ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE "3D"
ÁREAS AUS_105, AUS_106 Y MLO_121, ARGENTINA

CAPÍTULO 4 - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

DICIEMBRE DE 2021

ÍNDICE

1 UBICACIÓN DEL PROYECTO 5

2 MEMORIA DESCRIPTIVA 12

2.1 TECNOLOGÍA DE LA SÍSMICA 12

2.2 EQUIPAMIENTO DE EMISIÓN SONORA A SER EMPLEADO 17

2.3 BUQUE SÍSMICO Y EMBARCACIONES DE APOYO 20

2.3.1 Buque sísmico 20

2.3.2 Embarcaciones de apoyo 22

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL RELEVAMIENTO 24

2.5 MOVILIZACIÓN Y LOGÍSTICA 26

2.6 PERSONAL 27

2.7 CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO 28

2.8 EFLUENTES, RESIDUOS, EMISIONES 28

2.8.1 Efluentes 28

2.8.2 Residuos 29

2.8.3 Emisiones gaseosas 30

2.9 RUIDOS 31

2.9.1 Emisión sonora aérea 31

2.9.2 Emisión sonora submarina por las fuentes de aire comprimido de un buque sísmico 32

2.9.3 Emisión sonora submarina por las fuentes de energía de aire comprimido 44

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

2.10 MONITOREO ACÚSTICO PASIVO 59

2.11 PREPARACIÓN ANTE CONTINGENCIAS 60

2.11.1 Procedimiento general 60

2.11.2 Equipamiento de seguridad 60

3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 61

4 BIBLIOGRAFÍA 63

ANEXO I – COMUNICACIONES CON LOS OPERADORES DE LAS LICENCIAS LINDERAS65

I.A) INFORMACIÓN DE LAS OPERACIONES DE EQUINOR ENVIADA A TULLOW OIL PLC E IEASA65

I.B) SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN TOTAL AUSTRAL 69

I.C) AUTORIZACIÓN TOTAL AUSTRAL 74

ANEXO II – ESPECIFICACIONES BUQUE BGP PROSPECTOR 75

ANEXO III – ESPECIFICACIONES BUQUE CANDELA S 76

ANEXO IV - ESPECIFICACIONES BUQUE GEO SERVICE I 77

ANEXO V – ESPECIFICACIONES TOWED PAM SYSTEM 79

ANEXO VI – ESPECIFICACIONES FUENTE DE EMISIÓN BOLT TELEDYNE 80

ANEXO VII – ESPECIFICACIONES FUENTE DE EMISIÓN G-GUN DE SERCEL 81

ANEXO VIII – MAPA DE TRAYECTORIA DE NAVEGACIÓN 87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del área de concesión AUS_105 6
Tabla 2. Coordenadas del área de concesión AUS_106 7
Tabla 3. Coordenadas del área de concesión MLO_121 9
Tabla 4. Coordenadas del Área de Adquisición. 9
Tabla 5. Condiciones del equipamiento. 18
Tabla 6. Información sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales 29
Tabla 7. Estimación de la generación de residuos por buque/día 30
Tabla 8. Características del arreglo de fuentes de energía de aire comprimido 44
Tabla 9. SEL (dB re 1 µPa^2 s a 1 m) total emitido para diferentes ángulos respecto a la vertical y Azimut respecto a la dirección de avance 48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Área de Adquisición, Área de Maniobras y Área de Actividad. 6
Figura 2. Concesiones de explotación lindantes a los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía. 10
Figura 3. Bloques linderos al área MLO_121 concesionadas en el Concurso Público Internacional

Costa Afuera N° 1. 11
Figura 4. Esquema y fotografía de un buque sísmico, las fuentes de emisión, el cable sísmico (*streamers*) y la boya de cola. 13
Figura 5. Esquema típico de una fuente de energía de aire comprimido. 15
Figura 6. *Streamer*. 15
Figura 7. Esquema de una prospección sísmica 3D. 16
Figura 8. Esquema de disposición de las fuentes de energía de aire comprimido y cables sísmicos (*streamers*). 17
Figura 9. Arreglo emisor de fuentes de energía de aire comprimido. 18
Figura 10. Buque Sísmico – BGP Prospector. 21
Figura 11. Buque de apoyo – Candela S. Fuente: https://www.marinetraffic.com/es/photos/picture/ships/2613216/7509495/shipid:12083 23
Figura 12. Buque de apoyo - Geo Service I. 24
Figura 13. Trayectoria de navegación 25
Figura 14. Distancia entre líneas sucesivas 25
Figura 15. Ruta Puerto de Buenos Aires, ruta de movilización y desmovilización 27
Figura 16. Ruta Puerto Deseado, ruta “logística” 27
Figura 17. Firma de presiones de una fuentes de energía de aire comprimido en el campo cercano. 36
Figura 18. Firma de presiones de una fuentes de energía de aire comprimido en el campo lejano. 36
Figura 19. Secuencia típica de presiones de energía de aire comprimido (Nedwell J. et al., 1999). 37
Figura 20. Interferencia destructiva de presiones fantasmas en un arreglo (Gisiner, 2016). 38
Figura 21. Comparación de cómo se podrían calcular los niveles de sonido recibidos de una matriz de fuentes en un punto 10 m por debajo de la matriz utilizando la definición de la firma de campo lejano (izquierda- linea negra) frente a lo que realmente se registraría (derecha – línea roja). Adaptada de Long (2019) 39
Figura 22. Presiones sonoras transmitidas por un arreglo con SPLpeak = 260 dB re 1 µPa-m (Gisiner, 2016). 40
Figura 23. Espectro típico de ruido ambiente marino (Ainslie, 2010; adaptado de Wenz, 1962). 43
Figura 24. Firma acústica vertical del espectro del arreglo 45
Figura 25. Espectros 2D para diferentes Azimut respecto a la dirección de avance del relevamiento 46
Figura 26 Gráficos Polares de distribución angular de la energía sonora para frecuencias en octavas 46
Figura 27 Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 0º respecto a la dirección de avance del arreglo 47
Figura 28 Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 45º respecto a la dirección de avance del arreglo 47
Figura 29 Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 90º respecto a la dirección de avance del arreglo 47
Figura 30. Energía acumulada independiente del Azimut en dirección vertical (Dip 0) hasta 1 kHz. 50
Figura 31. Energía acumulada independiente del Azimut en dirección vertical (Dip 0) hasta 300 Hz 50
Figura 32. Energía acumulada en Azimut 0º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 70º (20º desde la horizontal) 51
Figura 33. Energía acumulada en Azimut 45º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 70º (20º desde la horizontal) 51
Figura 34. Energía acumulada en Azimut 90º (dirección perpendicular al avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 70º (20º desde la horizontal) 52

Figura 35. Energía acumulada en Azimut 0º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 80º (10º desde la horizontal) 52
Figura 36. Energía acumulada en Azimut 45º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 80º (10º desde la horizontal) 53
Figura 37. Energía acumulada en Azimut 90º (dirección perpendicular al avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 80º (10º desde la horizontal) 53
Figura 38. Energía acumulada en Azimut 0º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 85º (5º desde la horizontal) 54
Figura 39. Energía acumulada en Azimut 45º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 85º (5º desde la horizontal) 54
Figura 40. Energía acumulada en Azimut 90º (dirección perpendicular al avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 85º (5º desde la horizontal) 55
Figura 41. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 0º (dirección de avance) 56
Figura 42. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 45º (transversal al avance) 57
Figura 43. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 90º (perpendicular al avance) 58

CAPÍTULO 4 – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo describe los aspectos claves del proyecto. El propósito principal del mismo es proveer la información suficiente sobre el proyecto que luego sirva de insumo para la descripción y la caracterización del ambiente receptor, así como también para la evaluación ambiental que se lleva a cabo posteriormente.

1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto implica un Registro Sísmico 3D costa afuera de la República Argentina, más específicamente en las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121, ubicados en la Cuenca Austral (AUS) y Malvinas Oeste (MLO) de la Plataforma Continental Argentina.

El registro sísmico abarcará unos 7.739,8 km^2 de sísmica para el área AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (polígono azul en la Figura 1). El proyecto se encuentra ubicado a aproximadamente 30 km costa afuera del área costera más próxima en la provincia de Tierra del Fuego.

En la Figura 1 se presenta el Área de Adquisición de datos sísmicos definida en los términos de la Res. MAyDS 201/2021 como el *"área en la cual está autorizada la ejecución del proyecto de prospección sísmica. En esta área se realizan los disparos de los cañones de aire a potencia plena, y se incluyen en ella las áreas necesarias para el run in y run out".* La misma abarca una superficie de 11.744 km^2.

Circundante al Área de Adquisición se considera un Área de Maniobras *"en la que son efectuadas las maniobras de giro para cambiar la línea de adquisición"*. La distancia entre el Área de Adquisición y el Área de Maniobras es como máximo de 7 km. El área resultante de la suma del Área de Adquisición y el Área de Maniobra se denomina Área de Actividad. Ésta abarca unos 13.215 km^2 y se encuentra en su totalidad por fuera del mar territorial (más allá del límite de las 12 millas marinas). Cabe destacar que, excepto que ocurra un evento contingente o emergencia, no se planifica que el buque ingrese o tenga actividad dentro de las 12 millas marinas y por supuesto, la fuente nunca estará activada fuera del Área de Actividad y por ende tampoco lo estará dentro de las 12 millas marinas.

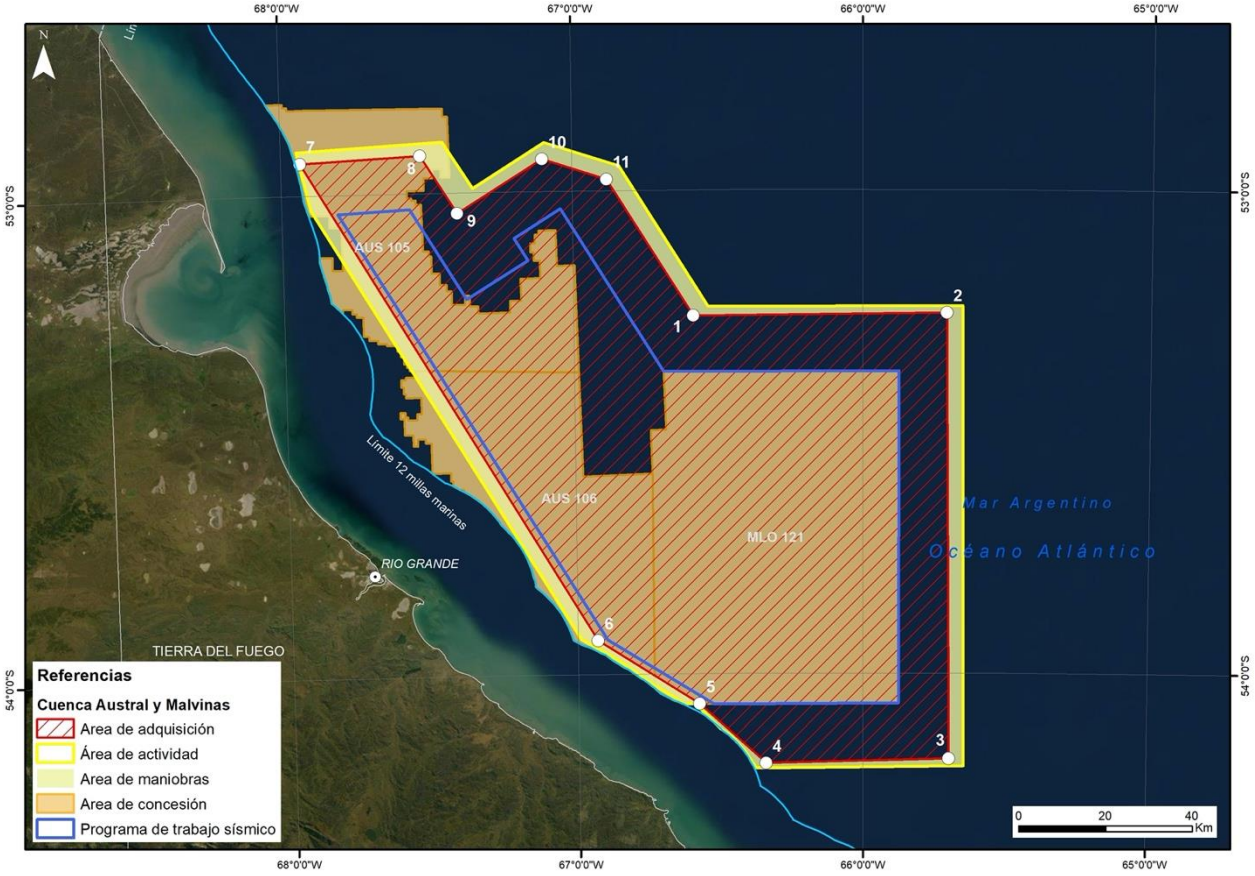


Figura 1. Ubicación geográfica del Área de Adquisición, Área de Maniobras y Área de Actividad.

A continuación se detallan las coordenadas que definen las Áreas de concesión (Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3) y el Área de Adquisición (Tabla 4):

Tabla 1. Coordenadas del área de concesión AUS_105

Esquinero	Área de concesión AUS_105* Superficie aprox. 2129,88 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
1	-67,44249839730	-52,82460000100
2	-67,44188214350	-52,84182146400
3	-67,42556353510	-52,84160613790
4	-67,42099655450	-52,96736199480
5	-67,45075287760	-52,96775360060
6	-67,45139500530	-52,94978837880
7	-67,48113968810	-52,95017237920
8	-67,48050973660	-52,96813775810
9	-67,51026741600	-52,96851447090
10	-67,50940183340	-52,99366637120
11	-67,56895355470	-52,99439820670
12	-67,56844824590	-53,00966934790
13	-67,55355478480	-53,00948910710
14	-67,55340457580	-53,01398058230
15	-67,53850973270	-53,01379835750
16	-67,53820610270	-53,02278123790
17	-67,52032879120	-53,02256014250
18	-67,51699890110	-53,11957334580
19	-67,49758854140	-53,11932985340
20	-67,49721252870	-53,13010891630
21	-67,48974521300	-53,13001442080
22	-67,48849949970	-53,16549513830
23	-67,46159536390	-53,16515063650
24	-67,46071104380	-53,18985201840
25	-67,43827863250	-53,18956003440

Esquinero	Área de concesión AUS_105* Superficie aprox. 2129,88 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
26	-67,43778878270	-53,20303323660
27	-67,42133333300	-53,20281632450
28	-67,42027583710	-53,23155900690
29	-67,37536856220	-53,23095507770
30	-67,37604838470	-53,21299139990
31	-67,35958962100	-53,21276584340
32	-67,35873112040	-53,23522036020
33	-67,33028800480	-53,23482524490
34	-67,32969345390	-53,25009395400
35	-67,21888230890	-53,24848953530
36	-67,21985179380	-53,22513859370
37	-67,18094181890	-53,22455093410
38	-67,18284303950	-53,17964602770
39	-67,11407770010	-53,17857677950
40	-67,11565210690	-53,14265397690
41	-67,13506918480	-53,14295982010
42	-67,13584704110	-53,12499808150
43	-67,14629818390	-53,12516130120
44	-67,14707085510	-53,10719948410
45	-67,13065451230	-53,10694275100
46	-67,13143333990	-53,08898095070
47	-67,11800756080	-53,08876935060
48	-67,11836020690	-53,08068658070
49	-67,05870346630	-53,07972792420
50	-67,05534154460	-53,15426586610

Esquinero	Área de concesión AUS_105* Superficie aprox. 2129,88 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
51	-67,03143848920	-53,15387304870
52	-67,00156046180	-53,15337528420
53	-66,99553129390	-53,15327392870
54	-66,98511879070	-53,37519699610
55	-67,55051175410	-53,36620974400
56	-67,57153637390	-53,36646324060
57	-67,57176171570	-53,35972637370
58	-67,58077094390	-53,35983385560
59	-67,58102460970	-53,35219878980
60	-67,59003228670	-53,35230556230
61	-67,59053606110	-53,33703516010
62	-67,60104133820	-53,33715880060
63	-67,60142340060	-53,32548135320
64	-67,61192588820	-53,32560401710
65	-67,61233395390	-53,31302831070
66	-67,64833248350	-53,31344166770
67	-67,64847437200	-53,30895023770
68	-67,67847051820	-53,30928643950
69	-67,67869242750	-53,30210005640
70	-67,70868428570	-53,30242863350
71	-67,70895524950	-53,29344553480
72	-67,72694687270	-53,29363894540
73	-67,72814760400	-53,25321462930
74	-67,74986726750	-53,25344437730
75	-67,75007676420	-53,24625772540
76	-67,76430466580	-53,24640606640
77	-67,76458930180	-53,23652435190
78	-67,79753101710	-53,23686132960
79	-67,79729569340	-53,24525521650
80	-67,80438848790	-53,24049004560
81	-67,81426995590	-53,23510069160
82	-67,81651574400	-53,23402273960
83	-67,81707938720	-53,23359999860
84	-67,82010900500	-53,23132773860
85	-67,82100732000	-53,23051920560
86	-67,82684637010	-53,22728491860
87	-67,83223626190	-53,22458949160
88	-67,83582952290	-53,22324171460
89	-67,83807531110	-53,21515415560
90	-67,84121941400	-53,20517738660
91	-67,84705846410	-53,19573775360
92	-67,85020256700	-53,18764497660
93	-67,85155004010	-53,18494704360
94	-67,85244835500	-53,18278857360
95	-67,85469414390	-53,17820146360
96	-67,86008403500	-53,16686649060
97	-67,86143150800	-53,16281755660
98	-67,86232982390	-53,16146782660
99	-67,86906718800	-53,14661798160
100	-67,87131297600	-53,14202698560

Esquinero	Área de concesión AUS_105* Superficie aprox. 2129,88 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
101	-67,87266044890	-53,13932616960
102	-67,87266044900	-53,13581485260
103	-67,87331597370	-53,12852108080
104	-67,82987383100	-53,12810197070
105	-67,82914054870	-53,15595746750
106	-67,79413613630	-53,15552055940
107	-67,79660540950	-53,06718567750
108	-67,83682840840	-53,06758578150
109	-67,83755125890	-53,04143014870
110	-67,90725245060	-53,04212429830
111	-67,90814390290	-53,04035883860
112	-67,91173716400	-53,03359042860
113	-67,91263547900	-53,03169508260
114	-67,91488126800	-53,02763334460
115	-67,92072031710	-53,01761274860
116	-67,92161863210	-53,01490407760
117	-67,92386442000	-53,01002803960
118	-67,92386442000	-53,00731889060
119	-67,92611020910	-52,99864846560
120	-67,92745768200	-52,99458360060
121	-67,92970346990	-52,98645271860
122	-67,93284757290	-52,97642251160
123	-67,93644083400	-52,96774585060
124	-67,94183072600	-52,95147239460
125	-67,94497482990	-52,94333335760
126	-67,94632230300	-52,94143402760
127	-67,94946640610	-52,93383587060
128	-67,95395798300	-52,92433628760
129	-67,95755124390	-52,91646361760
130	-67,96069534700	-52,91021875360
131	-67,96428860800	-52,90207191860
132	-67,96967850000	-52,89283697750
133	-67,97641586510	-52,88332835550
134	-67,98315322900	-52,87381763760
135	-67,99078890900	-52,86512028860
136	-67,99887374700	-52,85614931260
137	-68,00426363790	-52,85016762760
138	-68,00785690000	-52,84608872960
139	-68,01684005200	-52,83738579560
140	-68,02537404800	-52,82922520260
141	-68,03570467300	-52,82160725860
142	-68,03795046190	-52,81970256360
143	-68,04109456490	-52,81562079060
144	-68,04670449330	-52,80957815140
145	-67,99029865360	-52,80911167270
146	-67,99011125060	-52,81719792250
147	-67,97528131790	-52,81707072320
148	-67,97513335760	-52,82335999180
149	-67,92025567120	-52,82287337930
150	-67,44249839730	-52,82460000100

Tabla 2. Coordenadas del área de concesión AUS_106

Esquinero	Área de concesión AUS_106* Superficie aprox. 2160,01 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
1	-66,98511879070	-53,37519699610
2	-66,97488432540	-53,59048272720
3	-66,73259396130	-53,58613468080
4	-66,73259999990	-54,02961859320
5	-66,73314751110	-54,02929627360
6	-66,74662224110	-54,02347827660
7	-66,76009697000	-54,01739495060
8	-66,77312254200	-54,01210437560
9	-66,78345316700	-54,00840057060
10	-66,79692789710	-54,00231502960
11	-66,81130094100	-53,99649324060
12	-66,82477566990	-53,99040595060
13	-66,84049618800	-53,98590607460

Esquinero	Área de concesión AUS_106* Superficie aprox. 2160,01 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
14	-66,84723355200	-53,98378831660
15	-66,86699648900	-53,97611053760
16	-66,87732711400	-53,97213871460
17	-66,89170015890	-53,96604784760
18	-66,90517488810	-53,96022096360
19	-66,92089540610	-53,95571781160
20	-66,93526845000	-53,95094923460
21	-66,95098896790	-53,94644507660
22	-66,96670948500	-53,94300038960
23	-66,98018421500	-53,94035043660
24	-66,98871821000	-53,93770031460
25	-66,99320978600	-53,93637518960
26	-67,00803198800	-53,93186945060

Esquinero	Área de concesión AUS_106* Superficie aprox. 2160,01 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
27	-67,01342188000	-53,93001400360
28	-67,01566766800	-53,92921878660
29	-67,01926092890	-53,92259138860
30	-67,02150671800	-53,91940986160
31	-67,02689660910	-53,91012901660
32	-67,03363397390	-53,90084609960
33	-67,04037133900	-53,89156110960
34	-67,04800701790	-53,88307016160
35	-67,05699017090	-53,87457748160
36	-67,06732079700	-53,86581758960
37	-67,07720226490	-53,85785245160
38	-67,08708373300	-53,85015137060
39	-67,09966014700	-53,84271449260
40	-67,11178740390	-53,83554196060
41	-67,12391466010	-53,82889962660
42	-67,13738938900	-53,82225623460
43	-67,13963517710	-53,82092742860
44	-67,14547422700	-53,81773812260
45	-67,14547422700	-53,81640917360
46	-67,14547422700	-53,81508018160
47	-67,14861833000	-53,80497846060
48	-67,15221159100	-53,79992668260
49	-67,15445738010	-53,79646985060
50	-67,15670316800	-53,78928936160
51	-67,16209306000	-53,77918139660
52	-67,16748295100	-53,77013535360
53	-67,17422031600	-53,76082120460
54	-67,18095768100	-53,75150497960
55	-67,18904251800	-53,74298547160
56	-67,19802567100	-53,73419791060
57	-67,20790713900	-53,72567487660
58	-67,21778860700	-53,71768295560
59	-67,22811923310	-53,70968950760
60	-67,23485659800	-53,70569221160
61	-67,24159396200	-53,70169453460
62	-67,25237374600	-53,69449775360
63	-67,25489726720	-53,69299999860
64	-67,25911111010	-53,69049900760
65	-67,26270437100	-53,68863279560
66	-67,27168752400	-53,68063380260
67	-67,28291646490	-53,67209986160
68	-67,29279793300	-53,66463123760
69	-67,30402687390	-53,65742808960
70	-67,31615413110	-53,64995685360
71	-67,32962886000	-53,64355187760

Esquinero	Área de concesión AUS_106* Superficie aprox. 2160,01 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
72	-67,33548029660	-53,64033260930
73	-67,33548638630	-53,64017799040
74	-67,33575452420	-53,64018171900
75	-67,34175611600	-53,63687898760
76	-67,35657831900	-53,63073899260
77	-67,37005304800	-53,62539913660
78	-67,39074548150	-53,61856752260
79	-67,39092003780	-53,61397833780
80	-67,40469706300	-53,61416280680
81	-67,41766375790	-53,60964260560
82	-67,42746770750	-53,60646258030
83	-67,42783787160	-53,59649733950
84	-67,43538697430	-53,59659630420
85	-67,43605061520	-53,57863312100
86	-67,49943780490	-53,57944518590
87	-67,50166073420	-53,51657180670
88	-67,52125220510	-53,51681586090
89	-67,52156492180	-53,50783379750
90	-67,54793293670	-53,50815703740
91	-67,54744142650	-53,52252850040
92	-67,56326782990	-53,52271975310
93	-67,56408190710	-53,49864745410
94	-67,59270440480	-53,49898790940
95	-67,59380998040	-53,46557349820
96	-67,60660491830	-53,46572340700
97	-67,60703134420	-53,45269881150
98	-67,58972586680	-53,45249576260
99	-67,58941327610	-53,46192729990
100	-67,58038241560	-53,46182033000
101	-67,58017259290	-53,46810789820
102	-67,54856052390	-53,46772804510
103	-67,54895880460	-53,45605112090
104	-67,53240485210	-53,45584889830
105	-67,53358085980	-53,42171654890
106	-67,58621104920	-53,42235123930
107	-67,58649410770	-53,41381798920
108	-67,59401136400	-53,41390673900
109	-67,59447043830	-53,39998384780
110	-67,60198528190	-53,40007208010
111	-67,60248565540	-53,38480172280
112	-67,58595896450	-53,38460709530
113	-67,58610778410	-53,38011583730
114	-67,55005416620	-53,37968332910
115	-67,55051175410	-53,36620974400
116	-66,98511879070	-53,37519699610

Tabla 3. Coordenadas del área de concesión MLO_121

Esquinero	Área de concesión MLO_121* Superficie aprox. 4283,96 km² (WGS 1984)	
	Longitud	Latitud
1	-66,69120000000	-53,37489999860
2	-65,87500000000	-53,37499999860
3	-65,87500000000	-54,06249999860
4	-66,63528352550	-54,06249999860
5	-66,64601092900	-54,05969522460
6	-66,65589239700	-54,05758123760
7	-66,66487555000	-54,05573141060
8	-66,66712133800	-54,05493860260
9	-66,68149438290	-54,05044573460
10	-66,69721490000	-54,04568804860
11	-66,71293541690	-54,04119417560
12	-66,72416435890	-54,03458465260
13	-66,73259999990	-54,02961859320
14	-66,73259399710	-53,58613468250
15	-66,73739075410	-53,49631890580
16	-66,68467964920	-53,49530900400
17	-66,69120000000	-53,37489999860

Tabla 4. Coordenadas del Área de Adquisición.

Esquinero	Área de Adquisición Superficie: 11.744 km² (WGS 1984)	
	Latitude	Longitud
1	-53,25943964180	-66,58636735450
2	-53,25448996610	-65,70888458370
3	-54,17675213050	-65,69685142460
4	-54,18557235610	-66,34108120400
5	-54,06217809360	-66,57481259740
6	-53,93026975510	-66,93011128720
7	-52,93314815380	-67,93368539930
8	-52,92202346100	-67,52161623990
9	-53,04201327110	-67,39701405820
10	-52,93294962540	-67,10194575700
11	-52,97602657390	-66,88190296550

Como se puede observar en la Figura 2 el Área de Actividad excede los bloques o áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121 licenciados a EQUINOR.

Sólo se adquirirán datos sobre porciones menores en las áreas de las licencias Cuenca Marina Austral 1 (CAU) y Carina Sudeste (CSES) de titularidad de TOTAL AUSTRAL S.A., PAN AMERICAN SUR S.A. y WINTERSHALL DEA ARGENTINA S.A; y Tauro-Sirius (TASI), de titularidad de TOTAL AUSTRAL S.A. WINTERSHALL DEA ARGENTINA S.A. y ENI ARGENTINA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN S.A., todas áreas operadas por TOTAL AUSTRAL S.A.

Esto es usual en las exploraciones sísmicas por varias razones:

1 – Debido a cómo se visualiza el subsuelo: cuando se adquieren los datos sísmicos, el subsuelo que se visualiza está situado a medio camino entre la fuente y el receptor (punto de reflexión). Esto significa que para obtener una imagen completa de los límites del bloque licenciado a EQUINOR, la fuente o receptor sísmico debe estar ubicada fuera del bloque para asegurar que el punto medio se encuentre dentro del bloque. Esta distancia aumenta con la profundidad del objetivo (debido a que se requieren *streamers* de mayor longitud) y la configuración espacial geológica de la formación que se va a registrar, lo que significa que el buque tiene que estar unos pocos kilómetros fuera de la licencia para poder registrar correctamente el objetivo dentro (o en el límite) del bloque.

2- Debido a cómo se adquiere una prospección sísmica: una prospección sísmica se hace con un número de líneas sísmicas paralelas, que serán adquiridas por el buque sísmico. Dada la morfología de la zona autorizada a EQUINOR, la batimetría y las condiciones oceanográficas/corrientes, es recomendable adquirir líneas sísmicas continuas de orientación NO-SE, comenzando en AUS_105 y terminando en MLO_121. Estas líneas atraviesan la zona no licenciada entre AUS_105 y MLO_121. Adquirir estas líneas de forma continua se justifica en varias razones:

- Visualizar el borde de los bloques licenciados a EQUINOR, como se explica en el punto 1)
- Interrumpir las líneas implicaría un tiempo de inactividad adicional para el registro, lo que resultará en una duración más prolongada y una mayor exposición
- Con respecto a los mamíferos marinos siempre es mejor realizar líneas continuas largas que series de líneas cortas, ya que estas últimas aumentan el riesgo de que los mamíferos se acerquen al buque sísmico entre líneas cuando la fuente no se dispara.

Además de lo antedicho, la prospección del subsuelo cartografiada con los datos 2D existentes y que sirvió de base para la decisión de EQUINOR de licitar las tres licencias (AUS_105, AUS_106 y MLO_121) no se interrumpe en los límites de la licencia, sino que se extiende a ambos lados de los límites de la licencia. A fin de evaluar adecuadamente el potencial del subsuelo y permitir una base de decisión óptima para definir a futuro si perforar o no, es necesario cubrir el área con la mayor cantidad posible de líneas sísmica 3D.

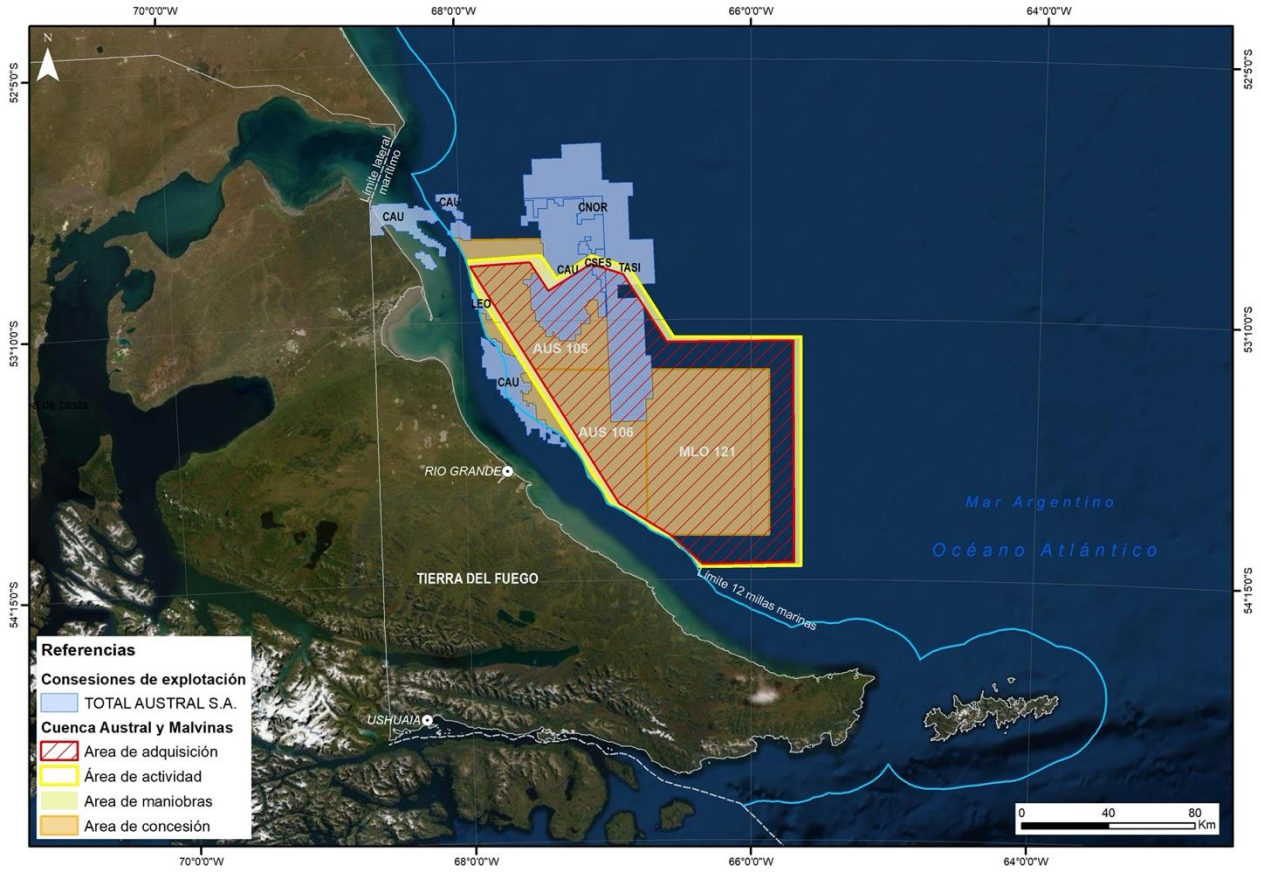


Figura 2. Concesiones de explotación lindantes a los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía[1].

Dentro del Área de Actividad, además de las áreas CAU, CSES y TASI antes mencionadas, se encuentra la concesión de explotación LEO de titularidad de TOTAL AUSTRAL S.A., PAN

[1] https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/hidrocarburos/mapas-del-sector-de-hidrocarburos

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

AMERICAN SUR S.A. y WINTERSHALL DEA ARGENTINA S.A., operada también por TOTAL AUSTRAL S.A. A su vez, el Área de Actividad abarca los bloques que colindan con el bloque MLO_121 que fueron licitados como parte del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1: al norte los bloques MLO_115 y MLO_116, al este el bloque MLO_122, y al sur el bloque MLO_126 (Figura 3). De acuerdo a la Resolución 276/2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, la licitación del bloque MLO_126 se declaró desierta dado que no se recibieron ofertas para dicha área, mientras que el área MLO_122 fue adjudicada a la empresa TULLOW OIL PLC (quien cuenta con permiso de exploración expedido en octubre de 2019 por Resolución 598/2019). Por su parte, el Decreto 389/2021 de junio de 2021 otorgó a INTEGRACIÓN ENERGÉTICA ARGENTINA S.A. (IEASA) permisos exploratorios sobre los bloques MLO_115 y MLO_116. En estas licencias las operaciones se limitarán a las maniobras o giros del buque sísmico y la adquisición de datos para visualizar el borde de los bloques licenciados a EQUINOR (siempre dentro de los límites del Área de Adquisición).

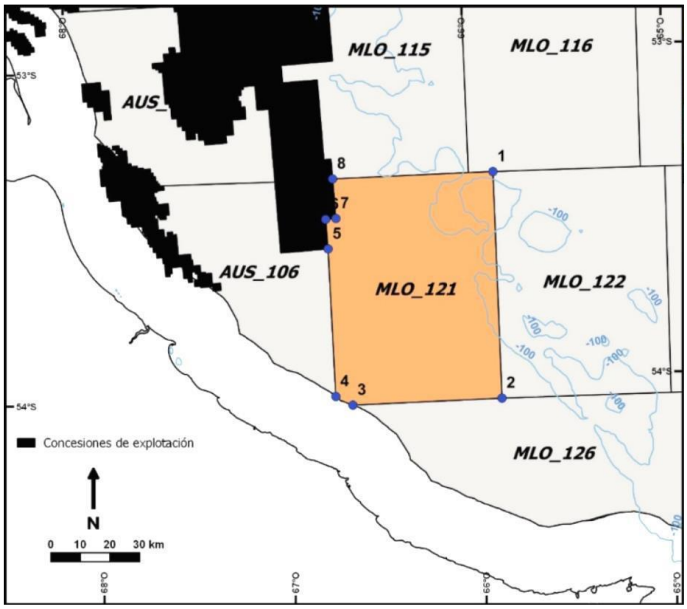


Figura 3. Bloques linderos al área MLO_121 concesionadas en el Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1.

EQUINOR ha entablado diálogo con los operadores / concesionarios de las licencias vecinas (afectadas tanto por la adquisición sísmica de EQUINOR, como por las maniobras del buque sísmico, para efectuar giros, etc.) a fin de solicitar su permiso para tales operaciones. En el Anexo I figuran copias de las comunicaciones cursadas con TULLOW OIL PLC e INTEGRACIÓN ENERGÉTICA ARGENTINA S.A. (IEASA) y la autorización expedida por TOTAL AUSTRAL S.A.

2 MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 TECNOLOGÍA DE LA SÍSMICA

El objetivo de este punto es definir aquellos aspectos de la técnica que puedan generar interacciones con el medio que potencialmente deriven en impactos ambientales.

Fuente sísmica

Una fuente sísmica se define como un dispositivo que inyecta energía en el medio bajo la forma de ondas sísmicas. La fuente de energía de aire comprimido es la más comúnmente utilizada en exploraciones marinas, la cual desde los años 70 ha resultado el sistema más empleado en la industria.

La fuente de energía de aire comprimido es una cámara de aire comprimido que es descargado rápidamente en el agua para crear un pulso acústico. Es la fuente de sonido más utilizada dado que los pulsos son predecibles, repetibles y controlables, y usan aire comprimido el cual es económico y fácilmente disponible, además de tener sólo un bajo impacto sobre la vida marina.

El volumen de aire en la fuente de energía de aire comprimido se mide normalmente en pulgadas cúbicas (cu. in)[2], y varía típicamente entre 20 y 800 cu.in – 0,33 a 13,1 litros (Landrø M. and Amundsen L., 2010).

Arreglos de emisión y recepción

Se denomina arreglo a una configuración geométrica de transductores (fuentes o receptores) usados para generar o para registrar un campo físico, que en el presente caso es un campo acústico. Un arreglo geométrico de fuentes sísmicas es un grupo de fuentes de emisión sonora, cada una activada en una cierta secuencia fija a tiempo o de los receptores (un grupo de hidrófonos en un cable sísmico o "*streamer*").

Un arreglo emisor consiste en 3 a 6 sub-arreglos, cada uno de los cuales suele contener de 6 a 8 fuentes de energía de aire comprimido, involucrando entonces normalmente entre 18 y 48 fuentes de energía de aire comprimido, si bien en casos especiales pueden disponerse más de los mismos.

Las fuentes de energía de aire comprimido flotan en el mar entre 3 m y 10 m de profundidad (generalmente alrededor de 6 a 7 metros). Es común colocar 2 a 4 fuentes de energía de aire comprimidos en un "cluster" o grupo, colocándolos cerca entre sí para obtener una fuente de energía de aire comprimido equivalente de mayor tamaño más eficiente, mejorando las características de las señales dado que el movimiento de las burbujas de aire se reduce al interactuar las burbujas de aire de las diversas fuentes de energía de aire comprimido. La máxima presión es emitida verticalmente, mientras que los niveles emitidos horizontalmente son mucho más reducidos, como se verá más adelante.

Para la registración sísmica acuática las fuentes de energía de aire son remolcadas por una embarcación a lo largo de las líneas de prospección proyectadas.

[2] Una pulgada cúbica equivale a 0,0163871 litros

Página 12 de 88

Para calcular con precisión donde se localizan las características del sustrato, se utilizan posicionadores GPS que proveen la posición de la fuente y de cada grupo de hidrófonos que registran la señal reflejada.

En la Figura 4 las líneas en color blanco indican trayectorias posibles de las ondas acústicas saliendo del arreglo emisor, alcanzando el sustrato marino y reflejándose hasta alcanzar los sensores o hidrófonos ubicados en el cable sísmico[3]. La boya de cola ayuda a la tripulación a identificar el final del cable.

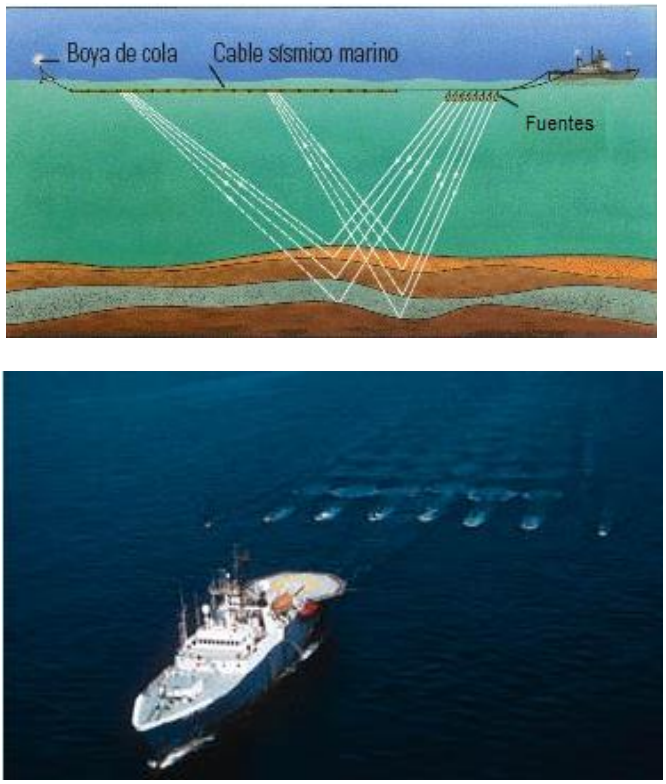


Figura 4. Esquema y fotografía de un buque sísmico, las fuentes de emisión, el cable sísmico (*streamers*) y la boya de cola.

A continuación, se analizan los aspectos más significativos relativos a la tecnología que pudieran generar impactos sobre el medio, en función de la caracterización de los factores ambientales más críticos de área de estudio.

Ondas P

El método sísmico a emplear en el medio acuático consiste en el estudio de la trayectoria de ondas compresionales, denominadas ondas P, las que al propagarse al interior de la tierra y al encontrar cambios en las propiedades físicas (distintos estratos geológicos, gas, petróleo, etc.) se refractan y reflejan hacia la superficie donde son captadas por sensores eléctricos. Dichas ondas son medidas por el tiempo en que tardan en llegar a la superficie, de lo que se infiere su posición en profundidad y su geometría. El producto final luego de ser amplificadas, filtradas, digitalizadas, y registradas es una “imagen” del subsuelo en 3 dimensiones.

[3] Fuente: https://www.glossary.oilfield.slb.com/Terms/s/seismic_acquisition.aspx

En geofísica, el término “acústica” se refiere específicamente al estudio de las ondas P.

Ondas S

Las ondas S en cambio son ondas volumétricas elásticas en la que las partículas oscilan en dirección perpendicular a la dirección en que se propaga la onda Las ondas S son generadas por la mayoría de las fuentes sísmicas terrestres, pero no por las fuentes de aire comprimido.

Las ondas P que chocan con una interfase con un ángulo de incidencia no normal pueden producir ondas S, que en ese caso se denominan ondas convertidas. Del mismo modo, las ondas S pueden ser convertidas en ondas P. Las ondas S, u ondas de corte, se propagan más lentamente que las ondas P y no pueden propagarse a través de los fluidos porque los fluidos no sustentan el esfuerzo cortante.

Duración del pulso y secuencia de emisión durante la adquisición sísmica

Durante la adquisición sísmica se generan ondas de presión acústica que penetran las capas interiores de la tierra. Estos son pulsos acústicos de muy corta duración, de algunos milésimos de segundo y nunca en la misma posición: se desplazan con la navegación.

El tiempo de elevación del pulso cerca de la fuente (de cero a máxima presión) varía entre 5 y 10 ms (milisegundos), y la mayor parte de la energía total es emitida en no más de 30 ms.

La emisión de energía se desplaza a intervalos constantes de distancia a medida que el buque avanza a una velocidad que normalmente se encuentra entre los 4 y 5 nudos (unos 2 a 2,5 m/s).

Durante una operación de sísmica submarina típica, las fuentes de energía de aire comprimido se ejecutan normalmente a intervalos del orden de aproximadamente 3 a 15 segundos, con emisiones de unas decenas de milisegundos (ms) (con un ciclo operativo de aproximadamente 0,3% del tiempo). Aunque los niveles de energía máximos pueden ser altos, la corta duración señalada implica que la energía total transmitida es relativamente baja.

Fuente de energía de aire comprimido

Una fuente de energía de aire comprimido consiste en un equipo que descarga aire a presión en el agua, conformado por una cámara de metal hueca que contiene aire comprimido, generado por compresores a bordo del buque sísmico, y forzado desde el mismo a la fuente a través de un tubo hueco flexible.

Al disparar, el aire a alta presión sale rápidamente al agua produciendo una burbuja. Para optimizar las características de frecuencia y amplitud de la señal emitida por la fuente y para minimizar otros efectos que oscurecen la señal, se emplean dos o más fuentes de energía de aire comprimido con diferentes volúmenes.

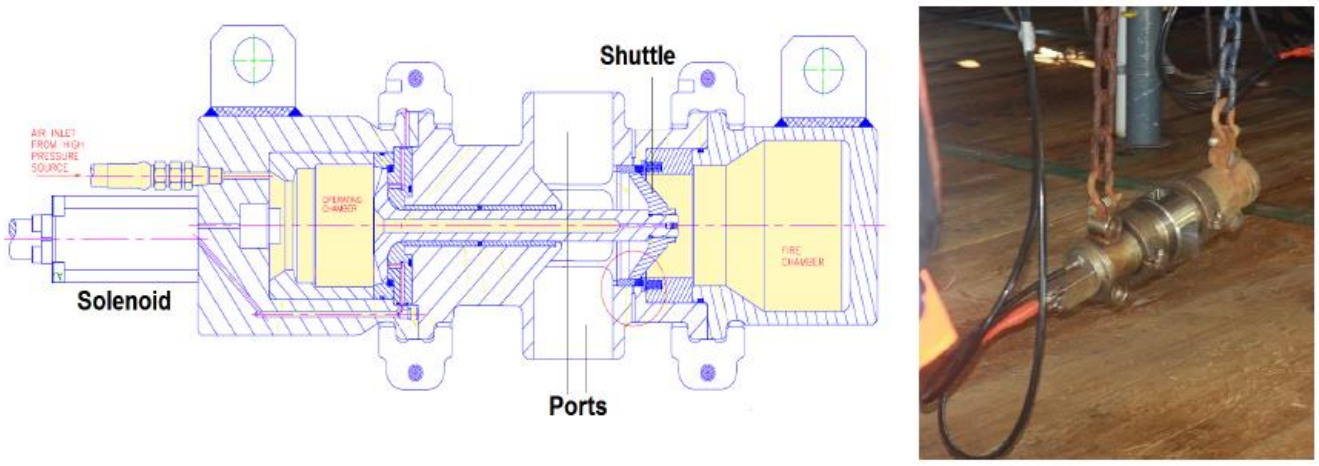


Figura 5. Esquema típico de una fuente de energía de aire comprimido.

Las posibles marcas de las fuentes a ser utilizadas se indican en el párrafo 2.2. Es necesario tener en cuenta que todos los fabricantes emplean el mismo tipo de tecnología y que las explicaciones vertidas en el presente parágrafo representan adecuadamente el funcionamiento de cualquiera de las marcas que eventualmente pudieran emplearse en la prospección.

Recepción de la energía reflejada

La recepción de las señales sísmicas se realiza con un sistema de arrastre denominado *streamers*. Está compuesto por un cable sísmico marino de superficie, que es un arreglo flotante de cables eléctricos que conecta los hidrófonos y transmite los datos sísmicos a la embarcación de registro sísmico.

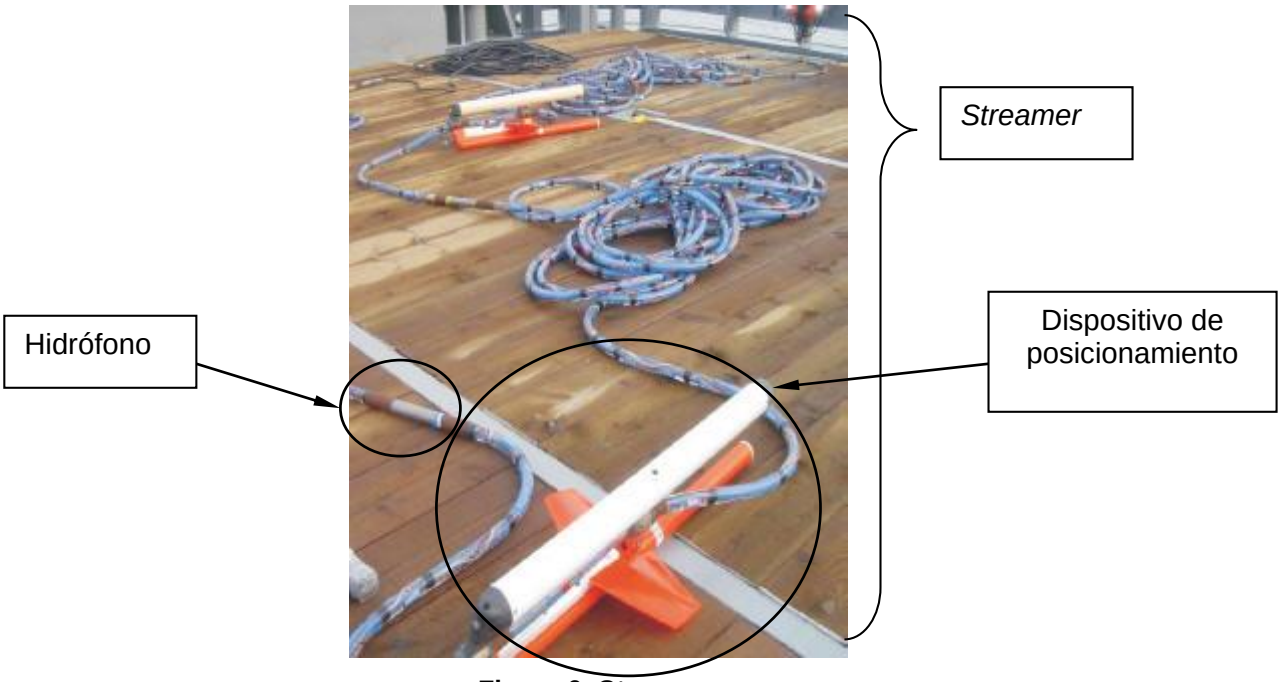


Figura 6. *Streamer*.

La adquisición de la información sísmica se obtiene a lo largo de líneas que conforman una grilla de registración 3D.

La recepción de las señales sísmicas de este tipo se efectúa mediante la utilización de hidrófonos. Estos se encuentran ubicados dentro de los *streamers*, los cuales se conforman de tramos de cable sólido.

Los *streamers* poseen una flotabilidad neutra y cuentan con dispositivos para regular su orientación y profundidad, factores que son monitoreados con sensores especiales emplazados entre los grupos de hidrófonos, de manera que su posición espacial sea conocida en todo momento.

Un esquema ilustrativo del conjunto se presenta en la Figura 7. La Figura 8 esquematiza la disposición de las fuentes de energía sísmica y los *streamers* arrastrados por el buque sísmico.

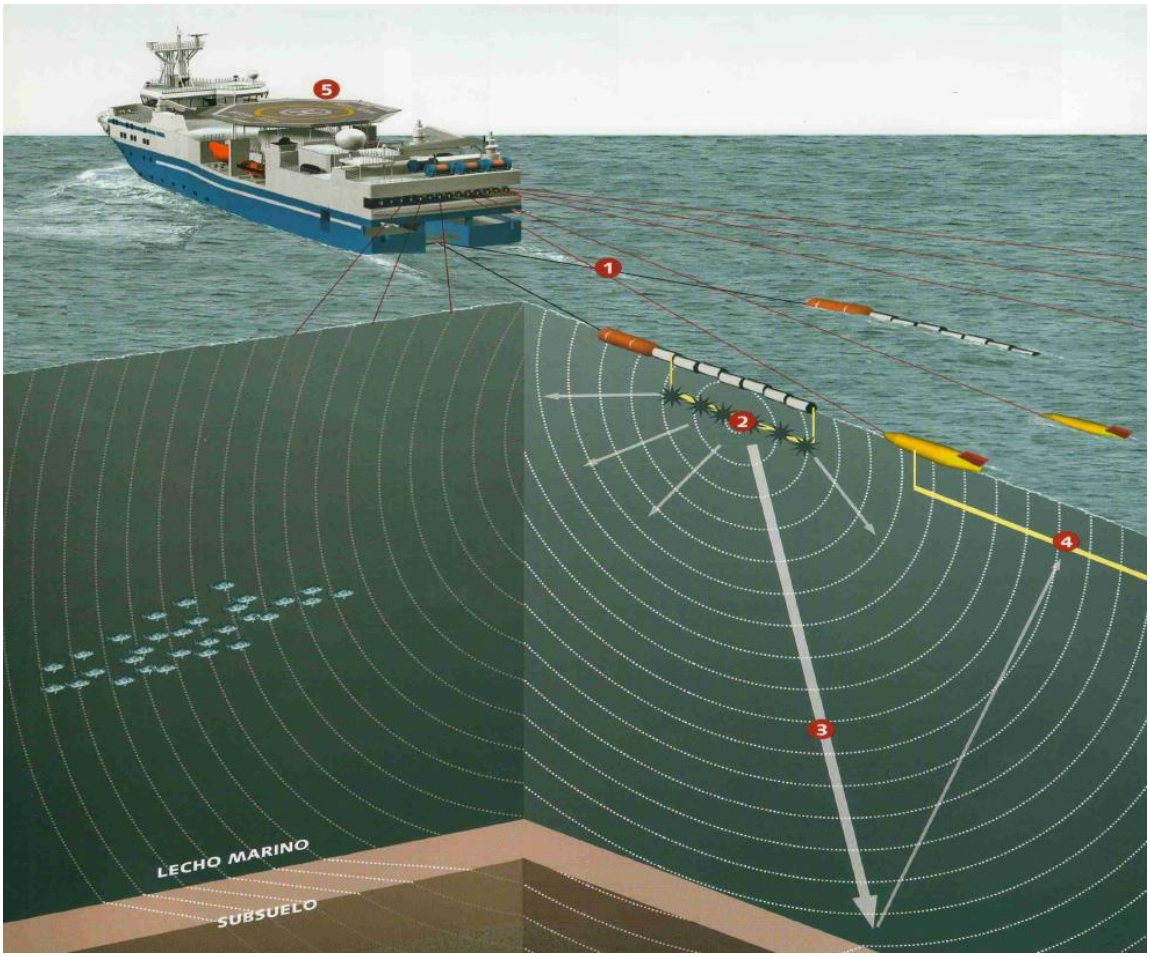


Figura 7. Esquema de una prospección sísmica 3D.

Referencias: 1- Despliegue de fuentes de energía de aire comprimido y *streamers*, 2- Generación de onda de presión, 3- Transmisión de energía, 4- Registro de ondas reflejadas con hidrófonos, 5- Digitalización de datos en buque.

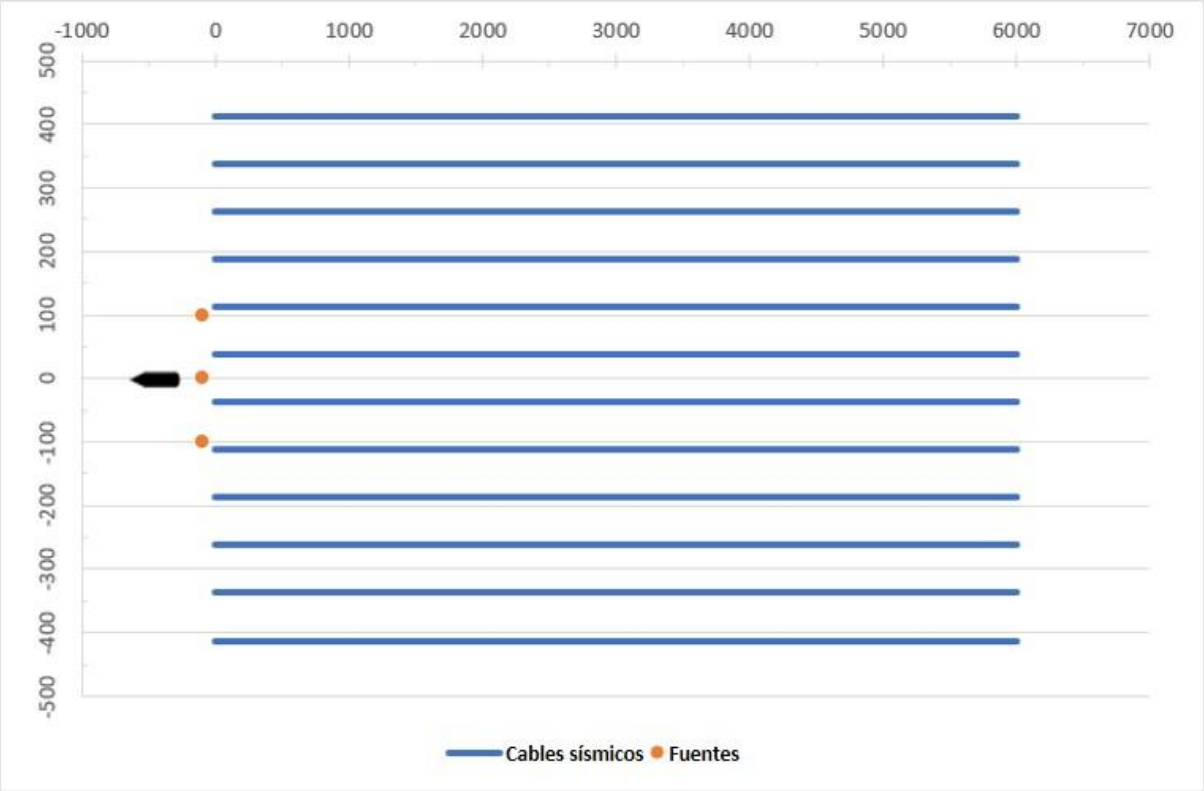


Figura 8. Esquema de disposición de las fuentes de energía de aire comprimido y cables sísmicos (*streamers*).

2.2 EQUIPAMIENTO DE EMISIÓN SONORA A SER EMPLEADO

A continuación, se presenta las especificaciones de los equipos de emisión sonora previstos para la realización de la sísmica con registración por medio de *streamers*. No se emplearán detectores de fondo que utilicen tecnologías tipo OBN (Ocean Bottom Nodes) u OBC (Ocean Bottom Cables).

Para la realización de la sísmica se prevé emplear un arreglo compuesto por 2 sub-arreglos separados 10 metros entre sí, ocupando una superficie de aproximadamente 11 metros de ancho por 13,5 metros de longitud (casi 150 m^2), y con un volumen total igual a 2.010 pulgadas cúbicas (cu.in), 32,94 litros.

Tabla 5. Condiciones del equipamiento.

Cantidad de *Streamers*	12	
Longitud de los *Streamers*	6000	metros (*streamer* sólido)
Intervalo entre receptores	75	metros
Offset Traza cercana	100	metros
Profundidad del *Streamer*	12	metros
Cantidad de Fuentes por sub-arreglo	20 + 4 de repuesto	
Presión de trabajo de la Fuente	2.000	Psi[4]
Volumen total de la Fuente	2.010 / 32,94	cu.in. / litros
Fuentes de Energía: 0 a pico	53,9	bar.metro[5]
Profundidad de las Fuentes	6 (+- 1)	metros

La disposición de las fuentes del arreglo previsto se presenta en la Figura 9. Consta de 24 fuentes de las cuales 16 están en pares (cluster) 4 en forma individual (single) y 4 inactivas, éstas últimas son fuentes de repuesto (Spare) en caso de ocurrir fallas.

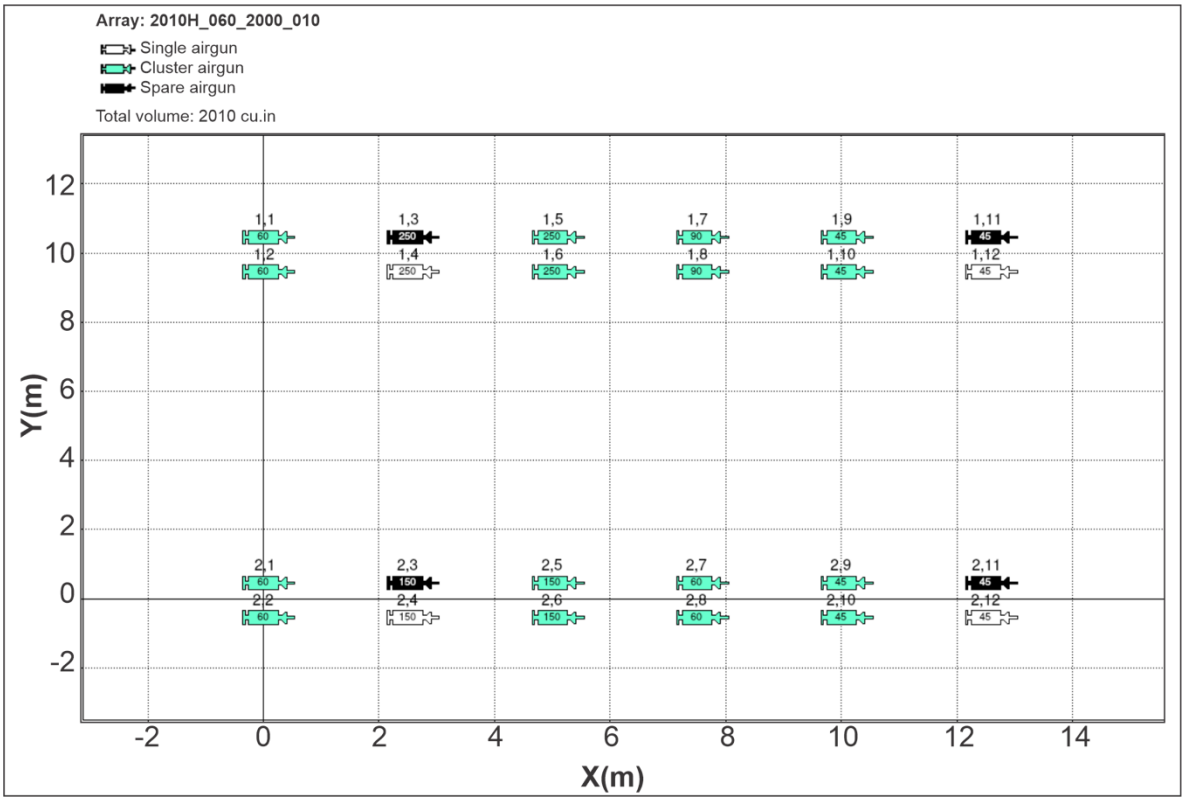


Figura 9. Arreglo emisor de fuentes de energía de aire comprimido.

El intervalo de emisión secuencial para la fuente es ~ Δ 12,5 m / Δ 5 seg considerando una velocidad media de la embarcación de ~ 4,5 nudos.

[4] Libra de fuerza por pulgada cuadrada (lbf/in² abreviada psi, del inglés «pounds-force per square inch») es una unidad de presión anglosajona. 1 psi = 0,6894757 Newton/centimetro² aproximadamente.

[5] Un Bar es una unidad de presión cuya relación con las unidades más comunes es la siguiente:

1 bar = 100.000 Pascal = 1,01972 kgf/cm²

1 atmósfera = 101.325 Pascal = 1,01325 bar

En el apartado 2.9.3 del presente Capítulo se presenta la descripción de la emisión del arreglo, y en el Capítulo 6 se analizará la propagación del sonido emitido

Las tecnologías de fuentes utilizables para esta prospección son del Tipo Bolt-Air-Gun (fabricado por Teledyne) ó bien las G Gun & G Gun II (fabricado por Sercel). Las fuentes que se prevé serán empleadas son del Tipo Sercel G Gun II. Cualquiera que sea el contratista geofísico que se seleccione, solo se utilizará una de estas dos tecnologías de emisión y ninguna otra. Información técnica sobre estas fuentes se presenta en el Anexo de este capítulo.

Por otro lado, en la eventualidad de que se modifique el arreglo empleado, no se empleará un arreglo cuyas características de salida sean superiores a las correspondientes a la del arreglo indicado.

La señal impulsiva de este tipo de fuentes es aproximadamente simétrica. Por otro lado, el tipo de fuente tiene muy poca influencia en la salida general de la matriz, y los 2 tipos que se pueden emplear son muy similares.

Los parámetros que tienen el mayor impacto en la salida del arreglo son los siguientes:

- Número de fuentes
- Volumen de las fuentes
- Presión operacional
- Distribución geométrica de las fuentes dentro de la matriz

La influencia de estos parámetros es la siguiente:

- Número de fuentes: existe una relación proporcional lineal entre la cantidad de fuentes en una matriz y la fuerza (intensidad) de la matriz, asumiendo que todas las demás variables se mantienen constantes. Esto implica que una matriz de 20 fuentes generará el doble de salida que una matriz de 10 fuentes, asumiendo que todas las demás variables son iguales.
- Volumen: la salida es bastante proporcional a la raíz cúbica del volumen total de la matriz ($V^{1/3}$), es decir, una matriz de 8000 pulgadas cúbicas tendrá solo el doble de la salida de una matriz de 1000 pulgadas cúbicas.
- Presión de funcionamiento: existe una relación casi lineal entre la intensidad de la matriz y la presión emitida. Por ejemplo, una matriz de 3000 Psi tendrá una amplitud de presión 1,5 veces mayor que la de una matriz de 2000 Psi.
- En términos de la influencia relativa de estas variables, el número de fuentes desplegadas en una matriz ejerce la mayor influencia en la salida de la fuente (intensidad), en comparación con el volumen total y la presión de las fuentes.

De acuerdo a la Res. MAyDS 201/2001 que establece el “Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas” el contratista geofísico utilizará un procedimiento de aumento gradual de las fuentes de energía de aire comprimido (*“soft start”* o “*ramp up*”) al inicio de cada línea. Este procedimiento permite un progresivo incremento de los niveles de sonido generados por las fuentes de energía de aire comprimido hasta alcanzar el nivel operacional antes del relevamiento, durante un período de 20 a 40 minutos, para brindar un tiempo adecuado a la fauna marina para que abandonen el área. El procedimiento a aplicar se describe en detalle en el Capítulo 8 (ver 2.1 PROGRAMA DE MONITOREO DE FAUNA MARINA).

2.3 BUQUE SÍSMICO Y EMBARCACIONES DE APOYO

Para la adquisición se prevé la utilización de un buque sísmico. Dicho buque sísmico irá acompañado por dos embarcaciones de apoyo, cuyas misiones son diferentes. Uno es el buque de guardia o seguimiento (*escort*). Su función será la de garantizarle al buque sísmico (y su arreglo), una navegación segura, sin interferencias con otras embarcaciones

La otra embarcación de apoyo es un buque logístico (*supply*). Su función será la de abastecer de provisiones, insumos y la realización de cambios de tripulación. Cuando este buque no tenga que ir al puerto por provisiones y/o por tripulación se encontrará también acompañando al buque sísmico. También podrá remolcar el buque sísmico ante cualquier emergencia en su sistema de propulsión.

Ambos buques de apoyo son también muy específicos y especiales por su diseño.

Todos los buques contratados se adherirán a las cuatro convenciones clave del marco normativo internacional aplicable a la calidad y la seguridad del transporte marítimo, revisado por la Organización Marítima Internacional (OMI):

- el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, enmendado (SOLAS);
- el Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia, 1978, enmendado (STCW);
- el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 73/78 (MARPOL); y
- el Convenio sobre el trabajo marítimo (MCL2006), adoptado por la Conferencia Internacional del Trabajo (CIT) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), para establecer los derechos de la gente de mar a condiciones de trabajo decentes y ayudar a crear condiciones de competencia justa para los armadores.

Cada buque contratado por EQUINOR será sometido, como mínimo, a una evaluación de los riesgos ambientales que abarque la prevención de la contaminación, la gestión de residuos y el mantenimiento de registros, de conformidad con las normas MARPOL y la legislación local.

EQUINOR está comprometido a reducir los residuos y minimizar el impacto de sus operaciones en el ambiente e históricamente se ha asociado con sus contratistas para cumplir con los requisitos legales y las directrices de la industria.

2.3.1 Buque sísmico

BGP Prospector

El BGP Prospector es un buque sísmico de alta capacidad y diseño limpio, capaz de remolcar hasta 12 *streamers*. El buque es un potente buque sísmico con una capacidad de arrastre de 100 toneladas a 4,0~5,0 nudos, ideal para la adquisición de grandes proyectos en 3D, 4D, banda ancha y acimut amplio y que permite una variedad de geometrías de adquisición. La clasificación y el HSE cumplen con todos los requisitos de DNV, SOLAS, IAGC y OGP. Todos los sistemas están diseñados e integrados para condiciones de trabajo seguras.

Características principales:

BGP PROSPECTOR	
General	
Armador	Prospector Pte Ltd
Bandera	Bahamas
Puerto de registro	Nassau
Año de construcción	2011
Clase	DNV
ID N°	29868
IMO	9545986
Señal distintiva	C6YF5
Eslora	100,1 m
Manga	24 m
Calado máximo	7,3 m (carga completa), 6,4 m (equipo en el agua)
Ton. Registro bruto	10732
Ton. Registro neto	3220
Velocidad máxima	15 nudos
Velocidad crucero	13 nudos
Capacidad de combustible	3400 m^3 (ver detalle de tanques en Anexo II)
Consumo de combustible	25-40 m^3
Autonomía	90 días
Agua potable	300 m^3
Producción de agua potable	Si
Motores	2 x RRM Bergen B32:40L8P CD
Propulsion total	2x 4000kW
Hélices	2 x RRM Kamewa Ulstein
Propulsores de proa	1 x One DNP power 883 kw
Generadores	2 x 2880kw ABB
Generador de emergencia	NT855DM340, 175KW
UPS	MGE, 2x120KVA
Capacidad de remolque	64 t
Certificado de dotación mínima de seguridad	14 tripulantes
Navegación y comunicación	
Radar	Kongsberg, S-Band 30 kw Kongsberg, X-Band 25 kw
Comunicaciones	Inmarsat C, F and VSAT
Alojamiento	
Total	66
Tipos de cabina	28 cabinas simples 19 cabinas dobles
Balsas salvavidas	6 x 35 personas, balsas salvavidas de pescante
Barco salvavidas	2 x 35 personas Norsafe



Figura 10. Buque Sísmico – BGP Prospector.

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Para más información del Buque BGP Prospector ver Anexo II.

2.3.2 Embarcaciones de apoyo

Buque de seguimiento (*escort*)

Candela S

Características principales:

Candela S	
Tipo	Remolcador / Tug
Señal distintiva	LW 3128
Bandera	Argentina
Puerto de registro	Buenos Aires
N° IMO/MAT	7509495
N° MMSI	701006646
Armador	Zapor SA
Año de Construcción	1975
Ton. Registro Bruto	543 T
Ton. Registro Neto	101 T
a) Eslora total	44,71 M
b) Manga	10,66 M
c) Puntal	5,7 M
Coeficiente fiscal	4
Francobordo	0.66 M
Altura quilla-mástil	29,17 M
Porte Bruto Verano	403 T
Calado max. Verano	5,50 M
Despl. Verano	1286,81 T
Desplazamiento Liviano	1060 T
Tipo de motor	EMD / DIESEL
Potencia	4288 KW/ 5800 HP
Helices	4 palas / Paso fijo 3070 mm
Velocidad de servicio	10 Ns
Cap. Residuos oleosos	8,857 m3
Cap. de carga combustible	569,76 m3
Capacidad de remolque	60 T
Capacidad de Grua	26 T
Equipos salvamento	4 jumbo fenders/ others



Figura 11. Buque de apoyo – Candela S. Fuente:
https://www.marinetraffic.com/es/photos/picture/ships/2613216/7509495/shipid:12083

Para más información del Buque Candela S ver Anexo III.

Buque logístico (*supply*)

Geo Service I

Características principales:

	Geo Service I
Armador	Longzhu Oilfield Servicces (S) Pte. Ltd.
Clase	ABS +A1 (E) Offshore Support Vessel, +AMS, +DPS- 1
Puerto de registro	Singapore
IMO	9621546
Official N°	397009
Señal distintiva	9V9391
Eslora	59,25 m
Manga	14,95 m
Puntal	6,10 m
Fuel Oil	990 m^3
Agua dulce	230 m^3
Porte bruto	~1335 t
Ton. Registro Bruto	1736
Ton. Registro Neto	520
Tipo de motor	2 x 2575 HP at 1600 RPM
Propulsión	2 x CPP, 2650 mm diameter in kort nozzle
Velocidad de hélice	212.60 RPM
Generador diesel principal	2 x 245 kWe, 415V/3P/50Hz 0.8 PF
Equipo de transferencia de fuel oil	Para la embarcación con una manguera de 90m
Alojamiento de tripulación (N° de literas)	48



Figura 12. Buque de apoyo - Geo Service I.

Para más información del Buque Geo Service I ver Anexo IV.

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL RELEVAMIENTO

Se elige como orientación de navegación aquella que posibilita cubrir en el menor tiempo toda el área, es decir, aquella dirección que permite líneas de adquisición más largas, y reduce los tiempos perdidos en salir de una línea de navegación y entrar a la siguiente, con la consecuente disminución de exposición a riesgos ambientales y operativos.

Se prevé realizar unas 200 líneas de adquisición con una longitud promedio de 86 km. El tiempo promedio requerido para completar una línea de producción será de 11 horas. La duración aproximada del cambio de líneas es de unas 3 horas.

Preliminarmente se planea comenzar el registro en el sector más occidental del Área de Adquisición y continuar hacia el este mientras TULLOW trabaja en MLO_122, también de oeste a este, de modo que siempre exista suficiente distancia entre las operaciones dado que la exploración de TULLOW podría coincidir temporalmente en el cuarto trimestre de 2022 y el primer trimestre de 2023. Esto se definirá en detalle de forma coordinada entre ambas compañías más cerca de la fecha de inicio, de manera de procurar el mayor distanciamiento entre las operaciones como se describe en el Plan de Gestión Ambiental incluido en este estudio (ver Capítulo 8 – M10 Coordinación con eventuales exploraciones linderas).

En la Figura 13 se presenta la trayectoria prevista para la adquisición de datos dentro del área del Programa de Trabajo Sísmico (para la visualización a escala adecuada ver mapa en el Anexo VIII a este Capítulo). Si bien el software empleado no permite georreferenciar los cambios de línea, la información provista permite afirmar que todos los cambios de línea y giros se realizarán dentro del Área de Maniobras.

La distancia entre 2 líneas adyacentes del relevamiento en la cuadrícula es de 525 m (Figura 13). Sin embargo, después de completar una línea, la embarcación gira en forma de semicírculo con un diámetro de 6 km o más (debido a que los cables se remolcan detrás de la embarcación) (Figura 14). Esto significa que la distancia entre 2 líneas consecutivas será, la mayoría de las veces, de 6 km o más.

El alcance del trabajo (número de líneas de buques, separación entre líneas, longitud de las líneas, duración del trabajo, etc.) es independiente del contratista geofísico o buque seleccionado, por lo que no se verá afectado por la definición de uno u otro contratista.

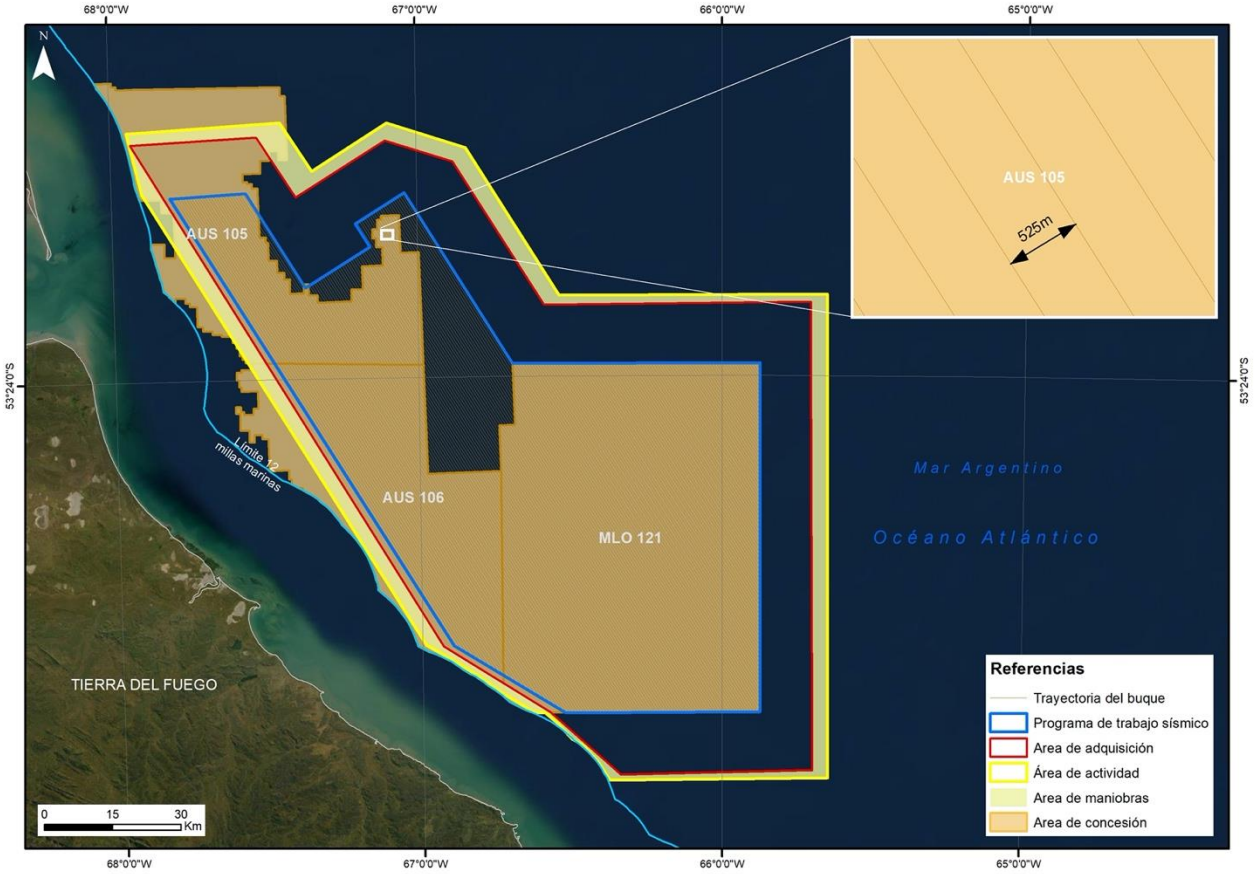


Figura 13. Trayectoria de navegación

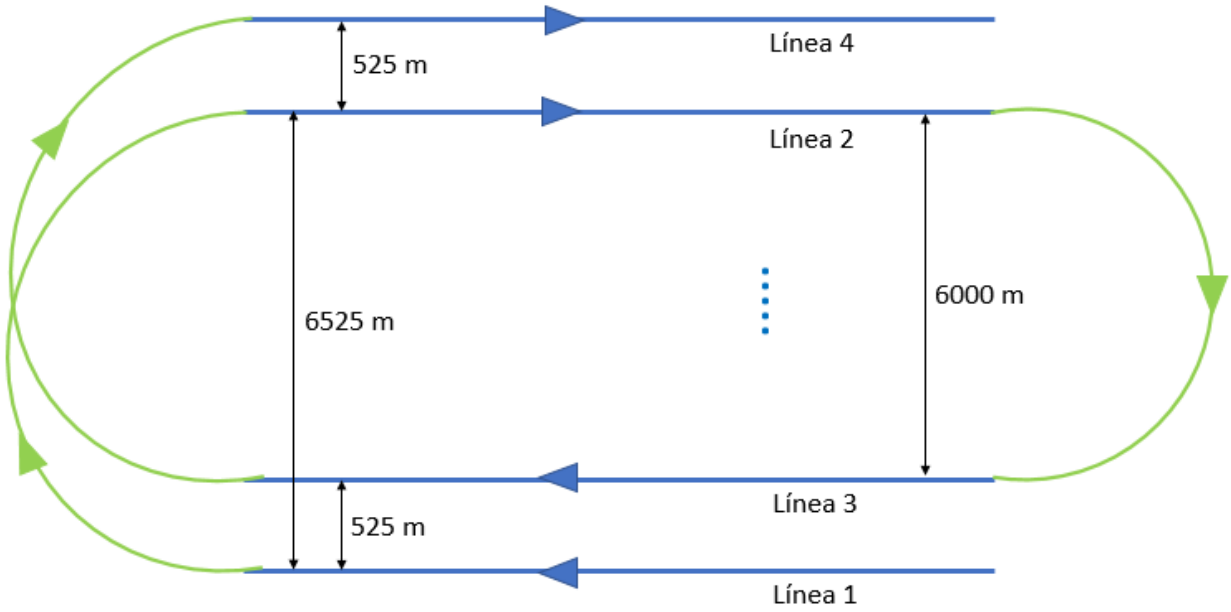


Figura 14. Distancia entre líneas sucesivas

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

La velocidad media del buque sísmico es de entre 4 y 5 nudos.

La operación se llevará a cabo las 24 horas, todos los días de operación. El tiempo necesario para completar el relevamiento se estima entre 150 y 180 días.

Para la operación segura del buque sísmico se requiere una zona de exclusión de navegación de hasta 4 km en el frente de la embarcación y a cada lado, y de hasta 12 km por detrás, en función del equipamiento sísmico.

2.5 MOVILIZACIÓN Y LOGÍSTICA

El buque sísmico se movilizará al Área de Actividad desde el Puerto de Buenos Aires.

Una vez en el Área de Actividad, el buque sísmico recibirá combustible del buque logístico (*supply*) aproximadamente cada 2 o 3 semanas. El buque sísmico también recibirá alimentos frescos, provisiones y repuestos y equipos recién adquiridos del buque logístico.

Durante la ejecución del proyecto, cuando se requiera combustible, alimentos frescos y suministros, el puerto que se utilice para servicios logísticos será el de Puerto Deseado, localizado en la Provincia de Santa Cruz. En este puerto se realizará la descarga de los residuos generados a bordo y también se utilizará para los cambios de tripulación. Ante una eventualidad podrá considerarse la utilización de otro puerto de la zona, como por ejemplo el puerto de Río Grande, pero sólo si ocurre una eventualidad del tipo operativa o de recursos necesarios para la operación como por ejemplo disponibilidad de combustible.

No se planifica el uso de helicópteros, ni para el cambio de tripulación ni para la evacuación médica de emergencia. Los cambios de tripulación se harán mediante el buque logístico en el puerto.

El buque logístico recogerá a la tripulación ingresante para llevarlos hacia el buque sísmico y llevará a la tripulación saliente del buque sísmico de regreso a tierra.

El proyecto no requiere la construcción / desarrollo de bases logísticas en tierra, sino que se sirve de las instalaciones en los puertos existentes con capacidad para recibir operaciones de este tipo. En dichos puertos las operaciones de los buques asociados al proyecto no difieren de las de cualquier otro buque que recala en los mismos.

El puerto de Buenos Aires sólo se utilizará durante la movilización (ingreso del buque sísmico al país) y la desmovilización (salida del país del buque sísmico).

Durante la campaña el buque sísmico estará exclusivamente abocado al proyecto en las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121, por lo que no se prevé que el mismo realice actividades que no estén relacionadas con este proyecto.

A continuación, se presentan dos figuras donde se pueden observar las rutas que se utilizarán desde el puerto hasta el Área de Actividad:

- Ruta Puerto de Buenos Aires (Figura 15): es el tránsito de "movilización" y "desmovilización", que se realizará una vez al principio del proyecto y una vez al final del mismo. Este trayecto implica alrededor de 2350 km y 4,5 días de tránsito.

- Ruta Puerto Deseado (Figura 16): ruta "logística" del buque de apoyo. El buque de apoyo se trasladará a Puerto Deseado cada 2 o 3 semanas en promedio. Este trayecto implica alrededor de 620 km y 1,5 días de tránsito.

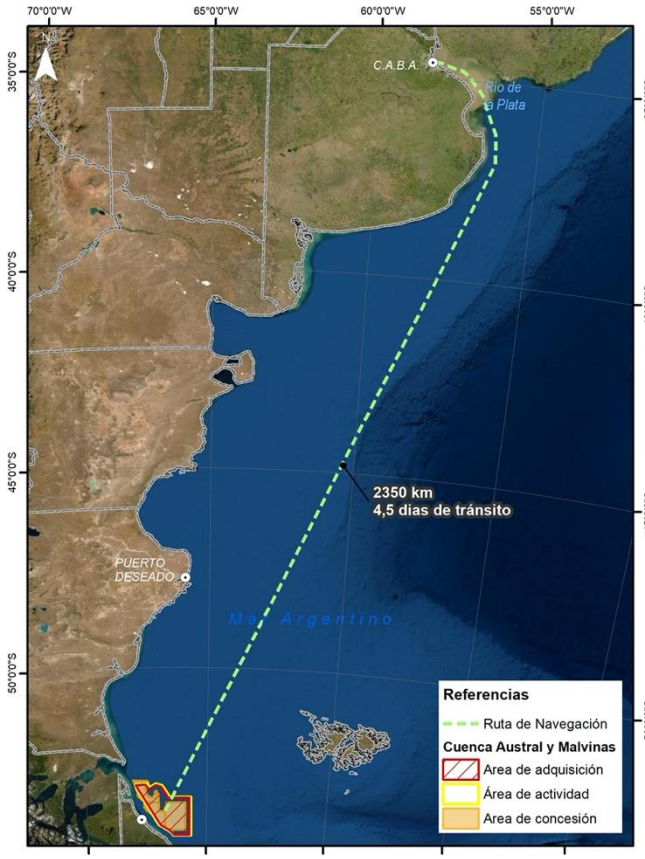


Figura 15. Ruta Puerto de Buenos Aires, ruta de movilización y desmovilización



Figura 16. Ruta Puerto Deseado, ruta "logística"

2.6 PERSONAL

El personal del buque sísmico estará compuesto de la siguiente forma:

- Aprox. 33 miembros del personal marítimo, dirigidos por el Capitán del buque. El Capitán también tiene la responsabilidad general sobre todo el buque sísmico y su tripulación.
- Aprox. 26 miembros del personal sísmico, dirigidos por el "Jefe de Grupo" (director del proyecto offshore)
- 1 médico
- 3 representantes de EQUINOR, dirigidos por el " Representante del cliente principal "
- 3 Responsables de la Observación
- 3 operadores de PAM (Monitoreo Acústico Pasivo)

De este modo, habrá aproximadamente un total de 69 tripulantes a bordo, pero este número podría variar ligeramente en función de las necesidades operacionales y otras limitaciones (por ejemplo, podría movilizarse personal adicional en caso de que alguien se vea impedido de volar debido a las restricciones del Covid-19).

El buque de seguimiento tendrá normalmente unos 6-8 tripulantes a bordo, todos los cuales serán personal marítimo. Mientras que el buque logístico encargado del reabastecimiento normalmente tendrá alrededor de 12 miembros de tripulación, todos marítimos.

Cabe resaltar que el personal involucrado en el proyecto será principalmente de alta calificación y experiencia. Varios representantes de EQUINOR, de los cuales algunos serán argentinos, estarán a bordo del buque sísmico para supervisar el trabajo y asegurarse de que se lleve a cabo de acuerdo con los estándares de EQUINOR.

2.7 CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

Las condiciones de trabajo están asociadas a actividades embarcadas en alta mar. Los principales peligros se relacionan con exposición a ruido en salas de máquinas, bajas temperaturas, viento y radiación en cubierta. También está presente el peligro de caída al agua y potencial ahogamiento. Todos los riesgos serán controlados de manera constante con entrenamiento del personal, utilización de elementos de protección personal y el cumplimiento de procedimientos e instructivos, además de las normas OLAS y de la IAGC en seguridad en el mar.

2.8 EFLUENTES, RESIDUOS, EMISIONES

Las especificaciones técnicas de la licitación, exigirán el uso de cables sísmicos (*streamers*) del tipo sólido y de alimentación eléctrica desde el barco. Con esto se evitan los posibles derrames de aceite y kerosene que los *streamer* no sólidos contienen como relleno.

En general los barcos sísmicos por su trabajo típico de períodos prolongados disponen de los implementos básicos y las normas que dictan la IAGC, IMO y MARPOL 73/78 para el manejo de los efluentes y residuos que una operación de este tipo genera.

2.8.1 Efluentes

Los principales efluentes que se generarán en las embarcaciones serán los siguientes:

- Aguas grises tratadas[6] provenientes de efluentes sanitarios, por ejemplo, agua de lavado, y descargas de lavandería;
- Aguas residuales tratadas (aguas negras[7]);
- Agua de sentina tratada[8] utilizada para limpiar las salas de máquinas y otras fuentes potencialmente contaminadas;
- Desagües de cubierta y aguas pluviales de escorrentía; y
- Agua de lastre.

Las aguas grises, las aguas residuales y las aguas de sentina se tratarán y descargarán de conformidad con los anexos aplicables al Convenio MARPOL. Las aguas grises y las aguas residuales (aguas negras) serán tratadas a bordo antes de ser descargadas en el mar.

Los buques cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales que está homologada y se ajusta a la resolución MEPC 159(55) de la OMI sobre plantas de tratamiento de aguas residuales y al anexo IV del MARPOL, y cuentan con el Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por Aguas Sucias (Tabla 6).

[6] Las aguas grises se definen como el agua de las actividades de cocina, de las instalaciones de lavado y lavandería y el agua no aceitosa que se ha utilizado para la limpieza.

[7] Las aguas negras se utilizan para describir las aguas residuales que contienen heces, orina y agua de descarga de los inodoros junto con el papel higiénico.

[8] El agua de sentina es el agua que se recoge en la sección inferior del buque. Una de las principales contribuciones al agua de sentina es la limpieza de las salas de máquinas de un barco. Por lo tanto, esta agua puede estar contaminada por aceites y otras sustancias.

Tabla 6. Información sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales

Buque	Tipo
BGP Prospector	Model: Evac MBR 24; IMO-No. 340.266; Serial No: 9142
Candela S	FAST M-1 8901
Geo Services 1	ST-50U / Manufacturer: Hansun (Shanghai) Marine Technology Co. LTD

Todas las bocas de carga de combustible en cubierta poseen una bandeja fija de recolección de goteos. Todos los eventuales goteos se acumulan en la sentina. Luego estos líquidos (incluyendo agua de lavado de motores) son procesados por el separador de agua de sentinas. Todos los separadores deben cumplir con las reglas MARPOL, convenio del cual Argentina es signataria como nación y a su vez deben estar habilitados por la Prefectura Naval Argentina (PNA), órgano de policía del estado nacional en el ámbito marítimo.

Según Ordenanza Nº 15/98 de la PNA, Tomo 6, Régimen de protección del medio ambiente, Prevención de la contaminación de las aguas, etc. Art 2, Inciso 2.1, la máxima concentración oleosa al mar es de 15 ppm.

Según Ordenanza Nº 4/97 de la PNA, Tomo 6, Régimen de protección del medio ambiente, Normas para la determinación del caudal mínimo de achique de sala de máquinas a través de los equipos separadores y/o filtradores. Hasta un arqueo bruto de 6000 T, el caudal mínimo es de 2,5 m^3/hora.

Los efluentes cloacales cumplirán con la normativa de la Prefectura Naval Argentina Ordenanza Nº 03-14 (DPAM), Tomo 6, Régimen para la protección ambiental, Normas para prevenir la contaminación por aguas sucias de los buques.

2.8.2 Residuos

Los residuos de alimentos de la tripulación serán triturados a tamaños menores de 25 mm para ser descargados en aguas fuera de las 12 millas náuticas, siguiendo la norma dictada en MARPOL 73/78.

Los residuos sólidos no peligrosos incluyen: empaques plásticos, vidrios, papeles, maderas, residuos de cocina (no alimentos) y residuos varios domésticos. La mayor parte de estos residuos serán incinerados en las instalaciones del barco o en su defecto serán comprimidas y empaquetadas para ser transportadas a puerto. En puerto se realizará la gestión requerida con un contratista habilitado.

Los residuos peligrosos incluyen: aceites y lubricantes usados, tubos de luces fluorescentes, filtros de aceite, contenedores de plástico o metálicos que hayan contenido sustancias peligrosas. Todos estos residuos o basuras que revisten peligro serán clasificados por tipo, compactados cuando sea posible, y almacenados a bordo antes de ser traspasado a un contratista calificado y autorizado por la autoridad local, para su disposición final en tierra.

En la tabla a continuación se presenta una estimación del volumen de residuos que genera por día cada buque.

Tabla 7. Estimación de la generación de residuos por buque/día

Corriente de residuos	Clasificación		Volumen estimado por día en m^3		
			BGP PROSPECTOR	Candela S	Geo Services 1
Residuos no peligrosos	Restos de comida		0,02	0,02	0,01
	Plástico		0,005	0,02	0,01
	Residuos domiciliarios	Papel	0,02	0,001	0,001
		Vidrio	0,0001	0,001	0,001
		Madera	0,05	0,05	0,03
	Cenizas del incinerados		N/A	NA	NA
	Aceite de cocina		N/A	0,0005	0,0005
Residuos peligrosos	Residuos de operación	Desechos aceitosos (Trapos/filtros)	0,01	0,02	0,01
		Tubos fluorescentes	0,007	0,007	0,007
		Residuos médicos	0,0005	0,0005	0,0005
		Latas de aerosol	0,0005	0,0005	0,0005
		Residuos peligrosos (residuos oleosos, etc.)	0,01	0,005	0,005
		Residuos aceitosos / lodos	0,2	0,17	0,01
	Residuos electrónicos		0,00001	0,0001	0,0001

Todos los buques disponen de zonas de almacenamiento adecuadas que evitan la descarga involuntaria de residuos y evitan la contaminación cruzada de los residuos peligrosos con los no peligrosos.

Los residuos se almacenan en contenedores intermedios flexibles para graneles (FIBC) antes de ser transferidos a la costa. Los FIBC están asegurados en la cubierta y en un lugar seguro.

El Contratista Geofísico, como responsable de la operación sísmica, llevará una bitácora a bordo del barco de toda la basura clasificada y producida durante la campaña sísmica, y por cada embarque que se entregue a tierra. En tierra, el contratista autorizado deberá llevar una bitácora de recepción y la certificación de esa entrega por parte de la autoridad local.

2.8.3 Emisiones gaseosas

Motores/Combustible

La principal fuente de emisiones atmosféricas durante el programa de adquisición sísmica será la quema de combustible (MGO por sus siglas en inglés de *Marine Gas Oil* para alimentar los motores, compresores y generadores eléctricos a bordo del buque sísmico y de apoyo.

Los gases emitidos por los procesos de combustión del combustible comprenden:

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Compuestos orgánicos volátiles (COV)
- Óxidos de nitrógeno (NOx)
- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de azufre (SOx)
- Partículas en suspensión
- Metano (CH4)

Incineradores

Durante el proyecto se utilizarán incineradores certificados.

Buque	Tipo
BGP Prospector	TeamTec Incinerator Type: OGS200C
Candela S	Ninguno
Geo Services 1	Ninguno

Todas las emisiones de los buques cumplirán con la norma MARPOL 73/78 para la prevención de la contaminación atmosférica procedente de los buques (Anexo VI), con el fin de reducir las emisiones globales de SOx, NOx y partículas.

Todos los motores y generadores se utilizarán de conformidad con el Plan de gestión de la eficiencia energética de los buques y los buques deberán presentar sus Certificados Internacionales de Prevención de la Contaminación Atmosférica.

Para reducir las emisiones, todos los suministros de combustible serán estrictamente controlados y todos los motores, generadores diésel y compresores de los buques se mantendrán de acuerdo con la orientación del fabricante y los Sistemas de Mantenimiento Preventivo de los buques.

Los motores y equipos se apagarán cuando no estén en uso.

Se utilizará MGO de bajo contenido de azufre según MARPOL.

2.9 RUIDOS

Los ruidos generados por el proyecto se pueden clasificar en aquellos ruidos que generalmente se emiten por parte de cualquier buque en operaciones, y aquellos generados por la emisión submarina de las fuentes de energía de aire comprimido para el relevamiento sísmico.

2.9.1 Emisión sonora aérea

El oído humano tiene un rango dinámico, del umbral de oír, al umbral de dolor, de aproximadamente 130/140 dB (decibeles). El rango es determinado por las limitaciones físicas; el límite inferior está restringido por el ruido de fondo natural, y el límite superior, por los desplazamientos de las estructuras sensoriales asociadas con la audición a un grado que le cause un daño traumático.

Como dato de referencia el ruido ambiente en el interior de una sala de máquinas típica ronda los 80 dB de nivel de ruido equivalente al oído humano, usando protectores auditivos tipo copa, medidos en octavas desde 125 Hz a 8000 Hz. Sin protectores auditivos e integrando toda la banda de frecuencias (audibles y no audibles) durante 1 minuto, a 1 metro de distancia de un moto-generador típico resulta un máximo de 108 dB, escala A.

En cubierta, dado que las personas pueden conversar en voz baja (60 dB representa una conversación normal) y se escuchan claramente entre sí, no amerita la medición de ruido ni un cálculo de la propagación sonora aérea.

2.9.2 Emisión sonora submarina por las fuentes de aire comprimido de un buque sísmico

2.9.2.1 Glosario de términos y métricas empleados

Fuerza de la Fuente

La fuerza de la fuente es la presión acústica máxima irradiada por una fuente sísmica marina medida en MPa-m (megapascals referidos a 1 m de la fuente), o en Bar-m, sea en una banda de frecuencias determinada o en la totalidad de las frecuencias significativas.

La conversión es 1Mpa = 10 Bar.

Nivel de Presión Sonora (SPL) en dB (decibel)

Dado que los aparatos auditivos de humanos y de animales perciben un rango muy amplio de presiones, el sonido se mide en una escala basada en el logaritmo de las razones entre las presiones medidas y una presión de referencia. Si bien es posible medir intensidades sonoras directamente, es más sencillo medir presiones y luego convertirlas en intensidades, las cuales son proporcionales a la presión al cuadrado.

Se utiliza la escala de decibelios (dB) para que el nivel de presión sonora (Sound Pressure Level - SPL) de un sonido de presión *p* sea

$$SPL(dB) = 10\log\left(\frac{{p^2}_{rms}}{{p^2}_{ref}}\right) = 20\log\left(\frac{p_{rms}}{p_{ref}}\right) \qquad [1]$$

donde p_{ref} es una presión de referencia y p_{rms} es el valor cuadrático medio de la presión (root mean square), que es un valor promedio en la duración del pulso.

La unidad Bel debe su nombre al inventor norteamericano Alexander Graham Bell (1847-1922).

El concepto de decibelio (dB) carece de significado físico a menos que se indique la magnitud de referencia. La literatura técnica y científica normalmente mide el sonido en agua en decibeles (dB) relativos a 1 microPascal (1 μPa). Cabe mencionar que en el aire se utiliza como referencia una presión sonora eficaz de 20 μPa, que es aproximadamente el umbral de audición humana a 1 kHz, por lo que el valor en aire para igual presión es aproximadamente 26 dB más bajo que en agua. En consecuencia, los valores en aire y en agua no se pueden comparar.

Los niveles sonoros expresados en decibeles tienen diversas ventajas:

- los cocientes entre presiones o intensidades simplifican el tratamiento de cantidades con grandes rangos de variación,
- los logaritmos simplifican los cálculos ya que multiplicaciones y divisiones se transforman en suma y restas y
- el mecanismo por el cual el oído procesa sonidos relativos se aproxima a la escala logarítmica.

En acústica submarina, el nivel sonoro emitido se especifica a 1 m de la fuente. Por lo tanto, la referencia adecuada de niveles sonoros debe incluir el número de decibeles, el nivel de referencia y la distancia a la fuente, aunque se suelen emplear diferentes formas de indicarlo, por ejemplo:

SPL = 200 dB re 1μPa @1m o 200 dB re 1μPa a 1m o 200 dB re 1μPa-1m o 200 dB re 1μPa-m que significa 200 dB, relativos a 1μPa, a 1 m de la fuente.

Presión Acústica Pico a Pico (p-p)

La presión acústica generada por un arreglo sísmico puede expresarse por medio de diferentes unidades.

Las numerosas publicaciones sobre los efectos del ruido sobre la biota resultan en ocasiones confusas cuando se trata de hacer comparaciones entre resultados, dado que no está claramente indicada la selección de unidades.

En geofísica se utiliza con frecuencia la presión pico a pico (p-p), que se expresa en MPa-m (o Bar-m) y significa la diferencia entre el pico positivo y el pico negativo del pulso acústico generada por el arreglo.

Esta nomenclatura aplicada a un arreglo sísmico expresa la presión acústica que generan todas las fuentes del arreglo, como si estuviera concentrada en un punto (nominal), y por lo tanto se indica como presión acústica en Bar @ 1 m de la fuente (arreglo).

El valor de p-p en Bar-m se puede convertir al nivel sonoro de la fuente SPL en dB re 1 μPa-m de la siguiente manera:

SPL (dB re 1μPa-m) = 20 log (p-p) + 220 [2]

En valor indicado de 220 dB re 1μPa-m es el valor más bajo de SPL (sound pressure level) emitido por una fuente pequeña típica con una presión de 1 Bar-m, debido al cambio de unidades de Bar-m con respecto al valor de referencia de 1μPa-m.

En efecto, si la presión emitida por una fuente individual es igual a 1 bar-m, el SPL es 20log(1 bar-m/1μPa-m) = 20log(10^{11} μPa-m / 1 μPa-m) = 20log(10^{11}) = 220 dB re 1μPa-m.
Normalmente, la emisión de una fuente individual puede alcanzar valores incluso algo mayores, por ejemplo, si la presión fuera de 2 Bar-m, correspondería un valor de SPL (p-p) = 226 dB re 1μPa-m.

Una presión típica de una emisión de 100 bar corresponde a 260 dB re 1 μPa. Para un arreglo fuente completo, el valor de SPL suele ser del orden de 250 a 263 dB re 1μPa-m.

Es necesario tener en cuenta que este es un valor teórico a un metro de la fuente, el cual no es realmente alcanzado, sino que se usa para evaluar la propagación del sonido a distancias mayores.

Presión Acústica Cero a Pico (0-p) (SPLpeak)

La presión acústica cero a pico (0-p) representa a la amplitud medida entre el cero y el pico positivo.

Típicamente, los valores del SPL calculados a partir de la presión acústica p-p son aproximadamente 6 dB mayores que aquellos calculados a partir de la presión acústica 0-p, siendo este valor exacto en caso de que ambos picos tengan igual intensidad (Greene 1998; McCauley y otros 1998, 2000).

Dado que los umbrales de afectación a la biota se expresan en función de la presión acústica cero a pico, todo el análisis se realizará utilizando esta métrica.

Presión Acústica rms (root mean square)

Como se indicó previamente, la presión acústica (rms) representa el promedio de la presión acústica sobre la duración del pulso.

Matemáticamente, es la raíz cuadrada de la integral en el tiempo de la presión al cuadrado:

$$SPL(rms) = \sqrt{(\frac{1}{T}\int_0^T |p(t)|^2 dt)} \quad [3]$$

Donde *T* es la duración de la señal y p(t) son los valores de presión de la misma.

La comparación entre valores de presión acústica medidos en un mismo punto y generados por el mismo arreglo muestran valores del SPL(rms) típicamente de 10 a 12 dB menores que aquellos 0-p – SPLpeak (Greene, 1998; McCauley y otros, 1998, 2000).

Dado que los valores rms dependen de la duración del pulso y ésta depende de la distancia a la fuente y de las condiciones de propagación del medio, el cálculo de los valores rms requiere especificar todas las variables para hacer comparaciones adecuadas entre unidades.

Nivel de Exposición Sonora SEL (Sound Exposure Level)

El SEL es una medida de la energía de una señal acústica, por lo que depende tanto de su amplitud como de la duración de la misma. Se calcula como la integral de los valores de presión instantánea al cuadrado, normalizada a una presión de referencia al cuadrado, durante 1 segundo. Así, para medidas de sonido submarino el SEL está referenciado a 1 μPa²s. La fórmula es la siguiente:

$$SEL = 10\, log(\int_0^T |p(t)|^2 dt) \quad [4]$$

Donde *T* es la duración de la señal y p(t) son los valores de presión de la misma.

Las unidades del SEL son μ Pa^2 /Hz o μ Pa^2 s

Es una métrica útil para evaluar la exposición acumulada, ya que permite que los sonidos de diferente duración, a veces con múltiples exposiciones, sean comparados en términos de energía total. Existen métodos para sumar la energía en exposiciones múltiples para generar un valor de "exposición equivalente" único, que generalmente no supone recuperación de audición entre exposiciones repetidas.

Tanto el SEL como el SPL(rms) se calculan a través de la integral de la presión al cuadrado, por lo que están relacionados por una expresión simple que depende solamente de la duración *T* del pulso de energía (en segundos):

SPL(rms) = SEL – 10 log10(*T*) [5]

Si bien las unidades del SEL y del SPL son diferentes, el valor numérico del SEL es típicamente de 20 a 25 dB inferior a SPLpeak y de 10 a 15 dB inferior a la presión SPL(rms) para señales de una duración *T* entre 30-100 ms (= tiempo de integración).

En el presente caso, dada una duración del pulso inferior a los 30 ms, la diferencia entre SPL(rms) y SEL sería del orden de 15 dB. No obstante, el criterio conservativo utilizado normalmente en la bibliografía, correspondiente a un pulso de unos 100 ms de duración, corresponde una diferencia entre SPL(rms) y SEL igual a 10 dB resultando unos 20 dB de diferencia entre el SPLpeak y el SEL.

Para señales que duran 1 s, los valores SEL y SPL(rms) concuerdan, tal como surge de la ecuación, al ser el Log10(1)=0 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2012). Esto puede ser representativo de lo que ocurre a distancias de la fuente mayores de 10 km, dado que los componentes individuales de la forma de onda no se diferencias, y junto con múltiples reflexiones, la forma de onda general puede durar del orden de un segundo.

2.9.2.2 Características de la emisión por parte de arreglos de prospección sísmica

Espectro de energía

La mayor parte de la energía sonora producida por una serie de disparos está en el rango 10-300 Hertz (Hz), con los niveles más altos en las frecuencias de menos de 100 Hz (Turnpenny y Nedwell 1994). El nivel de fuente calculado depende del rango de frecuencia sobre el cual se mide el pulso acústico. Las matrices de fuentes de energía de aire comprimido se miden con frecuencia entre 0 y 125 Hz o entre 0 y 250 Hz. Puede haber una ligera subestimación de la energía total por estos anchos de banda, pero el error es pequeño porque si bien la señal de las fuentes de energía de aire comprimido se extiende por encima de 250 Hz, alcanzando frecuencias dentro de la banda de kHz, presenta un nivel de presión muy reducido en ese rango.

Cuando el aire comprimido es descargado súbitamente en el agua, se forman burbujas oscilantes. Inicialmente, la presión dentro de la burbuja excede el valor de la presión hidrostática exterior. La burbuja por lo tanto se expande más allá del punto en el cual las presiones interna e hidrostática son iguales, por lo cual, cuando la expansión se detiene, la presión interna es menor que la hidrostática, y la burbuja comienza a colapsar.

El colapso genera nuevamente una presión superior a la hidrostática, y el ciclo vuelve a comenzar, continuando la burbuja a oscilar con un período en el rango de decenas a centenares de microsegundos.

La oscilación se detiene debido a las fuerzas de fricción, y la flotabilidad de la burbuja la lleva a romper en la superficie del agua. Si se pudiese detener este movimiento cíclico inmediatamente después de la primera expansión de la burbuja, se generaría una señal ideal con un único pico, pero ello no ocurre en la realidad.

La serie temporal de presiones emitidas por una fuente de energía de aire comprimido en dirección vertical se denomina la “firma” de presiones. Sin embargo, otro pulso simultáneamente se dirige con dirección hacia arriba de la fuente, se refleja en la superficie marina, y se combina con el pulso original que viaja hacia abajo.

Este pulso retrasado temporalmente, reflejado en la superficie, se conoce como la fuente “fantasma”. Desde el punto de vista del procesamiento de la información, este pulso se considera como una propiedad intrínseca del campo de ondas de la fuente, y se incluye en la definición de la firma de presiones.

Como se indicó previamente, el volumen total de fuentes de energía de aire comprimido, y su presión operativa, determina la amplitud de la señal acústica, medida como el Nivel de Presión de Sonido (SPL).

La siguiente figura ilustra la firma de presión de una fuente de energía de aire comprimido de 40 cu.in. (0,66 litros), la cual muestra la medición del shock de presión generado por la descarga del aire, seguido de varias oscilaciones resultantes del repetido colapso y expansión de la burbuja de aire. La amplitud de la señal correspondiente a la onda directa inicial y a la primera burbuja, son P y B, respectivamente. La relación en el campo cercano entre el pico inicial y la burbuja es PBR = P/B.

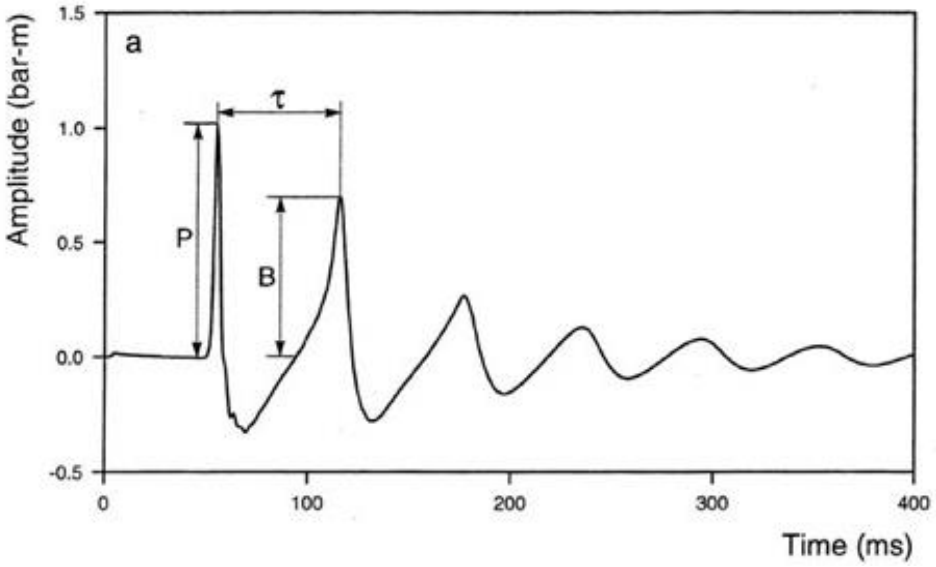


Figura 17. Firma de presiones de una fuentes de energía de aire comprimido en el campo cercano.

La firma de presiones en el campo lejano que se ilustra en la figura siguiente, mostrando el efecto que produce la fuente fantasma. La amplitud p-p (la distancia entre el pico positivo de la señal primaria y el negativo de la señal fantasma) es 2,3 bar-m.

La relación pico a burbuja en el campo lejano es PBR= p-p/B-B=1.9. El PBR debe ser lo más alto posible para que la firma de la matriz de las fuentes de energía de aire comprimido esté cerca de un pulso ideal. El período de la burbuja en este caso es *T*=60 ms (Langhammer, 1994).

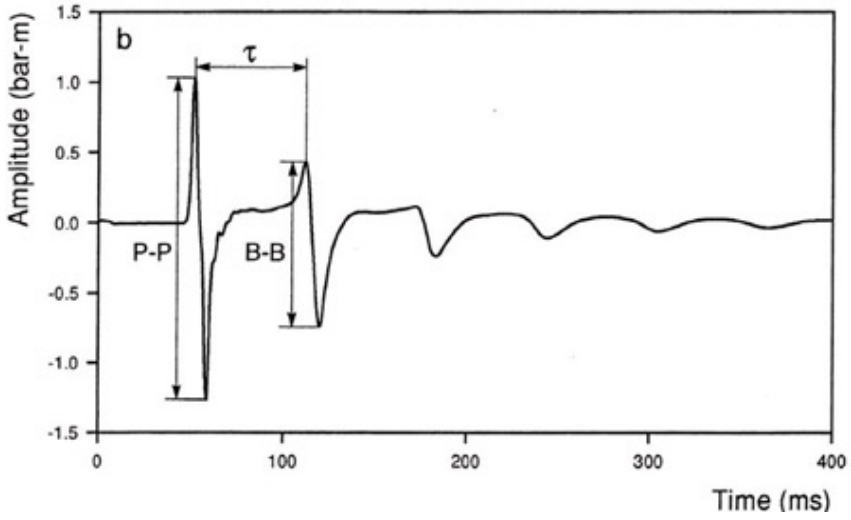


Figura 18. Firma de presiones de una fuentes de energía de aire comprimido en el campo lejano.

Las series de fuentes de energía de aire comprimido normalmente tienen un volumen combinado de entre 2.000 y 5.000 pulgadas cúbicas y operan en aproximadamente 2.000 libras por pulgada cuadrada (PSI). El sonido producido por estos elementos es función del volumen, tamaño y forma de los “puertos” por donde escapa el aire, y por la presión del aire.

Un ejemplo de las presiones generadas típicamente por energía de aire comprimido, medidas a 10 m de profundidad y 3.000 m de distancia de la fuente, se presenta en la siguiente figura:

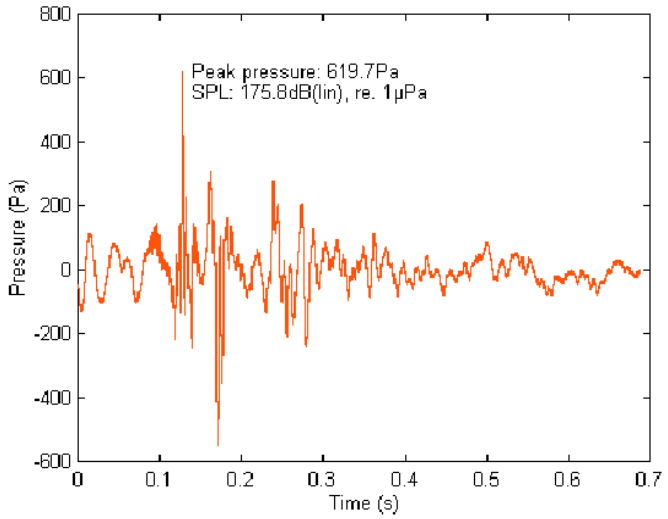


Figura 19. Secuencia típica de presiones de energía de aire comprimido (Nedwell J. et al., 1999).

El diseño de la disposición de fuentes de energía de aire comprimido y de la sucesión de energía liberada se efectúa cuidadosamente para optimizar la recepción de los datos.

Hay varias razones para desplegar las fuentes de energía de aire comprimido en arreglos. La primera es aumentar la potencia de la fuente. La idea básica es que una matriz de fuentes de n fuentes únicas produce n veces la potencia de la fuente única.

El segundo es minimizar el PBR sintonizando la matriz: las fuentes de energía de aire comprimido con diferentes volúmenes tendrán períodos de burbujas diferentes, dando lugar a una suma constructiva del primer pico (principal) y de la suma destructiva de las amplitudes de la burbuja, como se puede apreciar en la figura siguiente, donde se ilustran en color las presiones de los diferentes elementos del arreglo, y en blanco el resultado de la cancelación destructiva de los mismos.

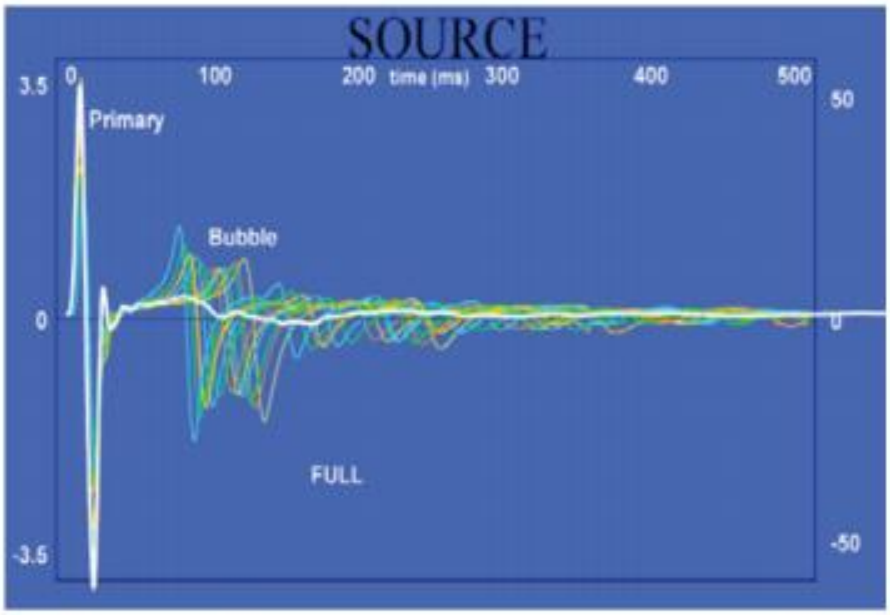


Figura 20. Interferencia destructiva de presiones fantasmas en un arreglo (Gisiner, 2016).

El espectro de energía describe como la misma está distribuida en frecuencia. Los pasos generales para generar el espectro de energía parten de la serie de tiempo de la señal [µPa] en una ventana temporal T [s]. Luego se computa la Transfomada de Fourier [µPa/Hz], se elevan al cuadrado las amplitudes [$\mu Pa^2/Hz^2$] y se divide por T [resultando $\mu Pa^2/Hz$]. Si T=1 segundo, la energía se computa en bandas uniformes de 1 Hz de ancho. Las unidades del espectro de energía SEL a 1 m de la fuente son dB re $1\mu Pa^2$ /Hz re 1 m.

Campo lejano

La Firma Acústica en el Campo Lejano (Far Field Signature – FFS) del arreglo es la salida de señal teórica observada de una fuente registrada en una masa de agua infinita.

Las FFS de ambos arreglos de fuentes presentados en este estudio se basan en estudios anteriores de Ziolkowski et al (1982) y se han implementado en el paquete comercial Nucleus Marine Source Modeling (masomo).

Todas las fuentes suelen tener hidrófonos de campo cercano (Near Field Hydrophones - NFH) ubicados 1 m por encima. La forma de onda registrada por el NFH se utiliza para calcular la firma teórica de cada fuente de aire, que tiene en cuenta el fantasma de la fuente y la interacción entre las fuentes vecinas.

Las firmas teóricas de las fuentes se propagan luego en fase a una distancia arbitraria de 9.000 m por debajo de la matriz de fuentes y se suman para representar una fuente puntual en esa posición de campo lejano, siendo un punto donde las señales de salida de las fuentes de energía de aire comprimido individuales interfieren constructivamente. Esto luego se propaga hacia atrás para obtener la forma de onda teórica a 1 m de la fuente, teniendo en cuenta la tasa de caída de la presión sonora en función de la distancia.

En consecuencia, la firma de campo lejano de una matriz o arreglo de fuentes de energía de aire comprimido, medida verticalmente por debajo, se utiliza para definir el nivel de fuente nominal. Esta es la presión acústica a 1 m de distancia de un punto fuente equivalente hipotético que irradiaría la misma cantidad de sonido en el campo lejano que la fuente real. Las unidades están en Bar a 1 m, abreviadas como Bar-m.

Este nivel nominal de fuente puntual es un nivel teórico de presión acústica. Debido a la interferencia destructiva parcial entre las señales de las fuentes de energía de aire comprimido individuales, el nivel real en este punto en realidad tiende a ser 10 veces (20 dB) más bajo que el nivel nominal. En la Figura 21 se ilustra la diferencia a 10 metros de distancia (Long, 2019).[9]

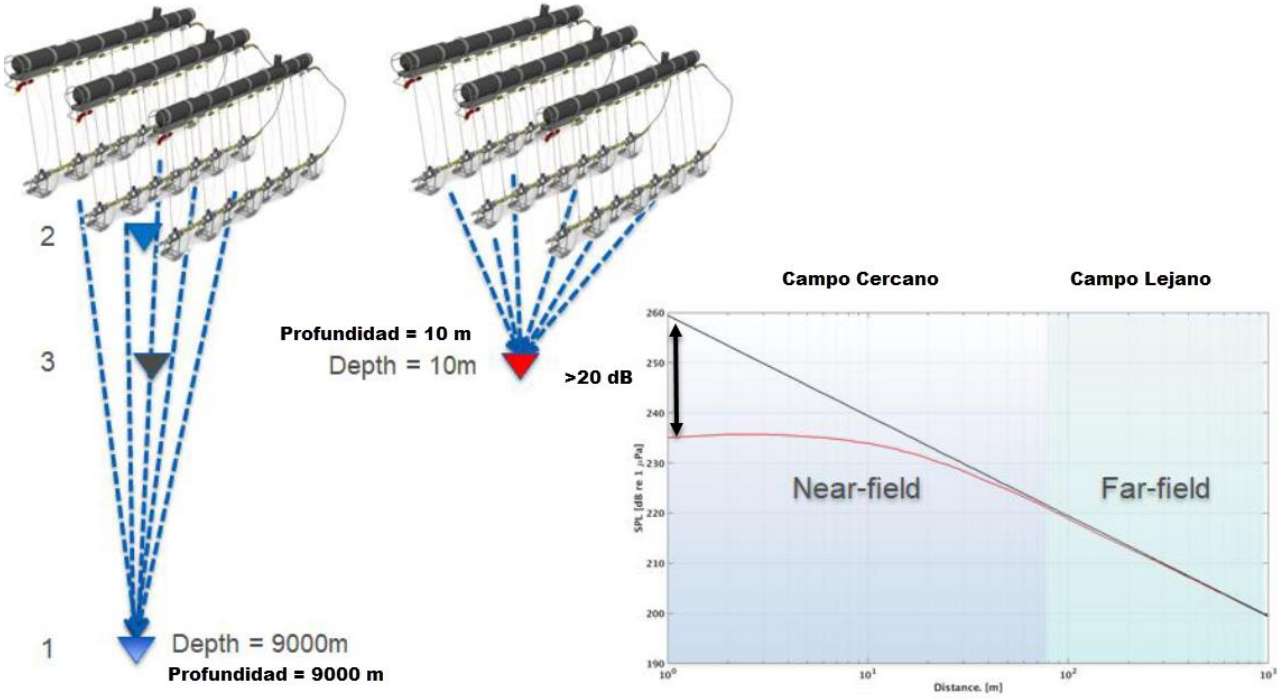


Figura 21. Comparación de cómo se podrían calcular los niveles de sonido recibidos de una matriz de fuentes en un punto 10 m por debajo de la matriz utilizando la definición de la firma de campo lejano (izquierda- linea negra) frente a lo que realmente se registraría (derecha – línea roja). Adaptada de Long (2019)

La intensidad p-p (relacionada con este nivel de fuente nominal) se define como la diferencia en la amplitud absoluta entre los picos de las señales primarias y fantasmas.

[9] https://www.pgs.com/globalassets/technical-library/tech-lib-pdfs/industry_insights2019_04_air-gun-fundamentals.pdf

Nivel cerca de la fuente

El Nivel de la Fuente (SL) es una forma conveniente de normalizar las mediciones de presión sonora y es útil como número único para caracterizar la salida acústica combinada del arreglo. Sin embargo, como el arreglo no es una fuente puntual, sino una matriz de fuentes espaciadas entre sí, la presión real del sonido que puede medirse dentro del arreglo (en el campo cercano), es siempre considerablemente inferior al nivel de sonido combinado. Incluso para los mayores arreglos utilizados en la industria, con niveles de sonido nominales por encima de 260 dB re 1 µPa-m, las presiones dentro del arreglo no exceden los 240 dB re 1 µPa p-p (Caldwell & Dragoset, 2000). Este aspecto es de particular importancia cuando se analiza el potencial de los sonidos para infligir daños a los mamíferos marinos al acercarse al arreglo (Boertmann et al, 2010).

Para fuentes extensas como los arreglos sísmicos, la presión acústica se mide a cierto rango (distancia), y se aplica un modelo de propagación del sonido para calcular cómo sería la presión sonora a 1 m de la fuente si la misma se comportara como una fuente puntual. Esta metodología se aplica tanto a los valores de SPL como de SEL.

Dispersión direccional de la energía

Los arreglos de fuentes de aire para la exploración sísmica se diseñan para que la mayor parte de la energía se dirija verticalmente hacia el lecho marino (efecto deseado), aunque parte de la misma se dirige horizontalmente (efecto no deseado). Los niveles sonoros emitidos verticalmente son como mínimo entre 15 y 24 dB mayores que aquellos dirigidos horizontalmente (Caldwell y otros, 2000).

La siguiente figura ilustra las presiones sonoras típicas transmitidas en diferentes direcciones:

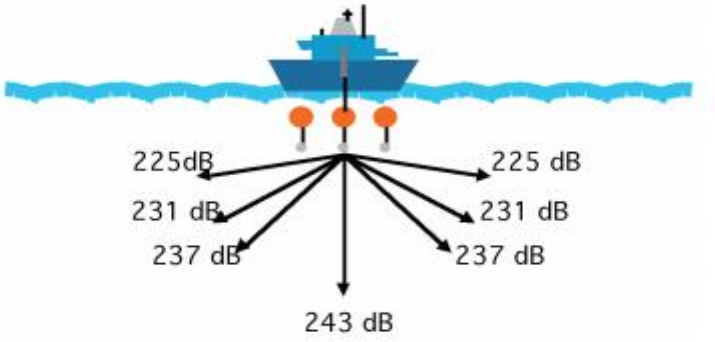


Figura 22. Presiones sonoras transmitidas por un arreglo con SPLpeak = 260 dB re 1 µPa-m (Gisiner, 2016).

El Documento Técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España - 2012), indica que el nivel vertical nominal de emisión, en el eje vertical, para los sistemas de cañones sísmicos puede alcanzar valores de hasta unos 260 a 262 dB (p-p) re 1 µPa @ 1 m. Este nivel disminuye a medida que la dirección de propagación vira desde vertical (hacia el fondo) a la horizontal (hacia los lados del arreglo), principalmente para las frecuencias bajas, en las que se reduce en alrededor de 20-60 dB (dependiendo de las dimensiones y colocación espacial de las fuentes). Por el contrario, las frecuencias medias-altas se transmiten mejor en el plano horizontal. (Parkes y Hatton 1986, Caldwell y Dragoset, 2000).

Las Octavas y los tercios de Octavas

El término de octava se toma de una escala musical, correspondiendo al intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia dada y el doble de ésta. La octava se puede dividir en intervalos más pequeños como la media octava o el tercio de octava, obtenidos dividiendo por 2 ó 3, respectivamente, el segmento que representa una octava en una escala logarítmica.

Entonces el tercio de octava, es el intervalo de frecuencias comprendido entre la frecuencia dada y la calculada multiplicando ésta por $2^{1/3}$. El análisis en tercios de octava es frecuente porque se aproxima al procesado espectral del oído humano, por lo que es la mejor idea que se tiene del funcionamiento del oído de otros mamíferos.

En una escala logarítmica todas las octavas tienen la misma longitud. La relación entre los intervalos geométricos que corresponden a una octava y a un tercio de octava es $(\log 2)/(\log 2^{1/3})$, que es exactamente igual a 3, de ahí su nombre.

La posición de cualquiera de estos intervalos suele indicarse dando la frecuencia central (f_c) del intervalo en la escala logarítmica, lo que corresponde a la media geométrica entre sus frecuencias inicial (f_{ini}) y final (f_{fin}). Por lo tanto, las relaciones entre estas frecuencias para cada tipo de intervalo son las siguientes:

Octava: $f_c = f_{ini}\ \sqrt{2} = f_{fin} / \sqrt{2}$ [6]

Tercio de Octava: $f_c = f_{ini}\ 2^{1/6} = f_{fin} / 2^{1/6}$ [7]

La lista estándar de frecuencias centrales de los tercios de octava contiguos se obtiene partiendo de una frecuencia central de 1 kHz, dividiendo o multiplicando por el factor $2^{1/3}$ todas las veces que haga falta para abarcar el espectro completo de la señal y redondeando los valores resultantes.

La serie de frecuencias de tercios de octava entre 100 y 1.000 Hz es la siguiente: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1.000 Hz.

Comparación de niveles sonoros en aire y agua

Dado que la impedancia acústica del medio (z), que es la resistencia que opone a las ondas sonoras que se propagan, es distinta en el mar ($1{,}5 \cdot 10^6$ Rayls o Pascal.s/m) que en el aire (415 Rayls), y que la relación entre la intensidad y la presión en campo libre viene dada por la expresión $I=p^2/z$, una misma presión ejercida en el mar provoca una intensidad 36 dB mayor que en el aire ($10 \cdot \log(1{,}5 \cdot 10^6 / 415) \approx 36$ dB).

Por lo tanto, hay dos razones principales por las que no se pueden transformar directamente los niveles sonoros en el mar y en el aire.

La primera se debe a que las variaciones de la densidad y velocidad del sonido en cada medio provocan cambios en la transmisión de la presión acústica. Para corregir estos efectos hay que sumar 36 dB al nivel medido en aire.

La segunda razón viene dada por los distintos niveles de referencia utilizados para calcular el nivel de las señales en agua (re. 1 µPa) y en aire (re. 20 µPa), que se traduce a 26 dB.

Por tanto, como consecuencia de los cambios en la presión de referencia y en la impedancia del medio, una presión p provocará una intensidad I (dB) en el aire y una intensidad I + 62 dB en el mar. En el aire, una exposición corta a 140 dB se considera como el umbral aproximado para un daño permanente en los seres humanos.

Sin embargo, dado que no se conocen las adaptaciones de la fisiología acústica de la fauna marina para recibir el sonido, lo más prudente es no realizar extrapolaciones sobre los impactos que los mismos niveles de sonido podrían tener en mar y aire. Por tal motivo, se han efectuado estudios específicos sobre los impactos sobre la biota marina que se tratan en los capítulos siguientes.

Nivel de ruido de fondo en el mar

Las fuentes de sonido en el mar son muchas y variadas, por ejemplo:

- rompiente de las olas;
- interacciones no lineales entre ondas de gravedad que se atraviesan entre sí (conocido como "microsismos");
- precipitación (lluvia, nieve o granizo);
- actividad geológica o meteorológica violenta, como rayos, huracanes, terremotos o erupciones volcánicas;
- otros procesos físicos asociados con el comportamiento del hielo en la superficie del mar;
- mamíferos marinos y otros organismos;
- fuentes antropogénicas, como sonares, embarcaciones o actividad industrial.

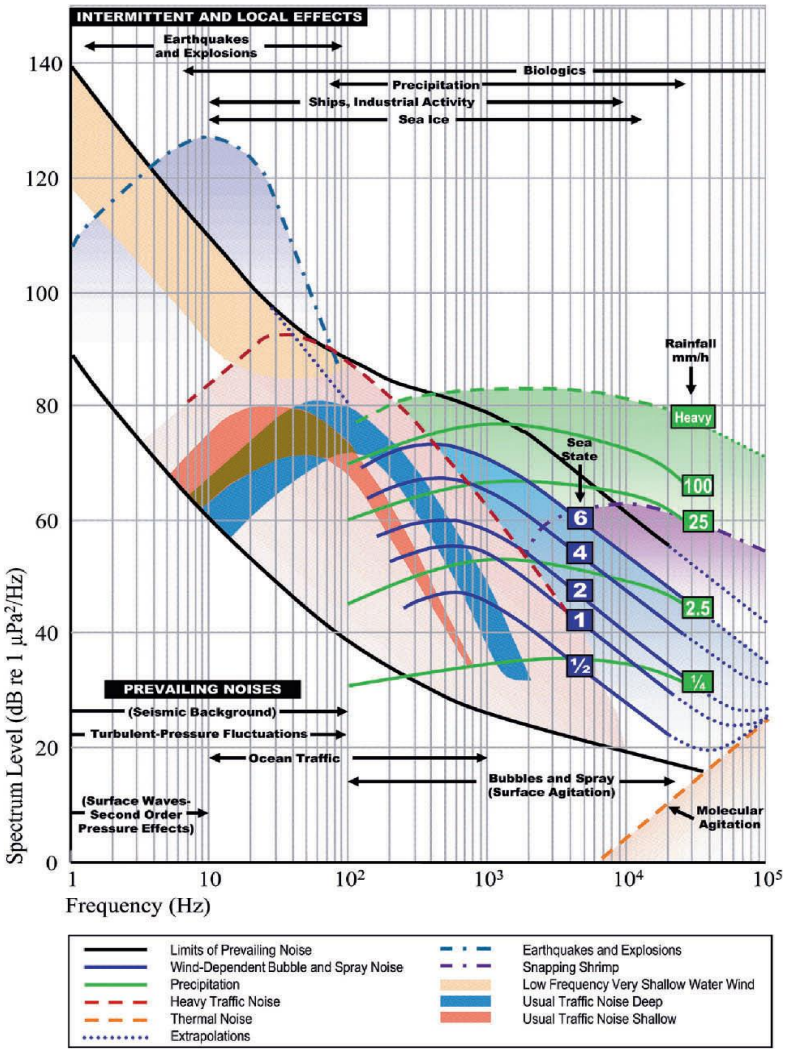
En la Figura 23 (Ainslie, 2010) se muestra un gráfico compuesto de los niveles típicos del espectro de ruido ambiental ilustrando la naturaleza variada de las fuentes de ruido submarino. Diferentes partes del espectro tienden a estar dominadas por fuentes de ruido diferentes pero específicas. Por ejemplo, entre 300 Hz y 100 kHz, la fuente dominante de ruido suele estar relacionada con el viento, mientras que a una frecuencia ligeramente más baja (30-300 Hz) el componente más fuerte suele ser debido al tráfico distante de embarcaciones. El ruido de la lluvia, cuando está presente, tiende a alcanzar un pico de unos pocos kilohercios.

El ruido biológico puede ser de banda ancha, pero también puede contener picos espectrales fuertes (por ejemplo, alrededor de 20 Hz debido a las ballenas azules y las ballenas de aleta (rorcuales).

Existe una creciente evidencia de que los niveles de sonido de baja frecuencia en el mar (alrededor de 40 Hz) han aumentado en promedio hasta 3 dB por década en el período entre 1965 y 2003 (McDonald et al., 2006).

Este aumento se atribuye a una duplicación del número de buques comerciales durante ese período (de 41.900 a 89.900 buques) y un aumento de casi cuatro veces en su arqueo bruto (de 160 a 605 millones de toneladas).

Se ha observado un aumento comparable en los niveles pico en el espectro asociados con ballenas (McDonald et al., 2006). En el mismo periodo la frecuencia pico de vocalizaciones de ballenas azules observadas se redujo de 22 Hz a 16 Hz.



INTERMITTENT AND LOCAL EFFECTS: EFECTOS INTERMITENTES Y LOCALES
Earthquakes and Explosions: Temblores y Explosiones
Biologics: Biológicas
Precipitation: Precipitación
Ships, Industrial Activity: Barcos, Actividad Industrial
Sea Ice: Hielo marítimo
Rainfall: Lluvia
Sea State: Estado del mar (en Escala Beaufort)
PREVAILING NOISES: RUIDOS PREDOMINANTES
Seismic Background: Fondo Sísmico
Turbulent-Pressure Fluctuations: Fluctuaciones de presión turbulenta
Ocean Traffic: Tráfico Oceánico (embarcaciones)
Bubbles and Spray (Surface Agitation): Burbujas y Aerosoles (Agitación Superficial)
Surface Waves - Second Order Pressure Efects: Olas de Superficie – Efectos de Presión de Segundo Orden)
Molecular Agitation: Agitación Molecular
Spectrum Level: Nivel Espectral
Frequency: Frecuencia
Limits of Prevailing Noise: Límites del Ruido Predominante
Wind-Dependent Bubble and Spray Noise: Ruido de Burbujas y Aerosoles Dependiente del Viento
Heavy Traffic Noise: Ruido por Tráfico Intenso
Thermal Noise: Ruido Termico
Extrapolations: Extrapolaciones
Snapping Shrimp: Chasqueo por Camarones (sonido emitido en conjunto por colonias de crustáceos)
Low Frequency Very Shallow Water Wind: Ruido de Baja Frecuencia por Viento en Aguas Muy Poco Profundas
Usual Traffic Noise Deep: Tráfico Habitual en Aguas Profundas
Usual Traffic Noise Shallow: Tráfico Habitual en Aguas Poco Profundas

Figura 23. Espectro típico de ruido ambiente marino (Ainslie, 2010; adaptado de Wenz, 1962).

2.9.3 Emisión sonora submarina por las fuentes de energía de aire comprimido

El arreglo de tipo concentrado típico de fuentes de energía de aire comprimido considerado para la elaboración del presente estudio presenta las siguientes características de emisión.

Tabla 8. Características del arreglo de fuentes de energía de aire comprimido

Cantidad de Fuentes	20 + 4 de repuesto	
Presión de trabajo de la Fuente	2.000	Psi
Volumen total de la Fuente	2.010 / 32,94	cu.in. / litros
Distancia entre puntos de emisión	12,5	metros
Intervalo entre puntos de emisión	5,0	segundos
Velocidad del buque durante la emisión	4,5	nudos
Fuentes de Energía: 0 a pico	53,9	bar.metro
Profundidad de las Fuentes	6 (+/- 1)	metros
Relación Primario a Burbuja	36,4	Sin aplicación de Filtro de frecuencia

La relación en el campo cercano entre el pico inicial y la burbuja es elevada, lo cual significa que hay una muy buena atenuación de la señal secundaria.

La energía sonora total emitida por el arreglo es entonces igual a:

SPLpeak = 20 log (53,9 0-p bar.m) + 220 = 254,6 dB re 1µPa-m [8]

Según la recomendación de la Comunidad Europea, “Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas” – Part II (Dekeling et. al, 2014) este arreglo se clasifica como fuente de Nivel Alto, por encontrarse SPLpeak por encima de 253 dB re 1µPa-m.

La Firma Acústica del Campo Lejano FFS se ha calculado basándose en una temperatura del agua supuesta de 10ºC y una velocidad del agua de 1490 m/s. Se empleó el software Nucleus+ version 2.10.0, Marine source modelling version 2.2.0, Source Kernel version 1.0.0. El fantasma de la fuente se ha tenido en cuenta utilizando un coeficiente de reflexión de -1 para la interfaz de la superficie del mar. La firma se extrae en la dirección de avance del arreglo (Azimut = 0) y directamente debajo de la fuente (Dip = 0).

La firma acústica del arreglo en el dominio temporal y el espectro en el dominio de frecuencias hasta 1 kHz se ilustran en la Figura 24.

Es posible observar que el máximo de emisiones se produce entre aproximadamente 5 Hz y unos 100 Hz de frecuencia, decayendo luego progresivamente los valores máximos a una tasa aproximada del orden de 4,5 dB cada 100 Hz.

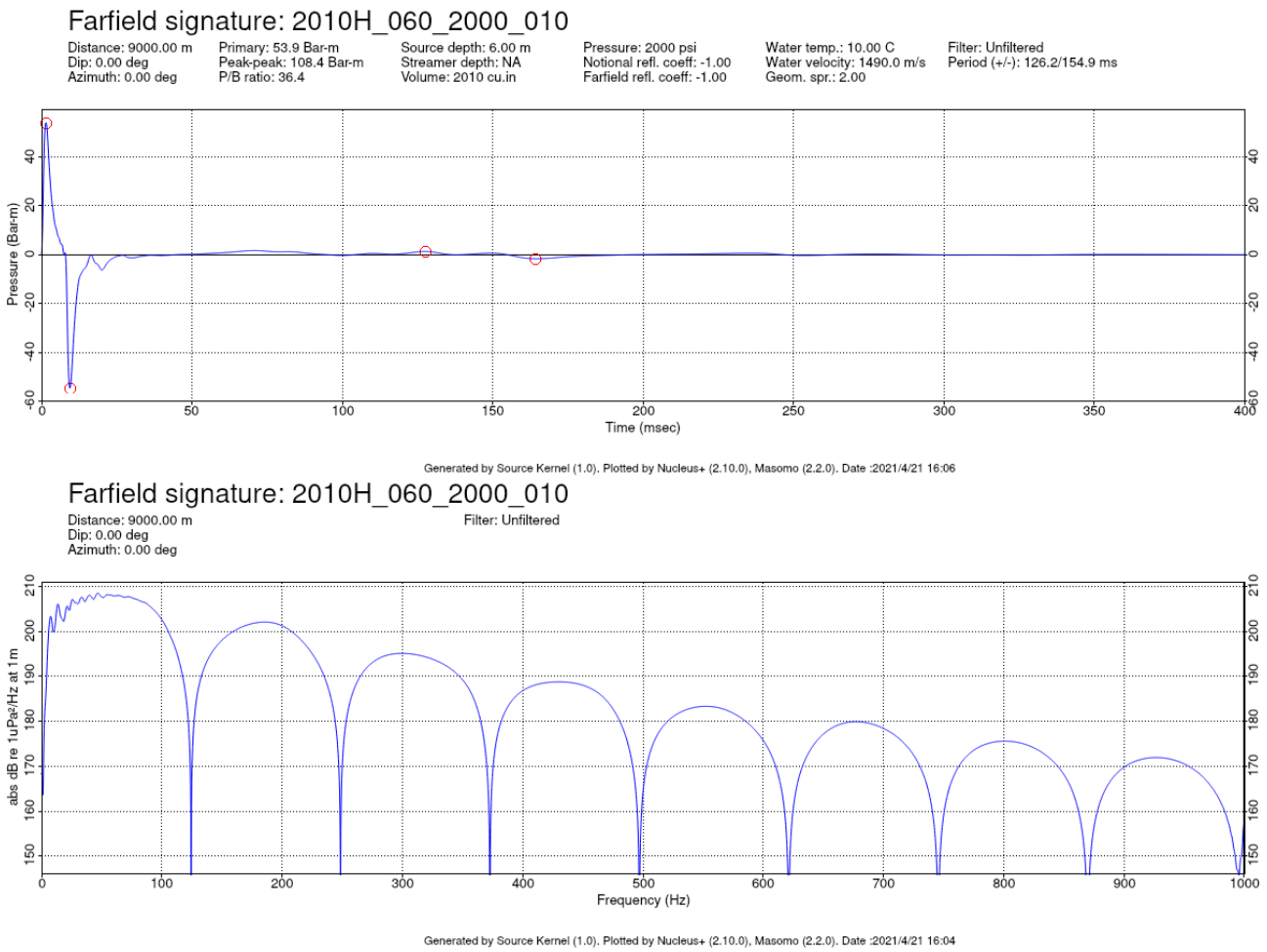


Figura 24. Firma acústica vertical del espectro del arreglo

El campo de ondas de presión emitido por un conjunto de fuentes de aire varía en función del ángulo de emisión y el Azimut (Azimuth en inglés). Esto suele depender a su vez de la distribución espacial de los elementos de la matriz. Las firmas teóricas modeladas de cada ubicación de cañón se utilizan para calcular la firma de campo lejano dependiente de la frecuencia para cada posible fuente de emisión, ángulo de inclinación y Azimut de fuente.

La reflectividad de la superficie del mar en el modelo se establece en -1 para representar las condiciones ideales del estado del mar.

En la Figura 25 se muestra en forma bidimensional la distribución de energía en frecuencia para 3 Azimut diferentes, 0º (dirección avance), 45º y 90º (dirección perpendicular al avance). Los valores normalizados (“Normalised Amplitude”) en todos los casos son relativos al máximo correspondiente a Azimut 0º y dirección vertical.

Para cada gráfico azimutal, las frecuencias se muestran hasta 1 kHz y se amplían para mostrar el rango dónde se emite la mayor cantidad de energía dirigida hacia abajo entre 0-125 Hz.

Los ángulos indicados en los bordes de los semicírculos son relativos a la dirección vertical (debajo del arreglo), pudiéndose apreciar que la dirección 90º (horizontal) presenta una energía muy baja.

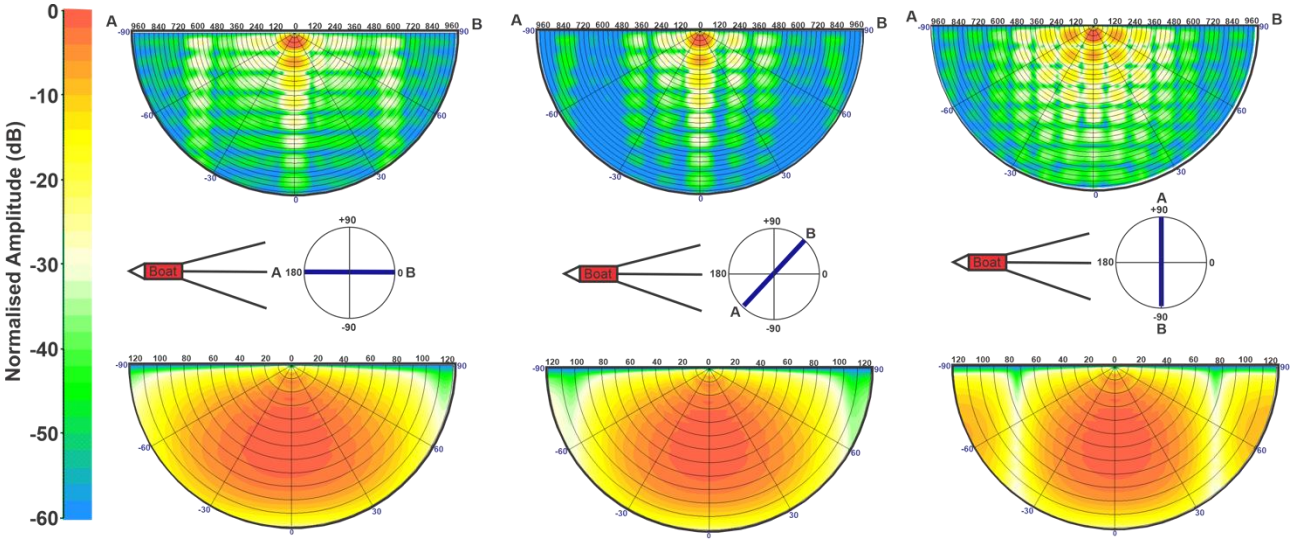


Figura 25. Espectros 2D para diferentes Azimut respecto a la dirección de avance del relevamiento

La Figura 26 ilustra en forma polar la distribución angular de energía por octavas entre 32 Hz y 1.000 Hz. Los ángulos indicados en el borde de los círculos son los Azimut relativos a la dirección de avance del buque. Las distancias radiales representan los ángulos desde la vertical (en el centro) hasta la horizontal (en la periferia), donde puede apreciarse el decaimiento de la energía con el ángulo (Dip). El centro del círculo representa un ángulo de 0º, y cada círculo sucesivo representa 30º, 60º y 90º.

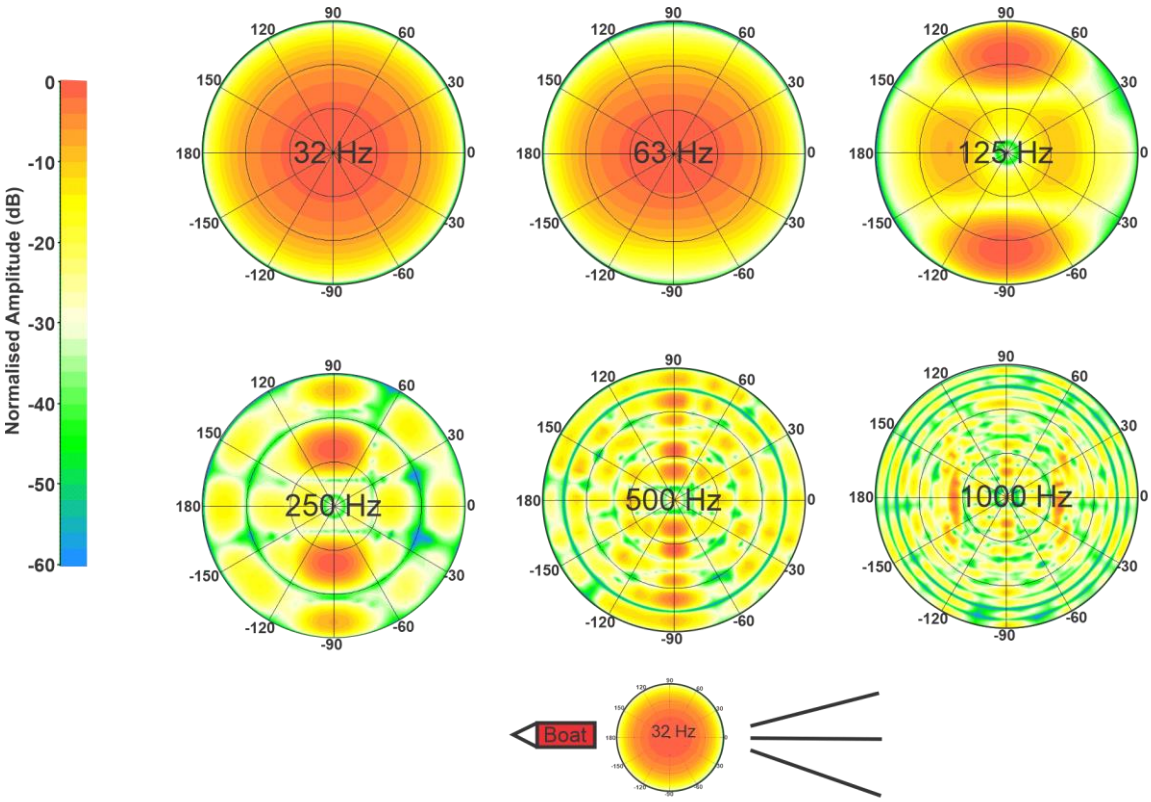


Figura 26 Gráficos Polares de distribución angular de la energía sonora para frecuencias en octavas

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Página 46 de 88

Las siguientes figuras ilustran los espectros emitidos para direcciones (Azimut) 0º (dirección de avance), 45º y 90º (dirección perpendicular), y para ángulos con la vertical (Dip) 0º, 70º (20º desde la horizontal), 80º (10º desde la horizontal), 85º (5º desde la horizontal) y 90º (horizontal). Las unidades son dB re 1 μPa^2 /Hz a 1 m.

Los espectros verticales (Dip 0º) lógicamente no dependen del Azimut, por lo que son idénticos.

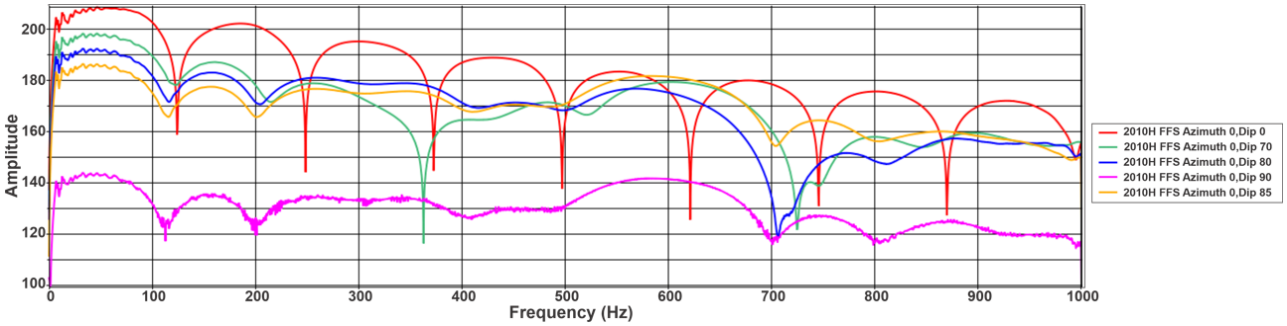


Figura 27 Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 0º respecto a la dirección de avance del arreglo

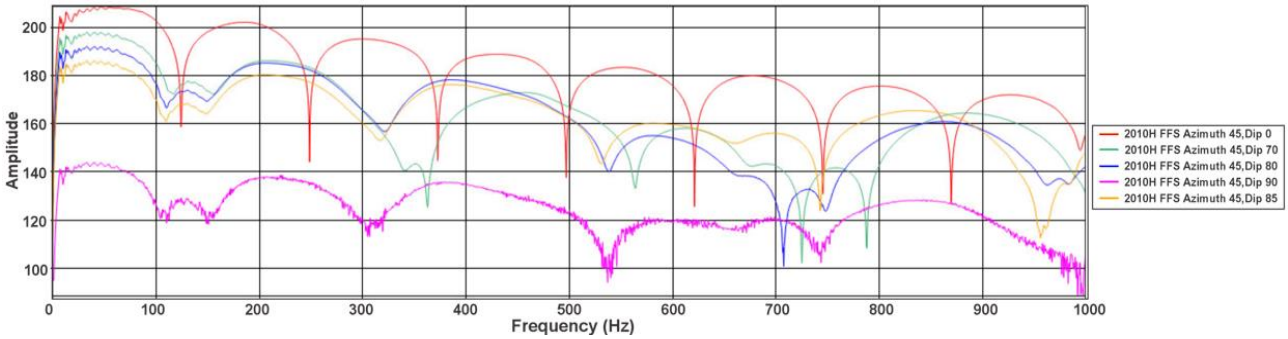


Figura 28 Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 45º respecto a la dirección de avance del arreglo

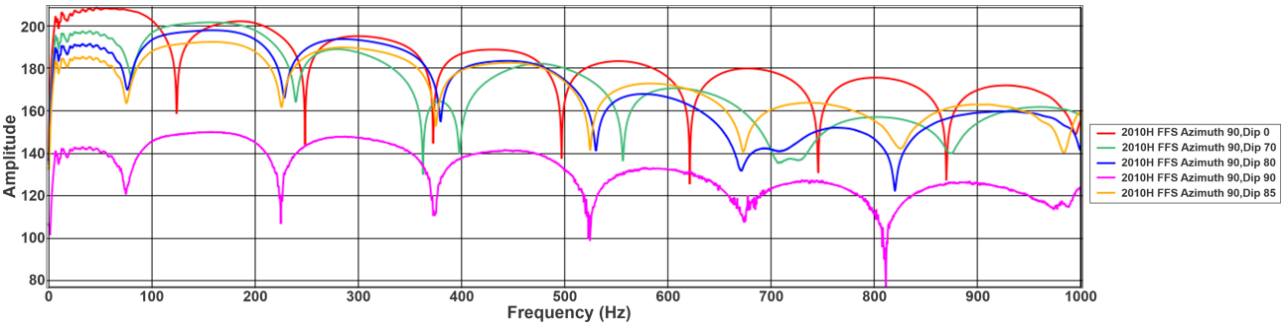


Figura 29 Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 90º respecto a la dirección de avance del arreglo

Se puede apreciar que la energía emitida en forma horizontal es prácticamente despreciable con respecto a la emitida verticalmente (unos 40 a 60 dB menor según la frecuencia).

Por otro lado, la energía emitida con ángulos de 5º, 10º y 20º respecto a la horizontal, presenta amplitudes menores pero más cercanas a la emitida verticalmente, mostrando un patrón similar al presentado previamente en la Figura 22, lo cual permite verificar la diferencia entre la energía radiada en dirección vertical y aquella radiada en dirección horizontal, que en general suele considerarse del orden de unos 20 dB (Caldwell et al, 2000).

Los espectros verticales (Dip 0º) lógicamente no dependen del Azimut, por lo que son idénticos.

La Figura 30 y la Figura 31 ilustran la acumulación de energía, calculada sumando en forma lineal las contribuciones de cada frecuencia con un intervalo de discretización de 0,48 Hz, para la dirección vertical (Dip 0), en dos escalas de frecuencia diferentes. En la dirección Vertical la energía está concentrada en un 80% hasta los 120 Hz y en un 95% hasta 220 Hz.

La Figura 32 a la Figura 40 ilustran la acumulación de energía para Azimut 0º, 45º y 90º, considerando tres ángulos diferentes con la vertical (Dip), iguales a 70º, 80º y 85º (es decir, 20º, 10º y 5º respecto a la horizontal).

Se puede apreciar que por una parte se produce un fuerte descenso del SEL al aumentar el Dip (es decir, acercarse a la horizontal) y por otra, que la distribución en frecuencia de la energía se amplía abarcando frecuencias más altas a medida que la dirección de emisión es más horizontal.

En el caso del Azimut 90º, la energía total es mayor que para Azimut 0º y hay una participación mayor en el porcentaje de energía para frecuencias más altas, aproximadamente entre 200 y 400 Hz.

En la Tabla 9 se muestran los valores máximos de SEL total según el ángulo respecto a la vertical y el Azimut respecto a la dirección de avance.

Tabla 9. SEL (dB re 1 µPa^2 s a 1 m) total emitido para diferentes ángulos respecto a la vertical y Azimut respecto a la dirección de avance

Ángulo respecto a la vertical (Dip)	Azimut 0º (dirección de avance)	Diferencia con vertical para Azimut 0º (dB)	Azimut 90º (perpendicular)	Diferencia con vertical para Azimut 90º (dB)	Diferencia Azimut 0º - Azimut 90º (dB)
0º (vertical)	230,69	-	230,69	-	0,00
70º (20º horiz.)	219,27	11,42	224,92	5,77	-5,65
80º (10º horiz.)	213,90	16,79	221,92	8,78	-8,02
85º (5º horiz.)	209,83	20,86	217,00	13,69	-7,17
90º (horizontal)	168,41	62,28	174,81	55,88	-6,40

Ángulo respecto a la vertical (Dip)	Azimut 45º (dirección de avance)	Diferencia con vertical para Azimut 45º (dB)
0º (vertical)	230,69	-
70º (20º horiz.)	218,61	12,09
80º (10º horiz.)	213,43	17,27
85º (5º horiz.)	208,02	22,68
90º (horizontal)	166,03	64,66

Cabe mencionar que el valor del SEL igual 230,69 dB re 1 μPa^2 s a 1 m representa la energía contenida en todo el espectro de emisión vertical, mientras que el valor máximo del orden de 210 dB re 1 μPa^2 /Hz a 1 m que se muestra en las figuras para Azimut 0º Dip 0º representa el valor espectral de SEL con referencia a 1 Hz en la frecuencia en que el mismo es máximo, por lo que corresponden a magnitudes físicas diferentes que no deben compararse entre sí.

La diferencia entre el valor “nominal” del SEL total emitido verticalmente (≈230,7 dB re 1 μPa^2 s a 1 m), calculado integrando el espectro de energía correspondiente, y el valor total del SPLpeak calculado previamente a partir de la emisión en Bar.m del arreglo (≈254,6 dB re 1μPa a 1 m), es igual a 23,9 dB. Este valor está en el rango indicado en el acápite 2.9.2.1 donde se indica que si bien las unidades del SEL y del SPL son diferentes, el valor numérico del SEL es típicamente de 20 a 25 dB inferior a SPLpeak.

En la Figura 41 se presenta la Firma espectral del arreglo correspondiente a la energía acumulada en las bandas de tercios de octavas, para el Azimut 0 (en la dirección de avance del arreglo), en escalas lineal y logarítmica. En la Figura 42 y la Figura 43 se presenta la misma información para los Azimut 45º y 90º.

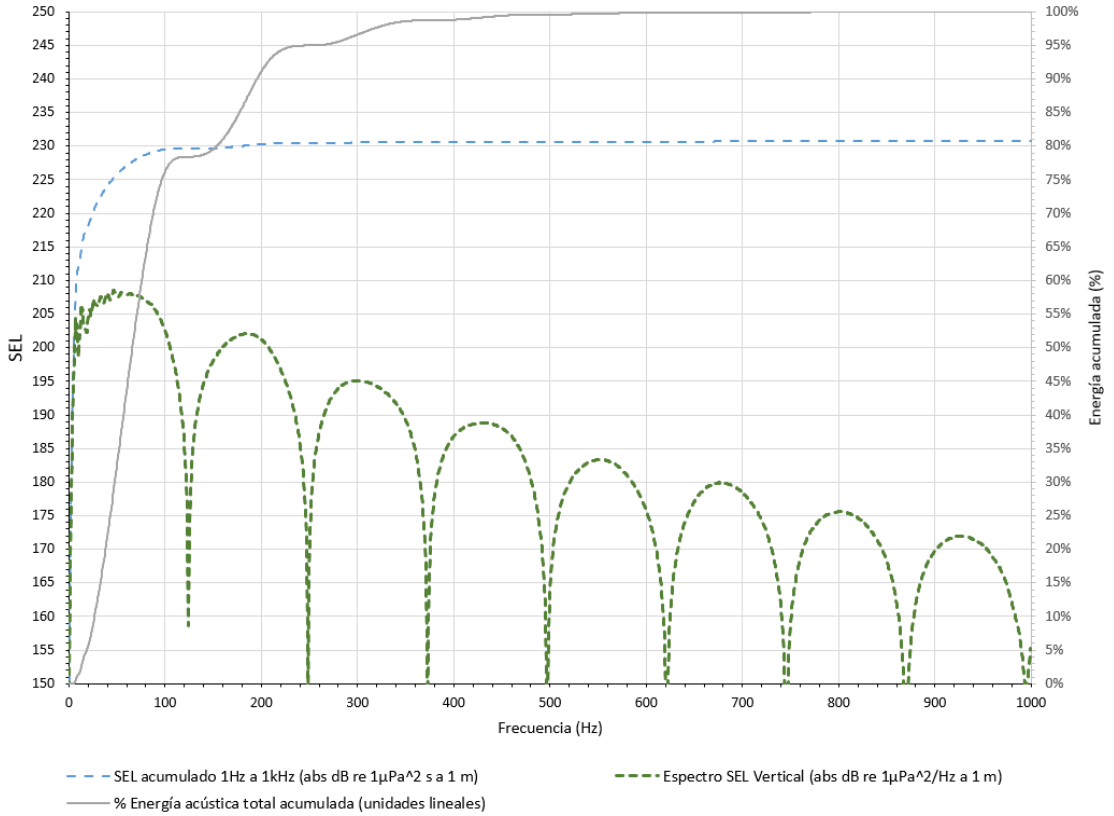


Figura 30. Energía acumulada independiente del Azimut en dirección vertical (Dip 0) hasta 1 kHz.

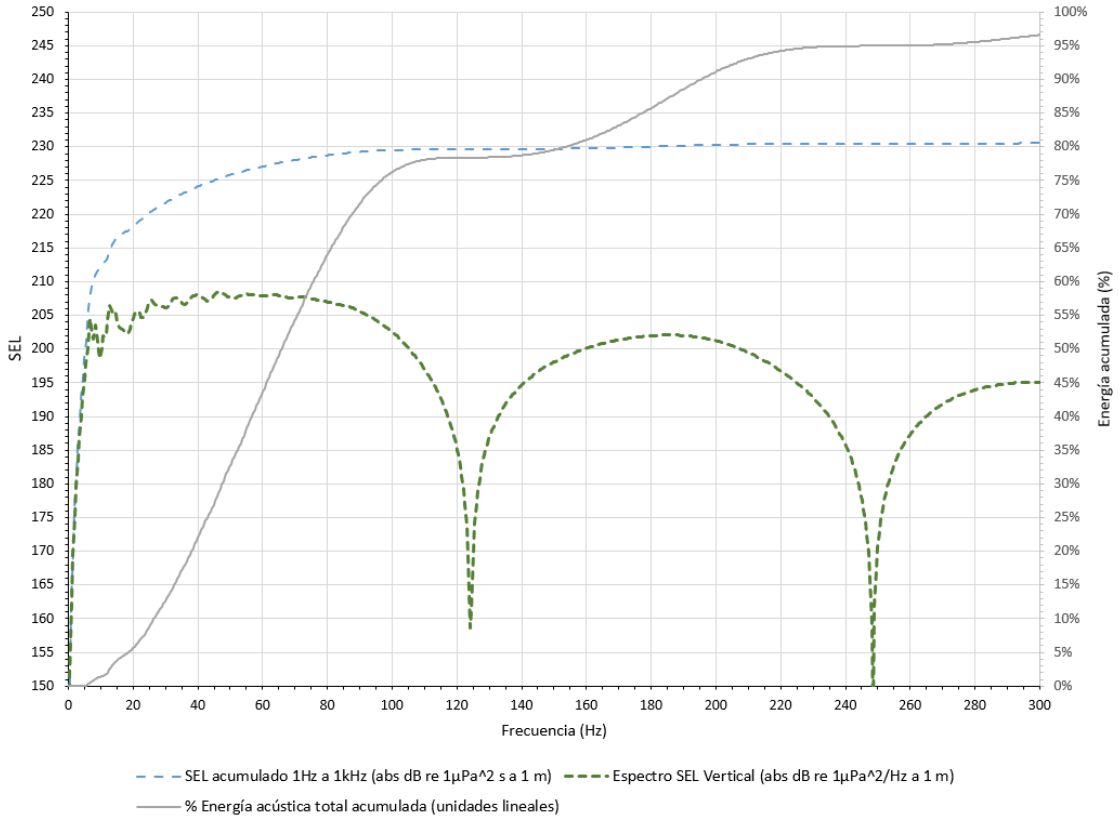


Figura 31. Energía acumulada independiente del Azimut en dirección vertical (Dip 0) hasta 300 Hz

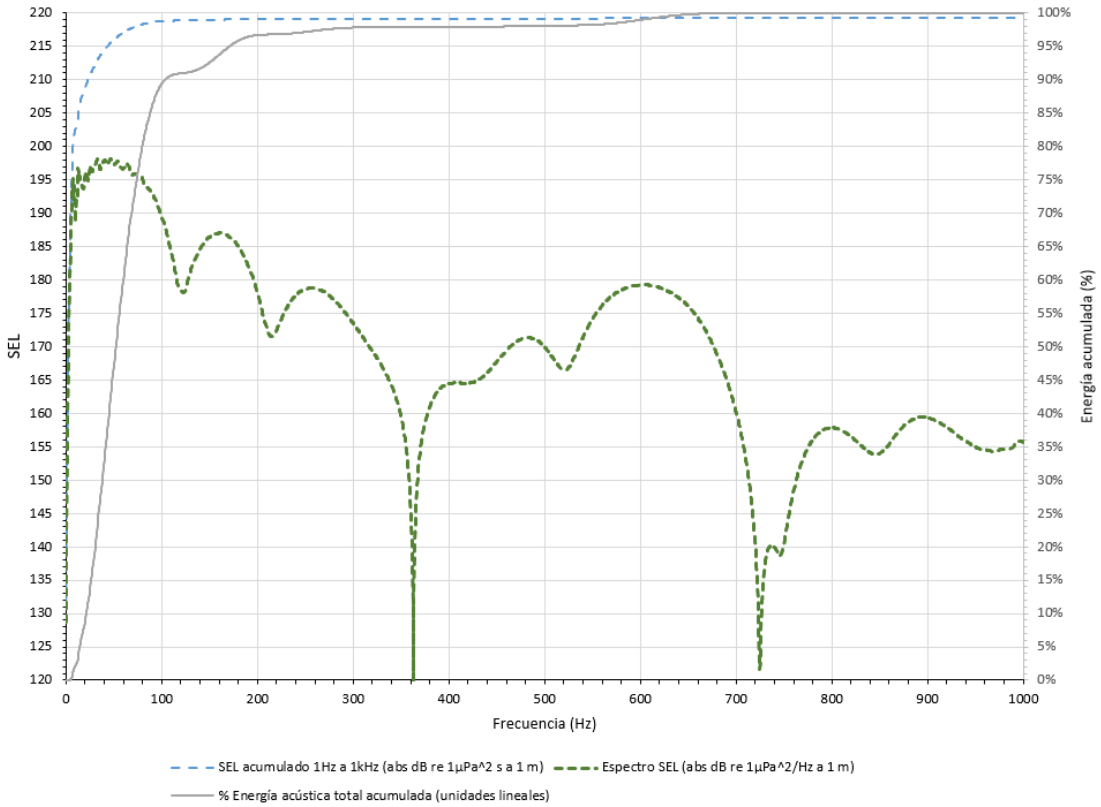


Figura 32. Energía acumulada en Azimut 0º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 70º (20º desde la horizontal)

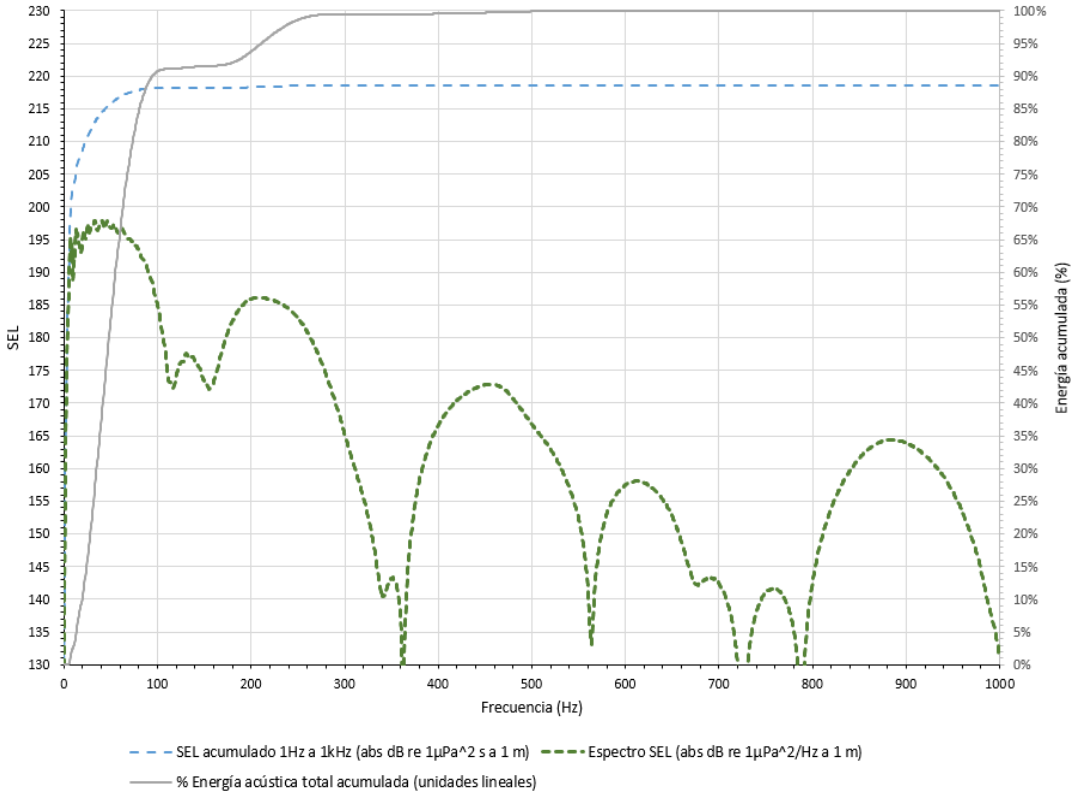


Figura 33. Energía acumulada en Azimut 45º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 70º (20º desde la horizontal)

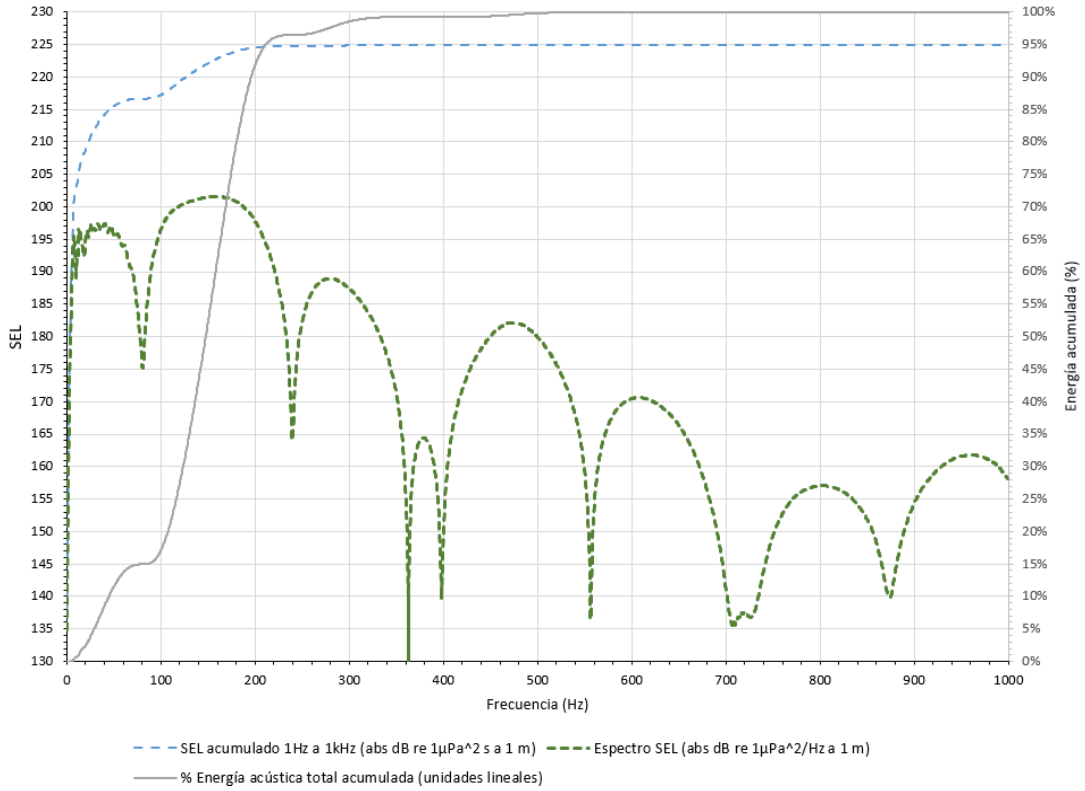


Figura 34. Energía acumulada en Azimut 90º (dirección perpendicular al avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 70º (20º desde la horizontal)

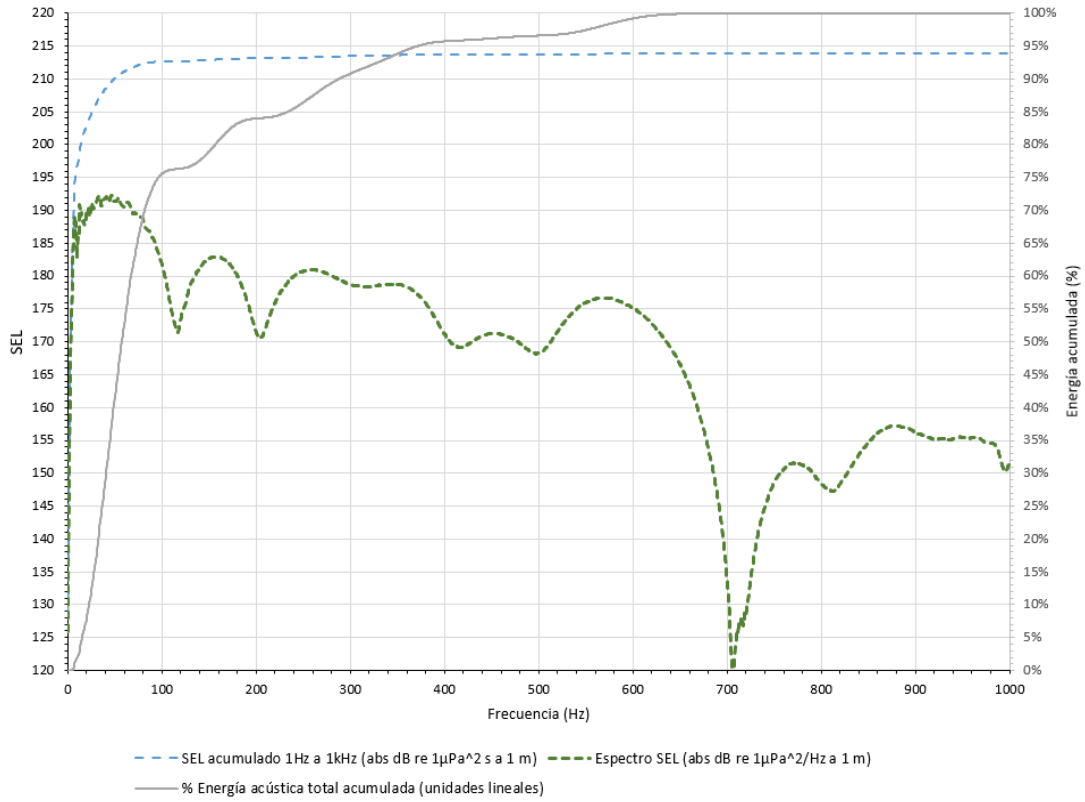


Figura 35. Energía acumulada en Azimut 0º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 80º (10º desde la horizontal)

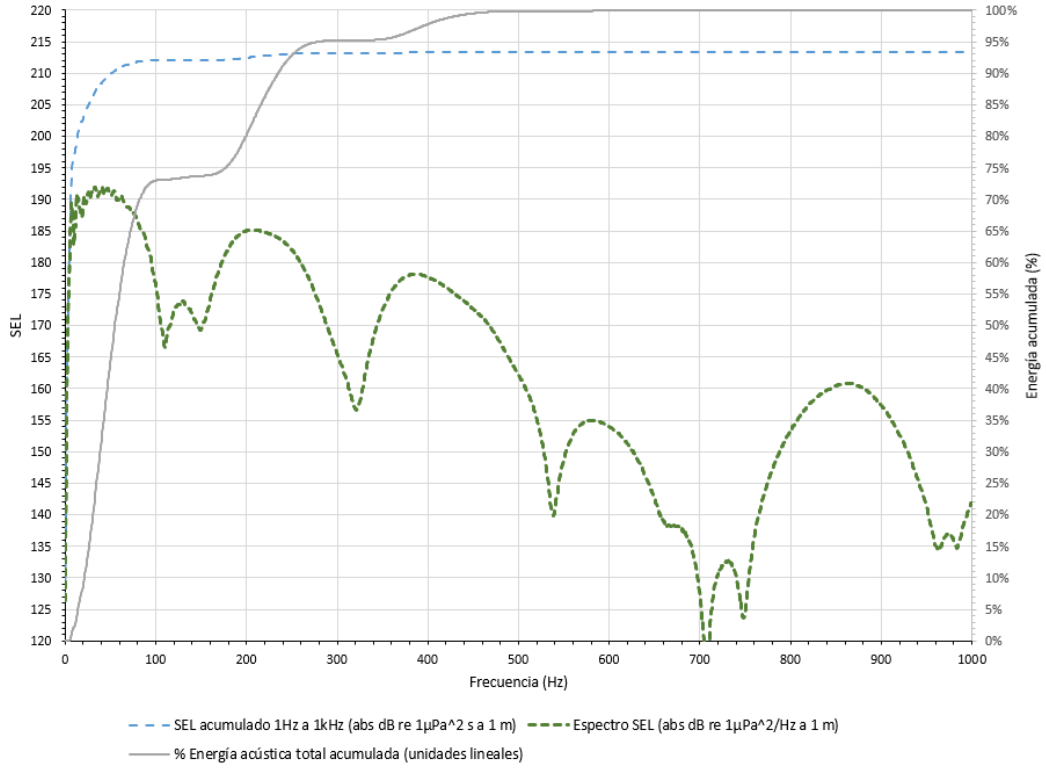


Figura 36. Energía acumulada en Azimut 45º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 80º (10º desde la horizontal)

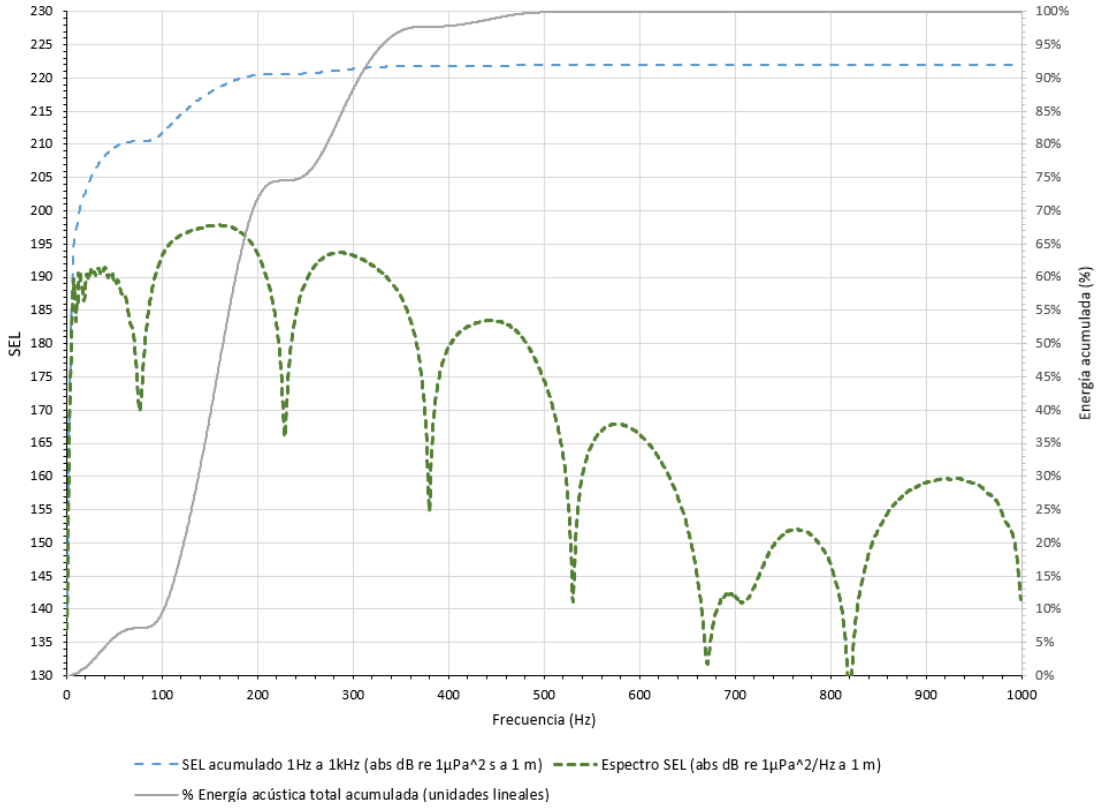


Figura 37. Energía acumulada en Azimut 90º (dirección perpendicular al avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 80º (10º desde la horizontal)

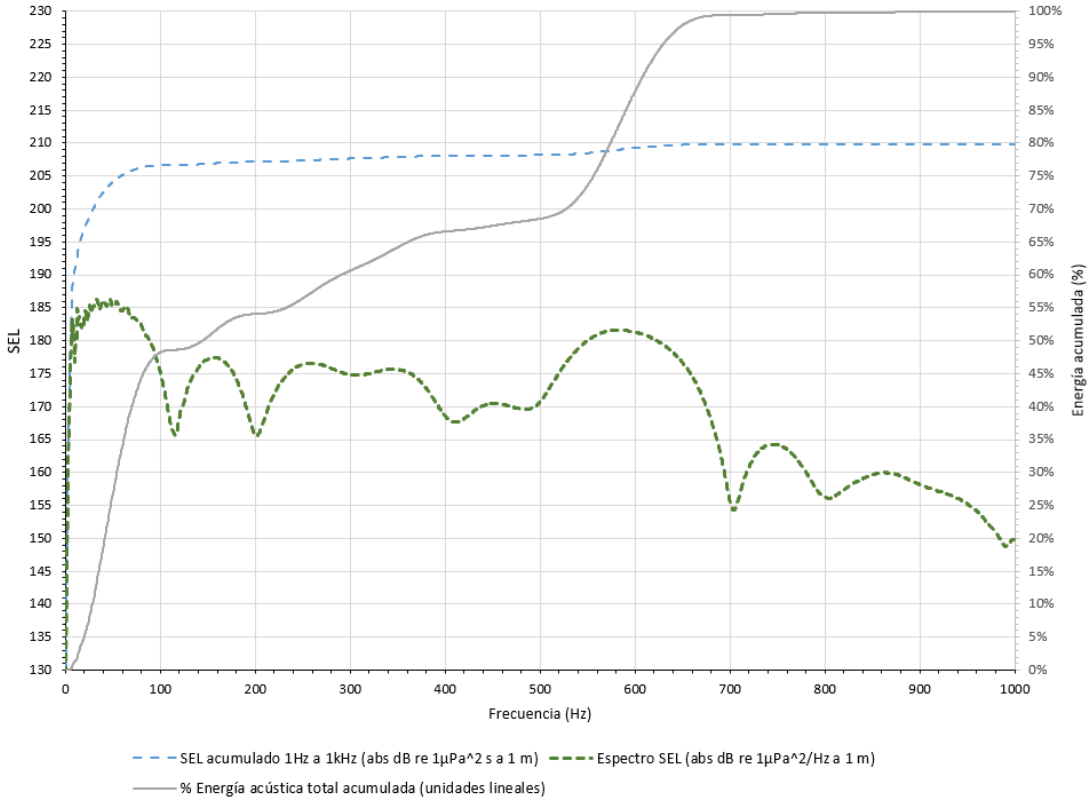


Figura 38. Energía acumulada en Azimut 0º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 85º (5º desde la horizontal)

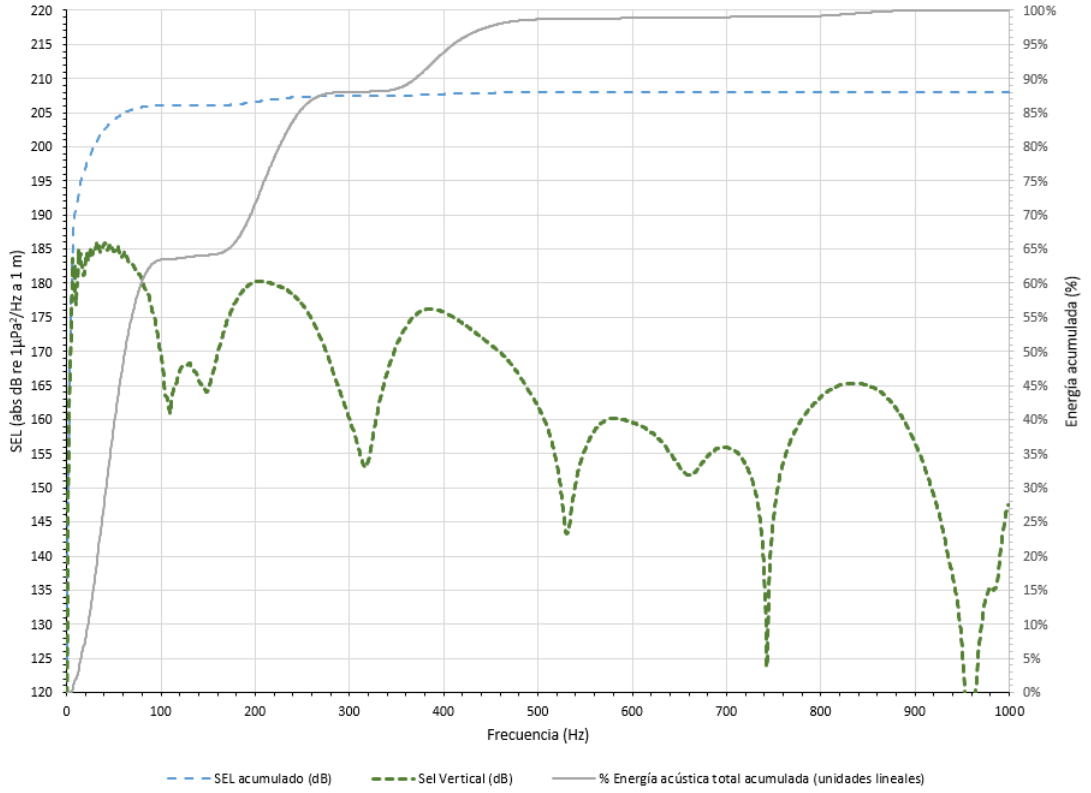


Figura 39. Energía acumulada en Azimut 45º (dirección de avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 85º (5º desde la horizontal)

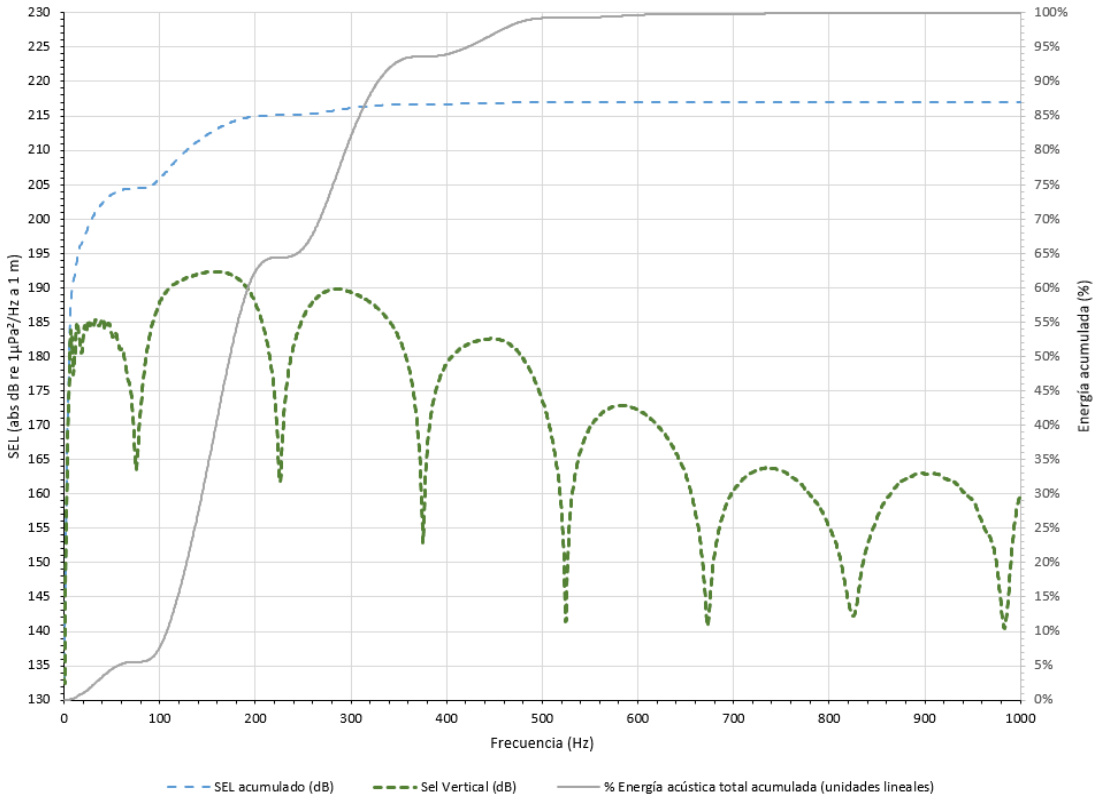


Figura 40. Energía acumulada en Azimut 90º (dirección perpendicular al avance del relevamiento) ángulo vertical Dip 85º (5º desde la horizontal)

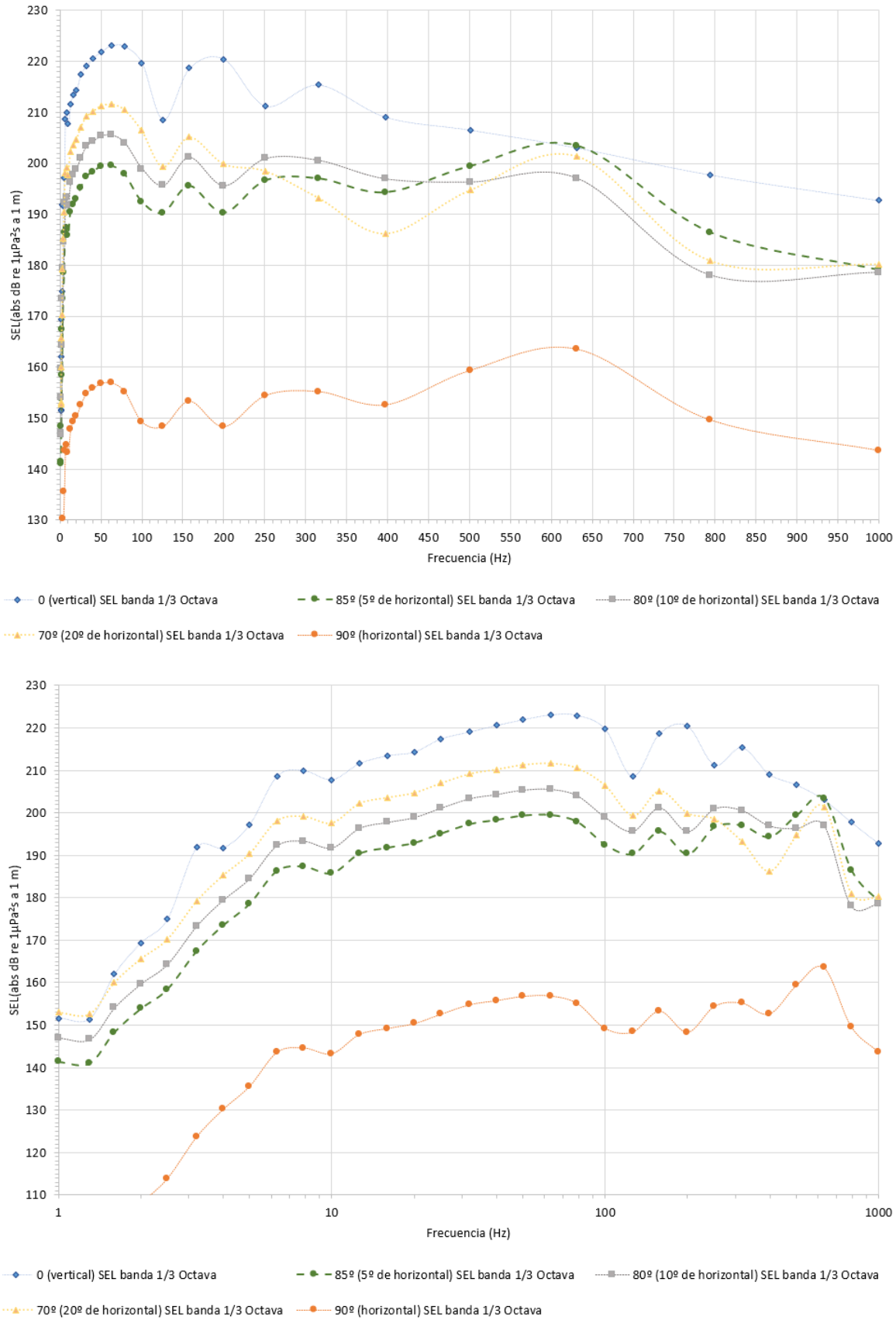


Figura 41. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 0º (dirección de avance)

Página 56 de 88

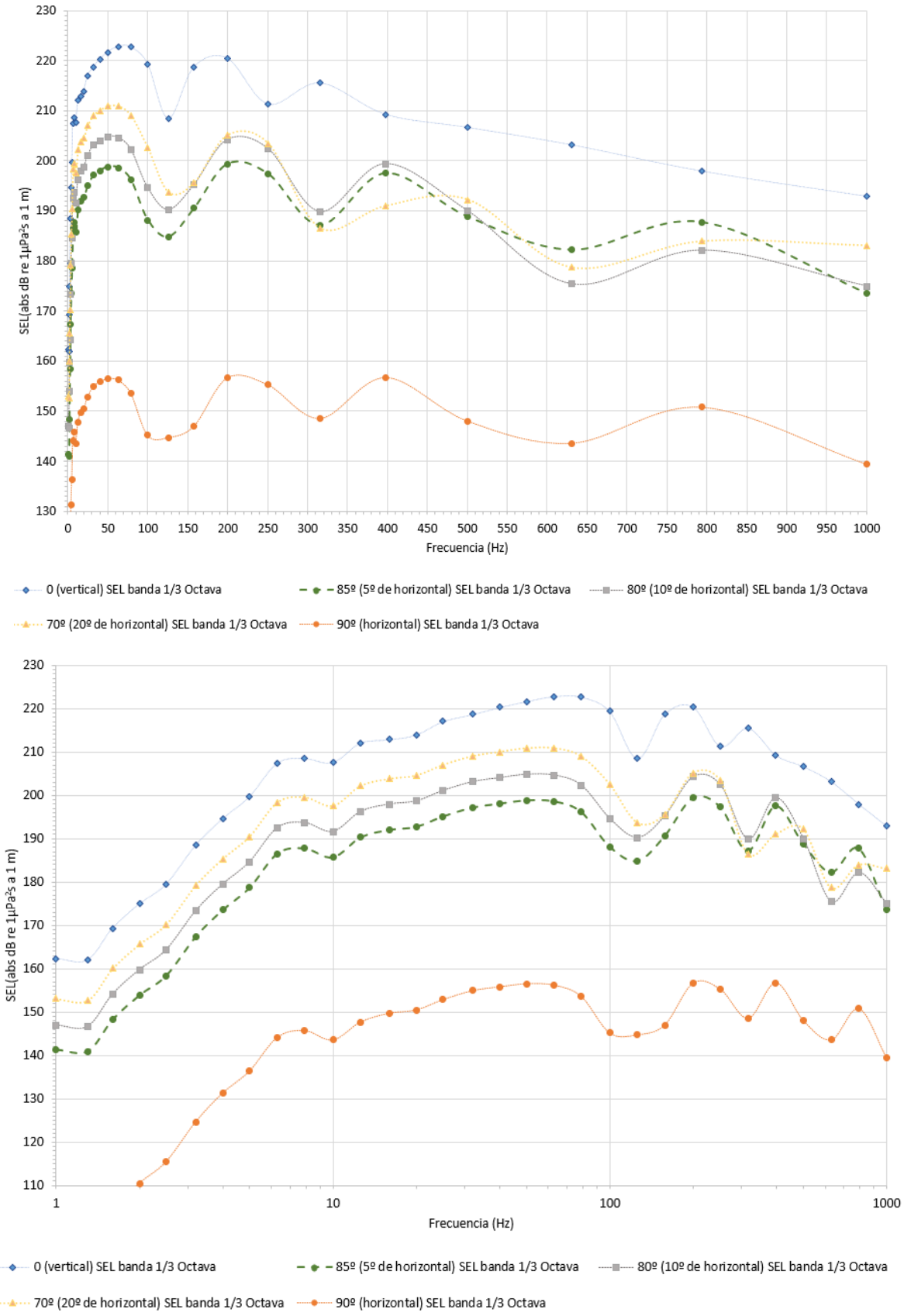


Figura 42. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 45º (transversal al avance)

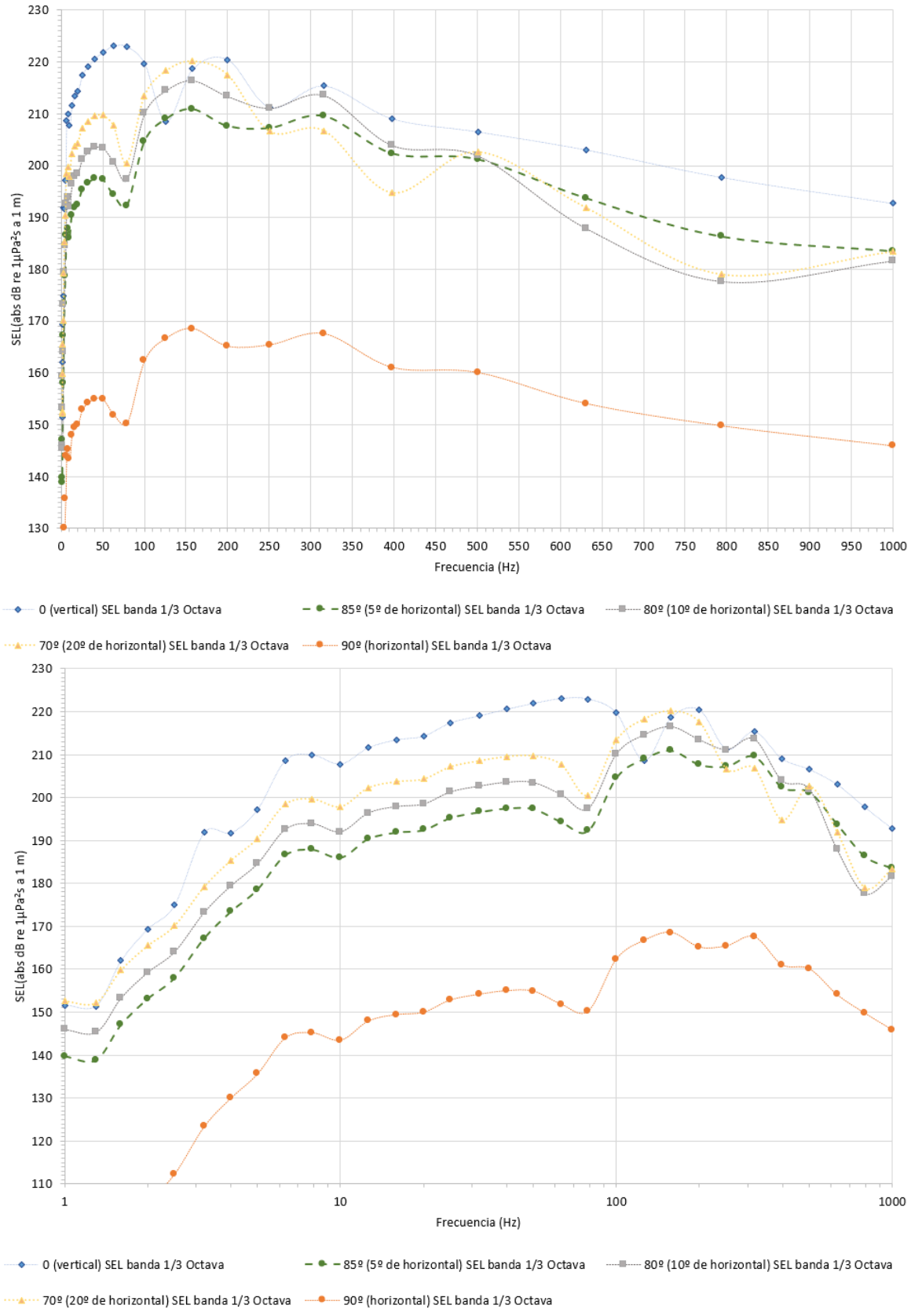


Figura 43. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 90º (perpendicular al avance)

2.10 MONITOREO ACÚSTICO PASIVO

Las limitaciones de la vigilancia visual de la biota marina durante la noche y en condiciones de escasa visibilidad llevaron al desarrollo de nuevas metodologías para mitigar los efectos de las prospecciones sísmicas en la fauna marina. Este proceso de innovación ha producido hasta ahora al menos una tecnología funcional: el Monitoreo Acústico Pasivo (MAP), conocido internacionalmente como Passive Acoustic Monitoring (PAM).

Un sistema PAM básico se compone de un arreglo de hidrófonos, que detecta la vocalización de los mamíferos marinos; un sistema para amplificar y acondicionar la señal; un dispositivo de adquisición de señales; y una computadora para correr el software PAM. El sistema es capaz de localizar, identificar y monitorear los mamíferos marinos en tiempo real.

Para la instalación, despliegue del equipo e interpretación de los sonidos detectados se requiere de operadores de PAM entrenados por especialistas.

Cuando se utiliza un sistema PAM, se debe obtener en la medida de lo posible, lo siguiente:

- Detectar el rango de frecuencias de las vocalizaciones de los mamíferos marinos que se espera que estén presentes en el área de estudio;

- Detectar e identificar las vocalizaciones de los mamíferos marinos y establecer la marcación y el alcance en un período de tiempo razonable;

- Comunicar inmediatamente la información pertinente al operador del PAM (en tiempo real) para que se puedan tomar las medidas de mitigación apropiadas y oportunas (por ejemplo, retrasar el arranque suave).

El sistema PAM a ser utilizado tendrá las características del sistema Towed PAM System. Este sistema básico comprende un cable de 250 m, cable de cubierta, unidad de procesamiento de audio, computadora y auriculares. Este sistema está equipado con el software PAMGuard, sistema estándar de detección y localización de mamíferos marinos.

Especificaciones del sistema Towed PAM System

- Hidrófonos: 4
- Sensibilidad acústica: 10 Hz to 200 kHz
- Requerimientos de energía: 110 VAC, 240 VAC
- Peso: 3 pallets, 400 kg

En el Anexo V se incluyen las especificaciones del fabricante del sistema Towed PAM System.

2.11 PREPARACIÓN ANTE CONTINGENCIAS

2.11.1 Procedimiento general

Los procedimientos de respuesta ante emergencias se plasman en zafarranchos básicos que son 5:

1) *MOB (man over board):* caída de hombre al agua. Se practican las voces de alarma, seguimiento visual de sujeto caído, arrojarle salvavidas guirnalda, detener máquinas y bajar bote de rescate.
2) Incendio a bordo: alarma, roles de acción, asistencia con chaleco salvavidas colocado al punto de reunión, conteo de presentes, la brigada contra incendios acude a sus puestos de equipamiento, se colocan sus trajes / equipos y se dirigen al sitio para actuar ante la situación.
3) Abandono de buque: alarma, colocarse el chaleco salvavidas, formar ante cada bote asignado, conteo de personas. Podrán embarcar o no. No es necesario arriar los botes al agua.
4) Derrame de fluido oleoso en cubierta: acude la brigada asignada. Disponen de medios para actuar: botas de goma, mamelucos blancos descartables, material absorbente, guantes de goma, bolsas plásticas, palitas, cepillos y otros utensilios.
5) Pérdida de comando: la persona entrenada acude a popa y mediante un teléfono adecuado recibe órdenes desde el puente para hacer comando manual de los timones.

Asociado a cada situación puede simularse un accidentado, sea quemadura, fractura, cortes, etc. Para ello el buque sísmico tiene a bordo un médico, con un consultorio que dispone toda la aparatología de emergencia y si fuera necesario, evacuación. El consultorio tiene capacidad para internar hasta 2 pacientes.

No se planifica el uso de helicópteros para la evacuación médica de emergencia. En caso de una emergencia médica en el buque sísmico, se considera más rápido y eficaz trasladar al paciente al buque logístico y trasladarlo a la localidad de Río Grande más cercana a la zona de prospección.

2.11.2 Equipamiento de seguridad

Ante un incendio incontrolable a bordo del buque sísmico se contará con medios (monitores) para agua FiFi (Fire Fighting).

Los grupos generadores auxiliares típicos tienen unos 1500 kW (diésel de 2000 HP).

Los sistemas de detección que posee este tipo de buque incluyen detectores de humo en sala de máquinas, casillaje y lugares comunes.

Los equipos de extinción para sala de máquinas son de baterías de tubos de CO_2 o similares y para incendios en otros sitios, bombas específicas para incendios con caudal de 150 m^3/h, rociadores en sala de pinturas y productos químicos inflamables.

Cuentan con botes salvavidas / balsas salvavidas redundantes que duplican el número de personal a bordo, es decir, el doble por cada banda.

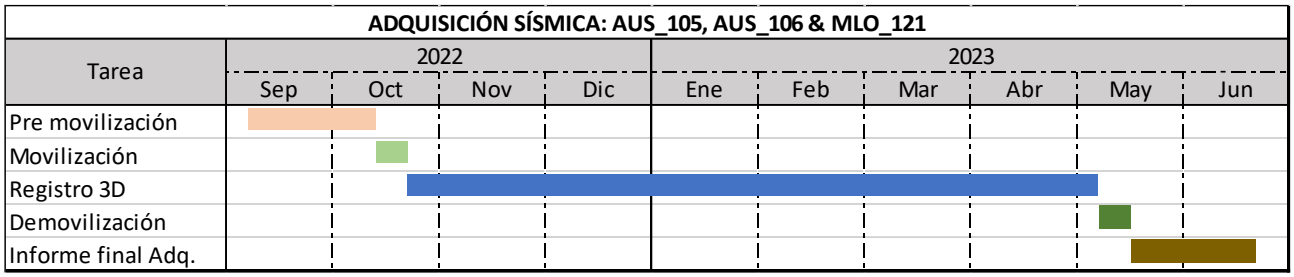
3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El programa actual contempla el registro de aproximadamente 7.739,8 km^2 de sísmica 3D y se estima que podrá extenderse hasta por 180 días dentro de la ventana operativa de septiembre de 2022 a mayo de 2023.

El Proyecto se llevará a cabo siguiendo los siguientes pasos convencionales:

- Movilización del buque sísmico, del buque de seguimiento y del buque logístico al Área de Actividad;
- Campaña de adquisición sísmica, incluido el despliegue del equipo sísmico (fuente y streamers) y las operaciones de adquisición de datos; y
- Desmovilización: una vez realizado el relevamiento, los buques sísmicos y de apoyo dejarán el Área de Actividad para navegar de vuelta al puerto de embarque. No se dejará ningún rastro de la actividad de prospección en el área después de la desmovilización.

A continuación se presenta el cronograma operativo definido para el proyecto (se considera para el registro 3D la ventana operativa septiembre de 2022 – mayo de 2023, si bien se estima que el registro podrá extenderse como máximo durante 180 días dentro de dicho periodo). El inicio efectivo dependerá de la obtención de la licencia ambiental.



Justificación de la ventana temporal seleccionada para el desarrollo del proyecto

EQUINOR ha evaluado en detalle las posibilidades de operar en el área de proyecto en las diferentes temporadas y en función del intercambio con los contratistas geofísicos con experiencia en el área, se ha establecido que la ventana temporal donde es posible desarrollar el complejo despliegue sísmico 3D resulta la de primavera-verano extendiéndose a otoño.

Las operaciones en las condiciones climáticas que imperan en el área de proyecto en el invierno, resultan con cierta frecuencia riesgosas para la navegación (del buque sísmico y en particular para las embarcaciones de apoyo por su menor envergadura), pero especialmente para las maniobras de despliegue / recuperación del equipamiento sísmico (fuentes de aire comprimido, *streamers*, deflectores, etc.) involucradas en los complejos despliegues sísmicos 3D. De acuerdo a los estándares de seguridad aplicables a la industria estos riesgos resultan inaceptables en la zona para el periodo de invierno, y limitan la realización de las operaciones exclusivamente al señalado periodo de primavera-otoño.

Cabe señalar que el área de influencia del proyecto resulta marginal para la actividad pesquera, tanto a nivel espacial - dado que la zona de proyecto tiene escasa superposición con las pesquerías que se desarrollan en la región austral -, como en cuanto a volúmenes de captura, por lo que el proyecto tendrá escasa incidencia sobre esta actividad. De este modo, cobra prioridad en la decisión seleccionar el periodo climático que minimice el riesgo para el desarrollo del proyecto, es decir el periodo primavera-otoño, dado que el riesgo en el invierno es alto.

Dentro del periodo de primavera - otoño, la fecha de inicio se precisará en función de la disponibilidad de los buques para realizar los trabajos y la posibilidad de simplificar la logística. Las características y la especificidad del relevamiento sísmico demanda la contratación de compañías de servicios que cuenten con la tecnología, los buques y las capacidades adecuadas para cumplimentar el objetivo. En general estos buques sísmicos realizan campañas en otros lugares del mundo por lo que en la planificación de la campaña sísmica es necesario considerar la disponibilidad del buque con la tecnología adecuada y la ventana de tiempo apropiada para llevar a cabo la actividad. En Argentina la logística necesaria para las campañas sísmicas resulta muy compleja teniendo en cuenta la lejanía a otras áreas de exploración petrolera en el mundo, y el número acotado de buques sísmicos en actividad. Por ello, se plantea la posibilidad de contratar el mismo buque con el resto de las operadoras que tienen áreas cercanas a fin de desarrollar las campañas en forma consecutiva, facilitando la logística y así evitar un desarrollo simultáneo.

Condiciones de operación

Dentro del periodo en el que se llevará a cabo el registro, se espera que las operaciones se realicen con normalidad siempre que las olas tengan menos de 3 m de altura y el viento sea inferior a 20 nudos.

Si las condiciones meteorológicas desmejoran y/o se considera inseguro operar, el buque detendrá la producción y seguirá la dirección de navegación que sea más adecuada dadas las direcciones del viento y de las olas. Cuando las condiciones meteorológicas mejoren, el buque volvería a la línea de producción más cercana para reanudar las operaciones.

En condiciones extremas (ciclón, etc.), cuando el capitán del buque estime que no es seguro permanecer en alta mar, el buque recogería su equipo en el mar y se dirigiría a puerto. Una vez que las condiciones meteorológicas mejoran, el buque regresaría a la zona de operaciones, volvería a desplegar su equipo en el mar y reanudaría la producción.

4 BIBLIOGRAFÍA

Ainslie, M. (2010). Principles of Sonar Performance Modeling.

Boertmann D., Tougaard J., Johansen K., Mosbech A., Guidelines to Environmental Impact Assessment of Seismic Activities in Greenland Waters, National Environmental Research Institute NERI Technical Report no. 785 2010.

Caldwell, J. & Dragoset, W. 2000. A brief overview of seismic air-gun arrays. – Leading Edge 19 (8): 898-902.

Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications, JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014, doi: 10.2788/27158

Gisiner R. Sound and Marine Seismic Surveys. Acoustics Today. Winter 2016. Volume 12, issue 4. Acoustical Society of America. (http://acousticstoday.org/wp-content/uploads/2016/12/Seismic-Surveys.pdf, visitado 9/03/2017).

Jacques Whitford Environment Limited, NFS08932, Strategic Environmental Assessment - Laurentian Subbasin (DRAFT), March 13, 2003. Addendum for Public Review, Sept. 2003.

Landrø M. and Amundsen L. Marine Seismic Sources Part I GEOExPro, Vol. 7, No.1 (2010)

Langhammer, J. [1994] Experimental studies of energy loss mechanisms in air-gun bubble dynamics. PhD thesis, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) Trondheim, Norway.

Long A., (2019). Air Gun Arrays: Setting the Scene for a New Era. Industry Insights. https://www.pgs.com/globalassets/technical-library/tech-lib-pdfs/industry_insights2019_04_air-gun-fundamentals.pdf

McCauley, R. D. (1998). Radiated underwater noise measured from the drilling rig Ocean General, rig tenders pacific Ariki and Pacific Frontier, fishing vessel Reef Venture and natural sources in the Timor Sea, Northern Australia. Shell Australia.

Redondo L., & Ruiz Mateo, A., (2017). Ruido subacuático: fundamentos, fuentes, cálculo y umbrales de contaminación ambiental. Underwater Noise: Fundamentals, Sources, Assessments and Acoustic Contamination Thresholds. (http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/3A5F4F9A-6B54-4EBC-98CE-57A0E264DDD1/146077/RuidoSubacuatico186.pdf)

McDonald, M. A., Hildebrand, J. A., & Wiggins, S. M. (2006) Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California, J. Acoust. Soc. Am., 120, 711–718.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012). Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid. 146 pp

Nedwell J R, Needham K, Turnpenny A W H, Thompson D (1999) “Measurement of sound during a 3D seismic survey in blocks 14/14a of the North Sea”. Subacoustech Report Reference: 356R0108, February 1999.
Southall Bl, Bowles Ae, Ellison Wt, Finneran J, Gentry R, Green Cr Kastak Cr, Ketten Dr, Miller Jh,

Nachtigall Pe, Richardson Wj, Thomas Ja & Tyack Pl (2007). Marine Mammal Noise Exposure Criteria. Aquatic Mammals.

Turnpenny A W H, Nedwell J R (1994) “The effects on marine fish, diving mammals and birds of underwater sound generated by seismic surveys”. Report to the UK Offshore Operators Association No. FRR 089/94.

Ziolkowski A, Parkes G, Hatton L and Haugland T. The signature of an air gun array: Computation from near-field measurements including interactions. Geophysics, Vol. 47, no. 10 (October 1982); p. 1413-1421

ANEXO I – COMUNICACIONES CON LOS OPERADORES DE LAS LICENCIAS LINDERAS

I.A) INFORMACIÓN DE LAS OPERACIONES DE EQUINOR ENVIADA A TULLOW OIL PLC E IEASA

equinor

Information about geophysical operations

Buenos Aires, November 22, 2021

EQUINOR ARGENTINA AS, Sucursal Argentina (hereinafter referred to as the "**Survey Company**") as holder of a exploration permits for Blocks "AUS_105", "AUS_106" and "MLO_121" (granted through Resolution _696/2019; 676/2019 and_694/2019),

hereby informs,

Tullow Oil Plc acting as operator of the MLO_122 License (hereinafter referred to as the "**Operator**"),

about its **planned geophysical operations** pertaining to the planned "AUS_105", "AUS_106" and "MLO_121" 3D seismic survey over the area as set out in Appendix A and B which is within the following Exploration Permits: "AUS_105", "AUS_106", "MLO_121"; and Exploitation Concessions "Carina Sudeste", "Tauro-Sirius" and "Carina" "Fenix" (hereinafter referred to as the "**Operation**").

In addition, the acquisition of 3D seismic data will require some operations extending into licenses MLO_115, MLO_116 and MLO_122 (Area of Operations).
These operations will be limited to vessel turns and firing of the seismic source to be able to acquire full-fold data within the area marked as "seismic acquisition polygon". The firing of the seismic source will be limited to approximately 6 km from the seismic acquisition polygon boundary and into the MLO_115, MLO_116 and MLO_122 licenses.

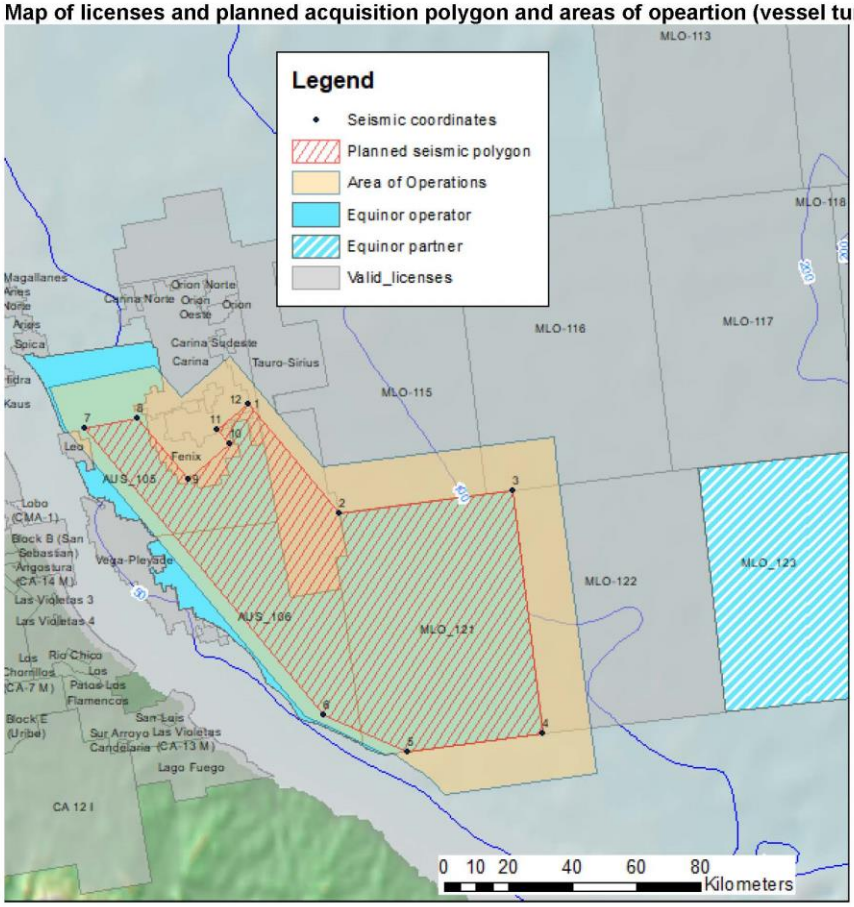
The planned commencement date for the seismic operations is not concluded and is depending on an approved EIA permit from the authorities. However, Equinor is aiming to perform operations within the weather window of September to May, preferably in 2022-2023.

Best regards,

Tine Lærdal
Offshore Subsurface Manager
Equinor

Appendix A

Map of licenses and planned acquisition polygon and areas of opeartion (vessel turning, etc).



Appendix B

Coordinates for seismic polygon

AUS 105, AUS 106 & MOL 121		
	WGS84	
Id	Latitude	Longitude
1	-53,0360670	-67,0413350
2	-53,3749120	-66,6912360
3	-53,3750000	-65,8750000
4	-54,0625020	-65,8744170
5	-54,0632640	-66,5241660
6	-53,9289700	-66,8961880
7	-53,0396280	-67,8073560
8	-53,0321450	-67,5609540
9	-53,2207900	-67,3700340
10	-53,1419150	-67,1557290
11	-53,0958860	-67,2027250
12	-53,0360670	-67,0413350

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Página 66 de 88

Information about geophysical operations

Buenos Aires, November 22, 2021

EQUINOR ARGENTINA AS, Sucursal Argentina (hereinafter referred to as the "**Survey Company**") as holder and operator of a exploration permits for Blocks "AUS_105", "AUS_106" and "MLO_121" (granted through Resolution _696/2019; 676/2019 and_694/2019),

hereby informs,

IEASA (Integración Energética Argentina) S.A. acting as operator of the MLO_115 and MLO_116 Licenses (hereinafter referred to as the "**Operator**"),

about its **planned geophysical operations** pertaining to the planned "AUS_105", "AUS_106" and "MLO_121" 3D seismic survey over the area as set out in Appendix A and B which is within the following Exploration Permits: "AUS_105", "AUS_106", "MLO_121"; and Exploitation Concessions "Carina Sudeste", "Tauro-Sirius" and "Carina" "Fenix" (hereinafter referred to as the "**Operation**").

In addition, the acquisition of 3D seismic data will require some operations extending into licenses MLO_115, MLO_116 and MLO_122 (Area of Operations).
These operations will be limited to vessel turns and firing of the seismic source to be able to acquire full-fold data within the area marked as "seismic acquisition polygon". The firing of the seismic source will be limited to approximately 6 km from the seismic acquisition polygon boundary and into the MLO_115, MLO_116 and MLO_122 licenses.

The planned commencement date for the seismic Operation is not concluded and is depending on an approved Environmental Impact Assessment permit from the authorities. However, Equinor is aiming to perform operations within the weather window of September to May, preferably in 2022-2023.

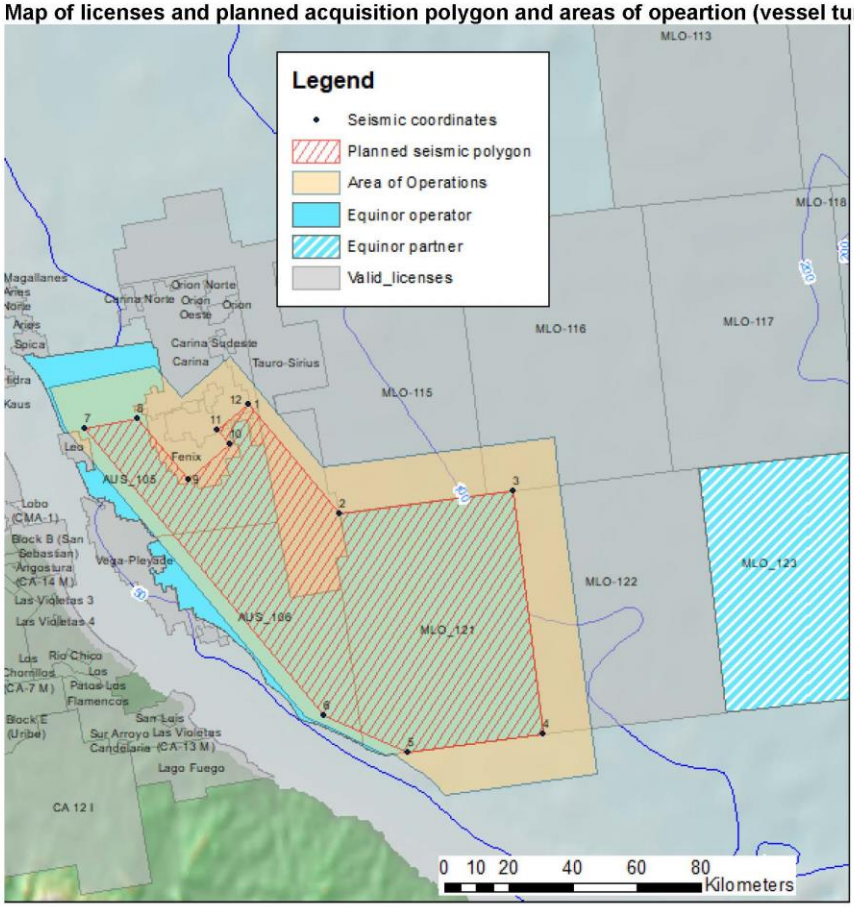
Best regards,

Tine Lærdal
Offshore Subsurface Manager
Equinor

Página 67 de 88

Appendix A

Map of licenses and planned acquisition polygon and areas of opeartion (vessel turning, etc).



Appendix B

Coordinates for seismic polygon

AUS 105, AUS 106 & MOL 121		
	WGS84	
Id	Latitude	Longitude
1	-53,0360670	-67,0413350
2	-53,3749120	-66,6912360
3	-53,3750000	-65,8750000
4	-54,0625020	-65,8744170
5	-54,0632640	-66,5241660
6	-53,9289700	-66,8961880
7	-53,0396280	-67,8073560
8	-53,0321450	-67,5609540
9	-53,2207900	-67,3700340
10	-53,1419150	-67,1557290
11	-53,0958860	-67,2027250
12	-53,0360670	-67,0413350

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Ing. MARIANO MICULICICH
Director
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 68 de 88

I.B) SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN TOTAL AUSTRAL

equinor

Permission to acquire geophysical data

Buenos Aires, December 17, 2020.

EQUINOR ARGENTINA AS, Sucursal Argentina (hereinafter referred to as the "**Survey Company**") as holder of a exploration permits for Blocks "AUS_105", "AUS_106" and "MLO_121" (granted through Resolution _696/2019; 676/2019 and_694/2019),

hereby requests,

TOTAL AUSTRAL S.A. (SUCURSAL ARGENTINA) acting as operator on behalf of the "Cuenca Marina Austral I" and of the "CAM-1 - Rio Chico" Consortiums (hereinafter referred to as the "**Operator**"),

permission to record geophysical data pertaining to the planned "AUS_105", "AUS_106" and "MLO_121" 3D seismic survey over the area as set out in Appendix A and B which is within the following Exploration Permits: "AUS_105", "AUS_106", "MLO_121"; and Exploitation Concessions "Carina Sudeste", "Tauro-Sirius", "Carina" and "Fenix" (hereinafter referred to as the "**Operation**").

The Permission Requested, once granted, will be subject to the following terms and conditions:

1. Survey Company shall comply with all governing rules and regulations as apply to the conduct of marine geophysical data acquisition on the Argentinian Continental Shelf. Survey Company assumes full responsibility before the Argentine Government, the Operator, the Operator's partners in the respective exploitation concessions mentioned above (referred to as "**Licensees**") and third parties for all consequences that could derive, directly, from the carrying out of the Operation, and shall indemnify and hold harmless the Operator, its Licensees and their affiliated companies from any and all costs and claims, including but not limited to legal expenses, resulting from Survey Company's failure to comply with the above in relation to the Operation.

2. Survey Company shall indemnify and hold harmless the Operator, its Licensees, Operator's contractors and subcontractors, and their affiliated companies from any and all costs and claims, including but not limited to legal expenses, resulting from the Operation and arising from the following circumstances:
   a) Personal injury or illness to or death of the Operator's and/or its Licensees', contractors' and subcontractors', and their affiliated companies to the extent involved in the Operation, employees, and loss of or damage to the property and/or equipment of any of the above.
   b) Personal injury or illness to or death of Survey Company's and its subcontractors, and their affiliated companies to the extent involved in the Operation, employees, and loss of or damage to the property and equipment of any of the above;
   c) Personal injury or illness to or death or property loss or damage suffered by any other third party; and
   d) Any pollution or environmental damage from the vessels used for the Operation.

equinor

3. If so requested by the Secretary of Energy (SE) pursuant to Annex III of Resolution SE 319/93, Survey Company shall forward the raw acquired data to the SE.

4. Survey Company will agree with the Operator the time and duration for conducting the Operation. Survey Company agrees that at all times shall Operator's License operations and geophysical data acquired as part of the PL's mandatory work program take precedence and that Survey Company shall upon Operator's instructions divert its operations if conflict may occur with such operations.

5 Survey Company shall at his own cost and expense obtain and maintain or excluding any provisions with respect to the conflicts of laws, cause his contractors and subcontractors to obtain and maintain in full force and effect throughout the duration of the Operation, the insurances from solvent insurers of good repute.

6. An updated survey map shall be provided when the Operation is completed.

7. This permission is governed and interpreted in accordance with the laws of Argentina law excluding any provisions with respect to the conflicts of laws.

8. All disputes arising out of or in connection with the present permission shall be finally settled under the Rules of Arbitration of the International Chamber of Commerce by one or more arbitrators appointed in accordance with the said Rules. The Emergency Arbitrator Provisions shall not apply. The arbitration shall be held in Buenos Aires, Argentina and shall be conducted in the English language. The arbitrators shall decide according to law and not *ex aequo et bono*. A dispute shall be deemed to have arisen when either PARTY notifies the other PARTY in writing to that effect.

9. Survey Company shall provide the following information for each seismic survey before the date of commencement of the same:
   a. Copy of ESIA with the due approval from Secretary of Energy.
   b. Copy of the authorization to navigate.
   c. Navigation plan.
   d. Details of the vessels, acquisition, support and chase boats with copy of respective assurances, last authorizations and audits.
   e. Upon request copy of insurance policy covering third-party liabilities.
   f. Detail on the acquisition responsible and main contacts, both contractors and operator, in land and on board, HSE and technical.
   g. Detail of type of acquisition, parameters, configuration and processing sequence to be applied.
   h. Expected detailed planning from preparation to processed data delivery.

10. Survey Company shall provide Operator access to courtesy data as follows:
    a. Migrated data (all migrated stacked data and velocity models as per processing sequence) within the areas operated by Total Austral.

       Considering that acquisitions are carried out over several blocks with (CMA-1, CAM-1), data should be split accordingly.

11. All communications between the parties with respect to this permission shall be sent to the following addresses:

Página 70 de 88

Total Austral S.A. (Sucursal Argentina)	**Equinor Argentina AS, Sucursal Argentina**
Moreno 877, 17th floor	Forusbeen 50
1091 - Buenos Argentina	4035 Stavanger, Norway
Argentina	Email Address (tilar@equinor.com)
Att: Pascal Desegaulx	Att: Tine Lærdal

12. It is not the intention of the parties to create, nor shall the permission be deemed or construed to create, a partnership, joint venture, association, trust, fiduciary relationship, or any relation of service provider or contractor.

EQUINOR ARGENTINA AS, Sucursal Argentina

Signed: _____
Name: Bård Krokan
Character: Vice President Exploration
Attorney at Law

Agreed:

Total Austral S.A. (Sucursal Argentina)

Signed: Pascal DESEGAULX Digitally signed by Pascal DESEGAULX Date: 2020.12.22 06:22:57 -03'00'
Name: _____
Character: _____

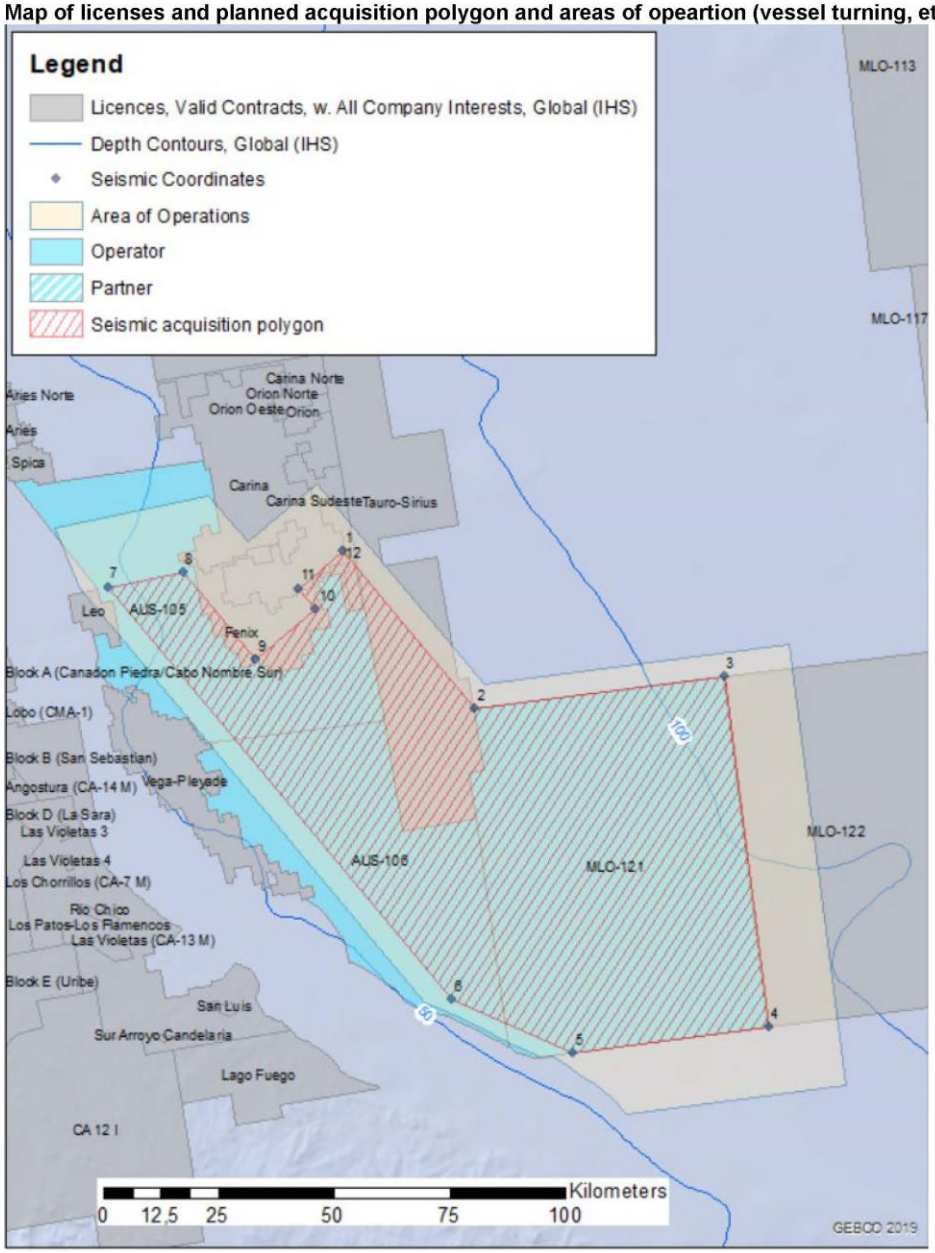
RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Ing. MARIANO MICULICICH
Director
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 71 de 88

Appendix A

Map of licenses and planned acquisition polygon and areas of opeartion (vessel turning, etc).



RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Ing. MARIANO MICULICICH
Director
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 72 de 88

Appendix B

Coordinates for seismic polygon

AUS 105, AUS 106 & MOL 121		
	WGS84	
Id	Latitude	Longitude
1	-53,0360670	-67,0413350
2	-53,3749120	-66,6912360
3	-53,3750000	-65,8750000
4	-54,0625020	-65,8744170
5	-54,0632640	-66,5241660
6	-53,9289700	-66,8961880
7	-53,0396280	-67,8073560
8	-53,0321450	-67,5609540
9	-53,2207900	-67,3700340
10	-53,1419150	-67,1557290
11	-53,0958860	-67,2027250
12	-53,0360670	-67,0413350

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Ing. MARIANO MICULICICH
Director
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 73 de 88

I.C) AUTORIZACIÓN TOTAL AUSTRAL

TOTAL AUSTRAL S.A.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 17 de diciembre de 2020

Señores
EQUINOR ARGENTINA AS SUCURSAL ARGENTINA
Bouchard 680, Piso 19
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
At: Bard Krokan
Vicepresidente Exploración - Apoderado

Ref: Acuerdo para la realización de relevamiento sísmico.

De nuestra mayor consideración:

Pascal Desegaulx, en mi carácter de apoderado de TOTAL AUSTRAL S.A. (SUCURSAL ARGENTINA) ("**Total**"), con domicilio en Moreno 877, piso 17°, de esta Ciudad Autónoma de Buenos Aires, respetuosamente digo:

Se hace referencia a (i) el acuerdo celebrado entre Total y Equinor Argentina AS Sucursal Argentina ("**Equinor**") celebrado el 17 de diciembre de 2020 (el "**Acuerdo**") en relación a la campaña de adquisición sísmica para las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 (las "**Áreas de Equinor**") que fueron otorgadas a Equinor en el marco de los permisos de exploración de hidrocarburos mediante Resoluciones N° 696/2019, 676/2019 y 694/2019 de la Secretaría de Gobierno de Energía; y (ii) las concesiones de explotación otorgadas a Total sobre las Áreas "Carina Sudeste", "Tauro-Sirius", "Carina" y "Fénix" mediante Decisión Administrativa N° 881/2013, Decisión Administrativa N° 883/2013 y Decreto PEN N° 214/1994, respectivamente (las "**Áreas de Total**").

Por medio del presente prestamos conformidad para la realización de las tareas de adquisición de información sísmica que debe realizar Equinor sobre las Áreas de Equinor y cuya superficie abarca ciertas porciones de las Áreas de Total, todo ellos de conformidad con los términos y alcances descriptos en el Acuerdo.

Sin otro particular, saludamos a Uds. atentamente.

TOTAL AUSTRAL S.A. (SUCURSAL ARGENTINA).

Pascal DESEGAULX
Digitally signed by Pascal DESEGAULX
Date: 2020.12.22 06:27:29 -03'00'

Nombre: Pascal Desegaulx
Cargo: Apoderado

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Página 74 de 88

ANEXO II – ESPECIFICACIONES BUQUE BGP PROSPECTOR

Appendix - Fleet

BGP PROSPECTOR

Clean-Design High-Capacity 3D Seismic Vessel



General

Port of Registry:	Nassau
Flag:	Panama
Class:	DNV
Year of Built:	2011
IMO Number:	9545986
Length:	100 m
Breadth:	24 m
Draft (min / max):	6.4 m / 7.3 m
Gross Tonnage:	10732
Economy Speed:	15 knots
Fuel Capacity:	3400 m^3
Main Thruster:	2 x RRM Bergen B32:40L8P CD 2 x 4000 kw
Bow Thruster:	TT 200 Rolls Royce 883 kw
Auxiliary Engine:	2 x RRM Bergen C25:33L8A CD
Generators:	Main generator 2 x 2880 Kw Shaft generator 2*2765 Kw
Accommodation:	66 persons
Life Rafts:	6x 35 person, davit launch type
Life Boat:	2 x 35 person Norsafe
Workboat:	2 x Norpower 30 ft
FRC:	1* Norsafe Magnum 750

Vessel Navigation & Communication

Radar:	Kongsberg, S-Band 30 kw Kongsberg, X-Band 25 kw
Communications:	Inmarsat C, F and VSAT
Gyro Compass:	Sperry NAVIGAT x MK1 x 2
Auto Pilot:	Kongsberg K-Pos and K-Bridge
Echo Sounder:	Kongsberg EA600 Skipper GDS101
GPS Receiver:	Furuno GP-150
Speed Log:	Furuno DS-80
Weather Facsimile:	Furuno Fax-80

Recording Instrument

Manufacturer:	Sercel
Type:	Seal 428 System
No. of Channels:	640 CH x 12
Sample Rate:	0.25,0.5,1, 2, 4 ms
Recording Media:	IBM 3592

Streamer

Manufacturer:	Sercel
Type:	Solid Streamer
Section Length:	150 m
Group Interval:	12.5 m
Streamer Configuration:	12 x 8000 m
Hydrophone Type:	Sercel Flexible Hydrophone
Hydrophones / Group:	8

Navigation Equipment

Manufacturer:	ION
Integrated Navigation System :	ORCA V.1.12.1
Navigation Processing:	Iris&Sprint
Binning Software:	Reflex
Depth Controller:	DigiCOURSE 5011E/ 5110
Compass System:	DigiCOURSE 5011E
Acoustic System:	DigiRANGE II, CMX
Streamer Steering:	DigiFIN 5120
Primary DGPS:	Veripos Ultra
Secondary DGPS:	Veripos Apex
Tail Buoy & Source Positioning:	Kongsberg Seatrack

Source Equipment

Manufacturer:	Sercel
Type:	G.GUN II
No. of Sub-array:	8
Array Volume:	2 x 5660cu.in.
Compressor:	3 x LMF 62s / 138-207-E60
Compressor Capacity:	3 x 2200 cfm
Operating Pressure:	2000 psi - 3000 psi
Source Controller:	SmartSource

Onboard Processing

Processing CPU:	96 CPU (48 nodes) IBM x 3550 M3
Processing Software:	GeoEast 3.0.5, KL-Streamer

Tanques de combustible BGP PROSPECTOr	Capacidad (m^3)
TANK T04PS FO	321,4
TANK T05P FO	268
TANK T05S FO	281,39
TANK T06P FO	168,9
TANK T06S FO	183,83
TANK T07P FO	197,87
TANK T07S FO	197,87
TANK T08P FO	139,75
TANK T08S FO	95,72
TANK T09P FO	142,54
TANK T09S FO	142,45
TANK T10P FO	160,88
TANK T10S FO	160,88
TANK T11P FO	122,6
TANK T11S FO	122,6
TANK T12P FO	77,25
TANK T12S FO	77,25
TANK T21P FO	169,94
TANK T21S FO	190,43
TANK T51 FO DAY TANK	45,05
TANK T52 FO DAY TANK	45,05
TANK T71 FO OVERFLOW	61,92
TANK T74 FO SETTLING	44,66
TANK T75 FO SETTLING	47,7
TANK T77 FO EG	2,58

Página 75 de 88

ANEXO III – ESPECIFICACIONES BUQUE CANDELA S



Nombre del buque	Ship's name	Candela S
Tipo	Type	Remolcador / Tug
Señal distintiva	Call sign	LW 3128
Bandera	Flag	Argentina
Puerto de registro	Port of registry	Buenos Aires
N° IMO/MAT	IMO/MAT No.	7509495
N° MMSI	MMSI No.	701006646
Armador	Owner	Zapor SA
Año de Construcción	Building Year	1975
Ton. Registro Bruto	Gross Tonnage	543 T
Ton. Registro Neto	Net Tonnage	101 T
a) Eslora total	L.O.A.	44,71 M
b) Manga	Breadth moulded	10,66 M
c) Puntal	Depth moulded	5,7 M
Coeficiente fiscal	a x b x c / 800	4
Francobordo	Freeboard	0.66 M
Altura quilla-mástil	Height keel-top mast	29,17 M
Porte Bruto Verano	Summer Deadweight	403 T
Calado max. Verano	Draft for Summer D.W.	5,50 M
Despl. Verano	Summer Displacement	1286,81 T
Desplazamiento Liviano	Light Ship Displacement	1060 T
Tipo de motor	Main engine	EMD / DIESEL
Potencia	MCR	4288 KW/ 5800 HP
Helices	Propeller	4 palas / Paso fijo 3070 mm
Velocidad de servicio	Service speed	10 Ns
Cap. Residuos oleosos	Slop tank capacity	8,857 m3
Cap. de carga combustible	Cargo tank capacity GO	569,76 m3
Capacidad de remolque	Bollard Pull	60 T
Capacidad de Grua	Crane	26 T
Equipos salvamento	Salvage tool	4 jumbo fenders/ others

ANEXO IV - ESPECIFICACIONES BUQUE GEO SERVICE I

Technical Specifications of GEO SERVICE I

Supply Boat of BGP PROSPECTOR



Shipyard	Rizhao Kingda Shipbuilding Heavy Industry Co., Ltd. Shanghai Road, Rizhao City, Shandong Province, People's Republic Of China
Ship Owner	Longzhu Oilfield Servicces (S) Pte. Ltd. 10 Anson Road, #14-19/20 International Plaza, Singapore 0799
Ship Design Office	Khiam Chuan Marine Pte. Ltd.
Hull No.	KD401
ABS ID No.	YY223553
Class Notation	ABS +A1 (E) Offshore Support Vessel, +AMS, +DPS-1
Vessel Name	Geo Service I
Keel Laid Date	4-December-2010
Undocking (Launching) Date	23-June-2011 (14:00H)
Port Of Registry	Singapore
IMO Number	9621546

Official No.	397009
Signal Letters/Call Sign	9V9391
Length Overall	59.25 m
MMSI	566347000
AAIC	RS01
Length Waterline	56.00 m
Length BP	52.20 m
Breadth Moulded	14.95 m
Depth Moulded	6.10 m
Draft Moulded	4.80 m
Complement	49
Fuel Oil	990 m3
Fresh Water	230 m3
Cold Room (Freszzer + Chiller)	~30 m3
Deck Cargo	500 tonnes at 0.7m above main deck
Clear Deck Area	375 m2
Deck Loading (Main Deck)	7.0 tonnes/m2
Deadweight	~1335 tonnes
Gross Tonnage	1736
Net Tonnage	520
Main Engine	2 x 2575 HP at 1600 RPM
Reduction Gear Ratio	7.526
Propulsion	2 x CPP, 2650 mm diameter in kort nozzle
Propeller Speed	212.60 RPM
Main Diesel Generator	2 x 245 kWe, 415V/3P/50Hz 0.8 PF
Shaft Alternator	2 x 800 kWe, 415V/3P/50Hz 0.8 PF
Bow Tunnel Thruster	1 x 390 kW, 1480 RPM/388 RPM, 62 kN thrust, 1300mm dia.
Stern Tunnel Thruster	1 x 390 kW, 1480 RPM/388 RPM, 62 kN thrust, 1300mm dia.
Towing Winch	1 x 10 tonnes at 15 m/min, 120 tonnes break holding, electro hydraulic
Capstan	2 x 5 tonnes at 15 m/min, electro-hydraulic
Deck Crane	6 tonnes at 14m
Fast Rescue Craft	10 men jet propulsion, not less than 20 knots (with 3 men)
Fuel Oil Transfer Equipment	For inter-ship with 90m hose
Seismic Winch	Electro-hydraulic
Trial Speed	~12.0 knots
Crew Accommodation, No Of Bunks	48

ANEXO V – ESPECIFICACIONES TOWED PAM SYSTEM

PRODUCT DATASHEET

www.seiche.com
info@seiche.com
+44 (0)1409 404050

Seiche
Marine Acoustic Solutions



TOWED PAM SYSTEM

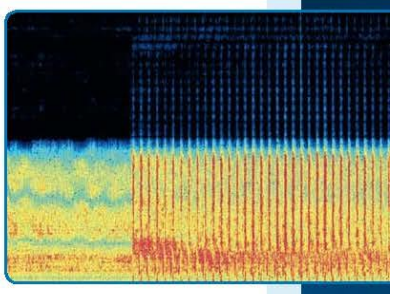
Our flagship Passive Acoustic Monitoring system is extensively deployed worldwide. It is robust, reliable and available at short notice in a number of configurations.

Towed PAM is able to detect, localise and track vocalising marine mammals in real-time. It is vital for mitigation during hours of darkness and poor visibility.

The base system comprises an array cable of 250m, deck cable, electronics processing unit, computer and headphones. Equipment is provided with 100% back-up. PAMGuard software is integrated as standard to aid detection and localisation of marine mammals.

The system can readily be configured to suit the project. A heavy tow 230m cable with a detachable array section of 20m may be preferred for harsh environments.

A networked system can enable monitoring from the most convenient location onboard. Frequency sensitivity, within a range of 10 Hz and 200 kHz, can also be customised for species of interest and optimal performance.



SPECIFICATIONS
Hydrophone elements: 4
Acoustic sensitivity: 10 Hz to 200 kHz
Power Requirement: 110 VAC, 240 VAC
Weight: 3 pallets, 400kg

APPLICATIONS

- Marine mammal mitigation
- Marine mammal monitoring

SEICHE
WATER TECHNOLOGY GROUP

Página 79 de 88

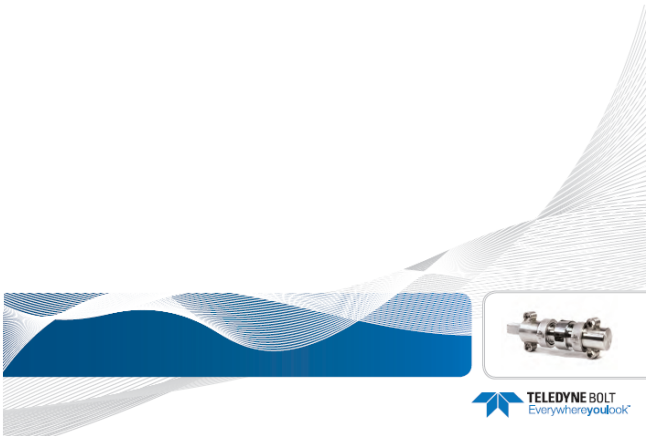
ANEXO VI – ESPECIFICACIONES FUENTE DE EMISIÓN BOLT TELEDYNE

A Teledyne Bolt Product Line

Teledyne Bolt

Worldwide Leader in Seismic Sources

LL
Long Life Seismic Source



TELEDYNE BOLT
Everywhereyoulook™

Specifications subject to change without notice.
© 2015 Teledyne Bolt. All rights reserved.

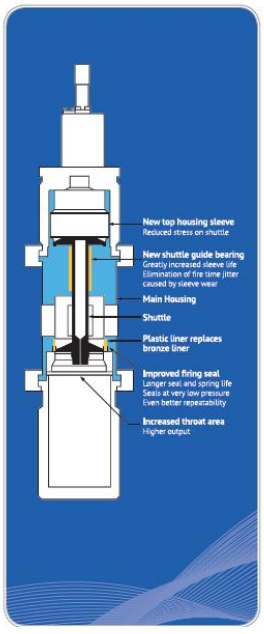
Teledyne Bolt
4 Duke Place, Norwalk, CT USA
Tel. +1-203-853-0700 • Fax +1-203-854-9601 • E-mail: bolt.sales@teledyne.com
www.bolt-technology.com

A Teledyne Marine Company

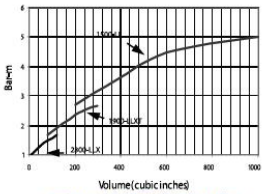
A Teledyne Bolt Product Line

Long-Life Technology Solution

For more than 20 years the Bolt Long-Life Sources have been the workhorse of the seismic industry. The Long-Life Sources are designed as a stable, trouble-free, low maintenance energy source that produce high acoustic output.



The following graph illustrates peak output vs. chamber volume for Bolt Long-Life Sources 0-128 Hz (filter).



Peak Output vs. Volume (Out-128 Hz Filter)

The Long-Life Source is available in three models spanning volumes from 5 in³ to 2,000 in³.

2800-LLX

The 2800-LLX Source is designed for volumes ranging from 5 in³ to 120 in³. The source is very light weight, and is ideally suited for shallow water source vessels with limited deck space. For maximum energy output, it can easily be configured in 2-gun and 3-gun cluster elements.



2800-LLX Source

1900-LLXT

The 1900-LLXT Source is designed for volumes ranging from 10 in³ to 250 in³. The source is extremely versatile, and is sufficiently light-weight for shallow draught vessels while powerful enough for blue water seismic surveys.



1900-LLXT Source

1500-LL

Due to its large throat area, the 1500-LL Source is capable of generating very high peak output with excellent low frequency content associated with large chamber volumes. Using heavy-duty cluster spreader bars, it is possible to configure cluster elements in excess of 1,000 in³ without sacrificing peak output.



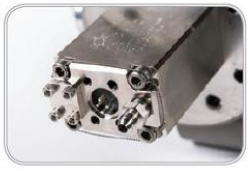
1500-LL Source

The 1500-LL Source produces the highest peak output over the largest range of chamber volumes. The gun can be configured with chamber volumes ranging in size from 70 in³ to 2,000 in³. Large chamber sizes require heavy duty towing frames to withstand the shock generated by the gun.

Firing Control

Bolt offers the most advanced firing control mechanisms in the Industry. From clean time-break signatures to advanced distributed control and QC, Bolt has a solution for you.



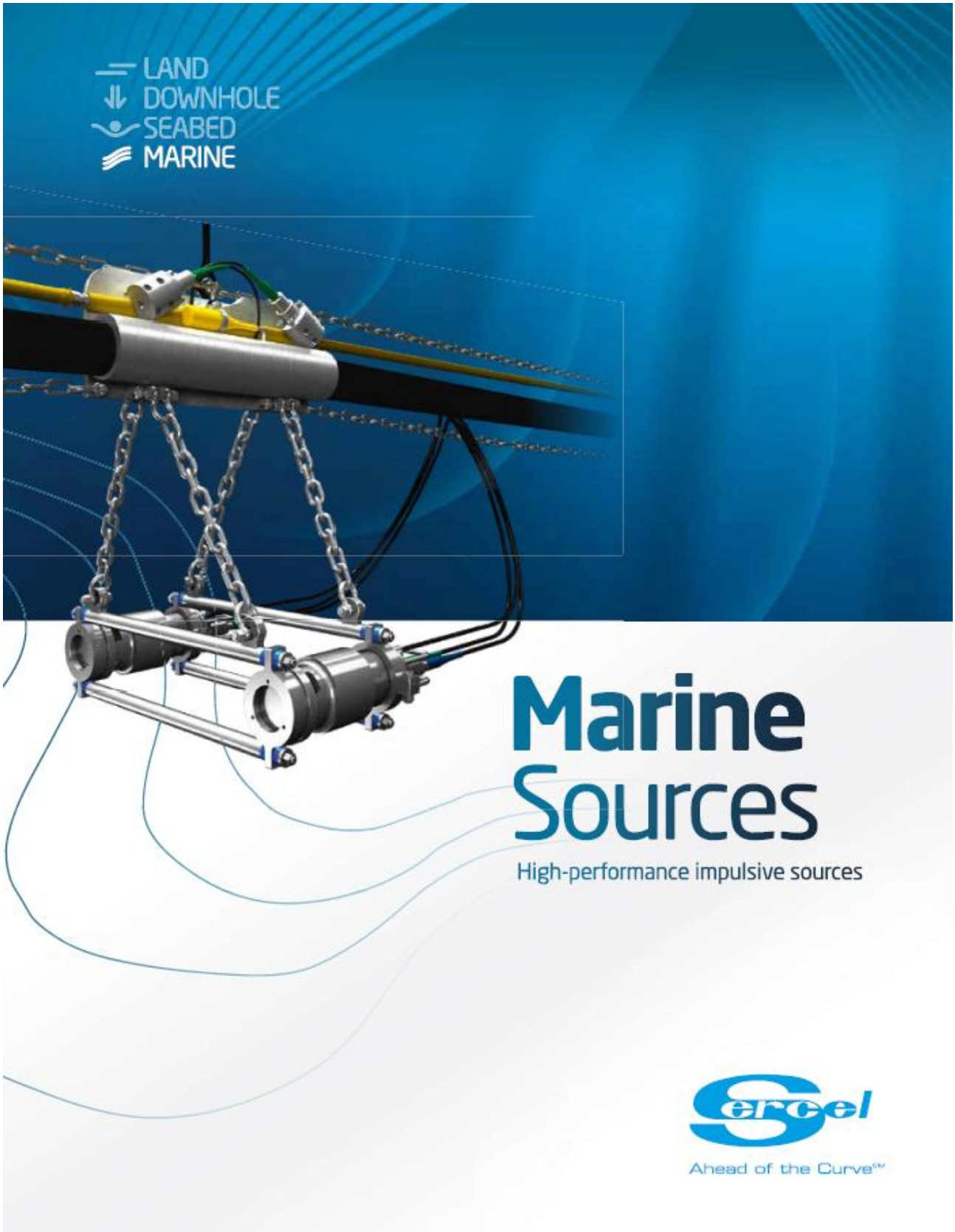




Smart Source

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

ANEXO VII – ESPECIFICACIONES FUENTE DE EMISIÓN G-GUN DE SERCEL



RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Marine Sources

// HIGH-PERFORMANCE IMPULSIVE SOURCES

Sercel has 30 years of experience in the design and manufacture of marine sources. Throughout this time, Sercel has developed sources for all applications encountered within the seismic industry, including the most demanding environments.

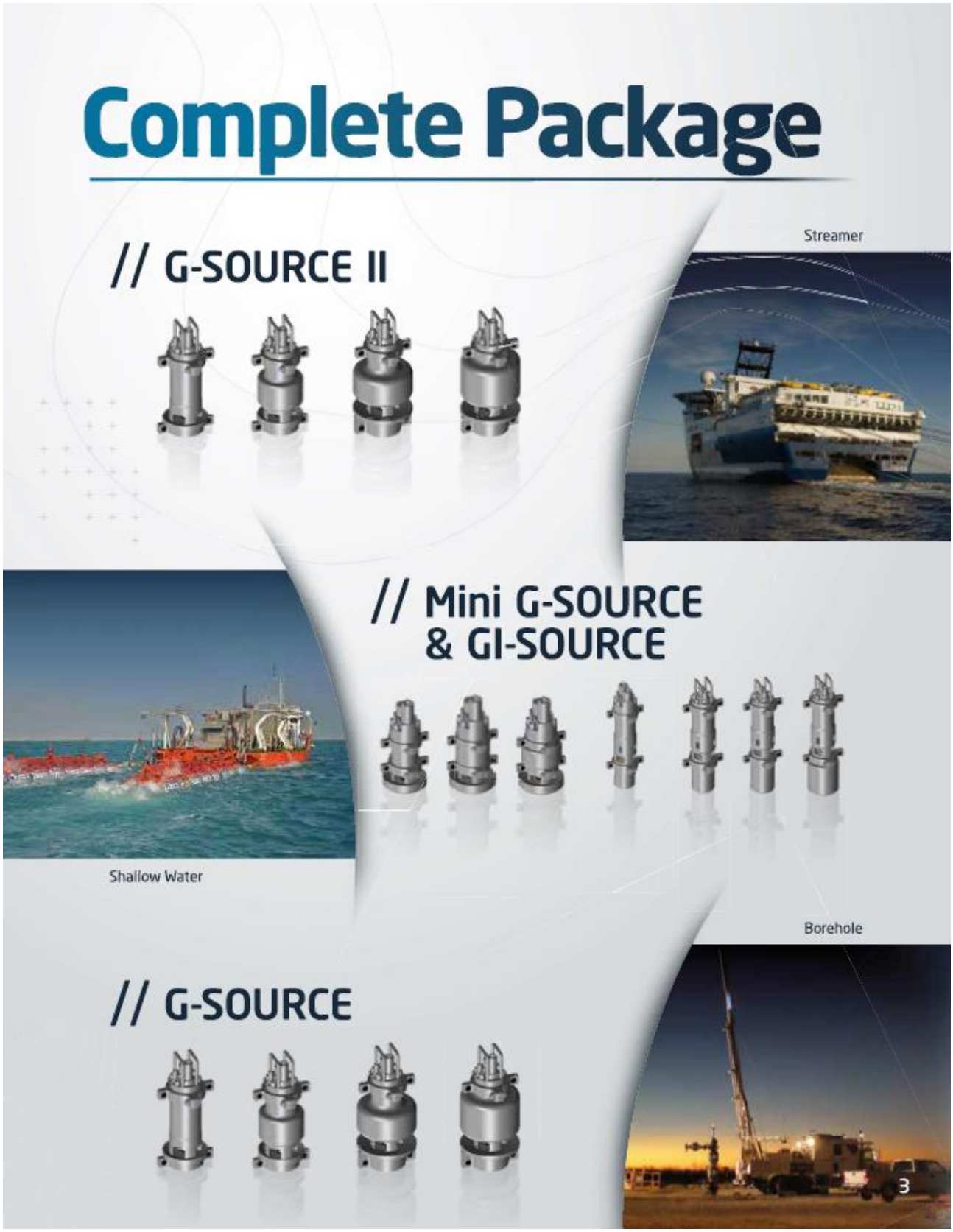
This expertise has provided us with the foundations for designing a turnkey marine seismic source solution that can be adapted to every customer's need and operating environment as well as be built on for future source solutions and other in-sea equipment such as float systems.

The design philosophy driving all our marine source products is ease-of-use, safety and reliability. Sercel offers the most comprehensive air impulsive source portfolio in the industry that can be used for seismic & engineering applications such as towed streamer, shallow water/OBC/OBN and VSP surveys.



2

Página 82 de 88



RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Página 83 de 88

Streamer

// G-SOURCE II

+5% 0-Peak Output compared to conventional impulsive sources

Designed to operate continuously at up to 3,000 psi (210 bars)

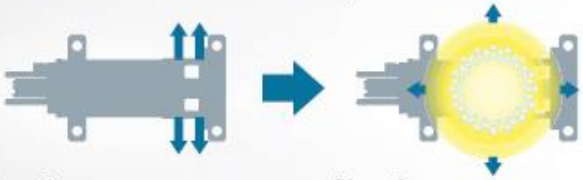
High degree of pulse repeatability

Recoiless

Possibility to deploy impulsive sources at sea without pressure



The G-SOURCE II is the safest, easiest-to-use and most reliable impulsive source in the industry. It offers a lightweight, compact solution for consistent performance and flexibility thanks to its advanced Volume Reducer technology.



Phase 1

A special patented design allows the compressed air that is released to be deflected at the sides, resulting in recoilless shooting.

Phase 2

High-pressure air explosively released into the surrounding water generates the main acoustic pulse.

Specifications



	G-SOURCE II 150	G-SOURCE II 250	G-SOURCE II 380	G-SOURCE II 520
Available volume (cu.in)	45 • 50 • 60 • 70 • 80 • 90 • 100 • 110 • 120 • 130 • 140 • 150	180 • 200 • 210 • 220 • 250	320 • 340 • 350 • 360 • 380	520
Length	L = 597mm	L = 597mm	L = 640mm	L = 640mm
Width	W = 292mm	W = 292mm	W = 292mm	W = 292mm
Weight	55kg	65kg	85kg	90kg

4

RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

Serman & asociados s.a. Consultora

Ing. MARIANO MICULICICH
Director
SERMAN & ASOCIADOS S.A.

Página 84 de 88



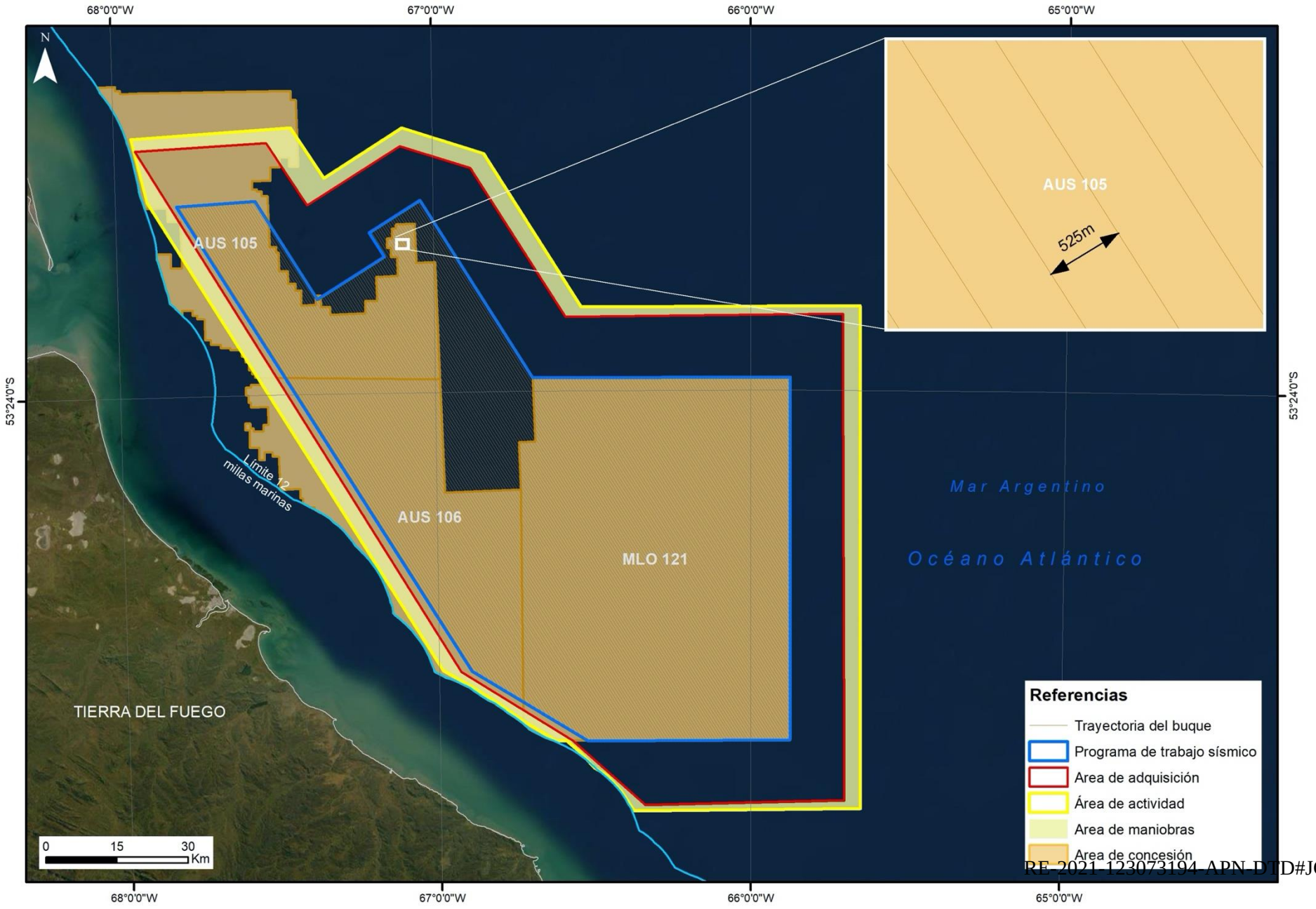
Página 85 de 88



RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

ANEXO VIII – MAPA DE TRAYECTORIA DE NAVEGACIÓN

Página 87 de 88


68°0'0"W
67°0'0"W
66°0'0"W
65°0'0"W
N
AUS 105
525m
AUS 105
AUS 106
MLO 121
Límite 12 millas marinas
Mar Argentino
Océano Atlántico
TIERRA DEL FUEGO
53°24'0"S
0
15
30
Km
Referencias
Trayectoria del buque
Programa de trabajo sísmico
Area de adquisición
Área de actividad
Area de maniobras
Area de concesión

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2021 - Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein

Hoja Adicional de Firmas
Documentación personal

Número: RE-2021-123073194-APN-DTD#JGM

CIUDAD DE BUENOS AIRES
Lunes 20 de Diciembre de 2021

Referencia: Documentación Complementaria

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 88 pagina/s.

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2021.12.20 06:48:27 -03:00

Santiago HEARNE - 20380290570
en representación de
EQUINOR ARGENTINA AS SUCURSAL ARGENTINA - 33716594209

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2021.12.20 06:48:28 -03:00