

**Permessi di prospezione
«d 1 B.P-.SP» e «d 1 F.P-.SP»**

Spectrum Geo Ltd.

**PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE GENERALE**

Progetto definitivo – Relazione Generale		EPR-RLZ-001	Rev. 0
Elaborato: Ing. Federico Rossi	Data: 30-07-2011	Firma	
Verificato: Dott. Lanfranco Lodi	Data: 02-08-2011	Firma	
Approvato: David Rowlands	Data: 04-08-2011	Firma	

Indice

1. DATI GENERALI DEL PROGETTO	3
2. METODOLOGIA	6
2.1 SORGENTE DI ENERGIA	6
2.2 APPARATO DI ASCOLTO (IDROFONI - STREAMER)	14
3. PROGRAMMA DI ACQUISIZIONE SISMICA	17
4. PARAMETRI DI ACQUISIZIONE.....	27
4.1 PARAMETRI OPERATIVI PER IL PERMESSO DI PROSPEZIONE D 1 B.P-.SP	29
4.2 DIRETTIVITÀ DELLE CATENARIE – ARRAY CON 16 GUNS	34
4.3 PARAMETRI OPERATIVI PER IL PERMESSO DI PROSPEZIONE D 1 F.P-.SP	36
4.4 DIRETTIVITÀ DELLE CATENARIE – ARRAY CON 30 GUNS	44
5. CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ	46

ELABORATI CARTOGRAFICI

- Tav. 1 - Inquadramento generale delle aree di progetto - Scala 1:3.500.000
- Tav. 2 - Permessi di prospezione "d 1 B.P-.SP". Piano di posizione delle linee sismiche - Scala 1:1.000.000
- Tav. 3 - Permessi di prospezione "d 1 F.P-.SP". Piano di posizione delle linee sismiche - Scala 1:1.000.000

1. Dati generali del progetto

Il progetto presentato dalla Spectrum Geo Ltd. è quello di realizzare il Programma dei Lavori che la Società si è impegnata a svolgere nei confronti del Ministero dello Sviluppo Economico, nell'ambito della vigenza dei Permessi di Prospezione denominati d 1 B.P-.SP e d 1 F.P-.SP.

L'esecuzione del Programma Lavori, presentato in allegato alle istanze di Permesso di Prospezione denominate d 1 B.P-.SP e d 1 F.P-.SP, consiste nella registrazione di 8134 km di profili geofisici 2D mediante la tecnica della sismica a riflessione, secondo lo schema di sintesi riportato nella seguente tabella.

Tabella 1.1.: Prospetto sintetico del progetto

Permesso di Prospezione	Ubicazione	Superficie (Km ²)	Programma sismico (n. profili sismici)	Lunghezza totale dei profili sismici (Km)
d1 B.P-.SP	Mare Adriatico Centrale	14.128	73	4236,539
d1 F.P-.SP	Mare Adriatico Meridionale	16.169	47	3897,781
<i>Quantità totali</i>		30.297	120	8134,320

La Società Spectrum, ha sottoposto al Ministero dello Sviluppo Economico le due istanze di permesso di prospezione, denominate d 1 B.P-.SP e d 1 F.P-.SP, ubicate nel Mare Adriatico Centrale e Meridionale.

Nell'area del permesso di prospezione d 1 B.P-.SP le profondità dei fondali variano tra circa 50 metri, in corrispondenza del limite superiore dell'area del permesso, situato al largo della costa compresa tra Cattolica e Pesaro ed oltre 200 metri (240 circa) in corrispondenza della fossa più occidentale della depressione mesoadriatica, situata al largo della costa abruzzese (Pescara), separata dalle due fosse più profonde situate più ad est (esterne al limite della piattaforma continentale italiana), da una scarpata di circa 50 metri.



Figura 1.1 – Area del permesso di Prospezione d 1 B.P.-SP

Nell'area del permesso di prospezione d 1 F.P.-.SP le profondità dei fondali sono superiori a 100 metri, fatta eccezione per un limitato settore del Golfo di Manfredonia in cui le profondità sono comprese tra 50 e 100 metri, ed arrivano ad oltre 1100 metri in corrispondenza della Fossa Sud Adriatica situata al largo delle coste pugliesi.

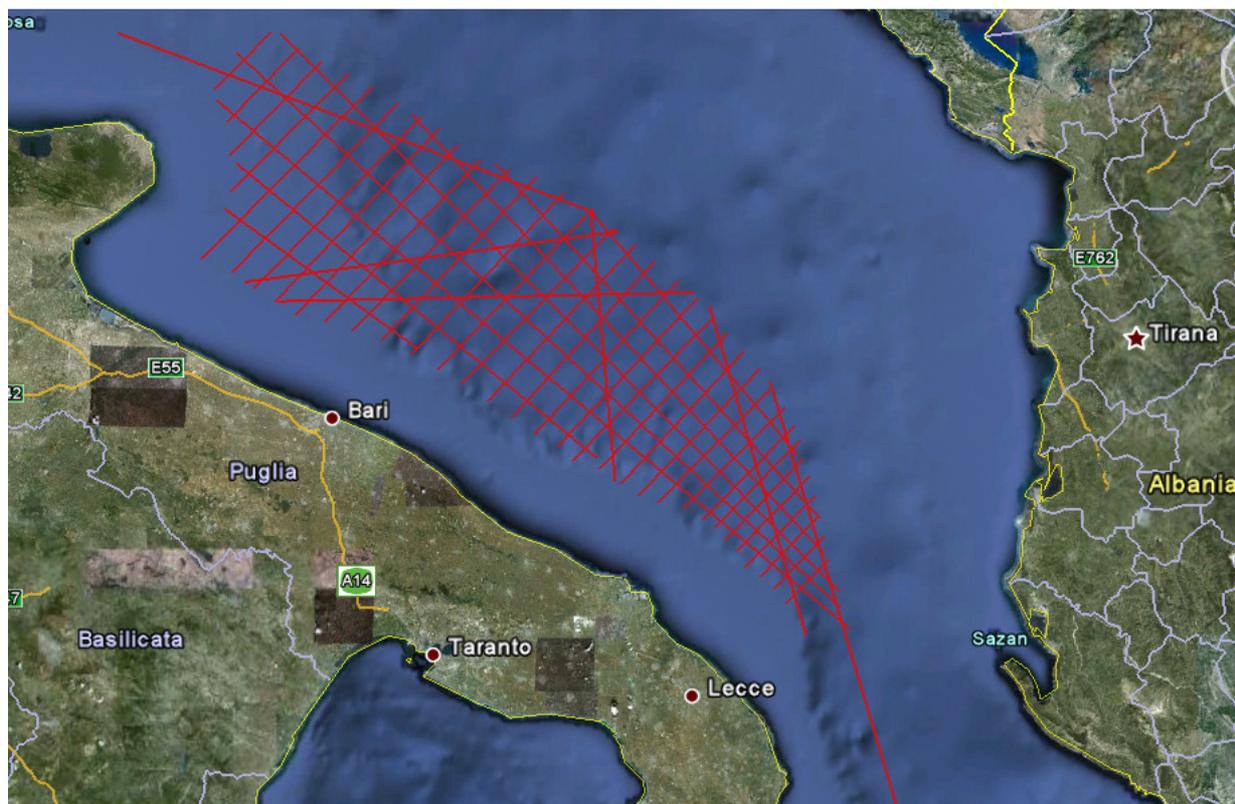


Figura 1.2 – Area del permesso di Prospezione d 1 F.P.-SP

Il programma dei lavori prevede l'esecuzione di rilievi geofisici mediante sismica di riflessione. Il progetto della Spectrum ha carattere temporaneo, con durata delle attività stimata in circa 3,5 mesi non prevedendo la realizzazione di alcun manufatto sia a terra che in mare, permanente o temporaneo.

2. Metodologia

Le operazioni di acquisizione di profili sismici 2D in mare si effettuano utilizzando un mezzo navale dedicato che traina dietro di se due tipi di apparecchiature fondamentali per l'esecuzione dei rilievi sismici:

- generatore degli impulsi sismici (Sorgente);
- registrazione dei segnali riflessi dal sottosuolo (Streamer di Idrofoni).

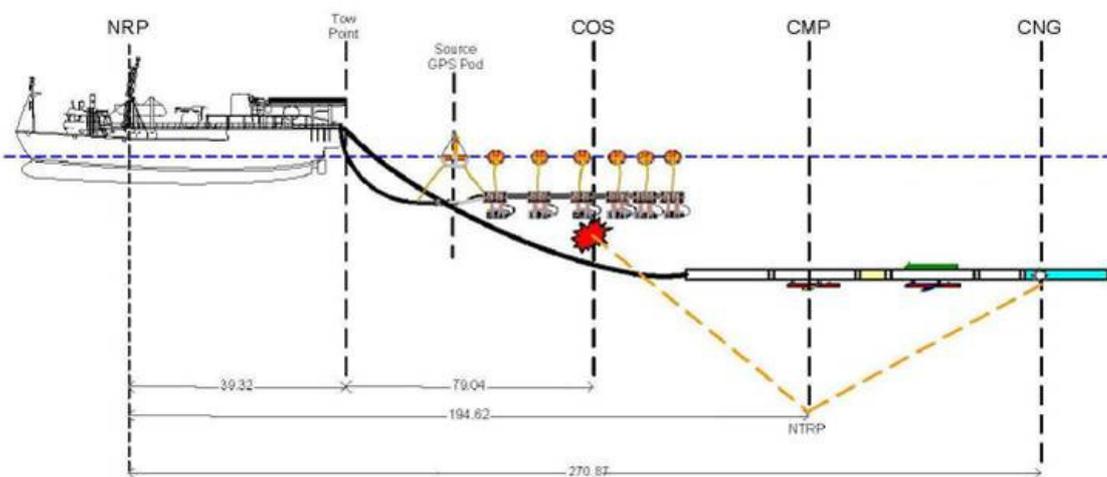


Figura 2.1 – Schema semplificato di acquisizione sismica marina

2.1 Sorgente di energia

I moderni sistemi di generazione di impulsi (energizzazione) sono composti da una serie di sorgenti di energia in parallelo (gun array) azionati in maniera sincrona.

Nel caso della campagna sismica della Spectrum, quale sorgente di energia sarà utilizzato l'Air Gun, il sistema di energizzazione a minore impatto ambientale più diffuso e più affidabile.

Le sorgenti la cui descrizione è sotto descritta nel dettaglio sono posizionate qualche metro al di sotto della superficie marina ed in genere sono configurate in una serie di sorgenti orientate verso il fondale. L'onda acustica generata, si propaga attraverso l'acqua raggiungendo il fondale marino e i sottostanti strati di roccia. A seconda delle caratteristiche lito-stratigrafiche della roccia attraversata si avranno riflessioni selettive dalla quale i geologi riescono a ricavare informazioni sulla

geologia del sottosuolo. L'onda riflessa viene captata con una serie di ricevitori, idrofoni, opportunamente posizionati anche essi sotto la superficie marina e collegati con sistemi di acquisizione dati.

L'air gun è un dispositivo composto di due camere, una superiore di caricamento e una inferiore di scarico, sigillate da un doppio pistone ad albero. L'aria compressa, fornita dai compressori alloggiati sulla nave, giunge direttamente alla camera superiore e si distribuisce in quella inferiore attraverso il pistone cavo: quando la pressione nelle camere è quella desiderata, un dispositivo elettromeccanico permette il sollevamento del pistone liberando repentinamente l'aria, attraverso dei fori praticati nell'involucro metallico.

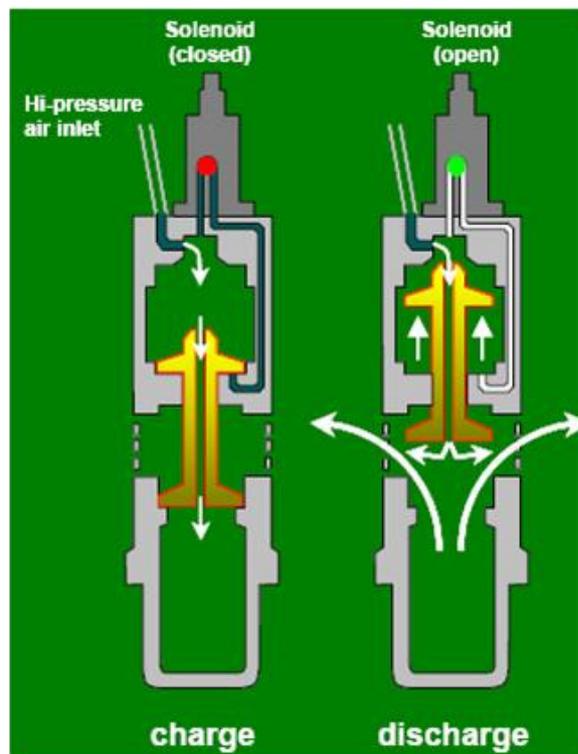


Figura 2.2 – Schema di funzionamento di un air gun

Nel momento in cui avviene la liberazione dell'aria (sparo), la pressione all'interno del cilindro supera di gran lunga la pressione esterna dell'acqua. Questa differenza di pressione provoca il rapido espandersi della bolla d'aria sparata attorno all'air gun. A causa del moto di espansione la bolla continua a crescere fino a quando la pressione dell'aria dentro della stessa diventa inferiore alla pressione dell'acqua circostante. A quel punto la bolla inizierà a comprimersi fino a che la pressione all'interno della bolla tornerà ad essere superiore alla pressione esterna, condizione

tale da permettere una nuova espansione della bolla. Questi cicli di espansione/compressione continueranno fino a quando la bolla non raggiunge la superficie del mare e viene a contatto con l'atmosfera. Dato che l'energia viene persa durante ogni ciclo, il sistema si comporta come un oscillatore smorzato, producendo bolle sempre più piccole dopo ogni oscillazione. La bolla prodotta dallo scoppio degli air gun agisce come una sorgente, che espandendosi e ricomprimendosi rapidamente, genera un fronte secondario di pressione chiamato impulso della bolla o riverberazione.

Questa figura mostra l'impulso iniziale di pressione dovuto dall'espansione iniziale della bolla, l'impulso conseguente dovuto alla riflessione dell'impulso iniziale sulla superficie del mare, e le successive bolle secondarie.

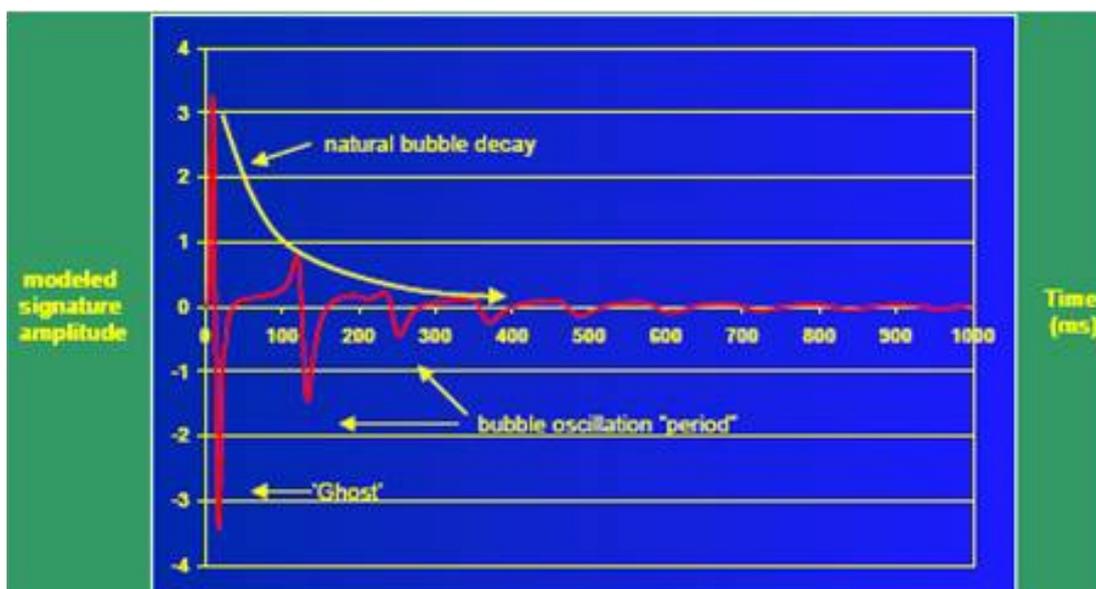


Figura 2.3 – Andamento dell'impulso di pressione prodotto da un air gun in funzione del tempo

L'impulso "fantasma" (*ghost*), è dovuto alla riflessione dell'impulso primario sulla superficie del mare che è temporalmente molto vicino all'impulso iniziale poichè gli spari avvengono poco sotto la superficie del mare (tra 5m e 8m nel caso dei due permessi di prospezione in oggetto). Soprattutto a causa della grande differenza di densità tra aria e l'acqua marina, la superficie del mare si comporta come uno "specchio" che spinge nuovamente verso il basso le onde provenienti dal fondale marino. Queste onde essenzialmente "riflettono" sulla superficie e vengono reindirizzati nuovamente verso il basso (come avviene in un'immagine speculare in

cui vengono scambiati a destra e sinistra, l'impulso riflesso sulla superficie del mare passa da positivo a negativo). Al variare della pressione dell'aria interna alla bolla e della profondità dell'acqua, l'ampiezza di picco ed il periodo di oscillazione della bolla sono proporzionali alla radice cubica del volume di aria nell'air gun.

$$A \approx V^{1/3} \quad (1)$$

L'effetto bolla che si genera dopo l'impulso iniziale da un air gun non è una caratteristica favorevole agli obiettivi dello studio sismico poiché costituisce un elemento di disturbo nella misura. Idealmente per una corretta interpretazione sismica sarebbe opportuno disporre di varie riflessioni "eco" da ogni superficie del sottosuolo prodotto da un solo impulso. Tuttavia, ad ogni superficie riflettente, un air gun produce un "eco" sia dall'impulso principale e dagli impulsi delle bolle successive.

Per limitare l'effetto indesiderato degli impulsi secondari generati dall'oscillazione delle bolle nella serie di air gun, si adottano singoli air gun con volumi diversi e quindi con tempi di oscillazione delle bolle diversi. In tal modo le bolle dei vari air gun oscillano in controfasce generando una interferenza distruttiva in modo da annullare o meglio limitare l'effetto complessivo e indesiderato dell'oscillazione delle bolle secondarie.

La Figura 2.4 mostra una sovrapposizione tra l'andamento nel tempo dell'impulso generato da un singolo air gun e l'andamento nel tempo degli impulsi generati da un array di air gun.

Gli impulsi di colore diverso sono sfasati tra loro e, se sommati, agiranno per ridurre l'effetto complessivo della bolla. L'utilizzo di un array di cannoni determina una significativa riduzione delle dimensioni degli impulsi delle bolle secondarie avvicinandosi così alla caratteristica ideale di un singolo impulso.

Gli air gun sono disposti sempre in batteria, dalla geometria variabile a seconda del tipo di onda che si vuole generare. La batteria è in grado di direzionare l'onda elastica verso l'obiettivo prescelto e di attenuare gli effetti delle onde secondarie facendo in modo, come detto, che queste si trovino in opposizione di fase e si annullino a vicenda.

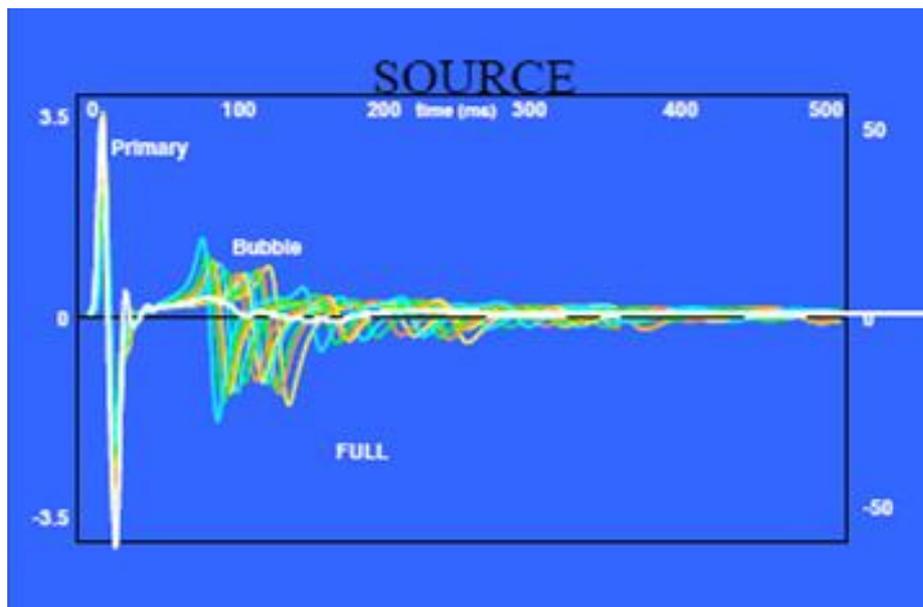


Figura 2.4 – Sovrapposizione tra l'andamento nel tempo dell'impulso generato da un singolo air gun e degli impulsi generati da un array di air gun

Di solito il picco di ampiezza ($0-P = A$), il picco-picco di ampiezza ($PTP = A + B$), ed il rapporto tra il picco primario ed i successivi ($PBR = A + B / C + D$) sono utilizzati per caratterizzare e confrontare diverse tipologie di air gun (vedi figura seguente).

Gli impulsi degli air gun sono chiamati a banda larga, perché contengono un ampio intervallo di frequenze. La larghezza di banda complessiva dello spettro tipico degli air gun è inversamente proporzionale alla durata dell'impulso primario nel tempo: più corto è l'impulso e più è larga la banda.

Le piccole oscillazioni dello spettro riportato nella figura seguente per valori della frequenza inferiori a 50 Hz sono dovuti dagli impulsi della bolla primaria, e le successive "oscillazioni" a 125 Hz e 250 Hz sono dovuti all'impulso negativo "fantasma" generato dalla riflessione sulla superficie del mare.

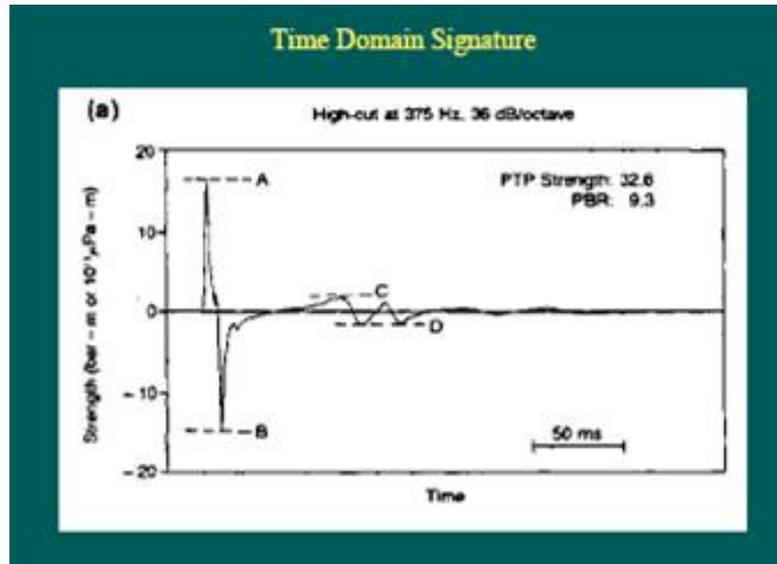


Figura 2.5 – Calcolo dei picchi di ampiezza degli impulsi di pressione generati da un air gun

Ai fini della valutazione degli effetti dell'energizzazione con gli air gun, invece di un singolo air gun, è considerato il range di frequenza tipico per array di air gun. La figura seguente riporta l'andamento nel tempo e l'ampiezza dello spettro per un tipico array di air gun nella banda di frequenza 3-900 Hz.

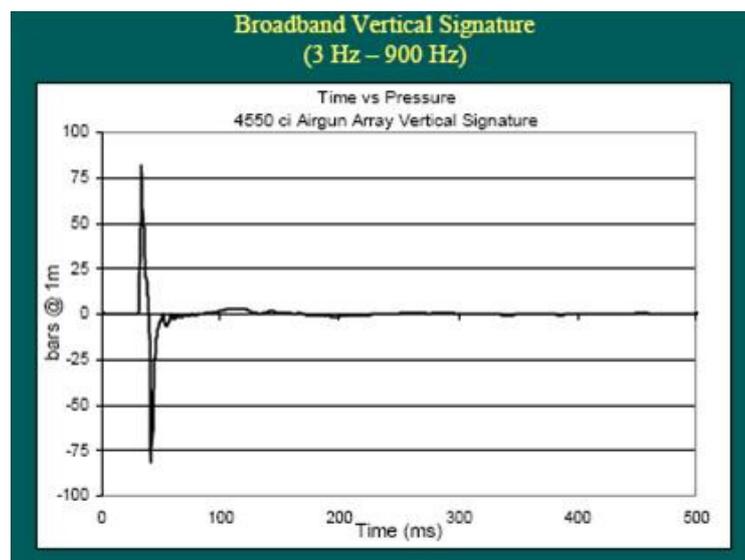


Figura 2.6 – Andamento nel tempo degli impulsi di pressione prodotti da un array di air gun

In funzione del modello di posizionamento degli air gun in un array, si possono avere delle variazioni della direzione (angolo orizzontale) e dell'angolo di emissione (angolo rispetto alla verticale). Per esempio, i tempi di sparo per tutti gli air gun della matrice sono sincronizzati per garantire che gli impulsi primari degli air gun siano allineati esattamente uno con l'altro lungo l'asse verticale dell'array. Questo allineamento produce la massima potenza sulla verticale (vedi figura seguente).

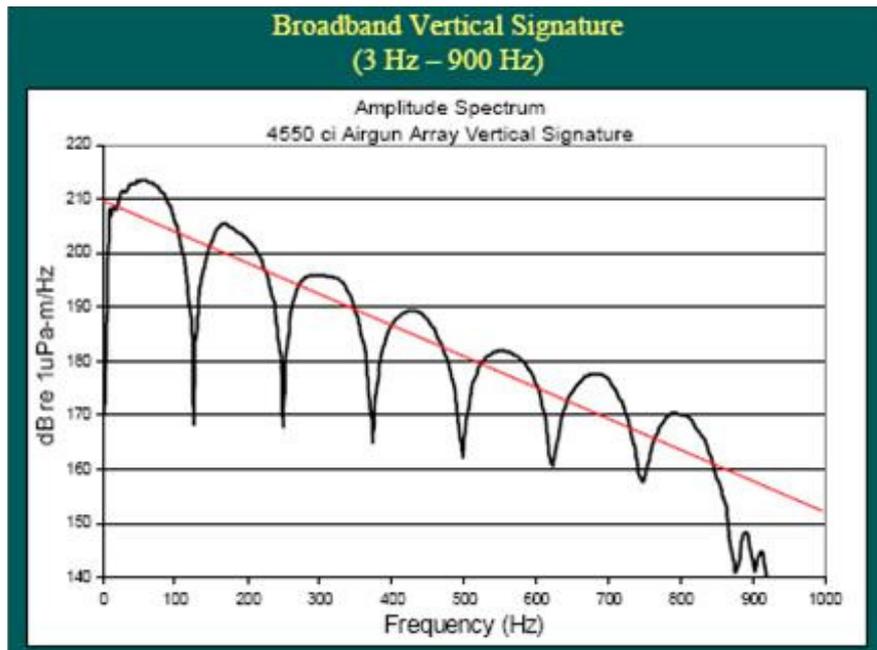


Figura 2.7 – Spettro di emissione di un array di air gun

Tuttavia, se la misura viene condotta considerando un angolo di emissione non perfettamente perpendicolare all'array, la risposta sarà marcatamente diversa. Lungo l'asse orizzontale della matrice, ci sarà un ritardo nei tempi di picco di arrivo degli air gun che è proporzionale alla distanza tra i cannoni. Per esempio su due air gun distanti 6m si produrrà un ritardo massimo di $6m/1500m/s = 4 \text{ ms}$. Questi tipi di ritardi causano una riduzione della pressione di picco ed un aumento della frequenza di uscita (vedi Figura 2.8).

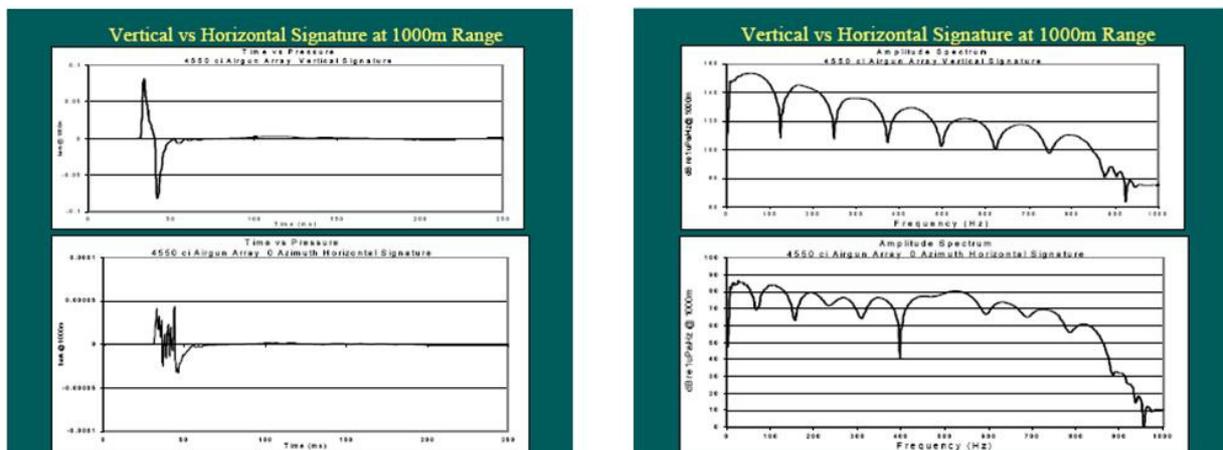


Figura 2.8 – Andamento nel tempo degli impulsi di pressione prodotti da un array di air guns lungo l'asse orizzontale e verticale (sinistra); spettro di emissione di un array di air guns lungo l'asse orizzontale e verticale (destra)

A ridosso dell'air gun si possono misurare picchi di pressione dell'ordine di 230dB, le onde generate hanno un rapido decadimento spaziale, l'energia diminuisce con il quadrato della distanza. E' opportuno precisare che il rumore di fondo in mare aperto oscilla tra 74 dB e 100 dB, mentre quello prodotto da navi porta-container a 20 nodi di velocità è tra 190 dB e 200 dB.

Relativamente all'air gun, è opportuno osservare che questa tecnica di energizzazione rappresenta la sorgente di energia più diffusa al mondo per l'esecuzione rilievi sismici del genere di quelli previsti dalla Spectrum, e pertanto gli effetti ambientali generati dal suo impiego sono largamente i più conosciuti e i più studiati, così come le misure di mitigazione connesse all'utilizzo di questo sistema, rappresentano quelle più sviluppate e complete.

I sistemi di energizzazione utilizzati nelle indagini di prospezione condotte dalla Spectrum sono del tipo BOLT Technologies LL-X Air Guns.

La figura seguente riporta un air gun del tipo di quelli che saranno utilizzati per la campagna sismica sui permessi di prospezione d 1 B.P-.SP e d 1 F.P-.SP.



Figura 2.9 – Preparazione di un air gun

Ai fini dell'esecuzione della campagna sismica, Spectrum ha progettato due tipi di array:

➤ un array costituito da 16 air guns per un volume complessivo di 2280 cu.in. che verrà utilizzato nell'area del permesso di prospezione "d 1 B.P-.SP" in cui le profondità dei fondali consentono l'uso di minore energia;

➤ un array costituito da 30 air guns per un volume complessivo di 5430 cu.in che verrà invece utilizzato nell'area del permesso di prospezione "d 1 F.P-.SP" in cui le profondità dei fondali rende necessario l'impiego di maggiore capacità di energizzazione.

2.2 Apparato di ascolto (Idrofoni - Streamer)

Il sistema di ascolto degli eventi riflessi dagli strati rocciosi del sottosuolo marino è costituito da una serie di idrofoni contenuti in un cavo in neoprene di 6 - 8 cm di diametro, cosiddetto "Streamer" o Cavo Idrofoni, lungo diversi chilometri (fino a 10

km) e trainato a poppa della nave sismica. Gli idrofoni ricevono il segnale riflesso sotto forma di onda di pressione che si tramette nell'acqua e la convertono in forma di segnale elettrico. Lo streamer è costruito con una sequenza di idrofoni connessi elettricamente tra di loro in forma di gruppi di idrofoni centrati su quello che viene chiamato "Gruppo" o "Traccia". Ogni Gruppo contiene un numero di idrofoni che può variare (in genere una media di 12) allineati nel cavo idrofoni su una lunghezza media per traccia di 12,5 m o del suo multiplo (25 metri).

Gli idrofoni contenuti in un cavo flessibile, sono immersi in un olio inerte che ha lo scopo di ottimizzare la ricezione da parte dell'idrofono delle onde sismiche riflesse. Inoltre, l'olio ha lo scopo di mantenere lo streamer in posizione neutra, flottante alla profondità prestabilita (variabile in genere tra i 6 e 10 metri) sotto la superficie del mare.

Il numero dei cavi idrofoni nelle prospezioni 2D può variare da 1 a un massimo di 6 in funzione delle caratteristiche geologiche e dell'area di studio e delle caratteristiche tecniche della nave.

La parte terminale di ogni streamer termina con una boa galleggiante (Tail Buoy) dotata di segnalatore di posizione per il rilevamento della sua posizione e quindi di quella del cavo di idrofoni sotteso tra la boa e la poppa della nave. I rilevamenti della posizione della Tail Buoy sono importanti nella fase di trattamento dei dati ai fini della corretta determinazione della posizione degli eventi riflessi. Ciò è particolarmente vero nel caso i dati siano stati registrati in condizioni di mare mosso o in presenza di forti correnti marine (laterali) le quali possono causare ondulazioni del cavo idrofoni o il suo disallineamento, a poppa della nave, rispetto alla condizione ideale rappresentata dall'allineamento rettilineo del cavo parallelo alla direzione di navigazione della nave (Figura 2.10).



Figura 2.10 – Verricello con Streamer avvolto

3. Programma di acquisizione sismica

Il progetto previsto dalla società Spectrum prevede la registrazione di 8134 Km di profili geofisici 2D mediante la tecnica della sismica a riflessione con tipologia di sorgente ad aria compressa air gun.

Il programma sismico sui Permessi di Prospezione d 1 B.P-.SP e d 1 F.P-.SP sarà condotto in sequenza sui due permessi, secondo un ordine di registrazione delle linee sismiche che sarà deciso al momento delle operazioni in funzione delle condizioni meteo e delle correnti.

Il dettaglio del programma sismico è riportato in dettaglio nella Tabella 3.1 e la Tabella 3.2.

Tabella 3.1.: Dettaglio programma sismico – Permesso di prospezione d 1 B.P.-SP

Permesso di prospezione d 1 B.P.-SP - Adriatico Centrale									
Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
1	13,019861	44,194907	341763,8	4895427,6	13,218395	44,32461	357941,9	4909471,1	21,423
2	13,068961	44,102042	345445,3	4885019,4	13,38603	44,303501	371262,4	4906849,6	33,809
3	13,034803	44,118927	342756,1	4886959,6	13,360357	44,329983	369273,4	4909831,7	35,019
4	13,137042	44,068936	350811,2	4881216,7	13,44848	44,265055	376163	4902483,1	33,09
5	13,20671	44,032453	356302,1	4877040,7	13,518066	44,232375	381651,6	4898750,5	33,375
6	13,241286	44,008261	359015,4	4874293,9	13,551076	44,21123	384246,4	4896354,8	33,515
7	13,302887	43,963515	363851,4	4869220,5	13,622446	44,170861	389873	4891772,9	34,434
8	13,366801	43,92149	368886,5	4864449,4	13,685845	44,13276	394873,7	4887457,9	34,709
9	13,774505	44,092065	401898,8	4882828,4	13,447403	43,872482	375255	4858881,4	35,824
10	13,813997	44,067506	405020,9	4880054,4	13,495762	43,855599	379106,4	4856934,4	34,729
11	14,309266	43,680697	444324,8	4836641,3	13,964498	43,467339	416240,2	4813234,9	36,56
12	13,850834	44,036939	407923,6	4876617,5	13,573378	43,853036	385339,4	4856539,2	30,219
13	13,676761	43,813418	393578,2	4852000,8	13,942082	43,991525	415170,1	4871475,5	29,077
14	13,75956	43,772027	400168,5	4847300,5	14,017666	43,945948	421170,6	4866338,4	28,347
15	14,135496	43,887076	430557,7	4859693,9	13,843885	43,69835	406840,9	4839019,5	31,463

Permesso di prospezione d 1 B.P.-SP - Adriatico Centrale									
Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
16	14,197877	43,840221	435518,1	4854439,4	13,898117	43,646066	411133,8	4833153,2	32,368
17	13,785197	43,746321	402189,9	4844414,9	14,06495	43,93057	424945,7	4864586,4	30,409
18	13,916853	43,611464	412594,7	4829290,4	14,221073	43,805619	437346,6	4850578,6	32,647
19	13,946293	43,548027	414881,1	4822214,5	14,263003	43,746667	440661	4844000,2	33,752
20	13,930235	43,578784	413627,8	4825646,9	14,244269	43,778065	439184,5	4847501	33,627
21	14,005175	43,398086	419438,7	4805503,7	14,368274	43,615949	449026,3	4829412,4	38,04
22	14,33595	43,649231	446447,7	4833129,1	13,98371	43,432803	417747,4	4809380,2	37,252
23	14,047105	43,334649	422753,7	4798418,9	14,414666	43,555716	452722,6	4822695,5	38,568
24	14,088143	43,235328	425960,1	4787351,7	14,471764	43,471134	457274,7	4813271,1	40,65
25	14,064056	43,301969	424087,2	4794774,1	14,440538	43,527522	454791,2	4819549,9	39,453
26	14,123829	43,155232	428764,6	4778425,8	14,531279	43,403638	462046,3	4805746,4	43,059
27	14,113123	43,198805	427945,4	4783273,9	14,509935	43,438174	460340,6	4809591,8	41,738
28	14,14524	43,115504	430460,4	4773996	14,556899	43,374474	464103,7	4802496,2	44,092
29	13,14021	44,330979	351723,7	4910317	15,298799	42,400602	524590	4694299,4	276,67
30	13,419118	44,303234	373901,1	4906768,5	14,496635	43,435501	459262,5	4809301,3	129,562
31	13,276354	44,323482	362560,7	4909247	15,450075	42,435483	537019	4698227,4	273,797

Permesso di prospezione d 1 B.P.-SP - Adriatico Centrale									
Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
32	13,057623	44,243884	344910,1	4900795,6	13,475674	43,865625	377512,4	4858077,5	53,738
33	14,148505	43,054335	430657,1	4767200,4	14,773993	42,395221	481398,9	4693683,4	89,328
34	13,953051	43,483187	415336,4	4815006,5	15,108263	42,321349	508920,8	4685461,9	159,812
35	14,194307	42,97966	434307,5	4758871	14,645491	43,258585	471226	4789591,9	48,029
36	14,16219	43,016825	431730	4763023,7	14,616671	43,299261	468907,5	4794119,4	48,468
37	14,227316	42,893155	436910,6	4749239,5	14,692455	43,187209	475008,7	4781650,3	50,019
38	14,252295	42,845738	438903,4	4743955,6	14,719143	43,141928	477160,6	4776614,1	50,301
39	14,29958	42,809213	442733,5	4739866,5	14,754363	43,102787	480011,9	4772258,5	49,386
40	14,390578	42,740009	450118	4732123,9	14,826947	43,031411	485901,9	4764317,5	48,134
41	14,461949	42,634281	455885,1	4720343,9	14,920879	42,936244	493544,3	4753737,9	50,333
42	14,50857	42,5834	459674,8	4714670,8	14,963574	42,888661	497025,6	4748451,6	50,361
43	14,637282	42,491045	470192,6	4704362,5	15,060706	42,784284	504965,3	4736862,1	47,596
44	14,702249	42,43794	475510,8	4698445	15,115142	42,728258	509426,3	4730645,5	46,767
45	14,873201	42,362066	489558,6	4689985,1	15,230418	42,626951	518894,2	4719415,4	41,554
46	14,982775	42,270065	498579,5	4679762,1	15,364677	42,545998	529942,1	4710465,1	43,89
47	14,421803	42,697718	452641,7	4727409,8	14,870711	42,993038	489460,7	4760049,8	49,204

Permessi di prospezione d 1 B.P.-SP - Adriatico Centrale Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
48	14,342402	42,781019	446210,2	4736707,5	14,793859	43,067483	483216,2	4768329,3	48,676
49	14,120781	43,182853	428549	4781495,8	14,999723	42,263944	499977,2	4679082,3	124,862
50	12,971635	44,149155	337784,5	4890439,8	13,78212	43,797867	402026,4	4850143,5	75,834
51	13,321031	44,343381	366168,5	4911383,3	14,641659	43,226507	470899,7	4786030,8	163,346
52	13,222291	44,311917	358222	4908054,4	15,351339	42,439977	528895,8	4698688	270,118
53	13,987515	43,502917	418150	4817163,2	15,200147	42,370313	516479,3	4690912,4	160,025
54	13,712584	44,12341	396996,5	4886385,6	14,446272	43,538453	455262,6	4820760,8	87,759
55	13,110069	44,281339	349193,6	4904858,2	13,592946	43,843919	386894,9	4855499,6	62,11
56	13,406256	43,898489	372004,7	4861832,8	13,727541	44,113554	398176,2	4885272,3	35,133
57	13,816133	43,722909	404643,6	4841778,7	14,103896	43,91225	428049,7	4862517	31,272
58	13,87804	43,675325	409558,5	4836424,5	14,162172	43,859678	432669,7	4856628,9	30,698
59	13,626016	43,833172	389533,4	4854261,3	13,898118	44,01323	411677	4873932,4	29,619
60	13,720582	43,795366	397071,5	4849940,4	13,981086	43,969656	418267,7	4869007,2	28,51
61	13,275832	43,987301	361736,1	4871907,4	13,586762	44,191366	387059,4	4894098,8	33,671
62	13,17065	44,054942	353468	4879602	13,480596	44,248395	378692,1	4900584,6	32,81
63	13,103111	44,088168	348143,1	4883414,9	13,416362	44,282997	373637,9	4904524,9	33,1

Permesso di prospezione d 1 B.P.-SP - Adriatico Centrale Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
64	13,958783	43,505736	415831,2	4817504,9	14,293336	43,711425	443069,9	4840064,9	35,368
65	14,025694	43,367328	421060,4	4802068,2	14,38701	43,587114	450514,5	4826198,7	38,077
66	14,073869	43,264804	424837,4	4790637,9	14,457488	43,502532	456142,8	4816765,5	40,776
67	14,164867	43,077698	432015,4	4769781,5	14,585719	43,33917	466419	4798563,5	44,855
68	14,213934	42,934805	435861,2	4753874,8	14,672175	43,226351	473377,8	4786003,4	49,394
69	14,585144	42,547927	465938,9	4710698,2	15,019078	42,838007	501559,1	4742826,2	47,969
70	14,795757	42,400635	483191,6	4694280	15,172782	42,671465	514158	4724347,1	43,162
71	14,937331	42,321521	494836,1	4685477,2	15,296598	42,583972	524337,7	4714659,9	41,497
72	12,996377	44,133509	339720,9	4888653,4	13,325133	44,352239	366515,5	4912360,5	35,777
73	13,335807	43,943942	366448,5	4866992,8	13,650689	44,148091	392089,3	4889206,3	33,925
Lunghezza totale delle linee sismiche									4236,539

Tabella 3.2.: Dettaglio programma sismico – Permesso di prospezione d 1 F.P.-SP

Permesso di prospezione d 1 F.P.-SP Adriatico Meridionale									
Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
1	16,727761	41,411389	644402,9	4585867,2	17,32324	41,891741	692736,8	4640366,4	72,845
2	16,490231	41,528767	624325,5	4598530	17,104735	42,010802	674283,8	4653118,5	73,998
3	16,379733	41,567835	615037,4	4602714,4	17,004234	42,052723	665852,3	4657573,4	74,777
4	16,462948	41,95028	621253,6	4645290,8	16,726363	42,159369	642618,2	4668913,4	31,851
5	16,051253	42,197413	586793,1	4672230	17,830063	41,700726	735485,3	4620419,6	157,46
6	16,542067	41,504092	628699	4595866,4	17,91847	41,647833	743041,3	4614792,1	115,898
7	16,667571	41,45063	639288,2	4590125,2	18,192878	41,476261	766600,9	4596551,3	127,475
8	17,042716	41,341651	670910,1	4578697,6	17,616444	41,802186	717366	4631123	70,047
9	16,476589	41,857761	622561,1	4635037,7	16,816419	42,124168	650141,3	4665159,2	40,841
10	17,254161	41,262487	688830,7	4570346,7	17,818195	41,709526	734465,6	4621364,3	68,45
11	16,424101	42,012795	617918,3	4652177,8	18,746551	40,534585	817332,1	4493841,8	254,629
12	17,177489	41,321877	682242,1	4576776,6	16,462541	41,707897	621678,1	4618378,6	73,476
13	16,574808	41,485586	631469	4593861	17,189205	41,970425	681393,4	4648810,6	74,242
14	17,158669	41,304639	680714,5	4574823,4	17,712946	41,755117	725548,8	4626145,2	68,147

Permesso di prospezione d 1 F.P.-SP Adriatico Meridionale									
Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
15	17,337374	41,220334	695927,9	4565851	17,901967	41,658796	741625,8	4615963	67,82
16	16,839456	41,394085	653779,3	4584138,3	17,407012	41,850328	699816	4635959,7	69,317
17	17,462162	41,839457	704429,2	4634882,5	18,645609	40,841764	807363,7	4527591,1	148,684
18	18,911041	40,029554	833746,5	4438370,1	18,468265	41,226848	790707,7	4569742,3	138,243
19	18,053422	40,890238	757240,6	4531061,9	18,479997	41,21206	791757	4568139,6	50,657
20	18,218957	40,843429	771379,7	4526364,8	18,558883	41,103352	798865,9	4556336,6	40,667
21	18,26155	40,820755	775065	4523980,3	18,574939	41,061422	800405,6	4551735,9	37,584
22	18,367067	40,709583	784439,5	4511973,4	18,629822	40,905424	805739	4534604,5	31,078
23	17,745764	41,00901	730904	4543389,2	18,267775	41,409804	773134,4	4589405,7	62,457
24	17,43423	41,174069	704191,2	4560937,2	17,980155	41,610654	748321,5	4610839,7	66,616
25	16,661439	42,199746	637167,2	4673290,3	18,713393	40,636554	814044,9	4505045,1	244,115
26	17,814006	41,711079	734111,5	4621525,4	17,900121	40,952642	744094	4537550,8	84,566
27	17,60475	41,081539	718803,7	4551078,2	18,137502	41,509581	761842,1	4600081,8	65,22
28	17,844842	40,985925	739320,4	4541093,1	18,317339	41,363215	777476	4584390,1	57,71
29	17,986627	40,91218	751529,4	4533303,7	18,433518	41,262145	787639,7	4573546	54,068
30	18,473551	40,649608	793700,1	4505664,8	18,660383	40,792962	808836,2	4522224,2	22,435

Permesso di prospezione d 1 F.P.-SP Adriatico Meridionale									
Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
31	16,480682	41,75495	623097,5	4623628,6	16,912626	42,088789	658181,8	4661404,5	51,555
32	16,651201	41,447546	637927,4	4589756,6	17,255366	41,937999	686970,5	4645352,4	74,136
33	17,521536	41,127804	711664,2	4556009,2	18,052061	41,565101	754492,8	4605991,2	65,822
34	17,687964	41,046584	725914,2	4547409,6	18,208435	41,462087	767958,5	4595025,6	63,522
35	17,918864	40,942168	745710,6	4536440,4	18,373885	41,309897	782437	4578652,4	55,952
36	18,300272	40,78638	778475	4520285,9	18,586494	41,010494	801609,5	4546120,7	34,679
37	18,425149	40,683252	789461,1	4509239,7	18,640054	40,84928	806860,6	4528406,2	25,886
38	18,146354	40,874879	765132,3	4529634,1	18,524858	41,152811	795785,5	4561712,2	44,369
39	18,336089	40,752004	781643	4516583,5	18,611012	40,961185	803898,3	4540730,6	32,839
40	18,517113	40,606455	797575,8	4501019,9	18,676163	40,729087	810465,4	4515187,4	19,154
41	16,937676	41,368382	662054,8	4581463,7	17,51801	41,824445	709115,4	4633350,1	70,049
42	16,416266	42,043261	617213,6	4655549,7	16,626534	42,201299	634282,1	4673407,2	24,703
43	18,587847	40,51919	803956,8	4491572,3	18,249623	41,438275	771498,2	4592510	106,028
44	18,657317	40,746232	808794	4517024,5	17,149413	41,97721	678077,3	4649480,5	186,095
45	18,715957	40,592884	814466,8	4500205,3	16,495989	42,145262	623613,5	4666987,7	253,459
46	16,501573	41,836468	624676,2	4632709,6	17,836349	41,015115	738500,5	4544310,8	144,119

Permesso di prospezione d 1 F.P.-SP Adriatico Meridionale									
Coordinate System: Datum = WGS84 Projection = UTM33N									
Nome Linea	Inizio Linea (Gradi decimali)		Inizio Linea (Metri)		Fine Linea (Gradi decimali)		Fine Linea (Metri)		Lunghezza Linea (km)
	Long	Lat	X	Y	Long	Lat	X	Y	
47	17,805556	41,712683	733402,6	4621680,5	18,567965	41,019316	800010,9	4547036,4	100,042
Lunghezza totale delle linee sismiche									3897,781

4. Parametri di acquisizione

Il programma di acquisizione sismica è stato progettato dalla Spectrum sulla base dell'analisi dei dati precedentemente acquisiti nell'area e tenendo conto del contesto geologico e geografico in cui vengono svolti i rilievi geofisici.

I parametri di progetto principali che possono variare nell'ambito della progettazione sono:

- A. l'ordine di copertura multipla del sottosuolo marino – L'ordine di copertura è un parametro puramente geometrico ed è definito in funzione delle caratteristiche geologiche dell'area investigata e di altri parametri quali la profondità d'acqua e la profondità dell'obiettivo (geologico) che si intende investigare. In termini pratici, questo parametro influenza la frequenza dell'energizzazione (attivazione degli air guns) espressa in intervallo di tempo tra due energizzazioni consecutive;
- B. Lunghezza e numero degli "Streamers" – anche questo parametro è funzione delle caratteristiche geologiche dell'area da investigare. Insieme alla lunghezza dello streamer è anche definito l'intervallo tra i gruppi di idrofoni;
- C. Numero e configurazione degli "Air Gun" – questo parametro determina la potenza della singola energizzazione (sparo) degli air guns e le caratteristiche del corrispondente spettro delle frequenze emesse. La potenza di sparo, ossia il numero di air gun utilizzati, il volume della camera di sparo e la pressione di esercizio, e la configurazione con cui gli air guns sono disposti in catenarie (array) determinano le caratteristiche di questo parametro.

L'insieme dei parametri sopra elencati, unitamente al settaggio della strumentazione a bordo della nave per la registrazione dei dati, costituisce la geometria di acquisizione del programma sismico.

La profondità dell'acqua nell'area delle operazioni, riveste una certa importanza nella definizione dei parametri di acquisizione e in particolare in relazione alla sorgente di energia. In generale infatti, più cresce la profondità d'acqua, maggiore è la quantità di energia che deve essere immessa ai fini dell'ottimizzazione delle condizioni di registrazione. Nel caso in oggetto, essendo le due aree contraddistinte da batimetrie diverse, tra 50 e 225 m circa nell'area dell'Adriatico Centrale

(Permesso di Prospezione d 1 B.P-.SP) e fino a 1200 m di profondità nell'area del permesso situato nell'Adriatico Meridionale (Permesso di Prospezione d 1 F.P-.SP), la Spectrum ha ritenuto opportuno riconfigurare le potenze impiegate in funzione delle due diverse situazioni operative.

La geometria di acquisizione è indicata schematicamente nella tabella seguente.

Tabella 4.1: Parametri di acquisizione nei permessi di prospezione d 1 B.P-.SP e d 1 F.P-.SP

Parametri di acquisizione	Grandezza
Lunghezza della registrazione (tempo di ascolto)	8 s
Intervallo di Campionamento	2 ms
Numero degli Streamer	2
Lunghezza dello Streamer	6000 m
Intervallo di scoppio	25 m
Intervallo tra i gruppi (di idrofoni)	12,5 m
Numero di gruppi (di idrofoni)	480
Ordine di copertura (Nominale)	120
Numero totale di air gun e Volume totale air gun permesso Adriatico centrale (d.1 B.P -SP)	16 2280 cu in
Numero totale di air gun e Volume totale air gun permesso Adriatico meridionale (d.1 F.P -SP)	30 4530 cu in

La geometria di acquisizione ed i parametri operativi della fase di energizzazione sono stati determinati utilizzando il codice matematico "Gundalf"¹ che permette di modellizzare la fase di responso dello scoppio in termini di spettro emesso ed direttività dell'onda immessa. L'impiego di questo modello matematico, che è largamente usato nell'industria del settore e rappresenta lo stato dell'arte per quanto riguarda la modellizzazione dei responsi degli "array di air gun" (catenaria di air gun), consente perciò di stabilire, in funzione delle condizioni al contorno, la geometria di sparo più adatta per la registrazione ottimale dei dati sismici.

Di seguito sono forniti i dettagli della geometria e dei parametri di acquisizione per i due permessi e i risultati conseguiti con l'impiego del codice di calcolo Gundalf.

¹ <http://www.gundalf.com/>

4.1 Parametri operativi per il Permesso di Prospezione d 1 B.P-.SP

Parametri operativi degli "Array di Air gun" selezionati attraverso l'impiego del codice Gundalf. Configurazione dell'array con 16 air gun per una volume totale di 2280 cu.in.

Tabella 4.2.: Parametri dell'array di air gun

Array di Air Gun	
Parametri dell'array	Valori
Numero degli air gun	16
Volume totale (cu.in).	2280.0 (37.4 litres)
Peak to peak in bar-m.	95.4 (9.54 MPa 260 dB re 1 µPa a 1m)
Zero to peak in bar-m.	49.9 (4.99 Mpa, 254 dB re 1 µPa a 1m)
Pressione in bar-m.	4.68 (0.468 Mpa, 233 dB re 1 µPa a 1m)
Bolla primaria (Peak to peak)	39.7
Periodo della bolla di primo picco (s.)	0.0935
Massima ondulazione spettrale (dB): 10 – 50 Hz.	5.9
Massimo valore spettrale (dB): 10 – 50 Hz.	209
Valore medio spettrale (dB): 10 – 50 Hz.	207
Energia acustica totale (Joules)	140947.1
Profondità degli array	5 m

Le caratteristiche tecniche dello streamer sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 4.3.: Caratteristiche dello Streamer

Streamer	
Parametri	Valori
Lunghezza dello streamer	2x6000 metri
Tipo di idrofono	NH95-200
Profondità degli idrofoni	6 metri
Numero di idrofoni per gruppo	12

Streamer	
Parametri	Valori
Numero di gruppi per sezione	16
Distanza tra gli idrofoni	12,5 metri

La seguente tabella elenca tutte le caratteristiche degli air gun utilizzati. L'ultima colonna contiene il contributo approssimativo del singolo air gun in percentuale del picco di ampiezza del picco dell'intero array. Il picco a picco varia solo come la radice cubica del volume per il tipo di air gun in modo che anche gli air gun più piccoli possano contribuire in modo significativo.

Tabella 4.4.: Caratteristiche operative della catenaria di air gun

Air Gun	Pressione (psi)	Volume (cubic inches)	Tipo	x (m)	y (m)	z (m)	Ritardo (s)	sub-array	p-p contrib (pct)
1	2000.0	325.0	1500LL	0.000	5.500	6.000	0.000	2	7.2
2	2000.0	325.0	1500LL	0.000	6.500	6.000	0.000	2	7.2
3	2000.0	100.0	1900LLX	4.000	5.500	6.000	0.000	2	6.6
4	2000.0	100.0	1900LLX	4.000	6.500	6.000	0.000	2	6.6
5	2000.0	80.0	1900LLX	8.000	5.500	6.000	0.000	2	5.5
6	2000.0	80.0	1900LLX	8.000	6.500	6.000	0.000	2	5.5
7	2000.0	40.0	1900LLX	13.000	6.000	6.000	0.000	2	4.8
8	2000.0	90.0	1900LLX	11.000	6.000	6.000	0.000	2	6.5
9	2000.0	325.0	1500LL	0.000	-5.500	6.000	0.000	1	7.2
10	2000.0	325.0	1500LL	0.000	-6.500	6.000	0.000	1	7.2
11	2000.0	100.0	1900LLX	4.000	-5.500	6.000	0.000	1	6.6
12	2000.0	100.0	1900LLX	4.000	-6.500	6.000	0.000	1	6.6
13	2000.0	80.0	1900LLX	8.000	-5.500	6.000	0.000	1	5.5
14	2000.0	80.0	1900LLX	8.000	-6.500	6.000	0.000	1	5.5
15	2000.0	40.0	1900LLX	13.000	-6.000	6.000	0.000	1	4.8
16	2000.0	90.0	1900LLX	11.000	-6.000	6.000	0.000	1	6.5

La figura seguente rappresenta la disposizione in pianta dell'array.

<----- Direzione di percorrenza ----- --, (dimensione cella: 1m x 1m)

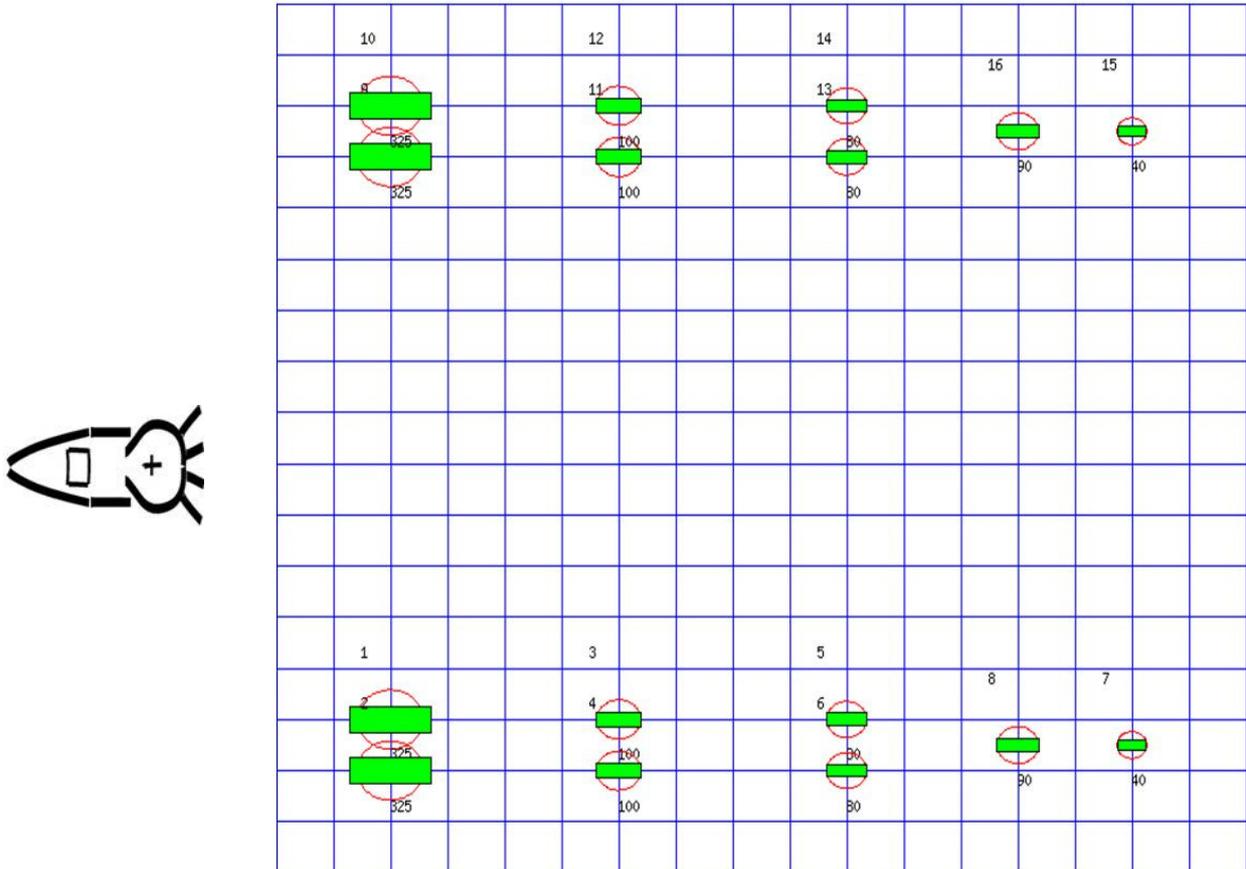


Figura 4.1 – Disposizione in pianta della catenaria di air gun

I cerchi rossi indicano il raggio massimo della bolla generato dallo scoppio di ciascun air gun. Le interazioni del campo di pressione si estendono normalmente per una distanza 10 volte maggiore del raggio della bolla. Quando due bolle interagiscono o si sovrappongono si ha la formazione di schiuma. I rettangoli verdi indicano i singoli air gun, le dimensioni sono proporzionali al tipo di air gun previsto.

La seguente tabella elenca i contributi individuali espressi in joule dei singoli air gun. Un valore negativo significa che l'air gun in realtà assorbe energia. Tale contributo non danneggia le prestazioni dell'array ma al contrario agisce come catalizzatore che migliora le prestazioni e l'efficienza complessiva dell'array.

Tabella 4.5.: Caratteristiche di energia acustica dell'array

Volume (cu.in)	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Contributo energia acustica (J)
325.0	0.00	5.50	6.00	-3714.0
325.0	0.00	6.50	6.00	-873.8

Volume (cu.in)	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Contributo energia acustica (J)
100.0	4.00	5.50	6.00	16724.6
100.0	4.00	6.50	6.00	16852.9
80.0	8.00	5.50	6.00	11578.6
80.0	8.00	6.50	6.00	11732.4
40.0	13.00	6.00	6.00	11654.4
90.0	11.00	6.00	6.00	6512.7
325.0	0.00	-5.50	6.00	-3710.5
325.0	0.00	-6.50	6.00	-870.6
100.0	4.00	-5.50	6.00	16725.7
100.0	4.00	-6.50	6.00	16854.3
80.0	8.00	-5.50	6.00	11580.2
80.0	8.00	-6.50	6.00	11733.3
40.0	13.00	-6.00	6.00	11652.3
90.0	11.00	-6.00	6.00	6514.6

Le seguenti figure mostrano lo spettro acustico caratteristico dell'array da 16 airguns utilizzato nell'area "d 1 B.P.-SP".

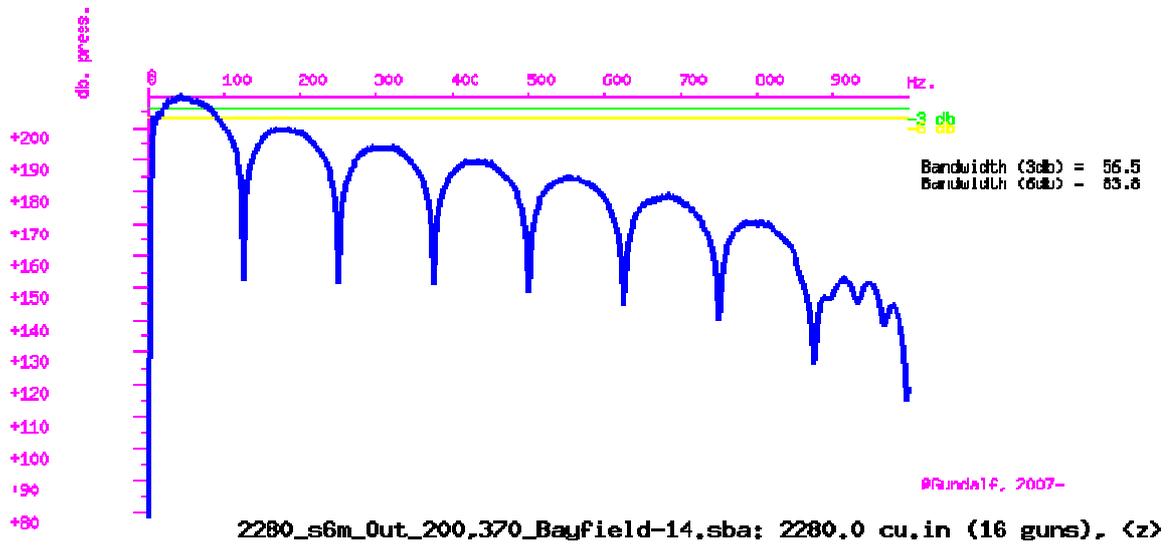


Figura 4.2 – Spettro di emissione dell'array di air gun - Ampiezza dello spettro. Unità di misura: dB re a 1 μ Pa / Hz a 1m.

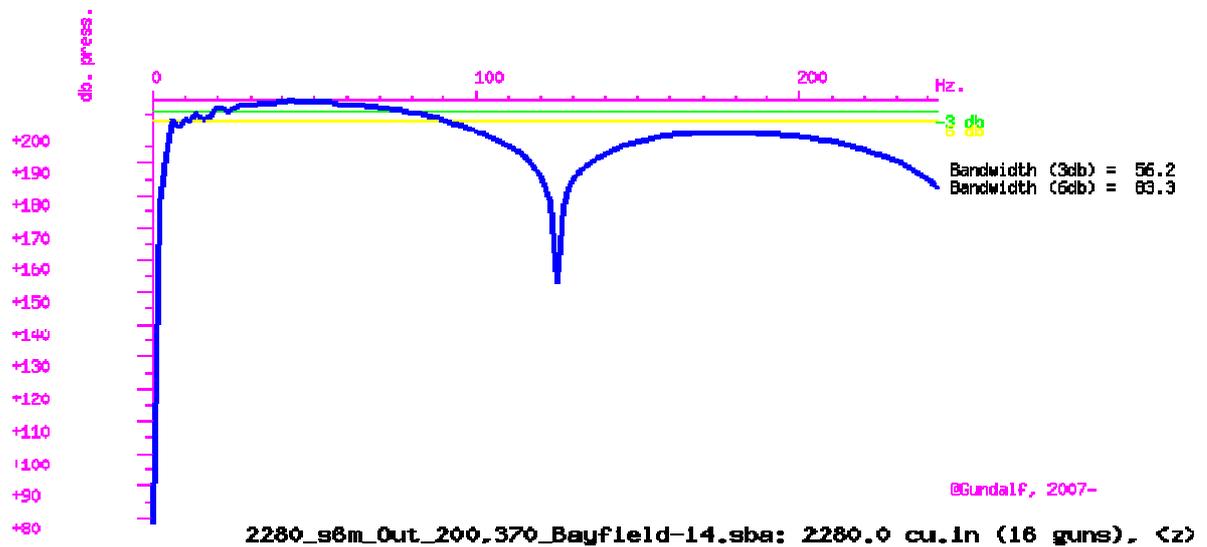


Figura 4.3 – Spettro di emissione dell'array di air gun - Particolare dell'ampiezza dello spettro

4.2 Direttività delle catenarie – Array con 16 guns

La figura seguente mostra la direttività della catenaria, ossia la direzione preferenziale verso la quale viene emessa la maggiore quantità di energia. La direttività indicata nelle due componenti ortogonali, direzione della nave e quella ad essa perpendicolare, (inline e crossline) e nella forma azimutale.

La simulazione modellistica della direttività dell'energia immessa è compiuta al fine di verificare che il sistema di array progettato assicura la massima riduzione del disturbo e la non dispersione dell'energia generata, poichè l'obiettivo è quello di concentrare l'energia immessa dallo scoppio verso il basso, in direzione del fondo del mare.

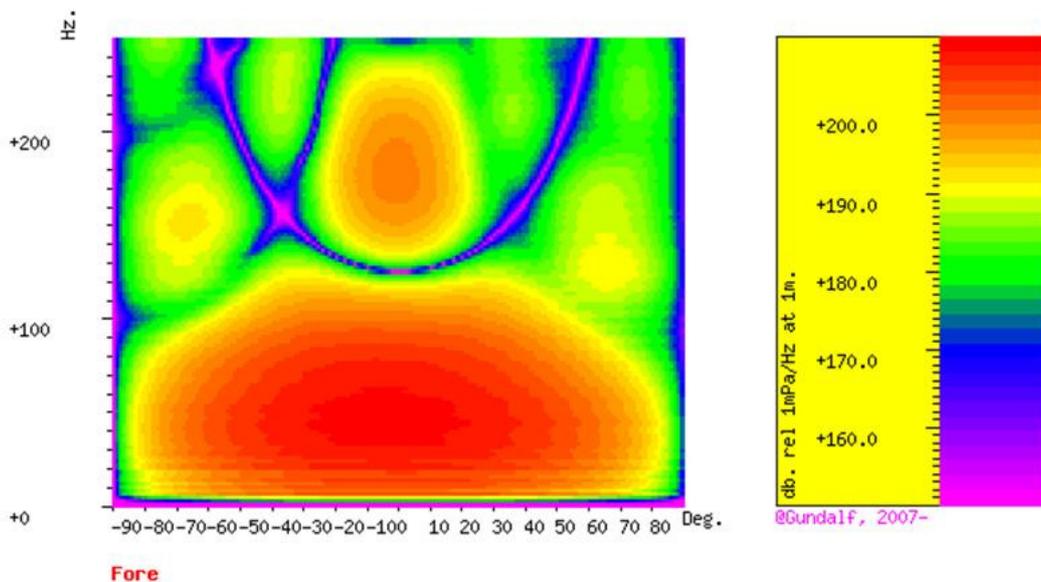


Figura 4.4 – Direzione preferenziale dell'energia immessa: Componente lungo l'asse della nave

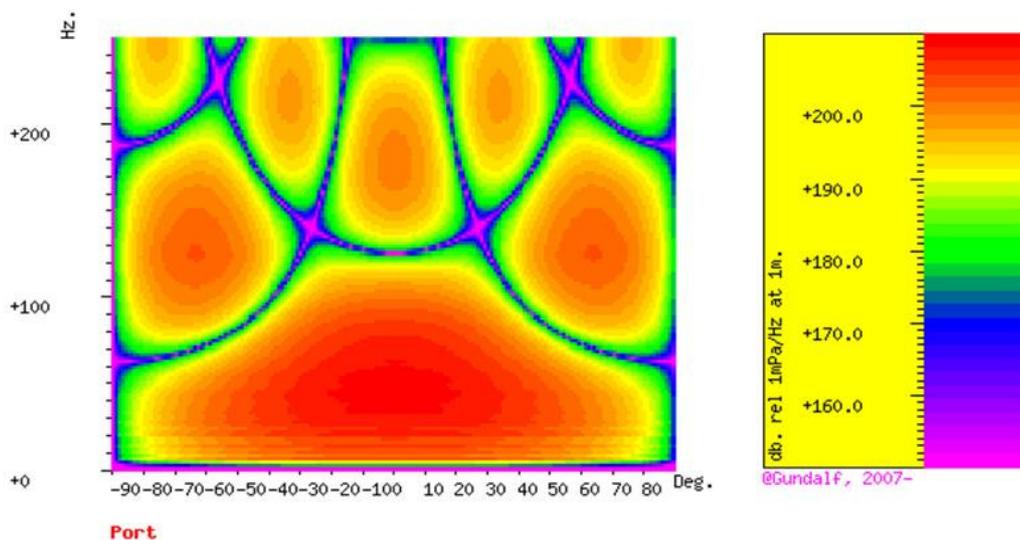


Figura 4.5 – Direzione preferenziale dell’energia immessa: Componente in direzione perpendicolare all’asse della nave

4.3 Parametri operativi per il permesso di prospezione d 1 F.P.–.SP

Parametri operativi degli "Array di Air gun" selezionati attraverso l'impiego del codice Gundalf. Configurazione dell'array con 30 air gun per una volume totale di 4530 cu.in.

Tabella 4.6.: Caratteristiche dell'array

Array di Air Gun	
Parametri dell'array	Valori
Numero degli air gun	30
Volume totale (cu.in).	4530.0 (74.2 litres)
Peak to peak in bar-m.	157 (15.7 MPa, 264 dB re 1 µPa a 1m)
Zero to peak in bar-m.	87.1 (8.71 MPa, 259 dB re 1 µPa a 1m)
Pressione in bar-m.	8.81 (0.881 MPa, 239 dB re 1 µPa a 1m)
Bolla primaria (Peak to peak)	25.5
Periodo della bolla di primo picco (s.)	0.145
Massima ondulazione spettrale (dB): 10 - 50 Hz.	7.39
Massimo valore spettrale (dB): 10 - 50 Hz.	215
Valore medio spettrale (dB): 10 - 50 Hz.	213
Energia acustica totale (Joules)	399822.5
Profondità degli array	8 m

Le caratteristiche tecniche dello streamer sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 4.7.- Caratteristiche dello Streamer

Streamer	
Parametri	Valori
Lunghezza dello streamer	2x6000 metri
Tipo di idrofono	NH95-200
Profondità degli idrofoni	10 metri
Numero di idrofoni per gruppo	12

Streamer	
Parametri	Valori
Numero di gruppi per sezione	16
Distanza tra gli idrofoni	12,5 metri

La seguente tabella elenca tutte le caratteristiche degli air gun utilizzati. L'ultima colonna contiene il contributo approssimativo del singolo air gun in percentuale del picco di ampiezza del picco dell'intero array. Il picco a picco varia solo come la radice cubica del volume per il tipo di air gun in modo che anche gli air gun più piccoli possano contribuire in modo significativo.

Tabella 4.8.: Geometria dell'array

Air gun	Pressione (psi)	Volume (cu.in)	Tipo	x (m.)	y (m.)	z (m.)	ritardo (s.)	sub-array	P-P contrib (pct.)
1	2000.0	325.0	1500LL	0.000	9.500	7.000	0.000	1	4.5
2	2000.0	325.0	1500LL	0.000	10.500	7.000	0.000	1	4.5
3	2000.0	215.0	1500LL	4.000	9.500	7.000	0.000	1	3.7
4	2000.0	215.0	1500LL	4.000	10.500	7.000	0.000	1	3.7
5	2000.0	120.0	1900LLX	8.000	9.500	7.000	0.000	1	3.4
6	2000.0	120.0	1900LLX	8.000	10.500	7.000	0.000	1	3.4
7	2000.0	80.0	1900LLX	11.000	9.500	7.000	0.000	1	2.8
8	2000.0	80.0	1900LLX	11.000	10.500	7.000	0.000	1	2.8
9	2000.0	100.0	1900LLX	13.000	10.000	7.000	0.000	1	3.2
10	2000.0	40.0	1900LLX	15.000	10.000	7.000	0.000	1	2.1
11	2000.0	325.0	1500LL	0.000	-0.500	7.000	0.000	2	4.6
12	2000.0	325.0	1500LL	0.000	0.500	7.000	0.000	2	4.6
13	2000.0	200.0	1500LL	4.000	-0.500	7.000	0.000	2	3.7
14	2000.0	200.0	1500LL	4.000	0.500	7.000	0.000	2	3.7
15	2000.0	120.0	1900LLX	8.000	-0.500	7.000	0.000	2	3.4
16	2000.0	120.0	1900LLX	8.000	0.500	7.000	0.000	2	3.4

Air gun	Pressione (psi)	Volume (cu.in)	Tipo	x (m.)	y (m.)	z (m.)	ritardo (s.)	sub-array	P-P contrib (pct.)
17	2000.0	90.0	1900LLX	11.000	-0.500	7.000	0.000	2	2.8
18	2000.0	90.0	1900LLX	11.000	0.500	7.000	0.000	2	2.8
19	2000.0	90.0	1900LLX	13.000	0.000	7.000	0.000	2	2.9
20	2000.0	40.0	1900LLX	15.000	0.000	7.000	0.000	2	2.1
21	2000.0	215.0	1500LL	0.000	-10.500	7.000	0.000	3	3.8
22	2000.0	215.0	1500LL	0.000	-9.500	7.000	0.000	3	3.8
23	2000.0	200.0	1500LL	4.000	-10.500	7.000	0.000	3	3.6
24	2000.0	200.0	1500LL	4.000	-9.500	7.000	0.000	3	3.6
25	2000.0	100.0	1900LLX	8.000	-10.500	7.000	0.000	3	3.1
26	2000.0	100.0	1900LLX	8.000	-9.500	7.000	0.000	3	3.1
27	2000.0	70.0	1900LLX	11.000	-10.500	7.000	0.000	3	2.7
28	2000.0	70.0	1900LLX	11.000	-9.500	7.000	0.000	3	2.7
29	2000.0	100.0	1900LLX	13.000	-10.000	7.000	0.000	3	3.2
30	2000.0	40.0	1900LLX	15.000	-10.000	7.000	0.000	3	2.1

Di seguito si riporta lo schema dell'array.

Dimensione della cella: 1 m x 1 m

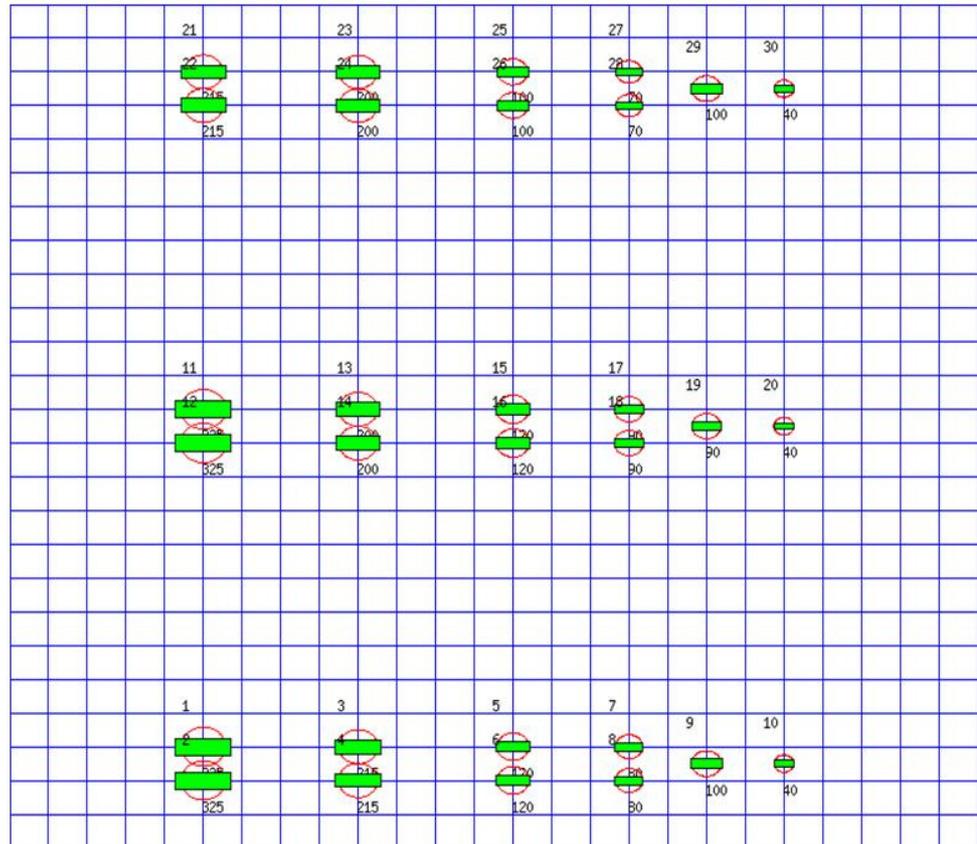
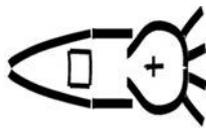


Figura 4.6 – Disposizione in pianta della catenaria di air gun

I cerchi rossi indicano il raggio massimo della bolla generato dallo scoppio di ciascun air gun. Le interazioni del campo di pressione si estendono normalmente per una distanza 10 volte maggiore del raggio della bolla. Quando due bolle interagiscono o si sovrappongono si ha la formazione di schiuma. I rettangoli verdi indicano i singoli air gun, le dimensioni sono proporzionali al tipo di air gun previsto

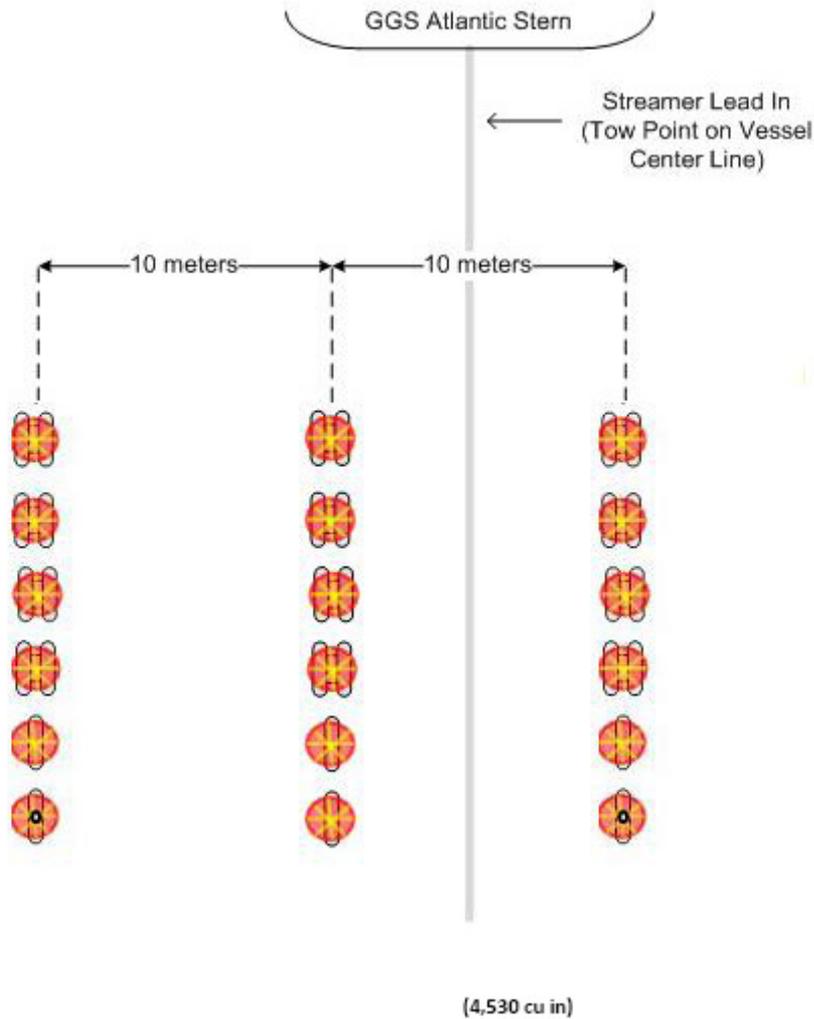


Figura 4.7 – Schema di layout e immagine fotografica di array costituito da 30 air guns

La Figura 4.7 riporta in pianta lo schema di layout che verrà utilizzato nel permesso d 1 F.P.-SP e la riproduzione fotografica dello stesso schema in operazioni.

Nella seguente tabella sono elencati i contributi individuali espressi in joule dei singoli air gun. Un valore negativo significa che l'air gun in realtà assorbe energia.

Tale contributo non danneggia le prestazioni dell'array ma al contrario agisce come catalizzatore che migliora le prestazioni e l'efficienza complessiva dell'array.

Tabella 4.9.: Caratteristiche di energia acustica dell'array di 30 air gun

Volume (cuin)	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Contributo energia acustica (J)
325.0	0.00	9.50	7.00	-5132.1
325.0	0.00	10.50	7.00	-1605.0
215.0	4.00	9.50	7.00	14767.3
215.0	4.00	10.50	7.00	15756.1
120.0	8.00	9.50	7.00	22055.1
120.0	8.00	10.50	7.00	21747.2
80.0	11.00	9.50	7.00	17916.5
80.0	11.00	10.50	7.00	17582.4
100.0	13.00	10.00	7.00	14788.0
40.0	15.00	10.00	7.00	13599.3
325.0	0.00	-0.50	7.00	-11711.0
325.0	0.00	0.50	7.00	-11978.9
200.0	4.00	-0.50	7.00	16761.1
200.0	4.00	0.50	7.00	17001.5
120.0	8.00	-0.50	7.00	24606.6
120.0	8.00	0.50	7.00	24768.3
90.0	11.00	-0.50	7.00	17364.3
90.0	11.00	0.50	7.00	17512.1
90.0	13.00	0.00	7.00	16216.8
40.0	15.00	0.00	7.00	16211.4
215.0	0.00	-10.50	7.00	12960.2
215.0	0.00	-9.50	7.00	12048.8
200.0	4.00	-10.50	7.00	9702.7

Volume (cuin)	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Contributo energia acustica (J)
200.0	4.00	-9.50	7.00	9015.6
100.0	8.00	-10.50	7.00	19047.2
100.0	8.00	-9.50	7.00	19681.3
70.0	11.00	-10.50	7.00	16400.3
70.0	11.00	-9.50	7.00	16945.0
100.0	13.00	-10.00	7.00	12254.6
40.0	15.00	-10.00	7.00	13539.8

Le seguenti figure mostrano lo spettro acustico caratteristico dell'array da 30 air gun utilizzato nell'area "d 1 F.P.-SP".

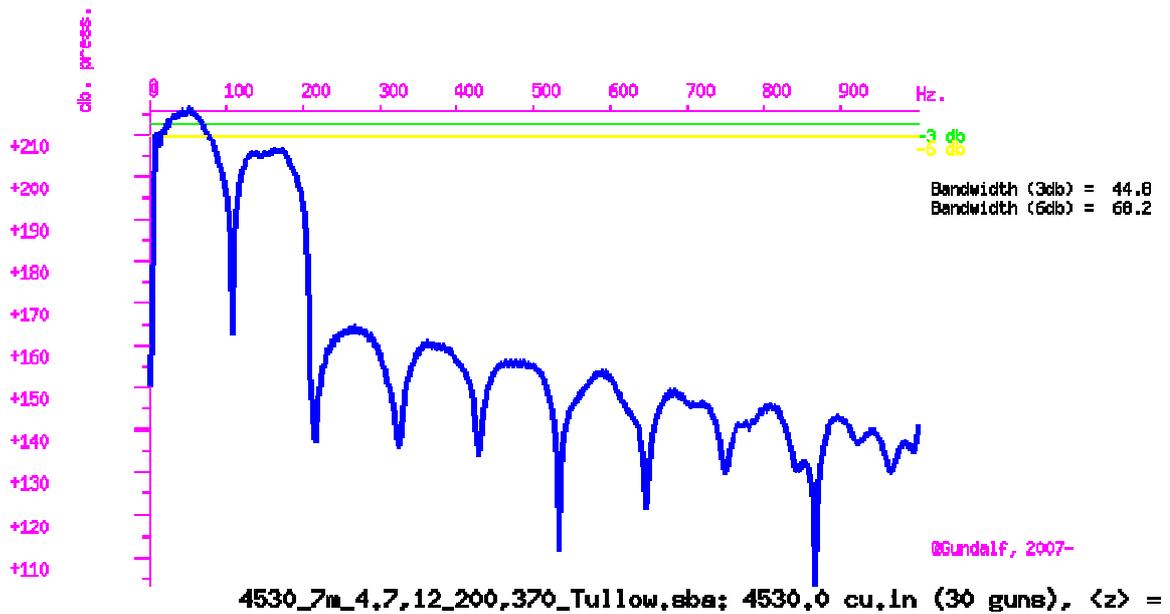


Figura 4.8 – Spettro di emissione dell'array di 30 air gun - Ampiezza dello spettro. Unità di misura: dB re a 1 μ Pa / Hz a 1m.

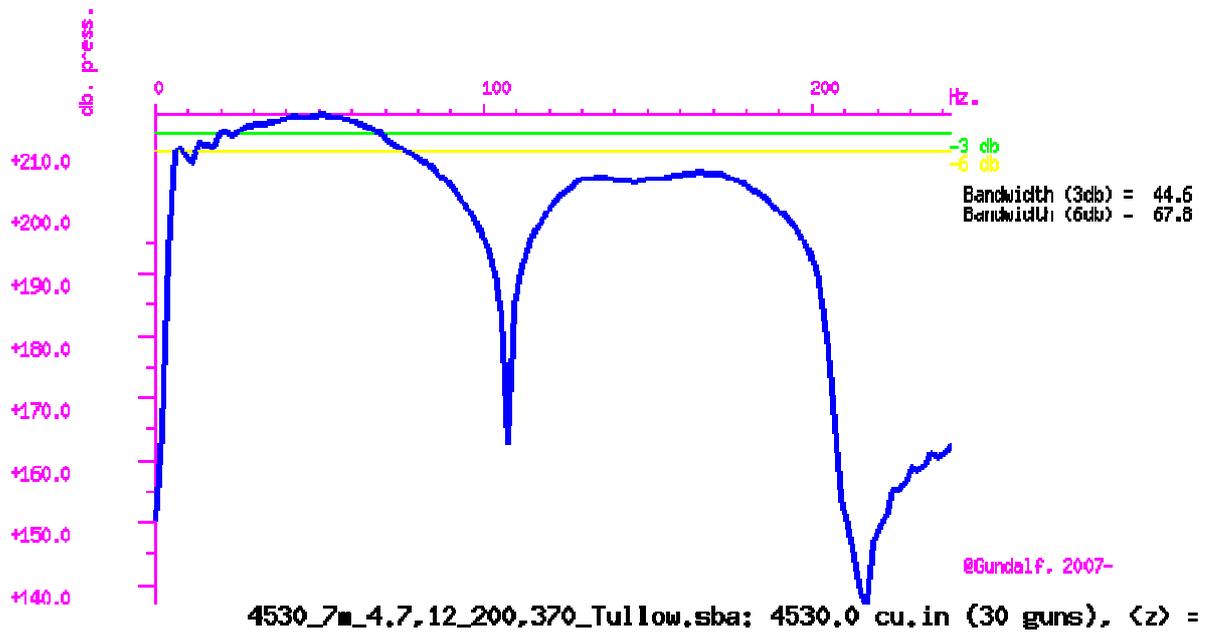


Figura 4.9 – Spettro di emissione dell’array di 30 air gun - Particolare dell’ampiezza dello spettro

4.4 Direttività delle catenarie – Array con 30 guns

La figura seguente mostra la direttività della catenaria, ossia la direzione preferenziale verso la quale viene emessa la maggiore quantità di energia per la configurazione degli array che verrà utilizzata nel Permesso meridionale. La direttività indicata nelle due componenti ortogonali, direzione della nave e quella ad essa perpendicolare, (inline e crossline) e nella forma azimutale.

La simulazione modellistica della direttività dell'energia immessa è compiuta al fine di verificare che il sistema di array progettato assicura la massima riduzione del disturbo e la non dispersione dell'energia generata, poichè l'obiettivo è quello di concentrare l'energia immessa dallo scoppio verso il basso, in direzione del fondo del mare.

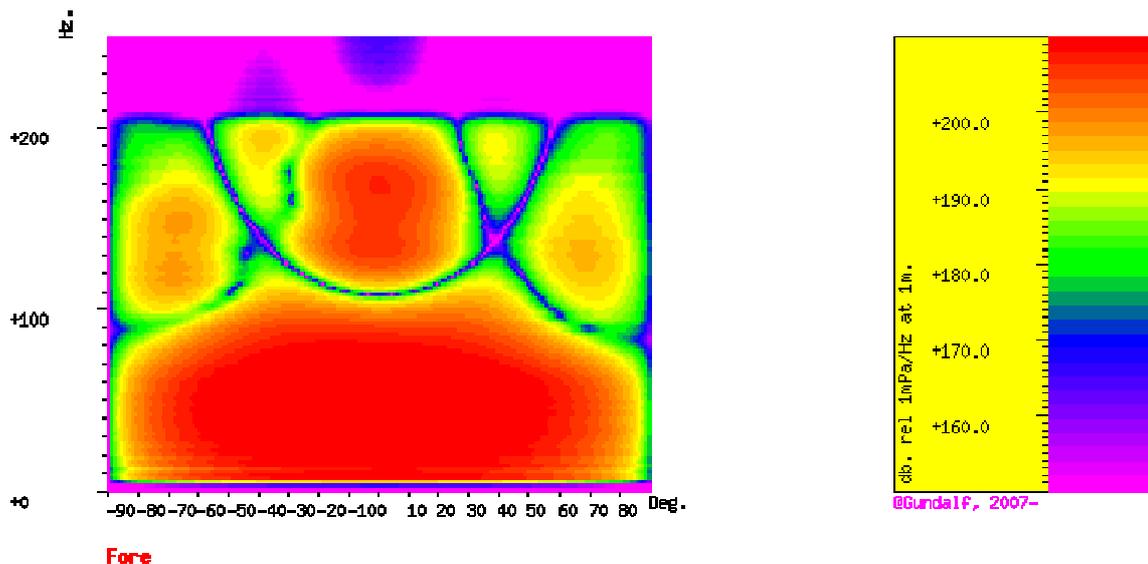


Figura 4.10 –Direzione preferenziale dell'energia immessa: Componente lungo l'asse della nave

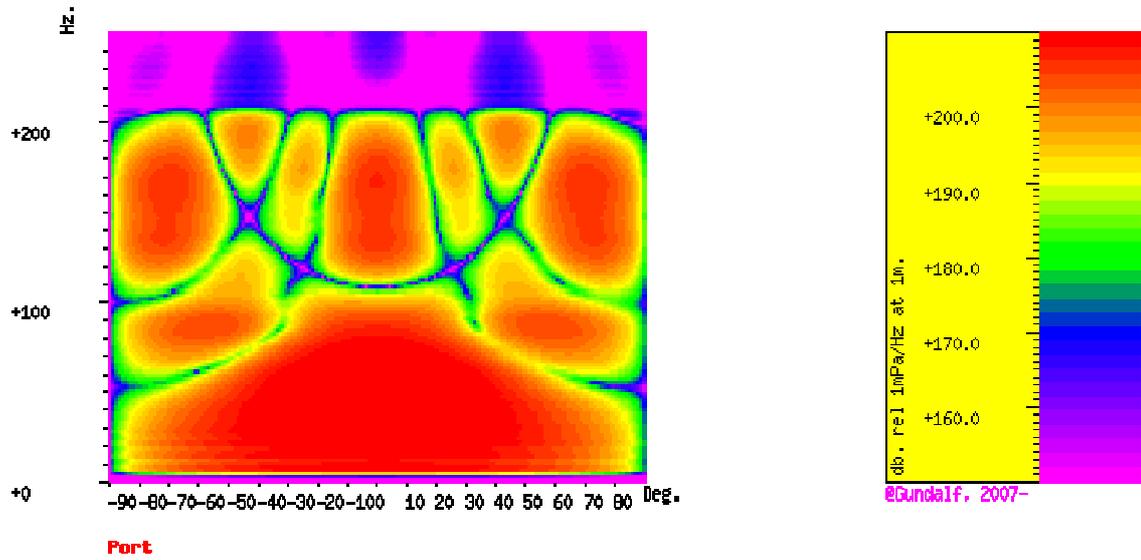


Figura 4.11 – Direzione preferenziale dell’energia immessa - Componente in direzione perpendicolare all’asse della nave

5. Cronoprogramma delle attività

Il cronoprogramma per la registrazione della campagna sismica è stato definito in maniera da minimizzare la durata delle operazioni senza pregiudicare gli aspetti di sicurezza e tutela dei tecnici e del personale di bordo della nave.

Il programma prevede l'impiego preferenziale del Porto di Brindisi per le operazioni di appoggio, cambio equipaggio e rifornimenti della nave. Tuttavia, se le condizioni logistiche lo richiederanno, è previsto in alternativa l'utilizzo del porto di Ancona.

Le attività saranno inizialmente condotte sul Permesso di Prospezione meridionale d 1 F.P-.SP dove si prevede che le operazioni di registrazione dei dati durino complessivamente 46 giorni.

Quindi le operazioni di registrazione saranno condotte nel Permesso di Prospezione settentrionale, d 1 B.P-.SP dove è previsto che queste si protrarranno per un tempo stimato di 56 giorni. Per un totale di giorni effettivi di registrazione dati pari a 102 giorni.

Oltre i tempi previsti per la vera e propria registrazione dei dati sismici, la stima di 102 giorni tiene conto dei tempi complessivamente previsti per l'esecuzione delle prove, la messa a mare e il recupero della strumentazione, i tempi per l'effettuazione delle curve tra la registrazione di due profili consecutivi e dei tempi per l'adozione delle misure di mitigazione previste (vedi il Quadro di riferimento Progettuale) ai fini della riduzione degli effetti ambientali.

Inoltre, i tempi previsti tengono conto di eventuali brevi fermate delle operazioni per avverse condizioni meteorologiche.

Il dettaglio del cronoprogramma è riportato nella tabella seguente.

Tabella 5.1.: Cronoprogramma delle operazioni

Attività	Durata (giorni)	MESE 1							MESE 2							MESE 3							MESE 4																				
Arrivo al porto di Brindisi	0																																										
Cambio equipaggio, rifornimenti, etc.	5	█																																									
Acquisizione dati su Permesso di Prospezione d 1 F.P.-SP		█							█																																		
Acquisizione dati su d 1 F.P.-SP - Prima fase	26	▨																																									
Cambio equipaggio e rifornimenti	5																																										
Acquisizione dati su "d 1 F.P.-SP" - Seconda fase	20																																										
Cambio equipaggio e rifornimenti	6																																										
Acquisizione dati su Permesso di Prospezione d 1 B.P.-SP																																											
Acquisizione dati su d 1 B.P.-SP - Prima fase	28																																										
Cambio equipaggio e rifornimenti	5																																										
Acquisizione dati su d 1 B.P.-SP - Seconda fase	28																																										
Conclusione rilievo e smobilizzazione	4																																										