

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

CAPÍTULO 1 – RESUMEN EJECUTIVO

FEBRERO DE 2023

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	9
2	PRESENTACIÓN	9
3	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	12
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	15
4.1	TECNOLOGÍA DE LA SÍSMICA	15
4.2	EQUIPAMIENTO REQUERIDO	16
4.3	BUQUE SÍSMICO, EMBARCACIONES DE APOYO Y LOGÍSTICA	17
5	LÍNEA DE BASE AMBIENTAL	17
5.1	ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA	17
5.2	MEDIO FÍSICO	26
5.3	MEDIO BIÓTICO	30
5.4	MEDIO ANTRÓPICO	40
6	MODELACIÓN ACÚSTICA	44
6.1	EMISIÓN SONORA SUBMARINA POR LAS FUENTES DE ENERGÍA DE AIRE COMPRIMIDO	45
6.1.1	Glosario de términos y métricas empleados	45
6.1.2	Características de la emisión por parte de arreglos de prospección sísmica	45
6.1.3	Emisión sonora submarina por las fuentes de aire comprimido a ser empleadas	46
6.2	METODOLOGÍAS P DE EVALUACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AGUA	55
6.3	UMBRALES ACÚSTICOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS Y PECES	56



6.4	PROCEDIMIENTO DE AUMENTO GRADUAL Y RELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE SPL Y DE SEL	58
6.5	PARÁMETROS DE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA	59
6.6	CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE TRANSMISIÓN MÍNIMA	60
6.7	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	64
6.8	RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA SISTEMÁTICA DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN	67
6.9	RESULTADOS DE LA PROPAGACIÓN DEL SEL	69
6.10	EVALUACIÓN DE DISTANCIAS PARA ALCANZAR LOS UMBRALES DE SPL	80
6.11	CÁLCULO DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN ACÚSTICA (SEL) ACUMULADO	84
6.11.1	CÁLCULO DEL SEL ACUMULADO METODOLOGÍA DE EMISIÓN DUAL	90
6.11.2	CÁLCULO DEL SEL ACUMULADO METODOLOGIA DE EMISIÓN INTERPOLADA (AZIMUT 0°-45°-90°)	99
6.12	CONCLUSIONES	107
7	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	110
7.1	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	110
7.2	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	116
7.3	SÍNTESIS DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES	118
7.4	MATRIZ RESUMEN DE IMPACTO AMBIENTAL	126
7.5	MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	130
7.6	IMPACTOS ACUMULATIVOS	138
7.6.1	Análisis de las actividades con potencial de producir impactos acumulativos	139
7.6.2	Hipótesis de solapamiento temporal	146
8	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	150
8.1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	150
8.2	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	156
8.2.1	Programa de monitoreo de fauna marina (P1)	156
8.2.2	Programa de prevención de impactos no relacionados con el sonido sobre la fauna marina (P2)	156
8.2.3	Programa de mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional (P3)	157



8.2.4	Programa de prevención de impactos por potenciales interferencias y de coordinación con actividades linderas (P4)	157
8.2.5	Programa de comunicación para el área pesquera (P5)	158
8.2.6	Programa de seguimiento y monitoreo ambiental (P6)	158
8.2.7	Programa gestión de residuos y efluentes a bordo (P7)	158
8.2.8	Programa de manejo de hidrocarburos (P8)	159
8.2.9	Programa de operaciones logísticas en puerto de apoyo (P9)	159
8.2.10	Programa de respuesta ante contingencias y emergencias (P10)	160
8.2.11	Programa de capacitación ambiental y conducta del personal (P11)	160
8.2.12	Programa de comunicación ambiental y social (P12)	161
8.2.13	Programa de contratación de personal local y compras locales (P13)	161
8.2.14	Programa de identificación y verificación de cumplimiento legal (P14)	161
8.2.15	Programa de atención a quejas y reclamos (P15)	162
8.2.16	Plan de mitigación COVID	162
8.2.17	Gestión de salud, seguridad, ambiente y calidad en las operaciones de Equinor	162
9	BIBLIOGRAFÍA	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resumen de la delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto.	26
Tabla 2.	Características del arreglo de fuentes de energía de aire comprimido.	46
Tabla 3.	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	50
Tabla 4.	Grupos auditivos con sus rangos de audición	57
Tabla 5.	Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Fuentes: Southall et al., 2019. Para SPL (pK) se suelen usar valores no ponderados. Para SEL las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz a 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas o durante la duración real de la exposición.	57
Tabla 6.	Parámetros del modelo RAM empleados	66
Tabla 7.	Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad mínima Uniforme (B0).	81
Tabla 8.	Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad Variable (BV8).	81
Tabla 9.	Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad máxima Uniforme (BA).	82



Tabla 10. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad mínima Uniforme (B0). Metodología de Emisión Dual.	95
Tabla 11. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad variable (BV8). Metodología de Emisión Dual.	96
Tabla 12. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad máxima Uniforme (BA). Metodología de Emisión Dual.	97
Tabla 13. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad mínima Uniforme (B0). Metodología de Emisión Interpolada. Procedimientos de aumento gradual equiespaciados.	104
Tabla 14. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad variable (BV8). Metodología de Emisión Interpolada. Procedimientos de aumento gradual equiespaciados.	105
Tabla 15. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad máxima uniforme (BA). Metodología de Emisión Interpolada.	106
Tabla 16. Matriz de Interacciones Potenciales.	117
Tabla 17. Calificación de la Importancia (I) de los impactos.	127
Tabla 18. Matriz Resumen de Impacto Ambiental.	128
Tabla 19. Matriz de impacto ambiental implementando medidas de mitigación	131
Tabla 20. Listado de medidas y programas	137
Tabla 21. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Áreas AUS 105-106 y MLO 121, Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° - Dip 80°. El segundo arreglo se encuentra a 25 km de distancia del primero.	148
Tabla 22. Listado de Acciones o Medidas de Mitigación.	150
Tabla 23. Medidas de mitigación y programas del Plan de Gestión Ambiental asociados	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Área de Operativa Sísmica, dentro de los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121.	11
Figura 2. Esquema de una prospección sísmica 3D.	16
Figura 3. Área de estudio del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	20
Figura 4. Áreas de Influencia del componente biótico (Directa e Indirecta). Fuente: Elaboración propia.	22
Figura 5. Área de Influencia (directa e indirecta) del Componente Antrópico. Fuente: Elaboración propia.	25
Figura 6. Firma acústica vertical del espectro del arreglo	47
Figura 7. Espectros 2D para diferentes Azimut respecto a la dirección de avance del relevamiento	48



Figura 8 Gráficos Polares de distribución angular de la energía sonora para frecuencias en octavas	48
Figura 9. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 0° respecto a la dirección de avance del arreglo	49
Figura 10. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 45° respecto a la dirección de avance del arreglo	49
Figura 11. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 90° respecto a la dirección de avance del arreglo	49
Figura 12. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 0° (dirección de avance).	52
Figura 13. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 45° (transversal al avance)	53
Figura 14. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 90° (perpendicular al avance).	54
Figura 15. Evolución del SPL y SELpeak resultantes del incremento del volumen de emisión durante el procedimiento de aumento gradual. Notar que las unidades de cada variable son diferentes.	59
Figura 16. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad mínima Uniforme (B0)	62
Figura 17. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)	62
Figura 18. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad máxima Uniforme (BA)	63
Figura 19. Ejemplo de procesamiento de la matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para obtener la Pérdida de Transmisión mínima en vertical (línea azul oscilante) y la envolvente de mínimos en horizontal (línea roja). Frecuencia 125 Hz. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)	63
Figura 20. Ejemplo de resultado final del procesamiento de la matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para obtener la Pérdida de Transmisión mínima en vertical y en horizontal. Frecuencia 125 Hz. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)	64
Figura 21. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL _v para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad constante mínima – 25 Hz a 1.000 Hz	67
Figura 22. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL _v para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad constante máxima – 6,3 Hz a 1.000 Hz	68
Figura 23. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL _v para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad Variable Transecta 8– 20 Hz a 1.000 Hz	68
Figura 24. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 0° Dip 85°. Sin Filtro	70
Figura 25. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 45° Dip 85°. Sin Filtro	70



Figura 26. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 90° Dip 85°. Sin Filtro	71
Figura 27. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 0° Dip 85°. Sin Filtro	71
Figura 28. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 45° Dip 85°. Sin Filtro	72
Figura 29. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 90° Dip 85°. Sin Filtro	72
Figura 30. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 0° Dip 80°. Sin Filtro	73
Figura 31. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 45° Dip 80°. Sin Filtro	73
Figura 32. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° Dip 80°. Sin Filtro	74
Figura 33. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Dip 0° - Azimut 90° Dip 85° Sin Filtro	75
Figura 34. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 0° Dip 0°-85° Sin Filtro	76
Figura 35. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 45° Dip 0°-85° Sin Filtro	76
Figura 36. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Dip 0° - Azimut 90° Dip 85° Sin Filtro	77
Figura 37. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Dip 0° - Azimut 45° Dip 85° Sin Filtro	77
Figura 38. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Azimut 0° Dip 0°-85° Sin Filtro	78
Figura 39. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Dip 0° - Azimut 90° Dip 80° Sin Filtro	78
Figura 40. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Dip 0° - Azimut 45° Dip 80° Sin Filtro	79
Figura 41. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 0° Dip 0°-80° Sin Filtro	79
Figura 42. Ejemplo de comparación entre los valores de $SPL_{peak_{TOTAL}}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad mínima Uniforme (B0)	82
Figura 43. Comparación entre los valores de $SPL_{peak_{TOTAL}}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad Variable (BV8)	83
Figura 44. Comparación entre los valores de $SPL_{peak_{TOTAL}}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad máxima Uniforme (BA).	84
Figura 45. Esquema geométrico utilizado para el cálculo del SEL_{cum}	86
Figura 46. SEL recibido por cada emisión. Aumento Gradual 40 minutos. Azimut movimiento del receptor 180° a 2 m/s durante el Aumento Gradual únicamente. Profundidad	



máxima (BA)	88
Figura 47. SEL acumulado. Aumento Gradual 40 minutos. Azimut movimiento del receptor 180° a 2 m/s durante el Aumento Gradual únicamente. Profundidad máxima (BA)	89
Figura 48. SEL recibido por cada emisión. Simulación de comparación SIN Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 180° a 2 m/s durante 40 minutos. Profundidad máxima (BA)	89
Figura 49. SEL acumulado. Simulación de comparación SIN Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 180° a 2 m/s durante 40 minutos. Profundidad máxima (BA)	90
Figura 50. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad mínima Uniforme (B0).	91
Figura 51. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad mínima Uniforme (B0).	92
Figura 52. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad variable (BV8).	92
Figura 53. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad variable (BV8).	93
Figura 54. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad máxima Uniforme (BA).	93
Figura 55. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima Uniforme (BA).	94
Figura 56. SEL recibido por emisión por peces, considerando que se encuentran ubicados a 50 m de la línea de relevamiento. Ejemplo para Profundidad mínima Uniforme (B0).	98
Figura 57. SEL acumulado igual al umbral de mortalidad potencial para peces con vejiga natatoria, considerando que se encuentran ubicados a 50 m de la línea de relevamiento. Ejemplo para Profundidad mínima Uniforme (B0).	99
Figura 58. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 25 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad mínima Uniforme (B0).	100
Figura 59. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad mínima Uniforme (B0).	101
Figura 60. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos	



equiespaciado. Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad mínima Uniforme (B0). 101

Figura 61. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad variable (BV8). 102

Figura 62. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad variable (BV8). 102

Figura 63. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima uniforme (BA). 103

Figura 64. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima uniforme (BA). 103

Figura 65. Mapa de zonas sensibles. Fuente: Elaboración propia. 112

Figura 66. Área Operativa Sísmica AUS_105, AUS_106 y MLO_121 en relación al proyecto Fénix. Fuente: elaboración propia en base SIG del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Fénix Área Cuenca Marina Austral I. Ezcurra & Schmidt S.A., 2022. 142

Figura 67. Bloques linderos a las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía. 145

Figura 67. Ejemplo de comparación entre los valores de SPLpeakTOTAL y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes (Áreas AUS 105-106 y MLO 121, Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° - Dip 80°), comparando una sola fuente (arreglo emisor) con dos fuentes. El segundo arreglo se encuentra a 25 km de distancia del primero. 149



RESUMEN EJECUTIVO

Los datos y conclusiones que se presentan a continuación como parte del presente informe, son el resultado de la realización del Estudio de Impacto Ambiental asociado al proyecto de “Registro Sísmico 3D en las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121”, costa afuera de la República Argentina. Los mismos son considerados relevantes para la realización de dicho proyecto en el marco de una adecuada gestión ambiental, procurando prevenir, minimizar, controlar, corregir y/o compensar los posibles efectos negativos sobre el ambiente en el cual se implantará el mismo. No obstante, no debe perderse de vista que el presente documento constituye una síntesis de dicho estudio, por lo que gran parte de la información que se presenta en este ha sido dejada de lado. En este contexto, para la adecuada comprensión de todos los aspectos el mismo debe ser considerado junto con el cuerpo principal del estudio.

1 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta una síntesis de la información contenida en los capítulos que constituyen el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121”.

2 PRESENTACIÓN

EQUINOR, el operador de AUS_105, AUS_106 y MLO_121, es una empresa internacional de energía presente en más de 30 países, comprometida en el desarrollo de petróleo, gas, energía eólica y solar, de manera segura y sostenible. El propósito de la empresa es convertir los recursos naturales en energía para las personas y en progreso para la sociedad. EQUINOR apoya el Acuerdo Climático de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. A su vez reconoce que los sistemas energéticos del mundo deben transformarse de manera profunda para impulsar la descarbonización, garantizando al mismo tiempo el acceso universal a energías asequibles y limpias. EQUINOR reconoce que la demanda mundial de petróleo tiene que disminuir, pero incluso dentro de los marcos del Acuerdo de París, el mundo dependerá del petróleo durante muchos años. Es por ello que la empresa tiene como objetivo explorar y producir petróleo y gas con las emisiones mínimas posibles, e invirtiendo ambiciosamente en energías renovables.

Como se ha establecido en los Lineamientos para un Plan de Transición Energética al 2030 publicados por el Gobierno de la Argentina el 29 de octubre de 2021, el sector de hidrocarburos en la Argentina está en el proceso de desarrollo, tanto en sus cuencas terrestres como en sus cuencas marinas, para proveer los recursos en moneda extranjera requeridos para el proceso de la transición energética hacia una matriz más limpia. Con el objetivo de permitir a la Argentina lograr el autoabastecimiento energético, es necesaria la plena utilización de los recursos más abundantes, disponibles y valiosos, de las cuencas terrestres y marinas.



Aún en el escenario de Rebalanceo del informe “Perspectivas de Energía de Equinor 2021”, que en términos generales está alineado con un límite máximo en el calentamiento global de 2°C, va a haber la necesidad de nuevas fuentes de suministro para satisfacer la demanda mundial futura de petróleo y gas. El escenario de “Rebalanceo”, ilustrado en el reporte “Perspectivas de Energía de Equinor 2021” requiere un desfase casi total del carbón mineral, una reducción a la mitad de la demanda de petróleo y una reducción significativa (de más del 10%) de la demanda de gas para antes del 2050. En este escenario, la demanda de petróleo alcanza su pico en la primera mitad de la década del 2020 mientras que la caída en la demanda de carbón mineral inicia de inmediato. A pesar de la caída en la demanda de petróleo y gas, el suministro proveniente de los activos existentes no puede cubrir la brecha entre el suministro y la demanda, por lo que se requiere continuar con las inversiones en exploración de petróleo y gas.

El espacio costa afuera (*offshore*) argentino, es uno de los espacios más extensos con potencial de recursos hidrocarburíferos a nivel global, no obstante, se encuentra poco explorado en comparación a regiones similares. Por lo cual, con el objetivo de asegurar la producción futura de recursos de petróleo y gas, se presenta la necesidad de realizar una inversión continua en actividades de exploración de dichos recursos. El propósito del relevamiento sísmico es facilitar la caracterización completa de las posibles reservas de hidrocarburos identificadas en las zonas de estudio.

El objetivo principal del proyecto bajo evaluación es un Registro Sísmico “3D” costa afuera de la República Argentina, en las áreas denominadas AUS_105, AUS_106 y MLO_121, conforme los permisos de exploración adjudicados por Resoluciones 696, 676 y 694 del año 2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía (hoy Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de Economía) a EQUINOR ARGENTINA AS sobre las áreas mencionadas, en el marco del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1.

El proyecto “Registro Sísmico Offshore 3D” abarcará un área de adquisición de datos sísmicos 9.933 km² dentro del Área Operativa Sísmica (AOs)¹. La misma se ubica a aproximadamente 26 km costa afuera de la localidad de Río Grande, en la Provincia de Tierra del Fuego (Figura 1).

En la Figura 1 se presenta el área de proyecto o Área Operativa Sísmica (AOs), conformada por el área de adquisición de datos y la extensión requerida para realizar las maniobras de cambio de línea de adquisición. De esta manera, el AOs abarca unos 13.215 km² y se encuentra en su totalidad por fuera del mar territorial (más allá del límite de las 12 millas marinas). El AOs se encuentra sobre la plataforma continental de Tierra del Fuego, en profundidades de entre 30 m y 120 m.

¹ El Área Operativa Sísmica (AOs) se conforma por el área de adquisición de datos y la extensión requerida para realizar las maniobras de cambio de línea de adquisición.



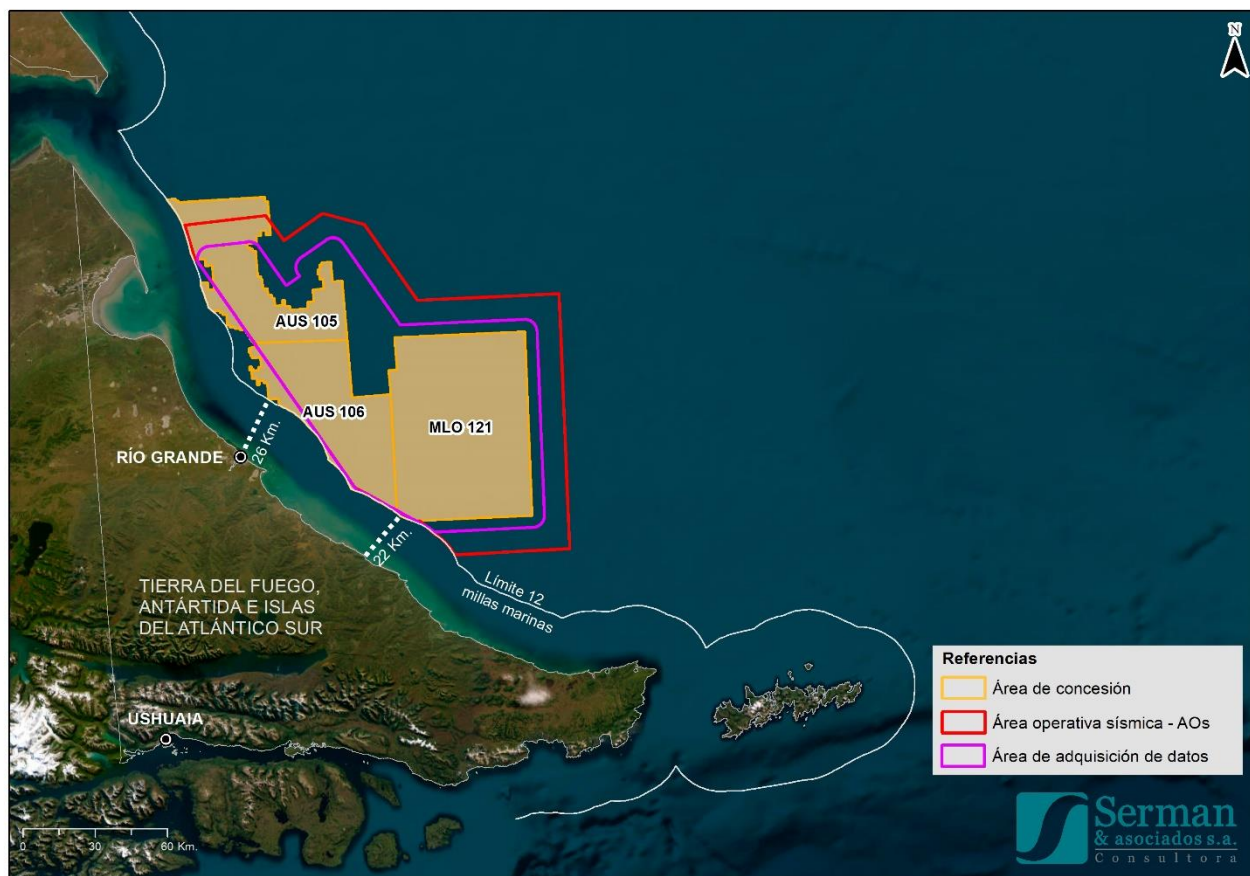


Figura 1. Ubicación geográfica del Área de Operativa Sísmica, dentro de los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121.

La adquisición de datos sísmicos es un compromiso adquirido con el gobierno nacional (Secretaría de Energía) en el marco del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1. Se planifica que el proyecto se desarrolle en la **ventana operativa de primavera – otoño, de septiembre 2023 a mayo 2024**. El programa actual podrá extenderse **hasta por 180 días**. Este plazo puede verse afectado por la fecha de obtención de la licencia ambiental.



3 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

La exploración se llevará a cabo para los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 dentro de la Zona Económica Exclusiva Argentina (ZEE), en aguas por fuera de la franja de jurisdicción provincial y sin interacción con la provincia costera (Tierra del Fuego). El área fue otorgada conforme al régimen de exploración previsto en la Ley 17.319 y sus modificatorias, mediante las Resoluciones 696, 676 y 694 de 2019, emitidas por la ex Secretaría de Gobierno de Energía (hoy Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de Economía). Por lo tanto, el proyecto costa afuera se encuentra sometido al marco regulatorio hidrocarburífero nacional en lo que respecta a las tareas de exploración. Asimismo, dada la ubicación del área de exploración, se encuentra sometido también a las regulaciones en materia de navegación y a los tratados internacionales de protección marítima, a los cuales la República Argentina se ha adherido, en especial el Convenio de la Organización Marítima internacional (OMI) sobre el Derecho del Mar. Además, deberá alinearse a la legislación ambiental nacional.

La Ley 23.968 hace referencia a la plataforma continental sobre la cual ejerce soberanía la Nación Argentina, y establece que comprende el lecho y el subsuelo de las áreas submarinas que se extienden más allá de su mar territorial y a todo lo largo de la prolongación natural de su territorio hasta el borde exterior del margen continental, o bien hasta una distancia de 200 millas marinas medidas a partir de las líneas de base, en los casos en que el borde exterior no llegue a esa distancia.

En materia de exploración y explotación de hidrocarburos, a partir de la sanción de la Ley 26.197, y luego con la Ley 27.007, modificatorias de la Ley de Hidrocarburos N° 17.319, ha quedado claramente zanjada la disputa en torno al dominio de los yacimientos ubicados en el mar territorial, quedando afirmado con contundencia el criterio de la jurisdicción nacional exclusiva en la Zona Económica Exclusiva y la Plataforma Continental, quedando la potestad provincial acotada a las aguas territoriales hasta las 12 millas.

Dadas las características de la operatoria costa afuera, el proyecto tendrá como autoridades clave a la Secretaría de Energía, dependiente de la cartera de Economía y sus dependencias subordinadas, la Subsecretaría de Hidrocarburos, en lo que hace a los aspectos atinentes a los permisos de exploración y labores asociadas, conforme a la Ley de Hidrocarburos.

Respecto a la aplicación del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental intervendrá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAYDS), a través de sus dependencias, junto a la Secretaría de Energía, en virtud de la Resolución Conjunta 3/19 la cual estableció un circuito de interacción entre las carteras de energía y ambiente para la aplicación del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de las operaciones exploratorias en aguas y plataforma continental, con una intervención de la cartera ambiental y un monitoreo y seguimiento posterior a cargo de la cartera sectorial. El procedimiento diseñado para la aprobación de los estudios ambientales, contempla además una intervención sectorial del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Sin perjuicio de los pasos iterativos instrumentados en la Resolución Conjunta 3/19 y complementarias, el procedimiento de EIA, en función de los principios de prevención y congruencia (entre otros) de la Ley General del Ambiente, permite involucrar o ampliar a otros actores u organismos en forma proactiva y según las circunstancias, como es el caso de la Administración de Parques Nacionales (APN), ya sea por el impacto en áreas protegidas marinas, ya sea por fauna de interés especial o por revestir una categoría de protección conforme a la Ley 22.351, como el caso de la ballena franca austral.



Respecto a la navegación y la operación de instalaciones costa afuera, existe un conjunto de acuerdos elaborados en el seno de la Organización Marítima Internacional (OMI) de los cuales la República Argentina es parte. Muchos de ellos tienen por objetivo expreso la protección del ambiente o cuestiones de seguridad marítima. Los principales convenios con implicancias ambientales para el proyecto son los siguientes.

- Convenio internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos -OILPOL- aprobado por Ley 21.353.
- Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, aprobado por Ley 21.947.
- Convención sobre Seguridad de la Vida Humana en el Mar -SOLAS 74- aprobado por la Ley 22.079, el Protocolo de 1978 aprobado por Ley 22.502 y su enmienda aprobada por Ley 23.706.
- Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en Casos de Accidentes que Causen una Contaminación por Hidrocarburos -aprobado por Ley 23.456.
- Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, MARPOL 1973/78, sus Protocolos Anexos aprobados por Ley 24.089.
- Aprobación del Convenio OPRC (Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos (Ley 24.292)).
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar -CONVEMAR-, aprobado por Ley 24.543.
- Protocolo de 1992 que enmienda el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil Nacida de Daños Debido a Contaminación por Hidrocarburos -CLC- (Londres-1969), aprobado por Ley 25.137.
- Protocolo de 1992 que enmienda el Convenio Internacional sobre la Constitución de un Fondo Internacional de Indemnización de Daños Debidos a Contaminación por Hidrocarburos -FUND Convención- (Londres-1971), aprobado por Ley 25.137.
- Convenio sobre la Gestión de Agua de Lastre y Manejo de Sedimentos de Sentina, aprobado por Ley 27.011.

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) constituye el marco general para la regulación de todas las actividades que se llevan a cabo en la Zona Económica Exclusiva, sirviendo por lo tanto de sustento para las medidas de seguridad que se adopten en materia de navegación, control de la contaminación y autorización de operaciones costa afuera. En base a los criterios de reenvío establecido en CONVEMAR y otros instrumentos internacionales, el estudio ambiental se integra con las buenas prácticas más consolidadas y recientes en lo que hace a la actividad sísmica costa afuera. Los Anexos de la Resolución Conjunta 3/19 refuerzan esta técnica regulatoria con mención a varias buenas prácticas y organismos técnicos internacionales con reconocida trayectoria en ciencia aplicada y conservación de los recursos naturales.

En lo que hace a mitigación y monitoreo durante la adquisición sísmica, es dable mencionar la Res. MAYDS 201/2021 que establece el “Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas” referenciando a la “Guía de Monitoramento da Biota Marinha em Pesquisas Sísmicas Marítimas” de abril de 2018 (Guía de monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas marítimas de abril de 2018) elaborada por el Instituto Brasileiro de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IBAMA).



Por otro lado, la Ley de Navegación (Ley 20.094) regula todas las relaciones jurídicas originadas en la navegación por agua, abarcando a los buques y los artefactos navales. La autoridad de aplicación de este régimen jurídico es la Prefectura Naval Argentina (PNA), según lo expresa la Ley 18.398 modificada por Ley 20.325, en cuanto establece que tiene a su cargo el servicio de policía de seguridad de la navegación y el servicio de policía de seguridad y judicial.

La Prefectura Naval Argentina (PNA) interviene en cuestiones relativas a la fiscalización de buques y artefactos navales, como así también en el dictado de normas tendientes a prohibir la contaminación de las aguas fluviales, lacustres y marítimas por hidrocarburos u otras sustancias nocivas o peligrosas, y verificar su cumplimiento, entre otras cosas. La Prefectura Naval Argentina también es el órgano de aplicación en el orden técnico de los convenios internacionales sobre seguridad de la navegación y de los bienes y de la vida humana en el mar.

El Régimen de la Navegación, Marítima, Fluvial y Lacustre (REGINAVE) constituye la reglamentación central de la actividad marítima, fluvial y lacustre. Las normas agrupadas en el REGINAVE, son complementadas con reglamentaciones específicas emitidas por la máxima autoridad de la PNA o por dependencias técnicas subordinadas a la misma.

En lo que respecta a la actividad pesquera, en Argentina la Ley Federal de Pesca 24.922 introduce un nuevo sistema de regulación de los recursos pesqueros que, hasta la sanción de dicha norma, eran sostenidos jurídicamente mediante permisos de pesca concedidos por la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA) y sus resoluciones complementarias. Dicha Ley establece un rol más activo del Estado, ubicándolo a la cabeza del patrimonio del recurso pesquero, con los peces como bienes de dominio público, prohibiendo la explotación a los particulares que operan con permisos de carácter precario de la Administración.

Cabe hacer una mención a lo establecido en la Disposición Conjunta 1/19 de las Subsecretarías de Hidrocarburos y Pesca, dependientes de las carteras de Energía y Agricultura y Pesca respectivamente. La norma crea un grupo de trabajo para compartir y profundizar el conocimiento de las interacciones entre ambas actividades, promoviendo buenas prácticas y medidas de conservación a los efectos de mitigar cualquier situación de conflicto entre la pesca y la actividad exploratoria.

Al analizar las zonas de pesca en el espacio marítimo argentino con las regulaciones y vedas vigentes se observa que en el área de influencia directa de AUS_105, AUS_106 y MLO_121, no se registran sectores con restricciones y/o vedas vigentes para pesca. No obstante, según la Resolución del Consejo Federal Pesquero (CFP) 12/2018 para la Zona Sur entre los paralelos 52° y 54°30' de latitud Sur presenta veda para Centolla (*Lithodes santolla*), la que se extiende desde el 1° de abril al 31 de julio de cada año.



4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 TECNOLOGÍA DE LA SÍSMICA

Para la registración sísmica acuática se utilizan dispositivos de aire comprimido como origen de generación de energía, los cuales son remolcados por embarcaciones a lo largo de las líneas de prospección proyectadas.

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.

Al descargar los dispositivos, el aire a alta presión ingresa 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.

La recepción de las señales sísmicas se realiza con un sistema de arrastre denominados cables sísmicos o, más comúnmente, *streamers*; más precisamente mediante la utilización de hidrófonos, que 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.

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



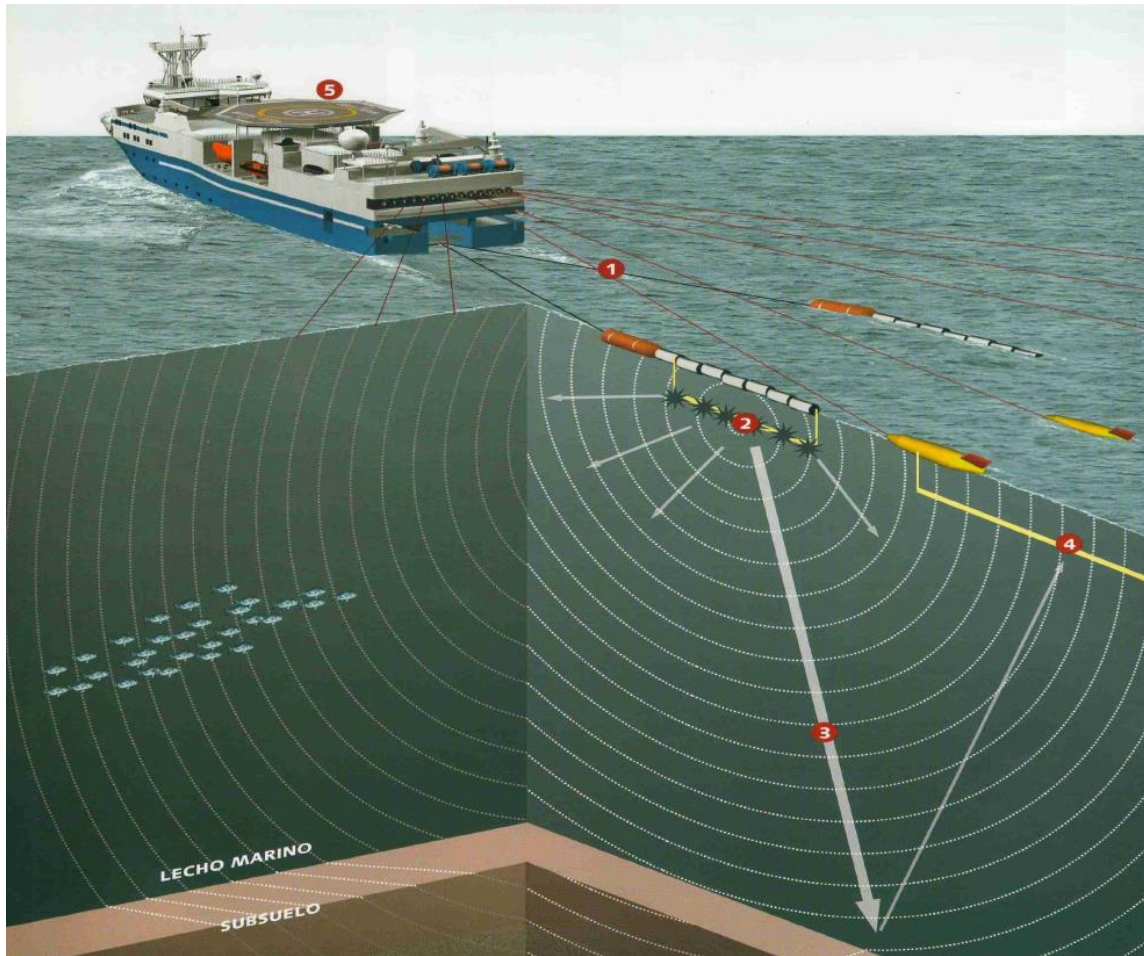


Figura 2. Esquema de una prospección sísmica 3D.

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.

4.2 EQUIPAMIENTO REQUERIDO

Para el presente proyecto se selecciona como tecnología un relevamiento sísmico convencional. Para la adquisición sísmica, se utiliza un arreglo de fuentes sísmicas, el cual es un grupo de fuentes de emisión sonora. 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 adquisición sísmica.

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 m²), y con un volumen total igual a 2.010 pulgadas cúbicas (cu.in), 32,94 litros .



4.3 BUQUE SÍSMICO, EMBARCACIONES DE APOYO Y LOGÍSTICA

Para la adquisición se prevé la utilización de un buque sísmico, el cual irá acompañado por dos embarcaciones de apoyo, cuyas misiones son diferentes. Uno es el buque de guardia o seguimiento (*escort*), cuya función es garantizar al buque sísmico (y su arreglo), una navegación segura, sin interferencias con otras embarcaciones. La otra embarcación de apoyo es el buque logístico (*supply*), que se encarga de abastecer de provisiones e insumos, y de los 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. Para la adquisición se prevé la utilización del BGP Prospector, el cual es un buque sísmico especialmente diseñado. Por su parte, como buque de seguimiento se utilizará el buque Candela S, y como buque logístico el Geo Service I.

Se prevé que el buque sísmico se movilice al Área Operativa Sísmica (AOs) desde el Puerto de Buenos Aires, localizado a una distancia de alrededor de 2.350 km desde el margen norte del AOs. Durante la ejecución del proyecto, el puerto que se utilizará para servicios logísticos será el de Puerto Deseado, localizado en la Provincia de Santa Cruz, a aproximadamente 620 km del margen norte del AOs.

La desmovilización se efectuará hacia el Puerto de Buenos Aires, en forma análoga a la movilización.

La actividad sísmica propuesta se prevé que podrá extenderse hasta por 180 días durante la ventana operativa de septiembre de 2023 a mayo de 2024. Operará ininterrumpidamente las 24 horas, todos los días de operación.

5 LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

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. Así, el proyecto se ubica dentro de las 200 millas marinas pertenecientes a la Zona Económica Exclusiva Argentina. Esta zona integra un ecosistema marino oceánico de alta productividad y diversidad biológica, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino.

5.1 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA

Se define como área de influencia de un proyecto a la zona sobre la que será posible medir impactos derivados de las acciones que proponga el mismo. Según sea el tipo de impacto, directo o indirecto, el área podrá ser de influencia directa (AID) o indirecta (AI). La “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental” de la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS, 2019) define al Área de Influencia Directa (AID) como “la máxima área envolvente del proyecto y sus instalaciones asociadas, dentro de la cual se pueden predecir con una razonable (fundamentada) confianza y exactitud los impactos ambientales directos sobre los receptores sensibles identificados en el área de estudio” y al Área de Influencia Indirecta (AI) como “el área dentro de la cual se prevén impactos indirectos vinculados a impactos directos del proyecto, y cuyos efectos se podrían superponer o acumular con efectos ambientales de otros proyectos pasados, presentes o futuros”.



Considerando antecedentes similares se puede determinar un Área de Estudio que abarque con cierta holgura las áreas de influencia directa e indirecta. La mayoría de los animales estudiados para esta LBA pueden recorrer grandes distancias, con lo cual el área de estudio debe ser lo suficientemente amplia como para abarcar los sitios en los cuales puedan encontrarse en algún momento del año. Por ende, para la delimitación del Área de Estudio fueron considerados los siguientes criterios:

- La presencia de áreas sensibles marinas y costeras que pudieran ser influidas por el proyecto o que albergan especies que pudieran verse influidas por el mismo
- La presencia de actividades pesqueras en las rutas de navegación o Área Operativa Sísmica (AOs)
- Área Operativa Sísmica (AOs)
- Puerto de apoyo para las operaciones logísticas: puerto de Puerto Deseado.

Área de estudio para Medio Biótico

Considerando lo antedicho, los límites del área de estudio son al norte el puerto de Puerto Deseado y el Parque Interjurisdiccional Marino Makenke, al este el Área Marina Protegida (AMP) Namuncurá-Banco de Burdwood II, al sur el AMP Yaganes y al oeste la costa Atlántica, incluyendo únicamente las reservas costeras.

Área de estudio para Medio Físico

El Área Operativa Sísmica (AOs) se encuentra emplazada en el Margen Continental Argentino (MCA), en una región cuya dinámica y estructura están fuertemente relacionadas a regiones oceánicas lejanas. Por eso para entender el sistema en su totalidad se debe iniciar el análisis a un nivel de escala regional y luego pasar a una escala más detallada delimitando el Área de Estudio a la región del Margen Continental Argentino (MCA) que se ubica al sur del paralelo 52°S y al oeste de la Cuenca Malvinas Oriental (~ 60° O).

Área de estudio para Medio Antrópico

- Partido de Puerto Deseado, donde se localiza el puerto de apoyo de las actividades del proyecto.
- Tráfico marítimo en la Zona Económica Exclusiva Argentina (ZEEA) entre los paralelos 46°S y 56°S.
- Pesquerías marinas en Argentina que tienen lugar al sur del paralelo 46°S.

Consecuentemente, la definición del Área de Estudio abarca todos los criterios mencionados anteriormente, permitiendo definir zonas de mayor interés y concentrar los esfuerzos hacia las mismas (Figura 3).

Dado que la manifestación de los impactos ambientales de una actividad, obra o proyecto puede variar de un componente a otro y de una actividad a otra, resulta factible que, en el proceso de identificación y delimitación del área de influencia de dicho proyecto, se establezcan áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio, que luego se adicionan para definir el área de influencia del proyecto. De este modo, la delimitación del área de influencia puede considerar uno o varios polígonos.



Para la definición de dichas áreas para el proyecto “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121” se parte entonces de la determinación del Área Operativa (AO) del proyecto, es decir del espacio en el que se realizarán las acciones claves del mismo y que involucra al Área Operativa Sísmica (AOs), al Área Operativa Puerto (AOp) y al Área Operativa de Movilización (AOm).

Por lo tanto, el Área Operativa Sísmica (AOs) del proyecto es el espacio en el que se realizarán las acciones claves del mismo.

Área de Adquisición + Área de Maniobras = Área Operativa Sísmica (AOs)

Donde:

Área de Adquisición = es el área donde el buque realiza la adquisición de datos sísmicos.

Área de Maniobras = es el área que rodea el área operativa y abarca las maniobras auxiliares del buque sísmico incluyendo los giros que realizará el conjunto sísmico para efectuar los cambios de líneas.

En el caso del proyecto “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121” la distancia entre el área de maniobras es como máximo de 26 km desde el área de adquisición de datos sísmicos.

El Área Operativa (AO) del proyecto incluye también al Área Operativa Puerto (AOp) establecido para el presente proyecto en el puerto de Puerto Deseado, desde donde se realizará la “navegación logística” para reabastecimiento de combustible, alimentos frescos, suministros, y cambios de tripulación como opción principal.

Si bien el proyecto establece el puerto de Buenos Aires como escala, este puerto sólo se utilizará previo a la movilización (ingreso del buque sísmico y el/los buque/s de apoyo al país) y luego de la desmovilización (salida del país del buque sísmico y el/los buque/s de apoyo), por lo que este puerto y esta ruta solo se utilizarán una vez al principio del proyecto y una vez al final del mismo. Dado lo limitado de estas operaciones y que resultan habituales de la actividad naviera, no se prevé que las actividades del proyecto impliquen un impacto significativo sobre dichas áreas. De este modo, el mencionado puerto y dicha ruta no se incluyen en este capítulo como parte del área operativa.

Por último, el Área Operativa de Movilización (AOm) involucra la ruta de navegación para “navegación logística” entre el puerto de apoyo principal (puerto de Puerto Deseado) y el Área Operativa sísmica (AOs).



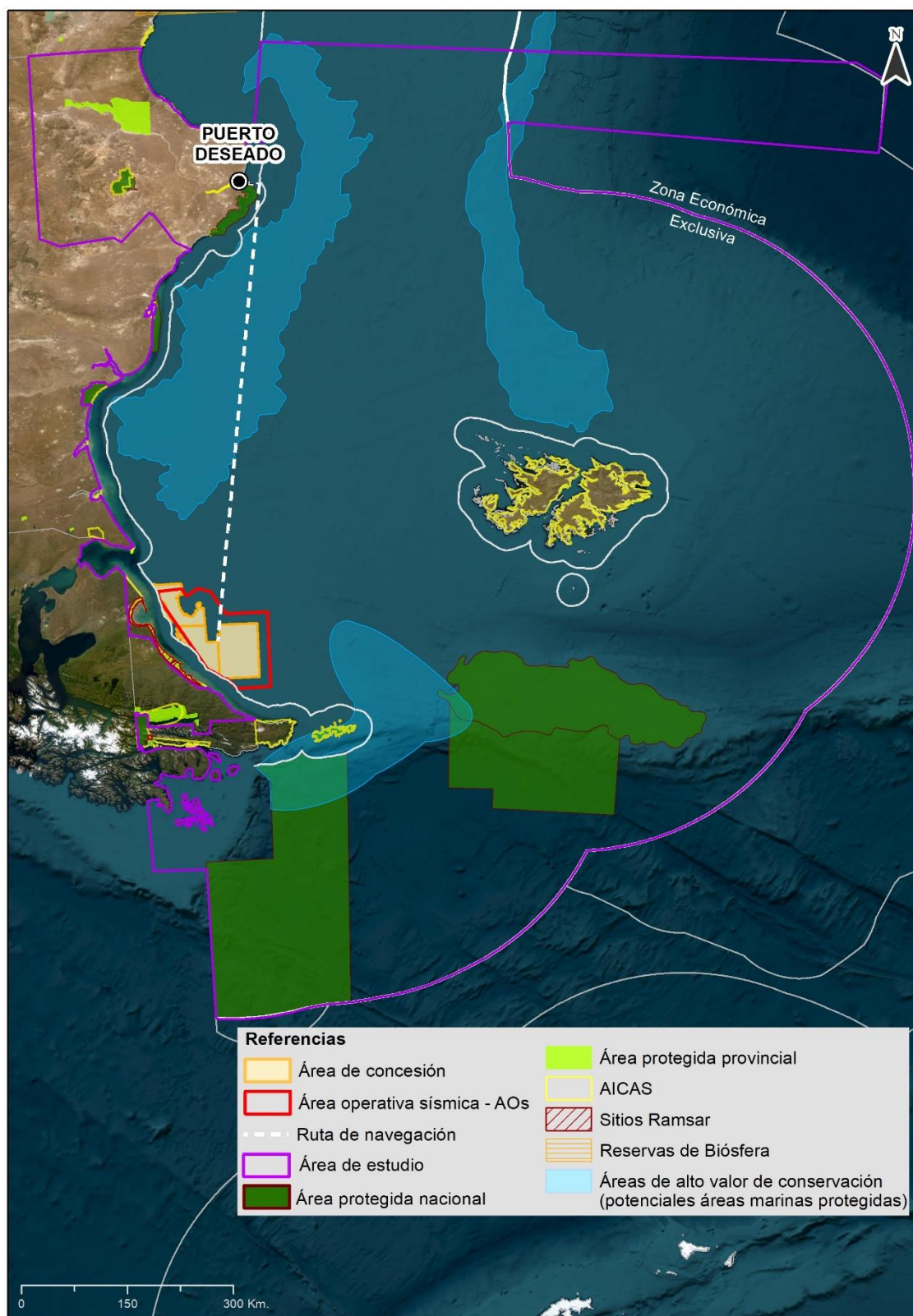


Figura 3. Área de estudio del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

[Firma manuscrita]

Las áreas de influencia directa e indirecta se definen a continuación en función de los componentes biótico, físico y antrópico.

Área de influencia del componente biótico

Se han considerado preliminarmente antecedentes de los potenciales efectos (y su alcance) sobre la biota marina típicamente asociados a los registros sísmicos exploratorios, que se caracteriza por la emisión de energía sonora. Asimismo, se ha tenido en cuenta la posibilidad de ocurrencia de incidentes de derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas con potenciales consecuencias para la fauna marina.

Se considera que para el componente biótico el alcance espacial de los potenciales efectos sobre los mamíferos marinos resulta abarcativo de los efectos sobre los otros factores del medio.

De este modo se establece un Área de Influencia Directa (AID) o área de impacto directo, que se asocia principalmente con la propagación acústica del ruido generado por la actividad, y cuya área de máxima incidencia se encuentra típicamente circunscripta a una distancia de entre 500 metros y 3 km del Área Operativa Sísmica (AOs). En este sentido, el AID se ha definido como una envolvente de 3 km circundante al AOs. Por fuera de este polígono, pero también como parte del AID se considera el entorno adyacente al Área Operativa Puerto (AOp) del Puerto de Puerto Deseado (principal) y al Área Operativa de Movilización (AOm) (envolvente de 5 km).

Circundante al área de influencia directa (AID) se considera un área envolvente de 100 km medida desde el Área Operativa sísmica (AOs) que contempla el alcance de los potenciales efectos sobre los mamíferos que no están relacionadas con las lesiones, según los antecedentes expuestos anteriormente. Esta área conforma el área de influencia indirecta (AII). También circundante al área de influencia directa del Área Operativa Puerto (AOp) del puerto de Puerto Deseado y del Área Operativa de Movilización (AOm) se considera un área de influencia indirecta dada por una envolvente de 15 km.

Más allá de dichas áreas, la caracterización del componente biótico abarca un Área de Estudio a una escala general más amplia que comprende los ambientes - y sus relaciones funcionales - entorno al proyecto, y que engloba a todas las áreas de influencia definidas anteriormente. En esta escala se realiza una caracterización general con énfasis en el análisis de ambientes sensibles (Áreas Naturales Protegidas -ANP-, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves -AICAs-, Áreas Marinas Propuestas, etc.).

La disposición geográfica de las áreas de influencia (directa e indirecta) para el componente biótico se presenta en la Figura 4.



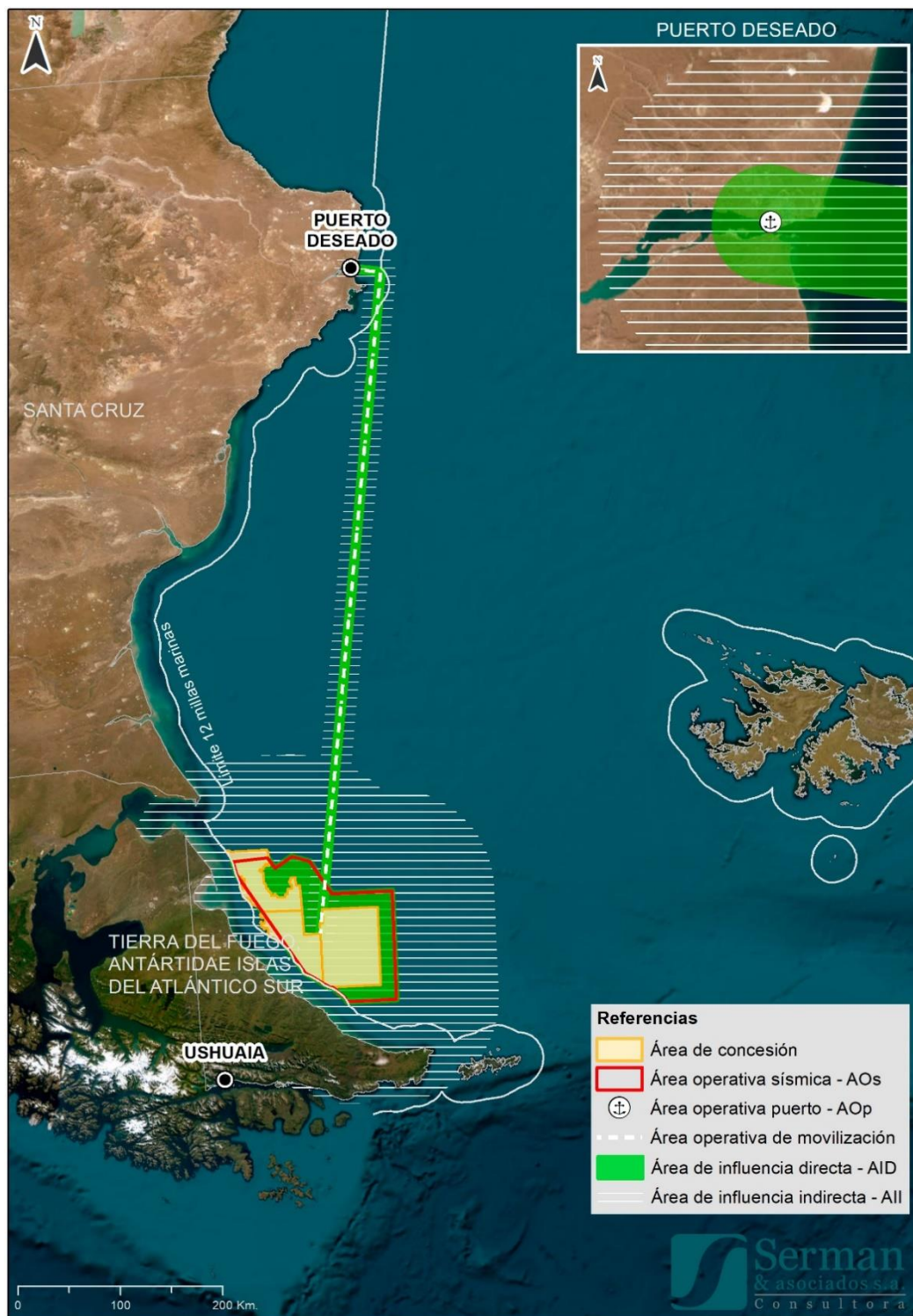


Figura 4. Áreas de Influencia del componente biótico (Directa e Indirecta). Fuente: Elaboración propia.

[Firma manuscrita]

Área de influencia del componente físico

Dada la naturaleza del proyecto, las variables físicas (geológicas y oceanográficas) no se verán afectadas por las acciones del proyecto, sino, por el contrario, algunas acciones del proyecto serán condicionadas y afectadas por dichas variables en el sitio de emplazamiento.

En este sentido, y considerando que la dinámica y estructura del Área Operativa Sísmica (AOs) están fuertemente relacionadas a regiones oceánicas lejanas, los subcomponentes del medio físico han sido descriptos a escala general con el objeto de ayudar a conocer el sistema en su conjunto, y a una escala más detallada dentro del Área de Estudio definida como la región del Margen Continental Argentino ubicada al sur del paralelo 51°S y al oeste de la Cuenca Malvinas Oriental (~ 60° O).

Para el Área de Estudio se han caracterizado, las variables específicas que condicionan aspectos del proyecto o de la evaluación, tales como los vientos, las corrientes, mareas y olas, la temperatura, salinidad, la batimetría y los sedimentos del fondo marino. Dicha caracterización es más detallada dentro del Área Operativa Sísmica, para las variables que así lo requieren (vientos, olas, temperatura, salinidad, densidad, velocidad de propagación del sonido, etc.).

Área de influencia del componente antrópico

Como se mencionó anteriormente, el Área Operativa Sísmica (AOs) se ubica costa afuera a aproximadamente 22 km de distancia del área costera más próxima en la provincia de Tierra del Fuego, más allá de las 12 millas del mar territorial, y a más de 26 km de la localidad costera más cercana (Río Grande).

Dada la naturaleza del proyecto no se prevén interacciones entre el proyecto y la franja costera territorial. Es dable mencionar que la exploración sísmica marina con técnicas modernas no produce pulsos significativos de ruido aéreo (Richardson et al., 1991). Por otro lado, el proyecto no requiere de la instalación de bases logísticas ni de infraestructura alguna para su desarrollo. El proyecto establece al puerto de Buenos Aires como puerto de escala y al puerto de Puerto Deseado como puerto de suministros o servicios logísticos. En dichos puertos las operaciones de los buques asociados al proyecto no difieren de las de cualquier otro buque que recalca en los mismos.

En este sentido, se consideran potenciales interferencias del proyecto sobre el medio antrópico con respecto a las actividades pesqueras, las actividades de explotación de hidrocarburos costa afuera, el tránsito marítimo y la infraestructura que pueda existir en el espacio costa afuera. También asociado al proyecto podrán asociarse algunos beneficios en cuanto a las actividades económicas en relación a la demanda de servicios y de mano de obra locales.



Con excepción de las actividades pesqueras y económicas, se estima que para el resto de los factores antes mencionados las interferencias se limitan al área en que dichas actividades y las del proyecto se superponen. En este sentido se considera el espacio que involucra al Área Operativa Sísmica (AOs) que abarca el espacio que puede ser potencialmente impactado por la presencia física del buque sísmico y las embarcaciones de apoyo. En cuanto a las actividades económicas la demanda de servicios logísticos podrá tener alguna repercusión muy focalizada en relación a las prestaciones que brinde el puerto de servicios logísticos (Puerto Deseado) y posiblemente en algunas otras localizaciones en relación a otros suministros / servicios, pero en todo caso resultarían aspectos dispersos de escasa relevancia, que no incidirán sobre las economías locales. Lo mismo se puede mencionar en cuanto a la demanda de mano de obra, dado que el proyecto demanda en general personal con calificaciones específicas.

En cuanto a las actividades de pesquerías, este impacto de carácter indirecto (dado que el efecto potencial se da sobre las especies de interés comercial, e indirectamente sobre las actividades de pesca), se estima podría circunscribirse al entorno de los 50 km desde el Área Operativa Sísmica de manera de abarcar ampliamente los potenciales efectos del proyecto sobre esta actividad. En cuanto a la interferencia del desplazamiento de las embarcaciones pesqueras, el impacto se limita al entorno cercano definido anteriormente para el resto de las embarcaciones.

El Área de Influencia Directa (AID) del componente antrópico se define entonces por un área circundante de 3 km al Área Operativa Sísmica, que involucra el espacio que puede ser potencialmente impactado por la presencia del buque sísmico y las embarcaciones de apoyo. El Área de Influencia Indirecta (AII) queda delimitada por una envolvente de 47 km de distancia respecto del Área Operativa Sísmica en el entorno marítimo. Las operaciones logísticas en el puerto no difieren de las de cualquier otro buque que recala en el mismo. Como Área Operativa Puerto (AOp) se establece un AID de 5 km entorno al puerto de Puerto Deseado, contenido en un AII de mayor extensión (15 km).

Más allá de dichas áreas, la caracterización del componente antrópico comprende un área de estudio a una escala general más amplia asociada a la identificación de los actores o partes interesadas en el proyecto.

La disposición geográfica de las áreas de influencia para el componente antrópico se presenta en la Figura 5.



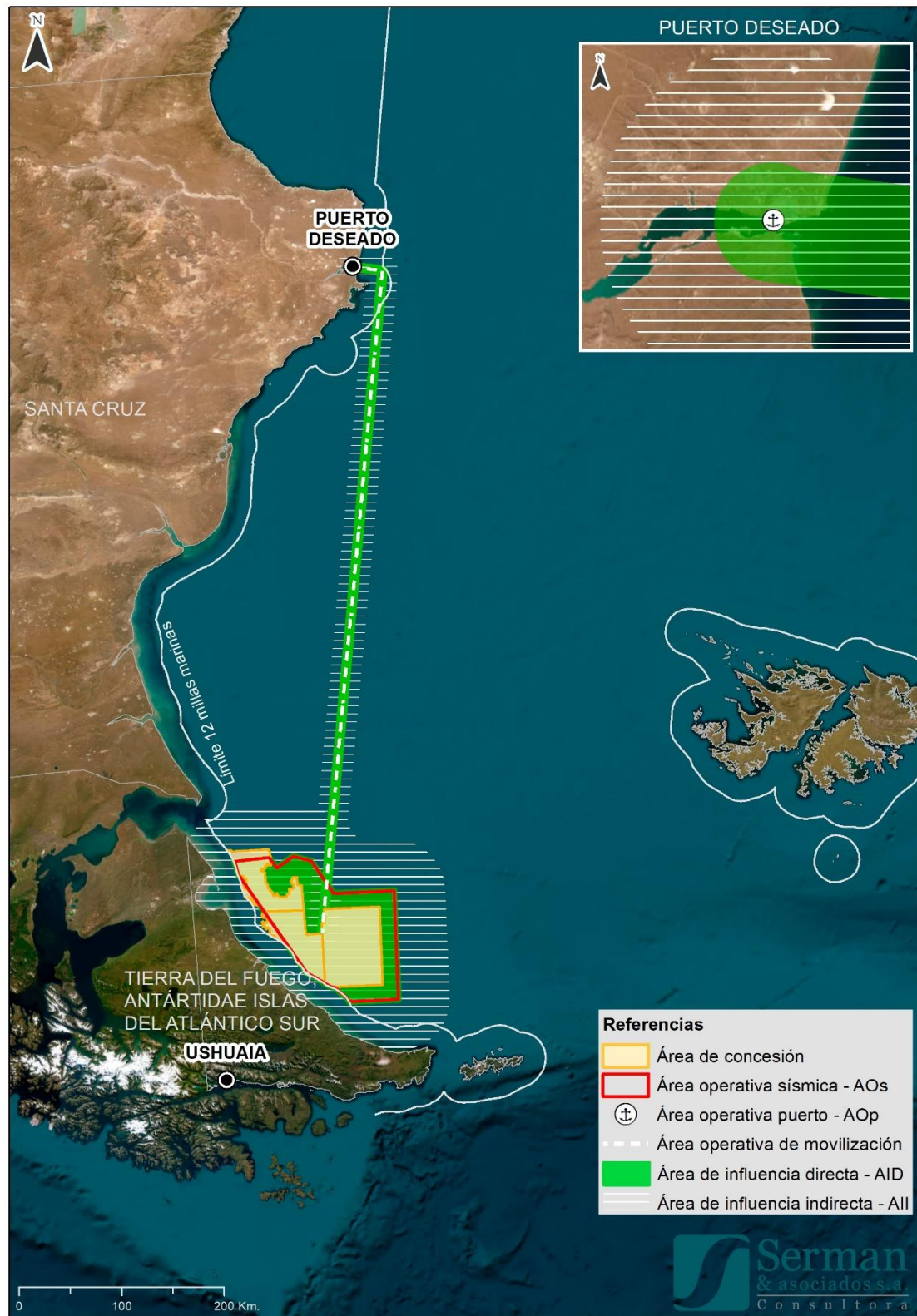


Figura 5. Área de Influencia (directa e indirecta) del Componente Antrópico. Fuente: Elaboración propia.

[Firma manuscrita]

En la tabla a continuación se resumen las áreas de influencia (directa e indirecta) del proyecto definidas para el componente biótico y antrópico.

Tabla 1. Resumen de la delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto.

ÁREA DE INFLUENCIA (AI) del proyecto	Área Operativa Sísmica (AOs)	Área Operativa de Movilización (AOM)	Área Operativa Puerto (AOp)
Área de Influencia Directa (AID)	Medio Biótico		
	AOs + envolvente de 3 km	AOM + extensión de 5 km (perpendicular desde la línea del derrotero)	AOp + extensión de 5 km desde el AOp
	Medio Antrópico		
	Ídem medio biótico	Ídem medio biótico	Ídem medio biótico
Área de Influencia Indirecta (AII)	Medio Biótico		
	AID + envolvente de 97 km (100 km desde el AOs)	AOM + extensión de 15 km (perpendicular desde la línea del derrotero)	AOp + extensión de 15 km desde el AOp
	Medio Antrópico		
	AID + envolvente de 47 km (50 km desde el AOs)	Ídem medio biótico	Ídem medio biótico

5.2 MEDIO FÍSICO

Geología

El Margen Continental Argentino (MCA) está determinado por la extensión natural sumergida del continente hasta la llanura abisal o fondos marinos (borde exterior del margen continental) y comprende, a grandes rasgos, la plataforma, el talud y la emersión continental, amén de numerosos sistemas de cañones submarinos.

El Área de Estudio se emplaza sobre la plataforma continental de Tierra del Fuego. Esta es la zona bajo el nivel del mar que va descendiendo de forma suave hasta una profundidad que suele alcanzar los 200 metros y linda con el talud.

En cuanto al contexto geológico y tectónico, el margen continental argentino está situado mayoritariamente en la placa Sudamericana asociada a la extensión cortical vinculada a la apertura del océano Atlántico a partir del Jurásico Medio, en un contexto geotectónico dominado por un margen continental pasivo, aunque en su porción más austral se asocia a sectores de márgenes activos (Violante et al., 2014). De hecho, el área de estudio está atravesada por el sistema de fallas Magallanes-Fagnano, la cual constituye parte del límite de placa entre la Sudamericana y la de Scotia, activo y potencialmente sísmico.

Actualmente, el movimiento entre ambas placas es lento (<5 mm/año) y la sismicidad en la región de Tierra del Fuego es muy baja (se reportaron eventos de magnitud <3,5 en el período 1997–1999). Sin embargo, de acuerdo a lo reportado por el Catálogo Sismológico internacional, históricamente la sismicidad ha sido significativa. Dos de los eventos más importantes ocurrieron el 17 de diciembre de 1949 "terremoto de Punta Arenas" y el 2 de febrero de 1879 "terremoto del estrecho de Magallanes" (Lodolo et al., 2003).



La configuración morfosedimentaria del MCA resultó de dos aspectos principales: en primer lugar, la herencia geotectónica dominada por los factores endógenos involucrados en la estructura y evolución del margen, entre los cuales parecen haber sido relevantes los procesos de flexo hundimiento y, en segundo lugar, los factores externos condicionados por el clima y los procesos oceanográficos, los cuales fueron haciéndose con el tiempo más importantes que los endógenos pasando a ser dominantes en el Cenozoico y manifestándose fundamentalmente con las fluctuaciones glacioeustáticas del Cuaternario (Violante et al., 2014).

Los rasgos morfosedimentarios de la plataforma continental argentina fueron adquiridos como resultado de la interacción de diversos factores como las fluctuaciones del nivel del mar, isostasia, clima, procesos oceanográficos, dinámica sedimentaria, y morfología y composición del sustrato pre-transgresivo. El contexto geotectónico lo dio un margen continental con características predominantemente pasivas excepto en el extremo sur de Patagonia. El proceso condicionante más relevante fue la transgresión postglacial, responsable de la configuración final de la plataforma, sus terrazas y su cobertura sedimentaria.

Si bien la plataforma está constituida por una superficie regular, se manifiestan desniveles representados por una sucesión de superficies subhorizontales (terrazas) a diferentes profundidades (30-70 m, 80-100 m, 110-120 m y 130-150 m) separadas por escalones de fuerte pendiente. Estas terrazas se denominan respectivamente niveles I, II, III y IV.

El descenso del nivel del mar durante la última época glacial (ocurrida hace 18.000 años) hizo que las aguas marinas retrocedieran hasta profundidades de unos 120 metros por debajo del nivel actual, de tal manera que la plataforma entera quedó expuesta a condiciones subaéreas, pudiéndose encontrar actualmente en su subsuelo restos de antiguas áreas continentales, relictos de redes fluviales, playas y suelos. El posterior ascenso intermitente del mar resultó en la conformación de terrazas marinas escalonadas, a diferentes profundidades, que forman el lecho de la plataforma y están constituidas por sedimentos pertenecientes a las primitivas playas hoy sumergidas (Violante et al., 2014). Las interrupciones en la velocidad de ascenso del nivel del mar, con la consiguiente estabilización de la línea de costa por tiempos relativamente prolongados, permitieron el modelado de una superficie erosiva que conforma la base de cada terraza (Parker et al., 1997; Violante, 2005; Perillo y Kostadinoff, 2005; Ponce et al., 2011).

En relación al aporte de sedimentos, la plataforma continental argentina recibe sedimentos terrígenos procedentes de dos áreas de aporte principales: la región andina y el escudo de Brasilia. No deben descartarse aportes menores de las Sierras Pampeanas y otras regiones del centro de Argentina. Dada la composición terrígena de los sedimentos que componen la plataforma, la dinámica sedimentaria debe ser considerada en forma integral abarcando tanto los procesos continentales que inciden en la costa como así también los litorales y marinos. Los sedimentos son introducidos en el sistema dinámico litoral desde el continente adyacente de diferentes maneras, tanto por transporte fluvial y eólico como por erosión costera, para ser posteriormente transferidos hacia la plataforma.

En cuanto a los aspectos estratigráficos se reconocen tres cortejos depositacionales: pre-transgresivo, de nivel de mar bajo; transgresivo (entre el momento en que el nivel del mar ocupó su posición más baja durante el Último Máximo Glacial hasta que llegó a su máximo nivel hace ~6.000 años); y de nivel de mar alto.



La cobertura sedimentaria superficial de la plataforma está formada esencialmente por arenas, que cubren alrededor del 65% de su superficie. Siguen en proporción las conchillas y gravas, con una participación de aproximadamente 25% (Urien y Ewing, 1973; Parker et al., 1997; 1999; 2008; Violante y Parker, 2000; 2004; Violante, 2004; COPLA, 2017). En el caso del Área de Estudio se diferencia dos situaciones. El sector norte de la misma presenta un predominio de texturas de grava mientras que el centro y sur de la misma exhibe el desarrollo de arenas (Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa Argentina, 2008).

Oceanografía

La batimetría del lecho en el Área Operativa Sísmica (AOs) varía entre 30 y 120 metros de profundidad, existiendo dos spots en el límite nororiental del AOs en donde se alcanzan valores de 125-130 m.

Las masas de agua presentes en la plataforma continental patagónica resultan de ingresos de masas de agua provenientes del norte del pasaje de Drake (transportadas por la corriente del Cabo de Hornos), y de intercambios con la corriente de Malvinas que fluye a lo largo del borde de la plataforma transportando aguas subantárticas (frías, poco salinas ~34,0 psu y ricas en nutrientes). Por otro lado, existen pequeñas descargas continentales que aportan agua dulce y una fuente de agua de baja salinidad dada por el flujo que ingresa a través del estrecho de Magallanes.

La corriente de Malvinas tiene su origen en la desviación alrededor de la plataforma patagónica de la rama norte de la Corriente Circumpolar Antártica, la cual fluye hacia el este transportando aguas subantárticas desde el pasaje de Drake a lo largo de la porción superior del talud de la plataforma continental argentina. Luego de atravesar el pasaje de Drake rodea el somero banco Burdwood (o Namuncurá) y las Islas Malvinas, contorneando la topografía dibujada por el borde de la plataforma continental. Solo una rama de esta fuerte corriente, desviada entre la plataforma patagónica y el banco Burdwood alcanza la depresión de Malvinas (Malvinas Embayment) y fluye a lo largo del talud en la región austral antes de unirse más al norte a la corriente de Malvinas. Aproximadamente a partir de los 48°S, la corriente de Malvinas ya se encuentra bien organizada, siguiendo la topografía del fondo.

La pluma de Magallanes, derivada de la descarga de aguas poco salinas a través del estrecho del mismo nombre a una latitud de 52,5°S, constituye un rasgo distintivo de la plataforma. Si bien el transporte a través del estrecho de Magallanes es pequeño, debido a su baja salinidad impacta fuertemente en la densidad y circulación de la plataforma patagónica. El flujo tiene una extensión muy importante, alcanzando los 42°S.

Específicamente, el Área de Estudio corresponde a la región en la que se produce el intercambio entre los dos ecosistemas marinos más grandes del hemisferio sur, localizados a lo largo de las costas de los océanos Pacífico y Atlántico de América del Sur. Los mismos son el gran ecosistema marino de Humboldt (Humboldt Large Marine Ecosystem -HLME-) en el Pacífico oriental y el gran ecosistema marino de la Patagonia (Patagonian Large Marine Ecosystem -PLME-) en el Atlántico occidental.

Las reconstrucciones esquemáticas existentes de la circulación media anual realizadas a partir de observaciones y de modelos matemáticos muestran que en el extremo sur del continente el flujo se dirige desde el Pacífico hacia el Atlántico, desarrollándose el intercambio entre las aguas del Pacífico Sur y las aguas subantárticas en la porción más austral de la plataforma continental patagónica a través de los estrechos de Magallanes y de Le Maire, así como del borde mismo de la plataforma (Guihou et al., 2020).



En el Área Operativa Sísmica, ubicada sobre la plataforma continental y cercana a la costa, se generan velocidades de marea de magnitudes significativas (debido a que la zona está sujeta a un régimen macromareal), con direcciones aproximadamente perpendiculares a la costa.

El régimen de viento en el Área de Estudio genera un mar muy movido en todas las estaciones del año con olas de altura y dirección variables. En este sentido, el aumento en el estado del mar (sea-state) se genera típicamente como resultado del paso de tormentas locales a través del Pasaje de Drake y sobre América del Sur. El paso de tormentas desde el oeste genera rápidamente incrementos en el estado del mar, pero que no persisten por más de 2 o 3 días, a menos que la zona se vea afectada por una sucesión de tormentas consecutivas (Upton y Shaw, 2002).

Las olas tienen dos direcciones principales, SSO y ESE, siendo las primeras las de períodos más largos, superando los 12 s. Este oleaje que se dirige hacia el SSO se trata de swell marino, correspondiente a olas de período regular, en general mayores a los 8 segundos, que se propagan en océano abierto varios kilómetros lejos de su zona de generación casi sin pérdida de energía.

Las olas de períodos más cortos (menores a los 8 segundos) corresponden a sea u ola de viento. Este oleaje que se dirige hacia el ESE, de períodos menos regulares que el swell, es generado localmente debido a los vientos de la zona.

Las olas más altas alcanzan valores de 6,5 m. Se registran mayores alturas de olas durante el otoño y el invierno.

Resulta importante mencionar que las aguas del océano Atlántico Sudoccidental adyacentes a la Isla Grande de Tierra del Fuego constituyen un sistema altamente productivo. La confluencia de los océanos Atlántico, Pacífico y Antártico genera una variedad de regímenes de productividad, ya que favorecen en gran medida el afloramiento de nutrientes y la retención de plancton, manteniendo activos desde micro hasta macrozoopláncteres e influyendo en la distribución y evolución de una gran diversidad de especies y, por lo tanto, en la conformación de las comunidades de la región (Ricciardelli et al., 2014; Padovani et al., 2014). La mezcla determinada por el régimen macromareal de la región fuerza, también, el enriquecimiento en nutrientes de las aguas (Padovani et al., 2014).

En el área de estudio se observa en superficie zonas de alta concentración de OD y macronutrientes (nitratos, fosfatos y silicatos) asociadas a las masas de agua subantárticas que ingresan desde el sur. Estas altas concentraciones son transportadas hacia el norte por la corriente de Malvinas (CM). El efecto de esta corriente está presente durante todo el año en el borde del talud continental y se observa también en la distribución superficial de la temperatura.

Las mayores concentraciones superficiales del micronutriente hierro, se encuentran en las zonas costeras (del continente, de las Islas Malvinas y banco de Burdwood). En otoño e invierno esas concentraciones elevadas se extienden hacia la plataforma.

Con la llegada de la primavera, comienza un aumento significativo del período de luz diario y a la vez se encuentran disponibles los nutrientes acumulados durante el invierno (que no fueron usados por falta de luz). Ambas condiciones favorecen el crecimiento rápido del fitoplancton y se produce una explosión de algas unicelulares (floración).



En el Área de Estudio se puede observar que las mayores concentraciones de fitoplancton (medidas a través de concentraciones de clorofila-a, producción primaria y concentración de fitoplancton) ocurren en primavera (floración) y verano en las zonas costeras (del continente y de Islas Malvinas), plataforma y talud.

Climatología

En el Área de Estudio la circulación atmosférica local está controlada por los Vientos del Oeste (*Westerlies*), que vienen a cerrar hacia las altas latitudes el bucle iniciado por los vientos Alisios ecuatoriales. Esto es, los Alisios y los Vientos del Oeste rodean los anticiclones dinámicos que se presentan en los océanos en las latitudes subtropicales y tropicales (en este caso, el anticiclón del Atlántico Sur). En el hemisferio austral, donde hay menos tierra en las latitudes intermedias para causar fricción y frenado, los Vientos del Oeste son particularmente fuertes. En las estaciones cálidas son menos intensos y se fortalecen en las estaciones frías, producto de la disminución del gradiente térmico entre el Polo y el Ecuador. Sobre el mar, la temperatura del aire se ajusta rápidamente a la temperatura de la superficie del agua debido al intercambio calórico mar-atmósfera.

5.3 MEDIO BIÓTICO

Desde el punto de vista biológico, la zona analizada integra un ecosistema marino oceánico de alta diversidad biológica y alta productividad, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino.

En las costas adyacentes hay zonas sensibles por ser poseedoras de una importante biodiversidad. Las aguas costeras patagónicas representan zonas de elevada productividad donde se congregan representantes de los distintos niveles tróficos para hacer uso de su provecho. Los intermareales albergan una fauna particular que son el alimento de numerosas aves marinas y costeras que se concentran allí para alimentarse. Además, las zonas terrestres adyacentes son sitios de asentamientos de aves marinas y costeras y mamíferos marinos. En el marco del presente proyecto, resulta importante mencionar que las zonas costeras no se verían afectadas de forma directa por la actividad principal del proyecto evaluado, pero habrá tránsito de buques desde y hacia el área de operaciones.

Comunidad planctónica

El plancton corresponde al grupo de organismos acuáticos que se mueven con la columna de agua. Está compuesto por organismos autótrofos (fitoplancton) y heterótrofos (zooplancton). El fitoplancton está compuesto por algas planctónicas que representan la base de la red alimenticia de los ecosistemas acuáticos. La producción fitoplanctónica varía en función de las dos corrientes características de la zona. Las áreas influenciadas por la Corriente de Brasil muestran una reducida concentración de clorofila, entre 0,02 y 0,20 mg/m³. En cambio, en aguas bajo el dominio de la Corriente de Malvinas, se observa una alta concentración de clorofila, la cual oscila entre 0,20 y 2,25 mg/m³.



La zona económica exclusiva Argentina (ZEEA) presenta 6 sistemas frontales. El área de influencia del proyecto se ubica en el frente patagónico sur, y el frente de productividad más cercano es el de Bahía Grande. El frente patagónico sur abarca desde el sur del Golfo San Jorge hasta Tierra del Fuego, formado por una serie de frentes de marea costeros. Aunque con bajos aportes continentales, la región se caracteriza por baja salinidad costera causada por la penetración de las aguas del Pacífico que ingresan a la plataforma por el Estrecho de Magallanes, canales fueguinos y sur de Tierra del Fuego. Esta zona, en donde se detectan altas concentraciones de fitoplancton y zooplancton conforma áreas de concentración de alimento y cría para diversos recursos pesqueros como la sardina fueguina, merluza de cola, langostino y centolla, entre otros. La diversidad hidrográfica determina una gran heterogeneidad de hábitats para diferentes grupos zooplanctónicos, los cuales se caracterizan por presentar tamaños mayores en las aguas más australes (por ejemplo, cópepodos como las especies *Calanus australis* y *Drepanopus forcipatus*, eufásidos y anfípodos) (Allega et al., 2020).

En cuanto a la distribución de las especies, los frentes constituyen una barrera de dispersión y definen patrones biogeográficos para los organismos marinos. En las aguas cálidas cercanas a los frentes, el fitoplancton está dominado por flagelados y pocas especies de diatomeas. Las aguas de la confluencia Brasil/Malvinas están dominadas por diatomeas de zonas templadas (*Leptocylindrus*, *Pseudonitzschia*, *Rhizosolenia*, *Fragilariopsis* y pequeños *Chaetoceros* y *Odontella*). En cuanto a la población de dinoflagelados, en esta zona está conformada por una mezcla de especies heterotróficas de aguas frías y subtropicales. También abundan unas pocas formas autotróficas que contribuyen al máximo de clorofila que se registra en estas aguas. En las aguas superficiales en las que los valores de clorofila son altos, entre los 38° y los 40° S, se encuentran foraminíferos propios de aguas frías (*Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina pachyderma*) en mayor proporción que los observados al N o al S de dicha posición. En el Sur de la plataforma continental, se produce el ingreso de aguas frías y ricas en nutrientes a partir de la rama Oeste de la Corriente de Malvinas. Allí, el principal factor regulador del crecimiento fitoplanctónico es la penetración de la luz, factor asociado con la estabilidad de la columna de agua. Si bien la plataforma continental en los alrededores de Malvinas presenta una concentración de fitoplancton elevada durante todo el año, las máximas concentraciones de clorofila se suelen observar a fines de la primavera y comienzos del verano.

Según Lutz y colaboradores (2010), un análisis realizado en la Plataforma Continental Argentina y Antártida mostró que la producción fitoplanctónica fue mayor en el norte que en el sur del quiebre de la plataforma en el comienzo del florecimiento de primavera, y que la eficiencia de producción por unidad de clorofila aumenta a medida que la estación avanza. La distribución de clorofila superficial de CSAT (indicador de la biomasa de fitoplancton) durante el verano en Bahía de Río Grande presenta máximos ubicados al norte de 52° y se extienden hacia el norte a lo largo de una franja relativamente ancha hasta aproximadamente los 46° (Romero, 2008; Segura et al., 2013). Para el sector sur de la Plataforma el área más cercana con máximos de CSAT se encuentra entre Cabo Blanco y Puerto San Julián, alejadas del área de influencia del proyecto. Se concluye que si bien el área de influencia directa (AID) del proyecto no coincide con un frente de alta productividad fitoplanctónica (inferido por la concentración de clorofila satelital), se evidencian altas concentraciones de clorofila $> 2 \text{ mg m}^{-3}$ en la zona pertinente para primavera y verano.

Para el Frente Patagónico Sur, en el área de influencia (AID + AII) del proyecto, los valores máximos de productividad fitoplanctónica se registran durante las estaciones de primavera y verano (Allega et al., 2020).



Por su parte, el zooplancton está constituido por organismos, fundamentalmente microinvertebrados, cuyo ciclo biológico se desarrolla por completo en el plancton (holoplancton), y por organismos que forman parte del plancton solamente durante una parte de su ciclo de vida (meroplancton), como ser huevos y estadios larvales de invertebrados y vertebrados. El ciclo de producción del zooplancton adopta patrones típicos de mares templado-fríos, con una variación estacional de su biomasa asociada al explosivo crecimiento primaveral del fitoplancton, que experimenta un gradiente progresivo desde la costa hacia el talud y del Norte al Sur, de acuerdo con la abundancia de nutrientes y la estabilización de la columna de agua. La mayor diversidad de especies se encuentra en las aguas de la corriente de Malvinas y en la zona de Confluencia o transición. La zona de Transición, ubicada cerca del área del proyecto, está caracterizada por la presencia de 57% invertebrados presentes en el área (Boltovskoy et al., 1999; Allega et al., 2020). En cuanto a la distribución y abundancia de las principales especies de copépodos y macrozooplancton presentes en la plataforma patagónica sur, cercano al área de influencia de este proyecto, se destacan adultos y copepoditos tardíos de *Drepanopus forcipatus*, copepoditos C5 y hembras adultas de *Calanus australis* y el anfípodo *Themisto gaudichaudii*. Mientras que la zona SASW se caracteriza por copepoditos C4-5 de *D. forcipatus*; hembras y copepoditos tardíos de *C. vanus*, *C. brevipes* y *C. smillimus*; el cyclopoidio *Oithona aff. helgolandica* y *O. atlantica*; *T. gaudichaudii*, juveniles de eufaúsidos. Migrantes estacionales epipelágicos tales como *Neocalanus tonsus* C5, *Subeucalanus longiceps* y *Metridia lucas* han sido registrados en bajo número sobre la plataforma externa, cerca del talud (Ramirez y Sabatini, 2000). Las contribuciones significativas de especies de pequeño tamaño como *O. aff. helgolandica* y *Microsetella norvegica*, sólo se han hecho evidentes recientemente a partir de muestreos con redes de malla fina. En términos de ocurrencia y abundancia, estos copépodos ocupan, respectivamente, el segundo y tercer lugar en abundancia en la comunidad después de *D. forcipatus*. *C. vanus* aparece cuarto en abundancia, más concentrado en las aguas costa afuera, mientras que la importancia numérica relativa de *C. australis* parece ser menor que la establecida previamente usando redes más gruesas (Antacli et al., 2010; 2014).

Para el área de influencia (AID + AII) del proyecto, se observa que los copépodos *O.aff.helgolandica*, *O. atlantica*, *D. forcipatus* y el anfípodo hipérico *T. gaudichaudii*, son los más importantes en esta área.



La plataforma patagónica sur se caracteriza por cambios estacionales en las comunidades de plancton, típicos de regiones de temperaturas frías, con una marcada estacionalidad en la abundancia del mesozooplankton después del bloom primaveral del fitoplancton (Sabatini et al., 2016). Los análisis a nivel poblacional de especies claves como los copépodos de tamaño mediano y grande (*D. forcipatus* y *C. australis*) y anfípodos (ejemplo *T. gaudichaudii*), indican una alta productividad durante la primavera y principios del verano, siendo el final del verano el inicio de la temporada menos productiva en la plataforma sur patagónica, con la prevalencia de la red trófica microbiana, mostrando condiciones limitantes para los copépodos (Lutz et al., 2010; Antacli, 2014). En esta época del año, la población de los dos copépodos dominantes (en gran parte copepoditos C4 y C5) almacenan lípidos, y las especies se distribuyen de manera diferente en la columna de agua. La mayor parte de la población de *D. forcipatus* se concentra en las capas superiores hasta 50 m, mientras que *C. australis* se retira a aguas más profundas, incluso cerca del fondo. Los resultados del muestreo sugieren que mientras *D. forcipatus* todavía se alimenta en la columna de agua superior, la mayor parte de la población de *C. australis* puede estar entrando en un período de metabolismo detenido en la profundidad y, por lo tanto, no se alimenta o apenas lo hace (Sabatini et al., 2008). A finales del verano las hembras adultas y los copépodos tardíos de *D. forcipatus* y *C. australis* muestran una baja actividad de alimentación, aunque ambas poblaciones muestran algo de desove en curso (Antacli et al., 2014). La dieta de las hembras adultas durante el final del verano, basadas en análisis del contenido intestinal, indican que *D. forcipatus* se alimenta de forma oportunista de las partículas más pequeñas, pero más abundantes del ambiente. El contenido intestinal de *C. australis* sugiere una ingestión relativamente mayor de presas autótrofas, particularmente diatomeas grandes. La capacidad de ingerir pequeñas partículas de alimentos podría proporcionar a *D. forcipatus* una ventaja importante sobre los copépodos más grandes y tal vez sea una de las razones de su abrumadora abundancia numérica en algunas áreas de la plataforma patagónica sur (Antacli et al., 2014).

Por su parte, el hiperido *T. gaudichaudii* alcanza su mayor biomasa en esta área de la plataforma donde su población se desarrolla sobre la base de concentraciones muy elevadas de copépodos como alimento y temperaturas adecuadas del agua (Sabatini y Álvarez Colombo, 2001; Padovani et al., 2015). Se han reportado biomásas muy grandes de este anfípodo en el área de la Bahía Grande sobre la plataforma interior y media, principalmente en verano-otoño (Sabatini y Álvarez Colombo, 2001). La población local tiene un período reproductivo más extenso (primavera-verano), un mayor número de cohortes (dos principales) y un tamaño de madurez menor (alrededor de 10 mm) que otras poblaciones de *T. gaudichaudii* en latitudes similares. Esta adaptación favorecería mayores abundancias, ubicando el sistema de plataforma sur patagónica entre los más favorables para el desarrollo de este anfípodo en cualquier parte de su rango de distribución global (Padovani et al., 2015). *Themisto gaudichaudii* sustenta firmemente a la comunidad de peces planctívoros y calamares de la zona (Padovani et al., 2012). Debido a esta relevancia trófica, *T. gaudichaudii* se ha postulado como una especie de "cintura de avispa", canalizando el flujo de energía en una cadena alimentaria corta y eficiente, papel similar al del krill en aguas antárticas.

Para el área de influencia (AID + AII) del proyecto, la mayor biomasa de zooplankton se registra desde el comienzo de la primavera hasta fines del verano, principalmente compuesto por macrozooplankton.

En el área de influencia del proyecto solo hay presencia de estómagos de peces con ctenóforos, siendo baja la diversidad de zooplankton gelatinoso (ZG) en la zona. No se encontraron estudios sobre la distribución estacional del ZG para el área mencionada.



Comunidades bentónicas

Los invertebrados bentónicos desarrollan un papel esencial en los ecosistemas marinos. Muchos representan especies explotadas comercialmente que sostienen pesquerías de gran importancia, como el langostino (*Pleoticus muelleri*), la vieira (*Zygoclamys patagonica*) o la centolla (*Lithodes santolla*). Además, presentan una estrecha relación con especies de peces de interés comercial, ya sea porque son componentes de sus dietas, porque generan hábitats para la deposición de huevos o bien por constituir refugio o alimento para estadios larvales o juveniles (Giberto et al., 2015; 2017; Vázquez et al., 2018). Asimismo, algunos organismos bentónicos se comportan como ingenieros ecosistémicos y constituyen ambientes altamente estructurados que permiten el desarrollo de comunidades de una alta biodiversidad, como en el caso de los “bosques animales” (Rossi et al., 2012; 2017). En ellos se encuentran organismos sésiles y suspensivos como las esponjas, corales, briozoos, brachiopodos y ciertos moluscos (Rossi et al., 2017). Determinados grupos de invertebrados bentónicos (esponjas, cnidarios, tunicados, braquiópodos) son denominados Taxones Indicadores y se destacan especialmente por su rol ecológico y porque poseen una alta susceptibilidad ante cualquier cambio natural o antrópico. Cuando en estos grupos se registran biomásas mayores a 10 kg 1.200 m⁻², los hábitats se enmarcan en Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs) (Allega et al., 2020).

Las áreas de influencia de los bloques AUS_105 y AUS_106 se superponen con el área “B” en la región interna de la plataforma, presenta 112 especies de macroinvertebrados, conjunto subdominado por briozoos y equinodermos, de los cuales solo una especie es exclusiva de esta área. Por su parte, el área de influencia del bloque MLO_121 pertenece al área “C” de la región externa, bajo influencia de la corriente subantártica de Malvinas (alta productividad y baja temperatura), presenta 152 especies, con 16,3% de especies exclusivas, donde la comunidad está subdominada por briozoos y brachiopodos, mientras que los equinodermos son menos abundantes que el área “B” (Bastida et al., 1992).

Estudios recientes (Bremec y Giberto, 2017) de recopilación y actualizaron de información de las comunidades bentónicas de diferentes sectores de la plataforma externa y el talud continental del Mar Argentino, indican un total de 250 especies entre poríferos, equinodermos, hidroides, organismos infaunales y epibióticos (Schejter et al., 2013). El área de influencia (AID + AI) del proyecto no se superpone con las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables (Del Rio, 2012). En áreas más profundas, se detectaron en esta región arrecifes de corales de aguas frías, principalmente compuestos de la especie *Bathelia candida*, jardines de coral que presentan a su vez gran cantidad de fauna asociada, localizados en profundidades de entre 400 y 1000 metros, y campos de esponjas, localizados entre 250 y 1300 metros de profundidad (Portela et al., 2012). El área de influencia (AID + AI) del proyecto no se superpone con las áreas de mayor densidad de corales (Allega et al., 2020).

Para el área de influencia del proyecto se registraron un total de 22 grupos taxonómicos que integran la comunidad bentónica, principalmente compuesta por Poríferos, Cnidarios, Nemertinos, Moluscos, Poliquetos, Priapulidos, Crustáceos, Pantopodos, Briozoos, Equinodermos y Ascidiarias (Lovrich et al., 2010; 2012; Schejter et al., 2017). Según los informes del BO Puerto Deseado (Lovrich et al., 2010; Riccialdelli et al., 2012; Schejter et al., 2014; 2017), los poríferos y los cnidarios constituyeron, en la gran mayoría de las estaciones de la campaña, dos de los grupos principales en la captura, llegando a superar en ciertas ocasiones el 80% de contribución relativa en peso de toda la comunidad bentónica.



Los decápodos constituyen uno de los grupos más conocidos por su interés comercial. Este orden está conformado por los cangrejos, langostas, camarones, langostinos y centollas. Otra característica destacable del grupo es su papel de presas principales de muchas especies de peces, moluscos y otros animales, por lo cual constituyen eslabones importantes de las tramas alimentarias en todos los mares del mundo. Para el área de influencia (AID + AII) del proyecto se registran 5 especies de macrocrustáceos decápodos de interés ecológico-económico; la galera o Mantis de mar (*Pterygosquilla armata*), la langostilla (*Munida gregaria*), el centollón (*Paralomis granulosa*), la centolla espinosa (*Lithodes confundes*) y la centolla patagónica (*Lithodes santolla*). Respecto a su estado de conservación ninguna de estas especies está categorizada por UICN (UICN, 2022). La centolla tiene una alta densidad poblacional durante todo el año en el área de influencia (AID + AII) del proyecto, con superposición de sus áreas de muda en invierno y reproducción en verano (Allega et al., 2020).

Según el material publicado por Schejter y colaboradores (2017) las siguientes especies de moluscos estarían distribuidas en el área de influencia (AID + AII) del proyecto: Gastropoda: *Trochita sp1*, *Trochita sp 2*, *Photinula coerulescens*, *Calliostoma sp*, *Margarella sp*, *Puncturella spp*, *Fissurellidea sp*, familias Doriidae sp1, Cerithiopsidae, Eulimidae. Bivalvia: *Zygochlamys patagonica*, *Hiatella sp.*, *Lyssarca sp* *Philobrya sp*; Cephalopoda: Sepiolidae, Octopoda sp 1, Octopoda sp 2.

Respecto a las especies con distribución restringida, endémicas, y/o amenazadas del bentos, si bien hay 44 crustáceos endémicos en el AII, la distribución de los mismos abarca la región templado-cálida, con lo cual no son exclusivos de esta área. Sin embargo, es probable que la mayoría de las especies de moluscos que habitan los fondos del Mar Argentino pueden estar potencialmente amenazadas, principalmente por la pérdida de hábitat debido al arrastre pesquero, pero aún no han sido clasificadas. Las especies más amenazadas son las longevas, como por ejemplo los grandes caracoles volútidos y las panopeas. Por su lado, la vieira tehuelche aún requiere más estudios para ser evaluada y la vieira patagónica actualmente cuenta con regulación de tallas y periodos de veda. El caracol *Zidona dufresnei* presentó indicios de sobrepesca en los últimos años, y se han propuesto medidas de manejo que aún no han sido implementadas (Bigatti y Penchaszadeh, 2008).

Los calamares, junto con las sepias y los pulpos, constituyen un grupo particular de moluscos denominados cefalópodos. Los calamares, en particular, se encuentran desde regiones intermareales hasta las aguas del océano abierto y entre la superficie y niveles de profundidad superiores a los 3.000 m. Ocupan las regiones neríticas y oceánica, extendiéndose en los dominios pelágico y bentónico. Para el área de influencia (AID + AII) del proyecto se registran ocho especies de cefalópodos; *Doryteuthis gahi*, *Onykia ingens*, *Martalia hyadesi*, *Todares filippovae*, *Architeuthis dux*, *Enteroteuthis megalocyathus*, *Robsonella fontaniana* e *Illex argentinus*, Siendo esta última la principal especie blanco de las pesquerías. El área de influencia (AID + AII) del proyecto no se superpone con las zonas de mayor concentración pre-reproductiva, reproductiva o de desove/cría de la subpoblación sudpatagónica de *I. argentinus*. Sin embargo, se superpone con la migración de los juveniles y crías de calamar que atraviesan el área durante el otoño. Por su parte, los juveniles del efectivo sudpatagónico podrían verse afectados durante su migración de alimentación hacia la plataforma continental patagónica entre diciembre y febrero (verano).



Cefalópodos

Para el área de influencia (AID + AII) del proyecto se registran ocho especies de cefalópodos; *Doryteuthis gahi*, *Onykia ingens*, *Illex argentinus*, *Martalia hyadesi*, *Architeuthis dux*, *Todarodes filippovae*, *Enterocyathus megalocyathus* y *Robsonella fontaniana*. Se destacan 2 especies en el área de influencia del proyecto: *Doryteuthis gahi* (= *Loligo gahi*) (calamarete) e *Illex argentinus* (calamar), el Área Operativa Sísmica (AOs) es marginal para su distribución y no posee valor crítico para la reproducción o cría de este grupo. Cabe destacar que el AOs tampoco se superpone con las áreas de captura de calamares y calamaretes.

Peces

Para el área de influencia (AID + AII) del proyecto se registran un total de 64 especies de peces. Los Osteíctios son los más abundantes en número con 46 especies citadas, y dentro de Condrictios se identificaron 14 especies, la gran mayoría correspondió al orden Rajiformes. También se registraron 4 especies de Agnatos.

Tomando como referencia el listado de ictiofauna y su categorización UICN (2020) para el área de influencia del proyecto, la categoría dominante es la No evaluada (NE: 72 %), seguida por la categoría Preocupación menor y datos deficientes (ambos 10%). Se destacan dentro de condrictios tres especies vulnerables (*Bathyraja albomaculata*, *Zearaja chilensis* y *Squalus acanthias*).

La zona del Banco Burdwood y la plataforma continental Argentina al oeste de las Islas Malvinas han sido mencionadas como áreas importantes de concentración de larvas de peces (Ehrlich et al., 1999). También la zona comprendida entre la desembocadura del Canal Beagle e Isla de los Estados (Machinandearena y Ehrlich, 1999). No obstante, se considera que la plataforma muy somera (<100 m) no representa un área masiva de presencia de huevos, ya que los mismos exhiben la mayor densidad entre las isobatas de 100 y 200 m, particularmente para *M. australis*.

Un aspecto no menos importante es que casi todas las especies identificadas en el área de influencia poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma. La sardina fueguina que es una especie clave en el ecosistema marino por su rol en la cadena trófica aún siendo abundante en el área de influencia (AID + AII) del proyecto también posee una amplia distribución. El Área Operativa Sísmica se superpone con el área de reproducción de la sardina fueguina, principalmente en otoño y verano, si bien no es un área exclusiva de reproducción. En el caso del Róbalo, parecería que en el canal de Beagle se reproducen en las pozas de marea, depositando sus huevos en pequeñas concavidades construidas en la arena.

Aves Marinas

Para el área de influencia (AID + AII) del proyecto, se contabilizaron 55 especies potencialmente presentes, con ocurrencias confirmadas para 53 de ellas en los últimos años. Se presentan los siguientes órdenes: Spheniciformes (pingüinos), con 6 especies; Procellariiformes (petreles, albatros y pardelas) con 34 especies, Pelecaniformes con 2 especies y Charadriiformes (chorlos y salteadores) con 11 especies.



Según la categorización de aves de Argentina (2017) 8 de estas especies se encuentran bajo alguna categoría de amenaza de extinción (EC, EN y AM) y 12 casi amenazadas (VU). De acuerdo a la publicación más reciente de la lista Roja de la UICN (2020) se presentan 12 especies en categorías de amenazas (CR, EN y VU) y 7 como casi amenazadas (NT).

Hay 13 especies muy frecuentes y abundantes en el área de influencia (AID + AII) del proyecto: Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), Pingüino penacho amarillo (*Eudyptes chrysocome*), Albatros errante (*Diomedea exulans*), Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*), Petrel gigante del norte (*Macronectes giganteus*), Petrel gigante del sur (*Macronectes halli*), Petrel plateado (*Fulmarus glacialisoides*), Petrel barba blanca (*Procellaria aequinoctialis*), Pardela cabeza negra (*Ardenna gravis*), Yunco común (*Pelecanoides urinatrix*), Paíño común (*Oceanites oceanicus*) y Cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*). También son frecuentes los priones (*Pachyptila sp.*).

La distribución de aves marinas en el Mar Argentino no es uniforme. Cooke y Mills (1972) mencionan grandes concentraciones de aves a la altura aproximada de Bahía de San Sebastián. Orgeira (2001) y Favero et al. (2005) encuentran mayores concentraciones hacia el sur del área de estudio, entre Isla de los Estados y las proximidades del frente subantártico (FSA), pero los muestreos realizados no brindan una buena cobertura del área de estudio. También corresponden a la temporada de verano los censos de aves y mamíferos marinos realizados por investigadores del CENPAT y del CADIC a bordo de Buque Río Deseado y la mayoría de los registros de eBird costa afuera. Algunos registros de eBird costa afuera corresponden al mes de junio. Seco Pon et al. (2019) relevaron la mayor parte del área de estudio entre agosto y noviembre de 2012, la mayor densidad de observaciones y abundancia en el sector costa afuera entre la Bahía de San Sebastián y Río Grande, en un área similares a las observada por Cooke y Mills, 40 años antes.

Hacia el norte, a aproximadamente 70 km del Área Operativa Sísmica (AOs) se destaca el Cabo Vírgenes, el que incluye una de las mayores colonias del pingüino de Magallanes. También incluye colonias reproductivas de otras aves marinas como la gaviota cocinera y el cormorán cuello negro, y cuenta con la presencia de otras aves marinas. Hacia el sur del AOs se encuentra la Península Mitre (50 km aproximadamente), la que se destaca por la abundancia de aves marinas (principalmente pingüinos y cormoranes). A más de 90 km del AOs, la Isla de los Estados se destaca por ser un sitio donde las aves marinas y costeras nidifican. Entre las especies de aves nidificantes se destacan el pingüino penacho amarillo, pingüino de Magallanes y los cormoranes. Además la isla cuenta con la presencia de muchas otras especies de aves. Resulta importante mencionar que las aguas al Este de Tierra del Fuego, es un sitio que se destaca como sitio de alimentación para los pingüinos de Magallanes provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados.



Mamíferos marinos

Para el área de estudio se contabilizaron 40 especies potencialmente presentes: 9 especies de Pinnípedos, 29 especies de Cetáceos y 2 especies de mustélidos, de las cuales 23 especies se encuentran de manera permanente o frecuente dentro del área de influencia (AID + AII) del proyecto. Dentro de esas 23 especies, 5 pertenecen al grupo Pinnípedos, 17 al grupo Cetáceos y 1 al grupo Mustélidos. Las especies que se encuentran de manera permanente o frecuente en el área de influencia son: *Arctocephalus australis* (Lobo marino de dos pelos), *Arctocephalus gazella* (Lobo marino de dos pelos antártico), *Arctocephalus tropicalis* (Lobo marino de dos pelos subantártico), *Otaria flavescens* (Lobo marino de un pelo), *Mirounga leonina* (Elefante marino del sur), *Eubalaena australis* (Ballena franca austral), *Balaenoptera acutorostrata* (Ballena minke enana), *Balaenoptera borealis* (Ballena sei), *Balaenoptera physalus* (Ballena fin), *Megaptera novaeangliae* (Ballena jorobada), *Cephalorhynchus commersonii* (Tonina overa), *Globicephala melas* (Delfín piloto), *Grampus griseus* (Delfín de Risso), *Lagenorhynchus australis* (Delfín austral), *Lagenorhynchus cruciger* (Delfín cruzado), *Lagenorhynchus obscurus* (Delfín oscuro), *Lissodelphis peronii* (Delfín liso austral), *Orcinus orca* (Orca), *Pseudorca crassidens* (Falsa orca), *Phocoena dioptrica* (Marsopa de anteojos), *Phocoena spinipinnis* (Marsopa espinosa), *Physeter macrocephalus* (Cachalote) y *Lontra provocax* (Huillín).

Cinco de las especies de presencia confirmada en el área de influencia (AID + AII) del proyecto se encuentran amenazadas. Las denominaciones de las categorías de Argentina y la UICN son equivalente en cuanto a significado, pero no necesariamente en cuanto a las especies amenazadas. Por ejemplo, para Argentina la ballena sei, la azul y la fin están en peligro de extinción (EN), pero a nivel global (UICN) la ballena fin es sólo vulnerable (VU). El cachalote es vulnerable en ambas categorizaciones, pero para Argentina esa no es una categoría de amenaza. El delfín nariz de botella se encuentra en peligro para Argentina, pero no está amenazado a nivel global. El huillín es una especie en peligro tanto para Argentina como para la IUCN mientras que el chungungo se encuentra en peligro según la IUCN, pero sin datos suficientes para Argentina. Para la mayor proporción de las especies de presencia probable en el área de influencia (AID + AII) del proyecto, no se cuenta con información suficiente para evaluar su riesgo de amenaza de extinción (DD).

El área de influencia (AID + AII) del proyecto tendría una función predominante como área de alimentación, y dado que existe al menos un registro de cría de ballena franca austral en la zona, la misma podría eventualmente ser usada como una zona de cría secundaria de esta especie (cabe aclarar que en 1984 fue declarada Monumento Natural Nacional en Argentina).

Áreas protegidas y sensibles

El Área Operativa Sísmica (AOs) del Proyecto se encuentra emplazada sobre un área del Mar Argentino que abarca parte de la Plataforma Continental Argentina y el Talud Continental. El mismo reúne condiciones ecológicas y oceanográficas de particular importancia para la conservación, integrando un ecosistema marino oceánico de alta diversidad biológica y alta productividad, que se conoce como Ecorregión del Mar Argentino. Se destacan los frentes productivos, las áreas que albergan especies endémicas o amenazadas, áreas de alta diversidad de hábitats y/o comunidades y áreas esenciales para la migración, reproducción o alimentación de diversas especies.



En las inmediaciones del área de estudio, se contabilizaron un total de 12 Áreas naturales protegidas (ANP) terrestres en la provincia de Tierra del Fuego. Si bien la mayoría se encuentran a más de 50 km del Área Operativa Sísmica (AOs), hay dos que se encuentran más cercanas: la Reserva Provincial Hemisférica y Sitio Ramsar Costa Atlántica de Tierra del Fuego (ubicada a 25 km de distancia del AOs) y la recientemente declarada Área Natural Protegida Península Mitre (ubicada a 50 km del AOs). Es importante destacar que en diciembre de 2022 se declaró a Península Mitre como Área Natural Protegida. Esta área es considerada una zona de enorme valor ambiental dado que contiene el mayor reservorio de carbono del país (más del 80% de las turberas del país se encuentran en esta área), concentra el 30% de los bosques de macroalgas del Mar Argentino, posee un vasto registro de yacimientos arqueológicos y una gran biodiversidad.

Las áreas marinas protegidas (AMP) con las que cuenta en la actualidad Argentina (AMP), Yaganes (localizada a 100 km del Área Operativa Sísmica), y Namuncurá/Banco Burdwood I y II, en el Atlántico Sur (localizada a 250 km del AOs) se encuentran incluso fuera del área de influencia indirecta del proyecto. Las AMP constituyen una de las herramientas más poderosas para evitar la sobreexplotación de los recursos y la degradación de los hábitats marinos. Su principal objetivo es conservar y hacer una gestión integrada de la biodiversidad allí presente. Son herramientas flexibles que pueden moldearse según diferentes necesidades, desde la estricta preservación hasta diseños de usos múltiples y reservas con límites móviles y estacionales.

En el área de influencia indirecta (AII) del proyecto se han identificado 3 Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICAS): Reserva Costa Atlántica de Tierra del Fuego y zonas adyacentes emplazada a 20 km de distancia del Área Operativa Sísmica (AOs), Península Mitre a unos 50 km de distancia del AOs e Islas de los Estados a aproximadamente 90 km del AOs.

Es importante destacar que Argentina cuenta con áreas legamente protegidas (Parques Nacionales, Provinciales y Municipales, Áreas Marinas Protegidas y AICAS) y otras áreas que, si bien han sido identificados como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular, aún no se encuentran protegidas legalmente y por lo tanto son consideradas áreas sensibles, candidatas para su conservación. Este es el caso de las Áreas de alto valor de conservación como potenciales Áreas Marinas Protegidas y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves propuestas (AICAS). En base a solapar y/o contrastar amplias áreas de alto valor para la conservación propuestas por expertos científicos de Argentina (FCMPyAI, 2013; Falabella, 2014) y a la información brindada por distintos Organismos Gubernamentales, surgen las futuras áreas marinas protegidas propuestas. Si bien estos sitios son relevantes para la biodiversidad del Mar Argentino y son frentes productivos, aún no cuentan con proyectos de ley para su creación. Las más cercanas al proyecto son: el Frente de Patagonia Austral (FPA) y el Talud Austral (TA) ubicadas a 95 km y a 82 km del Área Operativa Sísmica, respectivamente.

Dado que las AICAS definidas por Di Giacomo et al. (2007) se corresponden con zonas terrestres o costeras, en el año 2018 Dellacasa y colaboradores delimitaron 55 AICAS Marinas en Argentina a partir de contemplar las diferentes actividades y etapas de vida de las aves en el mar (por ejemplo, reproducción, alimentación, mantenimiento y migración). Cercano al Área Operativa Sísmica (AOs) se proponen dos AICAS: Aguas al este de Tierra del Fuego y Aguas adyacentes a la isla de los Estados. La primera se superpondría tanto en el área de influencia directa (AID) como en el área de influencia indirecta (AII) del proyecto mientras que el AICA Aguas adyacentes a la isla de los Estados se superpondría con el AII del proyecto. El AICA propuesta Aguas al Este de Tierra del Fuego, es una zona de gran importancia por ser sitio de alimentación para los pingüinos de Magallanes provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados.



Por último, en 1984 la Ballena franca austral (*Eubalaena australis*) fue declarada Monumento Natural Nacional en Argentina (Ley 23.094/84) y se encuentra protegida a nivel mundial por la Comisión Ballenera Internacional (que prohíbe su caza) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (CITES), que prohíbe toda acción de comercio internacional de sus productos por estar incluida en su Apéndice I. Resultados preliminares de transmisores satelitales colocados en numerosos individuos de ballena franca austral muestran que a lo largo de sus travesías, recorrieron la plataforma continental, el talud y la cuenca oceánica atlántica frente a Patagonia en busca de alimento. Estos estudios demuestran la superposición de los recorridos de las ballenas con el Área Operativa Sísmica (AOs). Cabe destacar que, a diferencia de las áreas protegidas o sensibles, que son áreas estáticas previamente delimitadas y que están protegidas dentro del país, en este caso lo que se está protegiendo es una especie, que se mueve cientos de kilómetros por día, y que se encuentra protegida a nivel nacional e internacional.

5.4 MEDIO ANTRÓPICO

Debido a la naturaleza costa afuera del proyecto de relevamiento sísmico, el análisis del medio antrópico se focalizó en el área de influencia definida para este y su uso socio-económico, comprendiendo al puerto de Puerto Deseado, puerto de apoyo logístico definido para el Proyecto, situándose el Área Operativa Sísmica (AOs) a más de 26 km de la localidad costera más próxima, Río Grande (provincia de Tierra del Fuego).

Contexto político administrativo

El proyecto se desarrollará más allá de las 12 millas correspondientes al mar territorial. Toda el área de influencia (AID + AII) del proyecto se encuentra dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). El área de estudio corresponde al concurso público internacional Costa Afuera N° 1 (Ronda N°1) para la adjudicación de permisos de exploración para la búsqueda de hidrocarburos en las áreas del ámbito Costa Afuera Nacional, el cual incluye 18 bloques correspondientes a la Cuenca Malvinas Oeste (MLO) y 6 bloques en la Cuenca Austral (AUS). El bloque MLO_121 se ubica en la Cuenca Marina Malvinas, en la Zona 2 junto a otras seis áreas. Por otro lado, los bloques AUS_105 y AUS_106 se ubican en la Cuenca Austral, en la Zona 6 junto a otras cuatro áreas.

Localidades costeras próximas

La localidad costera más próxima a las áreas en estudio es la Ciudad de Río Grande, ciudad y municipio autónomo localizado en la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, Argentina. Se encuentra ubicada en la costa noreste de la isla Grande de Tierra del Fuego sobre el Mar Argentino, cuyo afluente austral del Océano Atlántico se denomina el Río Grande. Según el último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2010), la población era de 66.475 habitantes; para el año 2019, estimándose el crecimiento poblacional, la población rondaría los 100.000 habitantes, resultando ser la ciudad más poblada de la provincia.

Se manifiesta como la ciudad netamente industrial más austral del país y un fuerte polo económico que resulta trascendente dentro de la economía nacional, ya que se llevan a cabo gran cantidad de procesos industriales y posee numerosas fábricas nacionales como internacionales. En cuanto a su puerto, el mismo se denomina Puerto Caleta La Misión, se trata de un proyecto paralizado con muelle offshore para tráfico marítimo de ultramar, a orillas del mar argentino. La obra fue licitada inicialmente en el año 1995; 25 años después la misma aún no ha sido finalizada.



Puerto Deseado (localidad donde se ubica el puerto de apoyo) es una ciudad ubicada en el departamento Deseado de la provincia de Santa Cruz. Se sitúa sobre la orilla norte de la ría Deseado. Según el último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2010), la población era de 14.183 habitantes. Dicha ciudad además es un puerto pesquero y comercial, cuya actividad constituye uno de los principales pilares de la economía en la misma.

Puerto de Puerto Deseado

Si bien el Área Operativa Sísmica (AOs) se encuentra en la zona marítima, el puerto de Puerto Deseado oficiará como soporte terrestre para actividades muy puntuales: cambio de tripulación y provisión de insumos. El mismo se encuentra ubicado geográficamente sobre el Mar Argentino. La ciudad de Puerto Deseado está comunicada a través de la Ruta Nacional N° 281, a 126 km, con la Ruta Nacional N° 3. Dista 304 km de la ciudad de Comodoro Rivadavia; 788 km de Río Gallegos; 210 km de Caleta Olivia; y 2.204 km de Buenos Aires .

El puerto de Puerto Deseado es un puerto natural, multipropósito, apto para buques de ultramar y cabotaje; operan en él portacontenedores, cruceros turísticos, pesqueros tipo congelador, arrastreros, tangoneros, poteros y palangreros. Se destaca desde el punto de vista de la diversidad de sus operaciones y opera en las exportaciones de los productos santacruceños y patagónicos. Además, se trata de una zona de practica obligatorio para buques de bandera extranjera.

Es de uso público, propiedad de la provincia de Santa Cruz y es administrado por la Unidad Ejecutora Portuaria de Santa Cruz (UnEPoSC) desde 1992. Cuenta con un muelle de 739,11 m de longitud total, posee el frente más extenso de Santa Cruz. Los buques de carga general que operan habitualmente alcanzan esloras de 180 m, pero no existen inconvenientes en que operen buques de mayores esloras, siempre que sus calados lo permitan.

Navegación

La navegación en la zona del puerto de Puerto Deseado presenta una elevada intensidad, como es de esperar, al ser el sitio de ingreso y salida de los buques, en el Área Operativa Sísmica (AOs) se cuenta con una densidad baja en lo que respecta a la densidad del transporte marítimo. En lo que respecta al tipo de embarcaciones que pueden divisarse en la zona correspondiente a las rutas de navegación que conectan el puerto de Puerto Deseado y el AOs, predominan los barcos pesqueros y buques de carga.

Actividad pesquera

El Área Operativa Sísmica (AOs) se localiza dentro de las 200 millas marinas pertenecientes a la Zona Económica Exclusiva Argentina (ZEEA), regulados por el Consejo Federal pesquero. La gran mayoría de los desembarques se producen por pesca de arrastre de fondo, y se capturan fundamentalmente, merluza de cola, savorín, bacalao austral y polaca entre los peces, calamar Illex dentro de los moluscos y centolla entre los crustáceos.



La merluza de cola se encuentra plenamente explotada al sur de los 50° S, donde se localizan las mayores concentraciones. Desde 2010, la pesquería de merluza de cola se encuentra bajo el régimen de Cuotas Individuales Transferibles de Captura (CITC), siendo variables las zonas y volúmenes de captura. La pesca y los desembarques de esta especie se producen casi exclusivamente en el sector austral del Atlántico. Los buques que operan mayormente sobre este recurso son los congeladores y los surimeros. Es la especie más desembarcada en las áreas del proyecto (65 % del total). De los bloques no se desembarca esta especie, siendo los desembarques promedios anuales en el área de influencia indirecta (AII) (975,8 toneladas) mucho más relevantes que en el área de influencia directa (AID) (24,7 toneladas). Los desembarques se concentran en el espacio, en el sector más Este del AII. Este patrón espacial, con ligeras modificaciones, es común a todos los peces relevantes para la pesca y también para el calamar *Illex*.

Considerando los últimos cinco años, los desembarques de savorín se han mantenido estables en valores levemente inferiores a las 1300 toneladas. Los barcos arrastreros registran el 87,5 % de la captura, siendo el puerto de Ushuaia el que recibe el 68% del total desembarcado. En los bloques no hay extracción de savorín, y el desembarque en el área de influencia indirecta (AII) (168,8 toneladas) es muy superior al proveniente del área de influencia directa (AID) (27,7 toneladas).

La pesquería nacional de centolla ha mantenido los valores de desembarques anuales sin oscilaciones marcadas en alrededor de 2300 toneladas por año. El efectivo más austral se explota al sur de los 48° S en las jurisdicciones provinciales de Santa Cruz y Tierra del Fuego A.I.A.S y en aguas nacionales. La pesca la realiza mayormente la flota trampera de altura y artesanal. De las 110, 4 toneladas por año que se desembarcan en el conjunto de las áreas evaluadas, el 88,4% se extrae de AII, el 10,2% de AUS_105, el 1,2% de AUS_106, el 0,009 de MLO_121 y el 0,2% de AID.

El área de pesca de la polaca se extiende desde el sur de los 45° S hasta los 56° S. La pesquería de polaca se encuentra bajo el régimen de Cuotas Individuales Transferibles de Captura (CITC) y es objeto de pesca de la flota surimera. Las escasas 21,45 toneladas promedio anuales de polaca se desembarcan enteramente de AII.

En Argentina el bacalao austral se explota principalmente como fauna acompañante de la merluza de cola y de la merluza común. Poco más de la mitad de los desembarques de la especie se producen en el puerto de Ushuaia. La flota prioritaria que opera sobre este recurso es la arrastrera. Solo en el área de influencia del proyecto se extraen 68,3 toneladas.

La pesca de calamar (*Illex argentinus*) a nivel nacional es de gran importancia. Sin embargo, los escasos desembarques se producen únicamente en AII.

En resumen, existe una clara dominancia de la merluza de cola en el total de las capturas dentro del sector de interés, de la cual más de tres cuartas partes se desembarcan por fuera de los bloques de adquisición. Aunque de menor cantidad en términos absolutos de desembarque, los patrones espaciales son similares en el caso de las restantes especies de peces y el calamar *Illex*. Sin embargo, los desembarques de centolla son más costeros y están más dispersos espacialmente.



Actividad hidrocarburífera

Linderos a las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121 se observan los bloques de explotación Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y LEO, todos operados por Total Austral S.A., los cuales quedan comprendidos parcialmente en el Área Operativa Sísmica (AOs). Ubicado al oeste del AOs, en el bloque CAU correspondiente al yacimiento Vega Pleyade se identifican dos pozos de extracción de gas convencional en actividad (TAU.MA.Ple-9(h) y TAU.MA.Ple-10(h) localizados a una distancia de más de 6 km del AOs. Estas reservas que entraron en producción en el año 2016 han sido desarrolladas a través de una plataforma ubicada en una zona con una profundidad de 50 metros y se conecta a las plantas de tratamiento de Río Cullen y Cañadón Alfa situadas en las costas de Tierra del Fuego, a través de un gasoducto submarino de 24" y 77 km de longitud.

Por su parte, en el bloque CAU ubicado al norte del área AUS_105 se identifican pozos de extracción de gas convencional en actividad (TAU.MA.Car.1-5(h).T1, TAU.MA.Car.1-4(h), TA.CMA-1.Car1.PH-3 y TA.CMA-1.Car1.PH-1) ubicados a más de 18 km de distancia del AOs. Esta producción cuenta con una plataforma offshore operada desde la costa y se conecta también a la planta de tratamiento de Río Cullen a través de un gasoducto de 24".

Los bloques CNOR, CSES, LEO y TASI fueron otorgados en el año 2013 y de acuerdo a los datos de la Secretaría de Energía estos bloques no serían aun productivos.

En cuanto a las actividades de exploración, para el área de estudio se observa la existencia de actividades exploratorias 2D y en menor medida 3D.

Infraestructura

En el frente marítimo argentino se han tendido numerosos cables de comunicaciones uniendo Argentina, Uruguay y otros países del mundo. La mayor parte del recorrido de los mismos es bajo el sedimento aunque en algunos casos presentan sectores sobre el lecho. En el área de estudio, solo se encuentra el cable subacuático denominado "ARSAT", uniendo el territorio de la provincia de Tierra del Fuego con la provincia de Santa Cruz, a 50 km aproximadamente del Área Operativa Sísmica.

En el caso de los ductos presentes en el área de estudio se pueden identificar: acueductos, gasoductos, oleoductos, poliductos, entre otros. Los mismos se hallan hacia el noroeste y oeste del Área Operativa Sísmica (AOs). Sólo se divisa un ducto sobre el extremo noroeste del AOs no obstante, se encuentra en el Área Operativa de maniobras (AOM), fuera del límite del polígono del AOs. Se trata de un poliducto denominado "Gasolinoducto de exportación 24" con Línea MEG 4", el cual pertenece a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A. según la información presente en la base del Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Secretaría de Energía.

Finalmente se ha analizado la ubicación de aquellos Pozos de hidrocarburos que se encuentran dentro del Área Operativa Sísmica (AOs), observándose siete. Todos los pozos identificados corresponden a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A., cinco de los pozos se encuentran en estado de "abandono" y dos "inactivos".



Partes interesadas

El propósito principal del proceso de participación de las partes interesadas consiste en identificar los posibles aportes ambientales y sociales de los actores relevantes y las probables preocupaciones, vinculadas al proyecto. EQUINOR, con un enfoque en el compromiso temprano, llevó a cabo una amplia investigación y análisis de las partes potencialmente interesadas relacionadas con los programas sísmicos costa afuera planificados en Argentina. Se identificó a las partes interesadas y analizando su nivel de interés o influencia sobre el proyecto, se definieron a los actores clave, entiendo a los mismos como aquellos cuya participación es necesaria para el adecuado logro de la finalidad y objetivos establecidos para la evaluación.

La estrategia definida por EQUINOR se basa en la comunicación proactiva, procurando que la divulgación y el diálogo con las partes interesadas sea un proceso continuo con tres fases principales.

En la Fase 1, se ha llevado a cabo la consulta temprana con actores clave antes de presentar el EsiA (comenzada en octubre 2020), y se realizarán actividades de comunicación hasta la Audiencia Pública, así como posteriormente a la misma. Asimismo, en enero de 2023 se realizó una nueva consulta a los actores clave a los efectos de establecer contacto con los mismos, brindar información actualizada del proyecto. Se puede consultar el listado respecto a los actores clave consultados en el ANEXO I – CONSULTA DE LA FASE INICIAL CON LAS PARTES INTERESADAS. La Fase 2, previa a la aprobación del EsiA, se focalizará en continuar con las acciones de comunicación y consultas, evaluación y mitigación. La Fase 3 corresponde al monitoreo y comunicación con las partes interesadas posterior a la aprobación del EsiA y hasta que finalicen las operaciones.

6 MODELACIÓN ACÚSTICA

El proyecto a desarrollarse implica la afectación transitoria de algunas características naturales que presentan las zonas de estudio, fundamentalmente la generación de ruidos que se producirán durante el registro sísmico.

A los fines del estudio del potencial impacto acústico se realizó una modelización numérica que permite evaluar las pérdidas de intensidad sonora por transmisión en función de las condiciones de velocidad del sonido para diferentes perfiles característicos de salinidad y temperatura del agua en la zona de estudio, así como de la profundidad y características del fondo marino.

A continuación, se presentan las características principales de emisión del arreglo sísmico y se resumen los principales aspectos y resultados de las modelizaciones realizadas.

En primer lugar, se describen brevemente los parámetros y métricas empleados para el análisis, cuya definición rigurosa se brinda en el Capítulo 4.



6.1 EMISIÓN SONORA SUBMARINA POR LAS FUENTES DE ENERGÍA DE AIRE COMPRIMIDO

6.1.1 Glosario de términos y métricas empleados

La fuerza de la fuente es la presión acústica máxima irradiada por una fuente sísmica marina medida en Bar-m referida a 1 m de la fuente.

Dado que los aparatos auditivos 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. Para indicar el nivel de presión sonora (Sound Pressure Level - SPL) se utiliza la escala de decibelios (dB) relativos a 1 microPascal (1 μ Pa).

El valor de presión pico a pico (p-p) de la fuente expresado en Bar-m se puede convertir al nivel sonoro de la fuente SPL en dB re 1 μ Pa-m de la siguiente manera:

$$\text{SPL (dB re 1}\mu\text{Pa-m)} = 20 \log (\text{p-p}) + 220$$

La presión acústica cero a pico (0-p) representa a la amplitud medida entre el cero y el pico positivo, que es 6 dB menor que la presión (p-p) si los picos positivo y negativo tienen igual intensidad.

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, denominada SPLpeak.

El Nivel de Exposición Sonora SEL (Sound Exposure Level) es una medida de la energía de una señal acústica, por lo que depende tanto de su amplitud como de la duración de esta. Sus unidades del SEL son dB re 1 μ Pa² s. Es una métrica útil para evaluar la exposición acumulada. 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.

Los niveles sonoros en el mar y en el aire no pueden ser comparados, ya que 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.

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

La mayor parte de la energía sonora producida por una serie de emisiones sísmicas está en el rango 10-300 Hertz (Hz), con los niveles más altos en las frecuencias de menos de 100 Hz. La Firma Acústica en el Campo Lejano (Far Field Signature – FFS) del arreglo es la salida de señal teórica observada de una fuente en una masa de agua infinita.

Las firmas teóricas de las fuentes se propagan 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. 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.



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 emitidos verticalmente son entre 15 y 24 dB mayores que aquellos dirigidos horizontalmente.

Para los análisis de propagación de la energía sonora se utilizan las frecuencias correspondientes a tercios de octavas. Una octava es el intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia dada y el doble de ésta, y para calcular los tercios se divide por 3 el segmento que representa una octava en una escala logarítmica.

El ambiente marino está afectado por sonidos naturales y antrópicos de variadas fuentes y un rango amplio de frecuencias, algunas de las cuales coinciden con el rango de emisión de los arreglos sísmicos, pero con intensidades relativamente más bajas, que no aportan significativamente en la acumulación de SEL.

6.1.3 Emisión sonora submarina por las fuentes de aire comprimido a ser empleadas

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 2. 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:

$$SPL_{peak} = 20 \log (53,9 \text{ 0-p bar.m}) + 220 = 254,6 \text{ dB re } 1\mu\text{Pa-m}$$

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 SPL_{peak} por encima de 253 dB re $1\mu\text{Pa-m}$.

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 6.

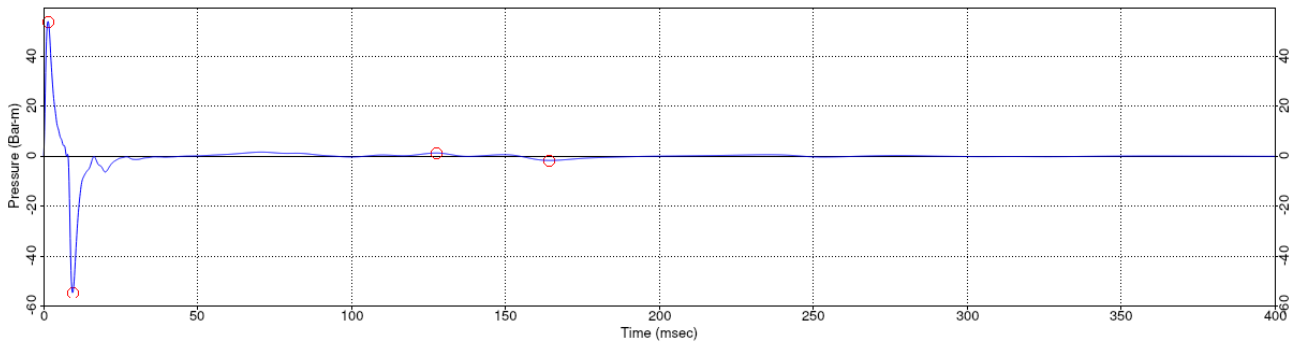
Es posible observar que el máximo de emisiones se produce entre aproximadamente 5 Hz y unos 100 Hz de frecuencia, decayendo luego progresivamente los valores máximos a una tasa aproximada del orden de 4,5 dB cada 100 Hz.



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 fuente 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.

Farfield signature: 2010H_060_2000_010

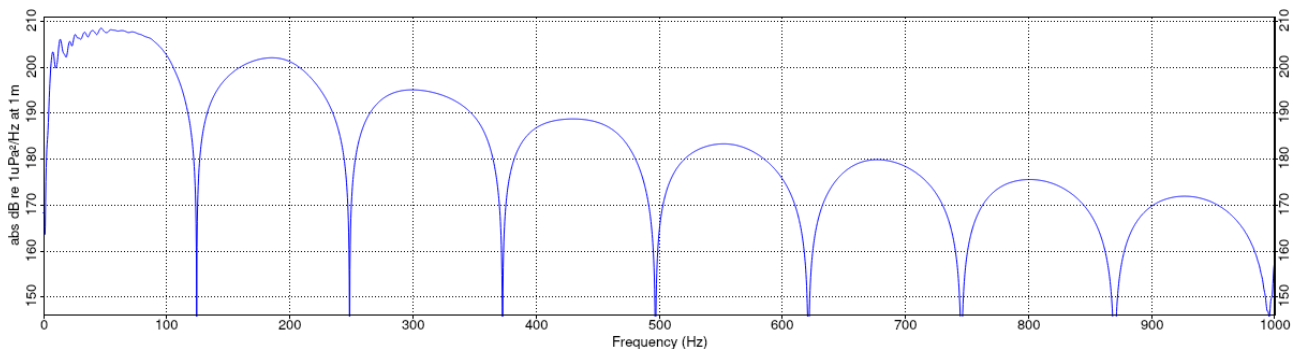
Distance: 9000.00 m Primary: 53.9 Bar-m Source depth: 6.00 m Pressure: 2000 psi Water temp.: 10.00 C Filter: Unfiltered
Dip: 0.00 deg Peak-peak: 108.4 Bar-m Streamer depth: NA Notional refl. coeff: -1.00 Water velocity: 1490.0 m/s Period (+/-): 126.2/154.9 ms
Azimuth: 0.00 deg P/B ratio: 36.4 Volume: 2010 cu.in Farfield refl. coeff: -1.00 Geom. spr.: 2.00



Generated by Source Kernel (1.0), Plotted by Nucleus+ (2.10.0), Masomo (2.2.0), Date :2021/4/21 16:06

Farfield signature: 2010H_060_2000_010

Distance: 9000.00 m Filter: Unfiltered
Dip: 0.00 deg
Azimuth: 0.00 deg



Generated by Source Kernel (1.0), Plotted by Nucleus+ (2.10.0), Masomo (2.2.0), Date :2021/4/21 16:04

Figura 6. Firma acústica vertical del espectro del arreglo

En la Figura 7 se muestra en forma bidimensional la distribución de energía en frecuencia para 3 Azimut diferentes, 0° (dirección avance), 45° y 90° (dirección perpendicular al avance). Los valores normalizados ("Normalised Amplitude") en todos los casos son relativos al máximo correspondiente a Azimut 0° 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 90° (horizontal) presenta una energía muy baja.



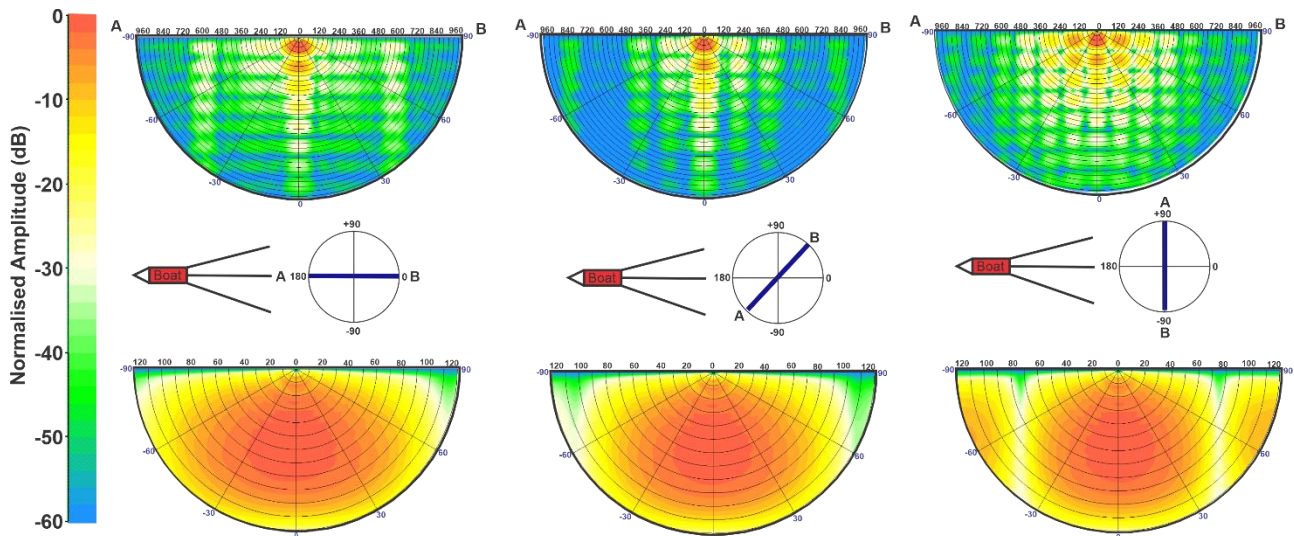


Figura 7. Espectros 2D para diferentes Azimut respecto a la dirección de avance del relevamiento

La Figura 8 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 0°, y cada círculo sucesivo representa 30°, 60° y 90°.

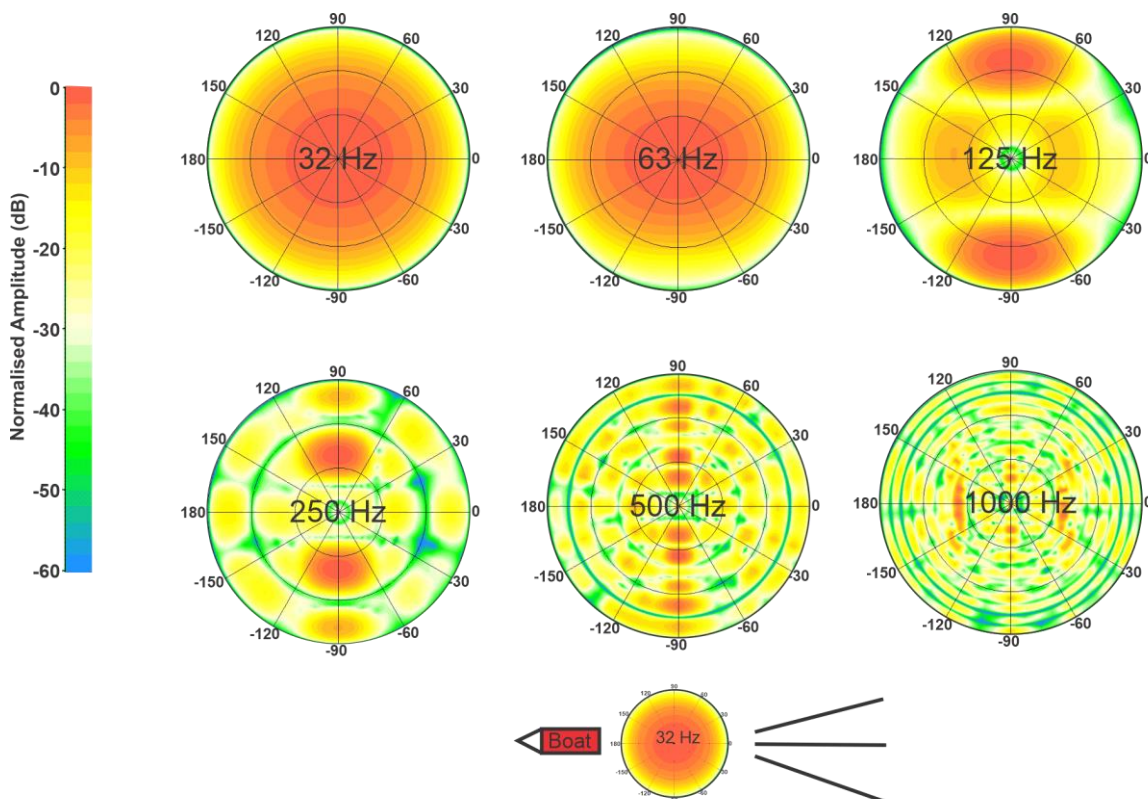


Figura 8 Gráficos Polares de distribución angular de la energía sonora para frecuencias en octavas



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

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

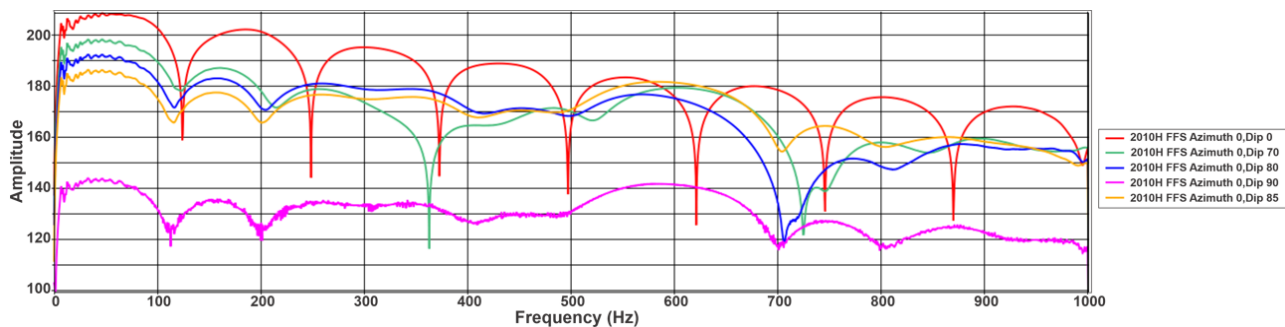


Figura 9. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 0° respecto a la dirección de avance del arreglo

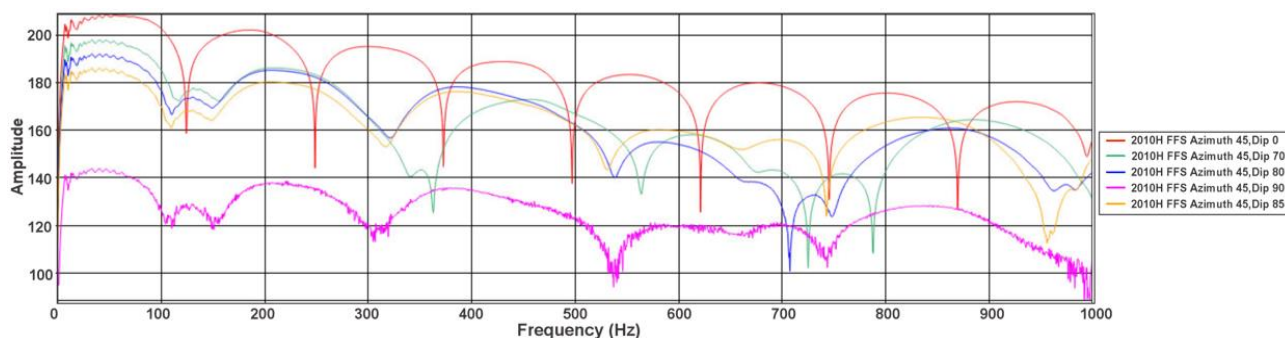


Figura 10. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 45° respecto a la dirección de avance del arreglo

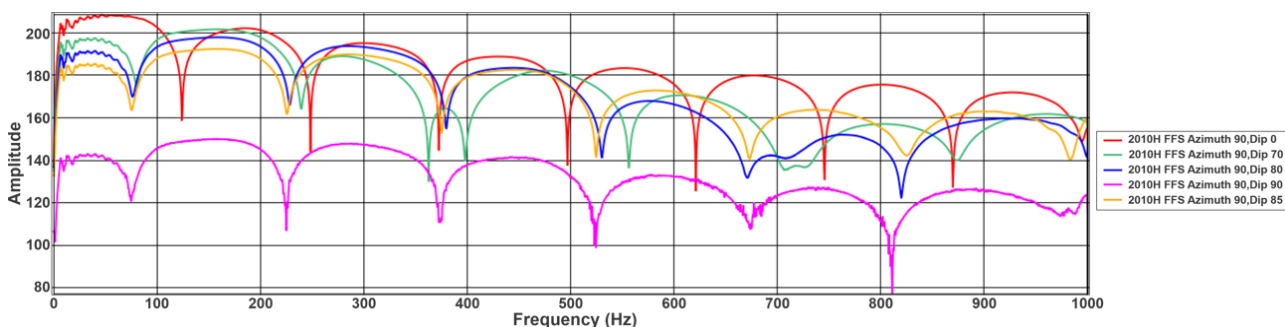


Figura 11. Espectro de energía para diferentes ángulos con la vertical y con Azimut 90° respecto a la dirección de avance del arreglo



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 5°, 10° y 20° respecto a la horizontal, presenta amplitudes menores pero más cercanas a la emitida verticalmente, lo cual permite verificar la diferencia entre la energía radiada en dirección vertical y aquella radiada en dirección horizontal, que suele considerarse del orden de unos 20 dB. En la dirección Vertical la energía está concentrada en un 85% hasta los 120 Hz y en un 95% hasta 210 Hz.

Se produce un fuerte descenso del SEL al aumentar el ángulo respecto a la vertical “Dip” (es decir, acercarse a la horizontal) mientras 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 90°, la energía total con Dip diferentes de 0° es mayor que para Azimut 0° y hay una participación mayor en el porcentaje de energía para frecuencias más altas, entre 200 y 400 Hz.

En la Tabla 3 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 3. 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 0° (dirección de avance)	Diferencia con vertical para Azimut 0° (dB)	Azimut 90° (perpendicular)	Diferencia con vertical para Azimut 90° (dB)	Diferencia Azimut 0° - Azimut 90° (dB)
0° (vertical)	230,69	-	230,69	-	0,00
70° (20° horiz.)	219,27	11,42	224,92	5,77	-5,65
80° (10° horiz.)	213,90	16,79	221,92	8,78	-8,02
85° (5° horiz.)	209,83	20,86	217,00	13,69	-7,17
90° (horizontal)	168,41	62,28	174,81	55,88	-6,40

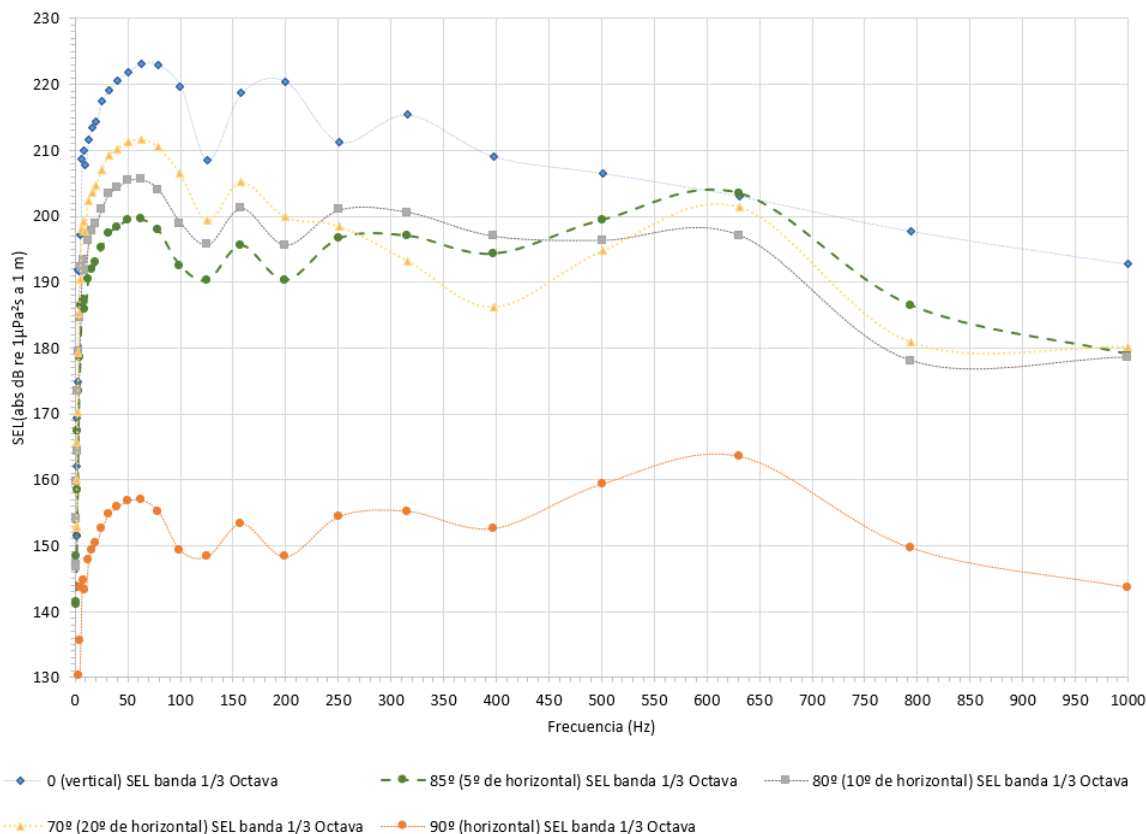
Ángulo respecto a la vertical (Dip)	Azimut 45° (dirección de avance)	Diferencia con vertical para Azimut 45° (dB)
0° (vertical)	230,69	-
70° (20° horiz.)	218,61	12,09
80° (10° horiz.)	213,43	17,27
85° (5° horiz.)	208,02	22,68
90° (horizontal)	166,03	64,66

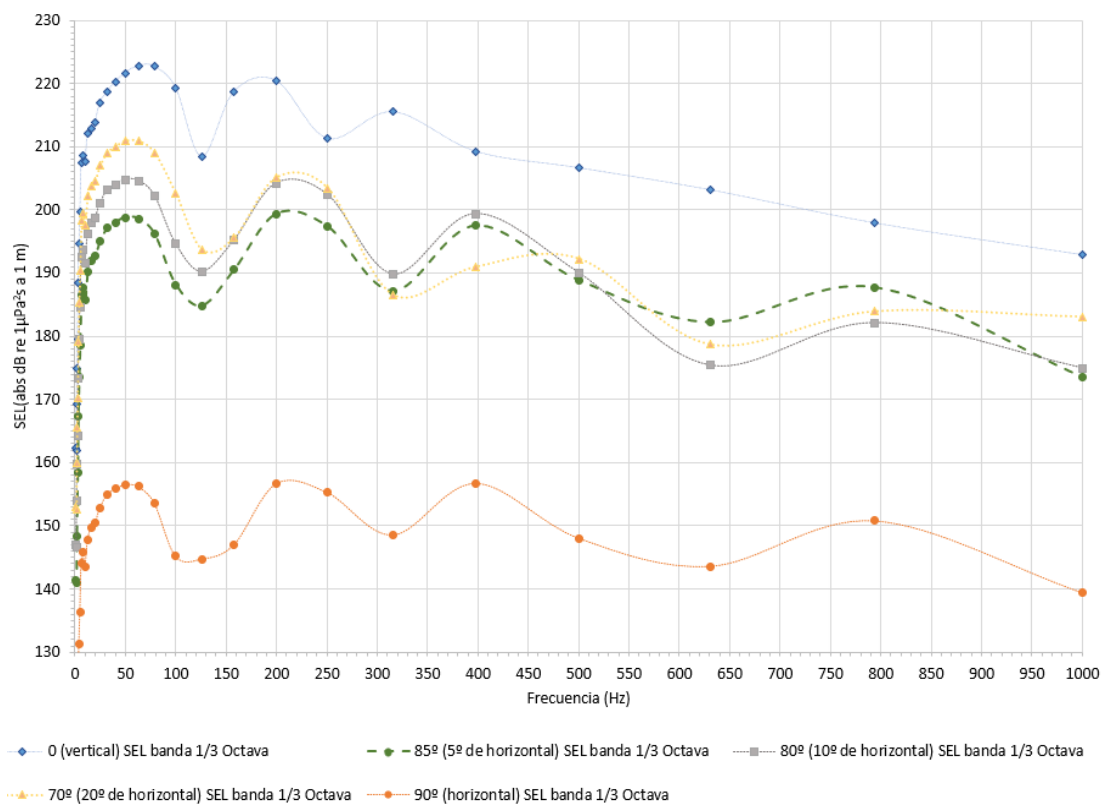
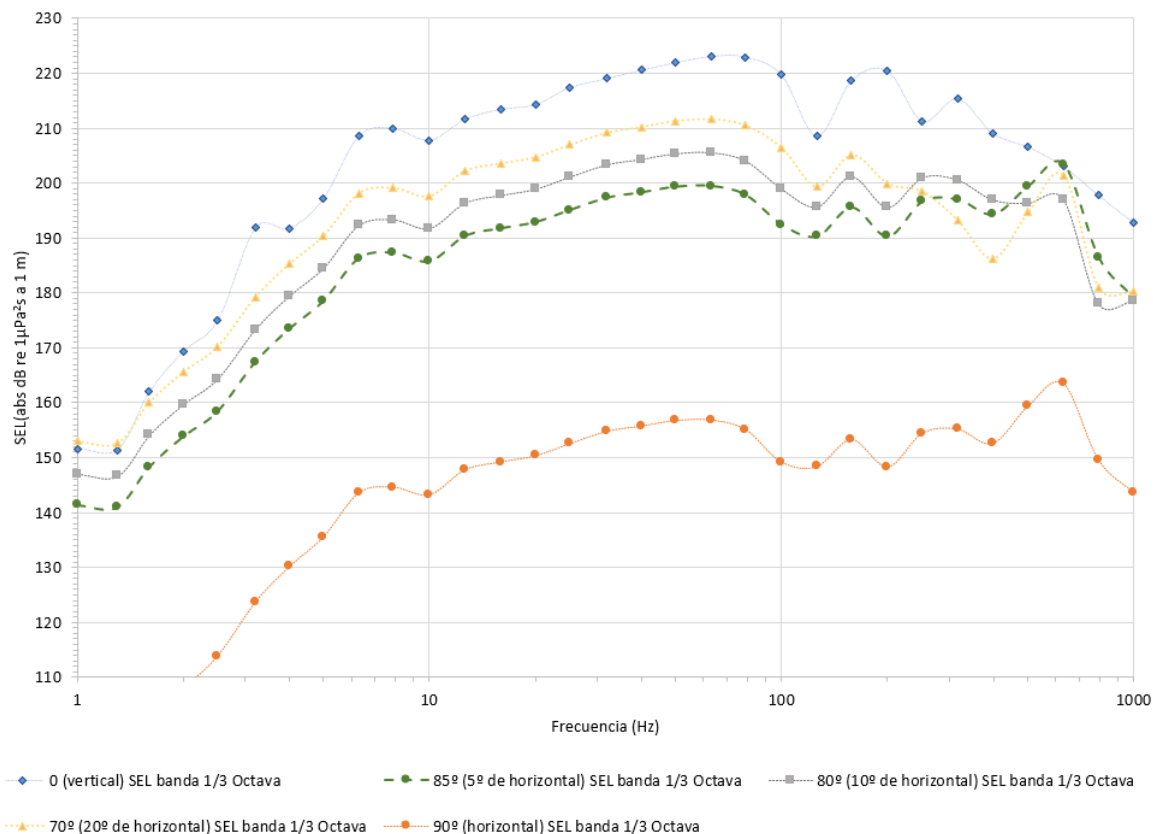
Cabe mencionar que el valor del SEL igual 230,69 dB re 1 μPa^2 s a 1 m representa la energía contenida en todo el espectro de emisión vertical, mientras que el valor máximo del orden de 210 dB re 1 μPa^2 /Hz a 1 m que se muestra en las figuras para Azimut 0° Dip 0° representa el valor espectral de SEL 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 ($\approx 230,7$ dB re $1 \mu\text{Pa}^2$ 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 ($\approx 254,6$ dB re $1 \mu\text{Pa}$ a 1 m), es igual a 23,9 dB. Este valor está en el rango indicado en el acápite 2.9.2.1 del Capítulo 4 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 12 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 13 y la Figura 14 se presenta la misma información para los Azimut 45° y 90° .



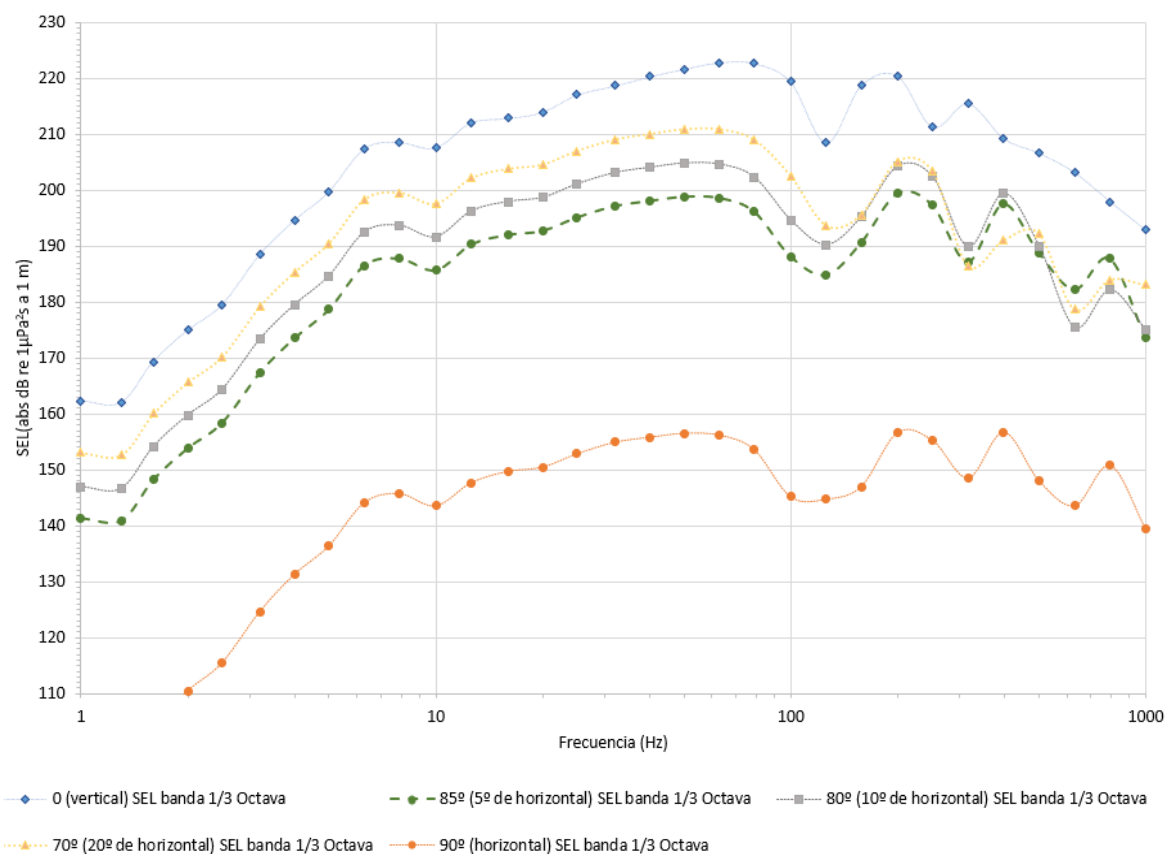
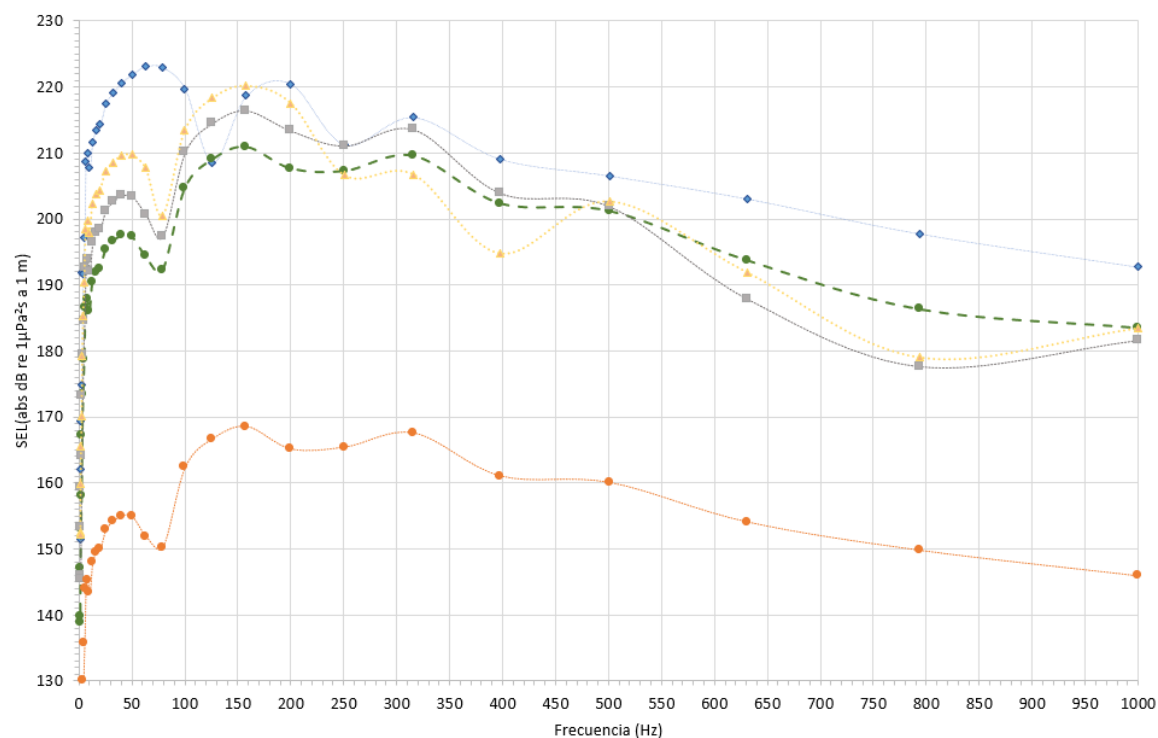
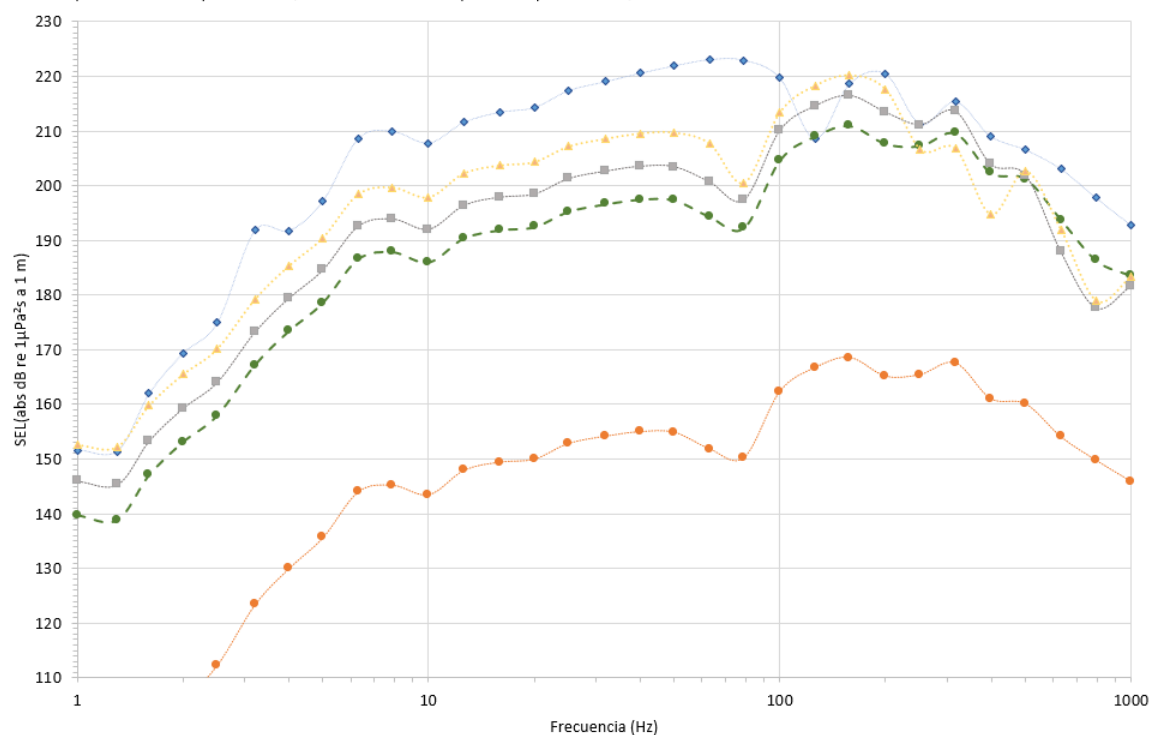



Figura 13. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 45° (transversal al avance)





◆ 0° (vertical) SEL banda 1/3 Octava
 ◆ 70° (20° de horizontal) SEL banda 1/3 Octava
 ◆ 85° (5° de horizontal) SEL banda 1/3 Octava
 ◆ 80° (10° de horizontal) SEL banda 1/3 Octava
 ◆ 90° (horizontal) SEL banda 1/3 Octava



◆ 0° (vertical) SEL banda 1/3 Octava
 ◆ 70° (20° de horizontal) SEL banda 1/3 Octava
 ◆ 85° (5° de horizontal) SEL banda 1/3 Octava
 ◆ 80° (10° de horizontal) SEL banda 1/3 Octava
 ◆ 90° (horizontal) SEL banda 1/3 Octava

Figura 14. Energía por octava para diferentes ángulos en Azimut 90° (perpendicular al avance).



6.2 METODOLOGÍAS P DE EVALUACIÓN DE LA PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AGUA

La Pérdida por Transmisión (TL, del inglés Transmission Loss, también mencionada como Pérdida de Transmisión) expresa la disminución de la energía acústica o el debilitamiento de la señal a medida que se propaga por un medio, desde un punto ubicado sobre el eje acústico de la fuente, a 1 m de su “centro”, y un punto distante (a una distancia R).

La Pérdida por Transmisión incluye todos los efectos inherentes a la propagación del sonido en el mar, cada uno de los cuales es muy complejo, comprendiendo:

- a) Spreading o dispersión geométrica, que consiste en el agrandamiento del frente de onda con la distancia;
- b) atenuación, que incluye, entre otros fenómenos, a la absorción química, el scattering, la viscosidad y la filtración hacia fuera de los canales sónicos.

Cuando el sonido puede propagarse sin obstáculos o interacciones en forma uniforme en todas las direcciones, TL se calcula mediante la expresión de expansión esférica:

$$TL_{esferico}(dB \text{ re } 1m) = 20.log\left(\frac{R}{1m}\right)$$

Cuando la distancia $R \geq H$ (donde H es la profundidad del agua), el sonido no puede propagarse en todas las direcciones como una onda esférica, sino como una onda cilíndrica que está limitada por el fondo marino y la superficie del mar. En este caso, TL puede calcularse reemplazando el factor 20 de la fórmula anterior por 10. En ciertos casos, la propagación puede ser cercana a un patrón intermedio, representado por un factor 15 en la fórmula.

En el presente estudio se representa en los gráficos los tres patrones de Pérdida por Transmisión teóricos únicamente como marco de referencia. En distancias menores a la profundidad de agua, las propagaciones suelen ser similares a las de tipo esférico, mientras que para distancias mayores, se asemejan más a una propagación intermedia.

Cuando se transmite el sonido en agua se produce una atenuación porque la vibración de las moléculas de agua genera calor, disipando la energía, y por otros procesos debidos a la absorción del medio, la dispersión o *scattering* de las ondas por las partículas en suspensión. En este proceso ha sido contemplado aunque es irrelevante a frecuencias por debajo de 10.000 Hz.

El rebote del sonido en el fondo marino puede extender el alcance de propagación de las ondas sonoras, ya que devuelve la energía sonora que había sido llevada hasta allí por refracción a través del agua, permitiendo transmisiones de mayor alcance.

A bajas frecuencias, parte de la energía penetra en la capa de sedimentos del fondo del mar y desde aquí es refractada de nuevo a la frontera entre el agua y el fondo del mar, donde vuelve al agua. Esta refracción desde el fondo marino, que no es una reflexión, es mecanismo predominante de retorno de energía. A frecuencias medias o altas (mayores de 1000 Hz), la reflexión es el mecanismo predominante de retorno de energía ya que la onda es reflejada en la capa de sedimentos del fondo marino sin penetrar en ella.

Un canal sónico se produce cuando se combinan dos gradientes de velocidad del sonido de igual pendiente, uno positivo y el otro negativo, con un punto de velocidad mínima.



El sonido emitido permanecerá en el canal mientras el mismo exista y sufrirá pérdidas muy pequeñas a medida que avanza. Estas particularidades se revelan ocasionalmente en las modelizaciones matemáticas de la Pérdida por Transmisión por la visualización de una zona de mínima pérdida que se produce a una profundidad dada.

A partir del espectro de energía de sonido o nivel de Exposición Sonora (SEL) a 1 m de la fuente para una dada frecuencia SL (Source Level en dB re $1\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ re 1 m) y conociendo la Pérdida por Transmisión TL (R) (dB re 1 m) a una cierta distancia R de la fuente, el nivel recibido RL se puede calcular mediante la siguiente expresión simple:

$$\text{RL (dB re } 1\mu\text{Pa}^2 \text{ s/Hz re 1 m)} = \text{SL} - \text{TL (R)}$$

Esta expresión es válida también para evaluar el Nivel de Presión Acústica SPL a la distancia R de la fuente, a partir del valor a 1 metro.

Para modelar la transmisión del sonido en el agua se empleó el Range-Dependent Acoustic Model “RAM”, el cual utiliza el método de la ecuación parabólica (PE), siendo éste muy efectivo para resolver problemas de acústica oceánica que dependan del rango (es decir, que sean espacialmente variables).

6.3 UMBRALES ACÚSTICOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS Y PECES

A los efectos de introducir adecuadamente los diferentes umbrales sonoros que pueden provocar pérdidas auditivas que son considerados para la evaluación de impactos y a fin de definir las distancias sonorizadas con valores superiores a ellos, se resumen los mismos a continuación.

Estos umbrales corresponden a pérdidas auditivas de los mamíferos marinos denominadas desplazamientos de umbrales (*Threshold Shift*, TS), que pueden ser permanentes (PTS, por sus siglas del inglés *Permanent Threshold Shift*) o temporales (TTS, por sus siglas del inglés *Temporary Threshold Shift*).

- El desplazamiento permanente del umbral (PTS) es un aumento permanente e irreversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido. Esto se considera una lesión auditiva.
- El desplazamiento temporal del umbral (TTS) es un aumento temporal y reversible del umbral de audibilidad a una frecuencia o porción específica del rango de audición de un individuo por encima de un nivel de referencia previamente establecido.

En el caso de los peces, se consideran los valores umbrales de sensibilidad propuestos para peces con y sin vejiga natatoria, correspondientes al nivel de mortalidad o mortalidad potencial.

Conforme a lo propuesto por Southall (2019) se considera una “métrica” dual para definir los umbrales de afectación, correspondiente a los valores de SPL pico cuyo valor total es 255,2 dB re $1\mu\text{Pa-m}$, y a los valores de SEL acumulados durante un cierto período de exposición a las emisiones sonoras.

Los códigos empleados para diferenciar los grupos auditivos de los mamíferos marinos se resumen en la siguiente tabla, y se detallan en el capítulo de evaluación de impactos.



Tabla 4. Grupos auditivos con sus rangos de audición

Código	Grupo	Rango auditivo generalizado
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	7 Hz a 35 kHz
HF	Cetáceos de frecuencias altas	150 Hz a 160 kHz
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	275 Hz a 189 kHz
PW	Carnívoros Focidos	50 Hz a 86 kHz
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros)	60 Hz a 39 kHz

Para estimar el SEL acumulado en las sucesivas emisiones, se “pondera” el valor del SEL emitido restando el nivel correspondiente a la capacidad auditiva de cada especie de mamíferos marinos (audiogramas).

La Tabla 5 presenta los valores de sonidos a partir de los cuales se pueden verificar situaciones de impacto auditivo por corrimiento temporario (TTS) o permanente (PTS) de los umbrales auditivos. SPL pk (SPLpeak) es el criterio de exposición mínima para las lesiones en los mamíferos, nivel en el que se estima que una sola exposición causa el corrimiento de los umbrales auditivos, y SELcum se refiere a la energía sonora que se acumula durante un periodo de tiempo para un receptor con exposiciones múltiples.

Para fuentes móviles y de emisión intermitente se usan ambas: superar cualquiera de esos niveles es condición suficiente para predecir TTS o inicio de PTS. Estos valores también se usan para estimar distancias seguras, es decir distancias de la fuente para la cual no se supera un umbral determinado, usando la isolínea que da la distancia mayor para el conjunto de grupos que pueden ser potencialmente impactados.

Tabla 5. Niveles de PTS y TTS para los distintos grupos auditivos. Fuentes: Southall et al., 2019. Para SPL (pK) se suelen usar valores no ponderados. Para SEL las ponderados son en base al rango generalizado de audición para mamíferos marinos de 7 Hz a 160 kHz. En el caso de SEL se considera una acumulación de 24 horas o durante la duración real de la exposición.

Código	Grupo auditivo	Inicio PTS		Inicio TTS	
		SPL pK ¹ (no ponderado)	SELcum ² (ponderado)	SPL pK ¹ (no ponderado)	SELcum ² (ponderado)
LF	Cetáceos de frecuencias bajas	219	183	213	168
HF	Cetáceos de frecuencias altas	230	185	224	170
VHF	Cetáceos de frecuencias muy altas	202	155	196	140
PW	Carnívoros Focidos	218	185	212	170
PO	Pinnípedos Otáridos y otros carnívoros	232	203	226	188

¹ SPL pK ($L_p, 0\text{-pk, flat}$) Re: 1 μPa (flat: valores sin ponderar)

² SELcum ($L_E, p, 24\text{h}$) Re: 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (valores ponderados en 24 hs o durante la duración real de la exposición)

Se puede apreciar que la categoría más exigente son los cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), si bien su rango auditivo se encuentra por encima de las frecuencias con mayor intensidad sonora emitidas durante los relevamientos sísmicos, que van de 5 a 90 Hz.



En cuanto a los peces se adoptaron los siguientes umbrales de mortalidad potencial y de recuperación (Popper et al., 2014):

Grupo Auditivo	SPL pK (dB re 1 μ Pa)
Peces SIN vejiga natatoria	213
Peces CON vejiga natatoria ¹	207

¹ Comprende peces con vejiga natatoria no conectada al oído y con vejiga natatoria conectada al oído

Finalmente, se cita en la bibliografía un límite convencional de afectación igual a 190 dB re 1 μ Pa, que es también evaluado en el estudio.

6.4 PROCEDIMIENTO DE AUMENTO GRADUAL Y RELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE SPL Y DE SEL

La Resolución 201/2021, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, aprueba y establece un Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas, el cual debe ser incluido dentro de un programa específico del Plan de Gestión Ambiental (PGA), que en su Capítulo 6 incluye medidas y procedimientos para la mitigación de impactos.

Una de las medidas de mitigación que se aplican en las prospecciones sísmicas es el denominado habitualmente “Arranque Suave” (“Soft Start” o “ramp up”), que es especificado en la citada Resolución MAYDS 201/2021 como “procedimiento de Aumento Gradual”, el cual consiste en iniciar los pulsos sísmicos a baja intensidad de forma que la fauna marina con capacidad de locomoción tenga tiempo suficiente para alejarse de la fuente mientras que la perturbación del medio es de baja intensidad. El aumento gradual de la intensidad del pulso sísmico debe iniciarse con la activación del elemento más pequeño del arreglo y los restantes se debe agregar gradualmente. De acuerdo con los requisitos de monitoreo y mitigación específicos de la Resolución MAYDS 201/2021, se implementan las siguientes medidas durante las operaciones de levantamiento sísmico marino:

- Implementar un Área de Exclusión de mamíferos marinos de al menos 1.000 m de radio horizontal desde el centro del arreglo.
- Implementar el procedimiento de Barrido que consiste en asegurar, mediante la observación (barrido visual) y el Monitoreo Acústico Pasivo (MAP) (barrido acústico), que cualquier inicio de actividad de las fuentes de aire comprimido (aumento gradual, pruebas o calibración) se realice sólo en caso de no haberse detectado ejemplares de Fauna Marina Vulnerable² en las áreas establecidas para Barrido durante al menos 30 minutos antes del inicio (el Área Operativa Sísmica se encuentra a profundidades de entre 30 y 120 metros):
 - Si se detecta Fauna Marina Vulnerable dentro del Área de Exclusión definida, posponer el inicio del procedimiento de aumento gradual hasta al menos 20 minutos después de la última detección.
 - Si no se detecta Fauna Marina, iniciar el procedimiento de aumento gradual.
- La duración total del aumento gradual debe ser de al menos 20 minutos, no más de 40 minutos.

² Fauna Marina Vulnerable: La Res. MAYDS 201/2021 define así a los “ejemplares de fauna marina para los que la operatoria sísmica o la maniobra de los buques pudiera implicar un riesgo. Se consideran incluidos todos los mamíferos y tortugas marinas, así como cualquier otro grupo faunístico —en particular de aves buceadoras— en condiciones eventuales de concentración para reproducción, alimentación o migración, cuya población pudiera resultar afectada por la actividad sísmica.”



A los efectos de simular lo más adecuadamente posible el procedimiento de aumento gradual, se calculó mediante el Software Nucleus la evolución del SPLpeak y del SEL con incrementos sucesivos de la cantidad de fuentes individuales energizadas, llevando los valores obtenidos a una distancia teórica de 1 m de la “fuente” (el arreglo).

Los resultados del software Nucleus fueron procesados para su interpretación, presentándose en la Figura 15 los valores de SEL y SPLpeak, y la diferencia entre ambos en decibeles.

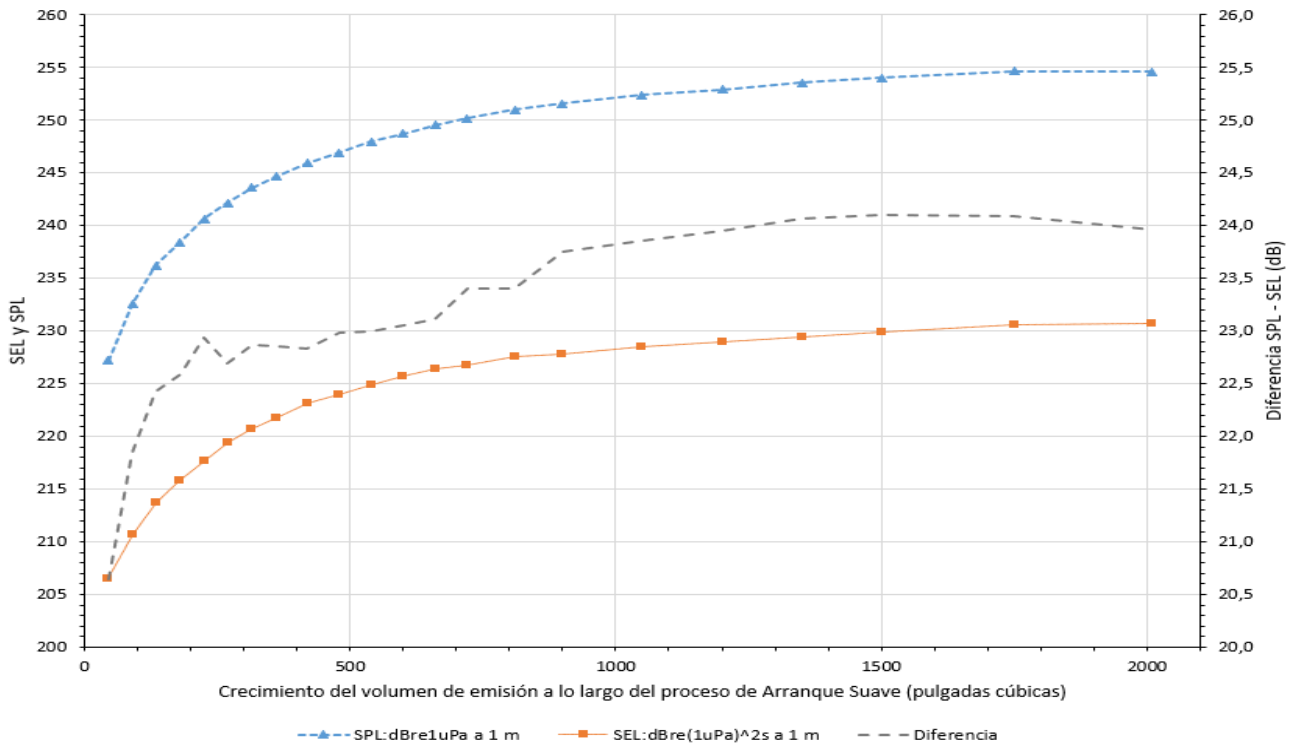


Figura 15. Evolución del SPL y SELpeak resultantes del incremento del volumen de emisión durante el procedimiento de aumento gradual. Notar que las unidades de cada variable son diferentes.

El valor total del SEL obtenido por el software Nucleus al final del proceso de aumento gradual es igual a 230,67 dB re 1 μPa^2 s a 1 m (prácticamente igual al obtenido integrando el espectro de energía), y el valor total del SPL es 254,63 dB re 1 μPa a 1 m. La diferencia entre ambos valores es igual a 23,96 dB al final del proceso, alcanzando un máximo de 24,10 dB en la combinación 20 cuando se han activado 1.500 cu.in de volumen.

En consecuencia, se realizará todo el proceso de propagación sonora considerando el SEL, y se estimará luego el SPLpeak incrementando conservativamente en 24 dB el valor del SEL que se obtenga para cada distancia.

6.5 PARÁMETROS DE MODELIZACIÓN MATEMÁTICA

A continuación, se presentan los parámetros del medio utilizados para las modelizaciones matemáticas.



Batimetría

La información batimétrica del área de modelación fue obtenida de la base de datos GEBCO (The General Bathymetric Chart of the Oceans)³.

Directividad de la Fuente

Se especificó que el primer haz salga horizontalmente (esto es el ángulo de salida es 0°) desde la posición del arreglo, a 6 m de profundidad. Cualquier otro ángulo de salida del primer haz generará pérdidas mayores con la distancia.

Época prevista para el relevamiento

El presente estudio fue diseñado de manera que los resultados de este sean aplicables a cualquier época del año. No obstante, se considera que la prospección no será efectuada durante los meses de invierno, debido a las condiciones climáticas desfavorables.

Datos Oceanográficos

Para la selección de los distintos perfiles de temperatura y salinidad del área, que dan lugar a respectivos perfiles de densidad y velocidad del sonido de la columna de agua, se tuvieron en cuenta dos fuentes. Una es el modelo GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 de Copernicus, el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea. La otra, la base de datos oceanográfica World Ocean Database -WOD- (<http://www.nodc.noaa.gov>) de la NOAA.

En el Anexo 1 del presente Capítulo 6 se ilustran los perfiles de temperatura y salinidad descargados de la base Copernicus, y los perfiles de velocidad del sonido y densidad del agua calculados para diferentes meses del año y 3 puntos a diferentes profundidades y ubicación geográfica, representativos del entorno del relevamiento.

A partir de estos datos, se calcularon perfiles de velocidad del sonido y densidad, que son datos de entrada para los modelos acústicos. La velocidad del sonido fue calculada mediante la aplicación de la Ecuación Termodinámica del agua de mar "Thermodynamic Equation Of Seawater - 2010" (TEOS-10; <http://www.teos-10.org/>).

Sedimentos marinos

Los datos de sedimentos del fondo marino se obtuvieron del Atlas de Sensibilidad del Mar Argentino (Boltovskoy et al., 2008). La plataforma continental tiene una cobertura de sedimentos recientes originados en el continente y llevados al mar a través de diferentes procesos de transporte y depositación. No hay sedimentos originados en el mar.

Con respecto al sedimento subyacente, en base a los antecedentes disponibles se lo caracterizó como una Morena (Moraine). Grava y Arena son sedimentos superficiales para el área de estudio.

Los detalles sobre los parámetros empleados para el análisis de sensibilidad y para la modelización final se brindan en el Anexo II.

6.6 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE TRANSMISIÓN MÍNIMA

Las simulaciones efectuadas con el modelo RAM generan matrices bidimensionales de TL, con espaciamientos Dz y Dx en las dimensiones vertical (z) y horizontal (x), respectivamente.

³ <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/>



En todos los casos, se consideró $Dz = 1$ m, mientras que en la dirección horizontal también se empleó $Dx = 1$ m en general, aunque de acuerdo con la frecuencia en algunos casos se consideró un valor de Dx algo mayor y luego se interpolaron los resultados cada 1 metro para uniformizar la longitud de las series.

En la dirección vertical dentro del agua la cantidad de puntos es igual a la profundidad. En la dirección horizontal se consideraron 25.000 metros desde la fuente para las comparaciones de sensibilidad y los cálculos siguientes de acumulación del SEL.

Se cuenta entonces para analizar una matriz resultante $TL(z,x)$ con dimensiones $(P,25.000)$, donde P es la profundidad de agua en el dominio de modelación (la cual puede ser un valor uniforme o bien el valor máximo de $P(x)$ en caso de batimetría variable).

De la Figura 16 a la Figura 18 se ilustra un resultado típico bidimensional para cada una de las tres condiciones de profundidad con perfil oceanográfico de Primavera para una frecuencia de 125 Hz.

La Figura 19 muestra como ejemplo para los procesamientos de la matriz para obtener el mínimo TL en vertical (denominado $TL_v(x)$) y luego el mínimo TL también en función de la distancia horizontal (denominado $TL_{v,h}(x)$), que finalmente se presenta en la Figura 20. Los gráficos parten de una distancia de 50 m desde la fuente dado que los resultados del Modelo RAM no resultan confiables para distancias menores, además de que no son representativos de la realidad dado que la fuente no es puntual y a corta distancia de esta la intensidad real del conjunto de las fuentes es menor que la resultante donde todas las emisiones se combinan constructivamente.

El valor de $TL_v(x)$ muestra la variabilidad del valor mínimo de TL en toda la columna de agua para una dada distancia “x” a la fuente, por lo tanto, no se refiere a una profundidad o capa en particular, sino que es el valor más pequeño que pueda hallarse en cualquier profundidad entre la superficie y el lecho, lo cual claramente es la hipótesis más conservativa posible.

El valor de $TL_{v,h}(x)$ elimina las oscilaciones que se aprecian en $TL_v(x)$, generando una envolvente “superior” que representa el valor más bajo (conservativo) de TL que puede encontrarse para cada distancia “x” desde la fuente, desde esa distancia “x” en adelante, hasta los 25.000 m.



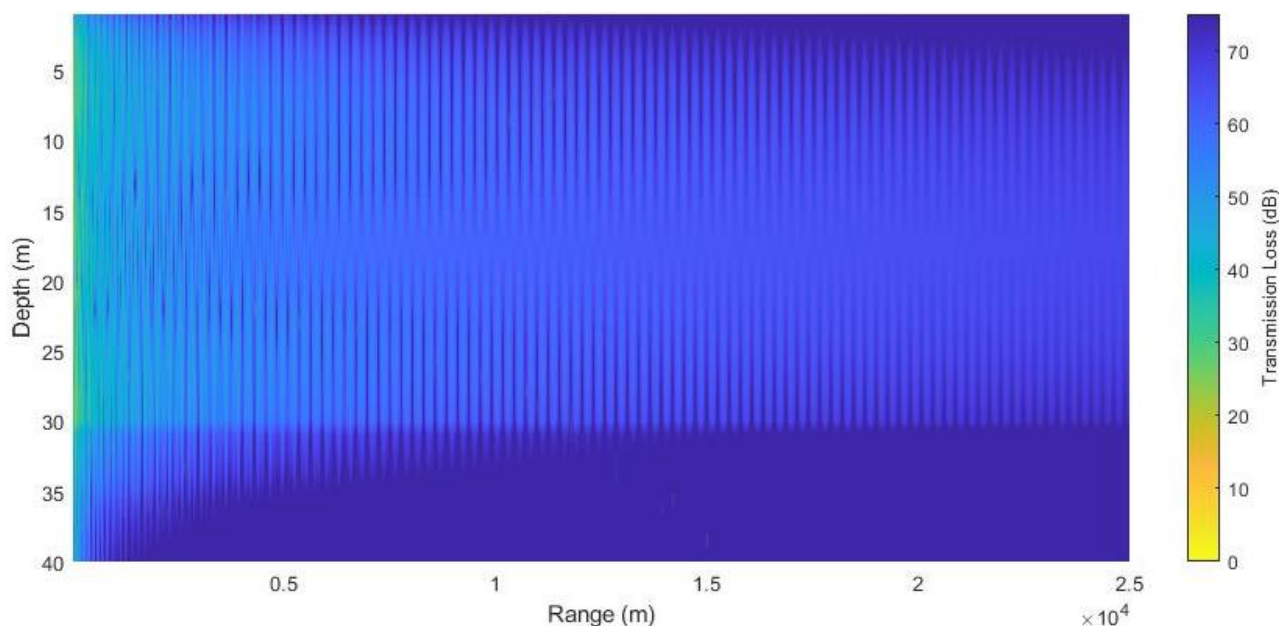


Figura 16. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad mínima Uniforme (B0)

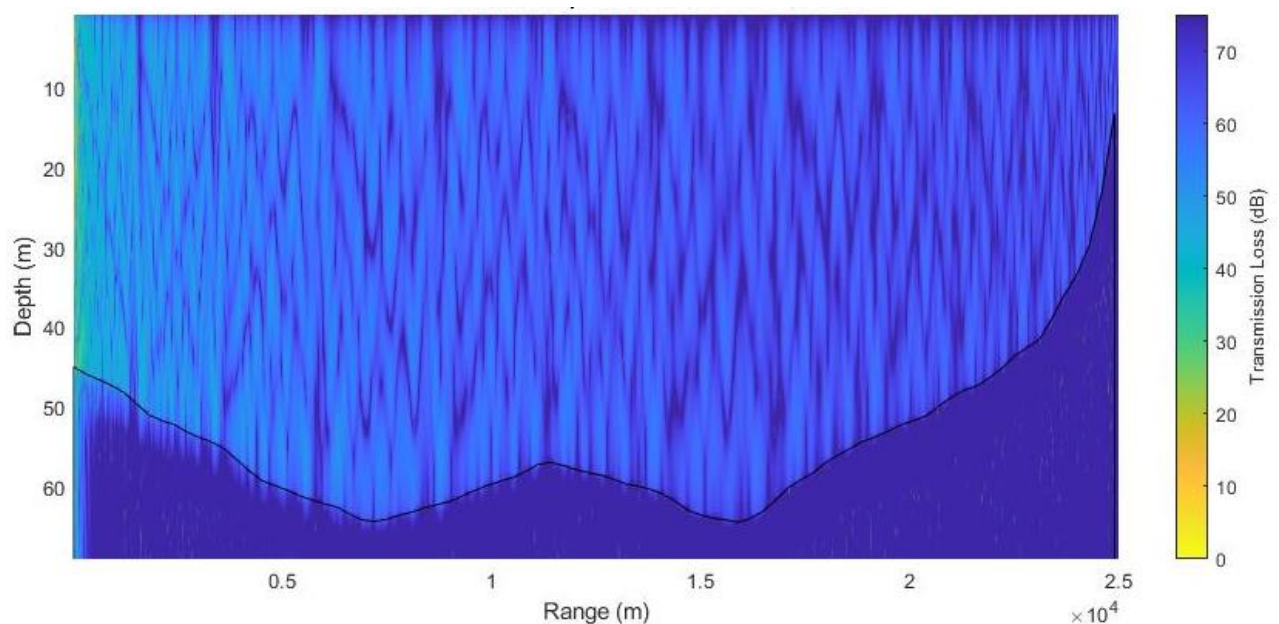


Figura 17. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)



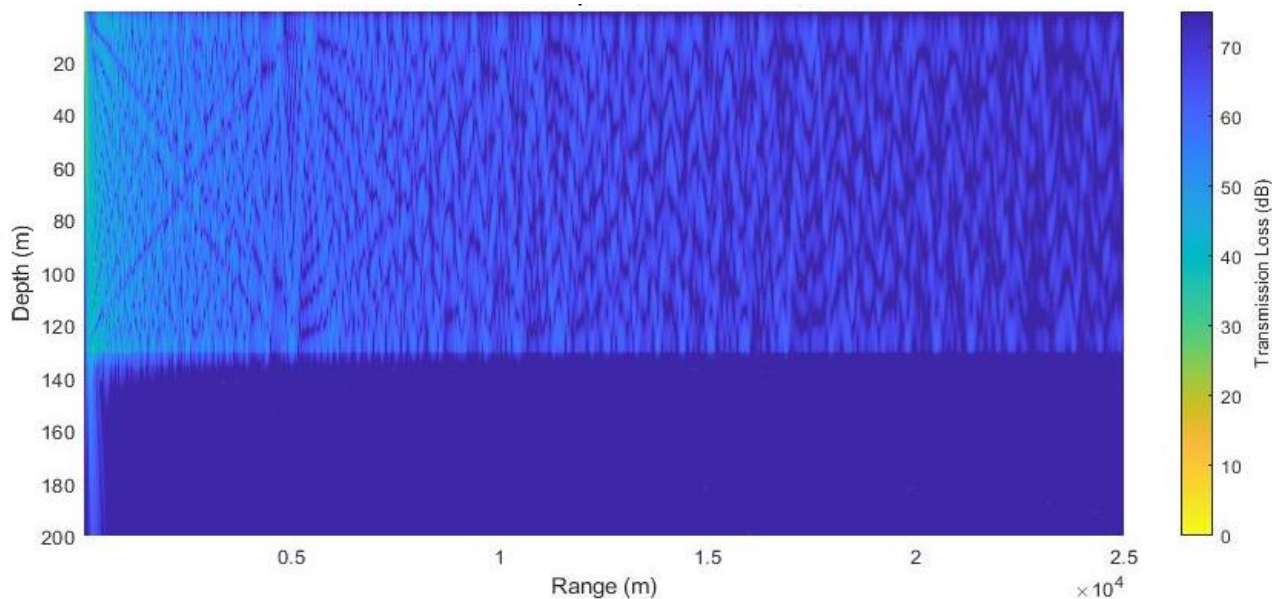


Figura 18. Ejemplo de matriz bidimensional (representación 2D) de la Pérdida de Transmisión para una frecuencia de 125 Hz calculada por el modelo RAM. Profundidad máxima Uniforme (BA)

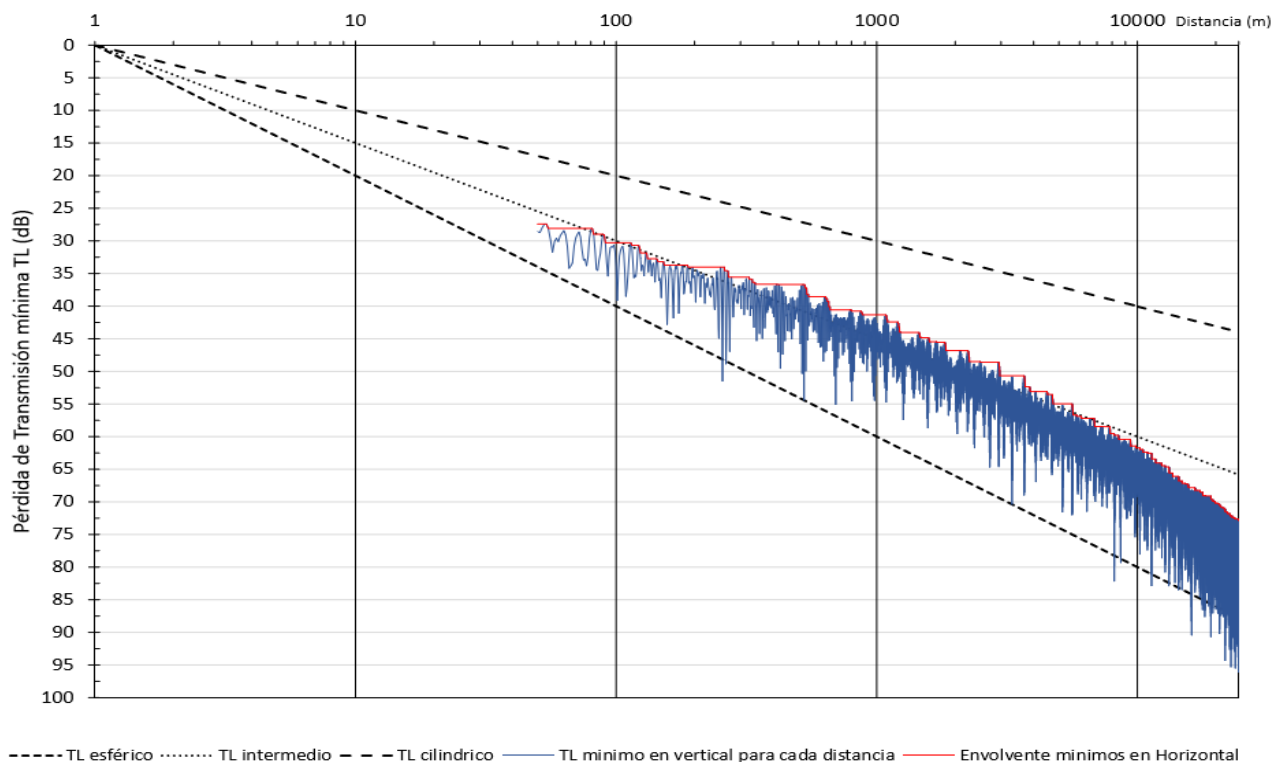


Figura 19. Ejemplo de procesamiento de la matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para obtener la Pérdida de Transmisión mínima en vertical (línea azul oscilante) y la envolvente de mínimos en horizontal (línea roja). Frecuencia 125 Hz. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)



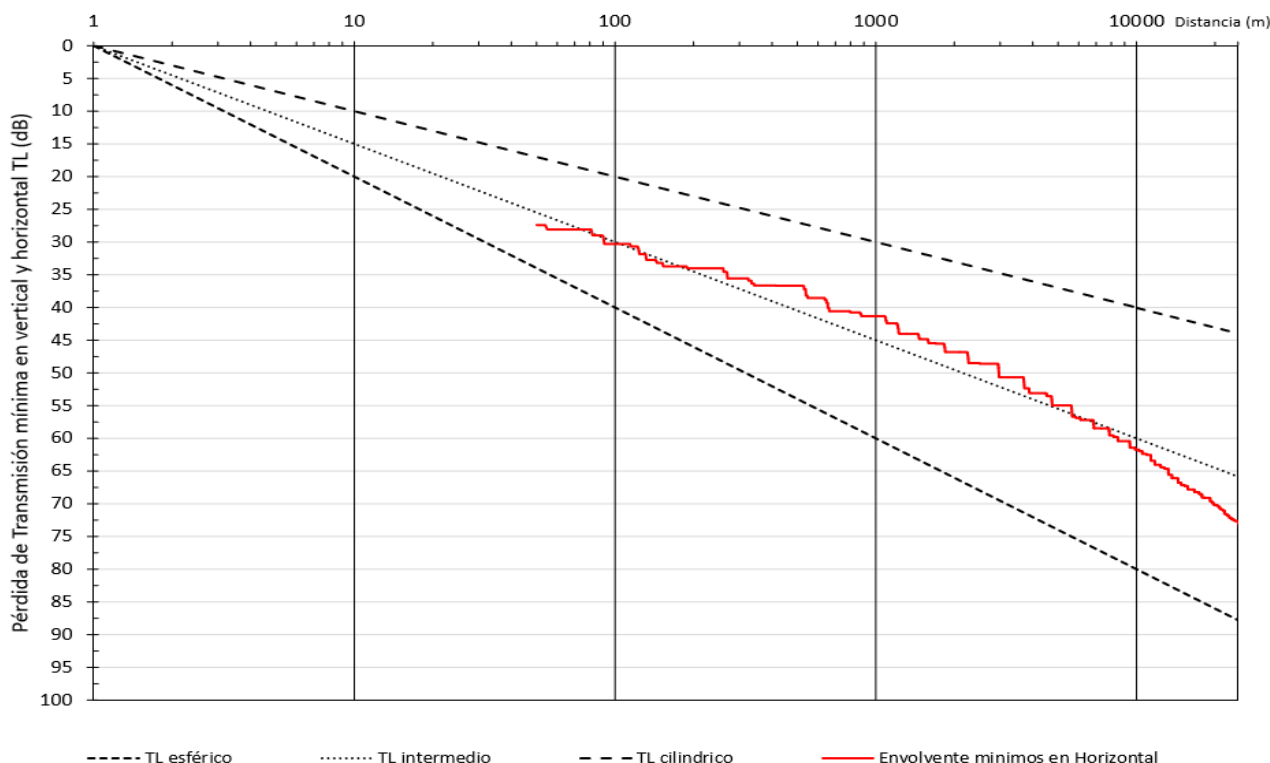


Figura 20. Ejemplo de resultado final del procesamiento de la matriz bidimensional de TL calculada por el modelo RAM para obtener la Pérdida de Transmisión mínima en vertical y en horizontal. Frecuencia 125 Hz. Profundidad variable Transecta 8 (BV8)

Los procesos matemáticos empleados para el cálculo son los siguientes:

$TL_V(x) = \text{mínimo } TL(z,x) \text{ entre } z = 0 \text{ (superficie) y } z = P(x) \text{ profundidad en el punto de distancia "x"}.$

$TL_{V,H}(x) = \text{mínimo } TL_V(x) \text{ entre la distancia "x" y el limite de modelización (en este caso, 25.000 m).}$

La representación de $TL_{V,H}(x)$ resulta mucho más clara para realizar comparaciones y para definir distancias en los que se superen determinados valores de TL que los gráficos bidimensionales y las representaciones de $TL_V(x)$ que presentan oscilaciones.

Por lo tanto, en el presente Capítulo 6 y en el Anexo 2 de análisis de sensibilidad, todos los valores de TL que se ilustran en gráficos unidimensionales en función de la distancia como el mostrado en la Figura 20, que se mencionan como "Pérdida de Transmisión mínima" deben interpretarse como valores de $TL_{V,H}(x)$, obtenidos con los procedimientos presentados.

En cambio, en otros gráficos unidimensionales normalmente se denomina simplemente "Pérdida de Transmisión" al valor de $TL_V(x)$.

6.7 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los análisis de sensibilidad de la Pérdida de Transmisión TL que se presentan en el Anexo 2, para 5 frecuencias representativas del espectro total (32, 63, 125, 250 y 500 Hz), permitieron alcanzar las siguientes conclusiones:



- **S1: Batimetría.** Sensibilidad a la variación de la batimetría en transectas perpendiculares a la costa, comparada con profundidades mínima y máxima en la zona de relevamiento.
Hasta unos 2 km de distancia de la fuente la consideración de profundidad constante 30 metros es algo más conservativa en la mayor parte del tramo, luego las demás transectas son similares salvo la 1 que tiene mayor TL; la más conservativa en la mayor parte del tramo subsiguiente es la 8.
Como conclusión se consideró conveniente mantener la condición de profundidad mínima uniforme para los análisis sucesivos, debido a que es algo más conservativa en un rango de hasta 1 km, incluyendo corridas de sensibilidad para la profundidad máxima, y dentro de las transectas de profundidad variable, continuar el análisis con la 6 y la 8.
- **S2: Mareas.** Sensibilidad a la pleamar y bajamar con batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
Se puede apreciar que no hay grandes diferencias en el análisis de sensibilidad a la profundidad (constante) entre las condiciones de Bajamar y Pleamar, siendo ligeramente más conservativa la Pleamar. En el caso de la profundidad máxima, resulta más conservativa a partir de los 2 km con lo cual no es relevante para el SPL, pero podría serlo para el cálculo del SELCUM.
La conclusión del análisis de profundidad variable es que la transecta globalmente más conservativa es la 8 y se puede considerar la marea media como adecuadamente representativa de las condiciones de propagación del sonido, habiendo escasas diferencias en Pleamar y Bajamar.
- **S3: Tipo de suelo de la capa superior (arena y grava)** con batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
Este análisis mostró una gran variabilidad en cuanto a la relación entre TL para Arena y Grava a distintas distancias y para diferentes frecuencias, no resultando conclusivo.
- **S4: Tipo de suelo de la capa superior (arena y grava), y capa inferior (morenas)** con batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
En las modelaciones con Grava, la presencia de la capa de Morena no afecta para frecuencias altas, mientras que para las frecuencias más bajas, según la profundidad de agua y la distancia a la fuente puede ser más o menos conservativo considerar la Morena.
Con respecto a las modelaciones con Arena, resulta en general algo más conservativo considerar la capa inferior de Morena. En este caso, resulta también más conservativo considerar Arena como capa superior, en vez de considerar Grava.
La conclusión obtenida es que si bien hay ligeras diferencias según la frecuencia y la distancia a la fuente, es conveniente considerar la capa superior como Arena y la inferior como Morena, condiciones adoptadas para las siguientes evaluaciones.
- **S5: Densidad y velocidad del sonido** estacional para las 4 estaciones y zonas de aguas someras y profundas, obtenidas de **Copernicus**.
La conclusión obtenida es que en casi todos los casos prácticamente no hay diferencias significativas en los resultados de TL entre WOD y Copernicus. En el único caso donde las hay (para profundidad máxima), la WOD es más conservativa en el tramo entre 30 m y 1.000 m desde la fuente. Aún en este caso, los perfiles de Copernicus para diferentes meses del año generan prácticamente el mismo resultado de TL, por lo que resulta irrelevante la selección de la época de relevamiento para la modelización.
- **S6: Espesor “z”** de las capas superiores de arena y de grava (incluyendo su influencia sobre C_s) y de la capa subyacente de Morena, con batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
Como conclusión, para los cálculos subsiguientes se mantuvo el espesor de 5 metros de la capa superior considerada como Arena y de 25 metros para la capa inferior de Morena.



- S7: Sensibilidad a los parámetros del suelo C_p , α_p , α_s y densidad** para las capas superior e inferior, batimetría uniforme máxima, mínima y variable.
 Se concluyó que en general las diferencias obtenidas para los distintos parámetros de la Arena son poco significativas y que la condición Base empleando los parámetros propuestos por Jensen et al. (2011) es adecuadamente conservativa para las diferentes profundidades ensayadas.
 En el caso de la Morena, se consideró adecuado incrementar el valor de la velocidad compresional de 1.950 m/s a 2.000 m/s, siendo esta condición más conservativa dentro de un rango de variabilidad razonable de este parámetro.
- S8: Densidad y velocidad del sonido** estacional para las 4 estaciones y zonas de aguas someras y profundas, obtenidas de la **World Ocean Database**.
 Las TL obtenidas para profundidad mínima uniforme y profundidad variable son menores que para profundidad máxima uniforme en distancias cortas, mientras que sucede al revés en distancias largas, al menos para la frecuencia de 63 Hz.
 La condición de profundidad variable resulta ligeramente menos conservativa que la de profundidad mínima uniforme para distancias cortas (1 a 2 km) y más conservativa para distancias largas.

Como resultado de este análisis, se decidió seleccionar los perfiles representativos de Primavera de la World Ocean Database (somero y profundo según corresponda). Dado que cada condición de profundidad analizada presenta tramos en los que es más conservativa que las otras, y tramos donde es menos conservativa, se concluyó que resulta conveniente calcular sistemáticamente la TL para todos los tercios de Octavas, considerando cada una de las tres condiciones de profundidad ensayadas, ya que no resulta factible a priori, seleccionar con seguridad una de ellas como la más conservativa, especialmente para el cálculo de la acumulación del SEL (SELcum).

Los parámetros que se deben especificar para la modelización son ρ o ρ_b : densidad del sedimento, C_p : Velocidad compresional del sonido en el sedimento, C_s =Velocidad de corte, α_p (o A_p): atenuación asociada a la onda compresional, α_s (o A_s): atenuación asociada a la onda de corte.

Los parámetros finalmente adoptados para las modelizaciones sistemáticas desde la frecuencia de corte hasta 1 kHz son los siguientes.

Tabla 6. Parámetros del modelo RAM empleados

Parámetro	Arena (capa superior)	Morena (capa inferior)
Espesor capa z (m)	5	25
C_p (m/s)	1.650	2.000
ρ (kg/m ³)	1.900	2.100
C_s (m/s)	178	600
A_p (dB/ λ_p)	0,8	0,4
A_s (dB/ λ_s)	2,5	1,0



6.8 RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA SISTEMÁTICA DE LA PÉRDIDA POR TRANSMISIÓN

Una vez seleccionadas las condiciones y parámetros de cálculo de la Pérdida por Transmisión en base a los análisis de sensibilidad efectuados, el proceso de modelación se realizó en forma sistemática para todas las frecuencias en tercios de octavas entre 1 Hz y 1 kHz. Las modelaciones sistemáticas de la Pérdida por Transmisión TL se han efectuado para las diferentes profundidades iniciando en cada caso la serie de tercios de octava en la frecuencia de corte para la cual no se produce propagación del sonido. Los resultados obtenidos de $TL_{V,H}(x)$ y $TL_V(x)$ para las condiciones seleccionadas se presentan a continuación en la Figura 21 a la Figura 23.

En el caso de la pérdida de transmisión mínima los resultados correspondientes a distancias inferiores a 10 metros, dado que para frecuencias bajas los valores que calcula el modelo RAM no resultaron confiables para distancias menores (cuestión que de todas formas es irrelevante para el presente análisis).

Se puede apreciar que los resultados se encuentran en general en el entorno de una propagación teórica intermedia. Los valores de TL para profundidad variable y para profundidad máxima, son globalmente similares entre sí. En cambio, las condiciones de profundidad mínima presentan valores de TL menores que las otras dos hasta una distancia del orden de 1 km, mientras que son mayores para distancias mayores.

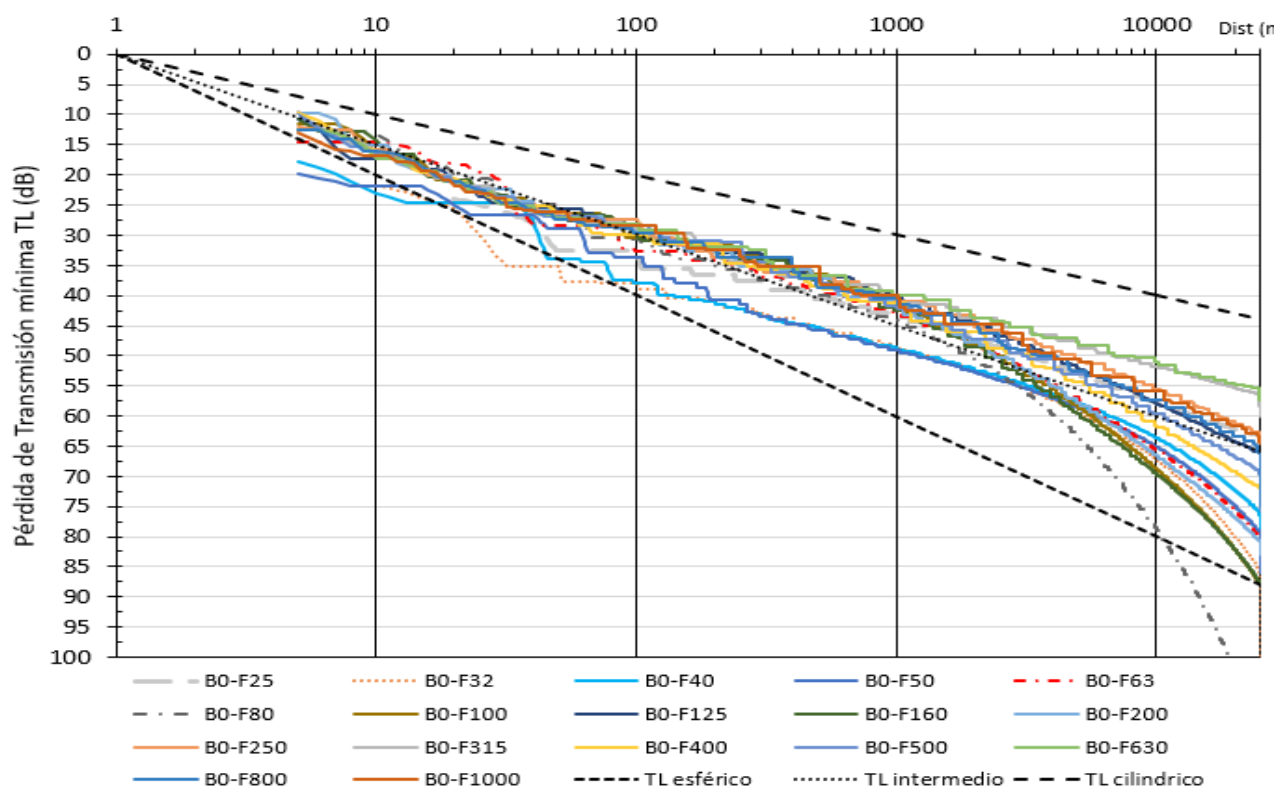


Figura 21. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_V para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad constante mínima – 25 Hz a 1.000 Hz



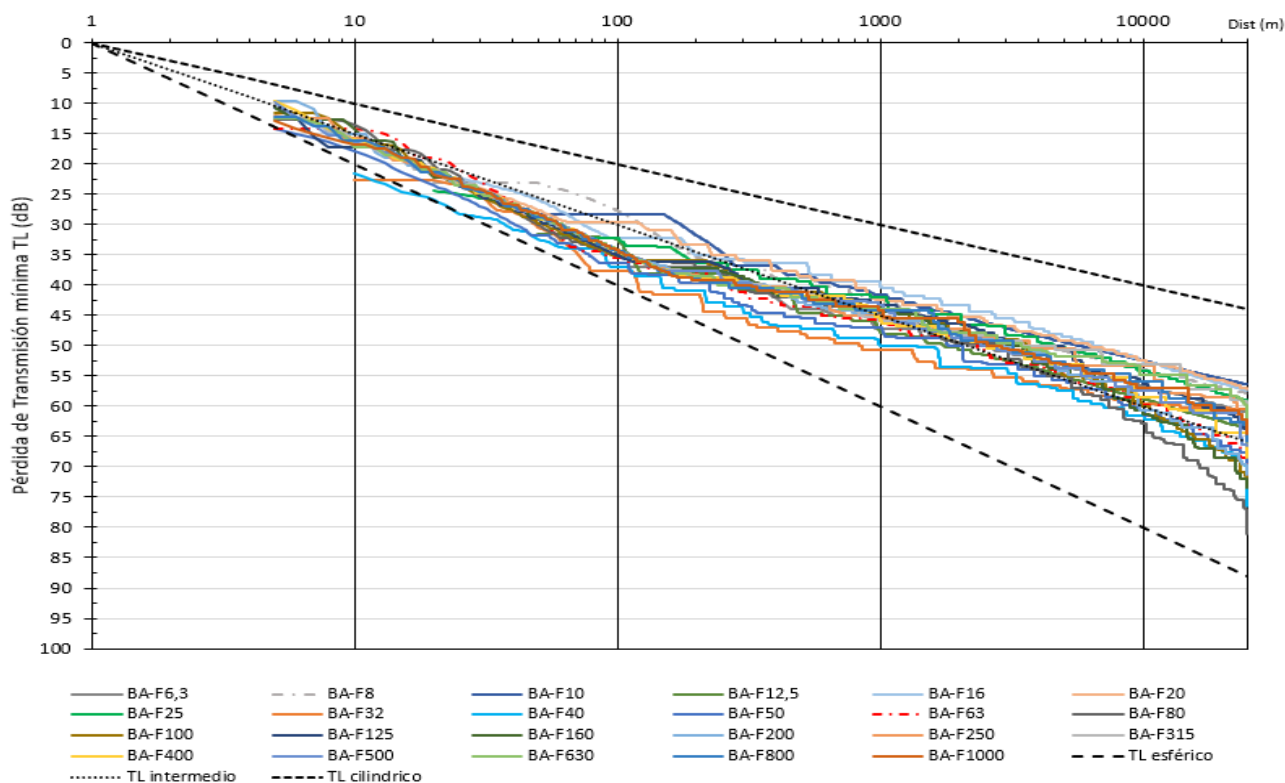


Figura 22. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_v para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad constante máxima – 6,3 Hz a 1.000 Hz

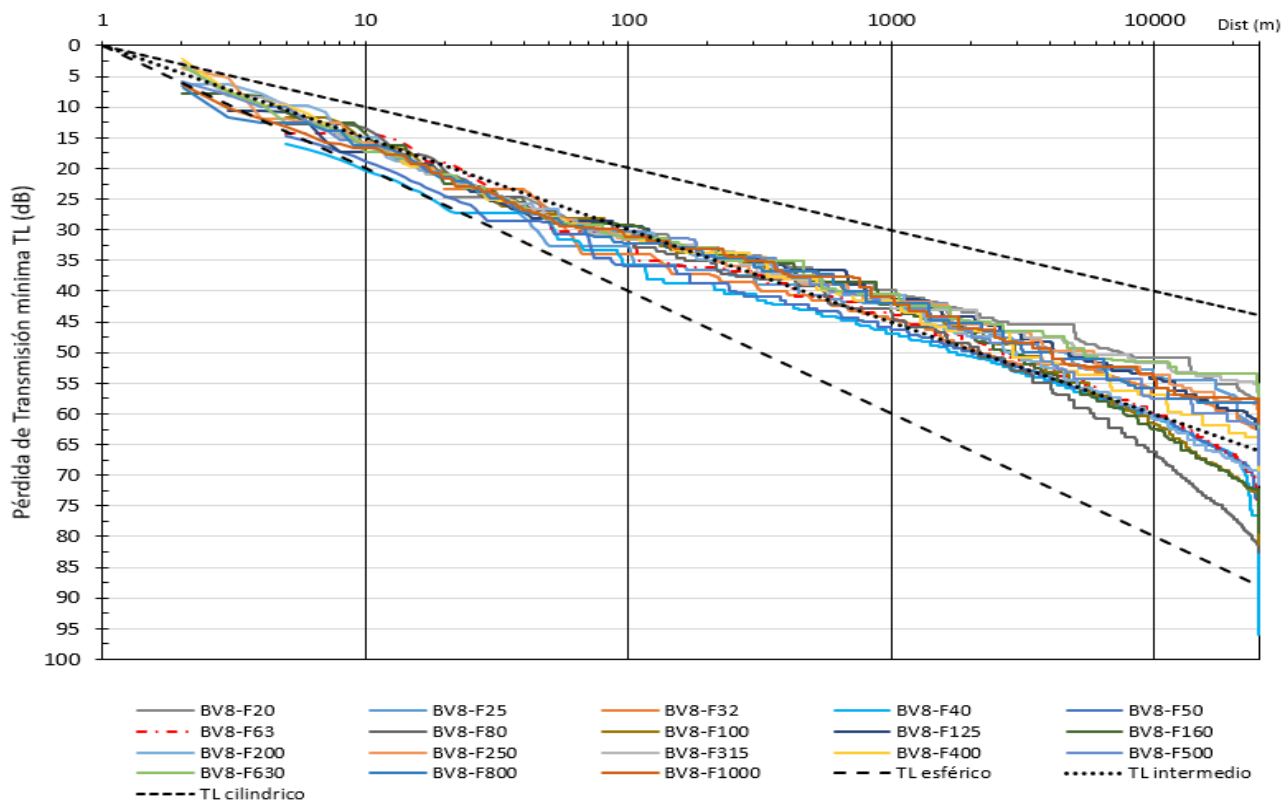


Figura 23. Pérdida de Transmisión mínima en la vertical TL_v para la condición más conservativa del análisis de sensibilidad Profundidad Variable Transecta 8– 20 Hz a 1.000 Hz



6.9 RESULTADOS DE LA PROPAGACIÓN DEL SEL

Como se indicó previamente los niveles sonoros emitidos verticalmente son como mínimo entre 15 y 24 dB mayores que aquellos dirigidos horizontalmente. La propagación del sonido a grandes distancias requiere la modelización de la emisión horizontal, que presenta en su conjunto menor energía que la vertical.

En el presente estudio, en vez de adoptar una diferencia constante entre la emisión horizontal y vertical seleccionada en el rango indicado previamente, se realiza la modelización de todo el rango de tercios de octavas seleccionando el espectro correspondiente a un dado ángulo respecto de la vertical (Dip) para un ángulo respecto a la dirección de avance (Azimut). El ángulo Dip se seleccionó en forma conservativa de acuerdo a la distancia recorrida por el sonido antes de llegar al fondo, según la profundidad de agua.

Se analizó la propagación del SEL para el espectro de tercios de octavas comparando las siguientes condiciones:

- Emisión vertical (Dip 0°) a modo de referencia.
- Azimut 0° y Dip 85° (profundidad mínima uniforme y variable)
- Azimut 45° y Dip 85° (profundidad mínima uniforme y variable)
- Azimut 90° y Dip 85° (profundidad mínima uniforme y variable)
- Azimut 0° y Dip 80° (profundidad máxima)
- Azimut 45° y Dip 80° (profundidad máxima)
- Azimut 90° y Dip 80° (profundidad máxima)

Asimismo, se evaluó el efecto de filtrado con el audiograma de cada grupo auditivo, información necesaria para el posterior cálculo del SEL acumulado.

El procedimiento se realizó para cada una de las bandas desde la frecuencia de corte hasta 1 kHz.

Los valores obtenidos de SEL recibido $RL_B(R_i)$ para cada banda, sin filtro y para cada filtro auditivo se presentan en el Anexo III para cada caso. A título ilustrativo se incluyen aquí los resultados para las condiciones sin filtro en la Figura 24 a la Figura 32.

Se destacó en punteado una frecuencia característica de la parte de mayor emisión del espectro (80 Hz) solo a los efectos de permitir una visualización y comparación de su grado de reducción al aplicar los diferentes filtros.



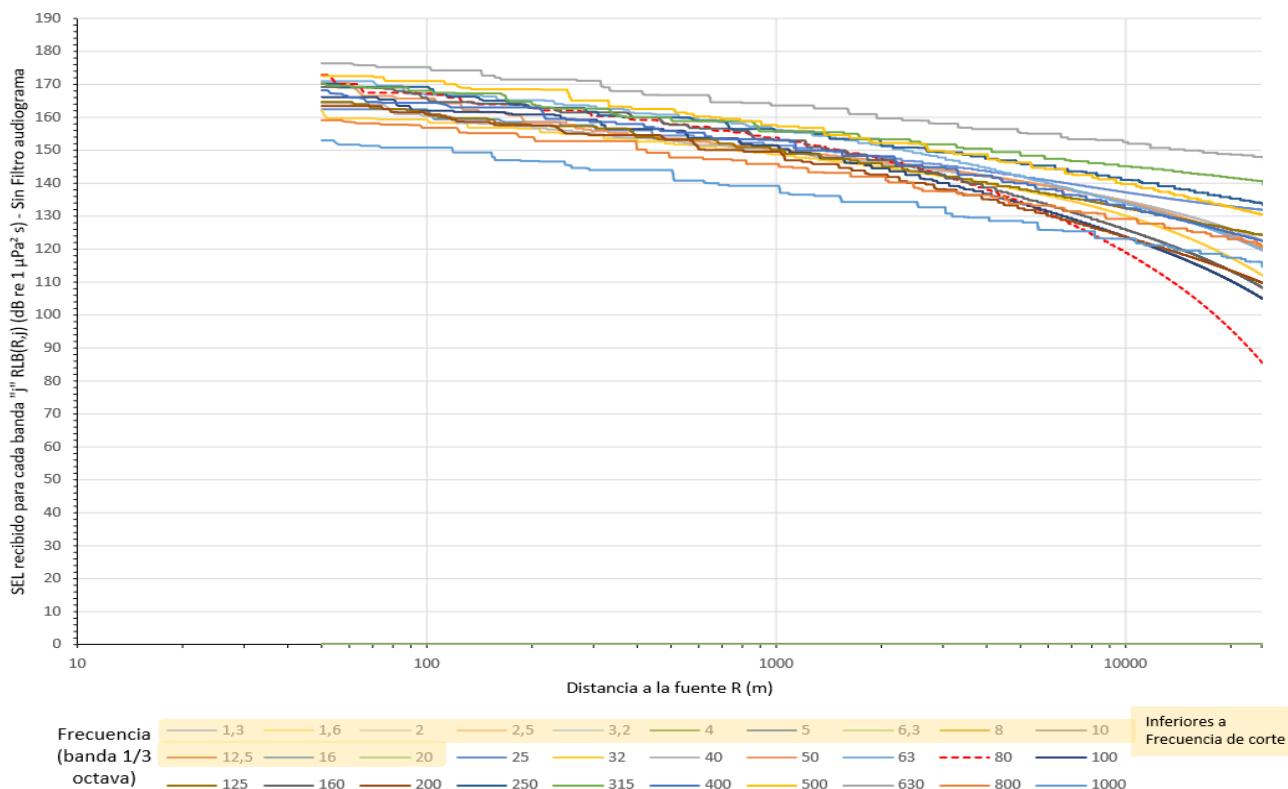


Figura 24. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 0° Dip 85°. Sin Filtro

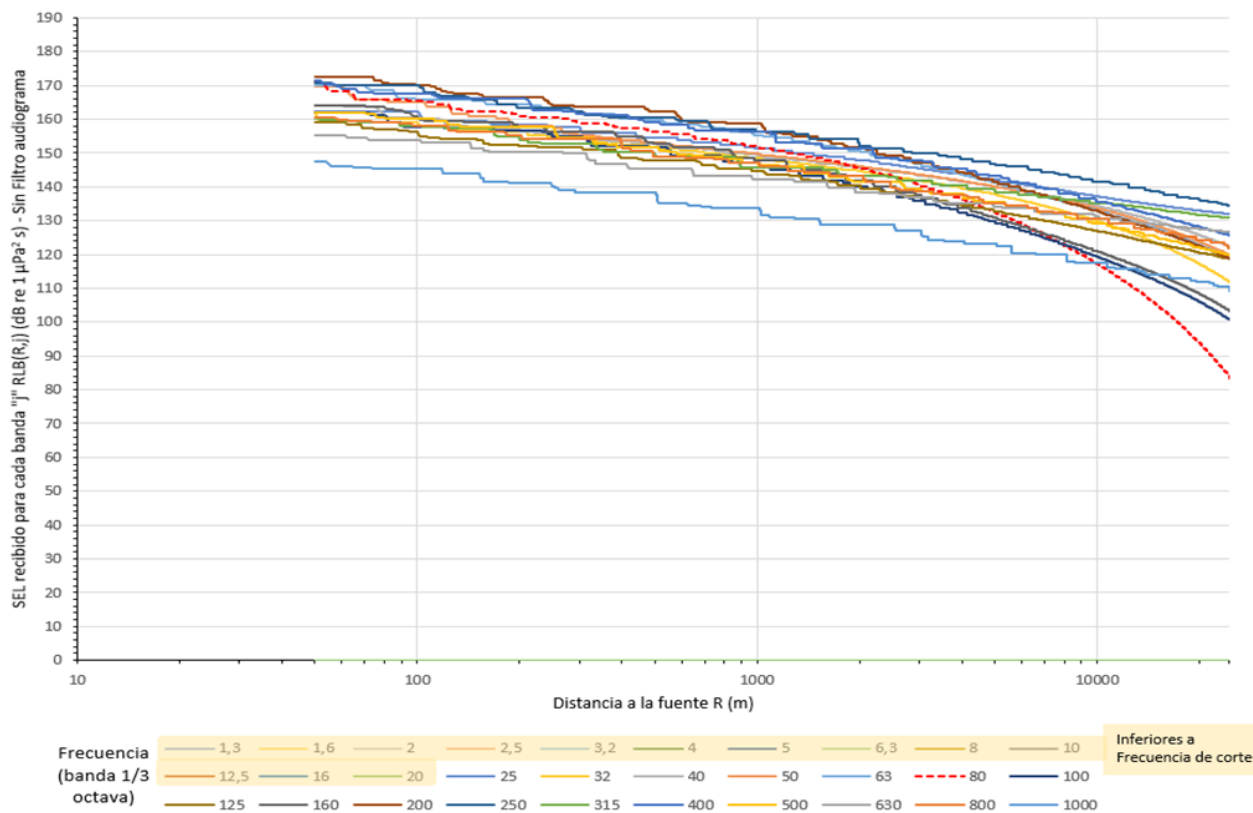


Figura 25. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 45° Dip 85°. Sin Filtro



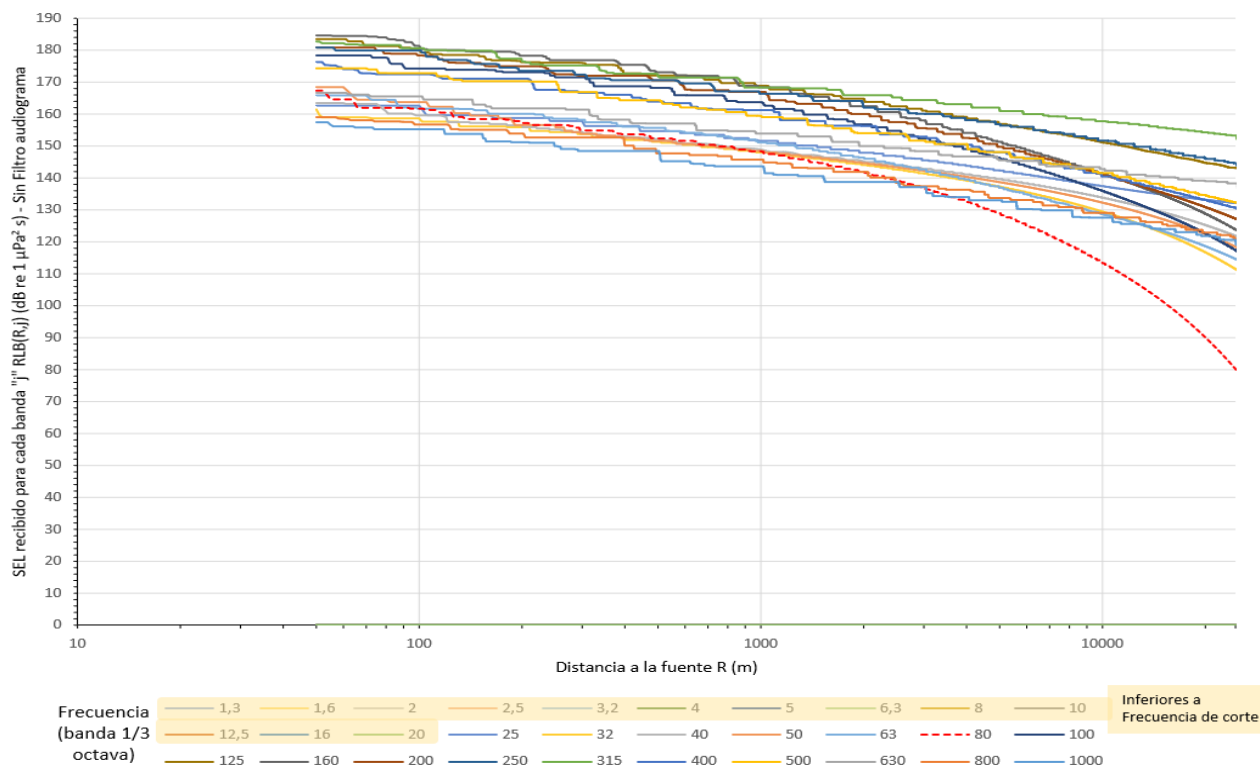


Figura 26. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 90° Dip 85°. Sin Filtro

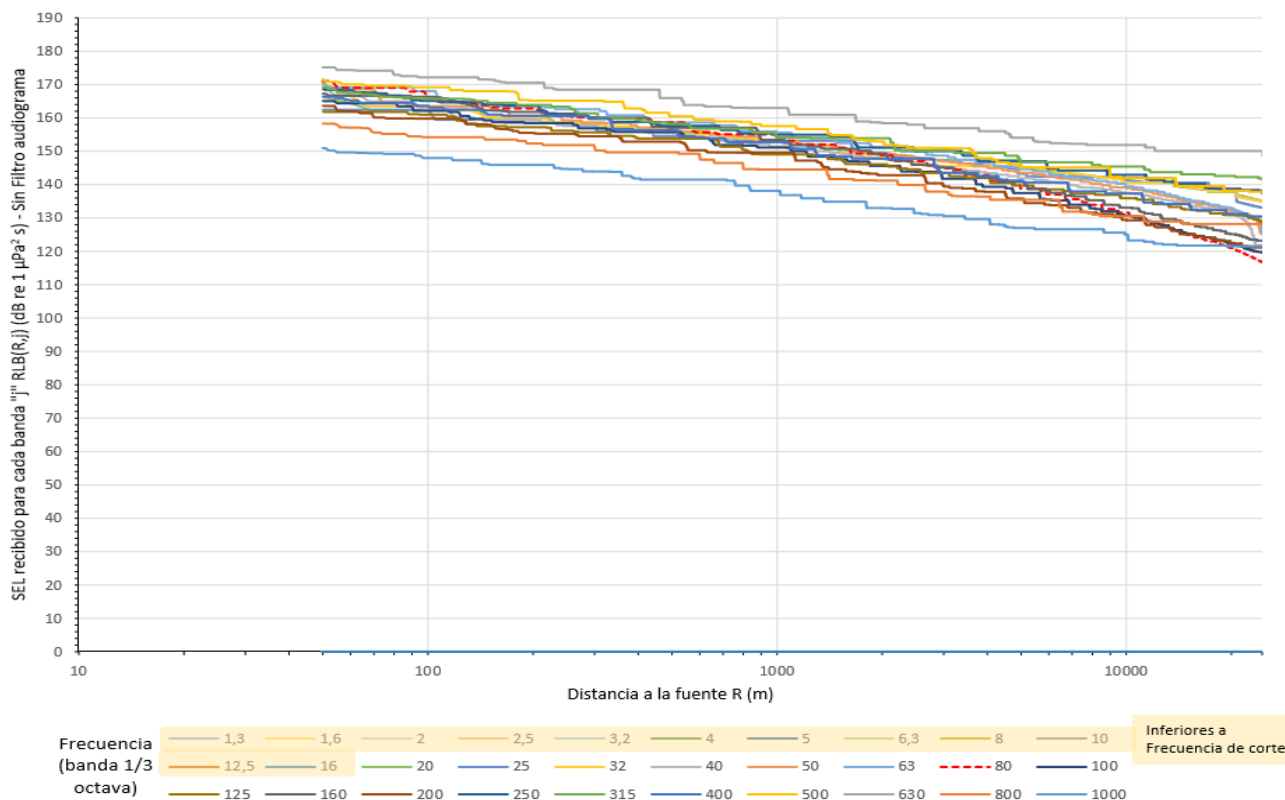


Figura 27. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 0° Dip 85°. Sin Filtro



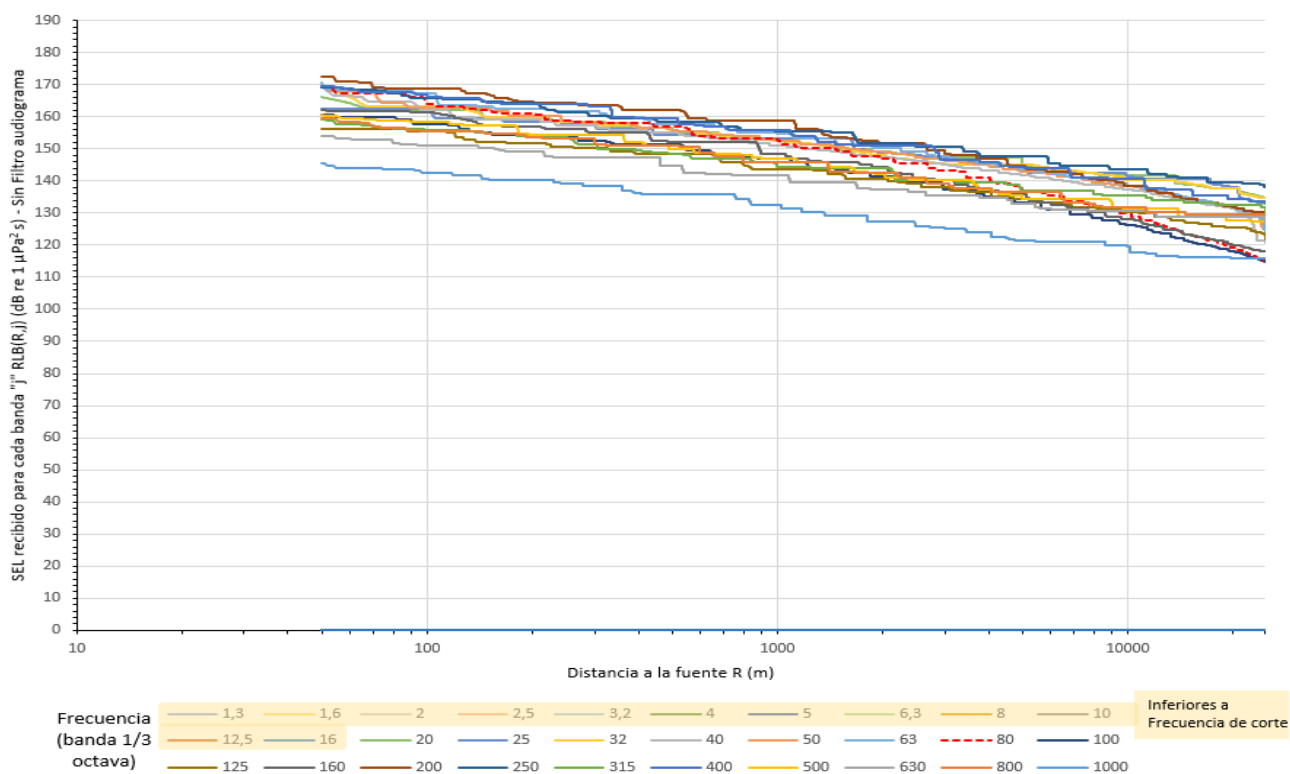


Figura 28. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 45° Dip 85°. Sin Filtro

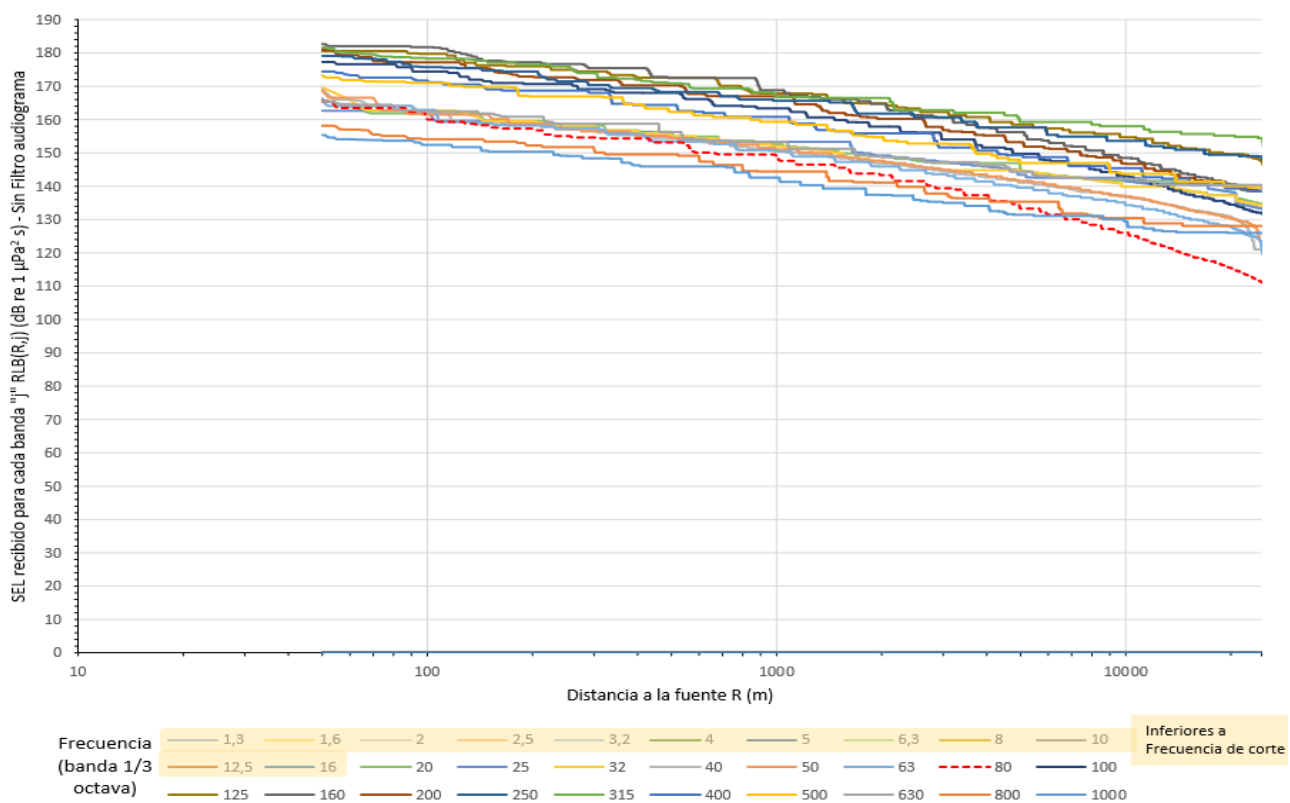


Figura 29. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad Variable (BV8). Azimut 90° Dip 85°. Sin Filtro



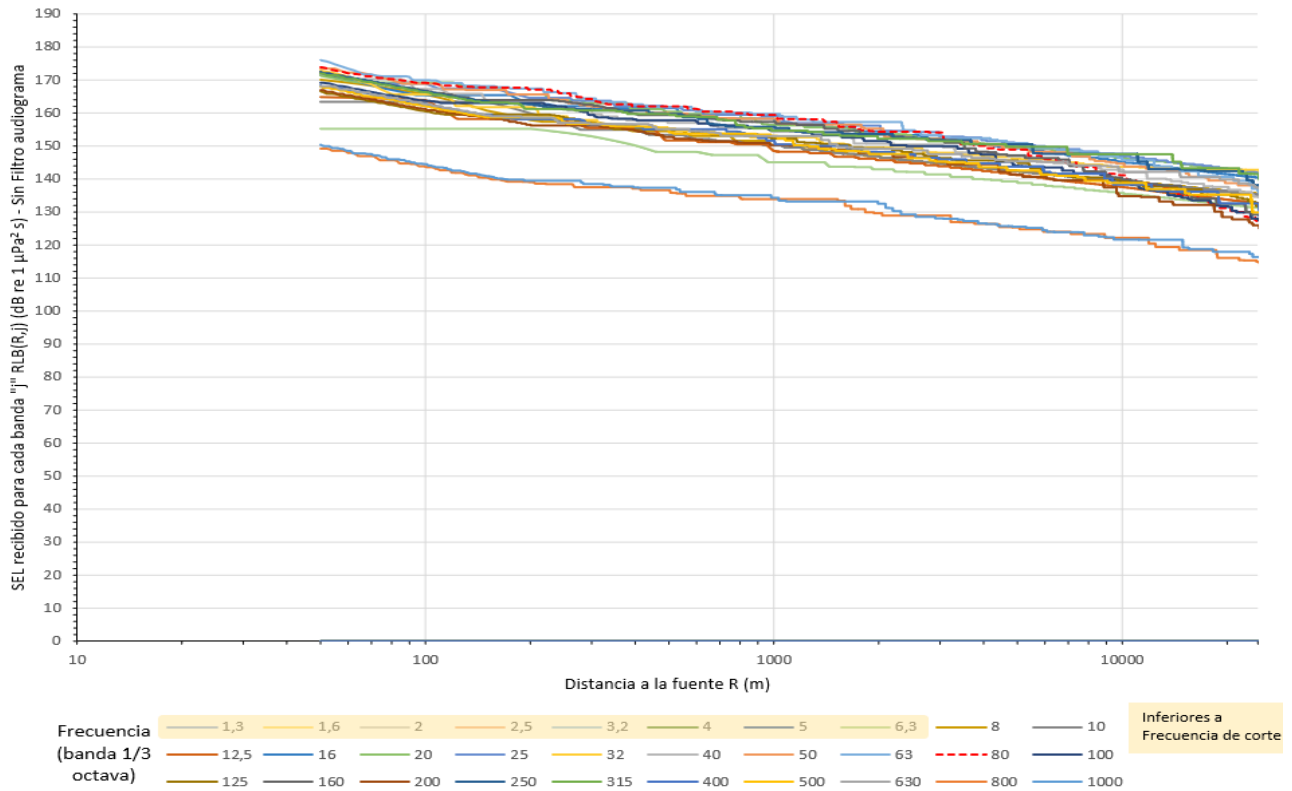


Figura 30. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 0° Dip 80°. Sin Filtro

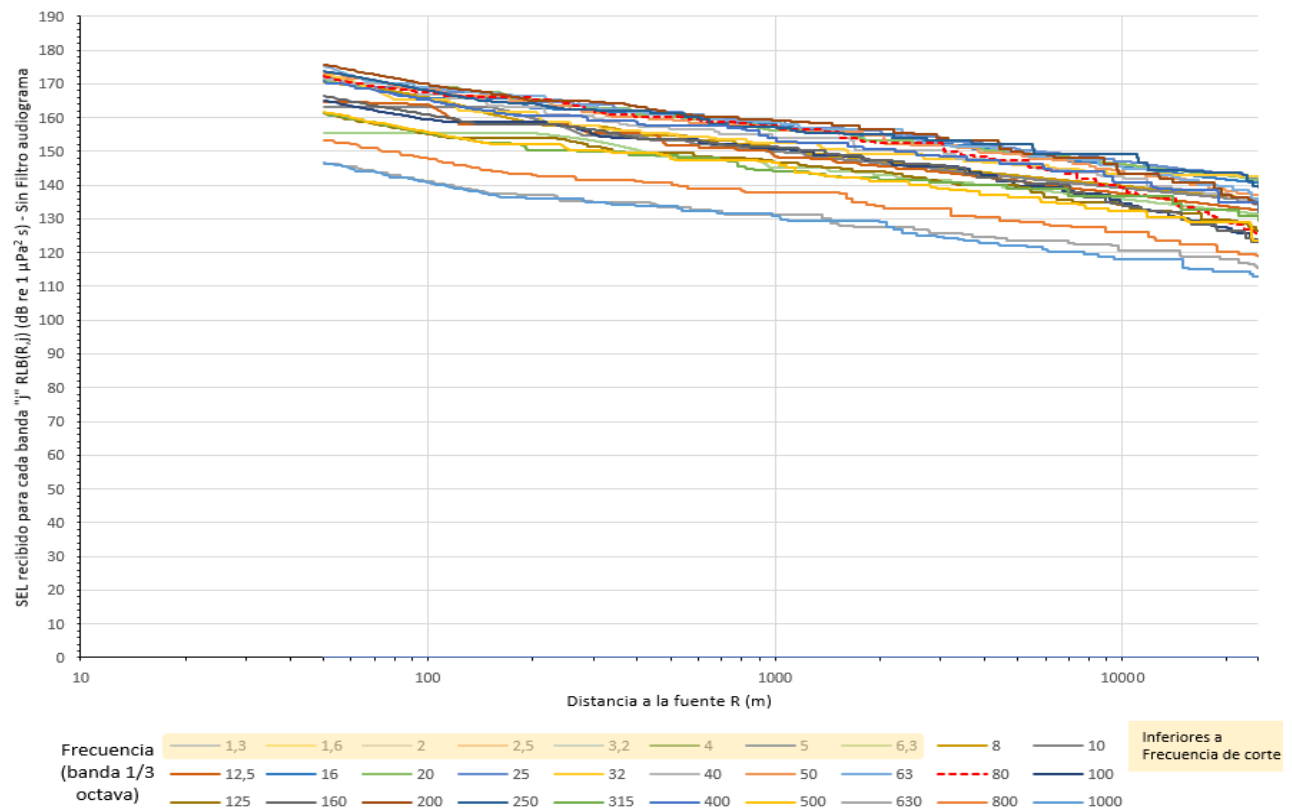


Figura 31. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 45° Dip 80°. Sin Filtro



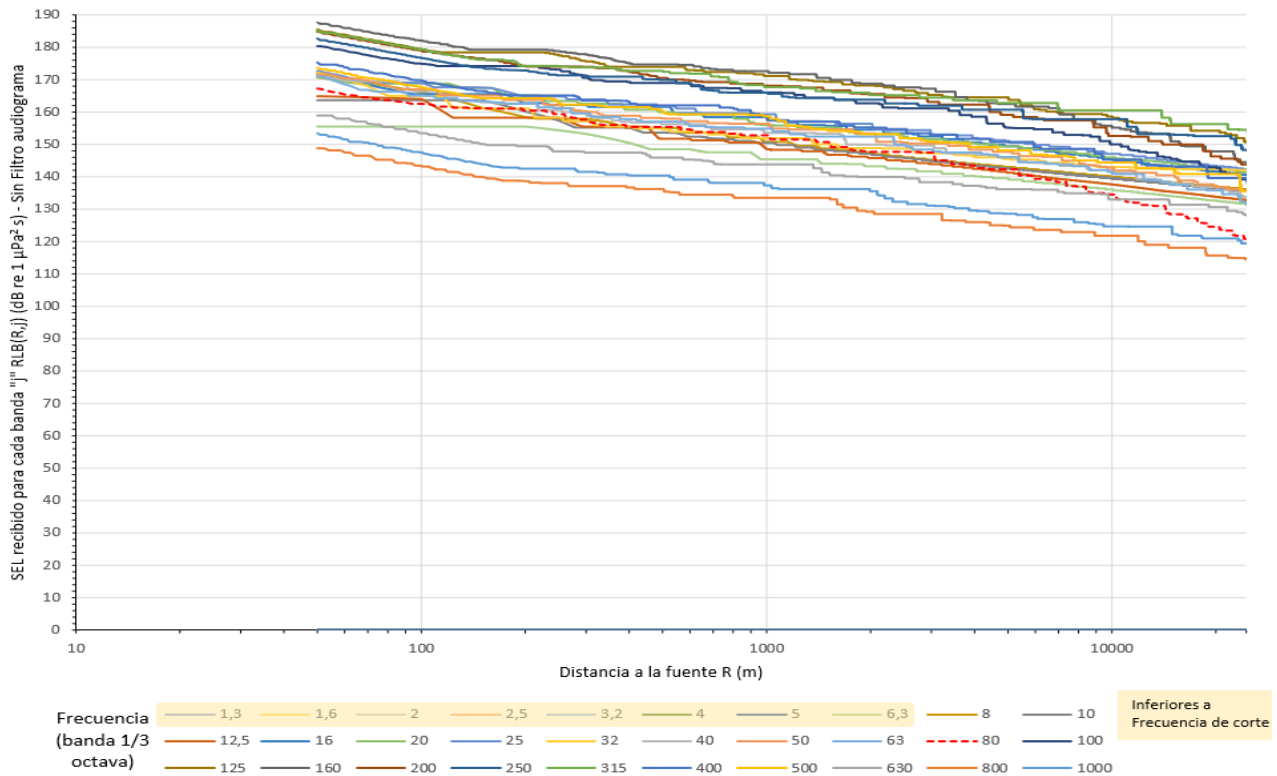


Figura 32. SEL recibido (RL) para cada banda. Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° Dip 80°. Sin Filtro

Al observar los gráficos precedentes, cabe recordar que los “escalones” y tramos con SEL constante que se visualizan para algunas frecuencias (especialmente las más bajas), se deben a que una oscilación en un punto “d” que disminuya el valor de $TL_{V,H}(d)$ en relación con los valores para distancias menores ($x < d$), implica que el valor de $TL_V(d)$ (mínimo) será igual a $TL_{V,H}(d)$ en un cierto tramo con $x < d$ (hasta que se produzca la siguiente oscilación con menor valor de $TL_{V,H}$), con lo cual el valor del SEL calculado se mantiene estable sin modificaciones en el mismo tramo (criterio conservativo).

Las contribuciones al SEL por parte de cada banda se suman en el dominio lineal y se vuelven a representar en el dominio logarítmico en decibeles, mediante la siguiente ecuación:

$$RL(SEL_{TOTAL}) = \log_{10} \left[\sum_{j=1}^N 10^{\frac{RL_B(j)}{10}} \right] \quad [8]$$

Donde:

N = número de bandas de 1/3 de octava.

Los resultados de $RL(SEL_{TOTAL})$ se presentan en las siguientes figuras, que incluyen el SEL total recibido para Dip 0° (el cual es independiente del Azimut) y en los casos de profundidad mínima uniforme y profundidad variable con el ángulo Dip 85° para Azimut 0° o para Azimut 90°, junto con la diferencia con el valor para Dip 0°. Para profundidad máxima se considera Dip 80°.

Esta diferencia es la que en realidad influye en la acumulación del SEL para cada distancia cuando se adopta un ángulo de emisión diferente del vertical.



Tal como se indicó en el Capítulo 4 se considera en general que los niveles sonoros emitidos verticalmente son como mínimo entre 15 y 24 dB mayores que aquellos dirigidos horizontalmente (Caldwell y otros, 2000). Según las condiciones de profundidad consideradas en la modelación, las diferencias medias en el caso sin filtro para Azimut 0° las diferencias entre la emisión vertical en un ángulo cercano al horizontal varían entre unos 14 y 17 dB, con máximos puntuales entre 17 y 21 dB. Para Azimut 90° en cambio, cuyas emisiones en general son mayores que para Azimut 0°, las diferencias medias varían entre unos 7 y 11 dB, con máximos puntuales entre 9 y 14 dB.

Considerando que el valor de SPL sin Filtro para Azimut 90° es el que finalmente será condicionante de las distancias de seguridad con respecto a la superación de los umbrales de PTS y TTS con esta métrica, estas condiciones implican que se está considerando una emisión horizontal conservativa y acorde a los valores citados en la bibliografía.

Las diferencias entre la emisión vertical y horizontal para los valores de SEL transmitido filtrado por audiogramas, son aún menores que para la condición sin filtro, variando en general entre valores medios de 11 a 15 dB para Azimut 0° y entre 3 y 7 dB para Azimut 90°, considerando el filtro LF, y valores menores para los demás audiogramas. Se considera por lo tanto, que estas condiciones son también adecuadamente conservativas para la evaluación de la acumulación del SEL, que es la otra métrica a ser considerada para la definición de las distancias de seguridad.

En el Anexo III se presentan los resultados para todos los casos analizados. A título ilustrativo, en la Figura 33 y la Figura 34 se presentan los resultados obtenidos en la condición sin filtro para B0, en la Figura 36 y la Figura 38 se presentan para BV8, y en la Figura 39 y la Figura 41 se presentan para BA.



Figura 33. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Dip 0° - Azimut 90° Dip 85° Sin Filtro



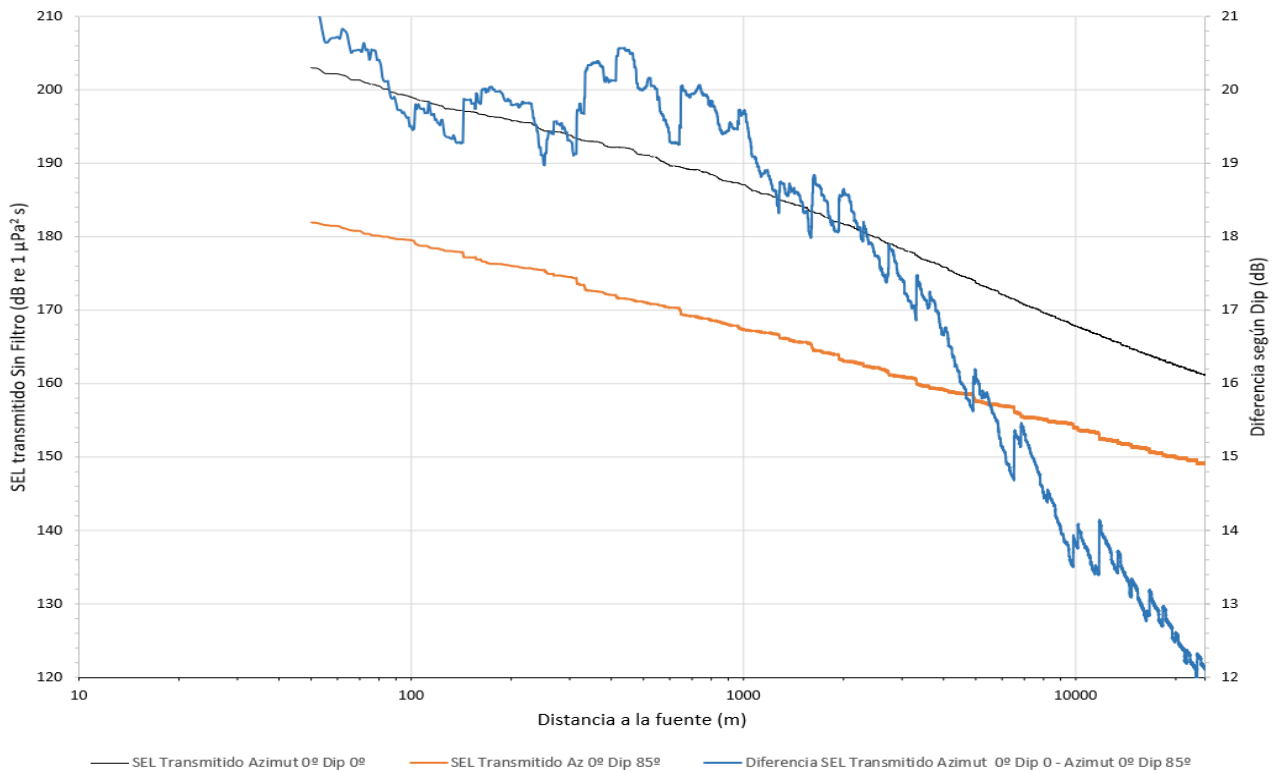


Figura 34. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 0° Dip 0°-85° Sin Filtro

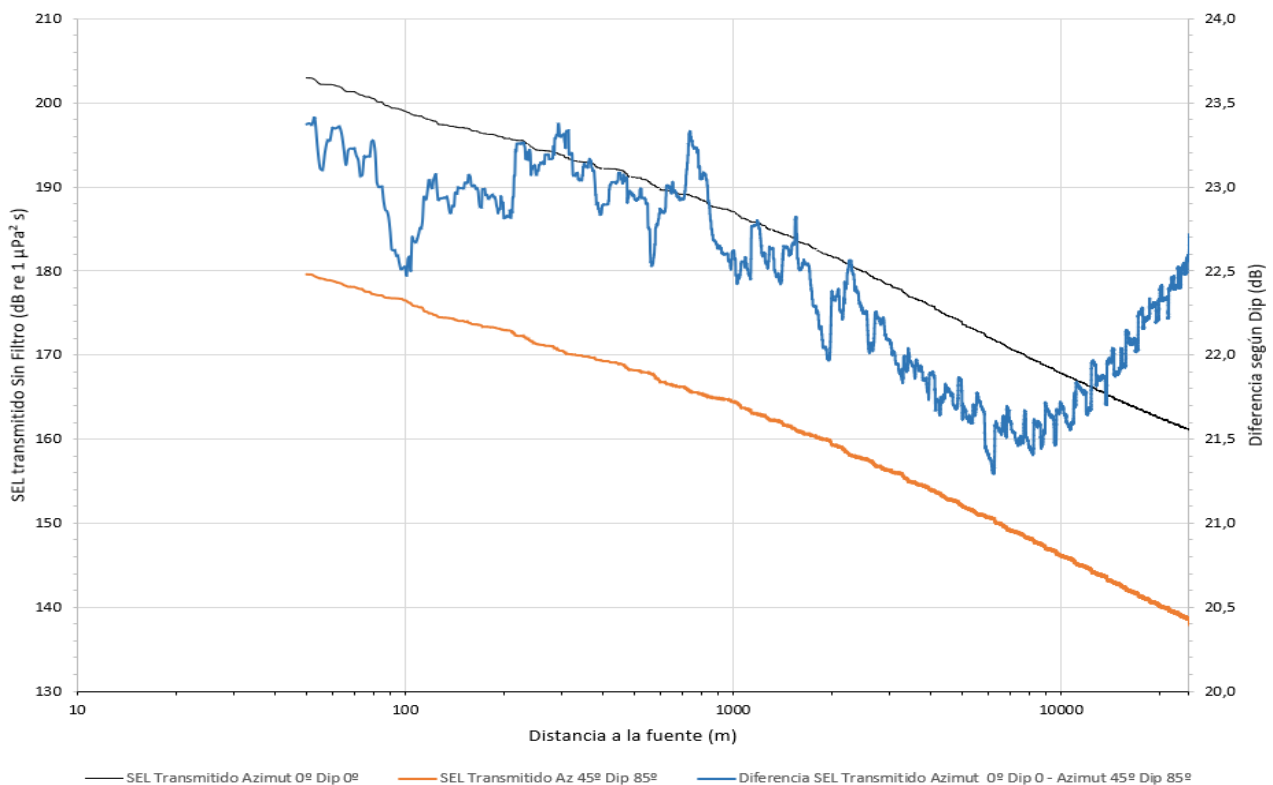


Figura 35. SEL recibido (RL). Profundidad mínima Uniforme (B0). Azimut 45° Dip 0°-85° Sin Filtro



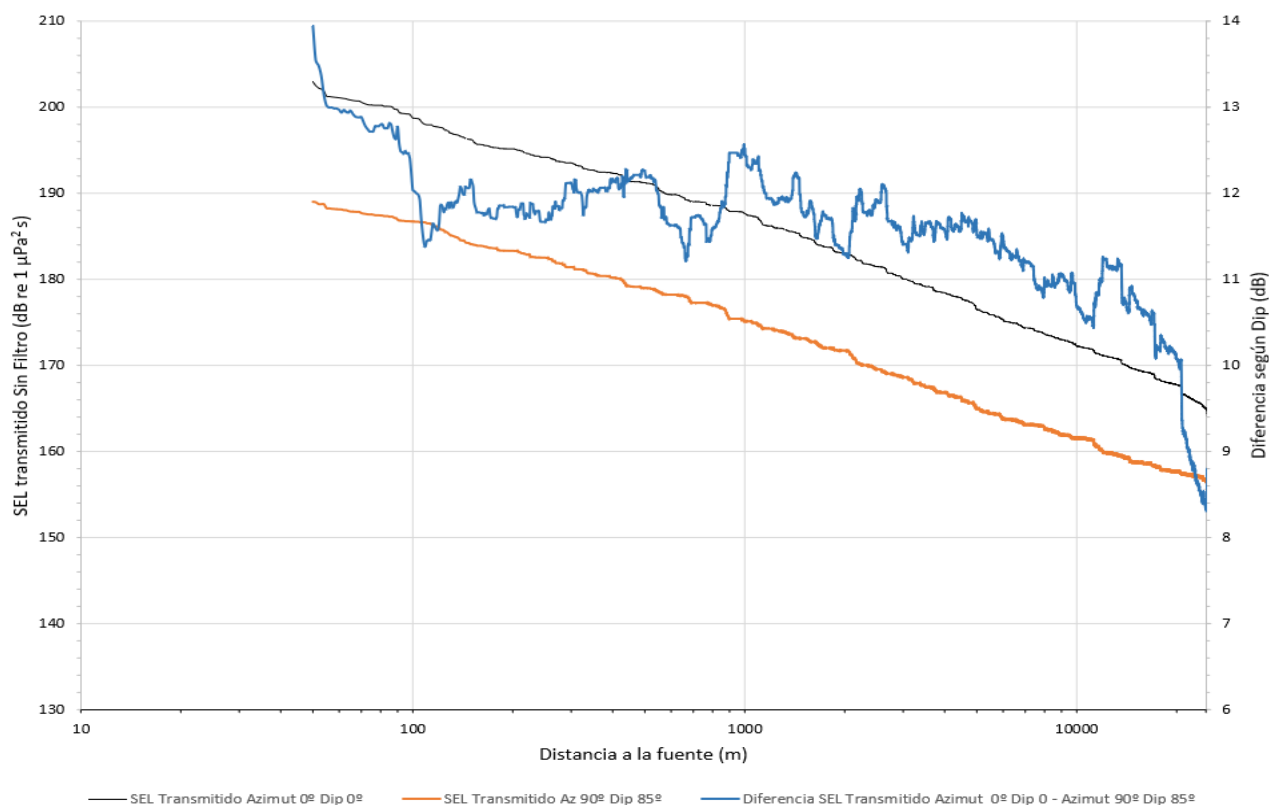


Figura 36. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Dip 0° - Azimut 90° Dip 85° Sin Filtro

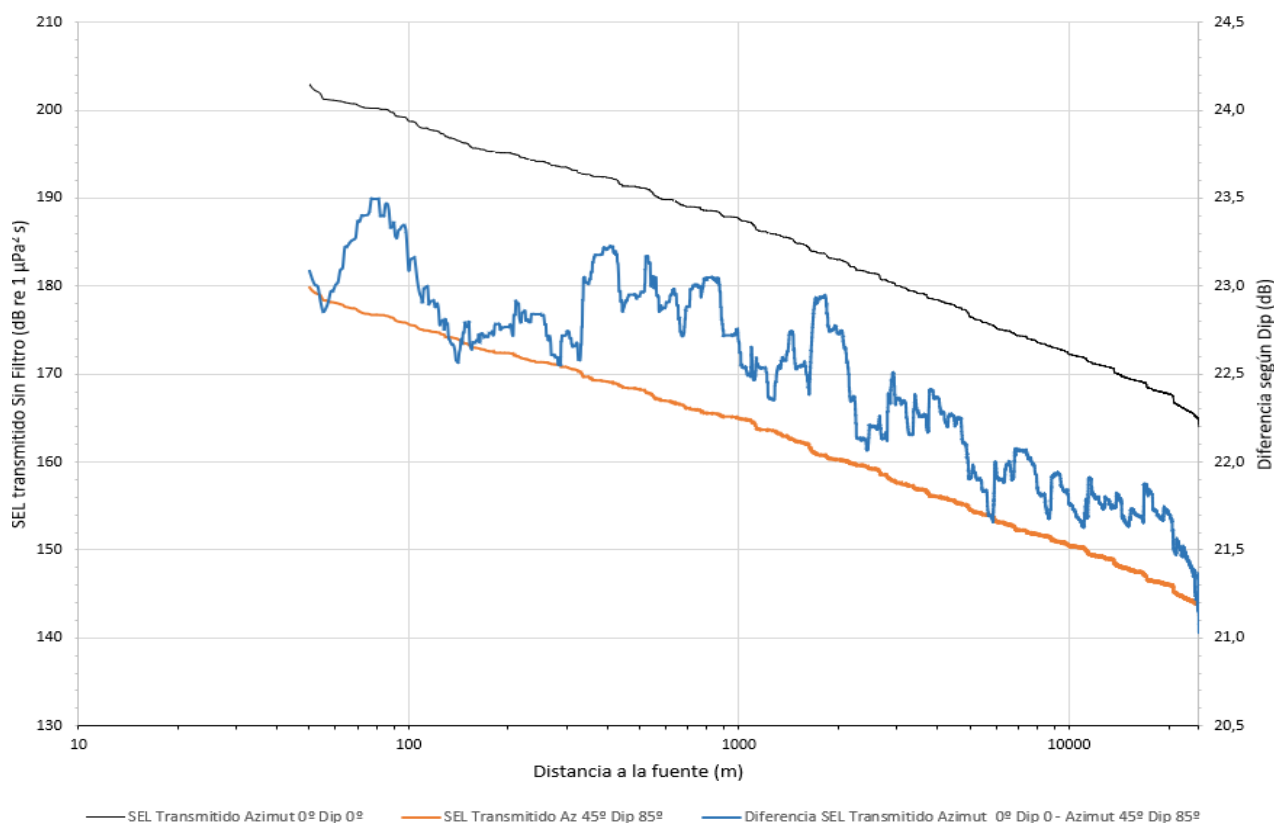


Figura 37. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Dip 0° - Azimut 45° Dip 85° Sin Filtro



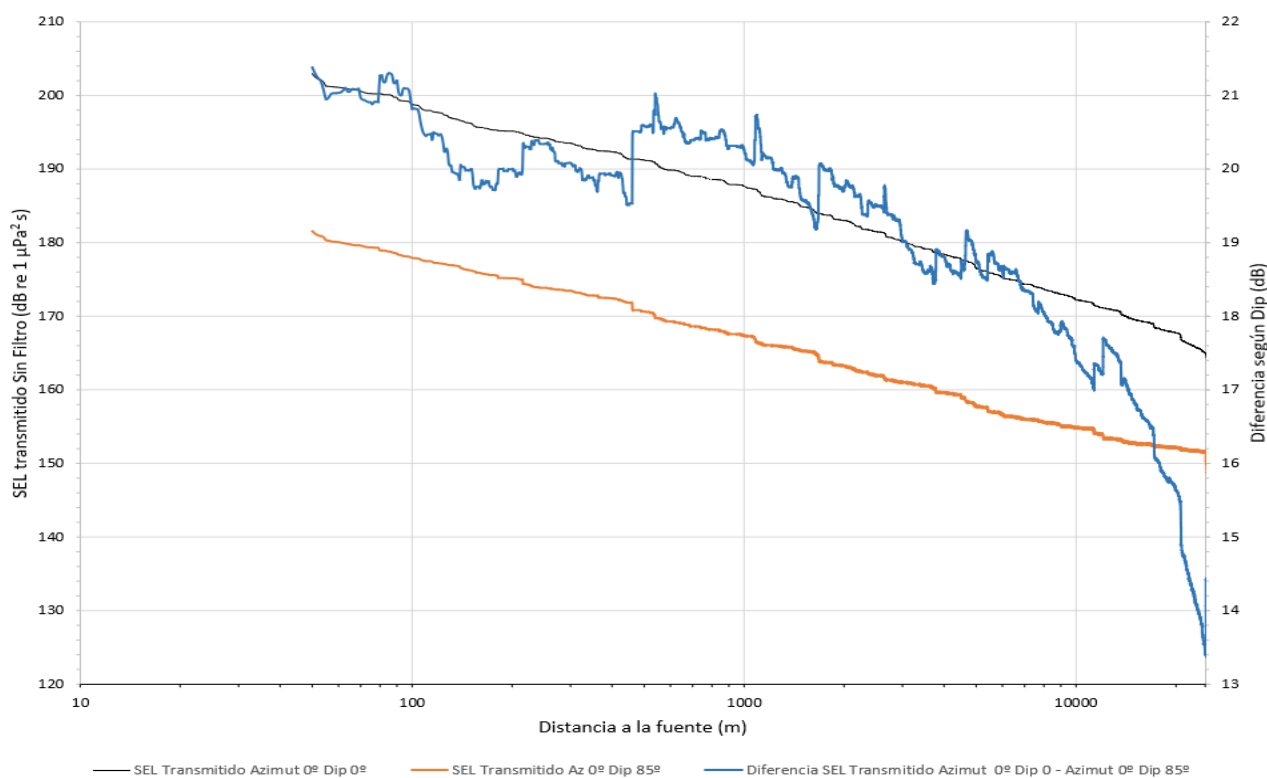


Figura 38. SEL recibido (RL). Profundidad Variable (BV8). Azimut 0° Dip 0°-85° Sin Filtro

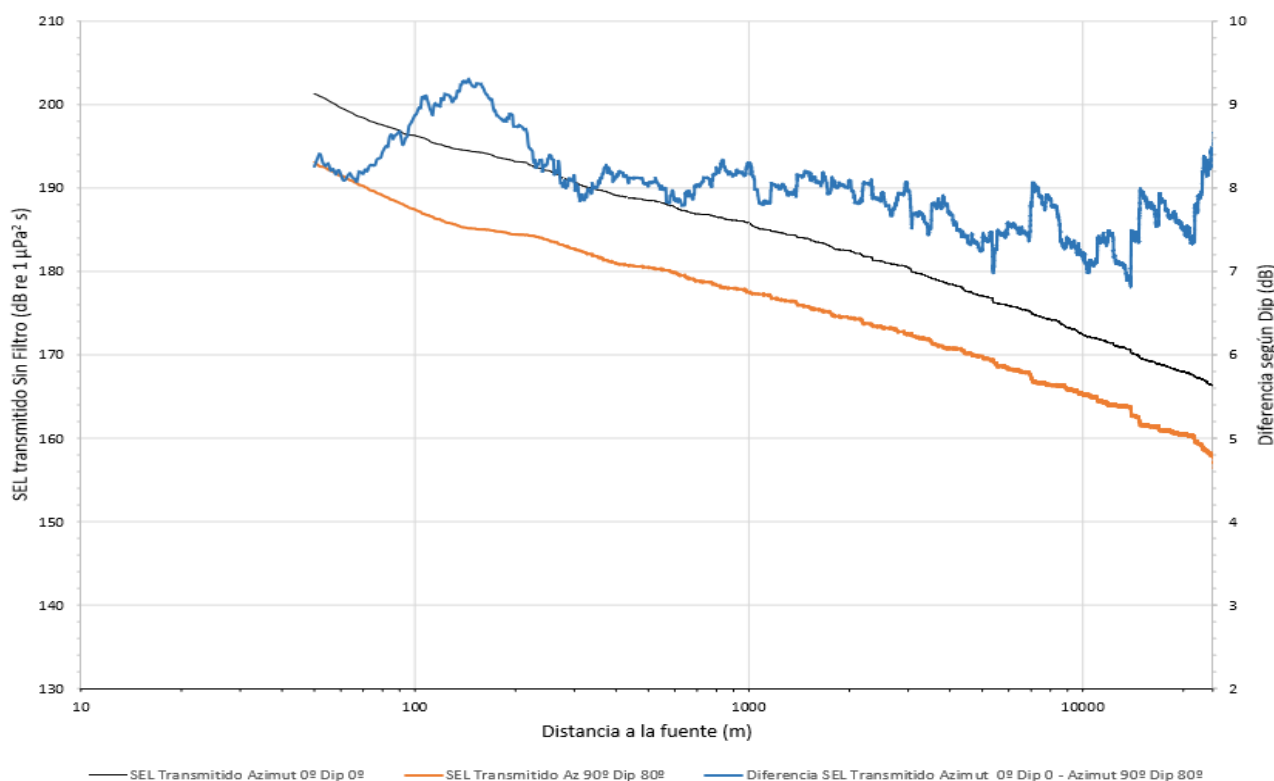
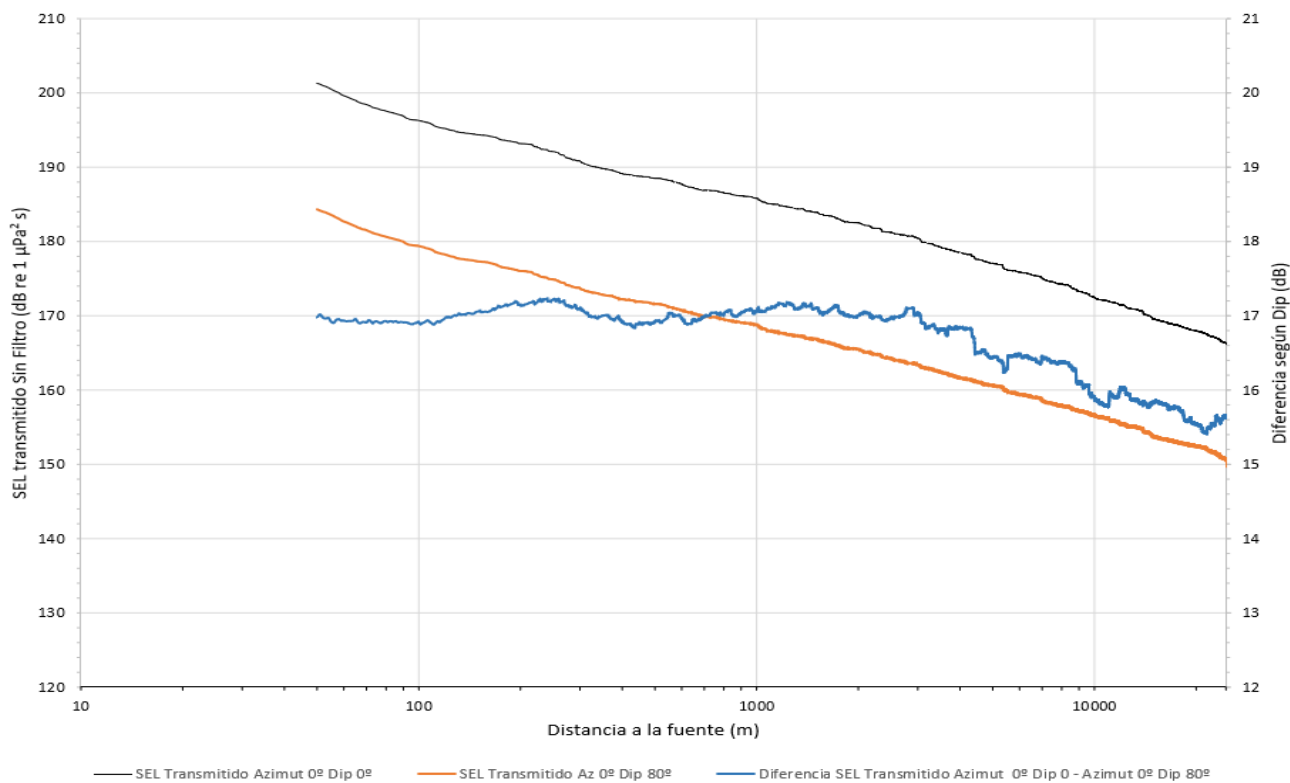
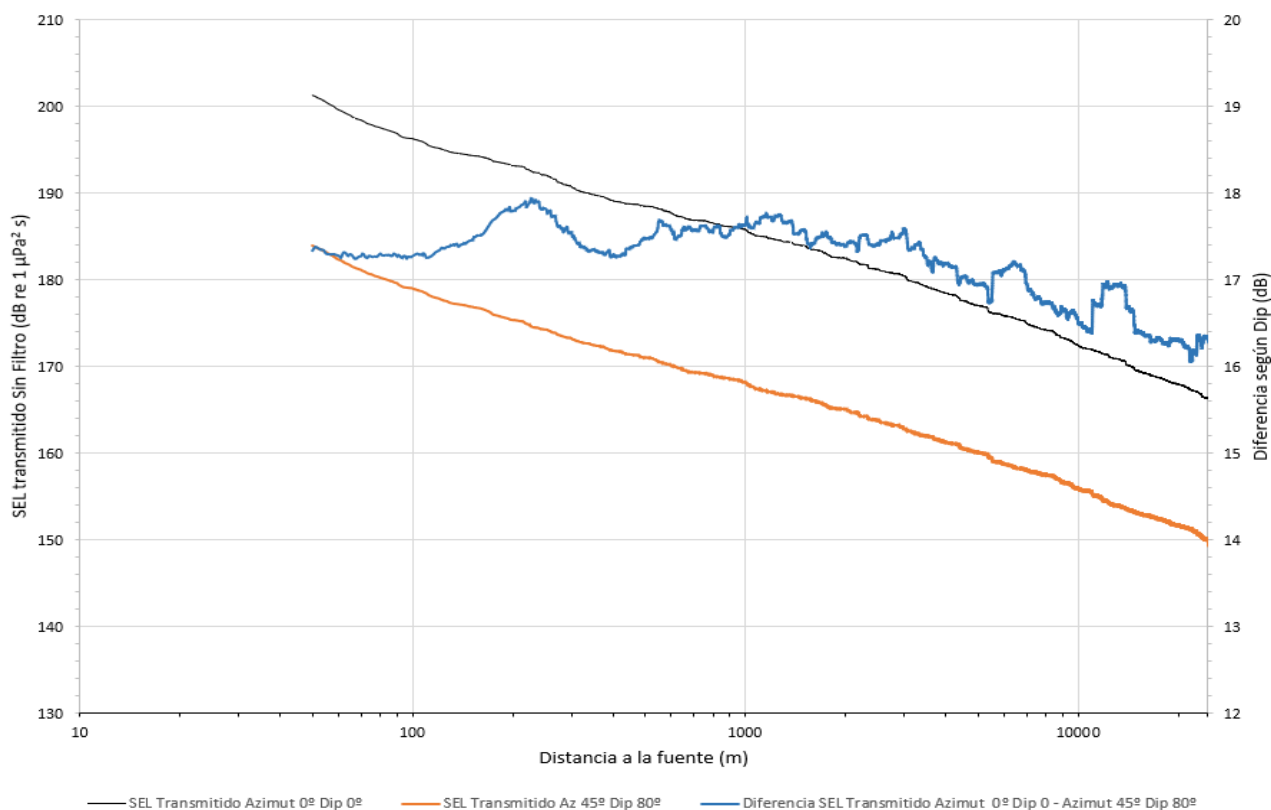


Figura 39. SEL recibido (RL). Profundidad máxima Uniforme (BA). Dip 0° - Azimut 90° Dip 80° Sin Filtro






6.10 EVALUACIÓN DE DISTANCIAS PARA ALCANZAR LOS UMBRALES DE SPL

A partir de los resultados de la propagación del SEL previamente presentados (valores de SEL recibido RL sin filtro), se estimaron los valores recibidos del SPL_{peak} en función de la distancia a la fuente de emisión, incrementando conservativamente en 24 dB el valor del SEL.

A los efectos prácticos y ante las irregularidades que presentan las soluciones del RAM para distancias cortas y frecuencias bajas, se realizó el análisis considerando una distancia mínima de 50 metros desde el “centro” virtual del arreglo emisor.

Los cálculos de distancias fueron efectuados para cada una de las condiciones del lecho previamente evaluadas en cuanto a la propagación del SEL. Los resultados obtenidos que se presentan en las tablas siguientes muestran que las diferentes hipótesis que pueden adoptarse sobre las profundidades tienen una influencia poco significativa en las distancias resultantes para cada grupo auditivo y especie.

Como conclusión, considerando la métrica SPL el resultado más conservativo para toda el área de prospección de la distancia para PTS – VHF, es el obtenido para la emisión con Azimut 90° (perpendicular a la dirección de avance del arreglo), en la zona de máxima profundidad analizada, que es del orden de 800 m, dado que en la dirección alineada con el avance del arreglo (Azimut 0°) y en la dirección transversal (Azimut 45°) la distancia obtenida es mucho menor que ésta.



Tabla 7. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad mínima Uniforme (B0).

		Azimut 0°	Azimut 45°	Azimut 90°
		Dip 85°	Dip 85°	Dip 85°
Grupo Auditivo	SPLpeak dB re 1 μPa	Distancia (m)	Distancia (m)	Distancia (m)
PTS - LF	219	<50	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50	<50
PTS - VHF	202	114	64	599
PTS - PW	218	<50	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria *	213	<50	<50	75
Peces CON vejiga natatoria *	207	<50	<50	236
TTS – LF	213	<50	<50	75
TTS – HF	224	<50	<50	<50
TTS – VHF	196	370	217	1708
TTS – PW	212	<50	<50	89
TTS – PO	226	<50	<50	<50

* Nivel de mortalidad, mortalidad potencial y de recuperación de peces

Tabla 8. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad Variable (BV8).

		Azimut 0°	Azimut 45°	Azimut 90°
		Dip 85°	Dip 85°	Dip 85°
Grupo Auditivo	SPLpeak dB re 1 μPa	Distancia (m)	Distancia (m)	Distancia (m)
PTS - LF	219	<50	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50	<50
PTS - VHF	202	91	55	554
PTS - PW	218	<50	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria *	213	<50	<50	50
Peces CON vejiga natatoria *	207	<50	<50	180
TTS – LF	213	<50	<50	50
TTS – HF	224	<50	<50	<50
TTS – VHF	196	381	182	1656
TTS – PW	212	<50	<50	55
TTS – PO	226	<50	<50	<50

* Nivel de mortalidad, mortalidad potencial y de recuperación de peces



Tabla 9. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Profundidad máxima Uniforme (BA).

Grupo Auditivo	SPLpeak dB re 1 μ Pa	Azimut 0°	Azimut 45°	Azimut 90°
		Dip 80°	Dip 80°	Dip 80°
		Distancia (m)	Distancia (m)	Distancia (m)
PTS - LF	219	<50	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50	<50
PTS - VHF	202	114	110	781
PTS - PW	218	<50	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria *	213	<50	<50	77
Peces CON vejiga natatoria *	207	56	54	263
TTS – LF	213	<50	<50	77
TTS – HF	224	<50	<50	<50
TTS – VHF	196	381	348	2973
TTS – PW	212	<50	<50	87
TTS – PO	226	<50	<50	<50

* Nivel de mortalidad, mortalidad potencial y de recuperación de peces

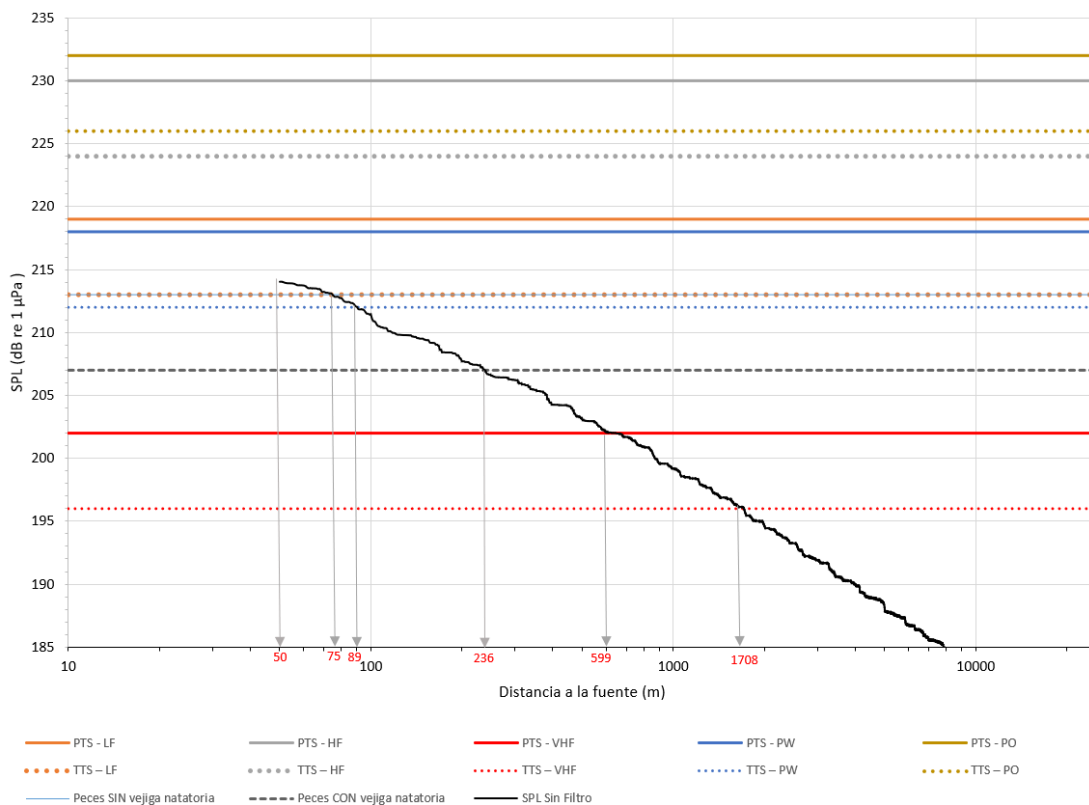


Figura 42. Ejemplo de comparación entre los valores de SPLpeakTOTAL y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad mínima Uniforme (B0)



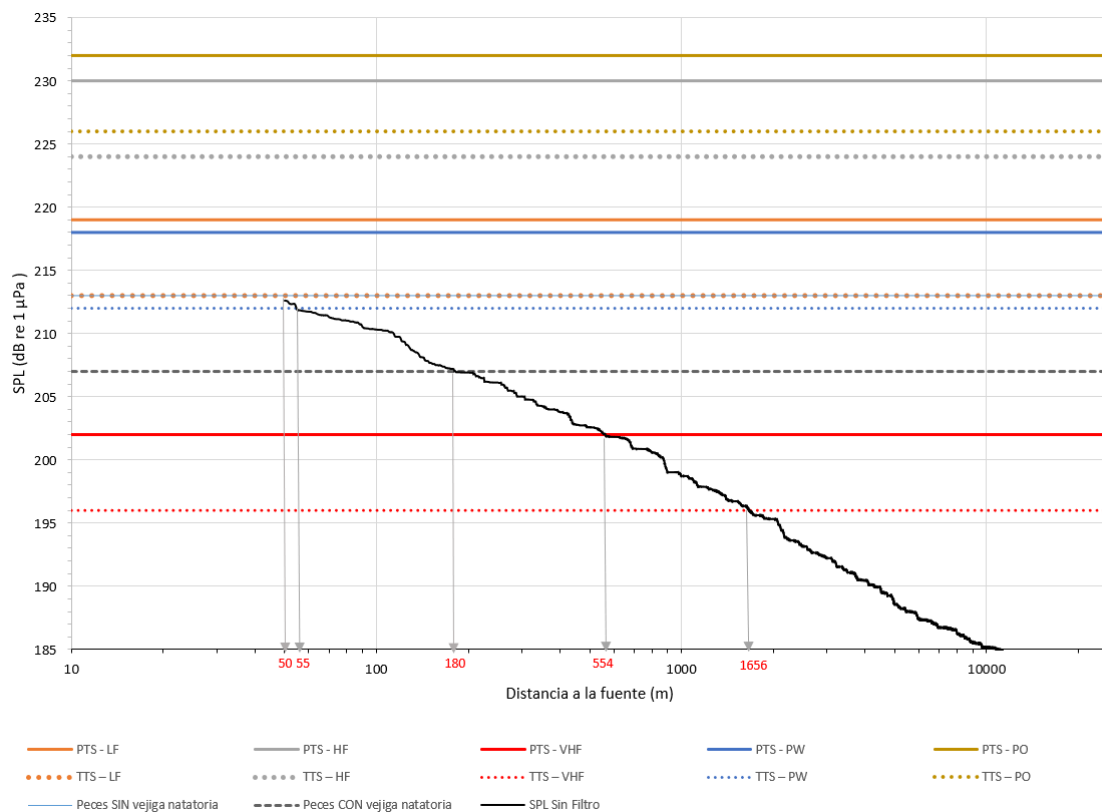


Figura 43. Comparación entre los valores de $SPL_{peakTOTAL}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad Variable (BV8)



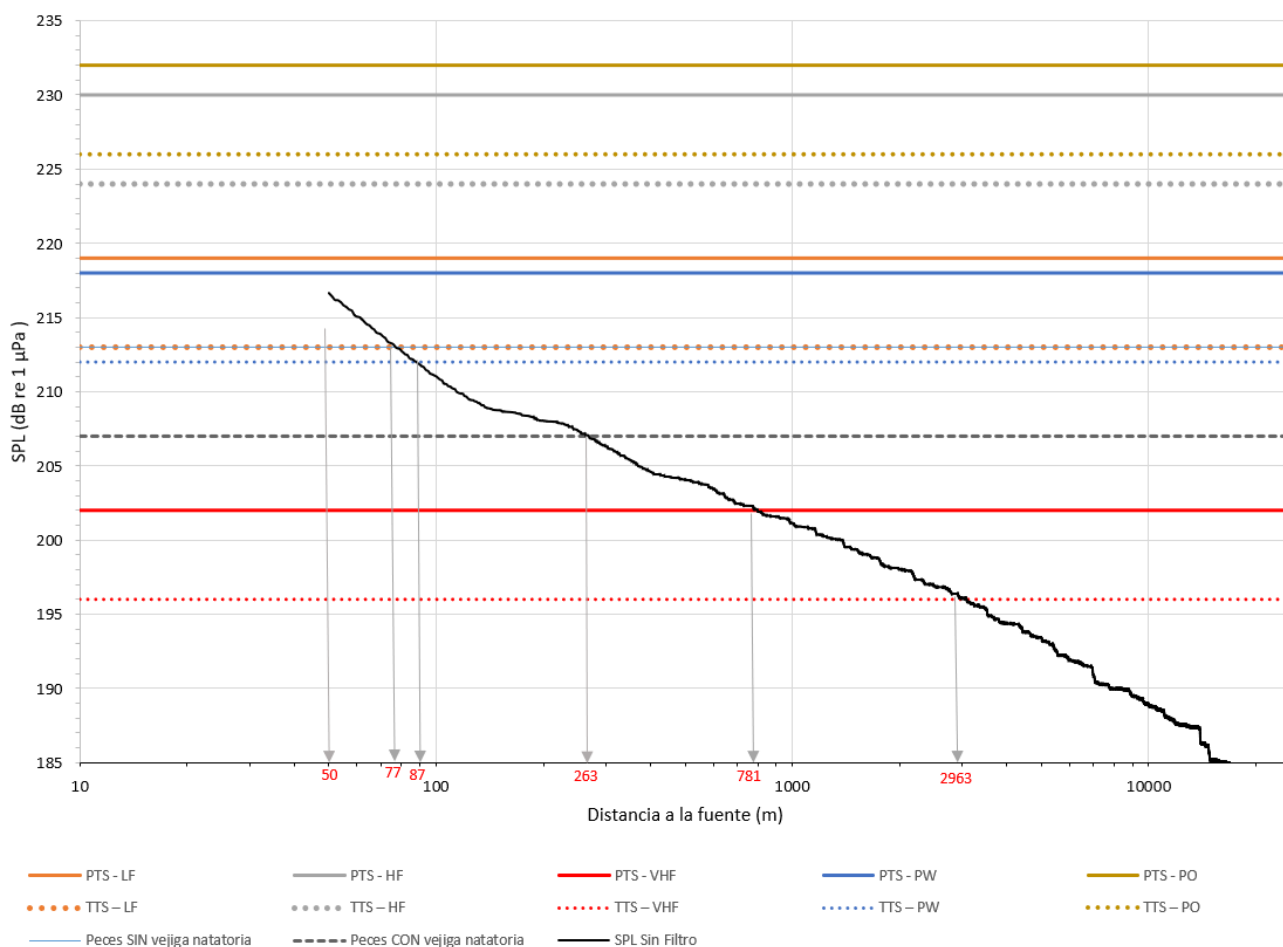


Figura 44. Comparación entre los valores de $SPL_{peakTOTAL}$ y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes, para el escenario de Profundidad máxima Uniforme (BA).

Para las secciones siguientes y el análisis del SEL acumulado (SEL_{cum}), se asumirá una distancia mínima de exclusión de mamíferos marinos para el inicio del aumento gradual de la emisión correspondiente a las medidas de mitigación igual a 1.000 m, el cual es el mínimo requerido por la normativa de aplicación, y es mayor que el valor de 800 m resultante del análisis para la métrica SPL.

La evaluación del SEL_{cum} estará orientada a verificar si esta distancia resulta suficiente para que no se produzca PTS en las diferentes especies de mamíferos marinos.

6.11 CÁLCULO DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN ACÚSTICA (SEL) ACUMULADO

El procedimiento para calcular la acumulación del SEL, que se suele denominar como “ SEL_{cum} ” en la bibliografía, consiste en ir sumando las contribuciones de cada emisión sísmica percibidas por el animal receptor del sonido, considerando la distancia al arreglo en la que se encuentra, el rango de profundidad en que se puede encontrar, la trayectoria de este, y su capacidad de percepción (audiograma).



En el presente estudio debido a la metodología adoptada para el cálculo del SEL, se considera el nivel más desfavorable que pueda presentarse a cualquier profundidad entre la superficie y el lecho, por lo que este criterio conservativo comprende cualquier evolución que el receptor haga en la dirección vertical.

Los valores individuales de SEL total que integran todas las bandas de energía ($RL(SEL_{TOTAL})$) para cada emisión de aire comprimido, se acumulan para todas las emisiones que se realicen durante el período de prospección que se haya considerado.

El valor de SEL recibido RL considerado es el ponderado por el audiograma correspondiente al grupo auditivo cuyo umbral de PTS o TTS se está evaluando. En el caso de los peces, se emplea en cambio el valor sin filtrar.

Para la acumulación del SEL se considera la prospección de una línea sísmica, dado que no se justifica la acumulación por 24 horas, debido al tiempo que es necesario para relevarla y hacer el giro para pasar a la siguiente línea, a la distancia de más de 6 km entre líneas sucesivas, y a la movilidad de los animales potencialmente expuestos.

Dado que la fuente sísmica se va alejando de los receptores, llega un punto en el cual ya no se acumula más SEL en forma significativa. Por lo tanto, la acumulación se realiza durante la duración necesaria para que el valor del SELcum alcance un valor máximo y se estabilice, lo cual suele suceder luego de una hora a una hora y media aproximadamente. Se han considerado el procedimiento de Aumento Gradual según Res. MAYDS 201/2021.

La información disponible sobre las posibles reacciones de los mamíferos marinos ante las emisiones sísmicas, muestran que realizan trayectorias de evitación, pudiendo sostener velocidades del orden de 4 m/s durante períodos de aproximadamente media hora, manteniendo luego velocidades en el entorno de 2 m/s.

Considerando los antecedentes disponibles se consideró que el receptor seguirá trayectorias con direcciones opuestas o perpendiculares a la dirección de avance del arreglo, de tal manera que lo alejen del punto de emisión.

A medida que el receptor se mueve con una velocidad V_R modificando su posición espacial según el ángulo de su trayectoria con respecto al avance del buque, se produce una emisión de energía sonora cada aproximadamente 5 segundos, con lo cual a una velocidad V_E de unos 2,5 m/s el arreglo habrá avanzado 12,5 metros en dirección X positiva. De esa manera, continuamente se va modificando la distancia "R" entre ambos y el Azimut del receptor con respecto a la posición instantánea del emisor.

El esquema geométrico de cálculo implementado para acumular el SEL durante el período de escape del receptor es el siguiente:



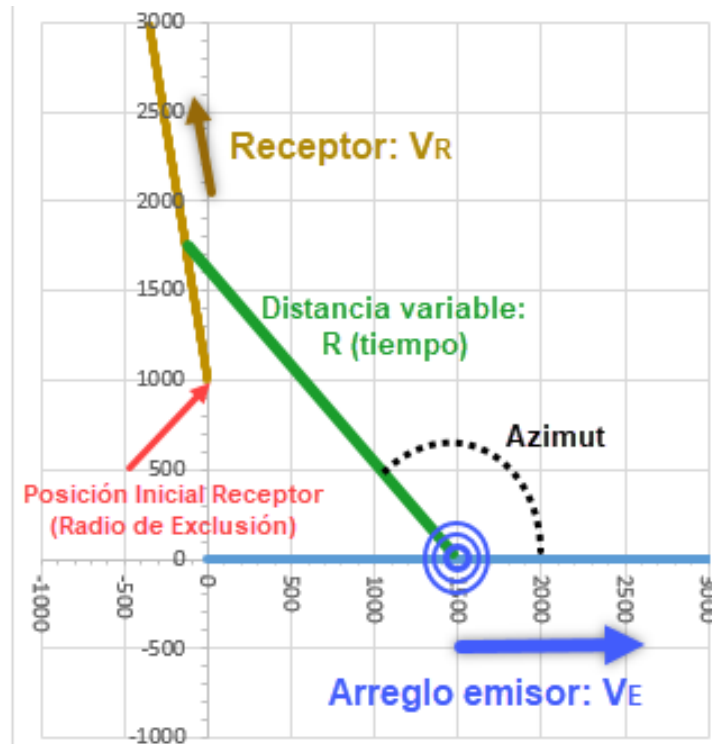


Figura 45. Esquema geométrico utilizado para el cálculo del SELcum

Los espectros de emisión para 45° y los cálculos precedentes de SPL muestran también que la energía emitida en ese azimut es inferior a la emitida para 90° .

Por esa razón, para adoptar una metodología que tenga en cuenta los diagramas polares de emisión, se realizó un análisis combinado, considerando no sólo la distancia entre emisor y receptor para acumular el SEL de cada disparo, sino el ángulo (Azimut) relativo definido en la Figura 45.

Al respecto, se analizaron dos posibilidades:

- Metodología de emisión Dual: Una metodología de cálculo muy conservativa consiste en adoptar el resultado para Azimut 90° si el ángulo está comprendido entre 60° y 120° (o los mismos valores negativos), y Azimut 0° en el resto de los ángulos (0° a 60° y 120° a 180°). Cabe destacar que esta consideración maximiza la emisión para Azimuts diferentes de 0° y 90° , puesto que para otros ángulos intermedios el SEL emitido para frecuencias superiores a unos 100 Hz es sistemáticamente inferior al emitido para los ángulos extremos considerados, como se ha visto previamente.



- b) Metodología de emisión interpolada: Una metodología también conservativa, en el sentido de considerar la emisión máxima que se da para Azimut 90° , pero que se considera más representativa de la realidad, consiste en interpolar el valor del SEL para cada emisión entre los valores correspondientes a 0° , 45° y 90° según el valor del azimut.

Con respecto a la duración del aumento gradual, para este análisis se analizó la influencia de considerar 20 o 40 minutos, en los límites del intervalo recomendado. Se concluyó que en esta zona de bajas profundidades, resulta necesario que la duración del aumento gradual sea mayor a 20 minutos, aunque la duración mínima difiere según sea el procedimiento de cálculo aplicado, de las dos variantes descriptas previamente.

Cuando se considera el procedimiento de aumento gradual, es posible especificar que al principio los tiempos para el encendido de cada combinación sean más lentos que al final del proceso. En primer lugar se ha considerado que cada paso del encendido de las fuentes modelado por Nucleus se realiza en el mismo intervalo de tiempo que el anterior. Sin embargo, aplicando la metodología de emisión Dual resulta que para no superar el valor de PTS para mamíferos tipo LF, es necesario que el proceso de aumento gradual sea más lento al principio, y más rápido al final, lo cual se representó considerando que en los primeros 25 minutos del arranque se alcance a la combinación 11, correspondiente a la emisión de fuentes hasta 540 cu.in. (8,85 lt.), mientras que en el resto de la duración del proceso se completen las combinaciones restantes hasta llegar a 2.010 cu.in. (32,94 lt.).

Empleando la metodología de emisión Interpolada entre 0° , 45° y 90° , para las condiciones de profundidad mínima uniforme (B0) y variable (BV8) la variación de la cantidad de fuentes en el tiempo no tiene esa restricción para obtener un valor de SELcum inferior al PTS para LF, la misma puede ser lineal (cada combinación se activa en el mismo tiempo), lo cual se ha denominado como “equiespaciado” en las tablas correspondientes.

Para la condición de profundidad máxima uniforme en cambio, fue necesario considerar una variación gradual más lenta, lo cual se representó considerando que en los primeros 20 minutos del aumento gradual se alcance a la combinación 10, correspondiente a la emisión de fuentes hasta 480 cu.in. (7,87 lt.), mientras que en el resto de la duración del proceso se completen las combinaciones restantes hasta llegar a 2.010 cu.in. (32,94 lt.). Con esta configuración se alcanzó una duración mínima del proceso de aumento gradual de 30 minutos, sin necesidad de asumir una velocidad inicial de escape de 4 m/s durante 30 minutos.

En primer lugar, y solamente para ilustrar el proceso de acumulación y la influencia de realizar, o no, el procedimiento de aumento gradual, se muestran los pasos de acumulación del SEL en el caso particular en que el animal receptor se encuentre a 1.000 m de distancia del centro del arreglo, ubicado inicialmente en la dirección opuesta al avance de este, y que se desplace con una velocidad de 2 m/s cuando se inicia el aumento gradual.

Se asume además que en este ejemplo ilustrativo el receptor se detiene al finalizar el aumento gradual (habiendo recorrido casi 5 km), dado que el arreglo se está alejando del mismo (la distancia al receptor es de casi 11 km) y el SEL recibido en cada emisión es bajo y cada vez menor.

El azimut del emisor es 0° y el del receptor es 180° durante todo el tiempo. La zona es la correspondiente a profundidad máxima (BA). Con todas estas hipótesis, se tienen los siguientes resultados:



La Figura 46 muestra la lenta progresión del SEL recibido durante el aumento gradual. Se puede visualizar un incremento brusco que se produce cada vez que se activa una combinación adicional de emisores, seguido de períodos de decaimiento durante los cuales el SEL recibido va descendiendo debido al incremento de la distancia R entre emisor y receptor. Al final del período de aumento gradual se alcanza el máximo de SEL recibido, y luego en cada emisión (cada 5 segundos) el SEL recibido va descendiendo mientras se incrementa la distancia R.

La Figura 47 ilustra el SEL acumulado que se obtiene sumando (en el dominio lineal) el SEL de cada una de las emisiones efectuadas, como se explicó previamente (ecuación [9]). El SELcum que en este caso más se acerca al valor de PTS es el correspondiente a mamíferos de grupo auditivo bajo (LF). Siendo PTS LF = 183 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$, el SELcum alcanza solamente 179,7 re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$, 3,3 dB más bajo. Esa acumulación incluye 172,8 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ que se acumulan durante el período de aumento gradual.

A modo de comparación para mostrar la influencia del aumento gradual, se calculó el SEL recibido y acumulado para la hipótesis teórica en que no se efectuara esa medida de mitigación. La Figura 48 ilustra como sería el SEL recibido durante esos 40 minutos, pudiéndose apreciar como desciende sistemáticamente desde un valor máximo que se tendría si, con el receptor a una distancia de 1.000 metros del emisor, se comenzara a emitir sonido con la máxima potencia.

A su vez, la Figura 49 muestra el SEL acumulado bajo esa hipótesis, que alcanzaría un total de 183,7 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$, es decir, 4 dB mayor que con el aumento gradual. En este ejemplo se supera el valor de PTS LF, y queda claro que la mayor acumulación de SEL durante el período correspondiente al aumento gradual si se emitiera a plena potencia (que alcanza 182,0 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$), termina provocando un mayor SEL total acumulado, por lo que una situación que con el aumento gradual no provocaría superación del PTS, podría superarlo si el aumento gradual hipotéticamente no se efectuara.

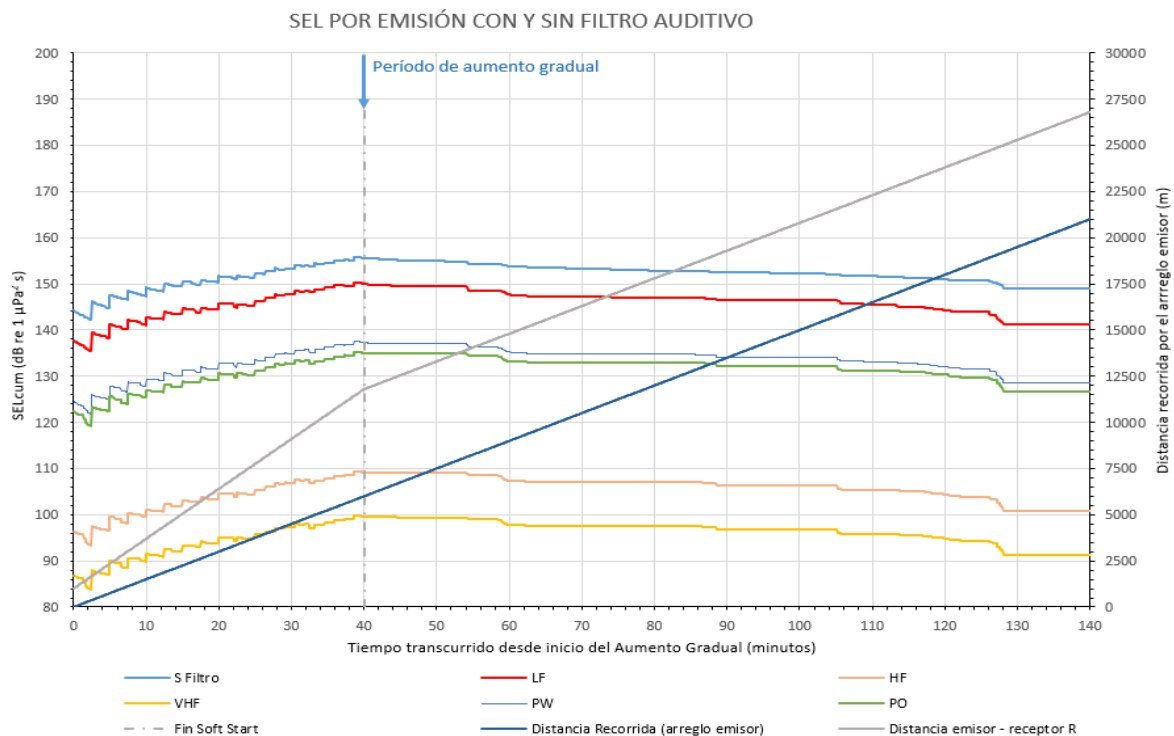


Figura 46. SEL recibido por cada emisión. Aumento Gradual 40 minutos. Azimut movimiento del receptor 180° a 2 m/s durante el Aumento Gradual únicamente. Profundidad máxima (BA)



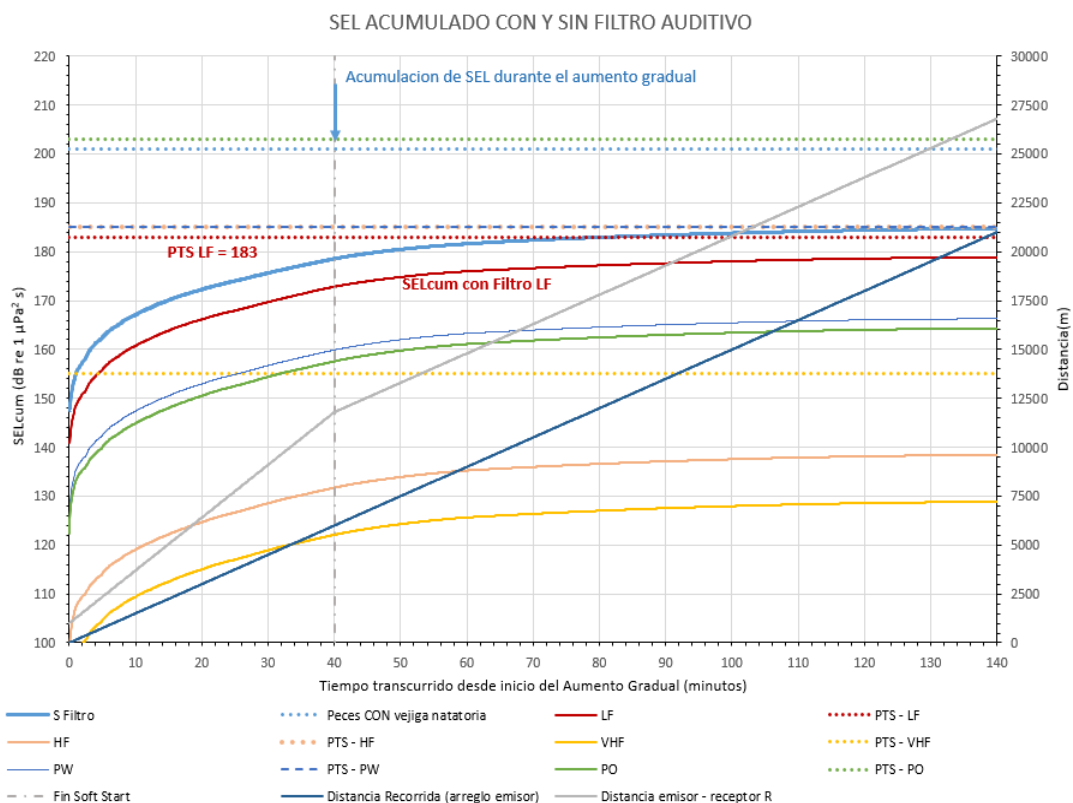


Figura 47. SEL acumulado. Aumento Gradual 40 minutos. Azimut movimiento del receptor 180° a 2 m/s durante el Aumento Gradual únicamente. Profundidad máxima (BA)

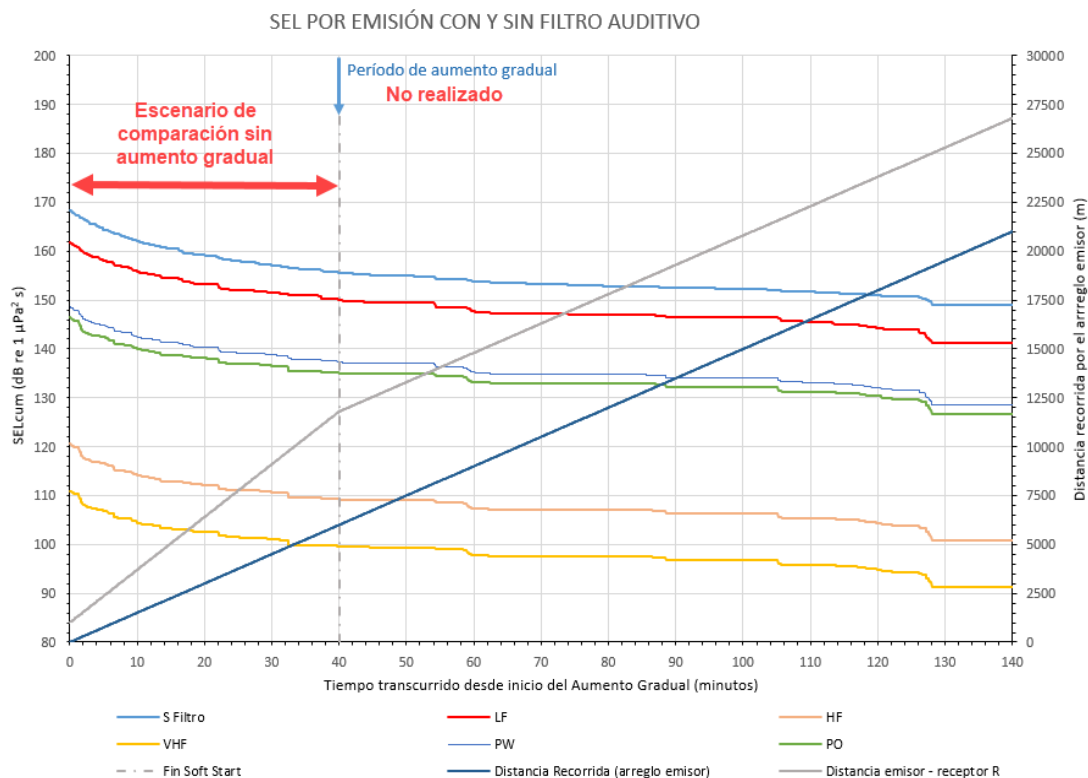


Figura 48. SEL recibido por cada emisión. Simulación de comparación SIN Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 180° a 2 m/s durante 40 minutos. Profundidad máxima (BA)



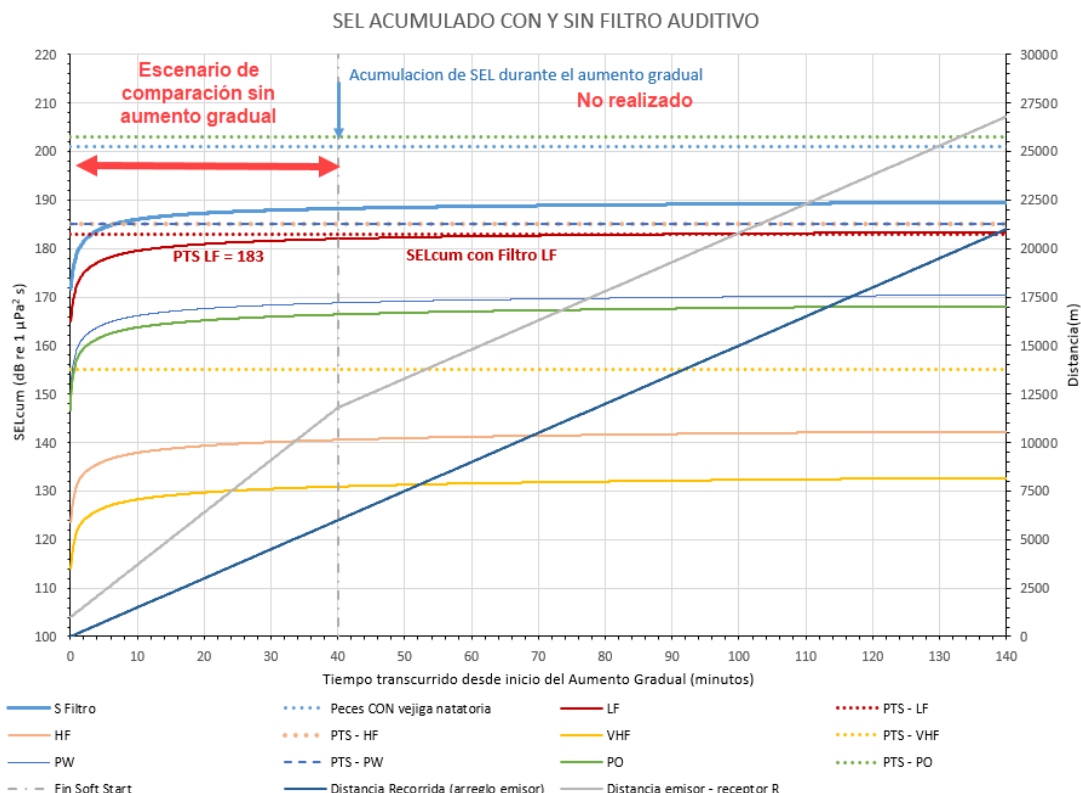


Figura 49. SEL acumulado. Simulación de comparación SIN Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 180° a 2 m/s durante 40 minutos. Profundidad máxima (BA)

6.11.1 CÁLCULO DEL SEL ACUMULADO METODOLOGÍA DE EMISIÓN DUAL

Para evaluar si la distancia de exclusión de 1.000 m surgida de la métrica SPL es suficiente para que no se supere el PTS para la métrica SELcum, se plantearon y analizaron diversos escenarios de interrelación entre el arreglo emisor y el receptor. Los escenarios más desfavorables planteados son los siguientes:

- E1: el receptor se encuentra justo en la línea de avance del arreglo al principio del aumento gradual ($X_R = 1.000$ m, $Y_R = 0$ m), y escapa perpendicularmente a la dirección de avance del arreglo (90°).
- E2: el receptor se encuentra en un punto perpendicular a la línea de avance del arreglo al principio del aumento gradual ($X_R = 0$ m, $Y_R = 1.000$ m), y escapa perpendicularmente a la dirección de avance del arreglo (90°).

Se consideró en ambos casos que la velocidad inicial es de 4 m/s durante 30 minutos, y de 2 m/s posteriormente, tal como se ha observado de acuerdo con los antecedentes citados en el Capítulo 7. Se consideró también un aumento gradual lento, alcanzándose la combinación 11 de las 22 que conforman el proceso en un lapso superior a la mitad de la duración de todo el proceso, el cual se indica en cada caso. Con estas hipótesis el SELcum obtenido no supera los valores de PTS para ninguno de los grupos auditivos, como se muestra a continuación.



Cualquier ángulo de escape en dirección contraria al avance del arreglo ($>90^\circ$) genera un SELcum menor al obtenido con las hipótesis previas. Si bien hay también un rango de ángulos de escape en dirección al avance del arreglo ($<90^\circ$) para los cuales no se supera el PTS LF (que es la condición más restrictiva), no se considera realista que el receptor mantenga esas trayectorias durante un tiempo prolongado, dado el comportamiento evasivo de los mamíferos marinos. Las figuras siguientes ilustran la acumulación del SEL para las diferentes condiciones ensayadas.

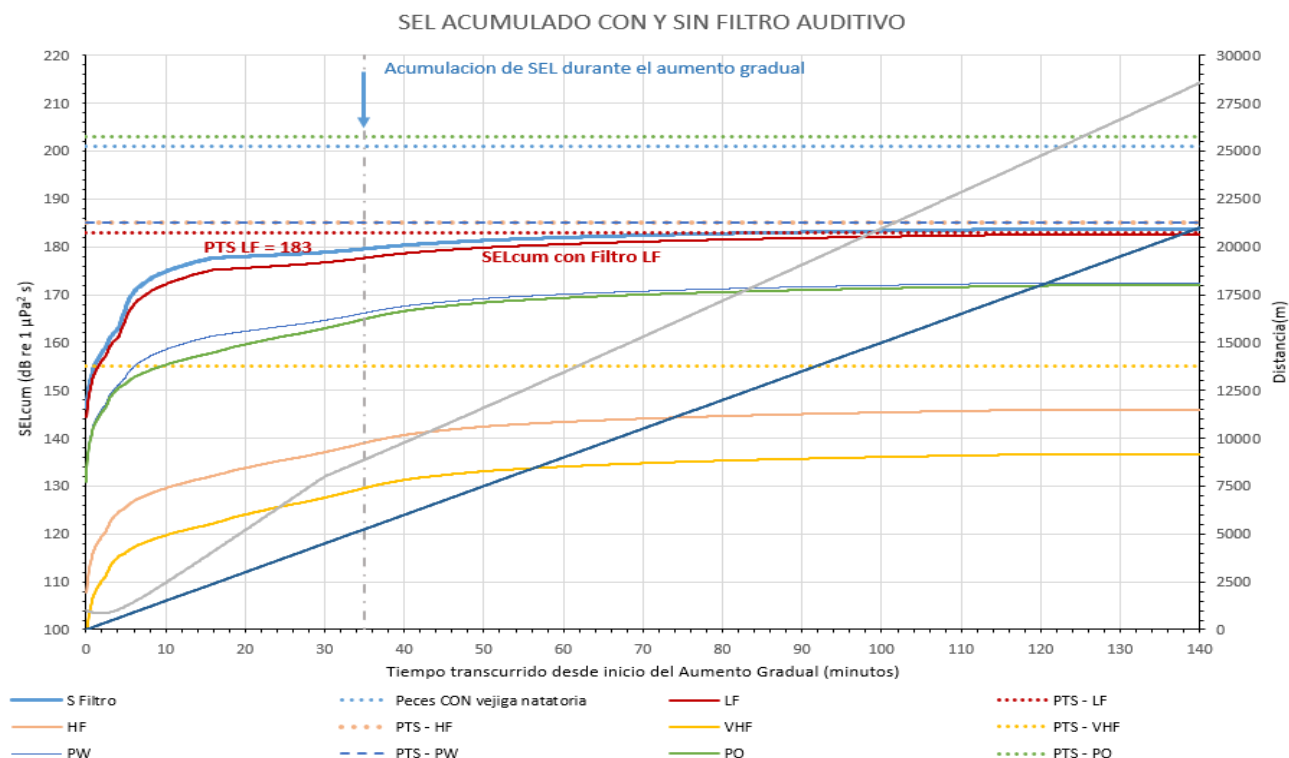


Figura 50. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90° . Profundidad mínima Uniforme (B0).



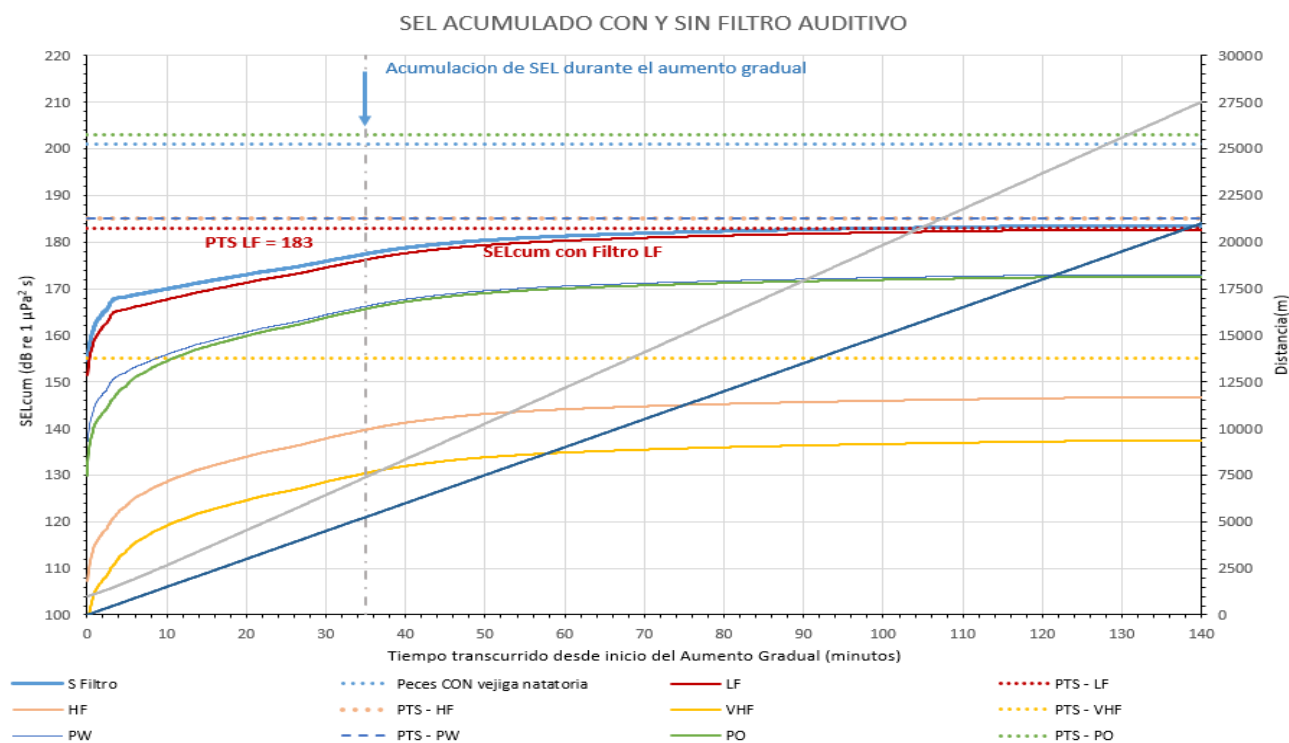


Figura 51. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos).
Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual.
Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad mínima Uniforme (B0).

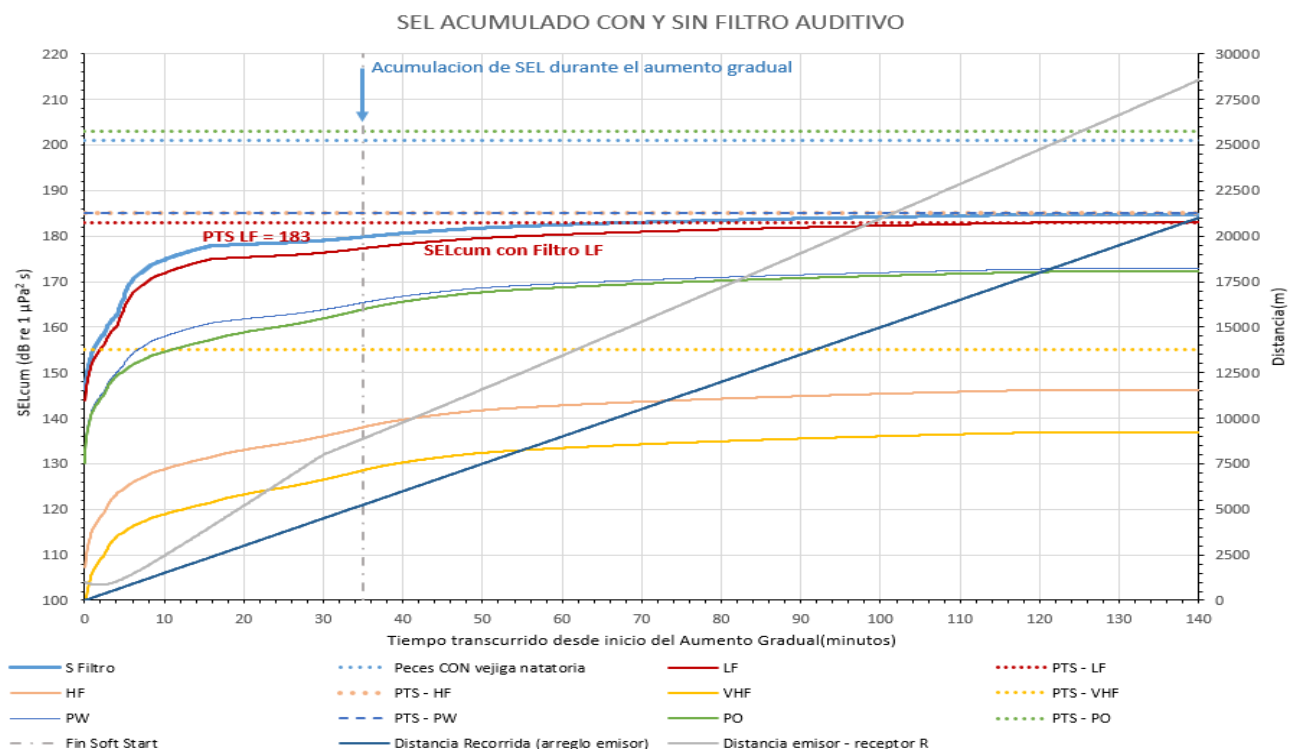


Figura 52. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos).
Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad variable (BV8).



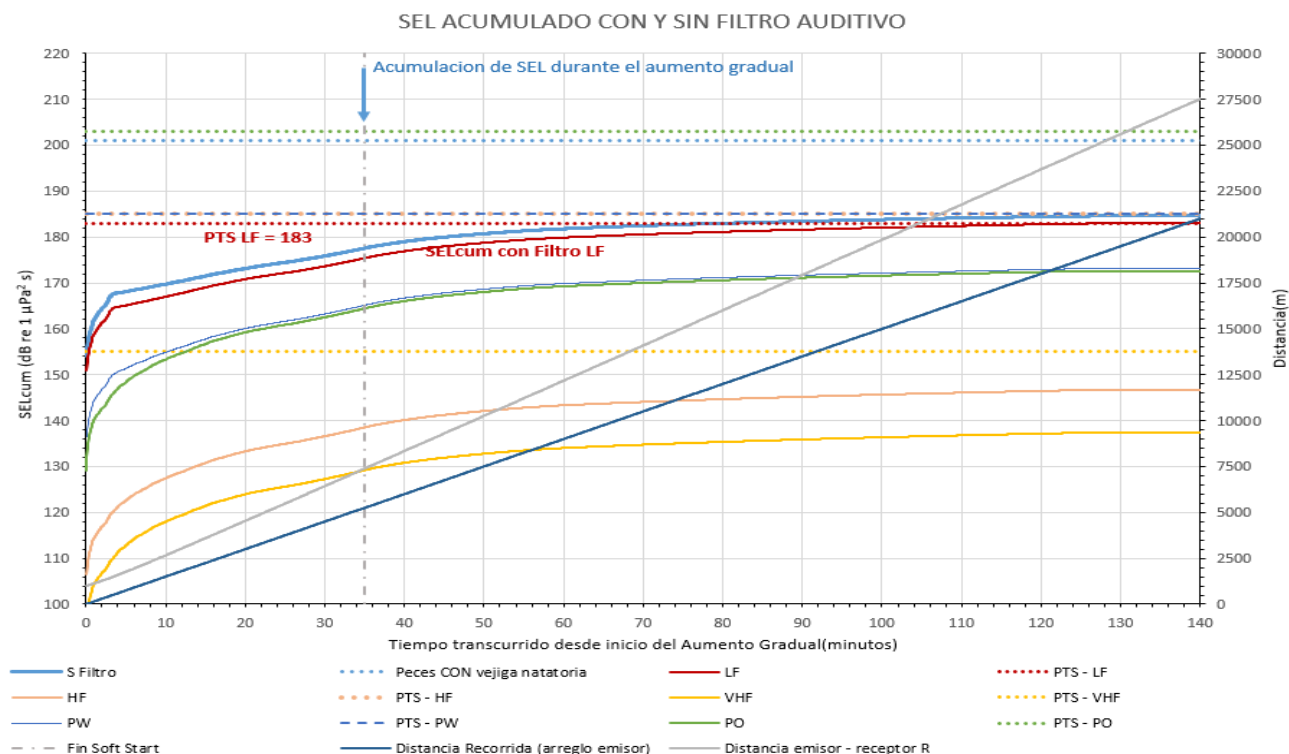


Figura 53. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad variable (BV8).

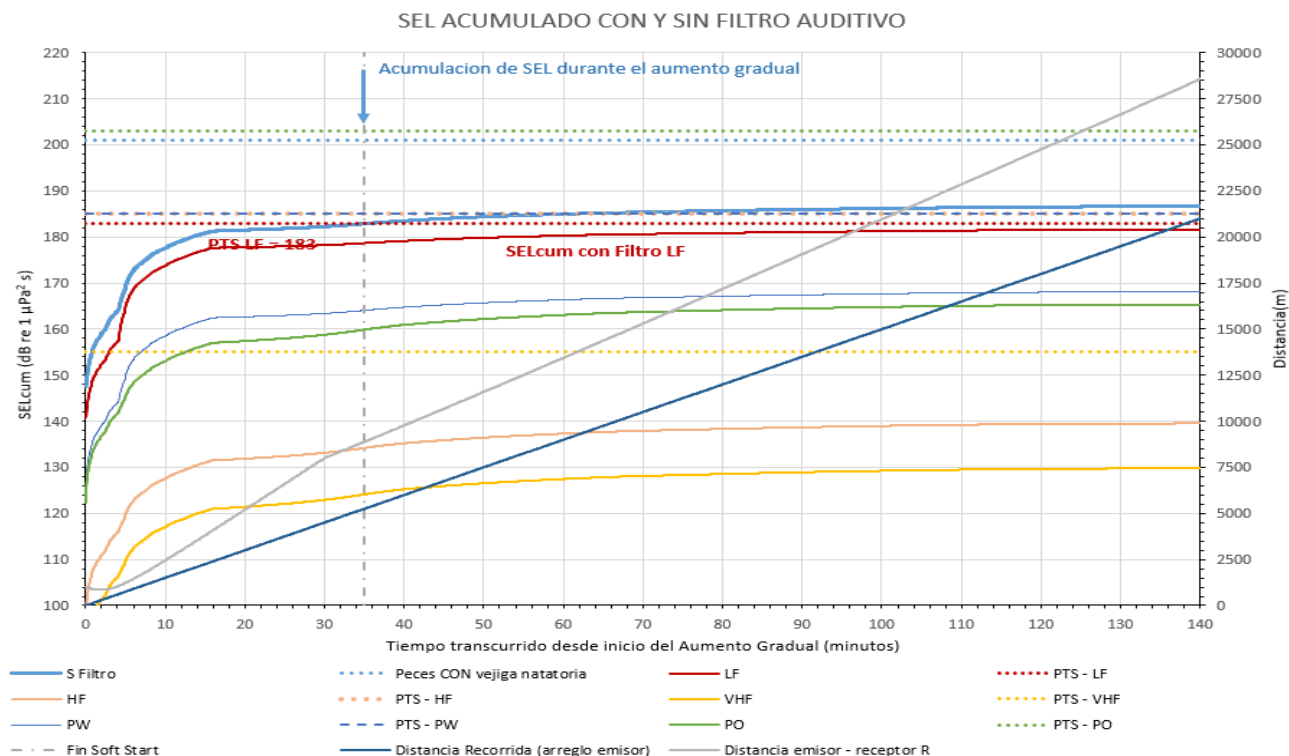


Figura 54. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad máxima Uniforme (BA).



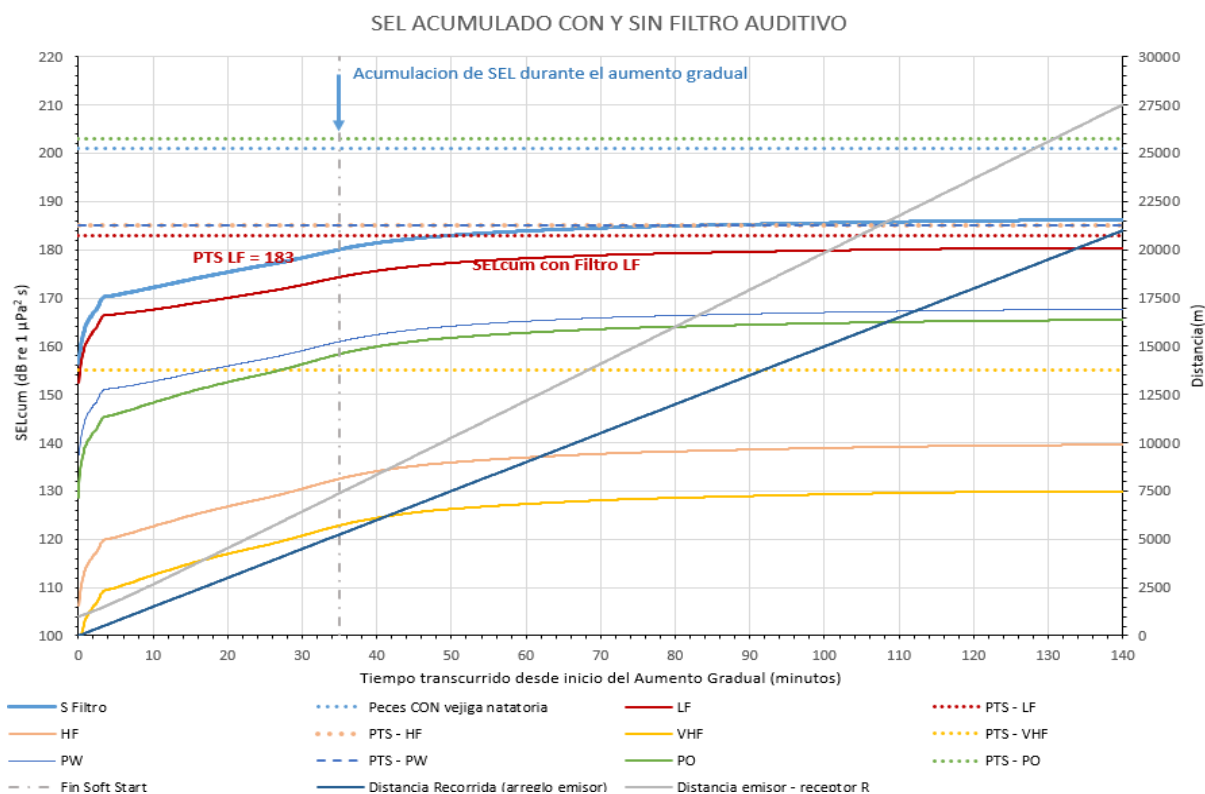


Figura 55. SEL acumulado Emisión Dual. Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima Uniforme (BA).

De la Tabla 10 a la

Tabla 12 se presentan los valores de SELcum obtenidos bajo diferentes hipótesis de punto inicial y trayectoria del receptor, así como duración del aumento gradual, bajo las tres condiciones de profundidad analizadas. Las trayectorias del receptor se suponen perpendiculares a la línea de avance y arrancan a 1.000 m del punto de inicio del aumento gradual. Se incluyen los casos en que es suficiente con que la velocidad de escape sea de 2 m/s constante sin superar el valor de PTS LF (183 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{s}$), que en todos los casos es el más restrictivo. Los casos en los cuales el receptor se halla en la línea de avance del arreglo son las más exigentes, y con esta metodología de cálculo se debería considerar la hipótesis de una velocidad mayor (4 m/s) durante 30 minutos para obtener un SELcum LF inferior al límite de PTS. En caso de que las trayectorias tengan un ángulo mayor a 90° respecto a la línea de avance (es decir, el animal se aleje del emisor con un ángulo en sentido contrario a su dirección de avance), los valores de SELcum obtenidos son más bajos.

Se puede apreciar que la reducción de la duración del aumento gradual desde el máximo de 40 minutos al mínimo de 20 minutos implica un incremento en el SELcum con filtro LF superándose el PTS LF para mamíferos de baja frecuencia auditiva. Para el resto de los mamíferos marinos no se supera el umbral PTS y en general ni siquiera se supera el umbral TTS (con excepción de los Carnívoros Fócidos PW). Se analizaron duraciones menores del Aumento Gradual, encontrándose que para cumplir con la limitante de los mamíferos tipo LF el período de aumento gradual no debería ser inferior a 35 minutos conforme a esta conservativa metodología de emisión dual.

Por otra parte, la situación hipotética de no realizar aumento gradual conllevaría la superación del PTS LF en más de 8 dB según la profundidad, lo cual ilustra la importancia que tiene esa medida, para poder alejar a los mamíferos marinos antes de iniciar la emisión a plena potencia.



Tabla 10. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad mínima Uniforme (B0). Metodología de Emisión Dual.

8,5	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	183	185	155	185	203
	Peces CON VN	TTS - LF	TTS - HF	TTS - VHF	TTS - PW	TTS - PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento Gradual 20 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	187,6	185,9	147,7	138,3	174,7	173,6
Diferencia PTS	-13,4	2,9	-37,3	-16,7	-10,3	-29,4
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	183,6	182,5	145,8	136,5	172,3	171,7
Diferencia PTS	-17,4	-0,5	-39,2	-18,5	-12,7	-31,3
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	185,2	184,0	147,5	138,2	174,0	173,4
Diferencia PTS	-15,8	1,0	-37,5	-16,8	-11,0	-29,6
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	183,7	182,6	146,0	136,7	172,5	171,9
Diferencia PTS	-17,3	-0,4	-39,0	-18,3	-12,5	-31,1
Sin Aumento Gradual. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	193,6	191,3	151,3	141,8	179,0	177,2
Diferencia PTS	-7,4	8,3	-33,7	-13,2	-6,0	-25,8
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	183,6	182,7	146,6	137,3	173,0	172,6
Diferencia PTS	-17,4	-0,3	-38,4	-17,7	-12,0	-30,4
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	183,1	182,2	146,0	136,7	172,4	171,9
Diferencia PTS	-17,9	-0,8	-39,0	-18,3	-12,6	-31,1
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s constante						
SELcum	184,6	183,7	147,5	138,3	174,0	173,5
Diferencia PTS	-16,4	0,7	-37,5	-16,7	-11,0	-29,5
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	182,9	182,1	146,1	136,9	172,5	172,1
Diferencia PTS	-18,1	-0,9	-38,9	-18,1	-12,5	-30,9
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante.						
SELcum	184,4	183,5	147,4	138,2	173,8	173,4
Diferencia PTS	-16,6	0,5	-37,6	-16,8	-11,2	-29,6



Tabla 11. Valores de SELcum (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad variable (BV8). Metodología de Emisión Dual.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	183	185	155	185	203
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento Gradual 20 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	188,2	185,9	147,6	138,2	174,6	173,5
Diferencia PTS	-12,8	2,9	-37,4	-16,8	-10,4	-29,5
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	184,6	182,9	146,1	136,8	172,7	172,0
Diferencia PTS	-16,4	-0,1	-38,9	-18,2	-12,3	-31,0
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	185,9	184,0	147,3	138,0	173,9	173,3
Diferencia PTS	-15,1	1,0	-37,7	-17,0	-11,1	-29,7
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	184,8	183,0	146,2	136,9	172,8	172,2
Diferencia PTS	-16,2	0,0	-38,8	-18,1	-12,2	-30,8
Sin Aumento Gradual. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	193,7	191,0	150,8	141,3	178,5	176,6
Diferencia PTS	-7,3	8,0	-34,2	-13,7	-6,5	-26,4
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	184,6	183,0	146,7	137,4	173,1	172,6
Diferencia PTS	-16,4	0,0	-38,3	-17,6	-11,9	-30,4
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	184,2	182,6	146,2	136,9	172,7	172,2
Diferencia PTS	-16,8	-0,4	-38,8	-18,1	-12,3	-30,8
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s constante						
SELcum	185,5	183,7	147,4	138,1	173,9	173,3
Diferencia PTS	-15,5	0,7	-37,6	-16,9	-11,1	-29,7
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	184,1	182,5	146,3	137,0	172,8	172,2
Diferencia PTS	-16,9	-0,5	-38,7	-18,0	-12,2	-30,8
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante.						
SELcum	185,3	183,6	147,3	138,0	173,8	173,2
Diferencia PTS	-15,7	0,6	-37,7	-17,0	-11,2	-29,8



Tabla 12. Valores de SELcum (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad máxima Uniforme (BA). Metodología de Emisión Dual.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	183	185	155	185	203
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento Gradual 20 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	191,5	186,2	143,5	133,7	172,3	169,3
Diferencia PTS	-9,5	3,2	-41,5	-21,3	-12,7	-33,7
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	187,5	182,0	140,1	130,4	168,6	165,9
Diferencia PTS	-13,5	-1,0	-44,9	-24,6	-16,4	-37,1
Aumento Gradual 40 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	188,3	182,5	141,1	131,4	169,3	166,9
Diferencia PTS	-12,7	-0,5	-43,9	-23,6	-15,7	-36,1
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	188,4	182,6	141,2	131,6	169,5	167,1
Diferencia PTS	-12,6	-0,4	-43,8	-23,4	-15,5	-35,9
Sin Aumento Gradual. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad inicial del receptor 4 m/s durante 30 minutos y luego 2 m/s						
SELcum	196,6	192,4	147,3	137,1	177,5	172,9
Diferencia PTS	-4,4	9,4	-37,7	-17,9	-7,5	-30,1
Aumento Gradual 35 minutos (Combinación 11 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s constante						
SELcum	187,2	181,0	140,3	130,7	168,3	166,1
Diferencia PTS	-13,8	-2,0	-44,7	-24,3	-16,7	-36,9
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Velocidad del receptor 2 m/s constante						
SELcum	188,0	181,9	141,0	131,4	169,1	166,8
Diferencia PTS	-13,0	-1,1	-44,0	-23,6	-15,9	-36,2
Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, en el lado opuesto de la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante.						
SELcum	187,8	181,6	140,9	131,3	168,9	166,7
Diferencia PTS	-13,2	-1,4	-44,1	-23,7	-16,1	-36,3

En los casos en que el receptor está a 1.000 m del punto de inicio del aumento gradual, pero perpendicular a la trayectoria del arreglo, el aumento gradual podría ser equiespaciado e incluso tener sólo 30 minutos de duración, si se considera la hipótesis de que el animal puede desarrollar una velocidad de escape de 4 m/s durante 30 minutos. En caso contrario, si la velocidad fuera 2 m/s todo el tiempo, se requiere que el ritmo de incremento de la emisión sea más lento, no superando la combinación 11 de las 22 en los primeros 25 minutos, y el resto en los 10 minutos siguientes, totalizando 35 minutos como máximo, según esta metodología de emisión dual.



En relación con los **peces**, se verifica que si se encontraran a 50 metros del arreglo en el momento de inicio del aumento gradual (mínima distancia evaluada) y en un punto perpendicular a la dirección de avance, aún cuando no se desplazaran de ese sitio, el movimiento del emisor generaría un SELcum 0,8 dB más bajo que el umbral de mortalidad potencial 201 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (sin filtro auditivo) correspondiente a peces con vejiga natatoria (CON VN en la tabla).

En caso de encontrarse peces con vejiga natatoria en cercanías de la línea de relevamiento mientras que el mismo se está desarrollando a plena potencia, no se alcanzaría el umbral de mortalidad potencial 201 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (SEL sin filtro auditivo), incluso en caso de hallarse a una distancia de 50 metros de la línea y permanecer estáticos mientras que el arreglo se acerca y aleja al punto de mínima distancia (situación poco probable puesto que los antecedentes indican que se produce comportamiento evasivo).

Esta situación se ilustra en la Figura 56 y la Figura 57 donde se ha simulado la acumulación del SEL para peces estáticos ubicados en el km 10 de la línea de relevamiento (se puede apreciar como la distancia R va disminuyendo y aumentando con el tiempo a medida que el arreglo se desplaza), en la zona de mínimas profundidades. Tampoco se alcanzaría el valor umbral para peces sin vejiga natatoria igual a 219 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (sin filtro auditivo).

Cabe recordar además, que la energía emitida en cercanías del arreglo es menor que la que surge de los cálculos de campo lejano, que es la que se evalúa en este estudio. Estos resultados sugieren que una afectación de los peces que implique potencialmente la mortalidad de estos se produciría en un entorno muy localizado alrededor del arreglo.

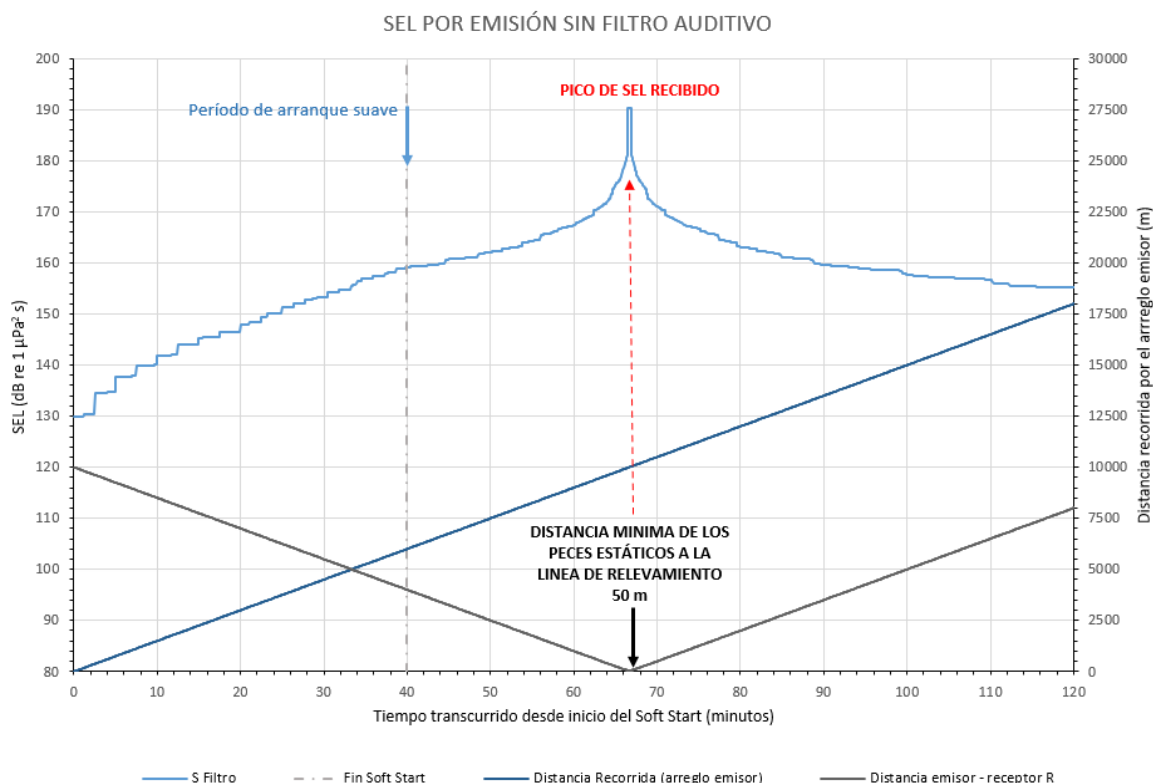


Figura 56. SEL recibido por emisión por peces, considerando que se encuentran ubicados a 50 m de la línea de relevamiento. Ejemplo para Profundidad mínima Uniforme (B0).



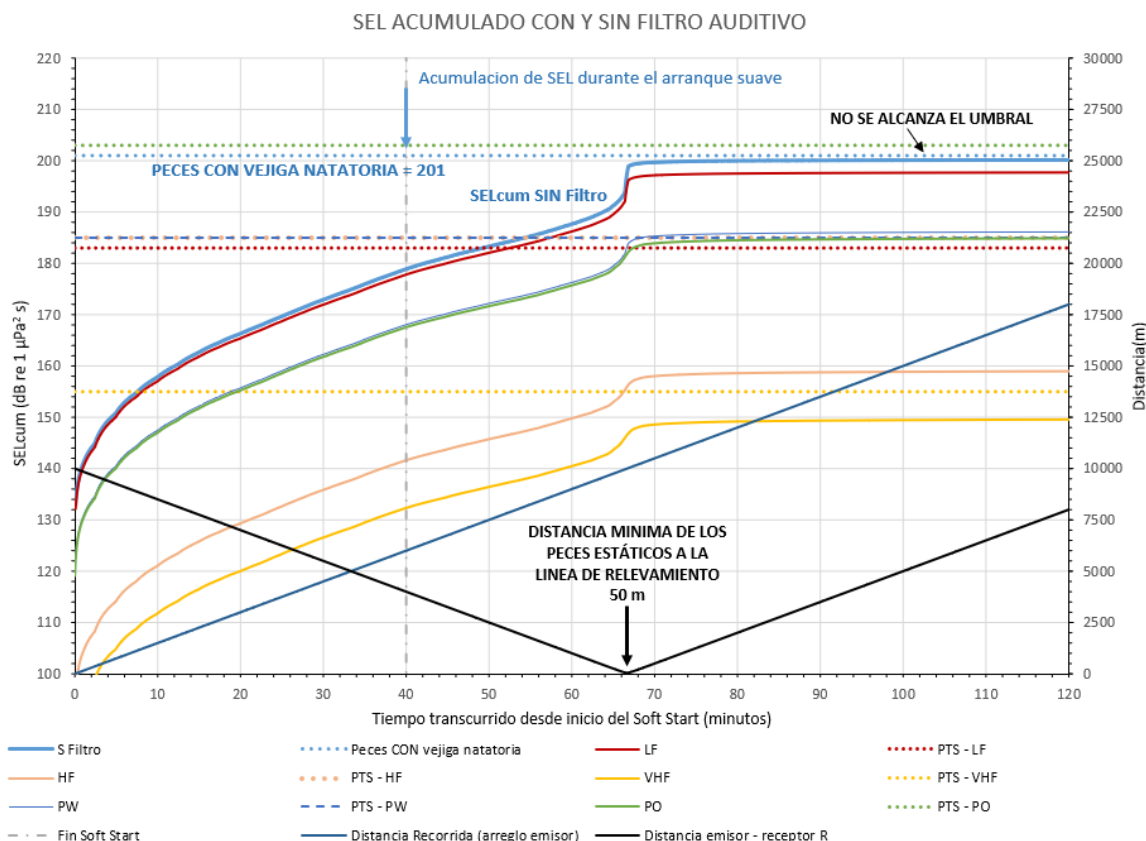


Figura 57. SEL acumulado igual al umbral de mortalidad potencial para peces con vejiga natatoria, considerando que se encuentran ubicados a 50 m de la línea de relevamiento. Ejemplo para Profundidad mínima Uniforme (B0).

6.11.2 CÁLCULO DEL SEL ACUMULADO METODOLOGIA DE EMISIÓN INTERPOLADA (AZIMUT 0°-45°-90°)

Se presentan a continuación los resultados obtenidos empleando la metodología de Emisión Interpolada entre los Azimut 0°, 45° y 90°, la cual representa más adecuadamente que la metodología de emisión dual la variación angular de la energía sonora emitida por el arreglo.

De la Tabla 13 a la Tabla 15 se presentan los valores de SELcum obtenidos bajo diferentes hipótesis de punto inicial, trayectoria del receptor y duración del aumento gradual de la emisión, para cada una de las profundidades modeladas. En la Figura 58 a la Figura 64 se ilustran algunos de los casos simulados, a modo ilustrativo.



La condición más desfavorable es siempre aquella en la que el receptor está justo en la línea de avance, dado que el SEL acumulado se acerca más al PTS LF que cuando el receptor se halla ubicado transversalmente a ésta. Para las condiciones de profundidad mínima (B0) y variable (BV8) se logra obtener un valor de SELcum inferior al PTS LF considerando que el incremento de la emisión en el procedimiento de aumento gradual es temporalmente equiespaciado para cada combinación, con una duración mínima de 25 minutos y sin adoptar la hipótesis de que la velocidad inicial de escape es igual a 4 m/s. En cambio para la profundidad máxima (BA), al haberse adoptado un ángulo de emisión Dip de 80°, la energía sonora calculada es mayor, y para no superar el PTS LF, teniendo en cuenta una velocidad constante de escape de 1,5 a 2 m/s, resulta necesario considerar que el aumento gradual tiene una duración mínima de 30 minutos y además es más lento, alcanzando la combinación 10 de las 22 en 20 minutos.

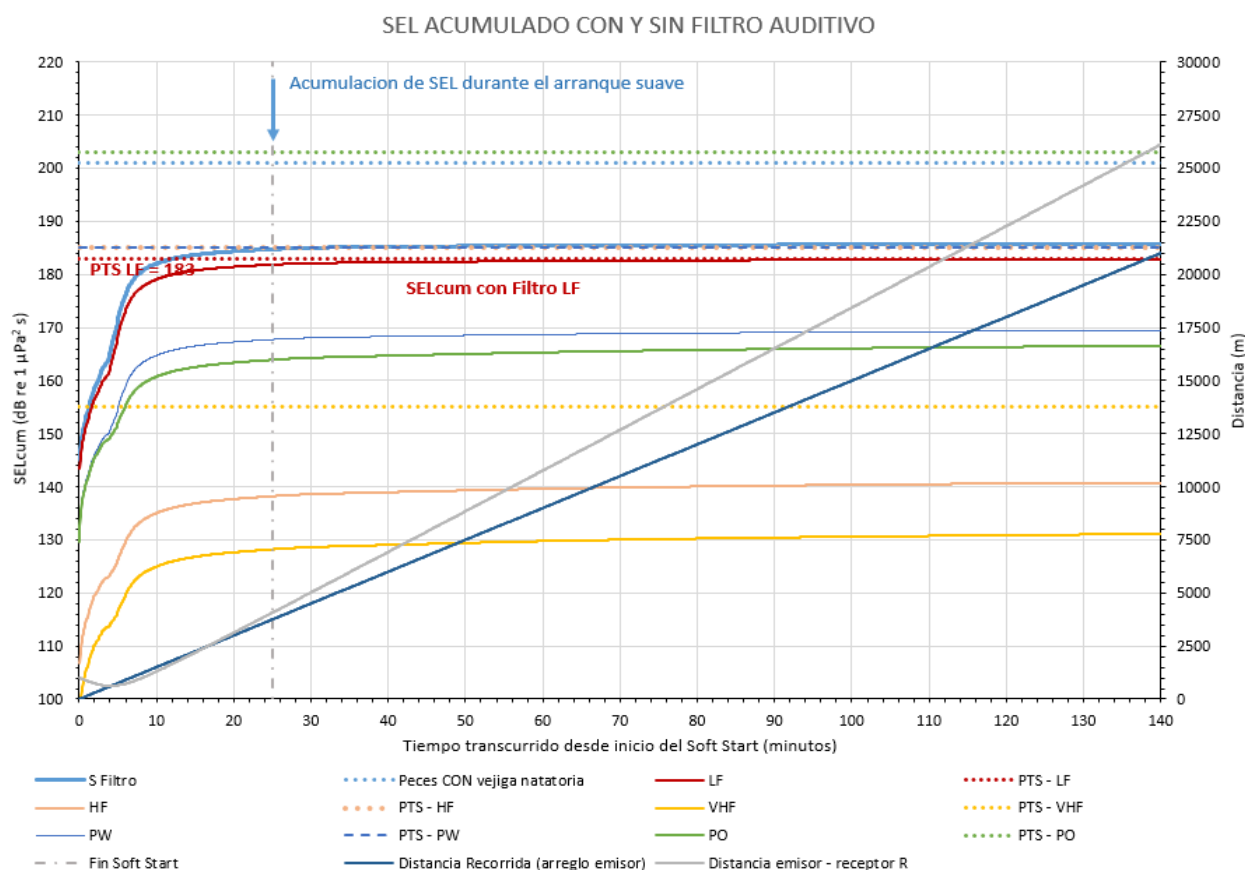


Figura 58. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 25 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad mínima Uniforme (B0).



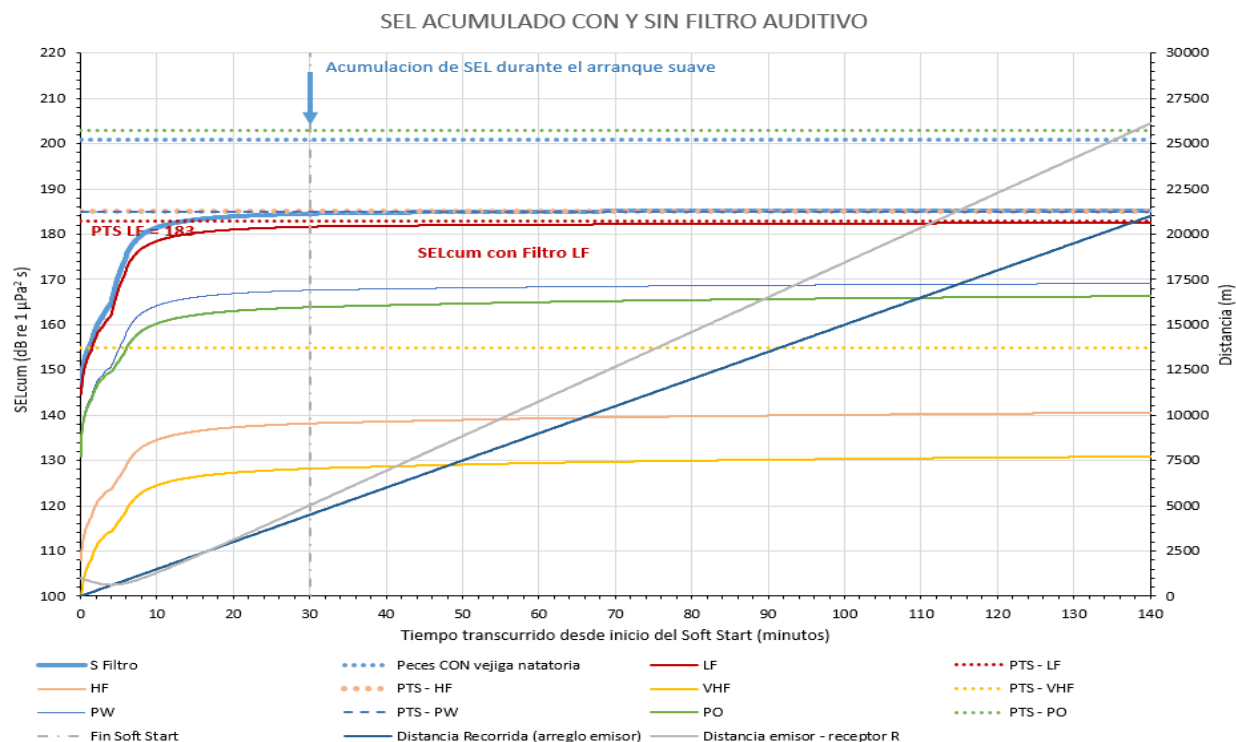


Figura 59. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad mínima Uniforme (B0).

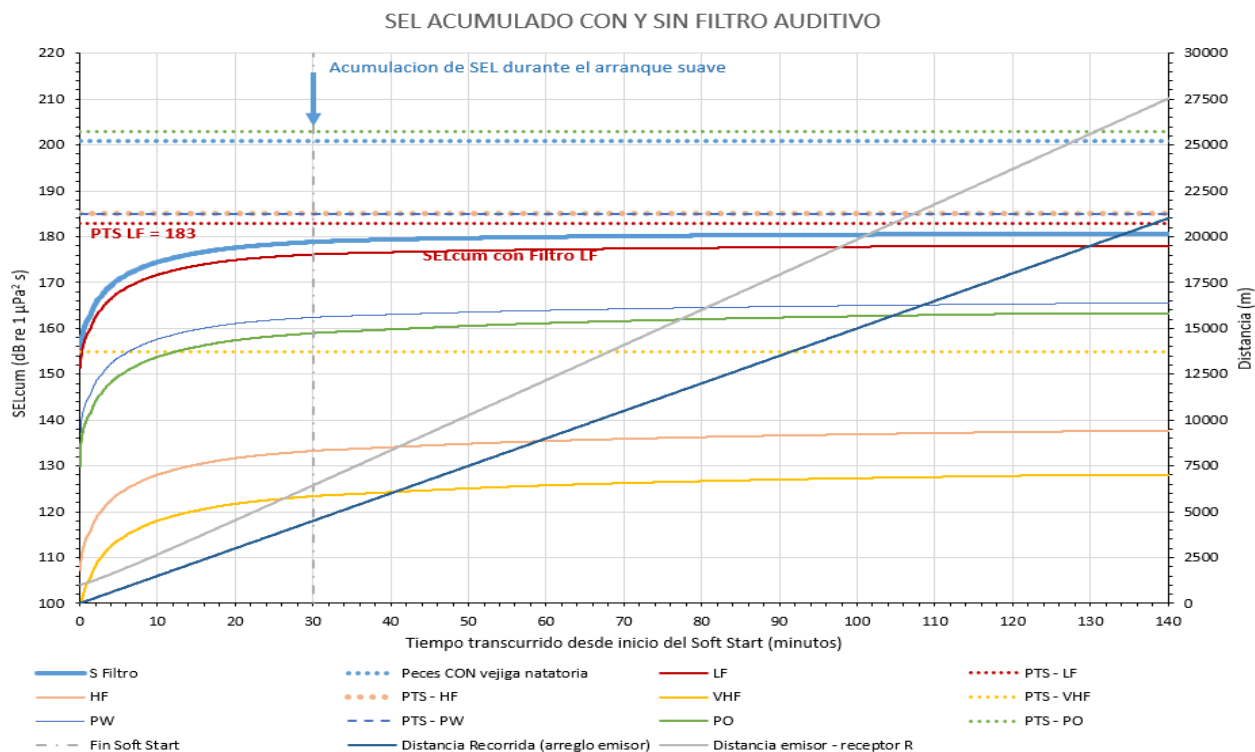


Figura 60. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad mínima Uniforme (B0).



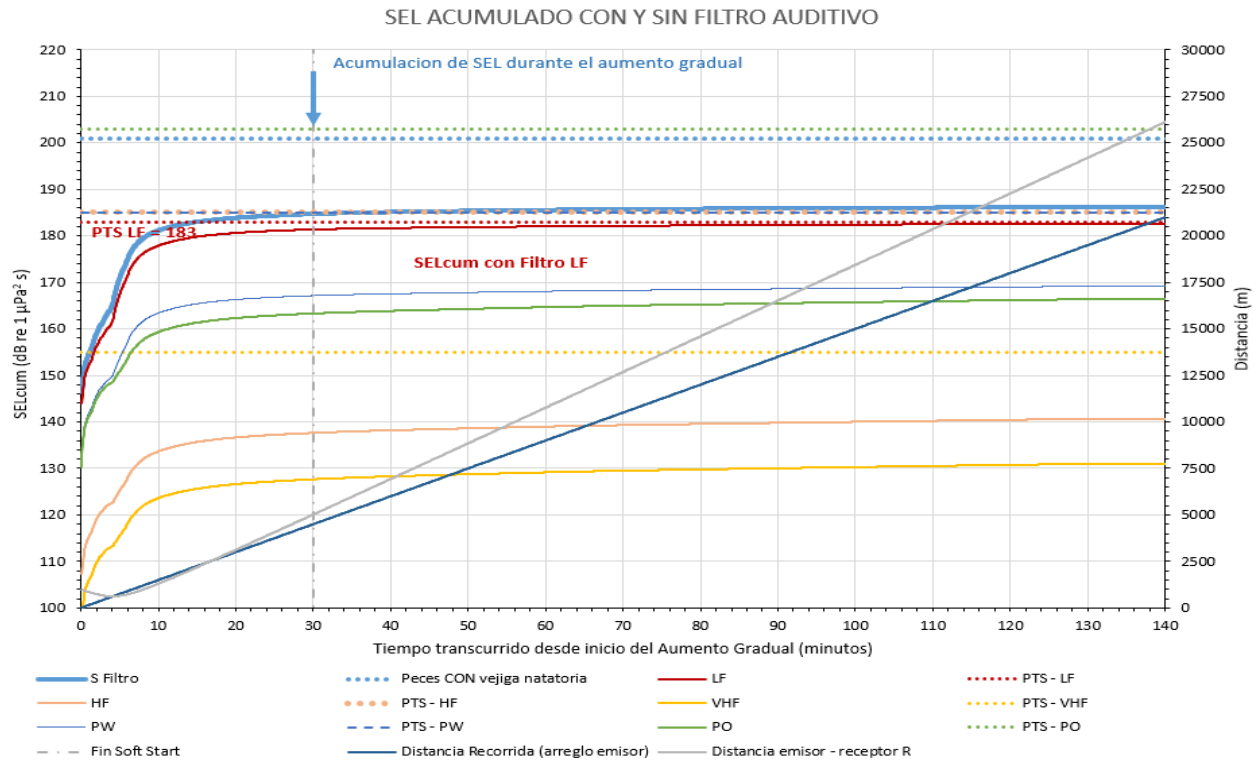


Figura 61. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad variable (BV8).

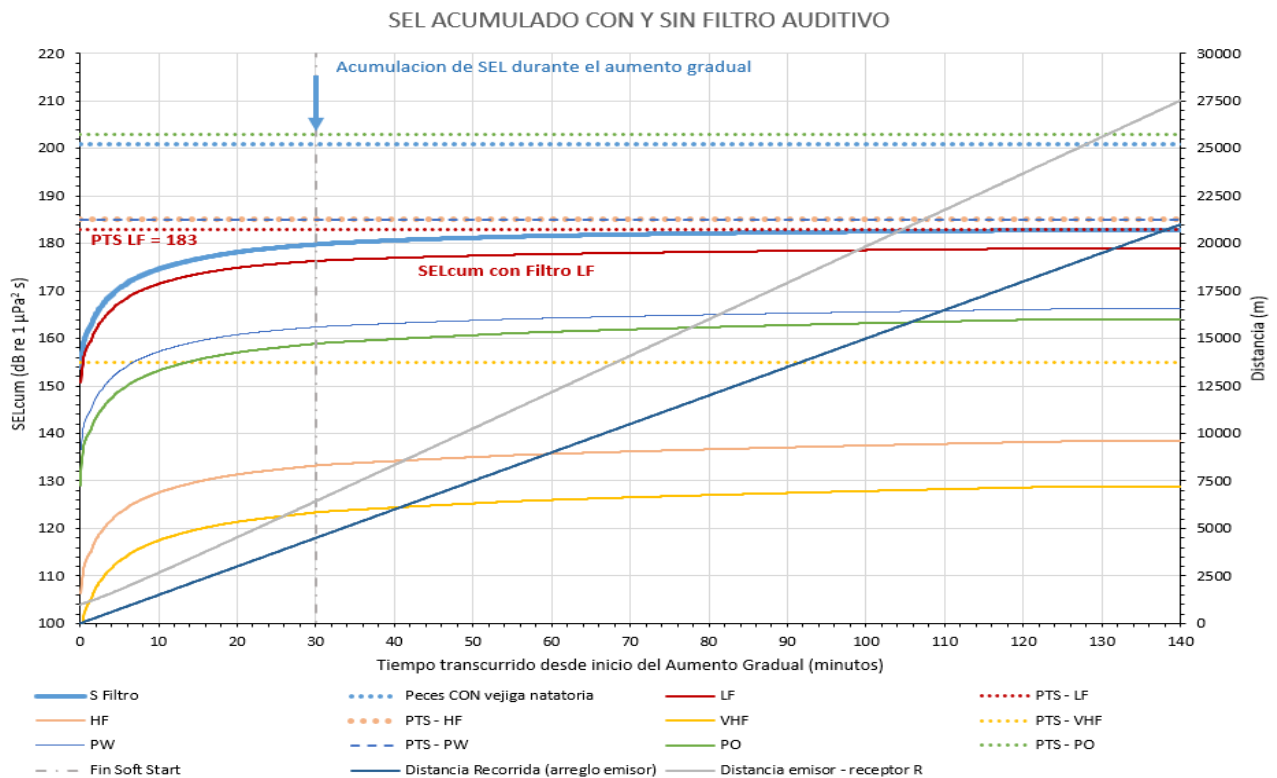


Figura 62. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1.000 m del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s. Azimut movimiento del receptor 90°. Profundidad variable (BV8).



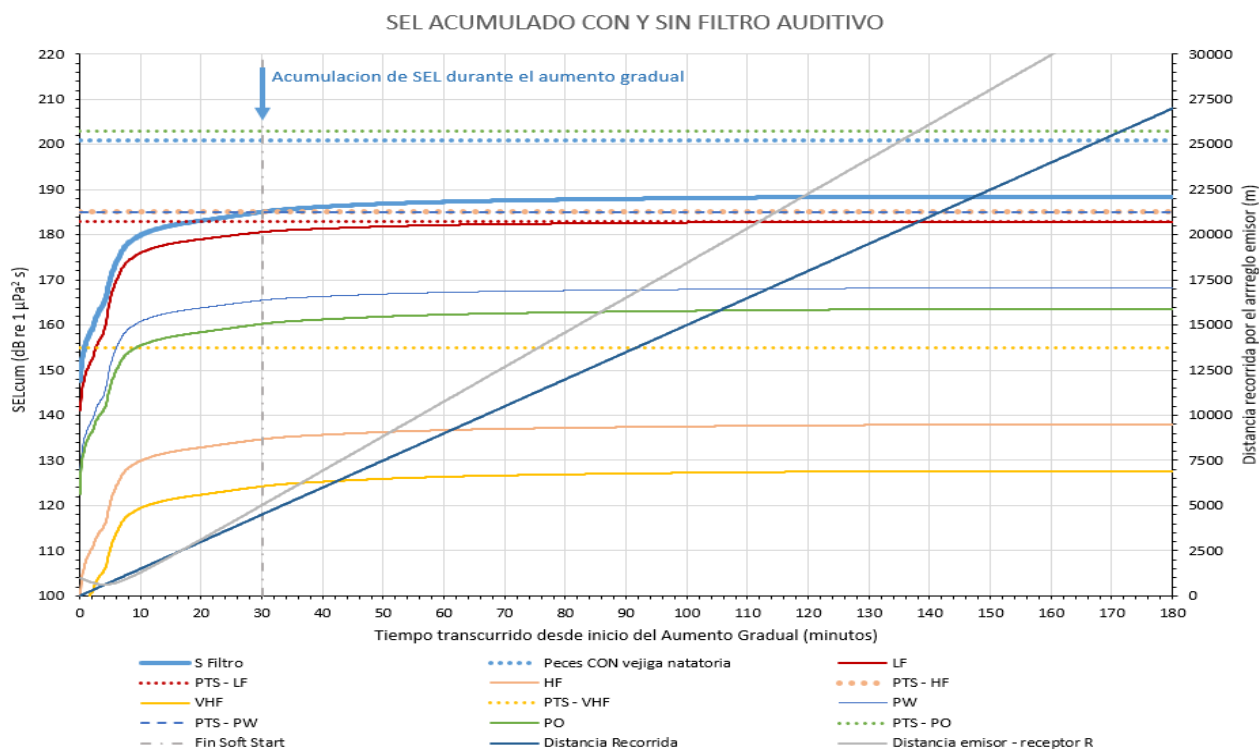


Figura 63. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima uniforme (BA).

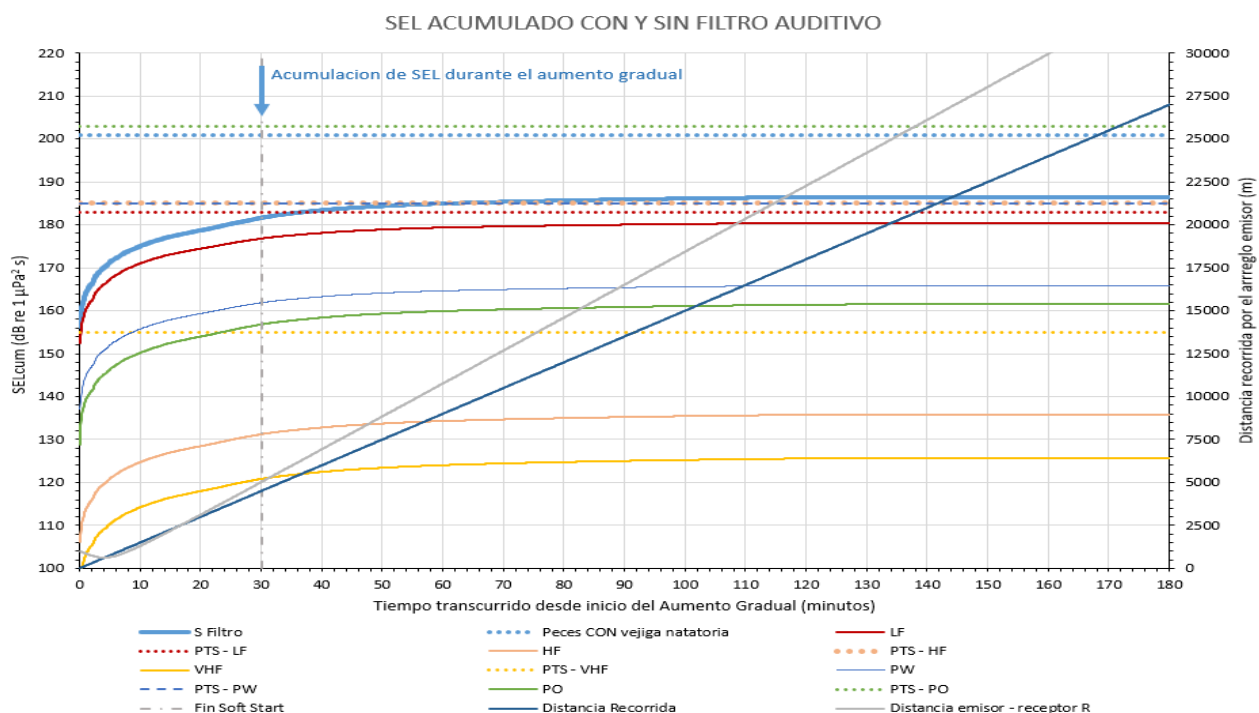


Figura 64. SEL acumulado Emisión Interpolada. Aumento Gradual 30 minutos (25% en 20 minutos). Posición inicial del receptor perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento Gradual. Azimut movimiento del receptor 90°. Velocidad del receptor 2 m/s constante. Profundidad máxima uniforme (BA).



Tabla 13. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad mínima Uniforme (B0). Metodología de Emisión Interpolada. Procedimientos de aumento gradual equiespaciados.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	183	185	155	185	203
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento gradual 20 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	188,1	185,3	142,6	132,8	171,5	168,3
Diferencia PTS	-12,9	2,3	-42,4	-22,2	-13,5	-34,7
Aumento gradual 25 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	186,6	183,7	141,4	131,7	170,2	167,1
Diferencia PTS	-14,4	0,7	-43,6	-23,3	-14,8	-35,9
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	185,3	182,5	140,5	130,8	169,1	166,3
Diferencia PTS	-15,7	-0,5	-44,5	-24,2	-15,9	-36,7
Aumento gradual 40 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	183,4	180,6	139,3	129,6	167,5	165,0
Diferencia PTS	-17,6	-2,4	-45,7	-25,4	-17,5	-38,0
Aumento gradual 25 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	180,7	178,1	137,5	128,0	165,4	163,3
Diferencia PTS	-20,3	-4,9	-47,5	-27,0	-19,6	-39,7
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Verificación velocidad del receptor 1,7 m/s						
SELcum	185,6	182,9	142,4	132,9	170,2	168,3
Diferencia PTS	-15,4	-0,1	-42,6	-22,1	-14,8	-34,7
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Verificación velocidad del receptor 1,7 m/s						
SELcum	181,0	178,7	140,0	130,6	167,1	165,8
Diferencia PTS	-20,0	-4,3	-45,0	-24,4	-17,9	-37,2



Tabla 14. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad variable (BV8). Metodología de Emisión Interpolada. Procedimientos de aumento gradual equiespaciados.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	183	185	155	185	203
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento gradual 20 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	188,6	185,2	142,5	132,7	171,4	168,2
Diferencia PTS	-12,4	2,2	-42,5	-22,3	-13,6	-34,8
Aumento gradual 25 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	187,3	183,8	141,5	131,8	170,2	167,2
Diferencia PTS	-13,7	0,8	-43,5	-23,2	-14,8	-35,8
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	186,2	182,6	140,7	131,1	169,2	166,5
Diferencia PTS	-14,8	-0,4	-44,3	-23,9	-15,8	-36,5
Aumento gradual 40 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	184,6	181,0	139,6	130,1	167,8	165,4
Diferencia PTS	-16,4	-2,0	-45,4	-24,9	-17,2	-37,6
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	182,8	179,0	138,4	128,8	166,2	164,1
Diferencia PTS	-18,2	-4,0	-46,6	-26,2	-18,8	-38,9
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Verificación velocidad del receptor 1,7 m/s						
SELcum	186,4	182,9	142,5	133,0	170,3	168,3
Diferencia PTS	-14,6	-0,1	-42,5	-22,0	-14,7	-34,7
Aumento gradual 30 minutos. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Verificación velocidad del receptor 1,0 m/s						
SELcum	184,7	182,0	144,7	135,4	171,4	170,6
Diferencia PTS	-16,3	-1,0	-40,3	-19,6	-13,6	-32,4



Tabla 15. Valores de SELcum (dB re 1 μPa^2 s) comparados con los umbrales de PTS para mamíferos y límites para peces. Profundidad máxima uniforme (BA). Metodología de Emisión Interpolada.

Filtro	Sin Filtro	LF	HF	VHF	PW	PO
Umbrales de comparación	Peces SIN VN	PTS - LF	PTS - HF	PTS - VHF	PTS - PW	PTS - PO
	219	183	185	155	185	203
	Peces CON VN	TTS – LF	TTS – HF	TTS – VHF	TTS – PW	TTS – PO
	201	168	170	140	170	188
Aumento gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	190,0	184,9	139,5	129,2	170,0	165,1
Diferencia PTS	-11,0	1,9	-45,5	-25,8	-15,0	-37,9
Aumento gradual 35 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	189,2	184,0	138,7	128,4	169,1	164,3
Diferencia PTS	-11,8	1,0	-46,3	-26,6	-15,9	-38,7
Aumento gradual 40 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	188,6	183,2	138,0	127,7	168,4	163,6
Diferencia PTS	-12,4	0,2	-47,0	-27,3	-16,6	-39,4
Aumento gradual 25 minutos (Combinación 10 en 15 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	189,8	184,6	139,2	128,9	169,7	164,8
Diferencia PTS	-11,2	1,6	-45,8	-26,1	-15,3	-38,2
Aumento gradual 30 minutos (Combinación 10 en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	188,5	182,9	137,9	127,6	168,1	163,5
Diferencia PTS	-12,5	-0,1	-47,1	-27,4	-16,9	-39,5
Aumento gradual 35 minutos (Combinación 10 en 25 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Velocidad del receptor 2 m/s.						
SELcum	187,5	181,7	136,9	126,7	167,0	162,5
Diferencia PTS	-13,5	-1,3	-48,1	-28,3	-18,0	-40,5
Aumento gradual 30 minutos equiespaciado. Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	187,5	181,8	136,9	126,7	167,1	162,5
Diferencia PTS	-13,5	-1,2	-48,1	-28,3	-17,9	-40,5
Aumento gradual 30 minutos (Combinación 10 en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Velocidad del receptor 2 m/s						
SELcum	186,5	180,5	135,8	125,6	165,9	161,5
Diferencia PTS	-14,5	-2,5	-49,2	-29,4	-19,1	-41,5
Aumento gradual 30 minutos (Combinación 10 en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor en la línea de avance. Verificación velocidad del receptor 1,5 m/s						
SELcum	188,8	182,9	138,9	128,9	168,6	164,7
Diferencia PTS	-12,2	-0,1	-46,1	-26,1	-16,4	-38,3
Aumento gradual 30 minutos (Combinación 10 en 20 minutos). Posición inicial del receptor a 1 km del emisor, perpendicular a la línea de avance en el punto de arranque del Aumento gradual. Verificación velocidad del receptor 1,5 m/s						
SELcum	187,0	180,7	137,1	127,1	166,5	162,8
Diferencia PTS	-14,0	-2,3	-47,9	-27,9	-18,5	-40,2



6.12 CONCLUSIONES

A lo largo del proceso de cálculo de las distancias de exclusión, a ser respetadas previo al inicio del Aumento Gradual se ha desarrollado una intensa y detallada evaluación de las condiciones de emisión y recepción del sonido en el área de estudio.

En primer lugar, se ha efectuado un análisis de sensibilidad de las pérdidas por transmisión en varios puntos del área de estudio, elegidos a fin de representar diferentes profundidades y corrientes marinas.

Los parámetros que influyen en la transmisión del sonido en el agua (densidad y celeridad) fueron seleccionados considerando los perfiles verticales de salinidad y temperatura del agua en estos puntos para diferentes estaciones del año (ver Anexo I), y se seleccionó la época más conservativa (menores Pérdidas por Transmisión). Se ha verificado que no se modifican significativamente las Pérdidas por Transmisión según las características de los perfiles oceanográficos empleados (velocidad del sonido y densidad del agua), habiéndose seleccionado la condición globalmente más conservativa, correspondiente a la estación Primavera, la cual cubre permite tener una amplia flexibilidad en cuanto a los meses de realización de los relevamientos.

En cuanto a la propagación y reflexión del sonido en el lecho marino, los puntos analizados comprenden diversas combinaciones de suelos en la capa superficial y en la capa subyacente. El análisis de sensibilidad (que se presenta en el Anexo II) se realizó empleando 5 frecuencias indicativas, separadas en octavas, a los efectos de barrer el rango de mayores emisiones del espectro del arreglo.

Adicionalmente, se evaluó la influencia de la variación de las profundidades del lecho en la transmisión del sonido, analizando perfiles o transectas batimétricas cercanas a la costa para las cuales el gradiente de profundidad es significativo. Se concluyó que uno de estos perfiles (el número 8) podría ser más conservativos que las obtenidas para otros puntos en las modelizaciones con profundidad constante, por lo que se mantuvo su análisis en todo el proceso.

A partir de este análisis se seleccionaron dos puntos de profundidad constante como los más conservativos, uno en bajas profundidades y otro en la zona más profunda, además del perfil de profundidad variable. Se realizaron además análisis de sensibilidad adicionales variando los parámetros que describen las características de transmisión del sonido en el lecho y los espesores de las capas de suelos, seleccionando a su vez aquellas combinaciones que resultaron más conservativas.

Se calcularon las pérdidas de transmisión mínimas en toda la columna de agua y para cada distancia al arreglo en pasos de un metro en ambas direcciones, para frecuencias por tercios de octava desde la frecuencia de corte para la cual el sonido no se transmite en estas profundidades, y se aplicaron a los espectros de emisión del arreglo que se empleará, considerando diferentes ángulos de emisión con respecto a la dirección de avance de éste (0°, 45° y 90°) y diferentes ángulos respecto a la vertical, a fin de obtener los máximos valores posibles de los indicadores SPLpeak y SEL que podrían alcanzar a los animales receptores.

Este proceso permite aplicar los criterios de métrica dual propuestos por Southall (2019) para obtener las distancias en que se superarían los valores de SPLpeak sin filtrar y de SEL acumulado correspondientes a los umbrales de afectación (PTS). En cuanto al SEL, se siguieron los procedimientos de filtrado por frecuencia correspondientes a los audiogramas de las diferentes especies de mamíferos marinos, mientras que se consideró el valor sin filtrar para evaluar la afectación de los peces.



Las distancias de exclusión de mamíferos marinos para iniciar el procedimiento de aumento gradual obtenidas mediante el empleo del criterio de métrica dual propuesto por Southall (2019) resultan de 800 metros. La distancia obtenida es superior a los 500 metros que son un estándar habitual empleado en la industria conforme a las recomendaciones usuales (JNCC, 2017), pero inferior a los 1.000 m requeridos por la normativa de aplicación nacional.

Esta distancia surge del criterio de SPL_{peak} sin filtrar, siendo limitante el valor de PTS – VHF (grupo de cetáceos de frecuencias auditivas muy altas).

Cabe destacar que el valor obtenido ha sido alcanzado seleccionando las condiciones de profundidad y características del medio más conservativas en cuanto a las Pérdidas por Transmisión del sonido.

El criterio de SEL_{cum} se aplicó para verificar si la distancia de exclusión antes obtenida resulta suficiente para evitar la superación de los umbrales de PTS para alguno de los grupos auditivos. A los efectos de cumplir con la normativa nacional, la distancia inicial de exclusión al inicio del Aumento Gradual que se adoptó es de 1.000 metros.

Considerando el cumplimiento de los procedimientos de aumento gradual la situación más restrictiva en cuanto al PTS para el SEL acumulado se produce para los Cetáceos de frecuencias bajas (LF). Este grupo comprende todos los cetáceos del orden Mysticeti (en particular las ballenas).

Cabe destacar que para todas las demás especies de Cetáceos de frecuencias auditivas altas HF y muy altas VHF así como para todos los Pinnípedos (PW y PO) la acumulación de SEL se encuentra entre unos 10 y 45 dB por debajo de los umbrales de PTS, e incluso por debajo del TTS, por lo que no se prevé que sean afectados significativamente por la prospección.

Se analizó el efecto de variar la duración del procedimiento de Aumento Gradual de la emisión entre el valor mínimo de 20 minutos y el máximo de 40 minutos, verificándose que a medida que se incrementa esta duración la acumulación de SEL_{cum} es inferior.

El análisis del SEL_{cum} se realizó aplicando dos procedimientos diferentes, uno de los cuales, denominado de Emisión Dual, sólo considera los espectros de emisión para Azimut 0° (en el sentido de avance del arreglo) y 90° (perpendicular al mismo) que es mucho más intenso, mientras que el procedimiento de Emisión Interpolada incluye el espectro de emisión para Azimut 45° (transversal al avance), el cual posee menor intensidad que los otros dos.

En todos los casos, la hipótesis de trayectoria del receptor que resulta más exigente es aquella en la que éste se encuentra a 1.000 m del arreglo en el momento de inicio del aumento gradual, exactamente en la línea de avance del arreglo, por lo cual la fuente de emisión se va aproximando al animal receptor a medida que pasa el tiempo, de modo que durante el escape la distancia emisor – receptor se incrementa más lentamente que en otras hipótesis. Las demás posibilidades de posición inicial del receptor en las cuales éste tiende a escapar alejándose del arreglo resultan mucho menos restrictivas, y en particular si el mismo se encuentra ubicado inicialmente a 1.000 m pero en una posición perpendicular a la trayectoria del arreglo, no se generan condicionamientos en relación con la forma en que se debe realizar el aumento gradual de la emisión.



Del procedimiento de Emisión Dual, que es el más conservativo, surge que sería necesario que la duración del aumento gradual sea de al menos 35 minutos, pero alcanzando a los 25 minutos sólo la combinación 11 de las 22 combinaciones de fuentes que conforman el proceso (con un volumen de 540 cu.in. - 8,85 litros), y si el receptor se encuentra en la línea de avance del arreglo, debería tener una velocidad de escape inicial de 4 m/s durante 30 minutos, la cual si bien conforme a la bibliografía se considera factible para un animal de tipo auditivo LF como una ballena, resulta relativamente elevada.

La aplicación del procedimiento de Emisión Interpolada, que se considera más realista puesto que tiene en cuenta más adecuadamente la variabilidad de la energía emitida según el azimut entre el arreglo y el receptor, permite obtener resultados con un SELcum inferior al PTS LF, considerando una duración del procedimiento de aumento gradual de 30 minutos, y sin exceder los 2 m/s de velocidad de escape del receptor. Se ajustó la progresión inicial de la emisión de las combinaciones de fuentes, alcanzando la combinación 10 con un volumen de 480 cu.in. (7,87 litros) a los 20 minutos, lo cual si bien es una adecuación del procedimiento que sólo sería necesario cuando el receptor está a 1.000 m en la dirección de avance del arreglo, sería empleado preferentemente en todos los procesos de aumento gradual.

A partir de los estudios realizados y en relación con los mamíferos marinos se puede concluir que:

- La distancia de exclusión de 1.000 m requerida por las regulaciones nacionales aplicables es suficiente como parte de las medidas de mitigación.
- La duración mínima del procedimiento de aumento gradual de la emisión es de 30 minutos según la metodología de cálculo del SELcum que se considera más realista, con el condicionamiento de que la combinación 10° de fuentes se debe activar recién a los 20 minutos de iniciado el proceso.

En relación con la métrica del SELcum, los peces con vejiga natatoria pueden encontrarse a 50 m del arreglo cuando comienza el aumento gradual, y si quedaran estáticos en ese lugar a medida que el buque se aleja, no se superaría el umbral de mortalidad potencial 201 dB re 1 μPa^2 s. Si estuviesen justo cerca de una línea de prospección y no se movieran cuando pasa el arreglo emitiendo a máxima potencia (lo cual es poco probable que ocurra pues se han documentado comportamientos evasivos), tampoco se superaría el umbral de mortalidad potencial si la distancia al arreglo fuese igual a 50 m. Esto es válido también para los peces sin vejiga natatoria cuyo umbral de mortalidad potencial para SELcum es mayor (219 dB re 1 μPa^2 s). Se recuerda que mediante modelación se analizaron distancias a partir de los 50 m desde el arreglo, puesto que muy cerca del arreglo los valores del SEL y del SPL son inferiores a los estimados a partir del campo lejano, y el cálculo de la propagación de algunas frecuencias es poco preciso.

Si bien no se requiere ni es factible la implementación de medidas de mitigación adicionales con respecto a los peces, se puede apreciar que solamente serían afectados aquellos que se encuentren en un entorno muy cercano al arreglo, del cual probablemente se alejen tanto durante el procedimiento de aumento gradual, como durante la prospección de cada línea si el arreglo se acercara a la ubicación de estos.

En conclusión, la posibilidad de que el proyecto produzca lesiones mortales o potencialmente mortales en los peces es poco probable y en caso de ocurrir sería muy limitada y localizada.



7 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

7.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

El concepto de sensibilidad ambiental no es sencillo de definir. La “Guía para la Elaboración Estudios de Impacto Ambiental” publicada por la entonces Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019) lo define como *“potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir o generar los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y sociales que los caracterizan, debido a la intervención humana o al desarrollo de procesos naturales de desestabilización”*.

Según el proyecto “Prevención de la Contaminación Costera y Gestión de la Diversidad Biológica Marina” existen tres tipos de condiciones que permitirían considerar un área como ambientalmente sensible (Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino, 2008). Por un lado, aquellas áreas que presentan condiciones ambientales inestables y/o particularmente desfavorables para la producción biológica y procesos de recolonización. Por otro lado, pueden ser catalogadas como ambientalmente sensibles, aquellas áreas en donde se registre la presencia de especies amenazadas. Finalmente, también pueden ser consideradas sensibles, las áreas que tienen algún valor ecológico particular y son vulnerables a las perturbaciones naturales y antrópicas, áreas con especies clave o que albergan sitios o procesos fundamentales desde el punto de vista ecológico.

Estas condiciones son básicamente de índole natural, siendo necesario incorporar a la identificación de áreas sensibles criterios que permitan considerar la sensibilidad también desde el punto de vista antrópico. Por lo cual, a lo largo del Capítulo 5 (Línea de Base Ambiental), a través de la recopilación y análisis de información antecedente de diversas fuentes científico-técnicas, se expuso una descripción detallada de los diversos componentes del ambiente en el cual se prevé desarrollar el proyecto.

Más allá de cualquier atributo natural o antrópico que posea una determinada zona, el nivel de sensibilidad ambiental de la misma está íntimamente relacionado con el grado de susceptibilidad del medio frente al desarrollo de las acciones asociadas a un proyecto determinado. Para el caso del estudio dicha susceptibilidad se relaciona con las actividades de adquisición sísmica. De la interrelación de estos dos aspectos a continuación se presenta el análisis de sensibilidad desarrollado para el área de influencia y en el marco del presente proyecto.

El análisis se desarrolló considerando la situación de cada factor en diferentes estaciones o temporadas. Esta división se realizó en función del comportamiento típico de las variables meteorológicas, es decir, considerando posibles diferencias para: primavera, verano, otoño e invierno.

Se seleccionaron los factores del medio natural y socioeconómico a considerar en el Análisis de Sensibilidad Ambiental. En relación al medio físico, considerando el tipo de actividad (prospección sísmica) y el ambiente analizado, no se identificaron factores particulares que deban ser incorporados. En relación a la componente antrópica, el análisis involucró aquellas actividades relevantes que producto del desarrollo del proyecto, de manera directa y/o indirecta, pudieran verse afectadas en su normal desenvolvimiento o en el potencial que las mismas presentan.

El análisis de sensibilidad realizado estuvo focalizado en el área de influencia (AID + AII) del proyecto definida para el presente trabajo en el Capítulo 5 (ver punto 2 ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA).



El análisis de la sensibilidad de las especies presentes en el área de influencia directa e indirecta resulta sumamente valioso, por lo que esta información se toma como insumo para la evaluación de impactos que se desarrolla en los puntos subsiguientes del presente capítulo.

Este análisis permite también destacar la existencia de zonas localizadas en el área de influencia del proyecto que presentan asociadas una elevada sensibilidad y las cuales fueron incluidas en un mapa de zonas sensibles, ya que muchas de ellas son utilizadas por las especies presentes en la zona analizada.



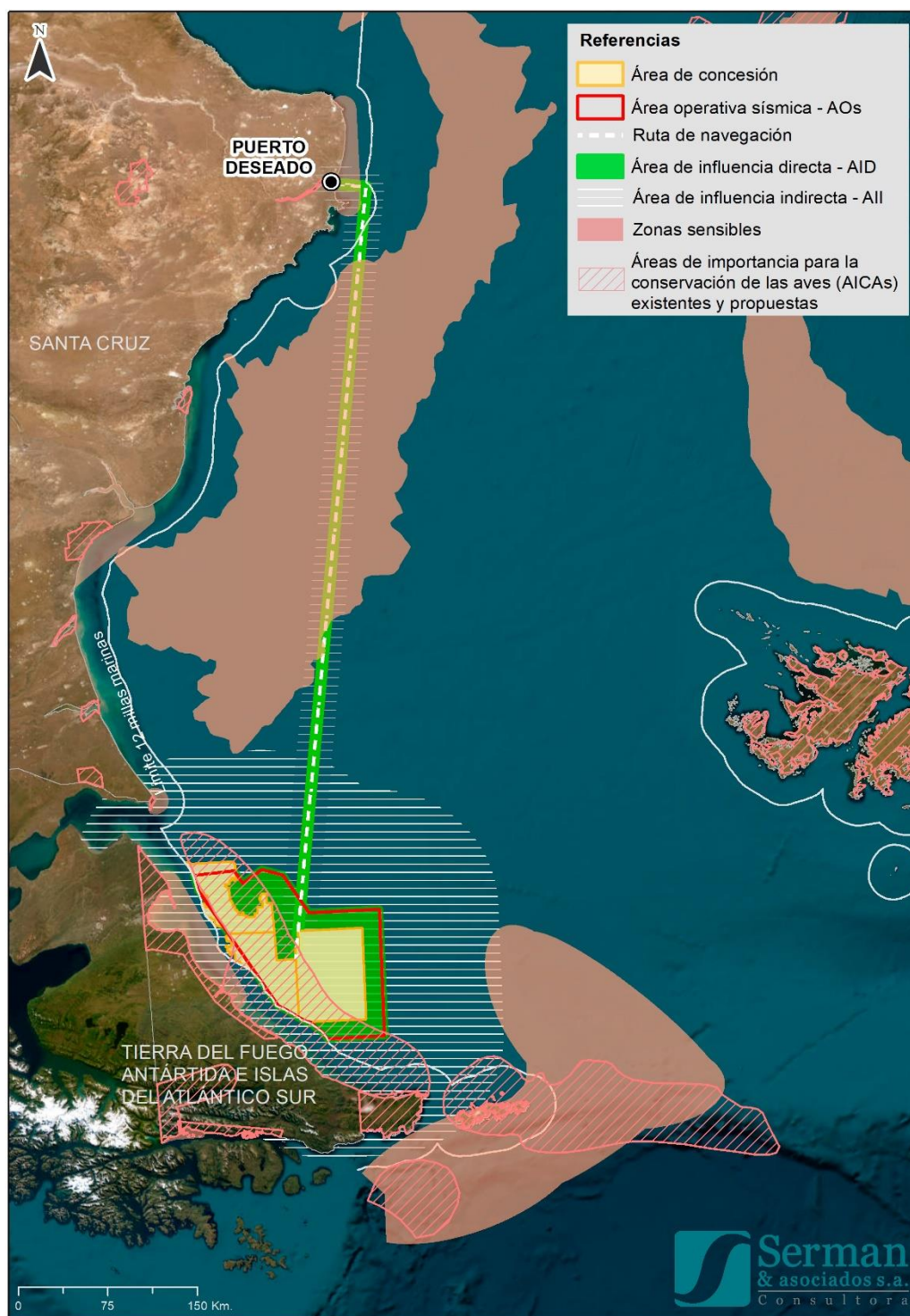


Figura 65. Mapa de zonas sensibles. Fuente: Elaboración propia.

[Firma manuscrita]

Se analizó la sensibilidad de los invertebrados marinos según el uso que hacen del ambiente (comunidad planctónica y bentónica) y según su valor comercial e interés pesquero en el área de estudio (centolla y cefalópodos). Las especies que integran el fitoplancton no se consideran especialmente sensibles para este tipo de actividades y las zonas de máxima producción se superponen marginalmente con el área de influencia (AID + AII) del proyecto. En relación al zooplancton, si bien el área de influencia directa (AID) no se superpone con altas densidades o frentes de máxima productividad, se registran en primavera-verano altas concentraciones de biomasa zooplanctónica principalmente de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii*. Estas especies, son eslabones fundamentales en las redes tróficas que podrían estar afectando la distribución de otras especies que dependan de ellos para su alimentación. Por todo esto, se considera que el zooplancton presenta una sensibilidad intermedia durante los momentos de máxima productividad, es decir durante las estaciones de primavera y verano y baja durante el resto del año (otoño e invierno).

Algunos de los invertebrados bentónicos que pueden encontrarse en el área de influencia (AID + AII) del proyecto son especies explotadas comercialmente como por ejemplo: la centolla (*Lithodes santolla*) y el calamar illex (*Illex argentinus*). Otros, son presas principales de muchas especies de peces, moluscos y otros animales, por lo cual constituyen eslabones importantes de las tramas alimentarias en todos los mares del mundo. Cabe destacar que el área de influencia (AID + AII) del proyecto no se superpone con las áreas consideradas Ecosistemas Marinos Vulnerables (Del Rio et al., 2012; Allega et al., 2020), ni tampoco con las áreas de mayor densidad de corales (Allega et al., 2020). De este modo, se considera que la comunidad bentónica presenta una sensibilidad intermedia frente al proyecto a lo largo de todo el año.

En cuanto a la centolla, los resultados indican una sensibilidad moderada a la exploración sísmica, previendo algunos efectos de tipo físico, comportamental y/o fisiológico, que podrían afectar la dinámica poblacional de esta especie. Esto ocurre principalmente porque las áreas de reproducción, muda, área de desove, cría y juveniles (dependiendo la época del año) se superponen de manera total o parcial con el área de influencia (AID + AII) del proyecto. Lo mismo podría ocurrir con la presencia de huevos, crías y/o paralarvas.

Para el caso particular del calamar argentino (*Illex argentinus*), si bien área de influencia (AID + AII) del proyecto se ubica dentro del área de distribución de la especie, la misma no es exclusiva. Es importante destacar que tanto el área de influencia directa (AID) como la indirecta (AII) no se superponen con el área de reproducción y cría del calamar, ni tampoco se superpone con el área de pesquería del calamar. Por lo tanto, la sensibilidad de este grupo ante las exploraciones sísmicas se consideró baja.

En el caso de los peces la sensibilidad ha sido definida como media o baja, dependiendo del grupo analizado, pero en líneas generales se considera que las especies identificadas en el área de influencia del proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma, por lo que el efecto a nivel poblacional puede ser considerado bajo. La sardina fueguina es una especie clave en el ecosistema marino por su rol en la cadena trófica, aún siendo abundante en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) también posee una amplia distribución. El área de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone con el área de reproducción de la sardina fueguina, si bien no es un área exclusiva de reproducción.



Para las aves, el área de influencia (AID + AII) del proyecto es muy importante durante todo el año, aunque el mayor número de especies se observa durante los meses de primavera y verano. Los sonidos producidos por las prospecciones sísmicas podrían generar perturbación de las actividades usuales de alimentación, cría y patrones de migración; limitaciones en la alimentación debido a los efectos de la sísmica sobre los peces que constituyen el alimento de las aves e incluso podrían afectar a aquellas aves que pasan mucho tiempo sumergidas en busca de alimento. Si bien el Área Operativa Sísmica no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras próximas (aunque fuera del área de influencia directa del proyecto), por lo que se considera una sensibilidad media-alta para las aves (dependiendo de las especies).

En cuanto a los mamíferos marinos, de acuerdo con la bibliografía relevada, el área de influencia (AID + AII) del proyecto tendría una función predominante como área de alimentación, y dado que existe un registro de cría de ballena franca austral en el área de estudio, la misma podría eventualmente ser usada como una zona de cría secundaria de esta especie (declarada Patrimonio Natural de la Argentina). Como resultado del análisis de sensibilidad, seis especies presentaron un índice de sensibilidad alta: lobo marino de un pelo, lobo marino de dos pelos, ballena franca austral, ballena sei, chungungo y huillín. Por su parte, el grupo de los Mustélidos se encuentra realmente comprometido en la región, registrando uno de los máximos valores de ISP en el huillín, en donde toma gran relevancia la ocurrencia permanente en el AII, el estado comprometido de la especie, así como también la cercanía a los sitios reproductivos. El periodo más sensible sería la temporada de primavera y verano, por lo que se ha asignado una sensibilidad alta en tanto que el otoño e invierno serían de moderada sensibilidad.

Si bien dentro del Área Operativa Sísmica (AOs) no queda comprendida ningún Área protegida legalmente, se destaca por su cercanía al área de influencia directa (AID), la Reserva Provincial Hemisférica y Sitio Ramsar Costa Atlántica de Tierra del Fuego, sitio de invernada de gran importancia internacional para limícolas del neártico, ubicada a 20 km de distancia del AOs. Esta reserva fue declarada Reserva Hemisférica para Aves Playeras por la Red hemisférica de reservas para aves playeras (RHRAP) en 1991. Así mismo, fue identificada como un Área de Aves Endémicas por el ICBP (Council for Bird Preservation -BirdLife International-). En estas costas, se observan numerosas especies de aves marinas y costeras. Varias de las especies de mamíferos identificados en el área de estudio utilizan esta zona. El sector intermareal es donde se observan las mayores concentraciones de aves costeras, por lo que fue definida como una Zona de Protección Especial por la Prefectura Naval Argentina (PNA). En cuanto a las áreas naturales protegidas costeras, se destaca la Reserva Natural Provincial Cabo Vírgenes, localizada a menos de 70 km del AOs. A su vez, el Parque Interjurisdiccional Isla Pingüinos y la Reserva Natural Intangible Ría de Puerto Deseado quedan comprendidos dentro del área de influencia (AID + AII) del Área Operativa de movilización, pero dada la cercanía de estas reservas al puerto de Puerto Deseado no se verán afectadas por la presencia de los buques asociados al proyecto, ya que de por sí el puerto presenta un gran flujo de barcos durante todo el año.

Además de estas zonas legalmente resguardadas, existen ciertos sectores del territorio Argentino que han sido identificados como ecológicamente relevantes por algún aspecto en particular.



Dentro de las áreas de alto valor de conservación, el área denominada Talud Austral se superpone levemente con el área de influencia indirecta dado que se ubica a aproximadamente a 80 km del AOs, mientras que el Área Operativa de movilización (AOM) se extiende cruzando el Frente Patagonia Austral. Si bien estas áreas mencionadas no se encuentran al día de hoy legalmente protegidas, las mismas cumplen un rol ecológico y funcional muy importante para el ecosistema marino patagónico, claves para la estructura ecológica y funcional del Mar Argentino y de la región. En muchos casos, estas áreas son sitios en donde se reproducen numerosas especies de importancia económica (ejemplo anchoíta, desove de merluza, etc.). Es importante resaltar que todas estas áreas, se caracterizan por ser zonas de alta productividad y gran riqueza de especies.

El sector Noreste de la Ría Deseado e Islas Adyacentes se superpone con el Área Operativa de movilización debido a su proximidad al puerto de Puerto Deseado. También, adyacentes al área de influencia indirecta (AII) se han identificado las siguientes áreas que se corresponden con zonas terrestres o costeras, no abarcando el ambiente marino: Reserva Natural Silvestre Isla de los Estados y Archipiélago de Año Nuevo, Reserva Provincial Ecológica, Histórica Isla de los Estados, la Reserva Provincial Cabo Vírgenes, las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) Península Mitre e Isla de los Estados, Islas de Año Nuevo e islotes adyacentes y el Sitio Ramsar Reserva Costa Atlántica de Tierra del Fuego.

Por otro lado, el área de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone completamente con un AICA propuesta (Aguas al Este de Tierra del Fuego), zona de importancia por ser sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados. Asimismo, el área de influencia indirecta (AII) del proyecto involucra el extremo Noroeste del AICA propuesta Aguas Adyacentes a Isla de los Estados, la misma protege al petrel gigante común, el pingüino penacho amarillo, y los sitios de nidificación del cormorán cuello negro, cormorán imperial y pingüino de Magallanes.

Por último, el área de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone con el área de alimentación de la ballena franca austral (Monumento Natural Nacional). Cabe destacar que, a diferencia de las áreas protegidas o sensibles, que son áreas estáticas previamente delimitadas y que están protegidas dentro del país, en este caso lo que se está protegiendo es una especie, que se mueve cientos de kilómetros por día, y que se encuentra protegida a nivel nacional e internacional.

El área de influencia (AID + AII) del proyecto posee una baja importancia pesquera o es muy marginal para algunas especies de reconocida importancia en la región sur como Merluza de cola, Savorín, Centolla, Bacalao austral, Calamar illex y Polaca. Cabe aclarar que ninguna de estas especies posee su área de reproducción en el área de influencia directa (AID) o indirecta (AII). Es importante destacar que las prospecciones están previstas entre septiembre y mayo abarcando los meses en que se registra mayor actividad pesquera en el área, lo cual generaría algún tipo de interferencia con la flota pesquera. En lo que respecta estrictamente a los bloques MLO_121 y AUS_106, resulta claro que en función del origen y volúmenes de los desembarques de las especies de importancia para la zona, la interacción con cualquier tipo de flota en operación de pesca será muy baja. En el bloque AUS_105 y especialmente en su sector norte, al igual que el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII), se producen desembarques de centolla fundamentalmente durante noviembre y diciembre, meses que están comprendidos en la ventana operativa y cuando puede haber interacción entre los buques tramperos y la prospección.

De este modo, el área de estudio presenta circulación de muchas especies, algunas de las cuales han sido identificadas como de elevada sensibilidad.



Desde el punto de vista antrópico, respecto de la navegación el área de influencia (AID + AII) del proyecto presenta una sensibilidad media - baja. Puntualmente, en cuanto a la actividad de los buques pesqueros, existe una baja interacción, y solamente en el sector noreste del área de influencia directa del proyecto, sobre la salida del Estrecho de Magallanes, en verano y primavera.

Finalmente, dado que existen actividades hidrocarburíferas linderas al Área Operativa Sísmica, cuya logística podría verse eventualmente modificada durante las tareas de prospección sísmica, así como infraestructura asociada a tales actividades, se ha determinado la sensibilidad de ambos factores, no obstante resultan de baja sensibilidad en ambos casos.

7.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los potenciales impactos del Registro Sísmico Offshore “3D” de las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121, se han identificado mediante un proceso sistemático por el cual las actividades (tanto las planificadas como las no planificadas) asociadas con el proyecto se han considerado con respecto a su potencial para interactuar con los factores ambientales.

Como herramienta para llevar a cabo esta identificación, se ha utilizado una Matriz de Interacciones Potenciales (Tabla 16). En esta matriz, las filas corresponden a las diversas acciones del proyecto que podrían actuar como fuente de impacto y los factores del medio relevantes para el entorno han sido listadas en las columnas.



Tabla 16. Matriz de Interacciones Potenciales.

COMPONENTES AMBIENTALES ACCIONES		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO					MEDIO ANTRÓPICO								
		Agua superficial	Aire	Geología	Oceanografía	Mamíferos marinos	Peces y cefalópodos	Bentos y plancton	Aves	Áreas protegidas y sensibles	Actividad pesquera	Tránsito Marítimo	Infraestructura costa afuera	Actividad hidrocarbúfera	Actividades económicas	Población	Patrimonio arqueológico	Infraestructuras, recursos y usos terrestres	
Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121	Actividades planificadas																		
	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)					X	X	X	X	X	X								
	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico					X			X	X	X	X	X	X					
	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	Emisiones gaseosas		X															
		Emisiones lumínicas de los buques								X	X								
		Emisiones sonoras de los buques					X	X		X	X								
		Generación de efluentes líquidos en los buques																	
		Generación de residuos en los buques																	
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios														X			X	
	Eventos no planificados (contingencias)																		
Derrames de combustible	X				X	X	X	X	X	X								X	
Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	X				X	X	X	X	X	X									
	Sin interacción o Interacción sin impacto																		
X	Interacción potencial identificada																		



7.3 SÍNTESIS DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación se sintetizan las conclusiones principales del análisis efectuado sobre los impactos potenciales de la actividad en relación al medio físico, biótico y antrópico cuyos fundamentos, que se basan en las evaluaciones efectuadas, pueden encontrarse en el Capítulo 7 – Parte 2: Evaluación de Impactos Ambientales.

Para la identificación de los impactos ambientales se realizó un análisis del proyecto desde una perspectiva ambiental, y un análisis del ambiente en relación al proyecto específico. Sobre la base del análisis del proyecto y del diagnóstico ambiental del área se realizó la identificación y evaluación de los impactos ambientales que el REGISTRO Sísmico Offshore 3D de las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121” puede generar.

Al igual que la mayoría de las actividades humanas, las tareas de adquisición sísmica, en lo que hace a los altos niveles sonoros necesarios para las investigaciones, pueden causar algún efecto no deseado sobre el ambiente. Se debe tener en cuenta, sin embargo, que los efectos serán muy localizados y de duración limitada, pudiéndose aplicar medidas de mitigación de los mismos.

Otros impactos potenciales son los que habitualmente se derivan de la operación de buques, dado que se empleará una embarcación para realizar el relevamiento sísmico. Estos impactos no son diferentes de los que ya se producen por el tráfico de buques en el área de trabajo, siendo en realidad el riesgo muy bajo debido a que no se transporta petróleo o derivados, más allá del combustible y lubricantes necesarios para la navegación de la embarcación.

En consecuencia, en el presente estudio se hizo énfasis en los aspectos particulares de la registración sísmica, relacionados con la perturbación sonora, considerando las preocupaciones que podrían suscitarse sobre la posible afectación de la fauna, y teniendo en consideración los antecedentes de investigaciones específicas desarrolladas desde el inicio del empleo de estos sistemas y en los últimos años.

Las ondas sonoras se mueven a través de un medio transfiriendo energía cinética de una molécula a la otra. El mar es un ambiente lleno de sonidos. En el medio marino, los organismos marinos usan el sonido para muchas funciones vitales para informarse sobre su entorno, para detectar presas y predadores, para orientarse y para comunicarse socialmente (Hawkins y Popper 2014).

Ciertos eventos naturales están asociados con situaciones de amenaza cercana para ciertos organismos marinos, que presentan estrategias adaptativas desarrolladas evolutivamente para minimizar su exposición ante dichas fuentes predecibles de amenaza. Como ejemplo, las erupciones marinas con escapes de gases y lava pueden estar anunciados mediante ondas sonoras y sísmicas, y son percibidas por encima del ruido de fondo activando alarmas fisiológicas que se traducen en comportamientos de escape (Kaniklides, 2014). Otros sonidos extremadamente fuertes son considerados ruidos molestos o desagradables, que generan comportamientos de desplazamiento o evitación. La mayoría de los vertebrados marinos presenta mecanismos auditivos, pero es importante tener en cuenta que los animales también detectan ondas sonoras por mecanismos no auditivos (Wartzok y Ketten, 1999).



Los efectos potenciales de la prospección sísmica en los mamíferos marinos incluyen la alteración del comportamiento (alimentación, reproducción, descanso, migración), desplazamiento localizado, cambio en las vocalizaciones, enmascaramiento de los sonidos necesarios para la comunicación y la navegación, estrés fisiológico, y lesiones físicas, incluidos los daños auditivos temporales o permanentes. El alcance de los efectos varía dependiendo de las especies de mamíferos, nivel sonoro/proximidad a la fuente sísmica y actividad de preexposición.

Los animales que quedan expuestos a ruidos antropogénicos elevados o por tiempos prolongados pueden experimentar resonancia pasiva que genera daños directos que pueden ir desde hematomas pasando por ruptura de órganos hasta casos extremos de muerte por barotrauma (ej. por explosiones). Estos daños pueden provocar un corrimiento de los umbrales auditivos de manera temporaria (TTS, por sus siglas del inglés *Temporary Threshold Shift*) o permanente (PTS, por sus siglas del inglés *Permanent Threshold Shift*), comprometiendo las capacidades de comunicación y de detectar amenazas. Para evitar esta situación, se han desarrollado medidas de mitigación que alertan a los organismos de la presencia de una fuente de ruido intenso (ej. Protocolos de Aumento Gradual o *Soft Start*) y también lineamientos para calcular estos umbrales y definir distancias seguras para suspender la operatoria de adquisición sísmica si un organismo de una especie de interés penetra dentro de dicho radio.

En general los **mamíferos marinos** pueden evitar el daño que puede provocar el ruido de emisiones de energía de aire comprimido, alejándose de la fuente.

Para que ello sea posible, es importante que el nivel de ruido se vaya incrementando en forma progresiva, para que los animales no se vean sorprendidos por una emisión de energía de aire comprimido de alta intensidad, encontrándose a corta distancia de la fuente.

Ese es el principio que se aplica para el Aumento Gradual (*Soft Start*), procedimiento de mitigación que es requerido por la Resolución MAYDS 201/2021.

En función de los análisis realizados en la modelación acústica, el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) más restrictivo resulta para el grupo del tipo cetáceos de frecuencia auditiva muy alta (VHF), el cual se alcanza a 781 metros respecto de la fuente (ver Tabla 9).

De acuerdo al Análisis de Sensibilidad Ambiental realizado (Capítulo 7 - Parte 1), el área donde se planifica la prospección sísmica tendría una función predominante como área de alimentación. El periodo más sensible sería la temporada de primavera - verano, por lo que se le ha asignado una sensibilidad alta, en tanto que el otoño e invierno serían de moderada sensibilidad. Teniendo en cuenta este análisis y el periodo en el que se realizará el registro (se estima que la actividad sísmica se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024), en el periodo de primavera – verano la intensidad del impacto se consideró alta, y durante el otoño moderada. De acuerdo con metodología de valoración de impactos ambientales aplicada, teniendo en cuenta todos los atributos considerados en la evaluación (intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad) la Importancia del Impacto (I) de la *Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)* sobre los mamíferos marinos en el periodo más desfavorable (primavera-verano) quedó calificada como moderada.



Los antecedentes científicos recopilados señalan que si bien la sísmica afecta al comportamiento de los **peces** cerca de la fuente, la magnitud de este efecto no generaría cambios a largo plazo en el tamaño de las poblaciones de peces.

Según el Análisis de Sensibilidad Ambiental realizado, los grupos de peces que se conoce están presentes en el área de proyecto incluye especies con baja y moderada sensibilidad, en función de los criterios biológicos (incluida la sensibilidad auditiva, la actividad estacional, la distribución y el nicho trófico), ecológicos, de conservación y de interés pesquero considerados en el análisis.

Los resultados de la modelación acústica establecen que la condición más exigente (peces con vejiga natatoria) que se corresponde con el umbral de mortalidad potencial y de recuperación para los peces, se encuentra para el presente proyecto en un radio de 263 metros de la fuente considerando la situación más conservativa (Profundidad máxima uniforme - Azimut 90°) (ver Tabla 9).

Al respecto, las medidas de mitigación existentes asociadas con el proyecto incluyen el uso de un protocolo de Aumento Gradual al comienzo de cada línea de adquisición de datos, en el que el sonido se va incrementando gradualmente a lo largo de un período de tiempo. Los niveles de sonido también aumentarán y disminuirán lentamente a medida que los buques se muevan. Esto permitiría que los peces en las cercanías de la fuente de sonido se alejen antes de que los niveles de sonido se vuelvan perjudiciales. Por lo tanto, el riesgo de lesiones para los peces individuales es bajo y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas, en particular teniendo en cuenta que la mayoría de las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma.

Cabe destacar que el área de prospección sísmica no se superpone con el área de reproducción de las especies de peces óseos de reconocida importancia en la región sur: merluza de cola, bacalao austral, merluza austral, abadejo, merluza negra, polaca y savorín.

En tanto que para los estadios tempranos de vida (huevos y larvas) que no pueden evitar la onda de presión sonora, la bibliografía recopilada indica que el daño está acotado a las zonas muy cercanas a la fuente (menos de 5 metros), por lo que la mortalidad es tan baja que se puede considerar que tiene un impacto despreciable a nivel poblacional. En este sentido, cabe señalar que el área de influencia del proyecto no se superpone con una zona de alta densidad de ictioplancton.

Teniendo en cuenta que, si bien las lesiones a nivel individual de los peces podrán registrarse en un espacio acotado a las proximidades de la fuente y por lo tanto pueden presentar un riesgo bajo a nivel poblacional (y mitigable considerando la medida de Aumento Gradual), las respuestas comportamentales podrían implicar el alejamiento temporal de las especies a zonas menos disturbadas, la Importancia del Impacto (I) de la *Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)* sobre los peces quedó calificada como moderada.



En relación con los **cefalópodos**, los antecedentes relevados señalan que no se ha observado mortalidad de cefalópodos directamente asociados con la exposición a estudios sísmicos, aunque es posible que presenten comportamientos de evitación en un área de influencia acústica acotada a las cercanías de la fuente de energía sísmica. Dado que el área de influencia del proyecto es marginal para su distribución y no posee valor crítico para la reproducción o cría de este grupo, la Importancia del Impacto (I) de la *Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)* sobre este grupo en el área de influencia del proyecto será baja a nivel poblacional; y por lo tanto quedó calificada como de baja.

Respecto de las **aves marinas**, el área de influencia del proyecto es muy importante durante todo el año, observándose el mayor número de especies durante los meses de primavera y verano. Si bien el Área Operativa Sísmica (AOs) no es un área de reproducción, algunas de las especies presentes (pingüinos y cormoranes principalmente) se reproducen en zonas costeras cercanas (aunque fuera de la zona de influencia directa del proyecto), no obstante el área de reproducción más próxima es Cabo Vírgenes ubicada aproximadamente a 70 km del AOs. En este sentido el área de influencia del proyecto se considera de media-alta (dependiendo de las especies) sensibilidad para las aves. Dado que la sonorización sísmica produce fundamentalmente efectos comportamentales sobre las aves marinas, la Importancia del Impacto (I) de la *Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)* sobre la avifauna ha quedado calificada como moderada teniendo en cuenta principalmente la situación del grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos. En particular, el área de influencia del proyecto se superpone con una zona destacada como sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin, Isla de los Estados. Para el resto de las aves presentes en el área de influencia del proyecto la calificación del impacto podría considerarse entre baja y moderada.

Tanto para el componente de **bentos** como para el **plancton**, para el área de influencia del proyecto no se han identificado en la bibliografía consultada especies protegidas ni endemismos. Las especies que integran el fitoplancton no se consideran especialmente sensibles para este tipo de proyectos y las zonas de máxima producción se superponen marginalmente con el área de influencia del proyecto.

El área de influencia del proyecto tampoco se superpone con altas densidades o frentes de máxima productividad de zooplancton, no obstante, este componente se considera con sensibilidad intermedia durante las estaciones de primavera y verano (periodo de máxima productividad), dado que en el área de proyecto se registran altas concentraciones de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii*. El resto del año (otoño e invierno) la sensibilidad de este componente es baja.



En cuanto a las comunidades bentónicas el área de proyecto presenta una sensibilidad intermedia a lo largo de todo el año, siendo que resulta una muestra empobrecida de lo que ocurre a mayores profundidades. Los crustáceos decápodos constituyen uno de los grupos más conocidos, principalmente por su interés comercial. El más destacado en el área de influencia (AID + AI) del proyecto es la centolla patagónica *Lithodes santolla*. Por su interés pesquero y ecológico, la sensibilidad de la centolla patagónica fue analizada de manera particular. De acuerdo a los resultados del Análisis de Sensibilidad Ambiental (Capítulo 7 – Parte 1), la misma fue calificada igualmente con sensibilidad moderada a la exploración sísmica. De todos modos, en relación a este grupo de organismos bentónicos, se debe tener en cuenta que el buque sísmico operará siempre en aguas con profundidades entre 30 y 120 metros. En consecuencia, considerando que la bibliografía revisada señala que estos organismos pueden verse afectados en el campo cercano a las fuentes de sonido (5 metros de distancia) y que estas fuentes se ubicarán a una profundidad de 5 a 7 metros, no se prevé una afectación de este componente.

De acuerdo a lo antedicho, el impacto debido a la *Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)* se relaciona únicamente con la afectación del zooplancton, el cual será de baja Importancia (I) teniendo en cuenta que la oferta de las especies *Drepanopus forcipatus* y *Themisto gaudichaudii*. no se limita a este sector y que las especies que la demandan se mueven en una amplia área de acción.

En función de la baja afectación de este componente se descarta asimismo que pueda existir un efecto negativo sobre los peces, aves y mamíferos marinos cuyo sustento alimenticio está conformado por estas comunidades.

En cuanto a los potenciales impactos sobre **áreas protegidas** o **sensibles** y debido a que éstas representan reductos de especial sensibilidad en cuanto pueden corresponder a áreas de cría, desove, alimentación o reproducción de especies de interés ecológico, cualquier actividad que se realice en las inmediaciones de estas zonas debe ser especialmente controlada.

Tanto el Área Operativa Sísmica (AOs) como sus áreas de influencias directa (AID) e indirecta (AI) no se superponen con ningún área legalmente protegida.

En cuanto a las áreas sensibles, tanto el área de influencia directa (AID) como el área de influencia indirecta (AI) se superponen con la totalidad de la zona propuesta como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Aguas al Este de la Isla de Tierra del Fuego, sitio de importancia por ser sitio de alimentación para los pingüinos patagónicos provenientes de las colonias de Cabo Vírgenes e Isla Martillo, y el pingüino de penacho amarillo que nidifica en Bahía Franklin.

Por su parte, el área de influencia indirecta (AI) se superpone parcialmente con dos Áreas de alto valor de conservación: Talud Austral y Frente Patagonia Austral, en alrededor del 5 y 12% respectivamente, y con la zona propuesta como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Aguas adyacentes a la Isla de los Estados (en alrededor de un 11%).

Adyacentes al área de influencia indirecta (AI) se han identificado también las siguientes áreas que se corresponden con zonas terrestres o costeras, no abarcando el ambiente marino: 0



A su vez, el área de influencia (AID + AII) del proyecto se superpone con el área de alimentación de la ballena franca austral (Monumento Natural Nacional). No obstante, a diferencia de las áreas protegidas o sensibles, que son áreas estáticas previamente delimitadas y que están protegidas dentro del país, en este caso lo que se está protegiendo es una especie, que se mueve cientos de kilómetros por día, y que se encuentra protegida a nivel nacional e internacional.

Si bien como se mencionó el Área Operativa Sísmica (AOs) y sus áreas de influencias directa (AID) e indirecta (AII) no se superponen con ningún área protegida declarada, dada la sensibilidad y superposición con sitios identificados como de potencial importancia o propuestos para su protección (“sensibles”), en forma precautoria, teniendo en cuenta los efectos evaluados anteriormente sobre los organismos que las conforman, la Importancia del Impacto (I) de la *Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)* sobre el factor de Áreas protegidas y sensibles quedó calificado como moderada.

El impacto sobre el rendimiento de la **actividad pesquera** en el área de influencia del proyecto podría darse como resultado de la afectación del proyecto sobre la fauna ictícola y de invertebrados siendo que, como se ha evaluado anteriormente, dichas comunidades pueden verse afectadas por las actividades de prospección sísmica. No obstante, la incidencia de las actividades de adquisición sísmica carece aún de conclusiones uniformes respecto de su afectación sobre las capturas. Posiblemente cualquier probable efecto en los peces no se traduzca necesariamente en efectos a escala de población o interrupciones en la pesca. Si bien distintos estudios han demostrado que la exposición a la emisión de las fuentes sísmicas tiene un impacto en la captura de peces, posiblemente como resultado de respuestas conductuales y la distribución de los mismos durante y después de la exposición al sonido, en general, se ha comprobado que los efectos sobre el comportamiento son a corto plazo y que la duración del efecto es inferior o igual a la duración de la exposición, aunque varían según las especies y los individuos, y dependen de las propiedades del sonido recibido.

En términos generales, las principales especies de interés pesquero en el área de influencia del proyecto en orden decreciente de desembarque son: merluza de cola, savorín, centolla, bacalao austral, calamar *Illex* y polaca. El resto de las especies o grupos de especie no contribuye significativamente a las capturas. No obstante, no todas las especies consideradas de interés poseen igual relevancia pesquera. La merluza de cola es la especie dominante en las capturas comprendiendo el 68,5% (1000,6 t) de los desembarques anuales promedio respecto del total de las capturas de las especies de relevancia (1.422 toneladas) provenientes del área de influencia del proyecto. Le siguen el savorín con el 11,7% (170,8 t), la centolla con el 7,6% (110,4 t), el bacalao austral con el 4,7% (68,4 t), el calamar *Illex* con el 3,4% (50,4 t) y la polaca con el 1,5% (21,5 t).

A nivel nacional, los volúmenes totales desembarcados de las principales especies de interés pesquero en el área de influencia del proyecto (merluza de cola, savorín, centolla, bacalao austral, calamar *Illex* y polaca) alcanzan las 167.851 toneladas promedio entre 2017 y 2021; mientras que las extracciones totales de dichas especies en el área de influencia del proyecto alcanzan las 1.422 toneladas. En porcentaje, este valor representa aproximadamente el 0,84%, el cual es un valor bajo. En términos generales, esto indica que la zona es relativamente poco importante para la pesca de dichas especies. En este contexto, y de acuerdo a los resultados del Análisis de Sensibilidad Ambiental (Capítulo 7- Parte 1), considerando a cada una de las especies en particular, se destaca que cuatro de ellas: merluza de cola, centolla, calamar *Illex* y polaca quedaron calificadas como de importancia baja. El bacalao austral es de importancia media y es capturado como fauna acompañante de la pesca dirigida a merluza de cola. El savorín fue la única calificada como de importancia alta.



En lo que respecta a la distribución espacial, el origen de los desembarques provenientes de los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121 es muy escaso, levemente superior en el área de influencia directa (AID) y la gran mayoría provienen del área de influencia indirecta (AII). Las capturas se concentran espacialmente en el área de influencia indirecta (AII) sobre el meridiano de 65° O y entre los paralelos 53° y 54° S. Presumiblemente, este sector se corresponda con el sector más profundo del área evaluada, donde existen caladeros de pesca de peces con arrastre de fondo. Este sector es utilizado en menor proporción por la flota potera dirigida a calamar *Illex*. El sector norte del bloque AUS_105 y el sector próximo del área de influencia directa (AID) es poco relevante en términos del total de captura, pero allí se concentra la captura con trampa.

Las prospecciones están previstas entre septiembre de 2023 y mayo de 2024 abarcando los meses en que se registra mayor actividad pesquera en el área, lo cual generaría algún tipo de interferencia con la flota pesquera. En lo que respecta estrictamente a los bloques MLO_121 y AUS_106, resulta claro que en función del origen y volúmenes de los desembarques de las especies de importancia para la zona, la interacción con cualquier tipo de flota en operación de pesca será muy baja. En el bloque AUS_105 y especialmente en su sector norte, al igual que en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII), se producen desembarques de centolla fundamentalmente durante noviembre y diciembre, meses que están comprendidos en la ventana operativa y cuando puede haber interacción entre los buques tramperos y la prospección. Sin embargo, el mes de junio también aparece como relevante para los desembarques de centolla y ese mes no se contempla en las prospecciones sísmicas.

De acuerdo a lo antedicho y considerando el volumen de los desembarcos en las áreas de adquisición en el contexto de su relevancia a nivel nacional, el impacto de la operatoria de las fuentes sísmicas sobre las pesquerías se estima de baja intensidad a nivel nacional, pero de moderada intensidad para el Área Operativa Sísmica, en particular para el sector del bloque AUS_105 en relación a los desembarque de centolla, y lo mismo puede mencionarse en particular para el área de influencia indirecta (AII) siendo que el momento de prospección se solapa temporalmente con el de la operatoria de pesca. De este modo, teniendo en cuenta los volúmenes de especies desembarcados en cada área y que los desembarques se focalizan en sectores puntuales del área de influencia la Importancia del Impacto (I) de la *Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)* sobre la actividad pesquera quedó calificada como moderada.

Las tareas de prospección sísmica también pueden incidir sobre las pesquerías por la interferencia que puede producir la actividad en relación con la circulación de la flota pesquera que transita por el sector en búsqueda de zonas de captura. Sin embargo, como fue mencionado previamente, en términos generales el área de influencia del proyecto es relativamente poco importante para la pesca de las especies de interés pesquero de la zona. Como se detalló anteriormente, para el Área Operativa Sísmica (AOs) donde navegará el buque sísmico, se identifican posibilidades de solapamiento variables con la actividad de pesca a lo largo de la ventana operativa de la exploración sísmica, pero en muy baja medida, dado que la gran mayoría de los desembarques proviene del área de influencia indirecta (AII). Al respecto, la **Importancia del Impacto (I) de la Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico sobre la actividad de los buques pesqueros** quedó calificada como baja.

En relación al **tránsito marítimo**, los principales impactos podrían encontrarse asociados a una eventual interferencia en el tráfico normal de embarcaciones que se encuentran en la ruta que une el Área Operativa Sísmica (AOs) con el puerto de Puerto Deseado definido para el presente proyecto como Área Operativa Puerto (AOp) y los que navegan en la zona de proyecto.



La navegación en el área de influencia directa del Área Operativa Sísmica (AOs) se asocia por un lado, a buques pesqueros, no obstante, existe una baja interacción con la zona del proyecto como se mencionó anteriormente. Por el otro lado, se relaciona posiblemente con las operaciones en los bloques productivos cercanos dado que se presume que las mismas incluyen movimientos de buques para transporte de personal y eventualmente materiales para mantenimiento. En todo caso, estas interferencias podrán ser igualmente minimizadas a través de la planificación y comunicación eficaz con las autoridades portuarias, la Prefectura Naval, y el operador de las áreas linderas (TOTAL AUSTRAL S.A.) Por ende, la Importancia del Impacto (I) de la *Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico* sobre el tránsito marítimo queda calificada como baja.

De los bloques de explotación linderos a las áreas de concesión AUS_105, AUS_106 y MLO_121, el denominado Cuenca Marina Austral 1 (CAU) se encuentra actualmente en operación, mientras que los bloques Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y Leo, no serían aun productivos. Algunos sectores menores de estos bloques quedan comprendidos dentro del Área Operativa Sísmica (AOs) del proyecto.

Los pozos productivos pertenecientes al bloque CAU se encuentran por fuera del Área Operativa Sísmica (AOs) del proyecto donde se llevará a cabo el registro y las maniobras de los buques asociados al mismo, e incluso por fuera de su área de influencia directa, por lo que estas actividades no se verán afectadas por el proyecto.

En todo caso, podrá darse alguna interferencia menor sobre las operaciones asociadas a dicho bloque productivo (CAU) o actividades planificadas en las áreas de explotación (CNOR, CSES, LEO y TASI), las que se estima podrían incluir movimientos de buques para transporte de personal, eventuales materiales para mantenimiento, etc.. De este modo, la Importancia del Impacto (I) de la *Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico* sobre la **actividad hidrocarbúfera** ha quedado calificada como baja, a la vez que podrá ser minimizada a través de la planificación y comunicación eficaz con el operador de los mencionados bloques (TOTAL AUSTRAL S.A.). EQUINOR ha establecido comunicación con la operadora TOTAL AUSTRAL S.A. y mantendrá las vías de contacto mientras se desarrollen las actividades vinculadas a la prospección sísmica.

En cuanto al componente de **infraestructura costa afuera**, sobre un pequeño sector en el margen noroeste del Área Operativa Sísmica (AOs), se identifica la traza del poliducto denominado “Gasolinoducto de exportación 24” con Línea MEG 4”, el cual pertenece a la empresa TOTAL AUSTRAL S.A. Dado el tipo de infraestructura de la que se trata, el registro sísmico 3D no implicará la afectación de su normal funcionamiento. Todos los equipos sísmicos tendrán, como mínimo, 10 m de distancia libre desde el punto más superficial del fondo marino, por lo que los equipos sísmicos no serán arrastrados sobre la tubería. En todo caso, el registro sísmico podrá generar alguna interferencia muy menor para alguna operación eventual del operador del ducto, la que podrá ser minimizada a través de la planificación y comunicación eficaz entre las partes. Como se mencionó anteriormente, EQUINOR ha establecido comunicación con TOTAL AUSTRAL S.A. y mantendrá las vías de contacto mientras se desarrollen las actividades vinculadas a la prospección sísmica.

Asimismo, dentro del Área Operativa Sísmica (AOs) del proyecto se identifican siete pozos de hidrocarburos, no obstante los mismos se encuentran en la condición de “abandonados” (cinco pozos) o “inactivos” (dos pozos). De este modo, si bien esta infraestructura podría representar una interferencia en el desarrollo del registro, lo cual se considera en la planificación del mismo, al tratarse de pozos fuera de operación no existirá una afectación.



Las tareas de prospección sísmica propiamente dichas, así como de las actividades de apoyo necesarias generarán un impacto positivo sobre la **economía local** principalmente asociado a la demanda de mano de obra. Debido a la cantidad y calificación del personal requerido para el proyecto y el plazo de desarrollo del mismo, el impacto sobre las actividades económicas será de poca relevancia.

En lo que respecta al **agua superficial**, el riesgo de contaminación de aguas marinas puede presentarse por derrame accidental de combustibles, descarga accidental de sustancias químicas, vertimiento y la disposición inadecuada de los residuos en las aguas marinas. Los efectos de un pequeño derrame de combustible que se consideran más probables asociados a las transferencias de combustible, dependerían de las condiciones del mar en el momento del derrame. En líneas generales, el impacto quedó calificado con moderada importancia.

Asimismo, la probabilidad de un gran derrame de combustible es remota (BOEM, 2014; NOAA, 2016). La pérdida de todo el combustible del buque sísmico se considera particularmente improbable, ya que el mismo se almacena en una serie de tanques más pequeños con doble fondo y es improbable que el contenido de todos los tanques se pierda simultáneamente. Además, las válvulas que conectan los tanques de combustible se mantienen cerradas, minimizando la pérdida de combustible si uno de los tanques se rompe, en tanto que las fugas en los depósitos de almacenamiento se dirigen a los tanques de agua de sentina oleosa. Con tales medidas se prevé disminuir el riesgo de accidente evitando cualquier daño al ecosistema acuático.

De todos modos, se han analizado los efectos de un derrame de combustible sobre los mamíferos marinos, los peces y cefalópodos, las comunidades bentónicas y el plancton, las aves, las áreas protegidas y sensibles y las pesquerías, quedando calificados como moderados.

En cuanto a la **calidad del aire** el mecanismo de operación y desplazamiento del buque sísmico y los buques de apoyo es similar a las embarcaciones que ya navegan en la zona. La operación de las embarcaciones no afectará las condiciones atmosféricas en el área de influencia del proyecto, debido a que las emisiones que se generarán, se dispersarán rápidamente en la atmósfera por la acción del viento, sin generar efectos ambientales sobre los componentes del medio. Estas emisiones atmosféricas también implican una contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), aunque muy pequeña, como se ha establecido de acuerdo a las estimaciones realizadas en este estudio.

7.4 MATRIZ RESUMEN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para la identificación, evaluación y valoración de los potenciales impactos ambientales asociados al proyecto en estudio se siguió la metodología propuesta por Conesa Fernández – Vitora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia). En la Tabla 17 se presentan las categorías o calificación de la Importancia (I) que pueden tomar los impactos.



Tabla 17. Calificación de la Importancia (I) de los impactos.

Impacto Positivo		Impacto Negativo		Significado
Importancia (I)	Calificación	Importancia (I)	Calificación	
Muy bajo		Muy bajo		Aquellos en los que el factor afectado sufre una alteración escasa o no detectable (esto es, no se puede establecer/detectar si una posible variación es de origen natural o no).
< 25	Bajo	< 25	Bajo	La recuperación es en general inmediata tras el cese de la actividad.
25 a 49	Moderado	25 a 49	Moderado	La recuperación puede no ser inmediata tras el cese de la actividad, pero en general son reversibles en el corto plazo.
50 a 75	Alto	50 a 75	Severo	El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado.
> 75	Relevante	>75	Crítico	La afectación del mismo es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas preventivas y de reducción.

A continuación se presenta la Matriz Resumen de Impacto Ambiental (Tabla 18) con las interacciones entre acciones y factores de los potenciales impactos ambientales identificados y la valoración final obtenida.



Tabla 18. Matriz Resumen de Impacto Ambiental.

COMPONENTES AMBIENTALES		MEDIO FÍSICO		MEDIO BIÓTICO					MEDIO ANTRÓPICO						
		Agua superficial	Aire	Mamíferos marinos	Peces y cefalópodos	Bentos y plancton	Aves	Áreas protegidas y sensibles	Actividad pesquera	Tránsito Marítimo	Infraestructura costa afuera	Actividad hidrocarbúfera	Actividades económicas	Infraestructuras, recursos y usos terrestres	
ACCIONES															
Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121	Actividades planificadas														
	Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)		0	0	-43	-31 (*)	-24	-38 (**)	-42	-29	0			0	0
	Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico		0	0	-21	0	0	-24	-24	-22	-24	-17	-17	0	0
	Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)	Emisiones gaseosas	0	-24	0	0	0	0	0	0	0			0	0
		Emisiones lumínicas de los buques	0	0	0	0	0	-24	-24	0	0			0	0
		Emisiones sonoras de los buques	0	0	Muy bajo	Muy bajo	0	Muy bajo	Muy bajo	0	0			0	0
	Demanda de mano de obra y de bienes y servicios		0	0	0	0	0	0	0	0	0			16	Muy bajo
	Eventos no planificados (contingencias)														
	Derrames de combustible		-36	0	-40	-38	-27	-40	-40	-35	0			0	-24
Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos		Muy bajo	0	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	0			0	0	

Nota:

(*) se presenta en la matriz la valoración de la Importancia del Impacto (I) para el grupo de peces, mientras que la valoración de la Importancia del impacto para el grupo de cefalópodos resulta baja.

(**) se presenta en la matriz la valoración de la Importancia del Impacto (I) para el grupo de buceadores en profundidad, representado en el área de influencia del proyecto por los pingüinos, por ser el que alcanza la mayor valoración dentro de las aves marinas.



REFERENCIAS

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Importancia (I)	Calificación	Importancia (I)	Calificación
Muy bajo		Muy bajo	
< 25	Bajo	< 25	Bajo
25 a 49	Moderado	25 a 49	Moderado
50 a 75	Alto	50 a 75	Severo
> 75	Relevante	> 75	Crítico



7.5 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo a la “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental” (SAyDS, 2019) el abordaje de las medidas de mitigación considera el modelo conceptual de planificación temprana de la mitigación de impactos, conocido como principio de jerarquía de mitigación; el cual establece una secuencia de pasos, a implementar de forma concatenada y jerarquizada, que tienen como finalidad evitar, minimizar, restaurar y en última instancia compensar los impactos negativos significativos residuales.

A continuación se presenta la matriz resumen de impactos ambientales (Tabla 19) considerando la implementación de las medidas de mitigación confeccionadas para atender a los impactos significativos del proyecto las cuales se detallan en el Capítulo 8.

Como resultado de la implementación de las medidas los impactos residuales han quedado calificados entre **bajos** y **muy bajos**.

En la

Tabla 23 se indica el tipo de medida aplicada de acuerdo a la jerarquía de mitigación y los programas del Plan de Gestión Ambiental con los que se vinculan. Estos últimos (programas) se describen asimismo en el Capítulo 8.



Tabla 19. Matriz de impacto ambiental implementando medidas de mitigación

Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
Actividades planificadas							
Operación de las fuentes sísmicas (emisiones de aire comprimido)	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	P1	
				M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
		Peces y cefalópodos	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo (*)
				M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	P1	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
		Plancton	Bajo	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
		Aves	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	P1	
				M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
		Áreas protegidas y sensibles	Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	Bajo
				M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	P1	
				M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	
M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones			P4			



Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
		Actividad pesquera			sísmicas linderas		Bajo
	Antrópico		Moderado	M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	P1	
				M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	P4 y P5	
				M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4	
Navegación de los buques sísmicos y de apoyo y presencia física del equipo sísmico	Biótico	Mamíferos marinos	Bajo	M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	Bajo
				M4	Medidas de control de la velocidad de los buques para evitar colisiones con la fauna marina	P2	
		Aves	Bajo	M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	P1, P2 y P3	Bajo
				Áreas protegidas y sensibles	Bajo	M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos
		M4	Medidas de control de la velocidad de los buques para evitar colisiones con la fauna marina			P2	
		Antrópico	Actividad pesquera	Bajo	M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	P4 y P5
	M15				Respuesta de consultas y reclamos	P15	
	Tránsito marítimo		Bajo	M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	P4	Muy bajo
	Infraestructura costa afuera		Bajo	M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	P4	Muy bajo
			Actividad hidrocarburífera	Bajo	M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	P4



Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102									
Acción		Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL	
					Código	Nombre	Código		
Emisiones, efluentes y residuos asociados a la operación normal y el mantenimiento de los buques sísmicos y de apoyo (y otras operaciones)					M9	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas	P4		
					M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	P4		
		Emisiones gaseosas	Físico	Aire	Bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Bajo
		Emisiones lumínicas de los buques	Biótico	Aves	Bajo	M5	Prevención para avifauna	P2	Bajo
				Áreas protegidas y sensibles	Bajo	M5	Prevención para avifauna	P2	Bajo
		Mamíferos marinos		Muy bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Muy bajo	
		Peces y cefalópodos		Muy bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Muy bajo	
		Aves		Muy bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Muy bajo	
		Emisiones sonoras de los buques (y helicóptero)		Áreas protegidas y sensibles	Muy bajo	M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	P6	Muy bajo
Demanda de mano de obra y de bienes y servicios		Antrópico	Actividades económicas	Bajo	M15	Contratación de personal local y compras locales	P13	Bajo	
			Infraestructuras, recursos y usos terrestres	Muy bajo	M14	Comunicación a la población	P12	Muy bajo	



Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
				M15	Respuesta de consultas y reclamos	P15	
Eventos no planificados (contingencias)							
Derrames de combustible	Físico	Agua superficial	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
	Biótico	Mamíferos marinos	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Peces y cefalópodos	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Bentos y Plancton	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Aves	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Áreas protegidas y sensibles	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
	Antrópico	Actividad	Moderado	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Bajo



Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102							
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados	IMPACTO RESIDUAL
				Código	Nombre	Código	
		pesquera		M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Infraestructuras, recursos y usos terrestres	Bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M12	Manejo de combustibles y aceites	P7, P8, P9, P10 y P11	
Descarga accidental de sustancias químicas y /o de residuos sólidos, no peligrosos/peligrosos	Físico	Agua superficial	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
	Biótico	Mamíferos marinos	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Peces y cefalópodos	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Bentos y plancton	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Aves	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	
		Áreas protegidas y sensibles	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10	Muy bajo
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11	



Registro Sísmico Offshore 3D Área CAN 102						
Acción	Medio	Factor Ambiental	IMPORTANCIA (I)	Acción o medida de mitigación		Principales programas asociados
				Código	Nombre	Código
	Antrópico	Actividad pesquera	Muy bajo	M6	Salud y seguridad	P6 y P10
				M11	Manejo de residuos	P7, P8, P9, P10 y P11

Nota:

(*) se considera la mitigación dada por la aplicación del aumento gradual en cuanto a los peces, en tanto que para el grupo de los cefalópodos el impacto resultó inicialmente bajo.



Tabla 20. Listado de medidas y programas

Código	Medida	Tipo de medida	Aspecto / Control
P1	PROGRAMA DE MONITOREO DE FAUNA MARINA		
M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	Reducción	Controles de reducción
M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	Reducción	Controles de reducción
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles operativos
P2	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS NO RELACIONADOS CON EL SONIDO SOBRE LA FAUNA MARINA		
M4	Medidas de control de la velocidad de los buques para evitar colisiones con la fauna marina.	Prevención / Reducción	Controles de reducción
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles operativos
M5	Prevención para avifauna	Reducción	Controles de reducción
P3	PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS FORTUITOS SOBRE ESPECIES DE HALLAZGO OCASIONAL		
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles de reducción
P4	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS		
M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	Reducción	Controles operativos
M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	Reducción	Controles operativos
M9	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas	Preventiva	Controles operativos
M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	Preventiva	Diseño / Cronología
P5	PROGRAMA DE COMUNICACIÓN PARA EL ÁREA PESQUERA		
M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	Reducción	Controles operativos
P6	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL		
M6	Salud y seguridad	Reducción	Controles operativos
M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	Reducción	Controles operativos
P7	PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO		
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
P8	PROGRAMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLE		
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos



Código	Medida	Tipo de medida	Aspecto / Control
P9	PROGRAMA DE OPERACIONES LOGÍSTICAS EN PUERTO DE APOYO		
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
P10	PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS		
M6	Salud y seguridad	Reducción	Controles operativos
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
P11	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL		
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
P12	PROGRAMA DE COMUNICACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL		
M14	Comunicación a la población	Prevención	
P13	PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE PERSONAL LOCAL Y COMPRAS LOCALES		
M16	Contratación de personal local y compras locales	Reducción	
P14	PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO LEGAL		
M17	Cumplimiento legal	Reducción	Controles operativos
P15	PROGRAMA DE ATENCIÓN A QUEJAS Y RECLAMOS		
M15	Respuesta de consultas y reclamos	Prevención / Mitigación	
P16	PROGRAMA DE PREVENCIÓN COVID-19		

7.6 IMPACTOS ACUMULATIVOS

Si bien un impacto puede ser relativamente pequeño cuando se considera el proyecto o actividad por sí solo, este puede ser magnificado en combinación con los impactos de otros proyectos y actividades; estos efectos combinados se conocen como impactos "acumulativos".

Los impactos acumulativos pueden surgir como resultado de:

1. Interacciones entre impactos residuales independientes relacionados con el proyecto, lo que podría incluir el efecto de múltiples interacciones ambientales del proyecto (por ejemplo, sonido subacuático, interferencia por movimientos de embarcaciones, etc.) sobre un receptor o componente ambiental, siendo el efecto resultante mayor que cada impacto individual en forma aislada.
2. Interacciones entre los impactos residuales del proyecto de Registro Sísmico Offshore 3D en las Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 en combinación con los impactos de otros proyectos y sus actividades conexas dentro de la misma zona de influencia. Este efecto puede producirse como resultado de los impactos combinados de varios proyectos, que individualmente podrían no ser significativos, pero que cuando se consideran conjuntamente podrían crear un efecto acumulativo significativo en un solo receptor o componente ambiental.

Los primeros han sido evaluados como parte del punto anterior dado que, por un lado, la metodología adoptada (Conesa Fernández– Vitoria, 1997) considera particularmente este aspecto de los impactos; y por el otro, el proyecto considera un único foco de actuación, dado por el buque sísmico y su arreglo, y las embarcaciones de apoyo, los que irán cubriendo con su traslado todo el polígono a prospectar.



En este sentido, este punto del estudio se concentra en los segundos, los relacionados con la potencial interacción del proyecto con otras actividades o proyectos dentro del área de influencia.

La evaluación del impacto acumulativo comprende entonces lo siguiente:

- Identificar otros proyectos y actividades conocidas en las cercanías del proyecto de “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121” con los que exista la posibilidad de que se produzcan impactos acumulativos.
- Evaluar la interacción del proyecto con otras actividades o proyectos desde el punto de vista espacial (es decir, los impactos están tan cerca en el espacio que sus efectos se superponen) y temporal (es decir, los impactos están tan cerca en el tiempo que el efecto de uno no se disipa antes de que se produzca el siguiente);
- Evaluar los posibles impactos acumulativos en los receptores ambientales potencialmente afectados por el “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121” y los proyectos o actividades identificadas; y
- Cuando sea necesario, definir medidas para evitar, reducir o mitigar en la medida de lo posible cualquier impacto acumulativo potencialmente significativo.

7.6.1 Análisis de las actividades con potencial de producir impactos acumulativos

A continuación, se presenta una descripción de las actividades y proyectos identificados entorno a las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 con potencial de producir impactos acumulativos.

1 – Como se mencionó anteriormente, la interacción del proyecto con áreas costeras está básicamente limitada al uso de la infraestructura portuaria de Puerto Deseado por parte del buque logístico proveniente del Área Operativa Sísmica. Estas operaciones resultan rutinarias y no diferirán de las que normalmente lleva a cabo un buque pesquero o carguero que recala de otra navegación. Dada la escasa relevancia de este aspecto del proyecto, se descarta que posea un efecto acumulativo.

2 – En relación a la interacción de los efectos del proyecto con las actividades de pesca presentes, es dable señalar dos aspectos analizados anteriormente. Por un lado, el riesgo para los peces individuales es bajo, y es poco probable que las poblaciones de peces se vean afectadas; en particular considerando que la mayoría de las especies identificadas en el área de proyecto poseen una amplia distribución en la zona austral y algunas incluso son frecuentes en el talud y la plataforma. De este modo, los efectos sobre las poblaciones de peces comprenderían fundamentalmente respuestas comportamentales que podrían implicar el alejamiento temporal de las especies que se superponen con la zona de proyecto. Por el otro lado, y más relevante, en cuanto a la actividad o presión de pesca es dable señalar que la cantidad de productos de la pesca llevados a puerto desde el área de influencia del proyecto (AID + AII) tiene, en general, una baja representación en toneladas para los desembarques del país. En términos generales, esto indica que la zona es relativamente poco importante para la pesca de las especies de interés pesquero locales. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en los peces sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada (el impacto sobre los peces en relación a la operación de las fuentes sísmicas quedó calificado como de importancia moderada – ver punto 3.3.1. del Capítulo 7 – Parte2).



3 - En la línea de base ambiental (Capítulo 5 – Parte 4) se ha presentado la información sobre las actividades sísmicas 2D y 3D realizadas previamente en el área de estudio, a partir de lo cual se puede afirmar que en la totalidad de las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_122 se han realizado prospecciones 2D, y que el área AUS_105 ha sido prospectada parcialmente en 3D. De acuerdo a la información relevada, la campaña más reciente corresponde a una sísmica 2D realizada por Spectrum/TGS-Nopec 2D entre 2017 y 2018, la cual ha abarcado en su totalidad al bloque MLO_121 y a un sector del bloque AUS_106. Es dable señalar que en la industria sísmica y también en nuestro país se vienen implementando desde hace varios años procedimientos de aumento gradual para minimizar los posibles impactos sonoros subacuáticos en el entorno marino, con la participación de observadores de fauna marina y la ejecución de reportes, como por ejemplo se evidencia en los informes de TGS/Spectrum (TGS/Spectrum, 2020). En nuestro país el trabajo publicado por Mandiola et al. (2015), da cuenta, por ejemplo, de las observaciones realizadas por los biólogos a bordo del buque sísmico Geco Tritón durante diciembre 2006 a marzo de 2007, en el marco de una campaña sísmica realizada por YPF. Las diferencias temporales entre los estudios sísmicos pasados y los previstos, y el uso del procedimiento de aumento gradual permiten suponer que existe un alcance limitado de impactos acumulativos para los organismos marinos debido al sonido subacuático. Los impactos de las lesiones en los mamíferos y peces se minimizan a través del aumento gradual y los impactos de comportamiento son menores y temporales, como se ha evaluado anteriormente. Considerando que la fecha de inicio más temprana para el presente proyecto será septiembre de 2023, la campaña antecedente más reciente se distancia en más de 4 años. De este modo, no se producirá la afectación en periodos estacionales consecutivos de la misma área. De acuerdo a lo antedicho, no se prevé que el impacto acumulativo en los organismos marinos y pesquerías sea más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada.

4 - Actividades del operador TOTAL AUSTRAL S.A. dentro de los bloques Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y LEO adyacentes a los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121. De estos, sólo el bloque CAU se encuentra actualmente en operación, mientras que los bloques CSES, CNOR, TASI y LEO, no serían aun productivos. Los pozos productivos pertenecientes al bloque CAU se encuentran por fuera del Área de Operativa Sísmica del proyecto, por lo que las actividades que se realizan en los mismos no se superpondrán con el registro sísmico. Si bien no se conoce el detalle de la logística de la operadora en el bloque productivo Cuenca Marina Austral 1, se presume que las operaciones incluyen movimientos de buques para transporte de personal y, eventualmente, materiales para mantenimiento. Estas actividades se llevarán a cabo durante todo el período de duración de la prospección sísmica, y refieren básicamente al tránsito marítimo. Los impactos del proyecto sobre el Tránsito Marítimo y las Actividades hidrocarburíferas fueron evaluados en el punto 3.8 y 3.10 del Capítulo 7 – Parte 2 respectivamente, y clasificados como de baja importancia. No se prevé que la interacción con las actividades de las concesiones linderas implique un impacto acumulativo más significativo que el evaluado para el proyecto en forma aislada.



En este caso además de la aplicación de las acciones previstas para la mitigación de las potenciales interferencias en la navegación (Capítulo 8), se considera necesario notificar a la operadora mencionada de las actividades que desarrollará EQUINOR en las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Al respecto EQUINOR se ha contactado con TOTAL AUSTRAL para conocer sus planes respecto de cualquier actividad de interés para la adquisición sísmica planificada por EQUINOR. EQUINOR y TOTAL AUSTRAL han acordado una "Solicitud de permiso", en la que TOTAL AUSTRAL concede a EQUINOR ARGENTINA SA permiso para adquirir datos / operar (giros de los barcos, etc.) en las áreas de las licencias "Carina Sudeste", "Tauro-Sirius", "Carina" y "Fénix" (una copia de esta autorización se presenta en el Capítulo 4). Cabe resaltar que, EQUINOR permanece en constante diálogo con TOTAL AUSTRAL en relación con las operaciones en la Argentina y si tales planes se modificaran en el período hasta el inicio de la adquisición, EQUINOR alineará su programa de adquisición con el de los vecinos y operadores de la licencia para evitar conflictos operativos (ver Capítulo 8 – Medidas de Mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas).

Por otro lado, dentro de la Cuenca Marina Austral 1, la empresa TOTAL ha presentado el proyecto Fénix que comprende la instalación de una plataforma, la perforación de 3 pozos horizontales, la construcción de un gasoducto de 36,5 km entre la plataforma existente, Vega Pléyade, y la plataforma a construir. De acuerdo al cronograma exhibido en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022) la fase de Transporte e Instalación de la Plataforma (Deck), Tuberías submarinas y Colectores 1 y 2, se llevará a cabo aproximadamente entre el tercer trimestre de 2023 y la primera parte del tercer trimestre de 2024. En este sentido, la fase constructiva del proyecto Fénix podrá coincidir temporalmente con el registro sísmico de EQUINOR que se estima se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024.

En la Figura 66 se puede observar la ubicación de la proyectada plataforma Fénix, el ducto que unirá dicha plataforma con la plataforma existente Vega Pléyade, y el área de exclusión de actividades definida en el proyecto por 2 millas náuticas (3,7 km) de radio en torno a la plataforma Fénix y a la traza del tendido de tuberías (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022). Se puede apreciar que la proyectada plataforma Fénix se ubica dentro del Área Operativa Sísmica, pero por fuera del Área de adquisición de datos (a una distancia de mínima de más de 3 km). Asimismo, alrededor de 30 km del ducto se proyectan dentro del Área Operativa Sísmica, atravesando el bloque AUS_105.



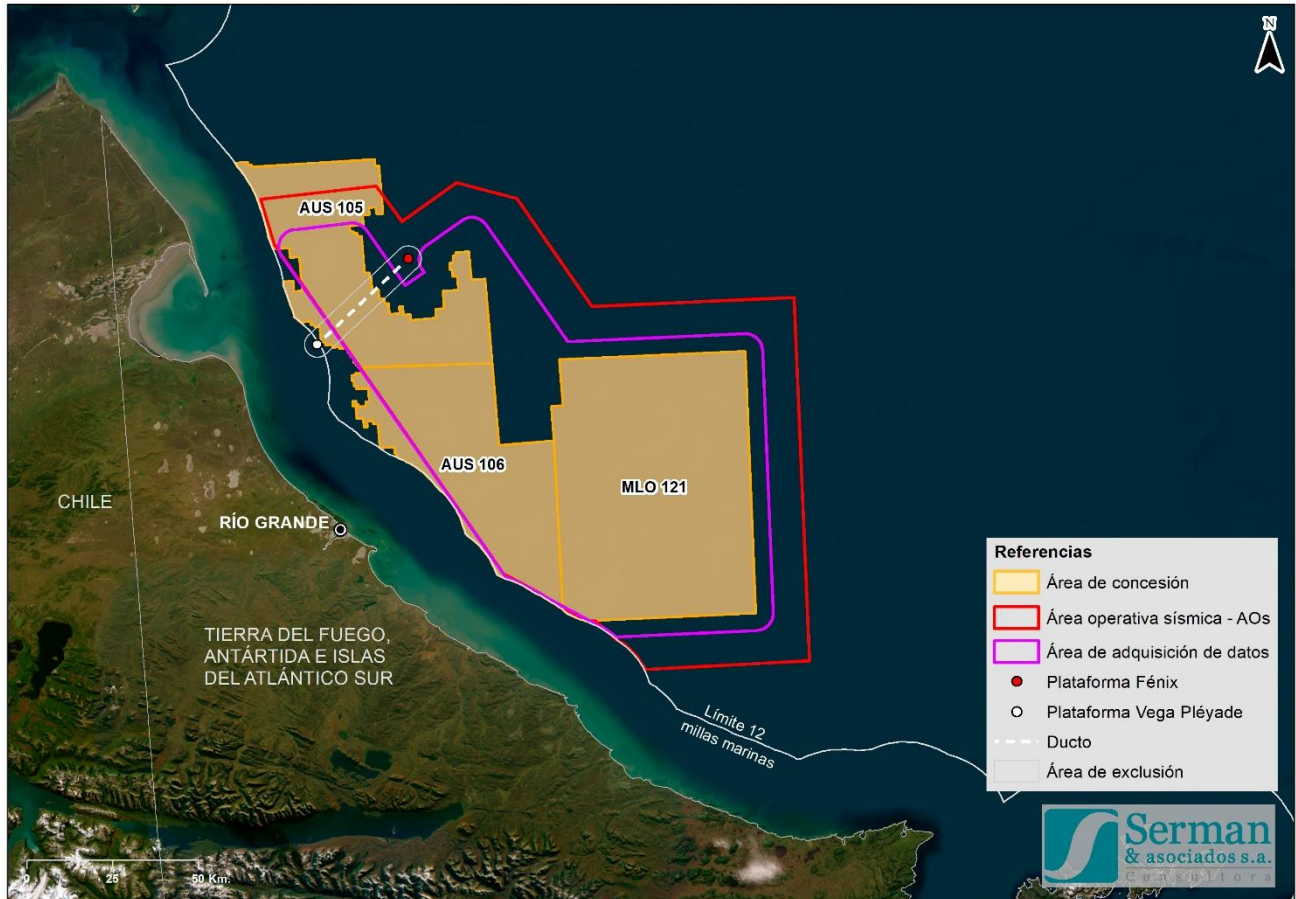


Figura 66. Área Operativa Sísmica AUS_105, AUS_106 y MLO_121 en relación al proyecto Fénix.
Fuente: elaboración propia en base SIG del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Fénix Área Cuenca Marina Austral I. Ezcurra & Schmidt S.A., 2022.

Se han identificado y analizado las acciones del proyecto Fénix que podrían interactuar con la adquisición sísmica bajo estudio. El análisis de dichas acciones se encuentra alineado con lo evaluado en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) del mencionado proyecto (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022) por lo cual se coincide con lo expuesto en el mismo. En el EsIA del proyecto Fénix se ha analizado, por un lado, la posibilidad de que las actividades incluidas en dicho proyecto que generan ruidos en el agua se superpongan temporal y espacialmente con proyectos de adquisición sísmica planteando los siguientes escenarios:

“...Escenario 1. Relevamiento sísmico simultáneo con el hincado de pilotes en Fenix

Dado que ambas acciones son periódicas podría haber interferencias y empobrecer la calidad de los datos de la sísmica, aunque sin efecto sobre el hincado de pilotes.

Desde el punto de vista del proyecto de sísmica parece aconsejable:

- Evitar la simultaneidad o*
- Separar ambas acciones lo suficiente.*



Respecto de la simultaneidad, debe aclararse que mientras los relevamientos sísmicos duran meses, el hincado de pilotes tomará unas horas por lo que no será difícil arbitrar las medidas de mitigación correspondientes evitando impactos acumulativos.

Escenario 2. Relevamiento sísmico simultáneo con otras tareas que no sea el hincado de pilotes en Fenix...”

En relación al Escenario 1 (Relevamiento sísmico simultáneo con el hincado de pilotes en Fénix), desde el punto de vista del proyecto sísmico bajo estudio se considera como medida para no causar interferencias entre ambos proyectos: Evitar la simultaneidad (evitar la ejecución de la adquisición sísmica en los acotados periodos en que se lleven a cabo las operaciones de hincado de pilotes) manteniendo alejadas las operaciones sísmicas al menos 25 km del sitio donde se lleve a cabo el hincado de pilotes (plataforma Fénix). Esta distancia de 25 km se establece de manera conservativa considerando el análisis incluido en este estudio en cuanto a la operación simultánea de dos prospecciones sísmicas (ver Punto 7.6.2). Siendo que el hincado de pilotes, de acuerdo a los datos proporcionados por el estudio de Ezcurra y Schmidt (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022), representa una fuente de menor presión sonora (219 SPLrms dBre1μPa@1m) que las fuentes sísmicas evaluadas, se puede afirmar que manteniendo las operaciones de hincado a más de 25 km de la adquisición sísmica no se alterarán sensiblemente las distancias en que superan los umbrales de presión acústica cero a pico (SPLpeak) permanente (PTS) y temporal (TTS), evitando de este modo impactos acumulativos. Teniendo en cuenta la superficie del área en que se adquirirán datos (alrededor de 9.933 km²) y que la adquisición sísmica podrá demandar hasta 180 días, será factible evitar la simultaneidad de operaciones en un radio de 25 km desde el sitio de instalación de la plataforma, siendo que el hincado de pilotes es una actividad que demanda poco tiempo para su ejecución (horas).

Respecto al Escenario 2 (Relevamiento sísmico simultáneo con otras tareas que no sea el hincado de pilotes en Fenix) esta operación corresponde a la etapa de cierre y abandono del proyecto, la cuál no sucederá hasta dentro de muchos años, por lo que no existe la posibilidad de superposición temporal con las actividades sísmicas del proyecto bajo estudio.



Por otro lado, el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Fénix (Ezcurra & Schmidt S.A., 2022) evalúa los impactos acumulativos debidos a las actividades simultáneas de dicho proyecto y una fuente sísmica sobre el uso del espacio marítimo. Establece que en el área de perforación se prevé la presencia de un buque del tipo *supply* en la proximidad de las plataformas y que se fijará una zona prohibida para navegar de 2 millas náuticas de radio desde cada una de las instalaciones. Así, considerando la plataforma y la tubería, la zona con prohibición de navegar para el proyecto Fénix tiene una superficie máxima de 313 km², y debe tenerse en cuenta que a medida que los buques a cargo del tendido de la tubería se desplacen habrá lugar para la navegación. Estas actividades se refieren básicamente al tránsito marítimo. Los impactos del proyecto Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121 sobre el Tránsito Marítimo y las Actividades hidrocarburíferas fueron evaluados y clasificados como de baja importancia. En cuanto al Tránsito Marítimo dado que el Área Operativa Sísmica presenta una baja densidad de tránsito de buques, no se prevé que la interacción con las actividades del proyecto Fénix por su característica temporal y dinámica implique un impacto acumulativo más significativo que el evaluado para el proyecto sísmico en forma aislada. Por el otro lado, en cuanto a la afectación de las Actividades hidrocarburíferas de TOTAL considerando que la zona de operaciones del proyecto Fénix podrá implicar la afectación máxima de 313 km², el espacio donde podrá existir una interacción entre las actividades de dicho proyecto y la adquisición sísmica bajo estudio representa menos del 3% de la superficie del Área Operativa Sísmica (que abarca unos 13.215 km²). Teniendo en cuenta lo anterior, y que tanto el tendido de la tubería como la adquisición sísmica a medida que se desplacen dejarán lugar para la navegación, será sencillo arbitrar las medidas de mitigación correspondientes efectuando las actividades de EQUINOR y TOTAL en forma coordinada de manera de minimizar las interferencias.

En todo lo que respecta a la potencial superposición de la adquisición sísmica con el proyecto Fénix se considera igualmente necesario notificar a la operadora mencionada de las actividades que desarrollará EQUINOR en las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. En el caso que EQUINOR adquiera datos en la misma temporada que se desarrollará el proyecto Fénix u otras tareas en las áreas del operador TOTAL que no fueran consideradas en este estudio, EQUINOR alineará su programa de adquisición con el de los vecinos y trabajará junto con ellos para evitar cualquier riesgo potencial relacionado con conflictos en la adquisición, planificando las operaciones en forma coordinada con TOTAL / autoridades en todo momento, como se establece en el Capítulo 8 de este estudio (ver Medidas de Mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas). Como se mencionó anteriormente, EQUINOR permanece en constante diálogo con TOTAL en relación con las operaciones en la Argentina.

5 – Como se puede observar en la Figura 67 los bloques linderos al Área de Operativa Sísmica bajo estudio que formaron parte del Concurso Público Internacional Costa Afuera N° 1 y han sido adjudicados (no se tiene información geográfica de los bloques declarados desiertos). El área AUS_105 linda al norte con el bloque AUS_104; en tanto que el área MLO_121 colinda al norte con los bloques MLO_115 y MLO_116, al este con el bloque MLO_122 y al sur con el bloque MLO_126. De acuerdo a la Resolución 276/2019 de la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, la licitación de los bloques AUS_104 y MLO_126 se declaró desierta dado que no se recibieron ofertas para dichas áreas, 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). En junio de 2021, por Decreto de Necesidad y Urgencia 389/2021 se otorgaron los permisos exploratorios correspondientes a las áreas denominadas MLO_115 y MLO_116 a la compañía estatal INTEGRACIÓN ENERGÉTICA ARGENTINA S.A. (IEASA).



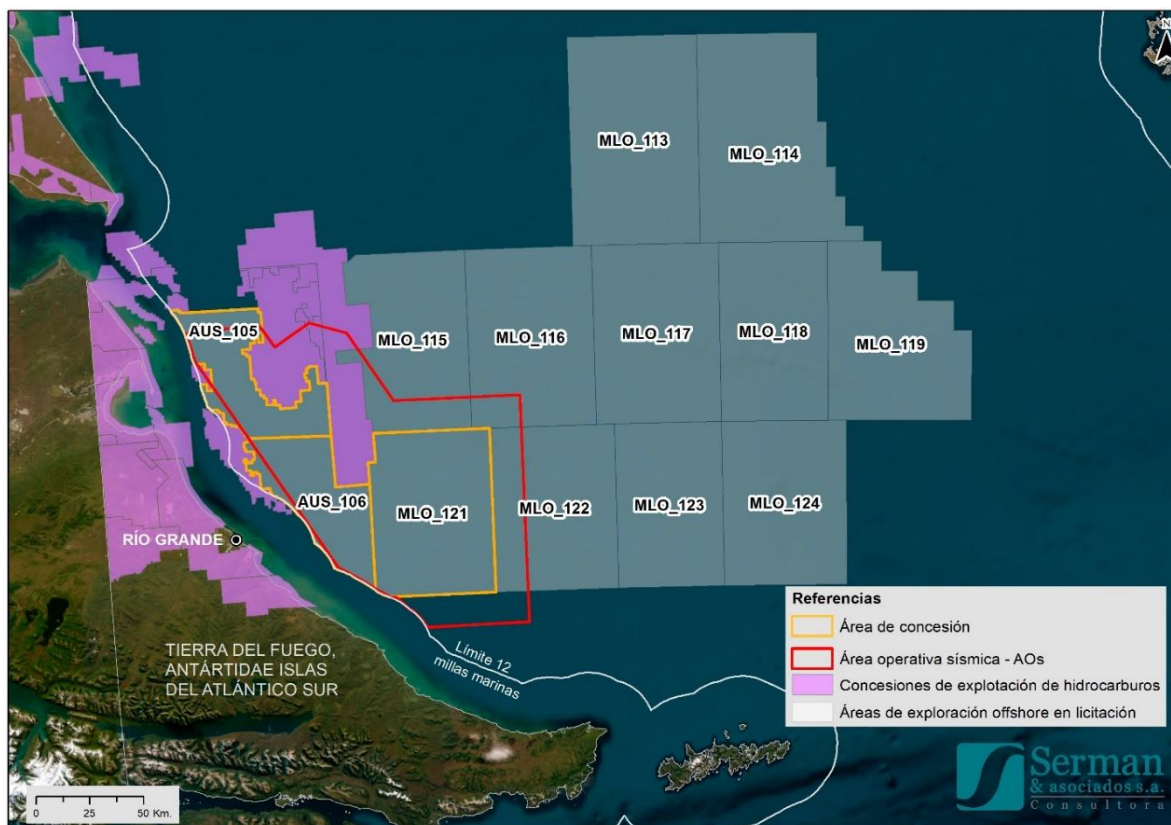


Figura 67. Bloques linderos a las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. Fuente: elaboración propia en base a SIG de la Secretaría de Gobierno de Energía⁴.

En el caso que EQUINOR adquiera datos en la misma temporada que alguna de las compañías mencionadas, o que en el futuro pudieran planificarse exploraciones sísmicas en áreas cercanas que no fueran consideradas en este estudio, EQUINOR alineará su programa de adquisición con el de los vecinos y trabajará junto con ellos para evitar cualquier riesgo potencial relacionado con conflictos en la adquisición, planificando las operaciones en forma coordinada con los otros permisionarios / autoridades en todo momento. Al respecto, más adelante en este documento se incluye la evaluación de la hipótesis de solapamiento o superposición temporal en el caso de una eventual adquisición sísmica simultánea en áreas de concesión vecinas (ver Punto 7.6.2).

Cabe destacar que EQUINOR se ha contactado con TULLOW OIL PLC e IEASA en enero de 2023 para informar sus planes de adquisición sísmica y conocer los de ambas compañías. Mediante nota recibida el 6 de enero de 2023 por parte de TULLOW, ha informado que prevé realizar su plan de adquisición sísmica 3D en el área MLO_122 entre octubre de 2023 a marzo de 2024.

⁴ <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/hidrocarburos/mapas-del-sector-de-hidrocarburos>



En particular, la exploración sísmica del operador TULLOW coincidiría temporalmente con el registro sísmico de EQUINOR que se estima se desarrollará durante 180 días como máximo en la ventana temporal de septiembre 2023 – mayo 2024. En este sentido, EQUINOR planea preliminarmente comenzar las operaciones en el sector más occidental del Área Operativa Sísmica 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. 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. Cabe resaltar que EQUINOR permanece en constante conversación con TULLOW en relación con las operaciones en Argentina. Esta medida se considera en cuanto al desarrollo del relevamiento en el Capítulo 4 y se incluye en el PGA como parte de los compromisos asumidos por EQUINOR (ver Capítulo 8 – medida: Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas).

De todos modos, y en vistas que a futuro pudieran planificarse exploraciones sísmicas en áreas cercanas que no fueran consideradas al momento de la elaboración del presente documento, debe tenerse en cuenta que a los efectos de simplificar la logística y optimizar los costos, las empresas que deben realizar relevamientos sísmicos en una misma región, en general acuerdan contratar el mismo buque, en lugar de contratar buques diferentes para el desarrollo simultáneo. Por las características y especificidad de los relevamientos sísmicos, las empresas operadoras contratan a compañías de servicios que realizan estos trabajos en todo el mundo, contando éstas con la tecnología, los buques y las capacidades adecuadas a tal efecto. Estos buques sísmicos realizan campañas en Europa, África, Oceanía, etc. por lo que, en la planificación de una 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 (por cuestiones climáticas, administrativas, etc.). Dado que Argentina se encuentra muy alejada de otras áreas de exploración en el mundo (a excepción de las cuencas costa afuera de Brasil), y el número de buques sísmicos en actividad es acotado, la logística de cada campaña es muy compleja. En este sentido, se entiende que la comunicación entre distintas empresas permisionarias para la ejecución de sus correspondientes campañas sísmicas de manera coordinada, favorece a los aspectos de logística y planificación de sus proyectos para realizarlos sin solapamientos ni interferencias. En el PGA (Capítulo 8) se consideran estas acciones de comunicación y coordinación a llevar a cabo entre las distintas partes y empresas (ver medida: Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas).

7.6.2 Hipótesis de solapamiento temporal

Se ha evaluado la hipótesis de solapamiento o superposición temporal en el caso de una eventual adquisición sísmica simultánea en áreas de concesión vecinas del proyecto “Registro Sísmico Offshore 3D Áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121”.

Se realizó un análisis con una hipótesis de solapamiento temporal de sísmicas a una distancia de 25 km de separación.

Se debe tener en cuenta que la adquisición sísmica no se realizaría en proximidad el uno del otro, debido a la posibilidad de que existan interferencias en las tecnologías de emisión / recepción de las ondas sonoras que afecten a la calidad de los datos sísmicos.



Para el desarrollo de prospecciones simultáneas las autoridades regulatorias suelen requerir una distancia mínima de separación de unos 40 km entre dos buques de prospección sísmica en operación (BOEM, 2014; RPS, 2019a; RPS, 2019b, Santos Ltd, 2021). Este es el criterio aceptado por la Autoridad Nacional de Seguridad Petrolera y Gestión Ambiental de Australia (NOPSEMA) de manera conservadora para el desarrollo de operaciones simultáneas. Incluso sin esta separación requerida, en la práctica, los operadores suelen mantener una separación de unos 17,5 km (9,5 millas náuticas) entre sondeos concurrentes para evitar las interferencias (es decir, el solapamiento de las reflexiones recibidas de varios conjuntos de fuentes) (BOEM, 2014). Además, el conjunto de cables sísmicos suele tener longitudes superiores a los 8 km, por lo que es imperativo que cada buque de prospección mantenga las distancias adecuadas de separación por razones de seguridad y operativas. En resumen, es probable que la adquisición de estos relevamientos esté separada temporal y espacialmente como resultado de los siguientes factores:

- la necesidad de reducir la interferencia de datos;
- la necesidad de reducir los riesgos de seguridad asociados con el equipo remolcado; y
- el compromiso de las partes para evitar el solapamiento entre los relevamientos.

Teniendo en cuenta esta distancia de separación, no se prevé que el sonido subacuático de las fuentes sísmicas se combine para elevar significativamente los niveles de presión sonora a los que pueden estar expuestos los receptores sensibles.

Asimismo, cabe recordar que previo a la realización de una campaña sísmica se debe cumplimentar con la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) (Resolución Conjunta N° 3/2019) y obtener la correspondiente Declaratoria de Impacto Ambiental. En la documentación presentada en cada EsIA se podrá verificar si habrá en el área de influencia del proyecto otras actividades de prospección simultáneas y evaluar la aplicación de las medidas de mitigación que correspondan.

A los efectos de ilustrar la influencia que tendría un segundo arreglo operando simultáneamente a una distancia de 25 km del primero, y considerando que las condiciones de emisión del mismo fueran iguales a las de EQUINOR, que la propagación del sonido fuera igualmente conservativa y que además el animal receptor se encontrara en el Azimut de máxima emisión (90°, perpendicular a la dirección de avance) con respecto a ambos arreglos (situación obviamente muy conservativa), se ajustó el valor de SPL_{peak} máximo para cada distancia a la primera fuente, sumando el valor correspondiente a la segunda fuente en forma constante.

Para dar un ejemplo, si el SPL_{peak} igual a 202 dB re 1 µPa para alcanzar el umbral de desplazamiento permanente (PTS) de ejemplares tipo VHF (Cetáceos de frecuencias muy altas) se alcanza a los 781 metros de distancia a la primera fuente, el segundo arreglo ubicado a 25 km de distancia del primero sumaría 179 dB re 1 µPa (23 dB menor), lo cual en el dominio lineal (que es el que realmente representa la emisión) es una intensidad igual al 0,5% de la anterior. Si se vuelve a buscar la distancia a la primera fuente para la cual el valor de SPL_{peak} es igual a 202 dB re 1 µPa en la nueva serie de valores incrementados, resulta igual a 782 metros (1 metro más).

En la siguiente tabla se muestran las distancias de superación de los diferentes umbrales comparando los obtenidos para la emisión de un solo arreglo con los resultantes de la presencia de un segundo arreglo operando simultáneamente, con todas las hipótesis conservativas anteriormente explicitadas. La única diferencia que se puede observar es en el umbral de desplazamiento temporal (TTS) del grupo de cetáceos de frecuencias muy altas (VHF), el cual se incrementa unos 100 metros.



Tabla 21. Distancias a la fuente para alcanzar los diversos umbrales y grupos auditivos evaluados. Áreas AUS 105-106 y MLO 121, Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° - Dip 80°. El segundo arreglo se encuentra a 25 km de distancia del primero.

Grupo Auditivo	SPLpeak	Un arreglo	Dos arreglos Simultáneos
		Distancia	Distancia
	dB re 1 mPa	(m)	(m)
PTS - LF	219	<50	<50
PTS - HF	230	<50	<50
PTS - VHF	202	781	782
PTS - PW	218	<50	<50
PTS - PO	232	<50	<50
Peces SIN vejiga natatoria	213	77	77
Peces CON vejiga natatoria	207	263	263
TTS - LF	213	77	77
TTS - HF	224	<50	<50
TTS - VHF	196	2973	3079
TTS - PW	212	87	87
TTS - PO	226	<50	<50

Estos resultados muestran que aún efectuando hipótesis conservativas el efecto acumulado de una segunda prospección que se realice simultáneamente, no altera sensiblemente la distancia en que se superan los umbrales de presión acústica cero a pico (SPLpeak) permanente (PTS) y temporal (TTS), si el segundo arreglo se halla a una distancia mayor a 25 km.

Si se hace foco particular en los potenciales impactos a la ballena franca austral (*Eubalaena australis*) como componente ambiental y social valorado, debido a la importancia del recurso por su declaración como Monumento Natural de la Argentina (Ley 23.094) se puede observar en la



Tabla 21 para los cetáceos frecuencias de bajas (LF) (grupo en el que está incluida a la ballena franca austral), para ambos umbrales auditivos (PTS y TTS) se mantienen la misma distancia (<50 metros para PTS y 77 metros para TTS). O sea, una sísmica adicional en operación simultánea a una distancia de 25 km o mayor no produce ningún efecto adicional, incrementado o acumulativo.

Asimismo, cabe recordar que el Área de Exclusión establecida en la Res. MAYDS 201/2021 definida por un radio mínimo de 1.000 metros desde el centro del arreglo de las fuentes de aire comprimido (más exigente que el estándar internacional de 500 metros), supera la distancia de seguridad obtenida (782 metros) para el umbral de pérdida auditiva permanente (PTS) por las modelaciones matemáticas de propagación del sonido para el grupo auditivo más sensible (cetáceos de frecuencia auditiva muy alta -VHF-) bajo la hipótesis de dos arreglos simultáneos separados 25 km.

El siguiente gráfico (Figura 68) ilustra como se incrementa el nivel de presión sonora (SPL) cuando existen dos arreglos, siendo evidente que el efecto comienza a ser significativo recién para distancias superiores a 1 km de la primera fuente.

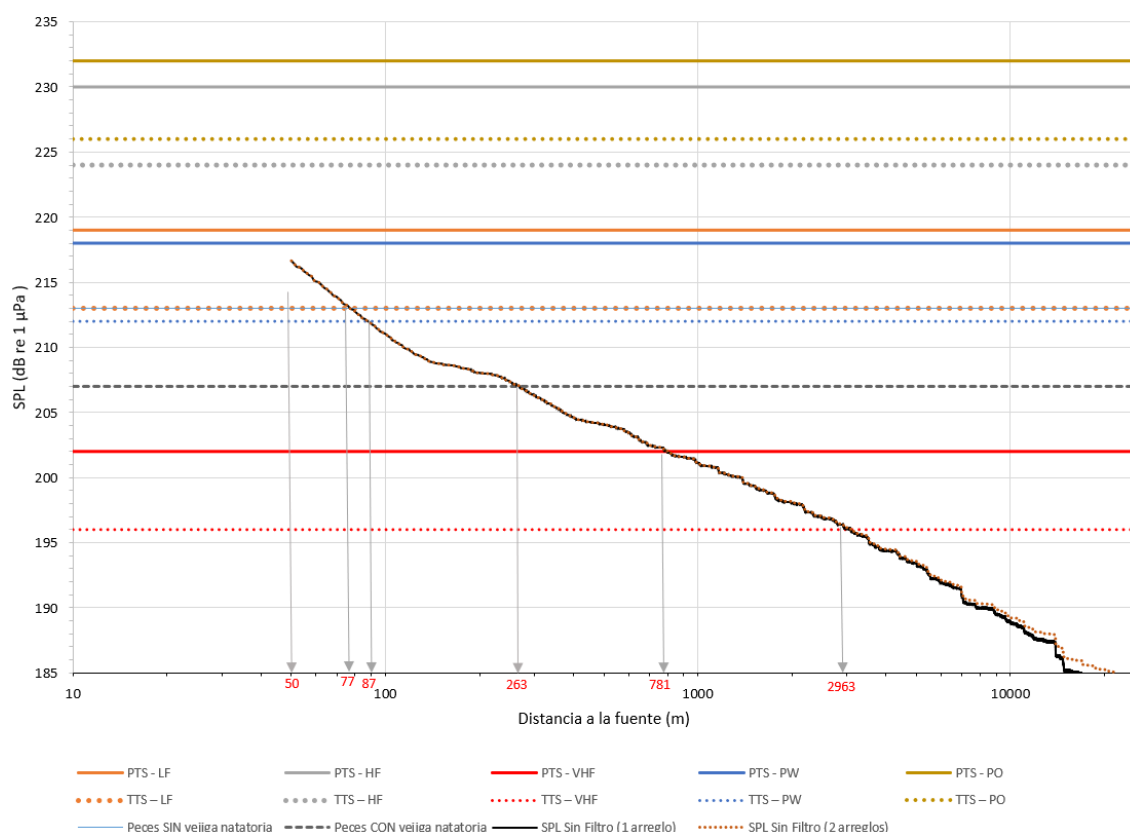


Figura 68. Ejemplo de comparación entre los valores de SPLpeakTOTAL y los diferentes umbrales para determinar las distancias correspondientes (Áreas AUS 105-106 y MLO 121, Profundidad máxima Uniforme (BA). Azimut 90° - Dip 80°), comparando una sola fuente (arreglo emisor) con dos fuentes. El segundo arreglo se encuentra a 25 km de distancia del primero.



8 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

8.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En función de los impactos ambientales identificados asociados al proyecto se establecieron una serie de medidas de gestión ambiental necesarias para prevenir, reducir y controlar los efectos negativos identificados.

Tabla 22. Listado de Acciones o Medidas de Mitigación.

Código	Nombre
M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica.
M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos
M4	Medidas de control de la velocidad de los buques para evitar colisiones con fauna marina
M5	Prevención para avifauna
M6	Salud y seguridad
M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación
M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero
M9	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas
M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas
M11	Manejo de residuos
M12	Manejo de combustibles y aceites
M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos
M14	Comunicación a la población
M15	Respuesta de consultas y reclamos
M16	Contratación de personal local y compras locales
M17	Cumplimiento legal

Las medidas más relevantes que surgieron de la evaluación son las siguientes:

Procedimiento de barrido y aumento gradual

Tipo de Medida: Reducción

El procedimiento de aumento gradual permite un progresivo incremento de los niveles de sonido generados por las fuentes de aire comprimido hasta alcanzar la plena potencia operativa durante un período mínimo de 20 minutos y un período máximo de 40 minutos hasta el inicio de la línea, con la finalidad de brindar un tiempo adecuado a los mamíferos y tortugas marinas para que abandonen el área.



Se contará con la presencia del equipo de Responsables de Monitoreo de Fauna Marina (RMFM) conformado por los Responsables de la Observación y 3 Responsables de la Operación de MAP para realizar el Barrido, que consiste en asegurar, mediante la observación (barrido visual) y el Monitoreo Acústico Pasivo (MAP) (barrido acústico), que cualquier inicio de actividad de las fuentes de aire comprimido (aumento gradual, pruebas o calibración) se realice sólo en caso de no haberse detectado ejemplares de Fauna Marina Vulnerable⁵ en el **Área de Exclusión de 1.000 metros durante al menos 30 minutos** antes del inicio (el Área Operativa Sísmica se encuentra a profundidades de entre 30 y 120 metros).

El procedimiento de aumento gradual permite un progresivo incremento de los niveles de sonido generados por las fuentes de aire comprimido hasta alcanzar la plena potencia operativa durante un período mínimo de 20 minutos y un período máximo de 40 minutos hasta el inicio de la línea, con la finalidad de brindar un tiempo adecuado a los organismos marinos para que abandonen el área. **En el caso de este proyecto se establece que la duración del procedimiento sea de mínimo 30 minutos.**

- El equipo de Responsables de Monitoreo de Fauna Marina (RMFM) contará con la presencia de 3 Responsables de la Observación y 3 Responsables de la Operación del Monitoreo Acústico Pasivo (MAP).
- Los Responsables de la Observación se ubicarán en un punto alto del buque sísmico, con una vista clara del horizonte y el Área de Exclusión.
- Para la Operación MAP se cumplirán los criterios generales de selección y configuración indicados en el Anexo I de la Res. MArDS 201/2021.
- Los RMFM efectuarán una cuidadosa revisión visual y acústica para detectar la presencia de Fauna Marina Vulnerable en la Área de Exclusión durante todo el procedimiento de barrido visual y acústico y del procedimiento de aumento gradual.

Teniendo en cuenta los resultados de la Modelación Acústica (ver Tabla 9) se establecerá un Área de Exclusión de 1.000 metros donde se procederá a la interrupción de las descargas de las fuentes de aire comprimido (shutdown) si se detectan ejemplares de Fauna Marina Vulnerable dentro de la mencionada área. El Área de Exclusión establecida en 1.000 metros supera la distancia más exigente en términos de umbral de pérdida auditiva permanente (PTS), que se alcanza en el orden de los 800 metros.

Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos

Tipo de Medida: Reducción

El monitoreo de fauna marina es el procedimiento sistematizado para la detección y registro de Fauna Marina Vulnerable susceptible de ser afectada durante las prospecciones sísmicas, realizado mediante la combinación de métodos visuales y acústicos, ambos complementarios entre sí.

Los responsables de Monitoreo de Fauna Marina (RMFM) serán los encargados de cumplir con esta función. El monitoreo debe realizarse durante la adquisición sísmica y también puede realizarse cuando el buque está en tránsito.

⁵ **Fauna Marina Vulnerable:** La Res. MArDS 201/2021 define así a los “ejemplares de fauna marina para los que la operatoria sísmica o la maniobra de los buques pudiera implicar un riesgo. Se consideran incluidos todos los mamíferos y tortugas marinas, así como cualquier otro grupo faunístico —en particular de aves buceadoras— en condiciones eventuales de concentración para reproducción, alimentación o migración, cuya población pudiera resultar afectada por la actividad sísmica.”



Medidas de control de velocidad de los buques para evitar colisiones con fauna marina.**Tipo de Medida:** Prevención / Reducción

Como una medida preventiva para evitar un posible incidente y/o impacto de los buques que serán utilizados durante las tareas en estudio y la fauna marina presente en la zona, se cumplirá con los siguientes requisitos cuando el buque sísmico y los buques de apoyo y seguimiento se desplacen a una velocidad igual de 10 nudos o mayor⁶:

- Viajar a menos de 6 nudos cuando se esté en un radio de 150 m para delfines y pinnípedos y 300 m para ballenas, lo que se puede considerar una “zona de precaución”.
- No acercarse más allá de las “zonas de precaución” para delfines y ballenas definidas anteriormente.
- Los Responsables del Monitoreo de Fauna Marina (RMFM), o cualquier miembro de la tripulación, al detectar la presencia de especímenes alertarán, al personal para que los buques se alejen o disminuyan las velocidades.

Prevención para avifauna**Tipo de Medida:** Reducción

Respecto a la avifauna, uno de los efectos más significativos que puede generar el proyecto es el del choque de las aves con los buques como consecuencia de la atracción hacia las luces que se utilizan durante las tareas nocturnas. Las medidas de minimización de impactos sobre las aves incluyen reducir la iluminación externa de los buques al mínimo que garantice la seguridad de la navegación, evitar cuando sea posible la iluminación innecesaria en el caso de que se realicen inspecciones nocturnas.

Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación**Tipo de Medida:** Reducción

Se establecerá un proceso de comunicación con los actores clave involucrados en asuntos marítimos (p. ej. Prefectura Naval Argentina) para coordinar la planificación del uso de las áreas marítimas, a fines de evitar interferencias que afecten tanto a las actividades marítimas en el área de influencia del proyecto como al registro sísmico en sí. Para minimizar las afectaciones sobre la movilidad y tráfico de buques y embarcaciones se comunicarán itinerarios de tareas, fechas y áreas de ejecución e influencia del proyecto a las Autoridades correspondientes (PNA).

⁶ Para esta medida se consideró como referencia el Reglamento EPBC 2000. Se trata de la Ley de Protección del Medio Ambiente y Conservación de la Biodiversidad de 1999 del Parlamento de Australia, la cual proporciona un marco para la protección del ambiente, incluida su biodiversidad y sus lugares naturales y culturalmente significativos.



Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero**Tipo de Medida:** Reducción

Al momento de la planificación y coordinación de actividades se establecerá un proceso de comunicación con actores clave involucrados en asuntos pesqueros (p. ej. Subsecretaría de Pesca, Prefectura Naval Argentina, INIDEP, representantes de empresas o asociaciones pesqueras) para coordinar la planificación del uso de las áreas marítimas, a fines de evitar interferencias que afecten tanto a las actividades pesqueras y/o campañas de investigación (prospección) del INIDEP como al registro sísmico en sí. Para minimizar las afectaciones sobre las actividades pesqueras y actividades de investigación vinculadas, movilidad, tráfico de buques y embarcaciones, etc., se comunicarán itinerarios de tareas, fechas y áreas de ejecución e influencia del proyecto a las Autoridades y actores clave correspondientes.

Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas**Tipo de Medida:** Preventiva

Los bloques de explotación Cuenca Marina Austral 1 (CAU), Carina Sudeste (CSES), Carina Norte (CNOR), Tauro-Sirius (TASI) y LEO, todos operados por Total Austral S.A., quedan comprendidos parcialmente en el Área Operativa Sísmica del proyecto. Como parte del diálogo entablado con el operador de la licencia vecina (TOTAL AUSTRAL S.A.) EQUINOR ha obtenido su autorización tanto para adquirir datos como para efectuar las maniobras del buque sísmico (efectuar giros, etc.), dentro de su área de concesión.

Por otro lado, dentro de la Cuenca Marina Austral 1, la empresa TOTAL ha presentado el proyecto Fénix que comprende la instalación de una plataforma, la perforación de 3 pozos horizontales, la construcción de un gasoducto. De acuerdo al cronograma exhibido por TOTAL, la fase constructiva del proyecto podrá coincidir temporalmente con el registro sísmico de EQUINOR.

Al respecto, desde el punto de vista del proyecto sísmico bajo estudio se considera como medida para llevar a cabo el mismo sin interferencias: Evitar la simultaneidad (evitar la ejecución de la adquisición sísmica en los acotados periodos en que se lleven a cabo las operaciones de hincado de pilotes) manteniendo alejadas las operaciones sísmicas al menos 25 km del sitio donde se lleve a cabo el hincado de pilotes (plataforma Fénix).

De este modo, en todo lo que respecta a la potencial superposición de la adquisición sísmica con el proyecto Fénix se considera necesario notificar a la operadora mencionada de las actividades que desarrollará EQUINOR en las áreas AUS_105, AUS_106 y MLO_121. En el caso que EQUINOR adquiriera datos en la misma temporada que se desarrollará el proyecto Fénix u otras tareas en las áreas del operador TOTAL que no fueran consideradas en este estudio, EQUINOR alineará su programa de adquisición con el de los vecinos y trabajará junto con ellos para evitar cualquier riesgo potencial relacionado con conflictos en la adquisición, planificando las operaciones en forma coordinada con TOTAL / autoridades en todo momento.



Coordinación con eventuales exploraciones linderas

Tipo de Medida: Preventiva

Se propone en forma precautoria la planificación de las operaciones en forma coordinada con los permisionarios de las licencias vecinas. Preliminarmente, se planea coordinar con TULLOW para que ambos operadores comiencen sus operaciones en el sector más occidental de sus respectivas Áreas Operativa Sísmica de manera de mantener las operaciones lo más alejadas posibles, dado que la exploración del operador TULLOW coincidiría temporalmente.

Las medidas anteriores se acompañan de una serie de medidas preventivas generales, y en relación a la Salud y Seguridad, el control del volumen / configuración del arreglo sísmico, el manejo de residuos y de los combustibles y aceites, la comunicación a la población, contratación de personal local, el control de emisiones gaseosas y ruidos, y el cumplimiento legal. Todas las medidas están destinadas al control de las operaciones de los buques y las actividades sísmicas. Estas medidas se integran dentro de programas que son parte del Plan de Gestión Ambiental (Tabla 23).

Tabla 23. Medidas de mitigación y programas del Plan de Gestión Ambiental asociados

Código	Medida	Tipo de medida	Aspecto / Control
P1	PROGRAMA DE MONITOREO DE FAUNA MARINA		
M1	Control de la operación y verificación de la fuente sísmica	Reducción	Controles de reducción
M2	Procedimiento de barrido y aumento gradual	Reducción	Controles de reducción
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles operativos
P2	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS NO RELACIONADOS CON EL SONIDO SOBRE LA FAUNA MARINA		
M4	Medidas de control de la velocidad de los buques para evitar colisiones con la fauna marina.	Prevención / Reducción	Controles de reducción
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles operativos
M5	Prevención para avifauna	Reducción	Controles de reducción
P3	PROGRAMA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS FORTUITOS SOBRE ESPECIES DE HALLAZGO OCASIONAL		
M3	Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos	Reducción	Controles de reducción
P4	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS POR POTENCIALES INTERFERENCIAS Y DE COORDINACIÓN CON ACTIVIDADES LINDERAS		
M7	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación	Reducción	Controles operativos
M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	Reducción	Controles operativos
M9	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarburíferas linderas	Preventiva	Controles operativos



Código	Medida	Tipo de medida	Aspecto / Control
M10	Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas	Preventiva	Diseño / Cronología
P5	PROGRAMA DE COMUNICACIÓN PARA EL ÁREA PESQUERA		
M8	Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero	Reducción	Controles operativos
P6	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL		
M6	Salud y seguridad	Reducción	Controles operativos
M13	Control de emisiones gaseosas y ruidos	Reducción	Controles operativos
P7	PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y EFLUENTES A BORDO		
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
P8	PROGRAMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLE		
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
P9	PROGRAMA DE OPERACIONES LOGÍSTICAS EN PUERTO DE APOYO		
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
P10	PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS		
M6	Salud y seguridad	Reducción	Controles operativos
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
P11	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL Y CONDUCTA DEL PERSONAL		
M12	Manejo de combustibles y aceites	Prevención / Reducción	Controles operativos / Restauración
M11	Manejo de residuos	Prevención / Reducción	Controles de reducción / Controles operativos
P12	PROGRAMA DE COMUNICACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL		
M14	Comunicación a la población	Prevención	
P13	PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE PERSONAL LOCAL Y COMPRAS LOCALES		
M16	Contratación de personal local y compras locales	Reducción	
P14	PROGRAMA DE IDENTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO LEGAL		
M17	Cumplimiento legal	Reducción	Controles operativos
P15	PROGRAMA DE ATENCIÓN A QUEJAS Y RECLAMOS		
M15	Respuesta de consultas y reclamos	Prevención / Mitigación	
P16	PROGRAMA DE PREVENCIÓN COVID-19		



8.2 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

El Plan de Gestión Ambiental tiene como finalidad otorgar las pautas requeridas para la implementación de las medidas de mitigación propuestas, y los procedimientos generales necesarios para asegurar que el proyecto se lleve a cabo en cumplimiento de la normativa ambiental vigente y las buenas prácticas ambientales. En este sentido, los planes y programas que surgieron de la presente evaluación son:

8.2.1 Programa de monitoreo de fauna marina (P1)

Tiene como objetivo:

- Minimizar el riesgo de impactos a la fauna marina potencialmente relacionados a la prospección sísmica.
- Cumplir con los requisitos de la Resolución 201/2021 que describe el “Protocolo para la implementación del monitoreo de fauna marina en prospecciones sísmicas” presentado en su Anexo I.
- Evitar los posibles impactos de la actividad sísmica sobre la fauna marina, mediante la observación, monitoreo acústico pasivo (MAP) y registro, llevada a cabo por Responsables del Monitoreo de Fauna (RMFM).
- Controlar el efectivo cumplimiento de las medidas de barrido y aumento gradual, indicando la detención de las fuentes de aire comprimido en el caso en que se detectara la presencia de ejemplares de Fauna Marina Vulnerable en el Área de Exclusión.
- Obtener datos sobre la presencia y el comportamiento de la fauna marina para profundizar en la comprensión de los posibles efectos causados por las fuentes de aire comprimido.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Control de la operación y verificación de la fuente sísmica (M1)
- Procedimiento de barrido y aumento gradual (M2)
- Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos (M3).

8.2.2 Programa de prevención de impactos no relacionados con el sonido sobre la fauna marina (P2)

Tiene como objetivos:

- Evitar los posibles impactos del proyecto sobre la fauna marina.
- Obtener datos sobre la presencia y el comportamiento de la fauna marina para profundizar en el conocimiento de estas especies.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Medidas de disminución de la velocidad del buque (M4)
- Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos (M3)
- Prevención para avifauna (M5)

El procedimiento establece las acciones a desarrollar en caso de incidentes con la fauna marina en altamar.



8.2.3 Programa de mitigación de impactos fortuitos sobre especies de hallazgo ocasional (P3)

Tiene como objetivos:

- Evitar los posibles impactos del proyecto sobre la fauna marina.
- Obtener información relevante respecto de la presencia de especies marinas y su hábitat; y en particular sobre el comportamiento de las mismas frente al desarrollo de este tipo de actividades.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Monitoreo de aves marinas y mamíferos marinos (M3)

En el caso que durante los trabajos de prospección se produjera el hallazgo ocasional de una especie no reportada para el área de estudio, luego de la visualización en campo y el registro se procederá a caracterizar la misma siempre y cuando sea posible, comprobando entre otros aspectos si perteneciera a una especie vulnerable, en peligro o amenazada. Se adicionará la especie en cuestión al listado de especies ya identificadas en el sitio por el presente estudio y se analizará si las evaluaciones realizadas y las medidas previamente consideradas resultasen suficientes para esta especie. En caso de corresponder, se incorporarán al proyecto las medidas necesarias que mitiguen los impactos potenciales sobre dichas especies.

8.2.4 Programa de prevención de impactos por potenciales interferencias y de coordinación con actividades linderas (P4)

Tiene como objetivos:

- Evitar los posibles impactos ocasionados por potenciales interferencias con buques operando en áreas exploratorias linderas y/u otras embarcaciones que se encuentren navegando en la zona.
- Coordinar y planificar el uso de las áreas marítimas a través de un proceso de comunicación con las Autoridades correspondientes (PNA) y actores clave involucrados.
- Cumplir con las exigencias de la Ley de Navegación (Ley 20.094) y las reglamentaciones marítimas y fluviales dictadas en su consecuencia.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Medidas de mitigación de las potenciales interferencias en la navegación (M7)
- Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero (M8)
- Medidas de Mitigación de las potenciales interferencias con las actividades hidrocarbúferas linderas (M9)
- Coordinación con potenciales / eventuales exploraciones sísmicas linderas (M10)



El procedimiento establece en particular las acciones de coordinación en forma precautoria de las operaciones en forma coordinada con los otros permisionarios / autoridades en todo momento. Así, se podrán coordinar las actividades entre distintos proyectos para que no ocurra superposición temporal entre las campañas, o que en caso de superponerse, se respeten distancias tales que las operaciones en bloques cercanos queden por fuera del área de máxima incidencia del ruido propagado por la actividad de prospección bajo estudio. Al respecto, en el Capítulo 7 se incluyó la evaluación de la hipótesis de solapamiento o superposición temporal en el caso de una eventual adquisición sísmica simultánea en áreas de concesión vecinas para la primera etapa de exploración asociada a la adquisición sísmica. Como resultado de dicha evaluación se concluyó que aún efectuando hipótesis conservativas el efecto acumulado de una segunda prospección que se realice simultáneamente a una distancia de 25 km o mayor no produce ningún efecto adicional, incrementado o acumulativo.

8.2.5 Programa de comunicación para el área pesquera (P5)

Tiene como objetivos:

- Coordinar la planificación del uso de las áreas marítimas para evitar interferencias que afecten a las actividades pesqueras y/o actividades vinculadas al sector pesquero.
- Garantizar un proceso de comunicación efectivo con las autoridades y actores clave involucrados en asuntos pesqueros.

La acción de mitigación aplicada en pos del cumplimiento de los objetivos del programa es:

- Medidas de mitigación de las potenciales interferencias con las pesquerías y actividades vinculadas al sector pesquero (M8).

8.2.6 Programa de seguimiento y monitoreo ambiental (P6)

Tiene como objetivos:

- Garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación y programas incluidos en el Plan de Gestión Ambiental (PGA).
- Controlar las condiciones ambientales existentes en la zona de influencia del proyecto.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Salud y Seguridad (M6)
- Control de emisiones gaseosas y ruidos (M13)

8.2.7 Programa gestión de residuos y efluentes a bordo (P7)

Tiene como objetivos:

- Realizar una correcta gestión de las sustancias y de los residuos sólidos, líquidos y semisólidos generados en las embarcaciones que intervengan en el proyecto.



Objetivos específicos:

- Prevenir la contaminación ambiental, evitando afectar los medios socioeconómico, cultural, estético, biológico y físico.
- Reducir con eficiencia de la cantidad de residuos generados en las embarcaciones.
- Clasificar, ordenar y, en los casos que correspondiera, separar y almacenar los residuos.
- Contratar a empresas debidamente autorizadas para el manejo de residuos
- Controlar el manejo, transporte, tratamiento, reciclado, reutilización y/o destino final de los residuos.
- Registrar todos los trámites de gestión hasta la eliminación total del residuo.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Manejo de residuos (M11).
- Manejo de combustibles y aceites (M12).

8.2.8 Programa de manejo de hidrocarburos (P8)

Tiene como objetivos:

- Realizar una correcta gestión de los combustibles y sustancias a base de hidrocarburos utilizados en las embarcaciones que intervengan en el proyecto.

Objetivos específicos:

- Prevenir la contaminación ambiental, evitando afectar los medios socioeconómico, cultural, estético, biológico y físico.
- Clasificar, ordenar y almacenar sustancias con hidrocarburos.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Manejo de combustibles y aceites (M12).
- Manejo de residuos (M11).

El programa incluye:

- Subprograma para la recarga de combustible en altamar: define requisitos para operar de manera segura.

8.2.9 Programa de operaciones logísticas en puerto de apoyo (P9)

Tiene como objetivos:

- Evitar derrames durante la carga de combustible en el puerto y garantizar que la operación se lleve a cabo de forma segura.
- Realizar una correcta gestión de residuos una vez en el puerto, cumpliendo la legislación aplicable a nivel local.



Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Manejo de residuos (M11).
- Manejo de combustibles y aceites (M12).

El programa incluye:

- Subprograma para la carga de combustible
- Subprograma para la gestión de residuos de buques

8.2.10 Programa de respuesta ante contingencias y emergencias (P10)

Tiene como objetivos:

- Optimizar las acciones de control de las emergencias, a fin de proteger la vida de personas, de los recursos naturales afectados y de bienes propios y de terceros.
- Evitar o minimizar los efectos adversos derivados de las emergencias que se pudieran producir como consecuencia de la ejecución de las operaciones marítimas.
- Establecer e implementar un procedimiento ordenado de las principales acciones a seguir en caso de emergencias y promover en la totalidad del personal el desarrollo de aptitudes y capacidades para afrontar rápidamente dichas situaciones.
- Constituir un equipo idóneo, eficiente y permanentemente adiestrado que permita lograr el correcto uso de los recursos, humanos y materiales, disponibles para el manejo de las emergencias.
- Cumplir con las disposiciones vigentes.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Salud y Seguridad (M6).
- Manejo de combustibles y aceites (M12).
- Manejo de residuos (M11).

8.2.11 Programa de capacitación ambiental y conducta del personal (P11)

Tiene como objetivos:

- Planificar una adecuada información y capacitación del personal sobre efectos ambientales esperados, la implementación y control de medidas de mitigación, preservación, protección y control ambiental, los planes de contingencia y las normativas y reglamentaciones ambientales aplicables a las actividades desarrolladas.
- Asignar roles a cumplir de acuerdo a los diferentes niveles de responsabilidad específica en relación a la implementación, operación, monitoreo y control de las medidas de mitigación, preservación, protección y control.
- Asignar roles a cumplir ante las diversas situaciones de emergencia que pudieran presentarse, cuyos contenidos generales son explicitados en el Programa correspondiente al Plan de Contingencias, con la generación de consecuencias ambientales significativas.



Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Manejo de combustibles y aceites (M12).
- Manejo de residuos (M11).

8.2.12 Programa de comunicación ambiental y social (P12)

Tiene como objetivos:

- Mantener a las partes interesadas informadas respecto del avance del proyecto de prospección sísmica que la compañía se propone llevar adelante en los bloques AUS_105, AUS_106 y MLO_121.
- Responder a las inquietudes o consultas que pudieran tener dichas partes interesadas, aumentando su confianza y aceptación del proyecto.
- Obtener información y comentarios que permitan seguir robusteciendo la Línea de Base Social y nutriendo el relacionamiento de EQUINOR con las comunidades vecinas a las futuras operaciones.
- Dar a conocer los canales de comunicación previstos para consultas, comentarios y reclamos por parte de la comunidad local y actores interesados.

Las acciones de mitigación aplicadas en pos del cumplimiento de los objetivos del programa son:

- Comunicación a la población (M14).

8.2.13 Programa de contratación de personal local y compras locales (P13)

Tiene como objetivos:

- Garantizar que el personal contratado para el proyecto sea altamente calificado, sumamente especializado y posea experiencia en la actividad.
- Garantizar la calidad y pertinencia de los bienes y servicios adquiridos para el desarrollo del proyecto.
- Contratar efectivos marítimos argentinos locales para formar parte de la tripulación de los buques.
- Cumplir con las disposiciones vigentes.

La acción de mitigación aplicada en pos del cumplimiento de los objetivos del programa es:

- Contratación de personal local y compras locales (M16).

8.2.14 Programa de identificación y verificación de cumplimiento legal (P14)

Tiene como objetivos:

- Verificación durante el desarrollo del proyecto de la aplicación, cumplimiento y actualización continua de las normas generales y específicas nacionales, y de los organismos vinculados con el proyecto.
- Gestionar los permisos y habilitaciones necesarios para el desarrollo del Proyecto, en acuerdo con el marco legal vigente.



La acción de mitigación aplicada en pos del cumplimiento de los objetivos del programa es:

- Cumplimiento legal (M17).

8.2.15 Programa de atención a quejas y reclamos (P15)

Tiene como objetivo:

Con el objetivo de evacuar con la mayor celeridad y precisión posible todas las dudas y/o reclamos que la comunidad en general y/o los distintos actores clave identificados en particular, pudieran tener en relación al Proyecto se ofrecerán canales de comunicación accesibles y de fácil utilización para garantizar el derecho de la población a estar informada.

La acción de mitigación aplicada en pos del cumplimiento de los objetivos del programa es:

- Respuesta de consultas y reclamos (M15).

8.2.16 Plan de mitigación COVID

El Plan de Mitigación de COVID-19 puesto en marcha para el proyecto sísmico Costa Afuera de Argentina ha sido desarrollado sobre la base de las experiencias acumuladas por EQUINOR en el manejo de la pandemia en varios proyectos en todo el mundo.

8.2.17 Gestión de salud, seguridad, ambiente y calidad en las operaciones de Equinor

Presenta los principios de Salud, Seguridad, Ambiente y Calidad que rigen las operaciones de EQUINOR en las actividades costa afuera en Argentina y las exigencias hacia el Contratista Geofísico.

La salud, seguridad y los aspectos ambientales son una prioridad en los niveles más altos de la Compañía, reflejados en sus acciones, buscando garantizar que no se produzcan daños al personal o al ambiente, como resultado de las operaciones.

9 BIBLIOGRAFÍA

Antacli, J.C., Hernández, D., y Sabatini, M.E. (2010). Estimating copepods' abundance with paired nets: Implications of mesh size for population studies. J. sea res. 63, 71–77.

Antacli, J. C., Sabatini, M.E., y Silva, R.I. (2014). Feeding and reproductive responses of the copepods *Drepanopus forcipatus* and *Calanus australis* to ambient food limitation during late summer over the southern patagonian shelf (Argentina, 47°–55°s). Braz. j Oceanogr, 62, 295–314.

Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino, (2008) en Boltovskoy, D. (ed.). [En línea] Buenos Aires, disponible en: <http://atlas.ambiente.gov.ar/>

Bastida, R., Roux, A., y Martínez, D. E. (1992). Benthic communities of the argentine continental shelf. Oceanológica acta, 15 (6), 687-698.

BOEM [Bureau of Ocean Energy Management] (2014). Atlantic OCS Proposed Geological and Geophysical Activities Mid-Atlantic and South Atlantic Planning Areas Final Programmatic



Environmental Impact Statement. <https://www.boem.gov/sites/default/files/oil-and-gas-energy-program/GOMR/BOEM-2014-001-v1.pdf>

Caldwell, J. and W. Dragoset (2000). A brief overview of seismic air-gun arrays. The Leading Edge 2000.

Cepeda, G.D., Temperoni, B., Sabatini, M.E., Viñas, M.D., Derisio, C.M., Santos, B.A., Antaclo, J.C y Padovani, L.N. (2018). Zooplankton communities of the argentine continental shelf (sw atlantic, c.a. 34°-55° s, an overview. En: Hoffmeyer, M.S., Sabatini, M.E., Brandini, F.P., Calliari, D.I., y Santinelli I. H. (eds.). Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic. From the subtropical to the subantarctic realm. Springer, Cham, 171-199.

Campagna, C., Verona, C., y Falabella, V. (2006). Situación ambiental en la ecorregión del Mar Argentino. En: La situación ambiental Argentina 2005, Brown, A., Martinez Ortiz, A., Cerbi, M y Corcuera, J. (eds.). Fundación Vida Silvestre Argentina.

Conesa Fernández– Vitora, V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, Matriz de Importancia)

Cooke, F., y Mills, E. (1972). Summer distribution of pelagic birds off the coast of Argentina. IBIS, 114(2): 245-251. doi.org/10.1111/j.1474-919x.1972.tb02606.x.

COPLA (2017). El margen continental argentino: entre los 35°S y los 55°S en el contexto del artículo 76 de la convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar. - La edición bilingüe - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. Comisión Nacional del límite exterior de la plataforma continental, 2017.

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

Ehrlich, M.D., Sánchez, R.P., Ciechomski, J.D., Machinandarena, L., y Pájaro, M. (1999). Ichthyoplankton composition, distribution and abundance on the southern patagonian shelf and adjacent waters. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 19, 45-75.

Ezcurra & Schmidt S.A. (2022). Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Fénix Área Cuenca Marina Austral I. Argentina. Consultado en febrero de 2023: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/proyecto-fenix-en-cuenca-marina-austral-cma-1>

Favero, M., y Silva Rodríguez, M.P. (2005). Estado actual y conservación de aves pelágicas que utilizan la plataforma continental argentina como área de alimentación. Hornero V.20 Nro.1 Buenos Aires ene./ago. 2005 version on line. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0073-34072005000100007.

Glorioso, P.D. y Flather, R.A. (1997). The patagonian shelf tides. Progress in Oceanography 40, 263-283.

Hawkins, A.D., y Popper, A.N. (2014). Assessing the impacts of underwater sounds on fishes and



other forms of marine life.’ *acoust today* 10(2): 30-41.

Jensen F., Kuperman W., Porter M., and Schmidt H. (2011). *Computational Ocean Acoustics*. 2nd Edition. Springer Science & Business Media

JNCC [Joint Nature Conservation Committee] (2017). JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys. <https://data.jncc.gov.uk/data/e2a46de5-43d4-43f0-b296-c62134397ce4/jncc-guidelines-seismicsurvey-aug2017-web.pdf>

Kaniklides, S. (2014). Effects of volcanic tsunamis on marine mammals. Phd. thesis <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.4696.1687>.

Lodolo, E., M. Menichetti, R. Bartole, Z. Ben-Avraham, A. Tassone y H. Lippai (2003). Magallanes-fagnano continental transform fault (Tierra del Fuego, Southernmost South America). *Tectonics*, 22(6), P. 1076, DOI: 10.1029/2003TC0091500.

Lovrich, G.A. (Jefe Científico, Compilador). (2010). Estudios biológicos en plataforma patagónica austral. Informe de Campaña del BO Puerto Deseado CONCACEN II, Puerto Madryn – Ushuaia, 29NOV09-16DIC09. Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC). 131 pp.

Lovrich, G.A., Fernandez D.A., Diez M.J., Sotelano M.P., Pagnossin Ml., Giamportone A.L., Fernandez A.L., Vanella F.A., Rimbau S., Florentin O.V. (2010). Fauna Bentónica E Isotopos Estables. 68-75 Pp. En: “Estudios Biologicos En Plataforma Patagonia Austral. Informe De Campaña Bo Puerto Deseado- Puerto Madryn- Ushuaia 29nov09-16dic09.

Machinandiarena, L., y Ehrlich, M.D. (1999). Detección de un área de cría de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el mar argentino. *Rev. Invest. Des. Pesq* 12.

McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., y McCabe, K. (2000). Marine seismic surveys: Analysis and propagation of airgun signals; and effects of airgun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid. En: *Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia: Further research*. Australian petroleum production exploration, Canberra. 364-521. <http://cmst.curtin.edu.au/wp-content/uploads/sites/4/2016/05/mccauley-et-al-seismic-effects-2000.pdf>.



Meekan, M. G., Speed, C. W., McCauley, R. D., Fisher, R., Birt, M. J., Currey-Randall, L. M., Semmens, J. M., Newman, S. J., Cure, K., Stowar, M., Vaughan, B. y Parsons, M. (2021). A large-scale experiment finds no evidence that a seismic survey impacts a demersal fish fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(30), e2100869118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2100869118>

NOAA [National Oceanic and Atmospheric Administration] (2016). Effects of Oil and Gas Activities in the Arctic Ocean. Final Environmental Impact Statement (FEIS). Volume 2

Orgeira, J.L. (2001). Distribución espacial de densidades de aves marinas en la plataforma continental argentina y océano atlántico sur. *Ornitología Neotropical* 12, 45-55.

Padovani, L., M. L. Presta y F. Capitanio (2014). Potencial del mesozooplankton como sostén trófico en áreas productivas del mar Argentino. En: Informe de Campaña BO Puerto Deseado "Tierra del Fuego - Banco Burdwood", Ushuaia - Ushuaia 29MAR14-4ABR14, Ushuaia - Mar del Plata 6ABR14-12ABR14. Gustavo A. Lovrich (Jefe Científico, compilador), Mariano J. Diez (compilador). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Mayo 2014.

Palma, E. D., Matano, R. P., y Piola, A.R. (2004b). A numerical study of the southwestern Atlantic shelf circulation: Barotropic response to tidal and wind forcing. *J. Geophys. Res.*, 109, c08014, doi: 10.1029/2004jc002315.

Parker, G, Paterlini, C.M., y Violante, R.A. (1997). El fondo marino. En: Boschi, E. (ed.). *El mar argentino y sus recursos marinos*. INIDEP 1, 65-87, Mar del Plata.

Parker, G., Paterlini, C.M., Violante, R.A., Costa, I.P., Marcolini, S.I., y Cavallotto, J.L. (1999). Descripción geológica de la terraza rioplatense (Plataforma interior del noreste bonaerense). *Servicio Geológico y Minero Argentino, Boletín* 273, 98 p., Buenos Aires.

Parker, G., Violante, R.A., Paterlini, C.M., Marcolini, S., Costa, I.P., y Cavallotto, J.L. (2008). Las secuencias sismoestratigráficas del plioceno-cuaternario en la plataforma submarina adyacente al litoral del este bonaerense. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 15, 105-124.

Perillo, G.M.E., y Hostadinoff, J. (2005). Margen continental de la provincia de Buenos Aires. En: De Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F., y LLambías, E. (eds.). *Geología y recursos minerales de la provincia de Buenos Aires. Relatorio 16º Congreso Geológico Argentino*: 277-292, La Plata.

Perry, J. (2005). Environmental impact assessment for offshore drilling the Falkland Islands to desire petroleum plc. Rps energy.

Piola, A.R., y Gordon, A.L. (1989). Intermediate waters in the southwest South Atlantic. *Deep-sea Research* 36, 1-16.

Piola, A.R., y Matano, R.P. (2001). The South Atlantic western boundary currents Brazil/Falkland (Malvinas) currents. En: Steele, J.M., Thorpe, S.A. y Turekian, K.K. (eds.) *Encyclopedia of Ocean Sciences*, Academic Press, 340-349, Londres.

Ponce, J.J., y Carmona, N.B. (2011). Miocene deep-marine hyperpycnal channel levee complexes, Tierra del Fuego, Argentina: Facies associations and architectural elements. In: *Sediment transfer from shelf to deep water-revisiting the delivery system* (slatt, r.m.; zavalá, c.; editors). American Association of Petroleum Geologists, *Studies in Geology* 61: 75-93.



Popper, A., Hawkins, A., Fay, R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., Coombs, S., Ellison, W., Gentry, R., Halvorsen, M., Løkkeborg, S., Rogers, P., Southall, B., Zeddies, D., y Tavalga, W. (2014). Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles: A technical report prepared by ansi-accredited standards committee s3/sc1 and registered with ANSI. 978-3-319-06658-5. springer international publishing.

Ramírez, F.C., y Sabatini, M.E. (2000). The occurrence of calanidae species in waters off Argentina. *Hidrobiología* 439:21–42.

Ricciardelli L., Villatarco P., Diez M., Gowland M.F., Lagger C.F., Bayer M.S, Delpiani M., Menoret A., Lovrich G.A. (2012). Fauna bentónica. 38-48 pp. En: Campaña “patagonia austral”, informe de campaña BO Puerto Deseado, Ushuaia –Mar del Plata. 27mar12-14abr12.

Ricciardelli, L., M. L. Presta, A. Raya Rey y D. Fernandez (2014). Estructura trófica del ecosistema marino del Atlántico Sudoccidental y Canal Beagle mediante análisis de isotopos estables. En: Informe de Campaña BO Puerto Deseado “Tierra del Fuego - Banco Burdwood”, Ushuaia - Ushuaia 29MAR14-4ABR14, Ushuaia - Mar del Plata 6ABR14-12ABR14. Gustavo A. Lovrich (Jefe Científico, compilador), Mariano J. Diez (Compilador). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Mayo 2014.

Richardson, W. J., Greene, C. R., Jr., Malme, C. I., y Thomson, D. H. (1991). Effects of noise on marine mammals. USDI/MMA/OCS study 90-0093, LGL Ecological Research Assoc., Bryan, Texas.

Russell, D. (2018). Assessing the impact of seismic surveys on South African fisheries. Technical Document elaborated for the Responsible Fisheries Alliance.

Sabatini, M. E., y Álvarez Colombo, G. (2001). Seasonal pattern of zooplankton biomass in the argentinian shelf off southern Patagonian (45°-55°S). *Scientia Marina*, 65 (1), 21-31.

Sabatini, M.E, Reta, R., Lutz., V. et al. (2016). Influence of oceanographic features on the spatial and seasonal patterns of mesozooplankton in the southern patagonian shelf (Argentina, SW Atlantic). *J. Mar Syst* 157, 20-38.

SAyDS [Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación] (2019). Guía para la elaboración estudios de impacto ambiental.

Schejter, I., Bremec, C.S., Escolar M. y Giberto, D.A. (2017). Plataforma externa y talud continental. En Bremec, C.S. y Giberto, D. (Eds). Comunidades bentónicas en regiones de interés pesquero en la Argentina. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar Del Plata: 57-75.

Schejter, L., López Gappa, J. y Bremec, C. (2014). Epibiotic relationships on *Zygochlamys patagónica* (Mollusca, Bivalvia, Pectinidae) increase biodiversity in a submarine canyon in Argentina. *Deep-Sea Res. (II Top. Stud. Oceanogr.)*, 104; 252-258.

Seco Pon, J. P.; Bastida, J.; Giardino, G. V.; Favero, M.; Copello, S. (2019) Seabirds east of Tierra del Fuego, Argentina during a 3d seismic survey; *Neotropical Ornithological Society; Ornitología Neotropical*; 30; 2-2019; 103-111

Segura, V., Lutz, V.A., Dogliotti, A.I., Silva, R., Negri, R., Akselman, R., y Benavides, H. (2013). Phytoplankton functional types and primary production in the argentine sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 491: 15-31.



Southall B.L., Finneran J. J., Reichmuth C., Nachtigall P. E., Ketten D. R., Bowles A. E., Ellison W. T., Nowacek D. P. and Tyack P. K.. (2019). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations For Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals* .45(2):125-232, Doi:10.1578/Am.45.2.2019.125

Upton, J., y Shaw, C.J. (2002). An overview of the oceanography and meteorology of the Falklands Islands. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 12, 15-25.

Urien, C.M., Zambrano, J.J. (1973). The geology of the basins of the argentine continental margin and Malvinas plateau. In: Nairn, A.E.M., Stehli, F.G. (eds). *The South Atlantic*. Springer, Boston.

Violante, R.A. (2004). Coastal-marine processes and sediment supply during the post-lgm transgression in the northern part of the argentine continental shelf. 4th. Annual Conference Project IGCP 464 "Continental Shelves during the last glacial cycle", Abstracts 58-60, Roma-Ponza.

Violante, R.A. (2005). Submerged terraces in the continental shelf of Argentina and its significance as paleo-sea level indicators: the example of the rioplatense terrace. 5th. Annual Conference Project IGCP 464 "Continental Shelves during the last glacial cycle", Abstracts 97-99, San Petesburgo.

Violante, R.A., Costa, I.P., Cavallotto, J.L., Paterlini, C.M., Marcolini, S., y Bozzano, G. (2014). Rasgos morfosedimentarios, procesos y evolución de la plataforma continental argentina desde el último máximo glacial. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71 (2), 292-310.

Violante, R.A., y Parker, G. (2000). El holoceno en las regiones costeras y marinas del noreste de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 55, 337-351.

Violante, R.A., y Parker, G. (2004). The post-last glacial maximum transgression in the La Plata river and adjacent inner continental shelf, Argentina. *Quaternary International* 114, 167-181.

Wartzok, D. y Ketten, D. (1999). Marine mammal sensory systems. En: Reynolds, J. y Rommel, S. *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution press.

