

PROYECTO VALENTINES

-Minera Aratirí-

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y
Terminal Portuaria

Solicitud de Autorización Ambiental Previa

ANEXO E - EIA-AIRE

E.2 - Estudio de impacto acústico



ZAMRES
PROYECTO ARATIRI

Estudio de Impacto Acústico

Dra. Ing. Alice Elizabeth González
2011

Contenido

1	Introducción	3
2	Marco normativo.....	4
2.1	Estructura institucional general	4
2.2	Normativa ambiental de alcance nacional, de interés en el tema de estudio.....	6
2.3	Ordenanzas Departamentales.....	6
3	Línea de base	9
4	Componentes del proyecto.....	11
5	Distrito minero: fase constructiva.....	12
5.1	Obras terrestres	12
5.2	Transporte de cargas.....	12
6	Distrito minero: fase operativa	16
6.1	Metodología de abordaje.....	16
6.2	Niveles de presión sonora asociados con los equipos considerados.....	17
6.3	Distancias consideradas entre fuentes y receptores	17
7	Mina Las Palmas	21
7.1	Vivienda 6068.....	22
7.2	Vivienda 2256.....	23
7.3	Vivienda 10727.....	23
8	Complejo Mina Sur	25
8.1	Vivienda 8209.....	26
8.2	Vivienda 9634.....	26
8.3	Vivienda 1896.....	27
8.4	Vivienda 2870.....	28
9	Planta de Beneficiamiento	29
10	Terminal Portuaria	30
10.1	Fase constructiva.....	30
10.2	Fase operativa: operaciones terrestres.....	35
10.3	Fase operativa: operaciones marinas.....	35
11	Síntesis final y propuestas de gestión	38

1 Introducción

Este informe incluye los resultados del estudio de Impacto Acústico del Proyecto Aratirí, tanto en su fase constructiva como operativa.

Los grandes elementos del proyecto son el Complejo Minero en la zona de Cerro Chato y una Terminal Portuaria en la costa de Rocha.

En lo que sigue se efectúa primero un comentario a propósito del marco normativo; luego se analiza la fase constructiva; se presenta por separado cada elemento del proyecto en la fase operativa, añadiendo, en los casos que ha resultado necesario un predimensionado de posibles elementos de atenuación acústica a considerar; y, por último, se sintetizan los principales resultados obtenidos formulando a la vez algunas propuestas de gestión.

2 Marco normativo

2.1 Estructura institucional general

Uruguay es un país unitario y tiene una estructura institucional basada en la separación en tres poderes (Ejecutivo, Legislativo y Judicial), que tienen competencia nacional. A su vez, existe una descentralización territorial materializada en la división en 19 Departamentos. En cada uno de ellos hay, a su vez, un poder legislativo -Junta Departamental- y un Poder Ejecutivo –Intendente Departamental-.

En cada Departamento hay un número variable de Municipios gobernados por entes locales de cinco miembros (Concejales) cuyo presidente se designa como Alcalde del lugar. Actualmente una localidad de por lo menos 5.000 habitantes configura un Municipio, si bien a partir de 2015 configurarán nuevos Municipios incluyendo las localidades que tengan al menos 2000 habitantes. Al presente hay 89 Municipios en todo el país.

En los Departamentos en que el proyecto Aratirí implica acciones se tienen los siguientes Municipios:

- En Durazno: Sarandí del Yi
- En Florida: Sarandí Grande
- En Treinta y Tres: Santa Clara de Olimar, Vergara
- En Rocha: Rocha, Chuy, Castillos, Lascano, La Paloma

En la jurisdicción de las autoridades departamentales y municipales tienen vigencia tanto las normas municipales como las nacionales. Ninguna normativa departamental puede ser más permisiva que la disposición nacional correspondiente.

La Ley 18.567 de 2009, por la cual se crean los Municipios como tercer nivel de descentralización administrativa, define las competencias de éstos en su Capítulo IV “De las atribuciones y cometidos del Municipio y sus integrantes”. Aunque los Municipios no emiten un tercer nivel de normativa para su jurisdicción sino que aplican la normativa departamental correspondiente en los temas que les compete gestionar, sabido es que ante un mismo texto legal pueden existir diferentes criterios de aplicación e incluso interpretaciones distintas. En consecuencia, resulta importante tener presente que lo relativo a contaminación sonora ha quedado en una “zona gris” en la que no es del todo claro si la responsabilidad ha sido o no transferida al nivel municipal.

Es que si bien en el Artículo 131 de la Ley está señalada explícitamente la transferencia de la responsabilidad hacia los Municipios en materias tales como la gestión de residuos sólidos, el

¹ Texto completo del Artículo 13 de la Ley 18.567 de Descentralización Política y Participación Ciudadana:

Artículo 13.- Son cometidos de los Municipios:

- 1) Dictar las resoluciones que correspondan al cabal cumplimiento de sus cometidos.
- 2) Elaborar anteproyectos de decretos y resoluciones, los que serán propuestos al Intendente para su consideración a los efectos de que, si correspondiera, ejerza su iniciativa ante la Junta Departamental.
- 3) Colaborar en la realización y mantenimiento de obras públicas que se realicen en su jurisdicción.

numeral 4 de ese artículo es ambiguo en cuanto a si a nivel municipal es el Gobierno Departamental el que queda a cargo de la gestión de los aspectos vinculados a la calidad acústica ambiental y la contaminación acústica o si esa responsabilidad se transfiere al Gobierno Municipal. En efecto, este numeral reza del siguiente modo:

“(Artículo 13. Son cometidos de los Municipios: ...)

-
- 4) Elaborar programas zonales y adoptar las medidas preventivas que estime necesarias en materia de salud e higiene, protección del ambiente, todo ello sin perjuicio de las competencias de las autoridades nacionales y departamentales, según las normas vigentes en la materia.
 - 5) Adoptar las medidas tendientes a conservar y mejorar los bienes y edificaciones, especialmente aquellos que tengan valor histórico o artístico.
 - 6) Atender lo relativo a la vialidad y el tránsito, el mantenimiento de espacios públicos, alumbrado público y pluviales, sin perjuicio de las potestades de las autoridades departamentales al respecto.
 - 7) Atender los servicios de necrópolis y de recolección y disposición final de residuos, que les sean asignados por la Intendencia Departamental.
 - 8) Colaborar en la vigilancia de la percepción de las rentas departamentales.

 - 9) Colaborar con las autoridades departamentales dentro de las directrices que éstas establezcan en materia de ferias y mercados, proponiendo su mejor ubicación de acuerdo con las necesidades y características de sus zonas, cooperando asimismo en su vigilancia y fiscalización.
 - 10) Colaborar con los demás organismos públicos en el cumplimiento de tareas y servicios que les sean comunes o que resulten de especial interés para la zona, promoviendo la mejora de la gestión de los mismos.
 - 11) Adoptar las medidas que estimen convenientes para el desarrollo de la ganadería, la industria y el turismo, en coordinación con el Gobierno Departamental, y sin perjuicio de las atribuciones de las autoridades nacionales y departamentales en la materia.
 - 12) Formular y ejecutar programas sociales y culturales dentro de su jurisdicción, estimulando el desarrollo de actividades culturales locales.
 - 13) Emitir opinión sobre las consultas que, a través del Gobierno Departamental, les formule el Poder Ejecutivo en materia de proyectos de desarrollo local.
 - 14) Colaborar en la gestión de los proyectos referidos en el numeral anterior cuando así se haya acordado entre el Gobierno Departamental y el Poder Ejecutivo y exista interés así como capacidad suficiente para el cumplimiento de la actividad por el Municipio.
 - 15) Adoptar las medidas urgentes necesarias en el marco de sus facultades, coordinando y colaborando con las autoridades nacionales respectivas, en caso de accidentes, incendios, inundaciones y demás catástrofes naturales comunicándolas de inmediato al Intendente, estando a lo que éste disponga.
 - 16) Colaborar en la gestión de políticas públicas nacionales cuando así se haya acordado entre el Gobierno Departamental y el Poder Ejecutivo.
 - 17) Crear ámbitos de participación social.
 - 18) Rendir cuenta anualmente ante el Gobierno Departamental de la aplicación de los recursos que hubiera recibido para la gestión municipal o para el cumplimiento de funciones que se hubieran expresamente delegado en la autoridad municipal.
 - 19) Presentar anualmente ante los habitantes del Municipio, en régimen de Audiencia Pública, un informe sobre la gestión desarrollada en el marco de los compromisos asumidos, y los planes futuros.

4) Elaborar programas zonales y adoptar las medidas preventivas que estime necesarias en materia de salud e higiene, protección del ambiente, todo ello sin perjuicio de las competencias de las autoridades nacionales y departamentales, según las normas vigentes en la materia.”

Nótese la diferencia de redacción que hay, por ejemplo, con los numerales 6 y 7, en que se indica que el Municipio deberá “atender” los temas que allí se mencionan.

2.2 Normativa ambiental de alcance nacional, de interés en el tema de estudio

La protección ambiental tiene el más alto rango en el ordenamiento jurídico uruguayo: desde la reforma constitucional de 1996, el artículo 47 consagra como derechos y deberes de todo ciudadano y todo ente o instituto público o privado la conservación del medio natural, la adopción de medidas de prevención para evitar daños al mismo, su recuperación en el caso de que esté dañado y la no realización de actividades perjudiciales.

Más allá de que la Ley 17.283 sancionada en 2000 y conocida como “Ley General de Protección del Ambiente” declara de interés general aspectos tales como la protección del ambiente, de la calidad del aire, del agua, del suelo y del paisaje; la conservación de la diversidad biológica o la prevención, eliminación, mitigación y la compensación de los impactos ambientales negativos, existe un instrumento legal explícito que es la Ley 17.852 sancionada en diciembre de 2004 y conocida como “Ley de Protección contra la Contaminación Acústica”. Esta Ley tiene como objetivo prevenir y corregir las situaciones de contaminación acústica para asegurar la protección de la población, de los demás seres vivos y del ambiente.

Por otra parte, no debe olvidarse que la Ley 18.308 de 2008 (“Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible”) y su Decreto Reglamentario Nº 221/009, “Decreto de Ordenamiento Territorial”, han puesto diferentes instrumentos de ordenamiento territorial (directrices, estrategias y planes de ordenamiento) bajo la responsabilidad de los Gobiernos Departamentales, en particular lo que hace a la evaluación de los instrumentos de ordenamiento territorial desde el punto de vista ambiental.

Adicionalmente, el posible incremento de los niveles sonoros ambientales es un impacto adverso que debe ser considerado en el marco de la obtención de las autorizaciones ambientales que prevé el Decreto 349/005 (“Reglamento de Impacto Ambiental) reglamentario de la Ley 16.466 (“Ley de Impacto Ambiental”) de enero de 1994.

2.3 Ordenanzas Departamentales

Las Ordenanzas de los 4 Departamentos en que tendrá presencia el proyecto son diferentes y presentan incluso algunas diferencias sustantivas. Los números y año de promulgación de las Ordenanzas son los siguientes:

- En Durazno: Decreto 1190/1997
- En Florida: Decreto 16/96 (19/07/1996) y sus modificativos (Decreto 20/2002 y Decreto 24/2008).
- En Treinta y Tres: Decreto 14/1982 (17/09/1982); Decreto 10/1997 (18/06/1998); Decreto 10/2000 (29/06/2000); Reglamento del Decreto 10/2000 (19/04/2001).
- En Rocha: Decreto 7 (15/12/1998).

Todas ellas presentan dificultades prácticas para su aplicación; por ejemplo, la más visible es que el trabajar con niveles máximos es un gran escollo para poder afirmar que el nivel estándar no se supera.

De acuerdo con los textos de cada una, la única que tiene jurisdicción fuera de áreas urbanas y suburbanas es la Ordenanza de Florida y en consecuencia sería en este momento la única que sería aplicable al proyecto que se analiza. En efecto, en su última enmienda (2008) se modifica el ámbito de aplicación, que pasa a incluir las zonas rurales además de las áreas urbanas, suburbanas y centros poblados.

En principio, las ordenanzas de Rocha y Durazno sólo rigen en áreas urbanas o suburbanas y centros poblados y la de Treinta y Tres, sólo en áreas urbanas (aunque no lo dice explícitamente, alude a “la ciudad”). De todos modos, no parece recomendable desconocer estas normativas, máxime si se tiene en cuenta que hasta la modificación del 2008, la Ordenanza de Florida tampoco tenía jurisdicción en áreas no urbanas.

Es por ello que en la Tabla 2.1 se sintetizan algunos aspectos de las Ordenanzas de estos cuatro Departamentos que pueden tener que ver con el proyecto. La columna correspondiente a Florida se ha coloreado para destacar que es la única que, estrictamente hablando, se aplicaría al caso de estudio en este momento.

Tabla 2.1 Algunas disposiciones de las Ordenanzas Departamentales sobre Ruidos Molestos

DEPARTAMENTO	Durazno	Florida	Rocha	Treinta y Tres
Alcance	Áreas urbanas y suburbanas, centros poblados	Áreas urbanas, suburbanas y rurales, centros poblados	Áreas urbanas y suburbanas, centros poblados	No es explícito, pero en el Art. 13º alude a los ruidos que pueden afectar a “los habitantes de la ciudad”.
Automotores > 3,5 ton	89 dB	89 dB	95 dB	92 dB
Parámetro de control	Nivel máximo	Nivel máximo	Intensidad máxima	Nivel máximo
Forma de Medición	Indica distancia y altura.	Con instrumento standard.	S/D	Con instrumento standard. Indica distancia, altura y régimen de funcionamiento del motor.
Oficina Fiscalizadora	División Electricidad y División Tránsito.	Dirección Tránsito	Dpto. General de Higiene, Inspecciones Generales; División de Tránsito y Transporte; Juntas locales.	Dpto. de Urbanismo y Obras; Dpto. de Higiene; Dirección de Tránsito Público

DEPARTAMENTO	Durazno	Florida	Rocha	Treinta y Tres
Niveles admisibles en exteriores en horario diurno	65 dB (h.6 a h.22)	65 dBA	70 dB (día)	S/D
Niveles admisibles en exteriores en horario nocturno	55 dB (h.22 a h.6)	65 dBA	55 dB (noche)	S/D
Parámetro de control	Intensidad máxima	Nivel máximo	Intensidad máxima	N/C
Forma de Medición	S/D	Con instrumento standard. Con ponderación A.	S/D	S/D

Dado que las normativas de los cuatro Departamentos que involucra el proyecto se refieren a intensidades o niveles máximos, sería virtualmente imposible considerar valederas cualesquiera mediciones puntuales para contrastar contra los valores normativos, y tampoco sería posible tomar mediciones puntuales para describir la línea de base sobre la que se adicionarán los elementos cuya incidencia o impacto se procura determinar. La mayor parte de la normativa acústica vigente en nuestro país se refiere a valores máximos; una excepción interesante es la de la Intendencia Departamental de Montevideo que, a través de una resolución interna de 1998, ha establecido que los estándares deben ser comparados contra los valores de L_{AF90} .

Con el espíritu de contribuir a resolver en forma defendible la limitante técnica que imponen las normas al referirse a la intensidad máxima, por lo menos dos alternativas sensatas pueden plantearse: una de ellas es trabajar como se hace a nivel internacional con el nivel sonoro continuo equivalente L_{AFeq} , cuyo valor está muy condicionado por los niveles más elevados que ocurren durante una medición y que es además de manejo matemático sencillo; o bien trabajar con el L_{AF90} como lo hace la Intendencia de Montevideo, dado que frecuentemente se toman pautas que adopta esta Intendencia como referencia para el resto del país.

3 Línea de base

La línea de base en cuanto a niveles sonoros fue realizada por CSI Ingenieros. Se consideraron cinco puntos de monitoreo en la zona del Distrito Minero y uno en la zona de la futura Terminal Portuaria. La empresa efectuó dos campañas de medición, en noviembre de 2010 y enero de 2011 respectivamente. El instrumento de medición fue un sonómetro de propiedad de la empresa, marca Brüel & Kjaer Modelo 2250 Light, clase 1 de acuerdo con normas internacionales, lo que implica que se trata de un sonómetro de precisión.

En ambas campañas de medición se tomaron mediciones diurnas y nocturnas; en todos los casos las lecturas fueron de 30 minutos de duración. En la Tabla 3.1 se sintetiza la información obtenida del informe de la empresa. Se indican los niveles diurnos y nocturnos por campaña, seguidos de la velocidad del viento registrada durante la medición según consta en el informe de referencia.

Tabla 3.1. Síntesis de la información de línea de base de niveles sonoros según Informe de CSI Ingenieros.

Distrito minero												
Punto	DIURNO						NOCTURNO					
	Mes: noviembre 2010			Mes: enero 2011			Mes: noviembre 2010			Mes: enero 2011		
	L _{Aeq}	L _{AMáx}	L _{A90}	L _{Aeq}	L _{AMáx}	L _{A90}	L _{Aeq}	L _{AMáx}	L _{A90}	L _{Aeq}	L _{AMáx}	L _{A90}
Zona Las Palmas, al sur (P. 10732)	26,1	51,5	19,2	47,5	76,4	35,3	30,9	45,5	24,5	48,8	73,8	36,4
	v viento (m/s): 0,64 - 2,54			v viento (m/s): 1,20 - 10,57			v viento (m/s): 0,05 - 3,58			v viento (m/s): 1,50 - 3,47		
Valentines (Comisaría)	45,3	74,1	33,5	47,0	67,8	38,4	36,7	57,7	27,3	45,8	62,7	42,1
	v viento (m/s): 0,60 - 2,21			v viento (m/s): 1,15 - 4,46			v viento (m/s): 0,60 - 1,98			v viento (m/s): 1,18 - 2,45		
Cerro Chato (Área urbana)	67,2	91,4	41,8	57,7	82,8	45,8	51,7	77,5	38,9	43,1	77,5	37,3
	v viento (m/s): 0 - 4,14			v viento (m/s): 2,90 - 4,86			v viento (m/s): 0 - 1,05			v viento (m/s): 0,48 - 1,23		
R6 y R43 (al oeste del complejo)	27,8	55,4	21,3	43,4	60,1	33,9	45,1	71,3	27,8	33,0	48,4	30,2
	v viento (m/s): 0,46 - 2,02			v viento (m/s): 1,91 - 4,60			v viento (m/s): 0,30 - 1,96			v viento (m/s): 2,54 - 4,65		
Mina Sur, zona padrón 1917	32,5	57,9	21,9	40,5	67,8	29,7	23,7	51	20,5	39,6	65,5	35,7
	v viento (m/s): 0 - 5,35			v viento (m/s): 2,00 - 6,25			v viento (m/s): 0 - 1,20			v viento (m/s): 2,95 - 4,78		

Terminal Portuaria												
Punto	DIURNO						NOCTURNO					
	Mes: noviembre 2010			Mes: enero 2011			Mes: noviembre 2010			Mes: enero 2011		
	L _{Aeq}	L _{AMáx}	L _{A90}	L _{Aeq}	L _{AMáx}	L _{A90}	L _{Aeq}	L _{AMáx}	L _{A90}	L _{Aeq}	L _{AMáx}	L _{A90}
Predio Armada Nacional, bosque de eucaliptos	51,1	64	45,2	45,3	61,3	40,5	49,8	61,7	41,8	39,2	60,6	36,5
	v viento (m/s): 0 - 1,60			v viento (m/s): 0 - 1,85			v viento (m/s): 0,11 - 0,90			v viento (m/s): 0 - 0,39		
	50,7	65,5	45									
	v viento (m/s): 0,11 - 1,39											

Tomando en consideración lo expresado en la sección referente a normativa acerca de trabajar con algún parámetro que permita poder efectuar inferencias cuantitativas a propósito de la incidencia del proyecto en su entorno a partir de mediciones de corta duración, resulta necesario seleccionar entre las mediciones disponibles cuáles pueden considerarse como referencia para describir los niveles sonoros de la línea de base. Es que, tal como puede observarse, la velocidad del viento durante las mediciones ha sido muy variable. Pese a haberse realizado una veintena de mediciones, de las 10 mediciones diurnas en el Distrito minero solamente 3 resultan apropiadas para ser consideradas como valores de referencia (mediciones de noviembre de 2010 en Zona Las Palmas, Valentines e intersección de Rutas 6 y 43); en cuanto a las mediciones nocturnas, 6 de las 10 pueden ser aplicables. Todas las mediciones realizadas en la zona portuaria se consideran aprovechables.

4 Componentes del proyecto

El proyecto que se analiza incluye dos grandes componentes: el Complejo Minero en la zona de Valentines – Cerro Chato y la Terminal Portuaria sobre la costa oceánica en el Departamento de Rocha. Ambos quedan unidos por dos tuberías de impulsión en paralelo: una de ellas lleva hasta la Terminal Portuaria un lodo densificado rico en hierro, en tanto la otra constituye el flujo de retorno de agua bruta recuperada luego de la separación del mineral para su exportación.

A su vez, en el Complejo Minero se reconocen tres elementos: el Sector Minero Norte o Las Palmas; el Sector Minero Sur, que comprende las explotaciones de las Minas Mulero, Morochos, Uría y Maidana; y la planta de beneficiamiento, que se ubica en forma aproximadamente baricéntrica a ambas explotaciones, a unos 18 km al Sur de Las Palmas y al Norte del Complejo Sur.

En cada mina se considera la explotación propiamente dicha y el movimiento de maquinaria en la pila de estériles correspondiente, que en el caso de las minas Uría y Maidana son dos pilas laterales. En Las Palmas se ubica una trituradora primaria y en el Complejo Sur, dos. En cada trituradora primaria se tiene un acopio de material (ROM Pad) y el motor eléctrico de la correspondiente cinta transportadora que conducirá el material que sale de la trituradora hasta la planta de beneficiamiento. Si bien las cintas son de gran longitud (aproximadamente 18 km), no se han considerado emisiones sonoras a lo largo de las mismas. Vale remarcar que las subestaciones de transformación no se han considerado explícitamente como fuentes de emisión acústica en el complejo minero –pero sí en la planta de beneficiamiento- dado que habrá una multiplicidad de fuentes emisoras potentes en operación durante las 24 horas que enmascararán la posible incidencia ambiental de sus tonos puros.

En la planta de beneficiamiento se tienen varias trituradoras de conos y de rodillos de alta presión, zarandas y molinos de bolas. También aquí habrá una subestación de transformación de energía de UTE, pero por la misma razón que antes no se consideraron explícitamente en el cálculo.

Como se irá describiendo en cada caso particular, la información empleada ha sido proporcionada por la empresa, a menos de los espectros de emisión sonora de las diferentes fuentes, que se han tomado de diferentes referencias según se señalará.

La Terminal Portuaria incluye instalaciones en tierra y en agua. Las instalaciones en tierra a las que llegará el lodo conducido por el mineroducto incluyen la planta de filtrado, en que el lodo se deshidratará para su exportación, el sistema de bombeo de agua de retorno hacia el sector minero y el motor de la cinta que transportará el mineral hasta los buques graneleros. En la infraestructura de agua el equipamiento será mínimo, por lo que las fuentes a considerar serán solamente las embarcaciones, tanto los buques cargueros de gran porte (Panamax, Super Panamax, Small Cape, Capesize) como los remolcadores que se ocuparán de hacer posibles las maniobras de atraque y partida.

Los diferentes componentes se analizarán en sus fases constructiva y operativa en las secciones siguientes.

5 Distrito minero: fase constructiva

5.1 Obras terrestres

Durante la fase constructiva se tiene dos tipos de fuentes emisoras: la maquinaria que trabajará en los frentes de las obras civiles, y el transporte de materiales y equipos hacia los sitios en que se construirán las instalaciones que los albergarán, más concretamente la planta de beneficiamiento, la terminal portuaria y el mineroducto.

En ninguno de los grandes frentes de trabajo (distrito minero, mineroducto) es esperable que ocurran niveles sonoros más comprometidos que los que se tiene usualmente en obras civiles, por lo que no ameritan mayores comentarios.

5.2 Transporte de cargas

En lo referente al transporte de cargas, se verificó el flujo de camiones esperado durante la fase de construcción a partir del Informe de SNC Lavalin².

En la Figura 5.1 tomada de dicho informe, se grafica el flujo mensual de transporte terrestre pesado según tipo de vehículo. Considerando que el transporte de cargas es una actividad que funciona durante las 24 horas de los 7 días de la semana, se pudo determinar que en el período de pico de las obras no se espera un tránsito asociado con las obras de más de 3 camiones por hora.

En efecto, el mes en que se espera un mayor flujo de vehículos pesados es julio de 2012, con 1540 camiones. Esto equivale a unos 50 camiones por día, valor que remite a un promedio horario que no alcanza los 3 vehículos/hora.

Adicionalmente, se señala que no todos los vehículos tienen el mismo destino. En particular, en el mes de julio de 2012 menos de la mitad de las cargas tienen un único destino (el Complejo Minero), más allá de que muy probablemente todos los vehículos pesados pueden llegar a tener tramos en común en sus trayectos, especialmente a la salida de Montevideo.

Las rutas previstas para el transporte de la mayor parte de las cargas de acuerdo con su destino son las rutas nacionales 7, 8 y 9, pertenecientes a la red vial primaria nacional. Las rutas 8 y 9 son dos de las principales rutas de movimiento carretero de cargas en la actualidad, no sólo en cuanto a transporte interno sino a la interconexión con Brasil. De acuerdo con los datos de la Dirección Nacional de Transporte del MTOP disponibles en su sitio Web, el menor valor de TPDA (tránsito promedio diario anual) en estas rutas es el del Peaje Cebollatí sobre Ruta 8, con 857 vehículos de los que 564 son vehículos livianos. Si se calculan los promedios horarios, se tiene un tránsito horario promedio de 36 vehículos, 23 de los cuales son livianos.

Dado que el máximo promedio horario de vehículos pesados asociados con el emprendimiento durante la fase constructiva es de 3 vehículos pesados por hora de los que a lo sumo 2 transitarían por la misma ruta una vez alejados del área metropolitana, en el peor caso esos vehículos se sumarían a un flujo ya establecido de 13 vehículos pesados por hora y a un total de 36 vehículos hora.

² VALENTINES IRON ORE PROJECT DEFINITIVE FEASIBILITY STUDY REPORT, Chapter 16: Logistics, versión de 15 de julio de 2011

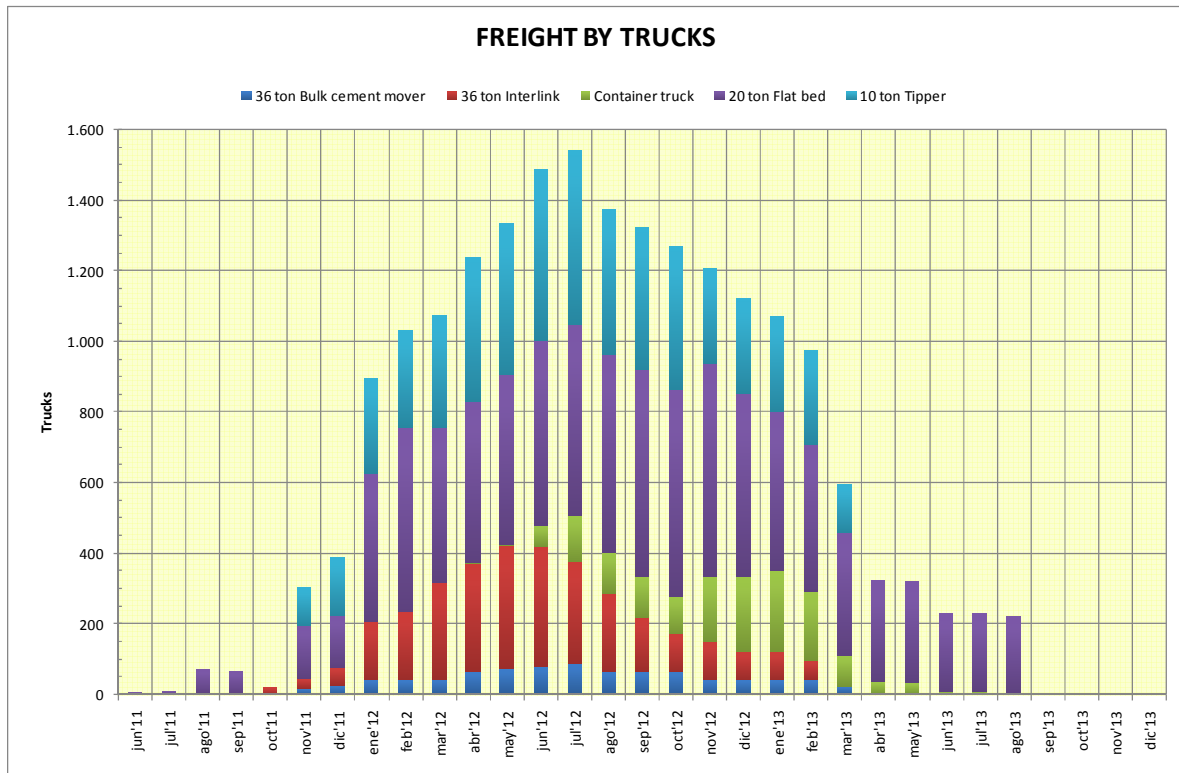


Figura 5.1. Tráfico mensual de vehículos carreteros pesados durante la fase constructiva

Para cuantificar la variación esperable de los niveles sonoros horarios debido al incremento de tránsito pesado vinculado a las obras, se aplicó el modelo “*Guide du bruit des transports terrestres*”, que es el modelo oficial que se emplea en varios países de la Comunidad Europea y que también se ha aplicado en varios estudios en nuestro país. Tal como era previsible, la variación en los niveles sonoros descritos a través del valor del nivel sonoro continuo equivalente horario expresado en escala A ($L_{Aeq,1h}$) es muy pequeña, inferior a 0,5 dB. La ecuación predictiva es la siguiente:

$$L_{A,eq} = 20 + 10 \log (Q_L + EQ_p) + 20 \log v - 12 \log (d + a/3) + 10 \log (\beta/180) - k$$

Siendo:

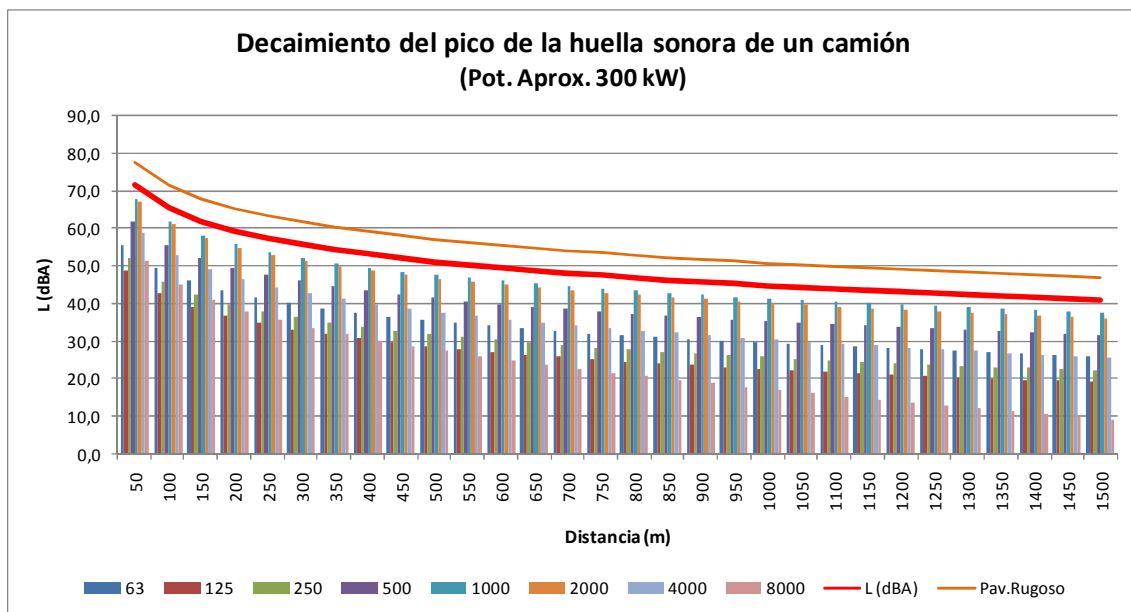
- Q_L Intensidad horaria de vehículos ligeros
- Q_p Intensidad horaria de vehículos pesados
- E Factor de equivalencia acústica
- v Velocidad en km/h
- d Distancia al borde de la plataforma en m
- a Ancho de la calzada en m
- β Ángulo de aportación de la carretera en grados
- k Corrección por campo libre (3 dBA)

Si se analiza además la posible incidencia de las huellas sonoras de estos vehículos pesados sobre el medio receptor, se ve que es también de escasa significación, máxime si se tiene en cuenta que por lo general la huella resulta claramente audible y destacada sobre el paisaje sonoro circundante durante menos de 1 minuto.

El decaimiento esperado en el pico de la huella sonora de un camión con un motor de aproximadamente 300 kW (400 HP) de potencia se muestra en la Figura 5.2. La forma del espectro corresponde a la que presenta el British Standard BS 5228-1:2009 "Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise" para un camión de potencia 306 kW. De acuerdo con la normativa municipal vigente, en principio vehículos con emisión sonora como la del camión de referencia estarían en condiciones de circular en todos los departamentos del país a excepción de Tacuarembó.

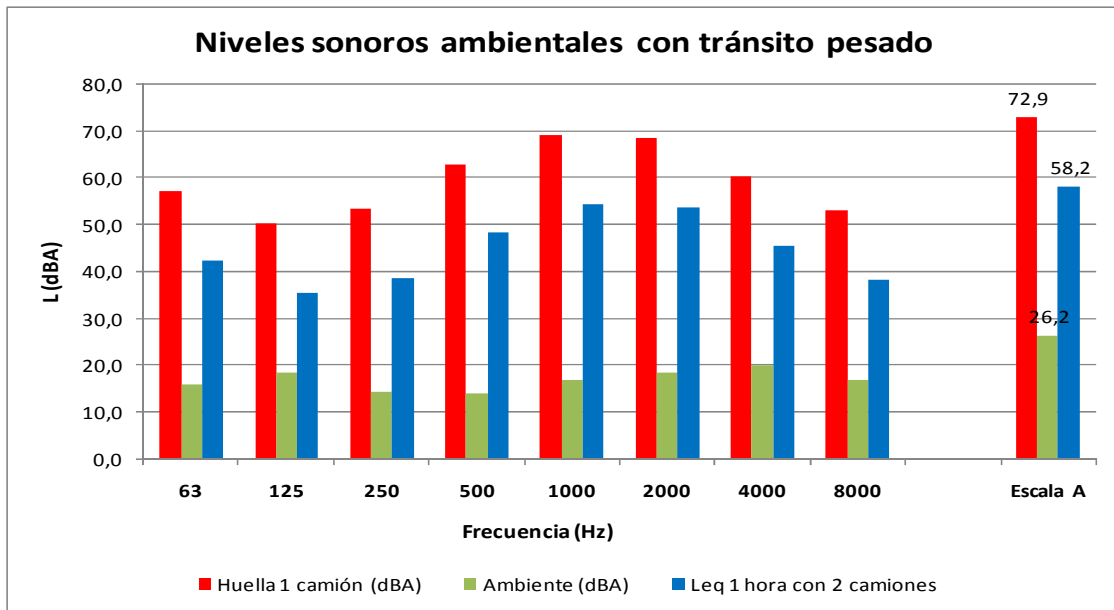
Las barras representan el decaimiento de niveles sonoros en cada banda de octava normalizada. La curva roja muestra el decaimiento de los niveles sonoros expresados en escala A para pavimento liso y la curva naranja lo hace para pavimento rugoso, para condiciones de 20 °C y 60 % de humedad relativa ambiente (en realidad la incidencia de las condiciones atmosféricas es de menos de 1 dB hasta unos 1300 m del borde de la ruta).

Figura 5.2. Decaimiento del pico de la huella sonora de un camión



En el gráfico de la Figura 5.3 se muestra la composición espectral del nivel sonoro continuo equivalente que resultaría en el borde de la ruta si en ella ocurriera el pasaje de dos camiones de carga y durante el resto del tiempo (58 minutos) los niveles ambientales fueran los obtenidos en la primera campaña de medición diurna de la línea de base en el punto de medición situado próximo a Mina Las Palmas. Los resultados se presentan tanto en bandas de octava normalizadas como en escala A.

Figura 5.3. Composición espectral de niveles sonoros ambientales ante el pasaje de 2 camiones de carga en 1 hora.



La baja densidad de tránsito asociada con el transporte de cargas en la fase constructiva del proyecto no hace esperar que aparezcan impactos adversos en el entorno vinculados con un incremento de los niveles sonoros ambientales por esta causa. Un atenuante adicional es que las rutas por las que se realizará el transporte de cargas son en su mayoría rutas ya empleadas para ese fin.

Las medidas de gestión son las de rigor en lo que hace al mantenimiento preventivo de los vehículos de carga, para asegurar que no exista una innecesaria elevación de los niveles de emisión sonora.

6 Distrito minero: fase operativa

6.1 Metodología de abordaje

En la fase operativa, la mayor parte de las tareas involucradas en el ciclo productivo implica el empleo de maquinaria capaz de generar elevados niveles sonoros durante su funcionamiento. A esto se suma la ocurrencia de voladuras una vez por día y el incremento de tránsito asociado con el proyecto.

Para la predicción de los niveles sonoros en el entorno asociados con el funcionamiento de las diferentes fuentes, se aplicó una metodología de cálculo que recoge los grandes pilares de la Norma ISO 9613 “*Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation*”, que es método de cálculo oficial en la Comunidad Europea para analizar la incidencia de fuentes fijas en el entorno. Sin embargo, no se trata de una aplicación exacta de la Norma, dado que, por las peculiaridades del caso de estudio, se fueron incorporando algunas precisiones o aproximaciones más sutiles para describir mejor la situación y procurar así obtener mayor precisión en los niveles sonoros esperables. Se entendió de rigor proceder de esta forma, puesto hay antecedentes publicados de diferencias importantes entre las predicciones de la ISO 9613 y los niveles que ocurren a posteriori, en situaciones en que las fuentes tienen emisiones significativas en bajas frecuencias.

Para minimizar la introducción de simplificaciones que pudieran luego distorsionar los resultados, se trabajó en bandas de octava normalizadas, por lo que uno de los grandes desafíos consistió en obtener espectros de emisión sonora confiables para la gran diversidad de equipos vinculados al proyecto.

Los fenómenos de atenuación considerados han sido la divergencia geométrica, la absorción atmosférica, la atenuación debida al suelo y la existencia de obstáculos a la propagación del sonido, particularmente cuando éstos son elementos vinculados al proyecto.

Al iniciar el estudio se esperaba obtener rápidamente resultados dentro de la normativa departamental vigente, de acuerdo a lo que anticipaban algunos cálculos generales de que disponía la empresa. Sin embargo, esto no fue lo que ocurrió. En consecuencia, el análisis se fue refinando progresivamente para intentar dilucidar si los niveles sonoros que se estaban obteniendo por cálculo eran elevados debido a hipótesis simplificativas o demasiado poco conservadoras, adoptadas en el entendido de que no iba a haber inconvenientes, o si, por el contrario, efectivamente en algunos casos se debería esperar niveles sonoros más elevados que los admisibles y prever en consecuencia las medidas de gestión necesarias para minimizar estos potenciales impactos adversos.

Dado que el análisis de los niveles sonoros esperables en la fase operativa constituye el corazón de este estudio, se destina un capítulo a presentar los resultados obtenidos cada uno de los grandes sectores del proyecto. Se atienden primero los grandes componentes del complejo minero y luego se dedica un capítulo a las instalaciones de la terminal Portuaria.

6.2 Niveles de presión sonora asociados con los equipos considerados

La información acerca de los niveles sonoros asociados con los diferentes equipos considerados se obtuvo principalmente a través de información de folletería obtenida en sitios Web de fabricantes e información proporcionada por la empresa.

Para obtener la composición espectral de las emisiones sonoras, se empleó información del British Standard BS 5228-1:2009 que fue escalada según el logaritmo del cociente de las potencias de los equipos para contemplar que los mencionados en el BS no son de igual potencia que los previstos en el proyecto.

En la tabla 6.1 se presentan los niveles de presión sonora a 10 m de la fuente empleados en el cálculo.

Tabla 6.1 Niveles de presión sonora a 10 m de cada uno de los equipos considerados

Equipo	L_p a 10 m (dBA)
Perforadora SKF 12	93,7
Pala O&K RH340BH – diesel	95,0
Volquetes CAT 793F	93,4
Track Dozer CATD10T	86,4
Cargador CAT 994F	92,9
Cargador CAT992H	90,0
Rompedor previo a trituración primaria	99,8
Trituradora primaria rotatoria (c/u)	95,1
Trituradora secundaria (conos) (c/u)	96,0
Zaranda (c/u)	90,6
HPGR (c/u)	85,0
Remolienda gruesa (molino de bolas) (c/u)	100,0
Cintas transportadoras	92,6
Bombeo de lodo	91,1
Transformador (a 2 m)	80,5*

* A 2 m

6.3 Distancias consideradas entre fuentes y receptores

En la Tabla 6.2 se presentan las distancias consideradas entre las diferentes fuentes de cada sector del Distrito minero y cada una de las viviendas de interés. En algunos casos, las celdas en blanco indican que la distancia es demasiado grande como para que la relación emisor receptor sea de interés. En otros, simplemente se ha omitido por considerar que el apantallamiento esperado permite no considerar los aportes correspondientes entre esa fuente y ese receptor.

Tabla 6.2 Distancias entre fuentes y receptores de interés

	LAS PALMAS			TRIT. PRIMARIA N	BENEFICIAMIENTO			
	Ap (Estéril)	Bp (Mina)	Cp (ROM Pad)		TRIT. SECUNDARIA	ZARANDA	HPGR	REMOLIDO GRUESO
1896					22900	22560	22150	21880
2202	17850	17000	16040	16150	1700	2320	1970	1760
2256	4040	3940	2940	3200	15400	14970	15300	
2870					23880	23760	23420	23270
3580	20080	19000	17780	17860	3950	3870	3560	3350
4196	14000	12700	11180	11250	6085	5330	5670	5940
6068	2000				20600	20400	20760	18300
8209					19350	19600	19420	23270
8422	17200	16230	14730	14800	6440	5670	5800	5820
8806	10800	9800	8440	8500	6250	5800	6170	
9634	32600	31500	30100		16600	16600	16350	16090
10727	5540	4500	3300	3000	11840	11400	11840	
10896	1240		4240	5200	19730	19400	19730	

Tabla 6.2 Distancias entre fuentes y receptores de interés (cont.)

	TRIT. PRIMARIA S1	TRIT. PRIMARIA S2	MAIDANA				
			A1 (estéril Oeste)	A2 (Estéril Este)	B (Mina)	C (Camino)	D (ROM Pad)
1896	1400	8400	11050	9200	10400	8700	7900
2202	20600		11580	12180	11600	12260	14760
2256							
2870	4100	10800	13500	11500	12800	10850	10350
3580	17780	12100	9960	10200	9380	11250	11900
4196	24330	19400		17600			19100
6068	42100	36300					
8209	8800		4900	5260	5100	4660	4510
8422	21080	16700	15860	15120	14860	15470	16400
8806	27080	21520					
9634	5240	4250	6500	4500	5900	4350	4000
10727	32500	27200					
10896							

Tabla 6.2 Distancias entre fuentes y receptores de interés (cont.)

	URÍA			MOROCHOS				
	E1 (estéril Oeste)	E2 (Estéril Este)	F (Mina)	G (Camino)	H (estéril)	I (Mina)	J (camino)	K (ROM Pad)
1896		6700		7800	2350	3400	2250	1040
2202	14500	15800			17650		16080	20630
2256								
2870	10300	9200		10200	4980	6500	4900	3780
3580	12700	13700		13100	15180			18000
4196	20200	20800	20900	20350				
6068								
8209	2200	1800	1600	4250	5770	6000	7100	8400
8422	17450	18000	18270	17520	18940		17690	21050
8806								
9634	4470	3960	4740	4000	3250		2550	5300
10727								
10896								

Tabla 6.2 Distancias entre fuentes y receptores de interés (cont.)

	MULERO		
	L (camino)	M (estéril)	N (mina)
1896	580	970	2500
2202	20900	22230	
2256			
2870	3040	640	1480
3580	18250	19400	21580
4196			
6068			
8209	9900	10800	12100
8422	21220	22000	23650
8806			
9634	5450	6780	
10727			
10896			

Se tomó un nivel sonoro objetivo en inmisión de 55 dBA, nivel que es el que prevé la ordenanza vigente en el Departamento de Durazno, más allá de que en este momento no resulta de aplicación. Si se considera el nivel de la ordenanza de Florida, que sí es actualmente de aplicación, entonces el nivel que prevé (65 dBA) se satisface en todos los receptores considerados.

Una vez realizadas las primeras iteraciones, el universo de trabajo se redujo sensiblemente en cuanto a receptores, dado que las únicas viviendas que se detectó podrían estar en algún momento comprometidas eran mucho menos que las inicialmente consideradas. En la Tabla 6.3 se indican cuáles son estas viviendas y cuál es, en cada caso, la fuente sonora prioritaria. A su vez, en referencia a los receptores que están principalmente expuestos a las emisiones desde la Mina Sur, no todos los receptores tienen su condición de exposición más crítica en el mismo escenario de funcionamiento, como se verá en el capítulo 8.

Tabla 6.3. Receptores potencialmente afectados por el emprendimiento

	MINA SUR	PALMAS	BENEFICIAMIENTO
1896	x		
2202			x
2256		x	
2870	x		
6068		x	
8209	x		
9634	x		
10727		x	

7 Mina Las Palmas

En Las Palmas se tienen los siguientes componentes:

- Explotación minera
- Pila de estéril
- Trituradora primaria
- Motor de la cinta transportadora

La trituradora primaria se consideró componiendo tres equipos: un rompedor previo a la trituración y dos trituradoras rotatorias.

La maquinaria a considerar en cada sector es la que se indica en la Tabla 7.1. Sus niveles sonoros asociados con su funcionamiento han sido presentados en el capítulo 6 de este informe. En cada sector se tomó el funcionamiento simultáneo de los equipos allí indicados y se compuso un espectro de emisión sonora a partir de los espectros de cada equipo, de acuerdo con lo expresado en el capítulo anterior. Un aspecto que interesa mencionar es que, en la práctica, se ha tratado el conjunto de fuentes móviles de cada sector como una gran fuente fija cuya emisión es la de todos los equipos en simultáneo en toda la extensión de la fuente. Esto es un criterio de penalización en el cálculo que puede llegar a estar ampliamente del lado de la seguridad, ya que si bien la hipótesis de simultaneidad 100 % es sensata, la probabilidad de permanencia de esa situación es en realidad mucho menor.

Tabla 7.1 Distribución de maquinaria en Las Palmas

Maquinaria por sector	Pila de Estéril	Mina	ROM Pad
SKF 12 Drill	0	14	0
RH340 Shovel	0	3	0
793F Truck	8	20	8
D10T Track Dozer	1	1	1
994F	0	0	2
992H	0	0	1

Los receptores considerados fueron las viviendas habitadas situadas fuera del límite del recinto minero, cuyos números se indican a continuación: 2202, 2256, 3580, 6068, 8422, 9634, 10727, 10896. Los receptores se situaron a 2 m de altura, en tanto la trituradora y ROM Pad se tomaron con altura 15 m. Para la pila de estériles se tomó una altura de emisores (máquinas) de 2 m sobre la superficie de la pila y para la mina, 3 m.

Para el nivel sonoro objetivo de 55 dBA, las viviendas que pueden estar en algún momento comprometidas son tres: 2256, 6068 y 10727. Cada caso particular se presenta en detalle a continuación. Los niveles sonoros se expresan en valores enteros debido a la precisión del método de cálculo.

Los niveles sonoros calculados corresponden a situación de atmósfera neutra o inestable y viento soplando desde fuente a receptor. En cada caso se indica el porcentaje del tiempo en que esto ocurre; durante el resto del tiempo en que se mantiene la condición de atmósfera neutra o inestable pero con otras direcciones de viento, los niveles sonoros no deberían superar al calculado. También este porcentaje se indica en cada caso.

Por otra parte, durante un porcentaje de tiempo de aproximadamente el 15 % (clase E de estabilidad atmosférica según Pasquill-Gifford) podrían superar hasta en 3 dBA los niveles sonoros calculados y durante un 7 % (condiciones de atmósfera estable, clases F y G de Pasquill-Gifford), es esperable que los niveles sonoros sean más de 3 dBA superiores a los calculados. La percepción de los receptores podría variar en estos casos, en función de la humedad de la atmósfera y la temperatura en que ocurran estas condiciones, pues podría variar la composición espectral en inmisión por esa causa.

Cuando ha resultado pertinente se ha calculado el espesor de una cortina vegetal para lograr el nivel sonoro objetivo en el receptor. Para ello se ha empleado los coeficientes de atenuación que presenta la norma ISO 9613 Parte 2.

7.1 Vivienda 6068

La información general del receptor en relación a las fuentes emisoras se indica a continuación.

Tabla 7.2. Información general considerada

Datos generales	
Fuentes incidentes	sólo maquinaria trabajando en la pila de estéril (las demás fuentes se consideran apantalladas por ésta)
Cota vivienda	168 m
Cota piso pila estériles	150 m
Talud pila estériles	5 H : 1 V

Tabla 7.3. Niveles sonoros esperables en vivienda 6068

Niveles sonoros esperables	
Nivel sonoro esperable al inicio de la explotación si la pila de estériles se comienza a construir en el extremo opuesto a la vivienda	49 dBA
Nivel sonoro esperable cuando se comienza a operar la pila de estériles en la zona próxima a la vivienda	54 dBA
Variación de niveles sonoros asociada con la variación de la altura de la pila de estériles	En el orden de 1 dB

Los niveles que se indican como esperables son los calculados para condiciones con una permanencia inferior al 20 %; durante el restante 58 % del tiempo con condiciones de atmósfera neutra o inestable, se espera que los niveles sean menores o a lo sumo iguales a los calculados.

7.2 Vivienda 2256

Tabla 7.4. Información general considerada

Datos generales	
Fuentes incidentes	Todas las correspondientes al sector. Las principales son la mina, el ROM Pad y la trituradora. A medida que el piso de la mina desciende, comienza a tener mayor peso relativo la pila de estériles.
Cota vivienda	184 m
Cota piso pila estériles	150 m
Talud pila estériles	5 H : 1 V
Cota boca de mina	142 m
Talud interior mina	3H : 1 V

Tabla 7.5. Niveles sonoros esperables en vivienda 2256

Nivel sonoro esperable al inicio de la explotación (altura pila de estériles 0 m, profundidad mina 0 m)	59 dBA
Incidencia de la modificación en la pila de estériles con el avance del proyecto	Reducción estimada de 1 dB

Los niveles que se indican como esperables son los calculados para condiciones con permanencia del orden del 15 %; durante el 63 % del tiempo con condiciones de atmósfera neutra o inestable, se espera que los niveles sean menores o a lo sumo iguales a los calculados.

Incidencia del avance de la mina: A medida que el piso de la mina baja, los niveles sonoros en el receptor descienden. Para un descenso de unos 12 m en el piso de la mina, el nivel sonoro esperable en el receptor es de 55 dBA. La importancia relativa de la mina se va diluyendo hasta que pasados los 26 m de profundidad las fuentes incidentes preponderantes pasan a ser las operaciones en el ROM Pad y el funcionamiento de la trituradora primaria.

Mitigación: Para que el nivel sonoro en el receptor se situara desde el comienzo en el entorno de los 55 dBA, se requeriría contar con una densa cortina de árboles de hoja perenne, de no menos de 55 m de espesor, para evitar la propagación directa desde Las Palmas a la vivienda.

7.3 Vivienda 10727

Tabla 7.6. Información general considerada

Datos generales	
Fuentes incidentes	Todas las correspondientes al sector. Las principales son la mina, el ROM Pad y la trituradora. A medida que el piso de la mina desciende, comienza a tener mayor peso relativo la pila de estériles.
Cota vivienda	180 m
Cota piso pila estériles	135 m
Talud pila estériles	5 H : 1 V
Cota boca de mina	168 m
Talud interior mina	3H : 1 V

Tabla 7.7. Niveles sonoros esperables en vivienda 10727

Niveles sonoros esperables	
Nivel sonoro esperable al inicio de la explotación (altura pila de estériles 0 m, profundidad mina 0 m)	57 dBA
Incidencia de la modificación en la pila de estériles con el avance del proyecto	Reducción estimada inferior a 1 dB

Los niveles que se indican como esperables son los calculados para condiciones con permanencia de entre 5 % y 10 %; durante el 68 % a 73 % del tiempo con condiciones de atmósfera neutra o inestable, se espera que los niveles sean menores o a lo sumo iguales a los calculados.

Incidencia del avance de la mina: A medida que el piso de la mina baja, los niveles sonoros en el receptor descienden. Para un descenso de unos 21 m en el piso de la mina, el nivel sonoro esperable en el receptor considerado es de 55 dBA.

Mitigación: Para que el nivel sonoro en el receptor se situara desde el comienzo en el entorno de los 55 dBA, se requeriría contar con una densa cortina de árboles de hoja perenne, de no menos de 40 m de espesor, para evitar la propagación directa desde Las Palmas a la vivienda.

8 Complejo Mina Sur

El Complejo Sur comprende cuatro minas y dos trituradoras primarias con sus respectivos ROM Pad y cintas transportadoras asociadas. Se propusieron 3 escenarios de cálculo y para cada uno de ellos se proporcionó el conjunto de máquinas que estaría trabajando en cada zona del complejo y el cálculo se abordó del mismo modo que en Las Palmas.

Entre ellos, resultó que las situaciones comprometidas aparecieron en los escenarios 1 y 3, dado que una vivienda (la 9634) presenta condiciones prácticamente idénticas en los escenarios 1 y 2.

La maquinaria a considerar en cada caso es la que se indica en las tablas 8.1 y 8.2.

Tabla 8.1 Distribución de maquinaria en el Complejo Mina Sur en el Escenario 1

Escenario 1	Estéril Maidana Oeste (A1)	Estéril Maidana Este (A2)	Mina Maidana (B)	Camino Maidana (C)	ROM Pad Maidana (D)	Estéril Uría Oeste (E1)	Estéril Uría Este (E2)	Mina Uría (F)	Camino Uría (G)
SKF 12 Drill	0	0	4	0	0	0	0	10	0
RH340 Shovel	0	0	1	0	0	0	0	3	0
793F Truck	1	1	3	4	2	2	2	5	6
D10T Track Dozer	0	1	1	0	0	1	0	1	0
994F	0	0	0	0	2	0	0	0	0
992H	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Tabla 8.2 Distribución de maquinaria en el Complejo Mina Sur en el Escenario 3

Escenario 3	Mina Uría (F)	Camino Uría (G)	ROM Pad Uría (K)	Camino Mulero (L)	Estéril Mulero (M)	Mina Mulero (N)
SKF 12 Drill	3	0	0	0	0	6
RH340 Shovel	1	0	0	0	0	2
793F Truck	2	4	0	5	2	4
D10T Track Dozer	1	0	0	0	1	1
994F	0	0	1	0	0	0
992H	0	0	1	0	0	0

Los receptores considerados fueron las viviendas habitadas situadas fuera del límite del recinto minero y a menos de ciertas distancias de cada una de las fuentes; las viviendas así preseleccionadas fueron las siguientes: 1896, 2202, 2870, 3580, 8422, 9634. Los receptores se situaron a 2 m de altura, en tanto la trituradora y ROM Pad se tomaron con altura 15 m. Para la pila de estériles se tomó una altura de 2 m sobre la superficie de la pila y para la mina, 3 m.

A continuación se detallan los resultados obtenidos para cada una de las viviendas para las que se advirtió la posible ocurrencia de niveles sonoros por encima de la normativa vigente, más allá de que en dos casos se está dentro del esperable margen de error del cálculo.

- Escenario 1: viviendas 8209 y 9634.
- Escenario 3: viviendas 1896 y 2870.

8.1 Vivienda 8209

Tabla 8.3. Información general considerada

Datos generales	
Fuentes incidentes	Escenario 1
Cota vivienda	218 m
Talud pilas de estériles	5 H : 1 V
Cota boca de mina Maidana	210 m
Cota boca de mina Uría	205 m
Talud interior minas	3H : 1 V

Tabla 8.4. Niveles sonoros esperables en vivienda 8209

Niveles sonoros esperables	
Nivel sonoro esperable al inicio de la explotación (altura pila de estériles 0 m, profundidad mina 0 m)	57 dBA
Incidencia de la modificación en la pila de estériles con el avance del proyecto	Reducción estimada de 1 dB

Los niveles que se indican como esperables son los calculados para condiciones con permanencia del 20 %; durante el 58 % del tiempo con condiciones de atmósfera neutra o inestable, se espera que los niveles sean menores o a lo sumo iguales a los calculados.

Incidencia del avance de la mina: La mina que tiene mayor incidencia en este receptor es Uría. A medida que el piso de la mina baja, los niveles sonoros en el receptor descienden rápidamente. Para un descenso de unos 6 m en el piso de la mina, el nivel sonoro esperable en el receptor considerado es de 55 dBA.

Mitigación: Para que el nivel sonoro en el receptor se situara desde el comienzo en el entorno de los 55 dBA, se requeriría contar con una densa cortina de árboles de hoja perenne, de no menos de 20 m de espesor, para evitar la propagación directa desde Uría a la vivienda.

8.2 Vivienda 9634

Tabla 8.5. Información general considerada

Datos generales	
Fuentes incidentes	Escenario 1
Cota vivienda	228 m
Talud pilas de estériles	5 H : 1 V
Cota boca de mina Maidana	165 m
Cota boca de mina Uría	225 m
Talud interior minas	3H : 1 V

Tabla 8.6. Niveles sonoros esperables en vivienda 9634

Niveles sonoros esperables	
Nivel sonoro esperable al inicio de la explotación (altura pila de estériles 0 m, profundidad mina 0 m)	56 dBA
Incidencia de la modificación en las pilas de estériles con el avance del proyecto	Despreciable

Los niveles que se indican como esperables son los calculados para condiciones con permanencia del 20 %; durante el 58 % del tiempo con condiciones de atmósfera neutra o inestable, se espera que los niveles sean menores o a lo sumo iguales a los calculados.

Incidencia del avance de la mina: La mina que tiene mayor incidencia en este receptor es Uría. A medida que el piso de la mina baja, los niveles sonoros en el receptor descienden rápidamente. Para un descenso de unos 6 m en el piso de la mina, el nivel sonoro esperable en el receptor considerado es de 55 dBA.

Mitigación: Para que el nivel sonoro en el receptor se situara desde el comienzo en el entorno de los 55 dBA, se requeriría contar con una densa cortina de árboles de hoja perenne, de no menos de 20 m de espesor, para evitar la propagación directa desde Uría a la vivienda.

8.3 Vivienda 1896

Tabla 8.7. Información general considerada

Datos generales	
Fuentes incidentes	Escenario 3
Cota vivienda	259 m
Talud pilas de estériles	5 H : 1 V
Cota boca de mina Mulero	200 m
Cota boca de mina Uría	216 m
Talud interior minas	3H : 1 V

Tabla 8.8. Niveles sonoros esperables en vivienda 1896

Niveles sonoros esperables	
Nivel sonoro esperable al inicio de la explotación (altura pila de estériles 0 m, profundidad mina 0 m)	65 dBA
Incidencia de la modificación en la pila de estériles con el avance del proyecto	Inferior a 1 dB

Los niveles que se indican como esperables son los calculados para condiciones con permanencia próxima al 40 %; durante el 38 % del tiempo con condiciones de atmósfera neutra o inestable, se espera que los niveles sean menores o a lo sumo iguales a los calculados.

Incidencia del avance de la mina: En este receptor las minas no son fuentes de gran incidencia. Mulero, si bien está muy próxima, se considera apantallada por su pila de estériles.

Mitigación: Para que el nivel sonoro en el receptor se situara desde el comienzo en el entorno de los 55 dBA, se requeriría contar con una densa cortina de árboles de hoja perenne, de no menos de 180 m de espesor, para evitar la propagación directa desde Mulero a la vivienda.

Si el espesor de la cortina fuera de 150 m, se espera un nivel de 56 dBA en el receptor. Si dicho espesor fuera de 100 m, el nivel esperable en el receptor sería de 59 dBA y si fuera de sólo 50 m el nivel que se espera no es inferior a 62 dBA.

8.4 Vivienda 2870

Tabla 8.9. Información general considerada

Datos generales	
Fuentes incidentes	Escenario 3
Cota vivienda	285 m
Talud pilas de estériles	5 H : 1 V
Cota boca de mina Mulero	289 m
Talud interior minas	3H : 1 V

Tabla 8.10. Niveles sonoros esperables en vivienda 2870

Niveles sonoros esperables	
Nivel sonoro esperable al inicio de la explotación (altura pila de estériles 0 m, profundidad mina 0 m)	64 dBA
Incidencia de la modificación en la pila de estériles con el avance del proyecto	Inferior a 1 dB

Los niveles que se indican como esperables son los calculados para condiciones con permanencia de un 30 %; durante el 48 % del tiempo con condiciones de atmósfera neutra o inestable, se espera que los niveles sean menores o a lo sumo iguales a los calculados.

Incidencia del avance de la mina: En este receptor las minas no son fuentes de gran incidencia. Mulero, si bien está muy próxima, se considera mayoritariamente apantallada por su pila de estériles.

Mitigación: Para que el nivel sonoro en el receptor se situara desde el comienzo en el entorno de los 55 dBA, se requeriría contar con una densa cortina de árboles de hoja perenne, de no menos de 180 m de espesor, para evitar la propagación directa desde Mulero a la vivienda.

Si el espesor de la cortina fuera de 150 m, se espera un nivel de 56 dBA en el receptor. Si dicho espesor fuera de 100 m, el nivel esperable en el receptor sería de 58 dBA y si fuera de sólo 50 m el nivel que se espera no es inferior a 61 dBA.

9 Planta de Beneficiamiento

Los equipos que se prevé instalar en la planta de beneficiamiento son los siguientes:

- 2 trituradoras de conos
- 5 zarandas
- 5 trituradoras de rodillos de alta presión (HPGR)
- 3 molinos de bolas

En este caso no fue posible obtener la composición espectral de las emisiones de trituradoras de conos ni de molinos de bolas, por lo que se asumió una forma de espectro y se ajustó su nivel a la información disponible acerca de niveles sonoros a cierta distancia expresados en escala A. Esto puede tener una incidencia significativa a los efectos de predecir niveles sonoros en el receptor de interés, que en este caso es únicamente la vivienda 2202.

Tabla 9.1. Información general considerada

Datos generales	
Fuentes incidentes	Equipos de la planta de beneficiamiento
Cota vivienda	210 m
Cota piso de planta beneficiamiento	210 m
Altura trituradoras de conos	6 m
Altura zarandas	7 m
Altura trituradoras HPGR	3 m
Altura molinos de bolas	12 m

Tabla 9.2. Niveles sonoros esperables en vivienda 2202

Nivel sonoro esperable en condiciones de proyecto actual	60 dBA
--	--------

No es ocioso recordar que éste es el caso en que se han hecho hipótesis más fuertes en relación a los espectros de emisión de los equipos.

Los niveles que se indican como esperables son los calculados para condiciones con permanencia del 10 %; durante el 68 % del tiempo con condiciones de atmósfera neutra o inestable, se espera que los niveles sean menores o a lo sumo iguales a los calculados.

Mitigación: Se han considerado dos opciones para lograr niveles sonoros no superiores a 55 dBA en el receptor.

Si es posible realizar un cerramiento en el local de la planta de beneficiamiento de modo que el flanco suroeste del recinto del molino de bolas no sea “visto” en forma directa por el receptor, la densidad superficial que se requeriría para el material de cierre es suficientemente baja como para que no sea necesario pensar en cerramientos más onerosos, ya que paneles de densidad superficial de 10 kg/m² ya satisfarían el apantallamiento necesario.

Si en cambio se plantea, como en los casos anteriores, lograr la atenuación con cortinas vegetales, para que el nivel sonoro en el receptor se situara desde el comienzo en el entorno de los 55 dBA se requeriría contar con una densa cortina de árboles de hoja perenne, de no menos de 80 m de espesor, para evitar la propagación directa desde la planta de beneficiamiento a la vivienda. Si el espesor de la cortina fuera de sólo 50 m el nivel que se espera no es inferior a 57 dBA.

10 Terminal Portuaria

10.1 Fase constructiva

En lo referente a obras en tierra, en ninguno de los grandes frentes de trabajo del proyecto, incluyendo las obras en tierra asociadas con la Terminal Portuaria, implican tareas que hagan prever la ocurrencia de niveles sonoros más comprometidos que los que se tiene usualmente en obras civiles, por lo que no ameritan mayores comentarios.

En el caso de las obras de agua en la Terminal Portuaria, la pasarela y estructura de atraque se fundarán sobre pilotes de acero, cuya hincada constituirá la tarea más comprometida desde el punto de vista de emisiones sonoras. Se trata de pilotes de 610 mm y de 914 mm de diámetro (24" y 36" respectivamente).

En la tabla que sigue se presentan algunos datos medidos en obras de pilotaje en agua con pilotera de impacto y vibratoria trabajando con 15 m de columna de agua, condición que se aproxima bastante a la que se tendrá en la obra, donde la columna de agua será de 17 m (la variación medida en profundidad es del orden de +4 dB cada +10 m de incremento en la columna de agua). Los niveles medidos con respuesta impulsiva están en teoría más de 10 dB por encima de los niveles SEL, aunque en la práctica la diferencia medida ha resultado usualmente menor.

Tabla 10.1 Niveles sonoros medidos en obras marítimas de hincada de pilotes de 610 mm con columna de agua de 15 m

Tipo de pilotera	Distancia a la fuente (m)	L_{imp} medido (respuesta temporal 35 ms)	Nivel sonoro equivalente medido en 1 s (SEL)	Nivel sonoro equivalente calculado en 1 s (SEL)
Diesel de impacto	10	189	NA	174
Diesel de impacto	20	186	175	171
Vibratorio	10	163	162	149

En las figuras 10.1 y 10.2 se muestran espectro, variación temporal de niveles sonoros y curva de energía acumulada medidos durante la hincada por impacto de pilotes de 610 mm. En las figuras 10.3 y 10.4 se presentan iguales resultados para la misma obra pero con hincada vibratoria. Puede verse que la hincada vibratoria genera no sólo niveles sonoros más bajos sino también más uniformes en cuanto a composición y a variación temporal.

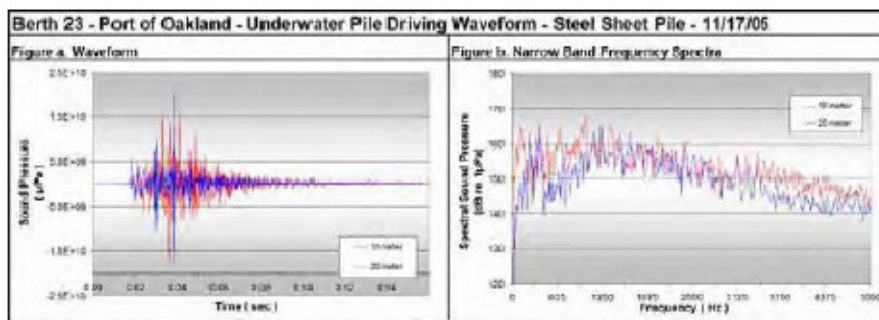


Figura 5.1. Hincada por percusión: a) evolución temporal; b) composición espectral

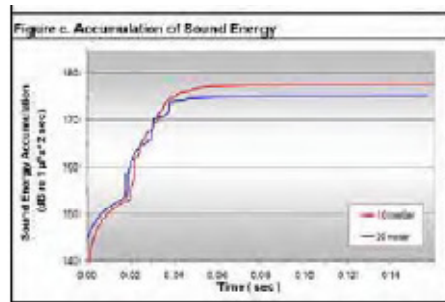


Figura 5.2. Hincia por percusión: energía acústica acumulada en 0,15 s

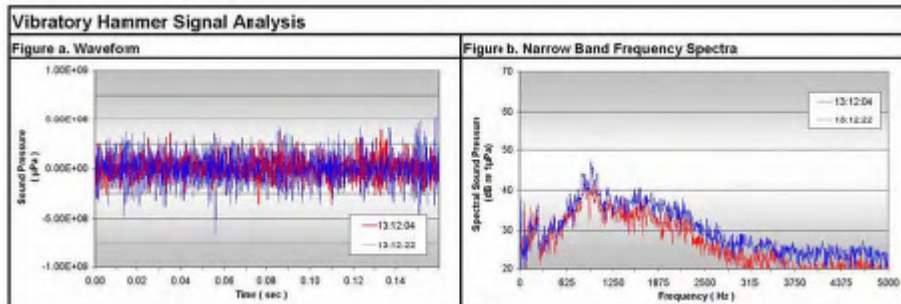


Figura 5.3. Hincia por vibración: a) evolución temporal; b) composición espectral

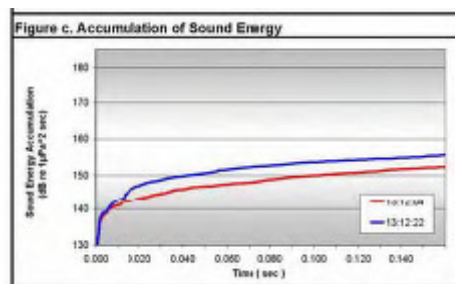


Figura 5.4. Hincia por vibración: energía acústica acumulada en 0,15 s

Aunque no hay consenso acerca de cuál es el nivel sonoro de referencia que no se debería sobrepasar en medio acuático para evitar efectos adversos sobre la biota, algunas agrupaciones ambientalistas³ toman como referencia el nivel de 180 dB, que es más conservador que el que

³ Fundación Cethus, IFAW-SAMWG, Instituto de Conservación de Ballenas (Argentina), Projeto Baleia Franca (Brasil), Centro de Conservación Cetácea (Chile), Organización para la Conservación de Cetáceos (Uruguay).

A continuación se transcribe un fragmento de un material de difusión emitido conjuntamente por las citadas organizaciones y titulado "Peces y Contaminación Acústica" (no figura año pero la bibliografía más nueva que maneja es de 1998).

□ Durante el Taller sobre los Efectos del Ruido Antropogénico en el Ambiente Marino realizado en 1998 por Oficina Naval de Investigación de los Estados Unidos, diversos científicos expresaron su preocupación por los posibles efectos de la **exposición crónica a ruidos marinos**, en la longevidad o capacidad reproductiva de los stocks de peces (Workshop on the Effects of Anthropogenic Noise in the Marine Environment, 1998)

□ Estudios revelan los **efectos dañinos** de la contaminación marina (incluso de ruidos moderados), en la **audición** de diversas especies de peces y agregan que mientras aumenta el ruido del fondo del mar, la audición de los peces disminuye (Myrberg, A.A. 1980. Fish bio-acoustics: its relevance to the "not so silent world". Environ. Biol. Fish. 5: 297-304).

manejan otras referencias como por ejemplo, la bibliografía de agencias oficiales estadounidenses. Aunque las respuestas difieren entre especies, entienden que a partir de ese nivel hay riesgos elevados de que ocurran impactos adversos sobre la biota acuática. A modo de síntesis de lo que expresan diferentes investigadores acerca de los posibles impactos de la contaminación acústica acuática sobre los cetáceos, se transcribe a continuación un fragmento de la revisión bibliográfica que presenta el Lic. César A. Mac-Quhae R. (Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Estación de Investigaciones Hidrobiológicas de Guayana, Puerto Ordaz – Venezuela) en su publicación “Efectos de la contaminación acústica sobre los cetáceos” (no se dispone de fecha de publicación pero maneja referencias de hasta el año 2005).

En las últimas cinco décadas, la investigación acústica ha enfocado un esfuerzo sustancial sobre el estudio de los cetáceos, por lo que se dispone hoy de suficientes datos científicos sobre su sistema sónico biológico (bio-sónico) y su dependencia de las señales acústicas como fuente de información y sistema de comunicación en el medio marino.

El ruido submarino producido por actividades humanas aumenta cada día e incluye el tráfico marítimo, la explotación y producción de gas y petróleo, el sonar industrial y militar, las fuentes sonoras de experimentación industrial, los explosivos submarinos, etc. De hecho, no existe ningún rincón del mundo que no esté afectado por la contaminación acústica.

Dentro del conjunto de los factores de riesgo que pesan sobre el hábitat marino, esta contaminación constituye una de las mayores amenazas a corto plazo y escala mundial para el equilibrio de los

□ Los intensos niveles de ruido (superiores a 180dB) **destruyen** las células ciliadas de la mácula (receptores mecánicos localizados en el oído interno), ocasionando la **pérdida de la audición**. (Enger, P.S. 1981. *Frequency discrimination in teleosts-central or peripheral?*, p.243-255. In W.N. Tavolga, A.N. Popper, and R.R. Fay, [ed.] *Hearing and Sound Communication in Fishes*. Springer Verlag, New York, NY.).

□ La exposición a **ruidos intensos** puede **alterar** el nivel de crecimiento, la acumulación de grasa e índices reproductivos de arenques. (Meier and Horseman, 1977)

□ La exposición de peces a intensidades de sonido superiores (entre 40-50dB) a los encontrados en su ambiente natural genera **severos problemas**, como la significativa disminución de la viabilidad de los huevos y la reducción de la tasa de crecimiento. (Banner y Hyatt, 1973).

□ La exposición de camarones a niveles de sonido superiores (entre 23-30dB) a los registrados en su ambiente natural ocasionó una **disminución** significativa en el crecimiento, tasa reproductiva e ingesta de alimento de los camarones; y un **aumento** en la tasa de mortalidad (Lagardere, J.P. 1982. *Effects of noise on growth and reproduction of Crangon crangon in rearing tanks*. *Mar. Biol.* 71:177-185).

□ Los estudios anteriores sugieren fuertemente que el aumento de los niveles de ruido producen **serios impactos** en los niveles de producción esperados por las empresas del sector acuícola. (Myrberg, A.A.(1990) *The effects of Man-Made Noise on the Behavior of Marine Animals*. *Environment International* 16: 575-586).

(.....)

□ En la Declaración Sobre **Impacto Ambiental de Sonares Activos de Baja Frecuencia**, la Marina de Estados Unidos (EE.UU) concluyó que el límite de seguridad para los peces es de 180 dB.

□ Sin embargo, existe muy poca información sobre los impactos producidos sobre los peces expuestos a intensidades de sonido menores (entre 149 dB y 180 dB), por lo que es necesario realizar más investigaciones para establecer **niveles ‘seguros’** de sonido subacuático en la gama de frecuencias audibles para las especies de **peces con esqueleto óseo** (teleósteos). Debido a la existencia de aproximadamente **20.000 especies** diferentes estos peces, cada uno con características auditivas únicas, el problema es enorme” (Hastings, 1995).

□ La **Declaración de la Marina de EE.UU.**, concuerda con lo anterior afirmando que “la investigación existente sobre las respuestas auditivas de los peces se limita a unas pocas especies...y no existen datos útiles para determinar cuál es el nivel de presión de sonido que causa lesiones temporales o permanentes”. (Environmental Impact Statement (EIS) on LFAS. Executive Summary. p23)

□ Adicionalmente, las observaciones sobre los impactos del sonido producido por los cetáceos sobre los peces (a través de la ecolocalización), sugiere que intensidades de **sonido inferiores a 180dB** podrían generar **impactos negativos** (Norris & Mohl, 1983).

□ Los niveles de ruido que provocan la retirada y causan problemas de audición en los peces son **similares** a los que causan conductas evasivas en las **ballenas** (cerca de 115-120dB). (Myrberg, 1990)

océanos. Dado que los cetáceos dependen del sonido en todos los aspectos de sus vidas, no cabe duda de que son especialmente vulnerables a las fuentes de ruido artificial (López et al, 2003).

Los cetáceos son altamente dependientes de su aparato auditivo para su supervivencia. Muchas especies utilizan sonidos para localizar presas, navegar y comunicarse, alcanzando distancias considerables en el caso de numerosas especies de grandes ballenas. Los cetólogos están cada vez más preocupados por la contaminación acústica de los océanos derivada del intenso tráfico marítimo, los muestreos sísmicos, la extracción del petróleo o los dispositivos de sónar, elementos que pueden estar teniendo importantes impactos negativos en muchas especies (López et al, 2003).

Estudios referentes a las respuestas de los cetáceos a la contaminación acústica incluyen la evitación a la fuente del ruido y la alteración del comportamiento (Gordon y Moscrop, 1996; Moore y Clarke, 2002; Williams et al, 2002). Algunos odontocetos ocasionalmente se acercan a embarcaciones y nadan paralelas a ellas, y cetáceos habituados al tráfico marino se aproximan a los barcos, aparentemente para socializar (Lusseau, 2003; National Research Council, 2003). El efecto del ruido en la fisiología y sicología de los mamíferos marinos es pobremente entendido (Richardson et al, 1995).

A la luz de recientes mortalidades en aguas españolas, parece claro que fuentes de ruido, a diferentes niveles de intensidad, pueden afectar de forma negativa a poblaciones de cetáceos. El impacto de estas fuentes puede variar de forma significativa, desde causar molestias y desplazamiento de poblaciones hasta lesiones de distinta gravedad en el sistema auditivo: de ligeras, y posiblemente reversibles, a graves, produciendo sorderas permanentes e incluso la muerte inmediata del animal (López et al, 2003).

La modernización y aumento del tráfico marítimo, junto con prácticas de exploración geológica, prospecciones petrolíferas y el empleo militar de sonares activos en España vuelven particularmente sensibles a las poblaciones de cetáceos existentes en aguas como las de Canarias, de donde se disponen de datos más recientes, y probablemente las del estrecho de Gibraltar y Baleares.

Sin embargo, no se debe de descartar este impacto en otras áreas hasta la fecha no estudiadas (López et al, 2003).

EFFECTOS DEL TRÁFICO MARINO SOBRE LOS CETÁCEOS

Una de las principales amenazas para los cetáceos está relacionada con el incremento exponencial del tráfico marítimo en las últimas décadas (López et al, 2003). Los ruidos de baja frecuencia producidos por grandes barcos y las altas frecuencias de pequeñas embarcaciones pueden tener grandes efectos sobre pequeños cetáceos (Richardson et al, 1995; Gordon y Moscrop, 1996).

Hasta la aparición de los motores de vapor, el mar era un medio ideal para la utilización de sonidos por parte de los cetáceos, tanto para comunicarse, orientarse y alimentarse. Pero además de la contaminación acústica, las embarcaciones constituyen hoy también una nueva amenaza para muchas especies de cetáceos.

El estudio de Zacharias y Gregr (2004), encontró que la vulnerabilidad de dos grupos de ballenas sometidas a cuatro tipos de estrés acuático, tráfico de transbordadores, tráfico de barcos comerciales, tráfico de embarcaciones pequeñas y potencial producción de petróleo lejos de la costa; fue relativamente similar, sin embargo las especies cercanas a la costa fueron más sensibles a actividades costera como la producción de hidrocarburos, tráfico de transbordadores y de pequeñas embarcaciones.

Hace 30 años se crea una nueva industria, el avistaje de ballenas; se trata de una búsqueda aparentemente inofensiva de cetáceos con fines turísticos. En la ausencia de códigos de conducta esta industria ha traído nuevos peligros para las ballenas, mientras que el avistamiento desde tierra es inofensivo, la gran cantidad de barcos moviéndose muy rápido y operando con mucho ruido pueden interrumpir comportamientos tales como alimentación y reproducción además de causar daños físicos (Piedra et al, 2003).

Tres de las regiones más importantes para los cetáceos en las costas españolas, las islas Canarias, la zona costera de Galicia y el Mar de Alborán, son puntos claves para el tráfico marítimo internacional. Más de un 20 % de este tráfico marítimo transita por estas aguas.

Además de estos buques mercantes hay que resaltar la proliferación de embarcaciones dedicadas al turismo de avistamiento de cetáceos y otras como motos acuáticas o embarcaciones ligeras que

causan molestias por persecución reiterada a los animales. Actualmente existe únicamente en las islas Canarias una legislación que evita el acercamiento inadecuado de estas embarcaciones a los cetáceos, que puede no solo ocasionar un riesgo de colisión, sino también un estrés que puede llegar a poner en peligro a esos animales (López et al, 2003).

EFFECTOS DE LOS SISMOS SOBRE LOS CETÁCEOS

Las mediciones sísmicas son usualmente conducidas utilizando pistolas de aire que generan principalmente sonidos de baja frecuencia como cortos pulsos en fracciones de segundo y repetidas cada 5 a 10 segundos. Aunque se disponen normalmente apuntando hacia abajo, significativa cantidad de energía de sonido es proyectada de los lados.

Niveles de origen superiores 200 dB han sido medidos (Gordon y Moscrop, 1996). Estudios de respuestas de mamíferos marinos a los sismos han documentado cambios de conducta a más de 10 km para ballenas azules (McDonald et al, 1995) y de 8 km para ballenas jorobadas (McCauley et al, 1998). Por esta razón muchos estudios sugieren un horario para las exploraciones sísmicas durante periodos donde las potenciales especies afectadas se encuentren ausentes (LGL Consulting, 2000; Environmental Australia, 2001; Moore y Clark, 2002).

EFFECTOS DE LOS SONARES SOBRE LOS CETÁCEOS

La reciente coincidencia en espacio y tiempo de maniobras militares y varamientos masivos de cetáceos, sobre todo de especies de hábito de inmersión profunda, ha producido alarmas sobre el impacto que esta tecnología puede causar sobre los mamíferos marinos. Aunque los sistemas sonares actuales no son los únicos o mayores causantes de problemas acústicos, si son un claro exponente de lo dañino que puede ser el ruido antropogénico en su forma más aguda y letal (López et al, 2003).

EFFECTOS DEL LFAS SOBRE LOS CETÁCEOS

El LFAS o SURTASS LFAS es el termino con el que se conoce a un sistema de sónar de gran precisión cuyas siglas significan Surveillance Towed Array Sonar System (Sistema de Sonar de Vigilancia por Medio de Barrido Reticular) Low Frequency Active Sonar (Sónar Activo de Baja Frecuencia). Se basa en la utilización de ondas de sonido de alta intensidad (superior a 200 dB) y baja frecuencia (entre 450 y 700 Hz) que pueden viajar mayores distancias bajo el agua y detectar objetivos a cientos de kilómetros de distancia. Se emiten decenas de ondas en periodos de pocos segundos (cerca de 250 en 4-5 segundos) que golpean sobre los objetos y rebotan hasta un receptor que las interpreta, también pueden utilizarse sonidos durante un minuto o más a intervalos de 10 a 15 minutos. Este emisor se encuentra suspendido desde el barco a unos 50 metros de profundidad (Guevara, 2004).

El LFAS ha sido recientemente implementado por la marina norteamericana, este sistema además de emitir sonidos de alta intensidad a través de 18 elementos emisores, utiliza bajas frecuencias para aumentar considerablemente su radio de acción. El potencial impacto sobre grandes cetáceos, quienes utilizan frecuencias similares, es motivo de gran preocupación a la que se añade la de su uso proyectado en todos los océanos (López et al, 2003).

El objetivo de este sistema de sónar en los navíos militares es el de poder localizar con total precisión a los submarinos (tanto nucleares como diesel), incluidos los más silenciosos o incluso submarinos parados. La OTAN, y especialmente la Armada estadounidense, tiene como objetivo implantar este sistema en sus embarcaciones para poder cubrir el 75 % - 80 % de los océanos del Planeta (Guevara, tocar efectos sobre los cetáceos hasta a 100 kilómetros de distancia. La resonancia de estos sónares provoca la vibración de todas las cavidades del cuerpo, la tráquea, mandíbulas, senos craneales y órganos internos, con mayores repercusiones sobre aquellos que contienen aires.

Pueden provocar hemorragias en los pulmones y los oídos incluso destruirlos (Guevara, 2004).

En 1997, la MMPA, Comisión del Congreso Estadounidense sobre Mamíferos Marinos presentó un informe en el que reconocía el impacto del LFAS sobre los cetáceos, indicando que éste podía producir efectos como muerte por hemorragia en los pulmones y traumas en otros tejidos, pérdida parcial o total de la audición dificultando la comunicación, estrés y otras alteraciones psicológicas, haciendo a los individuos más vulnerables a patologías como virus, bacterias y parásitos, cambios en las rutas migratoria evitando las zonas habituales de alimentación y reproducción, además de otras alteraciones del comportamiento; si estos efectos son de carácter severo o continuo se podrían provocar fallos reproductivos y de supervivencia, disminuyendo las poblaciones y colocando en peligro la perpetuación de la especie.

Entre 1996 - 1998 la armada estadounidense probó su LFAS sobre ballenas de Hawai, las evidencias demostraron que los cetáceos modificaban sus migraciones y movimientos desapareciendo de la zona y, en el caso de las yubartas, paraban sus cantos. En estos experimentos con 140 decibelios era suficiente para provocar que las ballenas abandonaran la zona, aunque algunos investigadores consideran que más de 120 dB ya es suficiente para ser perjudicial para la salud de estos animales. Según los propios estudios de la armada los LFAS pueden generar ondas de sonido de 140 dB capaces de superar las 300 millas (Guevara, 2004).

Un estudio de impacto ambiental realizado por la armada estadounidense, generado por denuncias de numerosos colectivos sociales que mostraban sus preocupaciones por las maniobras militares, demostró que los zifios podían verse afectados por estas operaciones. En 2001, un año después de la mortandad de Bahamas, oficiales de la Armada estadounidense anunciaron que, basándose en las necropsias y otras evidencias de los animales varados, era "altamente probable" que fueran debidas a transmisiones de sónar de la armada (Guevara, 2004).

Aunque la definición del tipo de hinca no siempre admite técnicamente las dos posibilidades, de ser posible escoger entre ambas se recomienda la hinca por vibración, evitando la hinca por percusión. Este método de hinca, como puede verse en la tabla 10.1, se asocia con menores niveles sonoros incluso en lo referente a niveles medidos con respuesta impulsiva.

De no ser posible la elección, se recomienda una consulta a especialistas en biota acuática para ajustar, dentro de lo posible, el número de horas diarias de trabajo para minimizar impactos adversos (dado que en general no es posible realizar las obras sólo durante ciertos períodos del año definidos en función de los ciclos vitales de las diferentes especies). Esta medida –propuesta por quien informa, que no es especialista en biología marina ni en bioacústica- se funda en que las respuestas de diferentes especies pueden ser diferentes y a la necesidad de emplear el principio de precaución, en el entendido de que en ciertos períodos vitales los límites de tolerancia de las especies configuran un intervalo más estrecho y el estrés ocasionado por un factor ambiental puede incrementar la vulnerabilidad ante otros factores. Además, salvo que los especialistas correspondientes lo desestimen, quien informa considera que no puede dejarse de lado el hecho de que en las mismas mediciones en que los niveles de SEL arrojan valores menores, los niveles sonoros medidos con respuesta temporal impulsiva han sido, en el caso presentado en la Tabla 10.1, de 186 dB y 189 dB para la hinca por percusión.

10.2 Fase operativa: operaciones terrestres

Las operaciones emisoras ocurrirán en su totalidad en locales cerrados. Adicionalmente, las instalaciones están circundadas por cortinas vegetales de espesores importantes: 200 m hacia el norte y oeste, 275 m hacia el sur, y más de 1 km hacia el mar. Por lo tanto, no se considera que puedan ocurrir impactos adversos relacionados con las emisiones sonoras de la planta.

10.3 Fase operativa: operaciones marinas

Aquí los impactos provienen, como es esperable, del tránsito marítimo: se espera un flujo de buques de aproximadamente un arribo cada 3-4 días, y cada buque requiere la concurrencia de 4 remolcadores para las operaciones de ingreso, atraque y partida. Se requiere además realizar dragado de mantenimiento del canal de acceso a la zona de aguas quietas.

Esto generará niveles de presión sonora en el medio acuático que pueden estar por encima de los 180 dB y en consecuencia, podrían generar algún tipo de consecuencia adversa en la biota acuática. Al respecto, en nota al pie se transcriben fragmentos de la tesis de Barragán Casanova titulada “Estudio del Impacto Ambiental del tráfico marítimo Barcelona – Baleares”⁴.

⁴ *La contaminación sonora submarina se ha convertido en una amenaza para el equilibrio marino porque afecta a especies, como los grandes cetáceos, cuya vida depende de la información acústica que perciben e intercambian con los miembros de su comunidad. El sentido del oído de los cetáceos actúa a través de los canales auditivos como filtros de frecuencias, y cuando se solapan los ruidos por la contaminación acústica pierden sensibilidad de los sonidos que les permiten vivir.*

En el pasado año 2007 se elaboró el primer mapa acústico submarino de la costa catalana realizado por el laboratorio de aplicaciones bioacústicas de la universidad politécnica de Cataluña (UPC), la asociación SONDSEMAR y la obra social de La Caixa. Se prevé que para enero del 2009 esté terminado el primer mapa acústico de las costas atlánticas de la península Ibérica.

En este mapa se observa cómo el ruido submarino en zonas próximas a los puertos de Barcelona y Tarragona supera el umbral de tolerancia de algunos cetáceos. En los dos principales puertos catalanes se llega a los 190 decibelios de ruido, que son un umbral de dolor para muchas especies de cetáceos.

Aunque en esta memoria se centra en los buques mercantes, se cree conveniente comentar que en las áreas cercanas a los puertos deportivos han llegado a captar en verano una contaminación sonora de 160-170 decibelios bajo el mar.

La contaminación acústica afecta por igual a todos los mares y océanos. En el mediterráneo sus efectos son peores debido a que se trata de un mar cerrado por lo que las ondas de sonido padecen más dificultades para dispersarse debido a que chocan con las costas que las devuelven como si fueran un espejo.

El sonido es la forma de energía que mejor se propaga en el agua y proviene de cualquier ruido que sea generado en un buque (sala de máquinas, hélices, sonar...). Cada ser vivo, en especial los cetáceos, posee un canal auditivo característico. Es decir, es más o menos sensible a ciertas frecuencias sonoras. Además en función del tipo de barco el sonido generado es diferente, lo que dificulta la tarea de los expertos de estimar los efectos de una fuente sonora contaminante. Lo que sí está claro, es que los mayores focos contaminantes son los buques de pasaje y carga, debido a que sus salas de máquinas son más ruidosas.

Los entendidos en esta materia actualmente no cuentan con niveles de referencia que permitan prever las consecuencias negativas de estas interacciones a corto, medio o largo plazo sobre el equilibrio natural de los océanos. Pero sí que han podido observar que ciertas especies de cetáceos del mediterráneo han sufrido cambios en su comportamiento, en concreto en su instinto de caza; lo que deriva en grandes desequilibrios en la cadena trófica.

Al impacto que generan los sonares convencionales con los que van equipados todos los buques mercantes, hay que sumarles los producidos por los sonares de alta intensidad de uso militar. Estos últimos todavía no se han presenciado en aguas mediterráneas; pero sí en aguas cercanas a Canarias donde han provocado la muerte masiva de Sifios (ballenas picudas).

(...)

En el caso de la contaminación acústica los científicos han buscado un organismo suficientemente representativo, es decir cuyo equilibrio y desarrollo pueda influir sobre el equilibrio y desarrollo del resto de la cadena trófica y utilizarlo como bioindicador frente a la fuente contaminante. Los cetáceos, por su relación de dependencia vital y casi exclusiva con la información acústica, es el mejor bioindicador de los efectos de la contaminación por el ruido submarino. Para ello estudian los efectos de las fuentes del sonido en comportamientos extraños del cetáceo como huida y otros cambios de comportamiento e incluso la muerte del cetáceo.

La perturbación sonora no es un contaminante nuevo porque lleva hostigando el mar desde hace mucho tiempo, pero sus efectos empiezan a ser estudiados y conocidos ahora. Respecto al tráfico marítimo que circula en esta ruta, se ha registrado un notable aumento en los últimos años. Los barcos que más han influido al desarrollo del transporte marítimo han sido los transbordadores (buques “canguro”, fast ferries y ferries).

Del análisis de las flotas de buques de las respectivas compañías (fast ferries y ferries convencionales) que cubren este servicio en línea regular se advierte que son buques bastante nuevos (con una antigüedad inferior a diez años), mayormente equipados con motores ecológicos.

Los buques de crucero desde hace un tiempo hasta ahora también han aumentado su prestación en estas aguas de forma notable. Los operadores de esta actividad que transitan de manera frecuente son buques con una media de edad de unos veinte años. El tercer servicio de transporte más frecuentado entre Barcelona-Baleares es el realizado por los cargueros (Lo-lo, Ro-ro y portacontenedores), de estos se destaca que son los más antiguos con gran diferencia.

El hecho de que los buques de crucero y carga general sean tan obsoletos, los convierte en los principales culpables de la generación de ruidos y vibraciones que perturba la fauna marina, además de desprender un porcentaje más elevado de emisiones dañinas para la atmósfera. No queriendo decir que los fast ferries y los ferries convencionales no colaboren en esta degeneración, sino que lo hacen en menor medida. Los que más combustible consumen son los fast ferries. Todos los buques de pasajeros y gran número de los de carga coinciden en que realizan una clasificación de las basuras generadas.

Sin embargo, es importante no perder de vista que el tipo de buques que llegará a la Terminal de Aratiri opera mayoritariamente en puertos con más de un puesto de atraque y con diversidad de operaciones simultáneas emisoras de ruido en las instalaciones.

En el caso de que el dragado de mantenimiento del canal de acceso no sea permanente, puede ser de interés intentar analizar algunos escenarios operativos, relacionarlos con los ciclos vitales de cetáceos y quelonios y de las especies que se alimentan, y con posibles variaciones ambientales como temperatura del agua y presencia de otros agentes potencialmente estresantes para estas especies, para proponer, conjuntamente con el equipo de especialistas en biota marina, pautas concretas de gestión que puedan ser de aplicación en la Terminal Portuaria.

Asimismo todos los ferries y fast ferries reconocen emplear agentes refrigerantes ecológicos, alumbrado de bajo consumo, cierres ecológicos y pinturas ecológicas libres de estaño.

En el ámbito de la investigación y el desarrollo tecnológico se extrae la lectura de que el mayor número de proyectos tecnológicos e investigaciones se centran en disminuir y/o erradicar los contaminantes regulados jurídicamente. Por lo que la contaminación acústica y las aguas de lastre no son objeto de estudio prioritario y los avances mínimos o inexistentes. Concretamente en el área de las perturbaciones sonoras todos los progresos que se han efectuado son en materia militar y en los buques de pasaje para garantizar el confort y el descanso.

11 Síntesis final y propuestas de gestión

A modo de síntesis, se realizan las siguientes puntualizaciones:

- En el Complejo Minero se ha adoptado un nivel objetivo de 55 dBA tratado como nivel sonoro continuo equivalente horario, pese a que estrictamente los valores de aplicación actuales son de 65 dBA y solamente en el Departamento de Durazno.
- Este nivel es en sí mismo una modificación muy relevante en el entorno, dado que en la actualidad los niveles sonoros ambientales en la zona del complejo se sitúan, de acuerdo con los estudios de línea de base, por debajo de 30 dBA tanto en horario diurno como nocturno. En consecuencia, el incremento que resulta del nivel objetivo adoptado es de por lo menos 25 dBA.
- Una modificación de ese porte puede convertirse en un agente estresante para la biota de la zona, ya sea animales silvestres o de granja⁵, y generar o ahuyentamiento -en el caso de animales silvestres- o modificaciones de algún tipo en sus comportamientos en respuesta a esta presión y como forma de adaptación a la nueva condición ambiental.
- En las instalaciones terrestres de la Terminal Portuaria no aparecen aspectos a resaltar en lo que hace al estudio realizado.
- En las instalaciones marítimas aparecen modificaciones importantes en los niveles sonoros en el medio acuático tanto en la fase constructiva como operativa.
- De ser posible optar, la hinca por vibración es menos impactante desde el punto de vista acústico que la hinca por percusión.
- De existir grados de libertad para manejar, es deseable analizar la posibilidad de diseñar algún esquema operativo que permita evitar generar las condiciones más exigentes en materia de niveles sonoros acuáticos en forma coincidente con los períodos más críticos de los ciclos biológicos de las especies de mayor interés.
- Dado que la redacción de las Ordenanzas en los 4 Departamentos que involucra el proyecto se refieren a niveles máximos, ya sea que los designen como de intensidad o de presión sonora, es recomendable la instalación de sonómetros fijos y comenzar a efectuar registros tan temprano como sea posible, ya que para demostrar que se cumple con las exigencias normativas no existe otra forma más objetiva y menos discutible.

⁵ Aunque no se identificaron valores recomendados, hay consenso acerca del estrés que causa el incremento de niveles sonoros tanto en especies de animales silvestres (por ejemplo, actualmente hay investigaciones en curso en la Facultad de Ciencias de la UdelaR acerca de las modificaciones que el incremento de los niveles sonoros ambientales puede traer en la comunicación y luego en el apareamiento de las ranas, que modifican su emisión hacia frecuencias más elevadas) como domésticas (véase, por ejemplo, "Etología y comportamiento del bovino", de Elía, Argentina, 2010; "Etología", Petryna y Bavera, Argentina, 2002; "La relación entre el temperamento del animal y su reacción a estímulos súbitos e intermitentes", Lanier, T. Grandin, R. D. Green, D. Avery y K. McGee, 2000).