribuire in modo significativo. Questo è particolarmente importante nelle analisi di *drop-out*;
- Il *peak to peak* può anche diminuire a causa degli effetti di *clustering* come riportato da Strandenes e Vaage (1992).

Air gun	Pressione (psi)	Volume (cubic inches)	Tipo	x (m)	y (m)	z (m)	Ritardo (s)	sub-array	p-p contrib (%)
1	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-6.500	6.000	0.00000	1	3.1
2	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-5.500	6.000	0.00000	1	3.1
3	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-6.400	6.000	0.00000	1	4.2
4	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-5.600	6.000	0.00000	1	4.2
5	2000.0	280.0	1500LL	6.000	-6.000	6.000	0.00000	1	3.3
6	2000.0	195.0	1500LL	9.000	-6.000	6.000	0.00000	1	4.3
7	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	-6.000	6.000	0.00000	1	3.8
8	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	-6.000	6.000	0.00000	1	4.8
9	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-0.500	9.000	0.00200	2	3.9
10	2000.0	290.0	1500LL	0.000	0.500	9.000	0.00200	2	3.9
11	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-0.400	9.000	0.00200	2	5.1
12	2000.0	195.0	1500LL	3.000	0.400	9.000	0.00200	2	5.1
13	2000.0	280.0	1500LL	6.000	0.000	9.000	0.00200	2	4.0
14	2000.0	195.0	1500LL	9.000	0.000	9.000	0.00200	2	5.0
15	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	0.000	9.000	0.00200	2	5.8
16	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	0.000	9.000	0.00200	2	5.8
17	2000.0	290.0	1500LL	0.000	5.500	6.000	0.00000	3	3.1
18	2000.0	290.0	1500LL	0.000	6.500	6.000	0.00000	3	3.1
19	2000.0	195.0	1500LL	3.000	5.600	6.000	0.00000	3	4.2
20	2000.0	195.0	1500LL	3.000	6.400	6.000	0.00000	3	4.2
21	2000.0	280.0	1500LL	6.000	6.000	6.000	0.00000	3	3.3
22	2000.0	195.0	1500LL	9.000	6.000	6.000	0.00000	3	4.3
23	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	6.000	6.000	0.00000	3	3.8
24	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	6.000	6.000	0.00000	3	4.8

Tabella 2.10 – Caratteristiche degli air-gun che verranno utilizzati, con indicazione in percentuale del contributo approssimativo del picco di ampiezza del singolo air-gun rispetto a quello dell'intero array (elaborazione del modello matematico Gundalf)

Solitamente gli *array* presentano dei *notch* (vuoti) ad una frequenza che dipende dalla profondità della sorgente e dalla velocità dell'acqua. Questi vuoti sono causati dall'interferenza tra l'onda diretta e l'onda riflessa dalla superficie del mare. Vengono dunque posizionati i tre *sub-array* a differente profondità in modo da applicare un adeguato ritardo riferito al tempo T0 per ogni *sub-array*. Gli inizi sfalsati rafforzano il campo d'onda e diminuiscono le interferenze migliorando la risoluzione alle basse frequenze.

Risposta azimutale dell'array

Questa sezione mostra la risposta azimutale dell'*array* in vari modi. Ognuno di questi viene corretto usando la funzione di propagazione definita dall'utente. In realtà è molto difficile trovare una funzione di propagazione che vada bene per tutti gli ambienti. Di norma i risultati reali si posizionano tra valori del modello sferico e quelli del modello cilindrico, sebbene in alcuni casi questi limiti possano essere oltrepassati. Solitamente la propagazione sferica si adatta meglio alla maggior parte degli ambienti.

La funzione di propagazione definita dall'utente è usata per la correzione ed è impostata come: $-19 \log_{10}$ (ampiezza). Un valore di $10 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione cilindrica mentre un valore di $20 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione sferica.

Le perdite per assorbimento sono state incluse in quanto possono essere significative alle alte frequenze. A 25 kHz sono solitamente di circa 5 dB per chilometro e, possono incrementare ulteriormente. Nella presente modellazione non sono state inserite le perdite legate alla riflessione anelastica sulla superficie marina.

Direzionalità dell'immersione azimutale

Di seguito verranno esposti i grafici della direzionalità dell'immersione azimutale delle onde acustiche emesse dalle sorgenti in relazione a varie larghezze di banda che potrebbero essere captate da ricettori sensibili, quali i mammiferi.

L'immersione è data dall'angolo rispetto alla verticale ed equivale a zero al centro, in quanto corrisponde all'emissione verticale delle onde. La direzione della nave corrisponde ad un angolo azimutale di 180° ed è indicata in basso dal triangolo blu (Figura 2.17 e seguenti). Le unità di misura utilizzate sono dB re e 1 microPa per Hz.

Le larghezze di banda utilizzate sono a 20 Hz, 100 Hz, 5000 Hz e 20000 Hz. La banda a 20 Hz include i segnali a bassa frequenza notoriamente usati dai mysticeti. La banda a 100 Hz copre la fascia di principale interesse per l'attività di prospezione sismica. La banda a 5000 Hz include alcune frequenze di comunicazione dei mammiferi mentre i 20000 Hz coprono frequenze per le quali molti mammiferi marini hanno il loro picco di sensibilità.

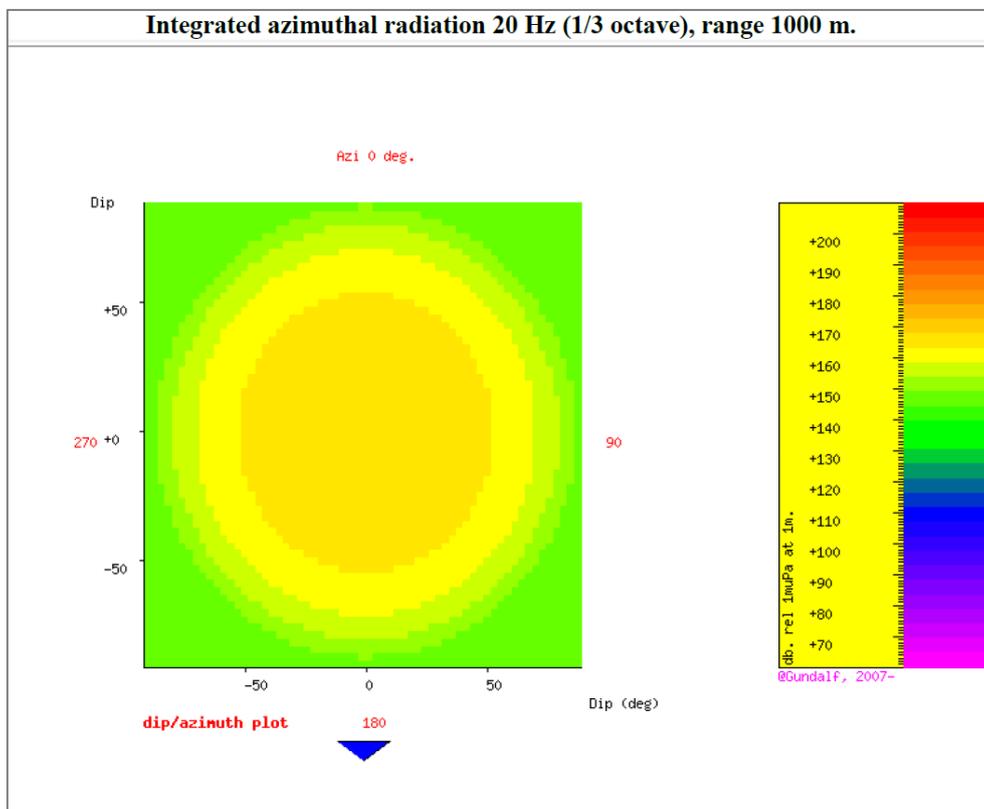


Figura 2.17 – Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 20 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

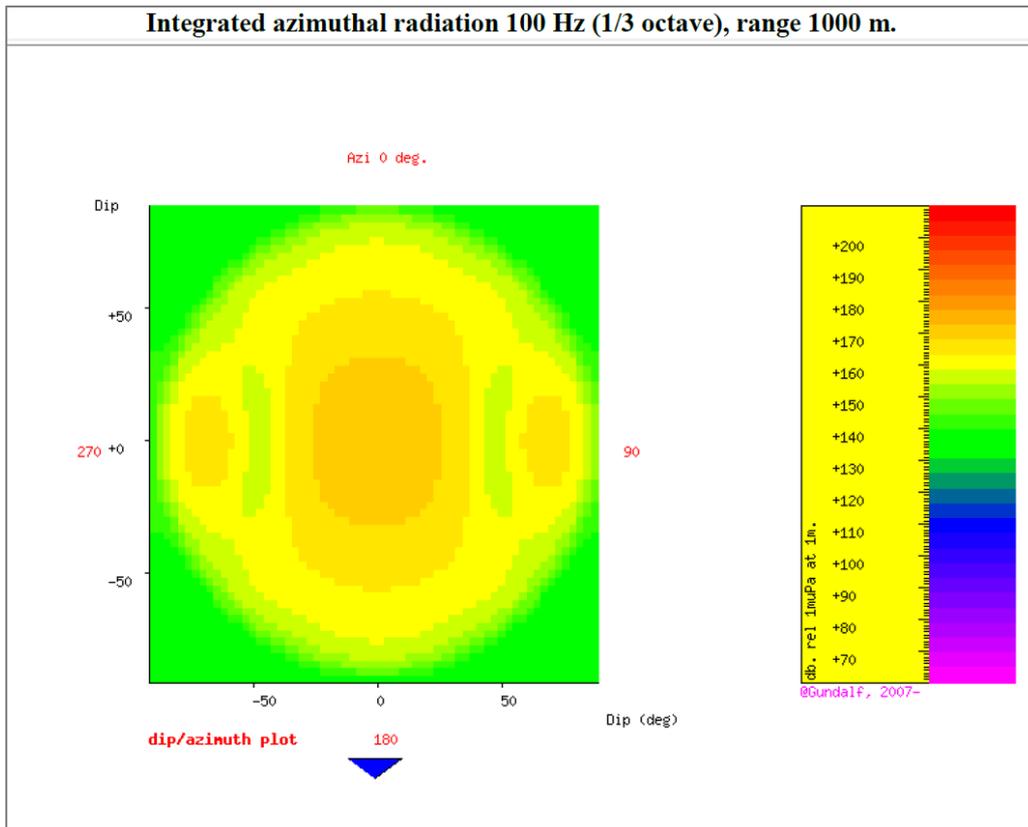


Figura 2.18 – Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 100 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

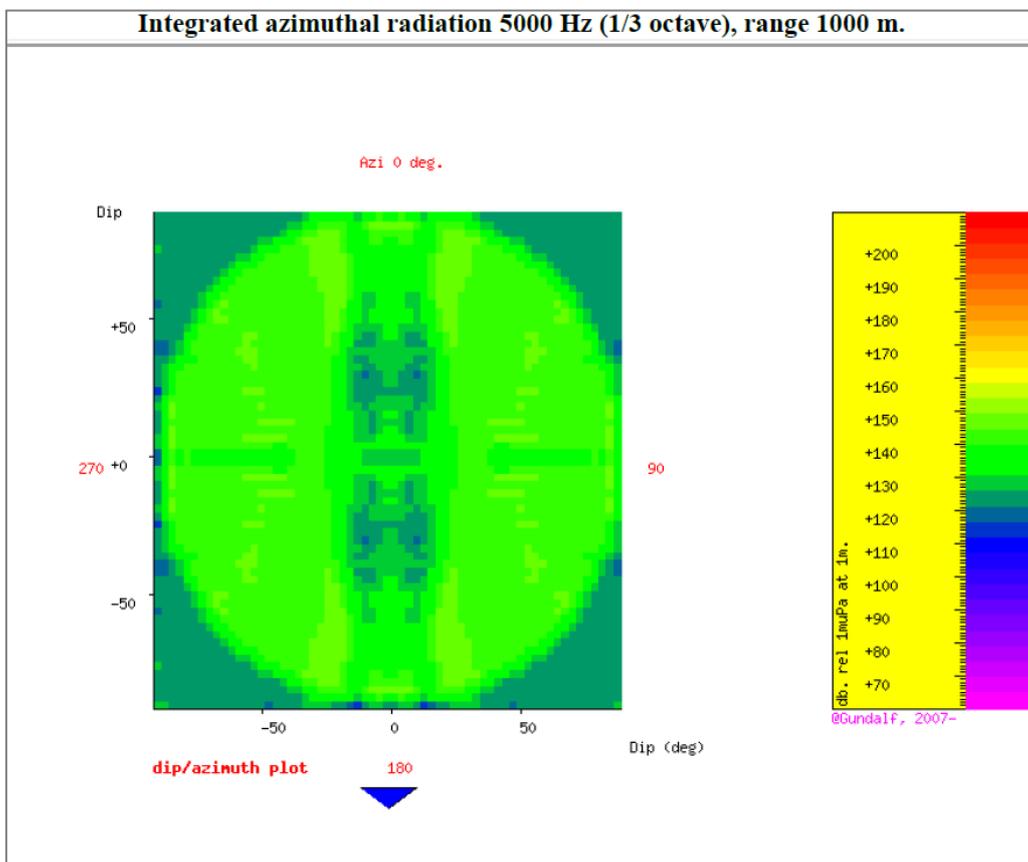


Figura 2.19 – Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 5000 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

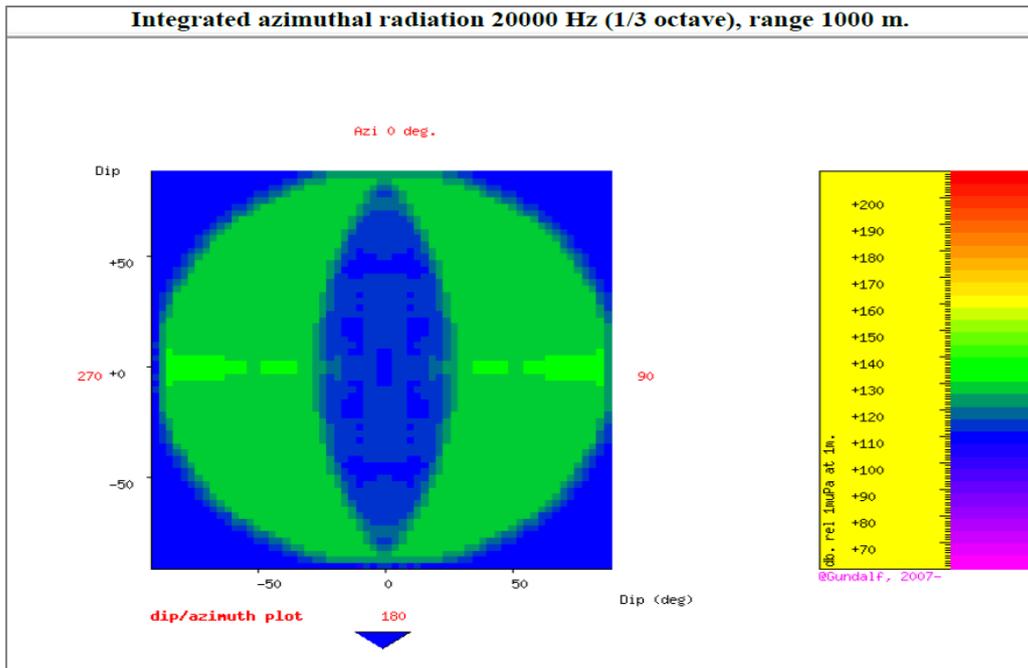


Figura 2.20 – Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 20.000 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

Esposizione direzionale ad una specifica profondità

Di seguito viene mostrata per le stesse bande già descritte (20 Hz, 100 Hz, 5.000 Hz e 20.000 Hz) la massima esposizione in dB re per 1muPa in funzione della direzione ad una specifica profondità.

In questo modello si suppone che l'eventuale mammifero marino nuoti in prossimità della superficie. In ciascuna banda, le immagini mostrano dall'alto l'estensione dell'onda in entrambe le direzioni e il valore di ampiezza massima tra superficie del mare e la profondità massima (in questo caso viene assunta a -20 metri) ad ogni posizione. Come è possibile osservare i valori più alti di energia sono localizzati nelle immediate vicinanze della sorgente.

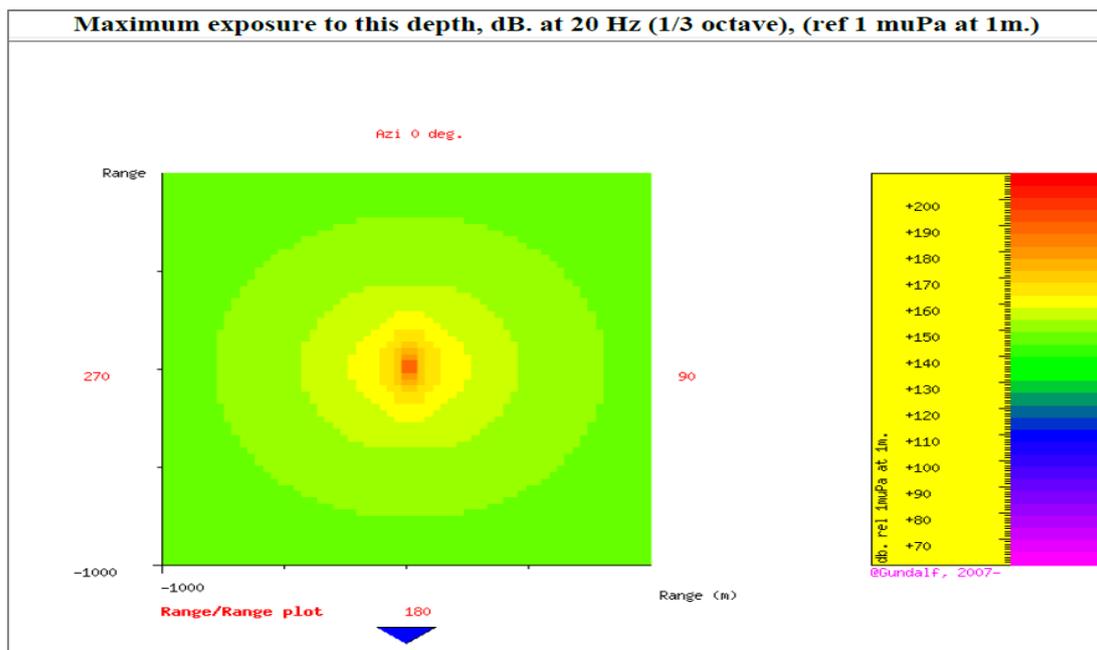


Figura 2.21 – Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 20 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

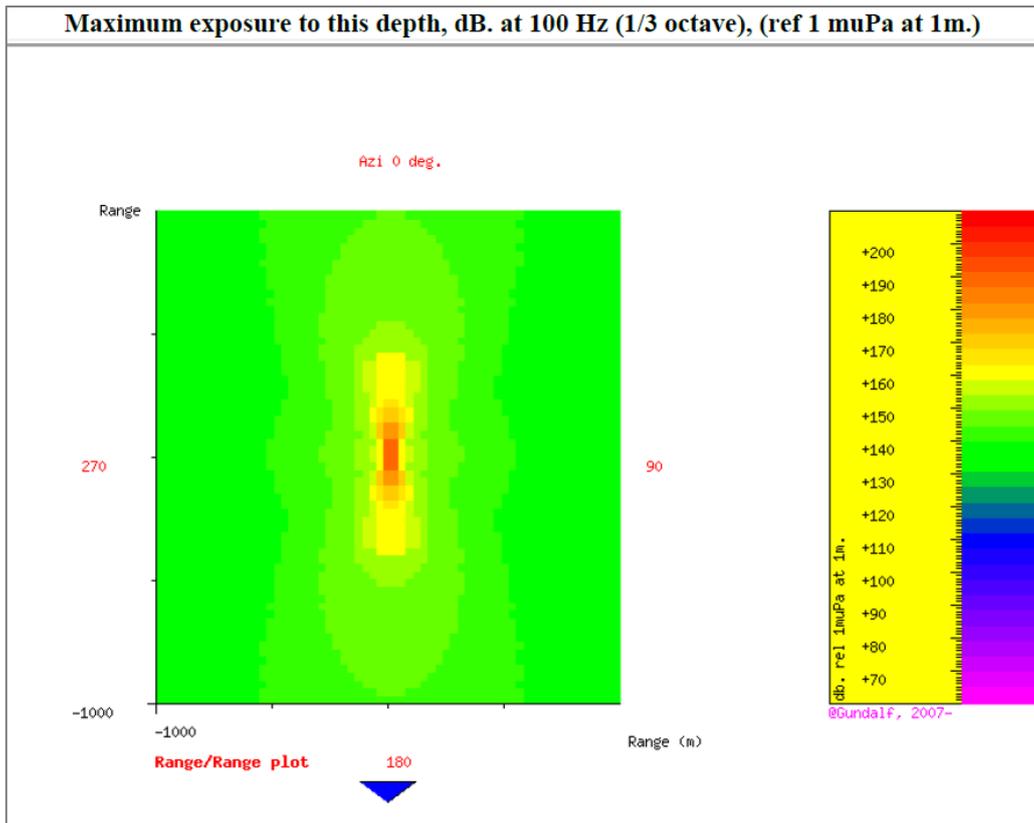


Figura 2.22 – Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 100 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

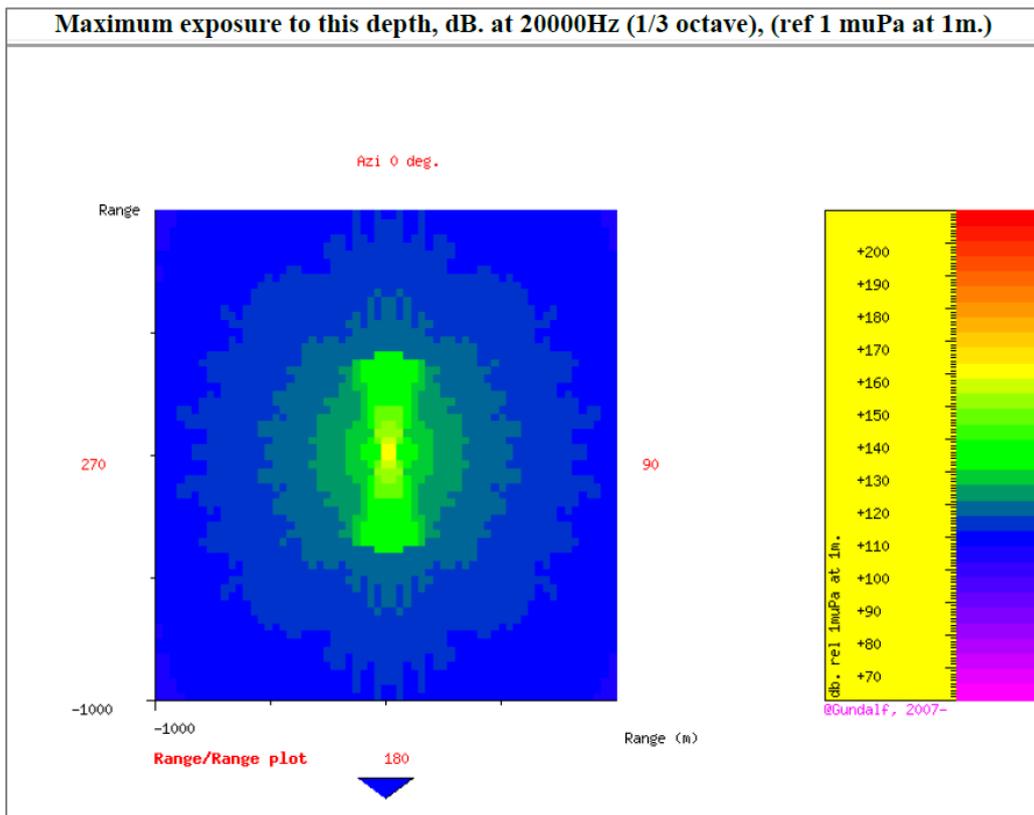


Figura 2.23 – Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 20000 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

Analizzando la banda a 20 Hz ad una profondità di 20 metri (Figura 2.21) è possibile osservare come l'energia diminuisca in maniera isotropica (diminuzione uguale lungo tutte le direzioni) lungo tutte le direzioni. I valori più alti si registrano al centro dell'array diminuendo a valori più bassi nell'immediato intorno. La stessa diminuzione si registra anche a frequenze maggiori 100 Hz (Figura 2.22) e 20000 Hz (Figura 2.23) però mostrano una diminuzione anisotropica (diminuzione differenziale lungo tutte le direzioni). È possibile osservare come i valori più alti si concentrino in un'area di forma ellissoidale, allungata secondo la direzione del movimento della nave.

Esposizione massima per uno specifico intervallo

Questa sezione mostra la distanza minima tollerabile in chilometri per un dato livello di dB riferito a 1 muPa su 1m all'interno di ciascuna delle larghezze di banda per tre regimi di diffusione. Questo rappresenta il caso peggiore, in quanto viene impiegata un'ampiezza massima in tutte le direzioni (che non è il caso dell'attività che verrà svolta).

Nei singoli grafici sono indicate tre curve che indicano le diverse distanze in tre distinte ipotesi:

- minimo impatto nel caso di utilizzo della propagazione sferica;
- massimo impatto nel caso dell'utilizzo di una distribuzione cilindrica;
- distribuzione stimata.

L'intervallo scelto è indicato dalla linea orizzontale gialla.

Per fare un esempio, supponiamo che per qualche larghezza di banda la curva blu abbia un valore di 80 dB a 1 chilometro. Questo significa che se la propagazione scelta è di tipo sferico, allora la massima esposizione che subisce un mammifero può avvenire in qualsiasi parte del campo con banda a 80 dB. Questo intervallo in realtà è molto minore a causa degli effetti della direzionalità dell'onda.

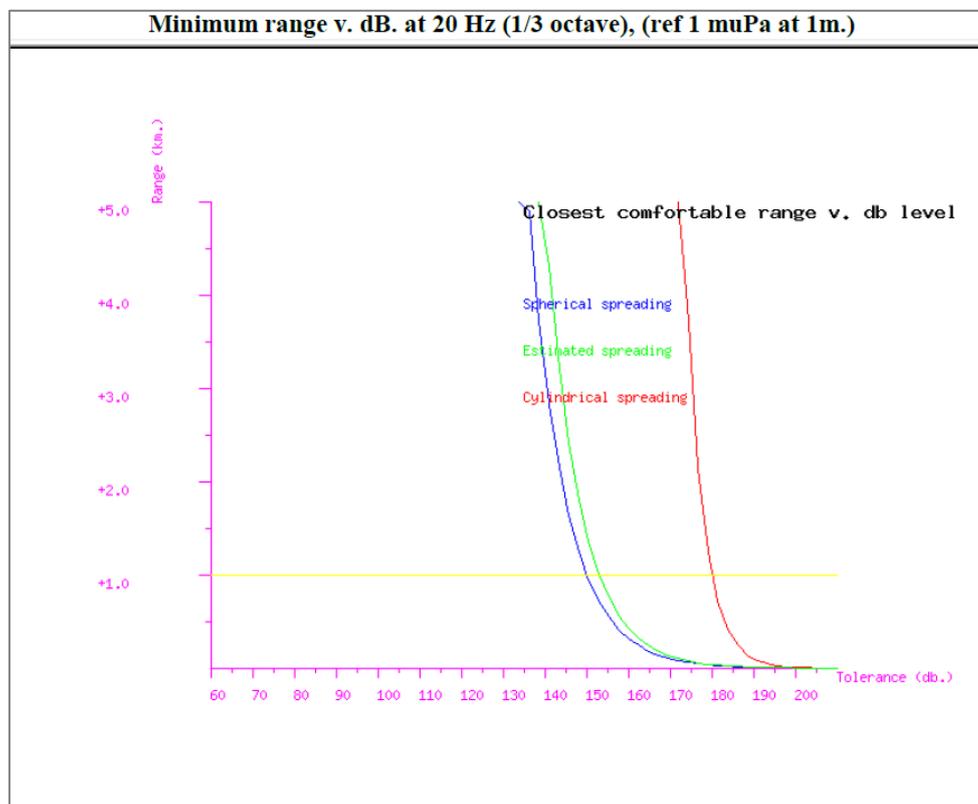


Figura 2.24 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 20 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)

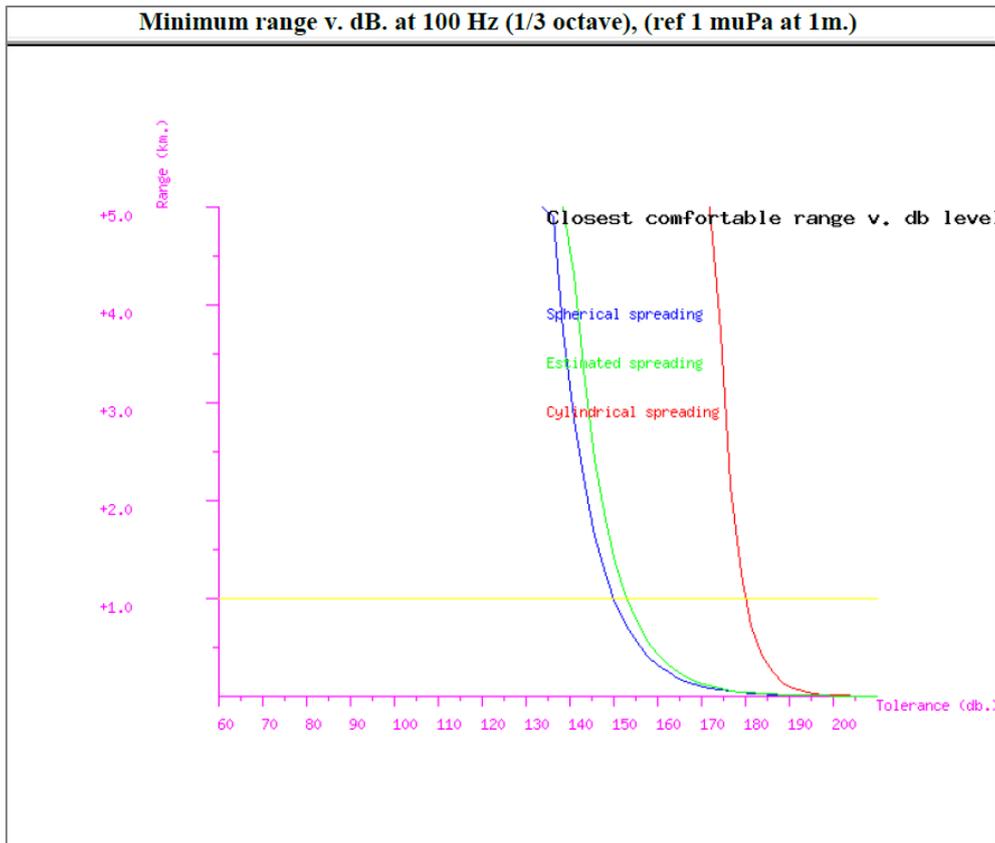


Figura 2.25 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 100 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)

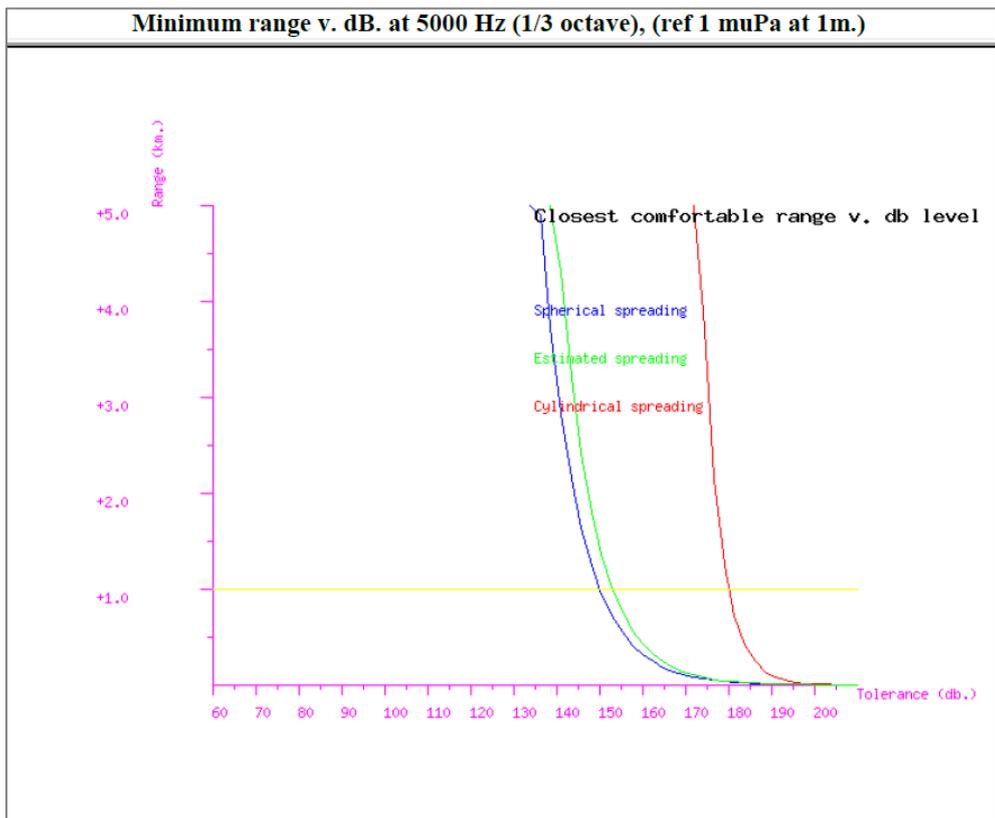


Figura 2.26 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 5000 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)

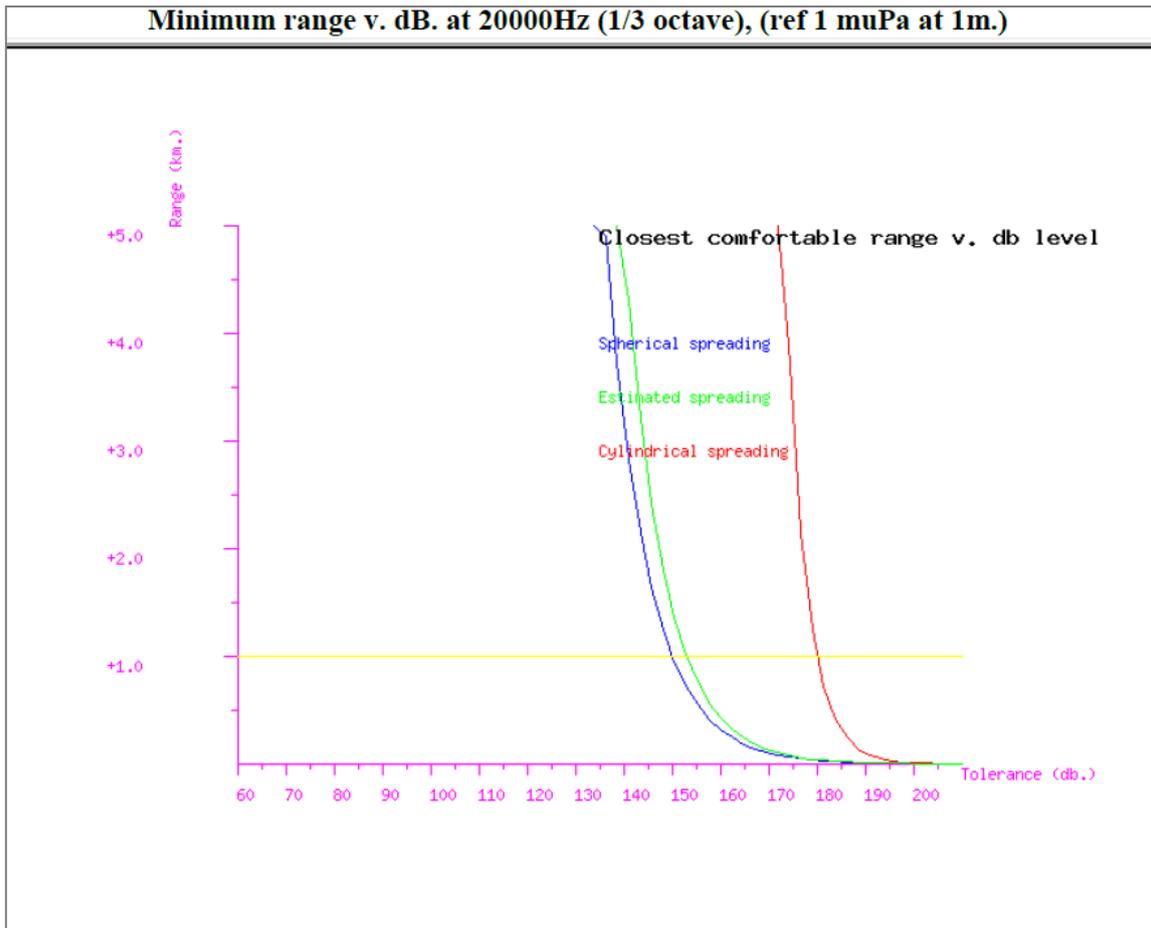


Figura 2.27 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 20000 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)

Swept Area - Campo di pressione

Di seguito viene mostrata una sezione trasversale sotto la nave, del diagramma di radiazione dell'*array*. Il diagramma di radiazione mostrato è l'ampiezza in dB rispetto a 1 muPa (*rms*) su 1 metro. In altre parole, l'ampiezza è stata riscalata dal valore *rms* del tempo misurato su una finestra che lo contiene, prima del calcolo definitivo dei valori spettrali.

La funzione di propagazione definita dall'utente è usata per la correzione ed è impostata come: $-19 \log_{10}$ (ampiezza).

Come detto in precedenza, il valore di $10 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione cilindrica mentre un valore di $20 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione sferica.

Le perdite per assorbimento sono state incluse in quanto possono essere significative alle alte frequenze. A 25 kHz sono solitamente di circa 5 dB per chilometro, e possono incrementare ulteriormente.

Nella presente modellazione non sono state inserite le perdite legate alla riflessione anelastica sulla superficie marina.

Osservando la Figura 2.28 è possibile notare come i valori più elevati di energia si riducano rapidamente partendo dal centro lungo la verticale che lungo l'orizzontale. Nel caso specifico e considerando una profondità media del golfo di Taranto da 600 a 2000 metri è possibile stimare che il fondale marino sarà interessato da onde di pressione con energia da 180 a 160 dB rel. 1 muPa a 1 metro (*rms*).

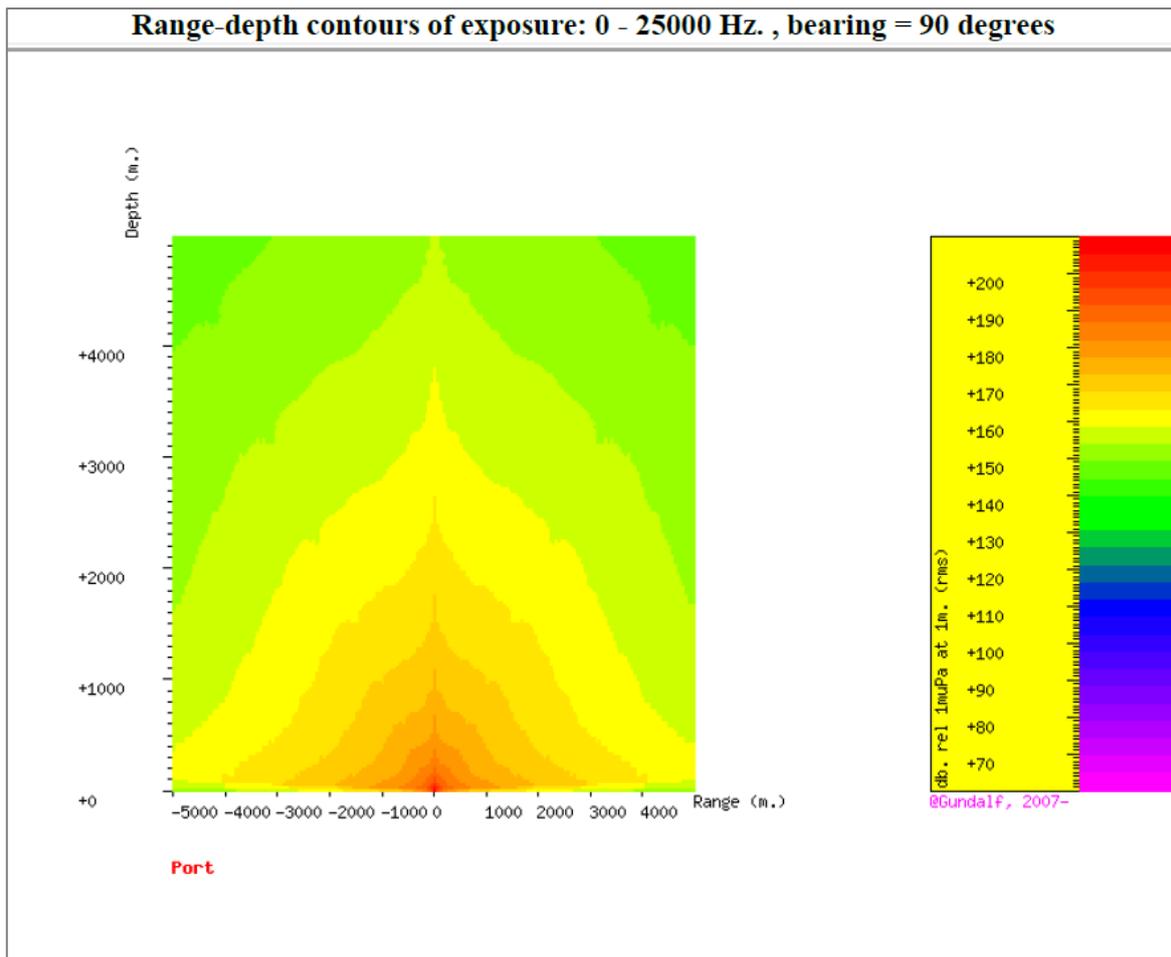


Figura 2.28 – Sezione trasversale rispetto alla direzione della nave che mostra la variazione dell'esposizione all'energia emessa a profondità crescente. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

Swept Area - Campo di velocità delle particelle

Questa unità mostra una sezione trasversale, rispetto alla direzione di movimento della nave, del campo di distribuzione della velocità delle particelle *rms* appartenenti all'*array* (Figura 2.29).

Si ritiene che alcuni pesci mostrino una certa sensibilità alla propagazione delle particelle. Alcuni esperimenti recenti hanno tentato di misurare la risposta uditiva di alcune specie di pesci in funzione della pressione e velocità delle particelle (Popper et. al., 2005).

Va notato che questa è una stima per eccesso, infatti la maggior parte dei pesci sembra essere molto meno sensibile alle frequenze di molto superiori agli 1-2 kHz.

L'unità standard ANSI per la velocità acustica delle particelle viene espressa in dB per 1 nm/s (nanometri/s).

La funzione di propagazione definita dall'utente è usata per la correzione ed è impostata come: $-19 \log_{10}$ (ampiezza).

Un valore di $10 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione cilindrica, mentre un valore di $20 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione sferica.

Le perdite per assorbimento sono state incluse in quanto possono essere significative alle alte frequenze. Nella presente modellazione non sono state inserite le perdite legate alla riflessione anelastica sulla superficie marina.

Come si può vedere dall'immagine in Figura 2.29, la maggior parte dell'energia emessa dall'array risulta distribuita lungo la direzione verticale, diminuendo con la profondità, ed attenuata lateralmente.

È possibile osservare come valori più alti, indicati in giallo-arancione in figura, coinvolgono solo la parte superficiale della colonna d'acqua, entro i primi 100 metri di profondità.

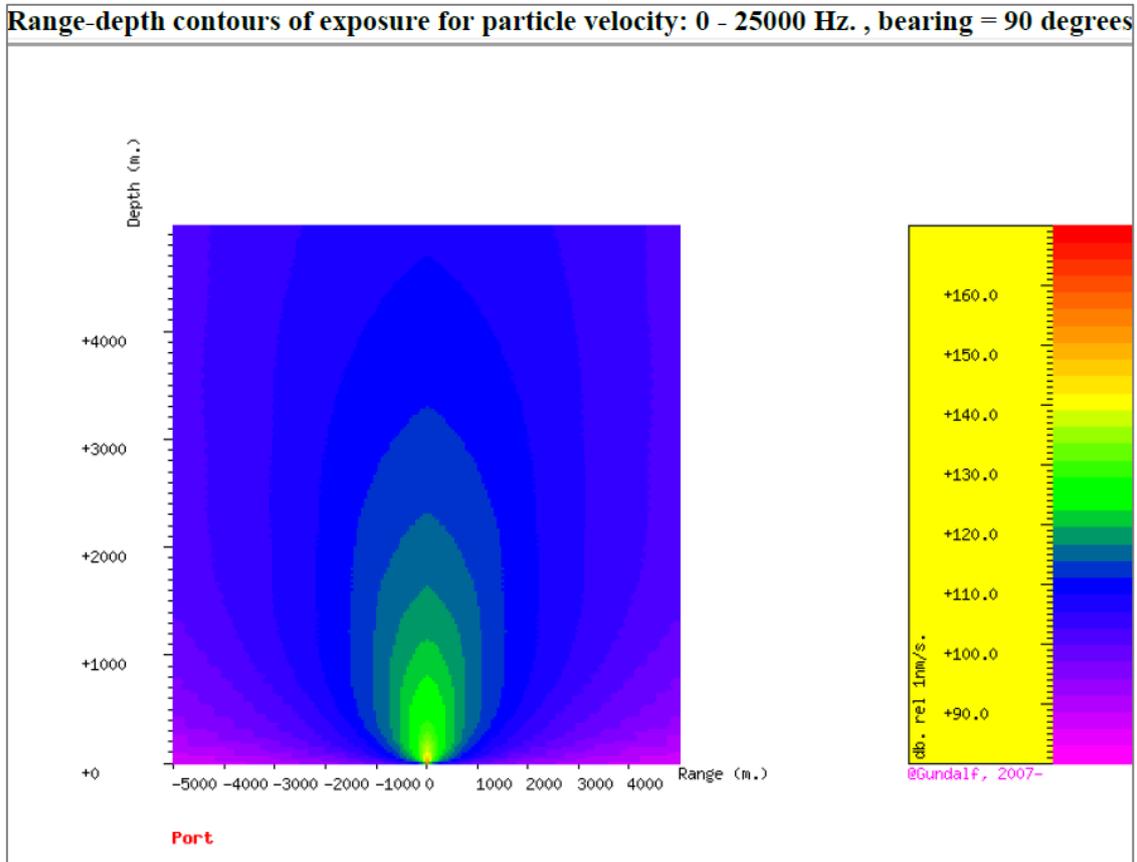


Figura 2.29 – La modellizzazione di Gundalf mostra l'esposizione alla velocità delle particelle lungo una sezione trasversale alla rotta della nave. Il decremento avviene in funzione della profondità e delle distanza (fonte: Schlumberger)

Energia totale ad alta frequenza

La quantità totale di energia acustica emessa nelle bande di frequenza più elevate è di rilevanza per gli odontoceti. Solitamente le sorgenti di energia utilizzate non presentano queste frequenze ma per comodità, il bilancio totale di energia espresso in Joule viene indicato di seguito (Tabella 2.11) assieme al contributo oltre i 10 kHz.

Il flusso di energia media totale per impulso è dato in Joule/m² per il raggio considerato (1000 metri). Per confronto, gli esseri umani cominciano a percepire sofferenza a circa 9 Joules/m²/s.

Energia acustica totale emessa (J)	Energia acustica totale emessa sopra i 10kHz (J)	Efficienza acustica totale (%)	Flusso medio di energia per impulso a 1000 m (J/m ²)
476279.4	21860.7	41.41	0.075802

Tabella 2.11 – Quantità di energia acustica emessa al di sopra dei 10 kHz (fonte: Schlumberger)

Per l'intervallo specificato, l'energia acustica ricevuta da ogni impulso lungo tutta la larghezza di banda presenta un massimo di 157,8 dB rel. 1muPa ^ 2-s.

Spettro di ampiezza dell'array

La seguente immagine mostra lo spettro di ampiezza a banda larga che viaggia verticalmente al *far-field* della configurazione dell'array.

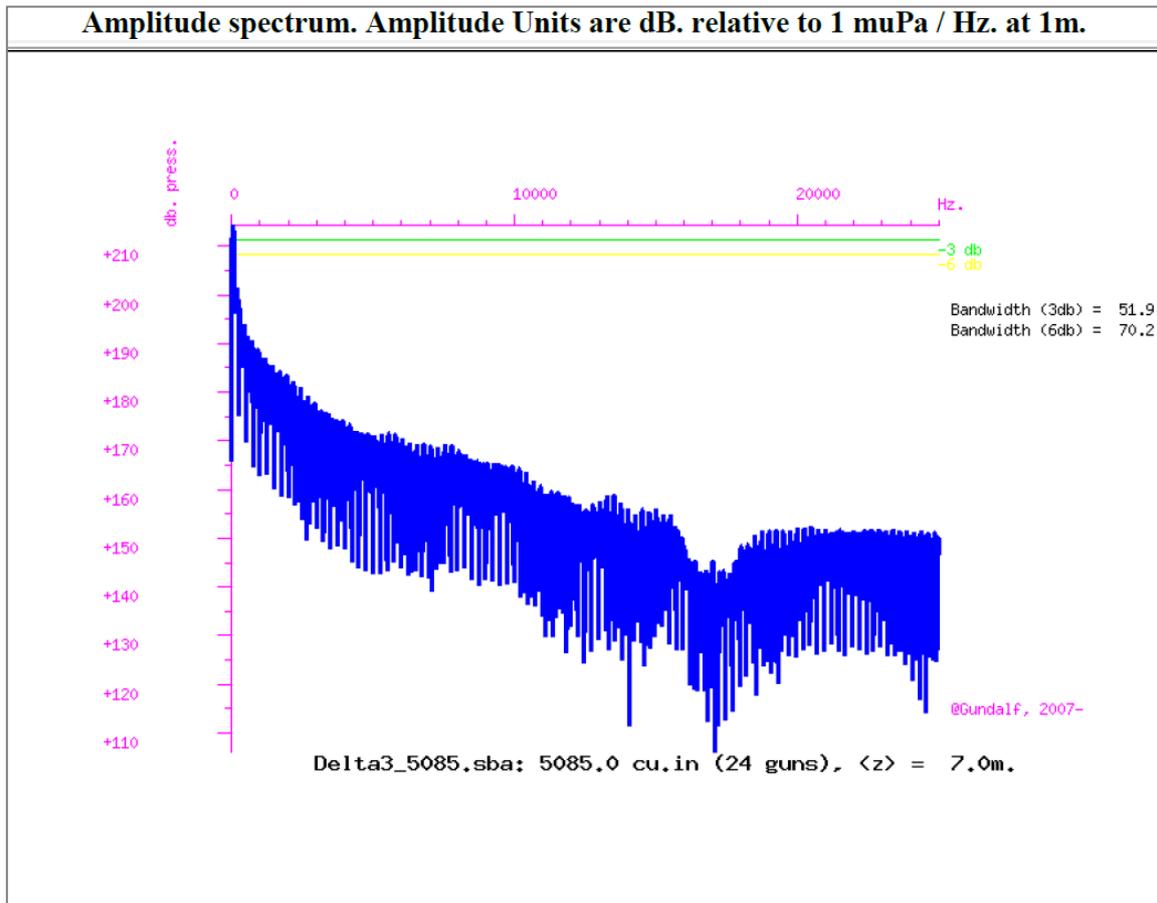


Figura 2.30 – Spettro di ampiezza a banda larga che si muove verticalmente al far-field (fonte: Schlumberger)

2.4.6 Prevenzione di rischi e potenziali incidenti

Schlumberger e WesternGeco operano in maniera attiva per migliorare gli standard di Qualità, Salute, Sicurezza e Ambiente (QHSE). A partire del 1998 sono state adottate le linee guida OGP (*International Association of Oil&Gas Producers*), portando significativi benefici delle sinergie tra i vari settori petroliferi dando accesso ad una vasta gamma di competenze. Mentre l'obiettivo iniziale era sulla salute e la sicurezza durante le operazioni, vi è stata una crescente attenzione su tematiche ambientali.

Per far fronte all'incombere di possibili situazione di rischio e per prevenire eventuali eventi accidentali, vengono normalmente adottate una serie di tecniche di prevenzione e controllo dei rischi, nonché delle misure di prevenzione ambientale ed implementazione dei sistemi di emergenza.

Schlumberger fa riferimento al protocollo QHSE (*Quality, Health, Safety, and Environmental Policy*) per quanto riguarda le responsabilità e le politiche sulla sicurezza. La gestione della sicurezza ha un ruolo determinante nello sviluppo del progetto e mira a garantire il rispetto, le politiche e gli standard QHSE, riassunti nei seguenti punti:

- proteggere e lottare per il miglioramento della salute, la sicurezza dei dipendenti e la sicurezza ambientale;
- eliminare gli incidenti dovuti ad attività non conformi per standard di qualità e sicurezza;

- garantire il continuo rispetto delle norme;
- impostare obiettivi performanti con alti tenori di qualità e sicurezza (HSE), misurare i risultati, valutare e migliorare continuamente i processi, i servizi e la qualità del prodotto, attraverso l'utilizzo di un sistema di gestione efficace;
- pianificare, reagire e riprendersi da qualsiasi emergenza;
- ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente attraverso la prevenzione dell'inquinamento, la riduzione del consumo delle risorse naturali e delle emissioni e la riduzione e il riciclo dei rifiuti;
- applicare le competenze tecniche a tutti gli aspetti della sicurezza (HSE) nella progettazione dei servizi e prodotti;
- comunicare apertamente con le parti interessate e garantire una comprensione delle politiche di sicurezza QHSE, norme, programmi e prestazioni. Ricompensare prestazioni QHSE eccezionali;
- migliorare le prestazioni su questioni rilevanti che sono di interesse mondiale e condividere le conoscenze dei programmi QHSE con programmi di promozione.

Gli eventi che possono verificarsi durante le operazioni sismiche sono riassunti in Tabella 2.12.

Attività a rischio	Conseguenze	Controlli del rischio
1 – Non conformità		
Con le politiche QHSE e standard ambientali.	Requisiti e regolamenti derivano dalla necessità per i governi di controllare l'impatto negativo delle attività sull'ambiente.	Regolare auto-valutazioni e valutazioni di conformità da parte del HSE.
Con autorizzazioni e/o regolamento per la gestione di costruzioni, operazioni, processi, delle acque piovane, emissioni in atmosfera, acque reflue, rifiuti, e il loro smaltimento.	Multe, sanzioni, azioni legali, la revoca di autorizzazione con la potenziale perdita della licenza per operare. Danni di reputazione con il cliente e quindi la perdita di reddito e quota di mercato. La non conformità può compromettere il nostro successo a lungo termine.	È necessario avere processi e procedure di conformità efficaci all'interno di un sistema di gestione efficace.
2 – Fuoriuscite e altre attività ambientali		
Trattamento, stoccaggio, trasporto, uso dei combustibili, prodotti chimici speciali o materiali pericolosi.	La perdita di controllo può portare a rilasci accidentali, intenzionali o non rilevati come le fuoriuscite, scarichi in acque o nel suolo, emissioni (gas e particolato) in aria.	Monitorare gli incidenti e prevenire il ripetersi con i controlli tecnici e di processo (<i>Remedial Work Plans</i> – Piani Di ripristino).
Operazioni di campagna e di pozzo connesse alla gestione del progetto	I costi del risanamento hanno effetti sulla redditività; ammende, penali, cause legali, permesso di revocche con la potenziale perdita di licenza per operare. Danni alla reputazione e quindi la perdita di reddito e quota di mercato.	Contenimento secondario. Pianificazione secondo SPC (<i>Spill Prevention and Control</i> - Prevenzione e il controllo delle fuoriuscite)
3 – Gestioni rifiuti - Generazione, trattamento, trasporto e smaltimento		
Rifiuti e sostanze pericolose derivanti dall'uso di prodotti petroliferi raffinati, quali oli motore, oli idraulici, lubrificanti, grassi, e solventi idrocarburi.	Prodotti petroliferi raffinati e, o solventi idrocarburi possono contaminare il suolo e le acque sotterranee. L'uso del suolo, il degrado e la contaminazione del terreno e delle acque sotterranee, i gas di discarica contribuiscono all'effetto	Diminuire l'uso di prodotti petroliferi raffinati e solventi. Utilizzare prodotti eco-compatibili. Diminuire rifiuti attraverso organi di controlli.

<p>Smaltimento in discarica o impianti di trattamento, o tramite incenerimento. Consegna per il riciclaggio, riutilizzo o bonifica impianti.</p> <p>Assunzione di contratto di responsabilità del cliente per lo smaltimento dei rifiuti.</p>	<p>serra e al riscaldamento globale con impatti sull'ecologia locale e l'ambiente.</p> <p>Le spese a fronte di incidenti/contaminazione del suolo o delle acque sotterranee con successiva bonifica sono legate al tipo di prodotti petroliferi. Il costo del trattamento e dello smaltimento dei rifiuti è un costo aziendale e riflette in parte la valutazione sui mercati.</p>	<p>Implementare riutilizzo e programmi di riciclo.</p>
<p>4 – Scarichi di acque reflue</p>		
<p>L'uso di acqua comunale, l'acqua da corpi idrici superficiali o sotterranee.</p> <p>Scarichi controllati e/o incontrollati di acque non trattate con impianti di depurazione.</p>	<p>Deplezione di acqua potabile; impatti locali delle acque; alcuni composti possono essere letali per la vita fisica e avere anche effetti futuri.</p> <p>Gli scarichi superiori ai limiti consentiti possono comportare sanzioni e multe, effetti sulla fauna selvatica e sull'uomo. Tali effetti comporterebbero la chiusura delle operazioni con l'intervento dalle autorità locali.</p>	<p>Diminuire inquinanti scaricati con attento uso dei processi di gestione intensificando i controlli e il monitoraggio.</p>
<p>5 – Emissioni in atmosfera</p>		
<p>L'uso di combustibili fossili (idrocarburi) per il trasporto.</p> <p>L'uso di gas naturale per produrre energia o trasporti.</p>	<p>Scarico dal modulo di trasporto (aereo, elicottero, veicoli leggeri, veicoli pesanti, treno, autobus, taxi, nave per nave) e la combustione del gas naturale sono fonti di inquinamento atmosferico, acidificazione, gas serra e riscaldamento globale.</p> <p>Carburanti liquidi gas naturale sono costi aziendali, che possono essere controllati. API & OGP riconoscono emissioni nell'aria come un problema per l'industria e dettano le linee guida sulle emissioni di gas serra. Emissioni in aria di fronte la tassazione nei alcuni mercati finirà per essere un costo aziendale.</p>	<p>Aumentare l'efficienza con controlli tecnici in modo da ridurre il consumo di carburante, al fine di diminuire il tasso di emissioni.</p> <p>Le tecnologie pulite (<i>end-of-pipe</i>) riducono i consumi con un diretto risparmio sui costi.</p> <p>Consumo di gas naturale è preferibile rispetto ad idrocarburi liquidi.</p>

Tabella 2.12 – Tabella riassuntiva dei rischi ambientali con relative misure da adottare (fonte: Schlumberger)

2.4.7 Occupazione dello specchio d'acqua

L'area in istanza di permesso di prospezione, durante il periodo di acquisizione geofisica, verrà occupata dalle varie strumentazioni ed imbarcazioni. L'occupazione dello specchio d'acqua è un fattore d'impatto a durata limitata e, al termine delle operazioni, si provvederà al recupero dell'area indagata ed alla restituzione dell'originaria destinazione d'uso. Al termine delle operazioni verranno rimosse tutte le attrezzature utilizzate durante la campagna di acquisizione.

L'occupazione dello specchio d'acqua durante la fase di acquisizione è estremamente ridotta, dato che le attrezzature presentano modeste dimensioni.

Durante le operazioni di acquisizione, il proponente fornirà alle Capitanerie di Porto aventi giurisdizione sulla zona oggetto di indagine un calendario settimanale delle operazioni che verranno svolte e delle zone che saranno interessate dall'attività proposta. Sarà inoltre presente un rappresentante locale che si occuperà di mantenere i contatti con le autorità coinvolte.

La navigazione in condizioni di sicurezza è garantita da opportuni regolamenti nel Codice della Navigazione.

Le attività di prospezione e le ricerche scientifiche in genere sono comunicati periodicamente con diversi sistemi dall'Istituto Idrografico della Marina e pubblicazione sul Fascicolo Avvisi ai Naviganti, con lo scopo di far conoscere agli utenti tutte le notizie, sia di carattere temporaneo che definitivo, riguardanti la sicurezza della navigazione.

In base alle norme di sicurezza sulla navigazione, è previsto che le navi e le imbarcazioni di qualsiasi genere non impegnate nelle prospezioni debbano mantenersi a distanza di sicurezza dall'unità che effettua i rilievi (normalmente non inferiore a 3.000 metri dalla poppa per tutta l'ampiezza del settore di 180° a poppavia del traverso della stessa) ed in ogni caso evitare di intralciarne la rotta. Pertanto sarà interdetta la navigazione lungo le rotte che verranno comunicate alle Autorità marittime competenti.

L'interferenza che si potrebbe generare con l'attività di pesca è di carattere temporaneo, limitato e del tutto trascurabile, dovuto al fatto che si conosceranno a priori le rotte interessate dalla nave geofisica, dando modo ai pescatori di poter scegliere quotidianamente aree alternative a quelle più prossime alla prospezione.

2.5 Eventuali opere di ripristino

L'attività in progetto prevede la movimentazione di una nave di acquisizione geofisica che percorre un grigliato specifico emettendo una serie di impulsi, o onde elastiche, la cui propagazione nell'acqua risulta estremamente limitata nel tempo. Tutta la strumentazione tecnica viene trainata dalla nave di acquisizione, la cui occupazione dello specchio d'acqua rappresenta un fattore di impatto e durata limitati, dal momento che al termine delle operazioni la perturbazione della superficie marina cessa completamente. Non è prevista, infatti, la costruzione di opere permanenti o lo stazionamento in mare di qualsiasi attrezzatura o mezzo che potrebbero causare una perturbazione dello stato originale dei luoghi. Pertanto, per la tipologia di attività proposta e per l'ambiente in cui verrà eseguita, non si riscontra nessuna opera necessaria per il ripristino dell'area interessata dal rilievo.

2.6 Durata delle attività

La prospezione in istanza prevede l'esecuzione di un rilievo geofisico utilizzando una nave di acquisizione che seguirà un percorso di linee sismiche prestabilito.

La Figura 2.31 illustra il tracciato che seguirà la nave sismica ed una stima dei tempi previsti per l'acquisizione, elaborati grazie all'utilizzo del software survOPT (www.survopt.com).

Per l'esecuzione dell'indagine geofisica in progetto, che comprende complessivamente 4.285,52 chilometri di linee sismiche, si stima una durata dei lavori di circa 92 giorni.

Tale tempistica comprende oltre alla durata minima della produzione (stimata a 56 giorni), i tempi tecnici di fermo (stimati a 4 giorni), 23 giorni di *standby* nel caso di avverse condizioni meteo e/o attività di pesca ed eventuali 8 giorni per l'eventuale riempimento di zone prive di dati a causa della piegatura dei cavi.

Al momento risulta difficile stimare con esattezza la durata totale del rilievo, la quale dipende strettamente dalla stagione in cui verrà effettuato e dalle condizioni meteo riscontrate. Pertanto, nel caso di impossibilità ad effettuare l'indagine geofisica per ragioni non dipendenti dalla volontà del proponente, tale tempistica potrebbe subire variazioni.

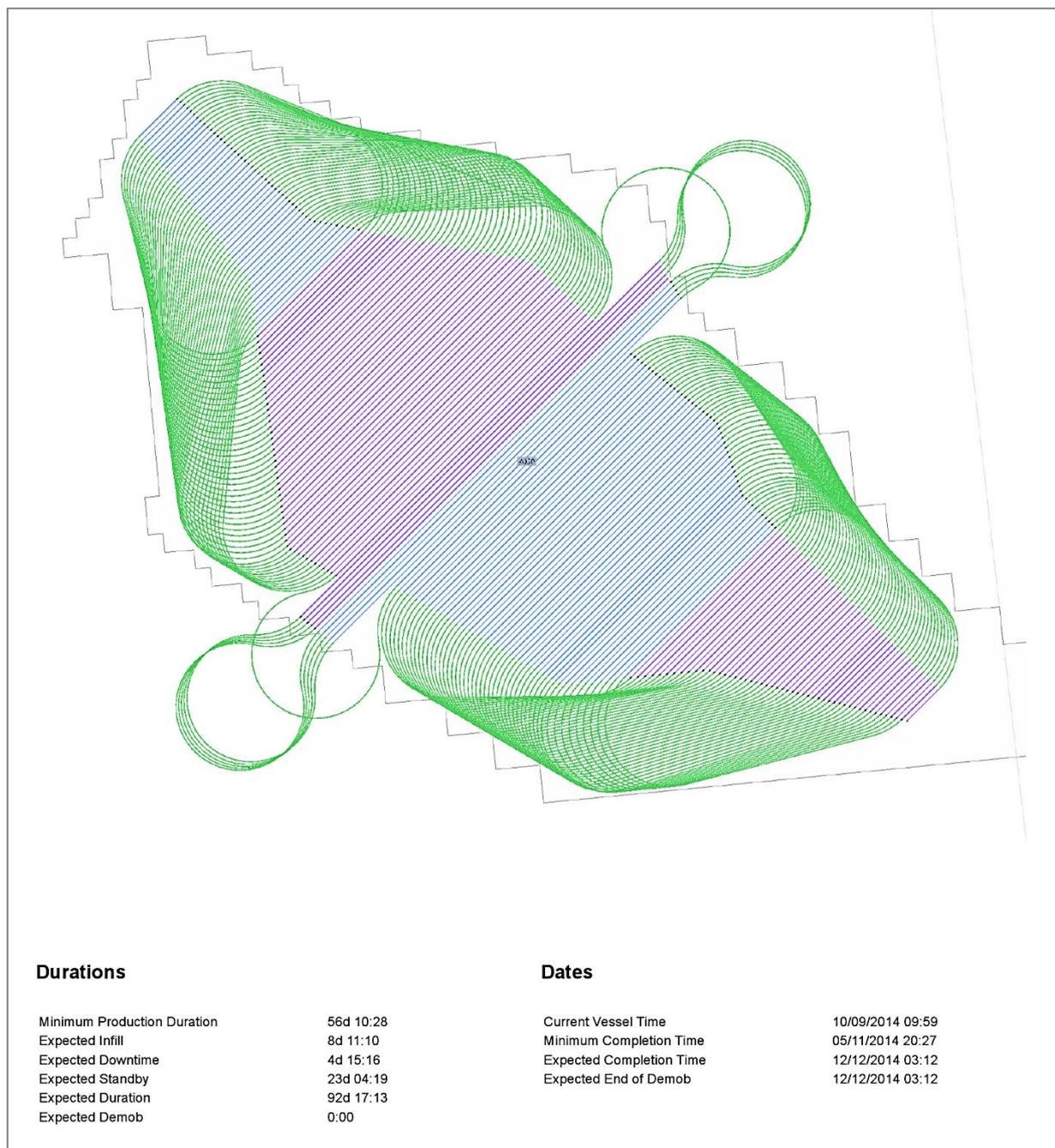


Figura 2.31 – Tracciato di acquisizione delle linee sismiche e stima dei tempi di esecuzione del rilievo in progetto, elaborati con l'utilizzo del software SurvOPT. I rispettivi termini indicano: infill – tempi per l'acquisizione di eventuali zone prive di dati a causa della piegatura dei cavi; Stand-By – tempi di fermo dovuti a condizioni meteo avverse e attività di pesca; Downtime – Fermi tecnici (fonte: WesternGeco)