

**Nº PROYECTO: 068801**

---

**CLIENTE: Puertos del Estado**

**PERSONA DE CONTACTO: Julio de la Cueva**

**TÍTULO: INFORME FINAL**

**FECHA: 01/03/2018**

---

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Objeto</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Tarea 1: Tareas preparatorias</b> .....	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Tarea 2: Mediciones de los focos emisores: inventario de medidas</b> .....	<b>6</b>
3.1	Descripción de la metodología de evaluación del beneficio acústico .....	6
3.2	Planificación de mediciones de ruido de barcos en el Puerto de Bilbao .....	8
3.3	Test de verificación del procedimiento de caracterización de barcos.....	11
3.4	Resultados de las medidas .....	12
3.4.1	RO-RO.....	13
3.4.2	Portacontenedores .....	14
3.4.3	Cruceros .....	15
<b>4.</b>	<b>Tarea 3: Base de datos de la potencia sonora de las flotas medidas</b> .....	<b>17</b>
4.1	Ro-Ro .....	17
4.2	Portacontenedores .....	22
4.3	Cruceros .....	27
<b>5.</b>	<b>Tarea 4: Medición en punto de recepción</b> .....	<b>35</b>
5.1	Selección del Punto de Medida .....	35
5.2	Parámetros acústicos evaluados.....	37
5.3	Resultados de los Registros Continuos.....	37
<b>6.</b>	<b>Tarea 5 Formulación del modelo simplificado de estimación de la reducción del impacto sonoro al utilizar OPS</b> .....	<b>40</b>
6.1	Formulación del modelo simplificado .....	40
6.2	Descripción de la Herramienta de estimación del ruido de buques en atraque y el beneficio de cold ironing.....	42
6.3	Comprobación del funcionamiento de la Herramienta .....	46
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>49</b>
	<b>Anexo I Fichas de Mediciones</b> .....	<b>51</b>
	<b>Anexo II Certificados de Calibración</b> .....	<b>78</b>

# 1 Objeto

El objetivo del presente documento es documentar el trabajo realizado, respondiendo al objetivo del proyecto de evaluar el beneficio acústico del sistema Cold Ironing en puertos, de forma que pueda ser integrado en la argumentación realizada desde Puertos del Estado en la promoción de esta tecnología en el marco del proyecto “OPS Master Plan for Spanish Ports”.

## 2 Tarea 1: Tareas preparatorias

Se ha realizado una búsqueda de documentación en diversas fuentes, fundamentalmente centrada en el conocimiento de los focos del barco con emisión acústica en atraque, en la definición de la metodología para realizar las mediciones y, en la medida de lo posible, en el análisis de los beneficios acústicos del sistema de Cold Ironing.

En esta tarea se han revisado las ponencias presentadas en Congresos de Acústica Ambiental en los últimos años, además de otras fuentes de información. Se resume a continuación los contenidos de interés para este proyecto de cada una de las fuentes consultadas:

- SILENV Project (EU 7FP): el objetivo del proyecto es obtener resultados que avalen una propuesta de un label de ruido y vibraciones para buques, a ser considerada como aproximación pre normativa de valores objetivos, y elaborar unas guías para alcanzar los objetivos propuestos. En este proyecto se analizan los niveles generados, tanto en atraque, y en el propio barco, como en su entorno durante las operaciones de navegación. Se han consultado las siguientes fuentes de información referidas al proyecto:
  - En el Congreso acústico AIA-DAGA celebrado el año 2013 en Merano se presentó la comunicación: “The EU research effort towards the control of noise emissions from ships: the SILENV Project (7FP)”. Se presenta el proyecto en el que se analizan los niveles generados tanto en el propio barco, como en su entorno durante las operaciones de navegación, además de en atraque. El proyecto plantea procedimientos de caracterización del ruido emitido por los barcos atracados, con un grado de detalle que excede el objeto de este proyecto, puesto que su finalidad es el control de las emisiones de los barcos.
  - Este mismo proyecto se presentó en 2014 en el congreso TRA (Transport Research Arena), celebrado en Paris. Cabe mencionar que, en la recopilación de datos de ruido emitido por barcos, se caracterizan los barcos por su tipología, dando también relevancia al año de construcción de los mismos. Respecto a la metodología de medición del ruido generado por el barco en atraque, aunque se valora la utilización de la ISO 2922 mencionada en la Directiva EU 2006/87/EC, se toma como referencia la norma ISO 3746, proponiéndose una aplicación exhaustiva de la misma, mediante un grid de puntos de medida que cubre un paralelepípedo ubicado a una distancia de 10 m de los bordes externos del barco. Analizadas diferentes alturas en las que posicionar los puntos de medida respecto al suelo, se concluye que se deben evitar las

posiciones cercanas al suelo (1,5 m) puesto que en ellas el ruido generado por los barcos puede estar apantallado.

- Estudio del Puerto de Venecia:
  - o Presentación realizada por el investigador Antonio Di Bella, de la Universidad de Padova en Venecia en 2008: “Caracterización in situ y mapa acústico de barcos en navegación y en atraque en el Puerto de Venecia. Se presentan análisis realizados en el marco de un proyecto financiado por el programa INTERREG en los años 2000-2006. Se menciona la escasez de datos de potencia sonora de barcos y se realizan mediciones en barcos fluviales, transbordadores (ro-ro) y dos tipologías de cruceros diferenciados por sus dimensiones. El procedimiento de medida se define siguiendo una norma italiana y se aplica también la ISO 9613 para la valoración de la propagación del sonido, dado que los puntos de medición (mediciones de corta duración atendidas y registros continuos de larga duración) están ubicados a grandes distancias en el entorno del puerto. Analizados los resultados de las mediciones se establecen espectros de potencia acústica de las 4 tipologías de barcos consideradas y el nivel global de emisión de los transbordadores es del orden de 95 dBA y de los cruceros de menor tamaño de 90 dBA, y de 120 dBA los cruceros grandes. La presentación muestra cómo se pueden utilizar este tipo de datos para la elaboración de Mapas de Ruido del puerto. En este estudio no se diferencia la contribución de los diferentes focos de ruido presentes en los barcos atracados.
  - o Este mismo investigador, Antonio Di Bella de la Universidad de Padova, presentó en el International Congress of Sound and Vibration, ICSV 21, en 2014 en Beijing, la comunicación: “Evaluation methods of external airborne noise emissions of moored cruise ships: An overview”. En esta comunicación hace especial hincapié en la necesidad de diferenciar los efectos acústicos de la actividad de carga y descarga, respecto a las emisiones de los barcos. Analizada la tendencia histórica de incremento de la capacidad de los barcos construidos a partir de los 90, se menciona la importancia de considerar la altura de los focos de ruido, ubicados en las chimeneas de los barcos. En este sentido, la comunicación menciona la localización de los focos de ruido más relevantes, de forma diferenciada: salida del motor auxiliar en lo alto de la chimenea y salidas de ventilación localizadas habitualmente en el casco. Finalmente, respecto a la metodología de medida para caracterizar la potencia de los focos, aunque menciona la norma ISO 2922, con medidas a 25 m del lateral del barco, plantea un procedimiento de ingeniería inversa con puntos de referencia, puntos de verificación y puntos receptores. En este procedimiento se combina el análisis de registro de niveles y la aplicación de las fórmulas de la ISO 9613 para realizar el cálculo de propagación del sonido. En cualquier caso, la comunicación identifica como objeto de investigaciones futuras la definición del procedimiento más eficaz para la medida y evaluación de ruido de barcos.
  - o Por último, el equipo de la Universidad de Padova ya mencionado, presentó en el Congreso ICA 2013 en Montreal una comunicación: “Predictions of noise of moored ships”, en la que expone la aplicación del procedimiento de medida descrito en otras comunicaciones a la caracterización de los focos de un barco crucero de grandes dimensiones (90.000 Tn) atracado en el Puerto de Venecia. El análisis de las mediciones de ruido realizadas en 15 puntos a diferentes distancias del barco concluye en la obtención de la potencia acústica del conjunto del

barco (espectro en 1/3 de octavas), sin diferenciar las contribuciones de los focos concretos del barco.

- También se ha consultado un informe realizado en 2010 por la Agencia de Protección Medioambiental del Ministerio Danés de Medioambiente, elaborado por ODS: “Noise from ships in ports. Possibilities for noise reduction”. En este informe se enumeran los focos de ruido asociados a los barcos, agrupados en: salidas de motores, salidas y entradas de ventilación, y focos secundarios, entre los que se mencionan los contenedores refrigerados. En cuanto a los motores se listan las potencias acústicas asociadas a algunos de los tipos de motores de marcas comerciales: MAN B&W y Wartsila. La potencia acústica de los diferentes tipos de motores analizados tiene una diferencia máxima de 7 dB, siendo solo 1 dB entre los diferentes modelos de MAN B&W, y de 3 dB entre los de Wartsila. En cuanto a los sistemas de ventilación se nombran los valores de ambos tipos de ventilación: los de la sala de máquina y los de otros espacios del barco. Al tener mayor volumen de flujo, la ventilación de la sala de máquina puede tener una potencia algo mayor, aunque están en el mismo orden. Por último, se ofrecen datos de potencia de contenedores refrigerados, que de forma individual no son significativos respecto a los focos anteriores, pero que, en función de su cantidad, pudiera llegar a contribuir a la emisión global del barco. Según los datos del informe, el foco principal de emisión acústica del barco es el motor (no se especifica si es el principal o el auxiliar), en otro orden de magnitud la ventilación (pudiendo haber en un barco varias salidas de emisión similar) y, por último, con otro salto en el orden de magnitud, los motores refrigerados.
- En el Congreso Internoise 2010 celebrado en Lisboa, Rob Witte de DGMR presentó la comunicación: “Noise from moored Ships”. En esta comunicación presenta resultados de medidas realizadas en el puerto de Rotterdam de potencia acústica de barcos atracados, incluyendo 7 barcos contenedores y 9 ro-ro, entre otros. Cabe destacar que los datos obtenidos presentan una variabilidad muy grande y que al analizar la relación entre capacidad de los barcos y potencia acústica no se encuentra una relación significativa entre ambas variables. Esta comunicación presenta el estudio de la influencia de la implementación del sistema de Cold Ironing. Se concluye que el beneficio acústico obtenido por este sistema puede estar comprometido, en el caso de los portacontenedores, por la presencia de contenedores refrigerados, además de por la ventilación. Este beneficio se cuantifica entre 2 y 8 dB. Mientras que en el caso de los barcos ro-ro, la ventilación de la bodega puede llegar incluso a eliminar este beneficio. Cabe mencionar que este estudio concluye que el beneficio del Cold Ironing puede ser más relevante en los barcos de carga general o en los barcos de granel.
- Por último, se ha consultado la publicación del 2008 en la revista Baltic Transport Journal: “Cold ironing can reduce pollution and noise at the Port”. En este artículo se presenta la experiencia en el puerto de Goteburgo, donde se implementó en el año 2000 el suministro de energía a barcos ro-ro, con la colaboración de la empresa Stora Enso, de los propietarios de barcos Coblefret y Wagenborg Shipping, junto con ABB como suministradores de energía eléctrica. Se presenta la estimación de reducción de emisiones de contaminantes asociados a la implementación de esta tecnología y se defiende, de forma general, el beneficio en términos de reducción de ruido.

Cabe destacar también que acaba de empezar un proyecto europeo, NEPTUNS, con participación de 12 puertos europeos, entre los que está el Puerto de Valencia. El

objetivo del proyecto es: 'Mitigate the noise from seagoing vessels at berth'. Los responsables de este proyecto han impulsado la realización de una sesión dedicada a esta temática en el Congreso Internacional de acústica de 2018 y se ha enviado una propuesta de comunicación desde Tecnalía para presentar los resultados de este estudio.

El análisis de esta documentación ha servido para establecer un marco de referencia al proyecto, tanto en cuanto a los focos de ruido existentes en los barcos a caracterizar, como a tener una visión inicial del potencial efecto de la puesta en marcha del sistema de Cold Ironing. Por lo tanto, también ha sido una base para la definición del procedimiento de caracterización del ruido emitido por los focos de ruido de los barcos medidos.

## **3.Tarea 2: Mediciones de los focos emisores: inventario de medidas**

Tecnalía ha realizado una campaña de mediciones acústicas en el Puerto de Bilbao con el objetivo inicial de caracterizar, de forma diferenciada, la potencia acústica emitida por los motores auxiliares instalados en buques en atraque de las tres flotas siguientes:

- Ro-Ro/ferris
- Portacontenedores
- Cruceros

### **3.1 Descripción de la metodología de evaluación del beneficio acústico**

Analizada la documentación técnica, se ha definido una metodología de medida adaptada a la realidad de los muelles del Puerto de Bilbao en los que atracan el tipo de buques de interés.

Las mediciones se han realizado aplicando la norma ISO 3746 (Determinación de emisión sonora de fuentes puntuales).

- En el caso de la emisión al exterior de los motores, ubicada en lo alto de las chimeneas del barco, la superficie de medida considerada es una esfera centrada en la boca de la chimenea, que se considera foco puntual y omnidireccional.
- En el caso de la emisión al exterior de los focos ubicados en una superficie (ventiladores y contenedores refrigerados), la superficie de medida considerada es una semiesfera centrada en el centro de la superficie, que se considera foco puntual.

De acuerdo al criterio expuesto en la norma NTACOU080, Emisión acústica de plantas industriales, dado que los focos medidos tienen una simetría rotacional en el eje horizontal o vertical, solo se ha utilizado una posición de micrófono.

Los puntos de medida se han seleccionado en cada caso, procurando ubicarlos cerca del foco de ruido a caracterizar para evitar efecto de ruido de fondo, pero evitando a su vez entrar en el campo sonoro próximo, que incrementaría la incertidumbre en el cálculo de la potencia acústica. Dado el alcance de este trabajo y las metodologías de medida

consultadas, se opta por una distancia de medida del orden de 40 metros respecto al barco, que permita aplicar ingeniería inversa para calcular la potencia del barco en su conjunto (considerado como un foco de ruido puntual).

El micrófono se ha ubicado en general a una distancia superior de 2 m de altura del suelo y siempre evitando que la estructura del barco apantalle el sonido, y separado por lo menos 3,5 m de cualquier pared reflectante.

Se ha registrado en todas las medidas la distancia del buque respecto a la posición de medida y la altura de los focos y la posición de medida. El tiempo de medida ha sido de una duración mínima de 15 minutos.

La instrumentación de medición y análisis de ruido está integrada dentro de un plan de mantenimiento y calibración de TECNALIA.

Al aplicar la metodología de medida se ha tenido especial control respecto a los siguientes aspectos:

- Condiciones de propagación:  
Para simplificar al máximo la aplicación del método de ingeniería inversa, se han seleccionado ubicaciones de puntos de medida que presentan un camino de propagación directo, reduciendo los factores que influyen en la reducción de los niveles de ruido.
- Condiciones meteorológicas:  
Se han medido las condiciones durante la medida, especialmente la intensidad y velocidad de viento para justificar el cumplimiento de los requisitos fijados en la legislación para considerar válidos los resultados de la medición de ruido.
- Ruido de Fondo, como ruido no procedente del barco analizado:  
Para que el ruido de fondo no imposibilite extraer conclusiones de la medida, el entorno de medida debe tener unos niveles inferiores a los emitidos por los focos a caracterizar. Por lo tanto, al planificar la campaña de medidas se han seleccionado aquellas ubicaciones y momentos del día que permiten evitar el efecto del potencial ruido ocasionado por la actividad que se desarrolla en el entorno. Por ello, en la medida que la presencia de barcos en muelle lo ha permitido, las mediciones se han realizado en periodo nocturno.

Durante las medidas se controlan las condiciones del entorno para garantizar que se pueda asignar los niveles registrados a un único barco atracado en muelle.

Dado el objeto del proyecto, cabe reflexionar cuáles son los focos de ruido que se pretende caracterizar:

- En primer lugar, aquellos focos que estarán atenuados o eliminados al utilizar el barco energía suministrada en atraque: los motores auxiliares.
- En segundo lugar, también se ha procurado caracterizar otros focos adicionales que se mantendrán en funcionamiento, como son los sistemas de ventilación y los sistemas de refrigeración de contenedores.

Cabe hacer una mención especial, respecto a la metodología de medición, a la caracterización de los barcos Ro-Ro. La bibliografía consultada, refrendada en este

estudio, indica que en estos barcos los sistemas de ventilación tienen una potencia acústica muy elevada, lo que puede llegar a enmascarar el ruido generado por los motores auxiliares. Además, en el Puerto de Bilbao estos barcos solo atracan en muelle en horario diurno, por lo que los niveles registrados desde muelle hubieran podido estar afectados por focos no asociados con el barco analizado, ruido de fondo.

Por todo lo anterior, las mediciones de barcos Ro-Ro se han realizado accediendo al barco y en posiciones de medida muy cercanas a los focos analizados. Además, gracias a la colaboración de la capitanía del barco, se ha podido caracterizar la emisión de los motores auxiliares, con el sistema de ventilación parado. Así, la contribución de la ventilación y del motor al ruido global generado por el barco en atraque ha quedado perfectamente diferenciada.

El procesado de los resultados de las medidas ha permitido calcular, a partir de las mediciones de  $L_{Aeq,T}$  realizadas, la potencia acústica  $L_{WA}$ , en espectro de bandas de tercio de octava y nivel global, que emiten al exterior los focos de ruido vinculados a los sistemas instalados en los buques medidos.

Asimismo, se ha analizado la composición espectral y temporal del ruido emitido para determinar si pudieran existir componentes tonales, impulsivas o de baja frecuencia, puesto que la presencia de estas componentes deriva en un incremento de la molestia en su recepción y en posibles penalizaciones a los niveles de ruido.

En cualquier caso, las medidas han permitido calcular la emisión del barco en su conjunto y se ha procurado obtener información de las condiciones en que están funcionando los motores y los sistemas auxiliares de ventilación u otros durante el tiempo de medida.

De esta forma, analizando la información recogida al aplicar esta metodología de medida y tratamiento de los resultados, se aporta información respecto al potencial efecto de los sistemas de Cold Ironing en reducción de ruido en entornos portuarios.

## 3.2 Planificación de mediciones de ruido de barcos en el Puerto de Bilbao

### Colaboración de la Autoridad Portuaria de Bilbao

Se ha contactado con la Autoridad Portuaria de Bilbao para solicitar su colaboración en el proyecto. La APB de Bilbao ha colaborado con este trabajo en los siguientes aspectos:

- Acceso a puntos de medida en el entorno de los muelles en los que atracan el tipo de barcos a analizar.
- Información de la planificación de la estancia en muelle de estos barcos y la previsión de trabajos de carga/descarga, con antelación para poder planificar las mediciones.
- Contacto con los consignatarios de las navieras de aquellos barcos que se han medido para que faciliten información de sus características y de las condiciones en que están funcionando los motores y los sistemas auxiliares durante el tiempo de medida.

En este sentido, se ha contactado con todas las empresas consignatarias, obteniendo especial colaboración de Berge que facilitó el acceso a los barcos Ro-Ro, y de los capitanes de los barcos Baie de Seine y Pelican.

Se ha informado a la Autoridad Portuaria de Bilbao, y al resto de empresas a las que se ha solicitado información que los datos obtenidos se tratarán de forma agregada o como ejemplos de la emisión acústica de barcos atracados en muelle, atendiendo a su tipología.

### Planificación de la campaña de mediciones

- Ro-Ro  
En el Puerto de Bilbao hay dos tipos de barcos Ro-Ro: ferry de pasajeros y de carga general, ambos gestionados por Berge. En ninguno de los dos tipos de tráfico, los barcos están a la noche en muelle. Además, atracan durante un corto periodo de tiempo realizando operaciones de carga y descarga. Como se ha comentado en el apartado de metodología, dada la emisión acústica que en este tipo de barcos tienen los sistemas de ventilación, se ha decidido realizar las mediciones de forma independiente de cada foco de ruido, accediendo al barco para medir el nivel de ruido generado a corta distancia.
- Portacontenedores  
Se trata de la terminal gestionada por la empresa Noatum en Bilbao. Se valoran diferentes puntos de medida en función de la configuración de los barcos atracados en el muelle, dado que tiene hasta 4 potenciales puntos de atraque. Dada la actividad presente en el entorno, es necesario realizar las medidas en periodo noche, sin actividad en muelle.
- Cruceros:  
Se analizan las alternativas de puntos de medida. Durante el proyecto sólo hay una oportunidad de medir un crucero durante la noche. Se valoran las condiciones de ruido de fondo durante la visita (del orden de 55 dBA), lo que indica que se ha podido medir de día, dado el tamaño de los barcos a medir y que la potencia de los motores auxiliares también es importante.

### Ubicación de la campaña de mediciones

En la figura siguiente se puede observar las tres localizaciones diferentes, identificadas en el Puerto de Bilbao, para la realización de la campaña de mediciones acústicas.

- Ro-Ro. Muelle A3.
- Portacontenedores: Muelle A-1. Terminal de Contenedores.
- Cruceros: Terminal de cruceros. Muelles 1, 2 3 de Getxo.



Esquema de las localizaciones de los puntos de medida en el Puerto de Bilbao

## Inventario de barcos medidos

### Barcos RORO

Nombre	IMO	Operador	Capacidad (gt)	Año	Potencia motor auxiliar	Condiciones de funcionamiento en atraque
BAIE DE SEINE	9212163	Berge	22.382	2.003	4.200	900
MN PELICAN	9170999	Berge	12.076	1.998	2 x 980 kW	400

El primero de estos barcos es un ferry de pasajeros, mientras que el segundo es un barco de carga general, tipo Ro-Ro.

### Barcos Portacontenedores

Nombre	IMO	Operador	Capacidad (gt)	Capacidad (TEU)	Refeer containers (TEU)	Año	Pot motor (KW)	Motor	Pot motor auxiliar (KW)	Cond func. En atraque
HERCULES J	9430193	Pérez y Cía	10.585	1.036	---	2.009	9.000	MAK 9M43		
MAX CARRIER	9236597	Pérez y Cía	14.241	1.129	153	2.002	10.010	B&W 7S50MC		
CMA CGM GOYA	9365972	MacAndrews	7.702	798	150	2.008	8.400	Wartsila 8M43C	2 x 750	1 x 750
VEGA PHILIPP	9353735	MacAndrews	8.971	917	200	2.007	7.999	MAK 8M43	2 x 469	1 x 469

## Cruceros

Nombre	IMO	Operador	Capacidad (gt)	Año	Potencia motor (KW)	Motor	Potencia motor auxiliar (KW)
NAUTICA	9200938	Incargos	30.277	2.000	13.500	4 x Wärtsilä 12V32LNE	
BOUDICCA	7218395	Pérez y Cía	28.372	1.973	14.000	4 x MAN 7L32/40 diesel	2.200
SEVEN SEAS EXPLORER	9703150	Incargos	55.254	2.016			
INDEPENDENCE OF THE SEAS	9349681	Berge	154.407	2.008	75.600	6 x Wärtsilä 12V46 diesel	
NAVIGATOR OF THE SEAS	9227508	Berge	139.570	2.002			

### 3.3 Test de verificación del procedimiento de caracterización de barcos

Antes de presentar los resultados de las mediciones realizadas y de su tratamiento para obtener los niveles de potencia acústica de los focos de ruido caracterizados, se presenta en este apartado el resultado de un test de repetibilidad del procedimiento de caracterización de barcos utilizado, y justificado en el apartado 3.2.

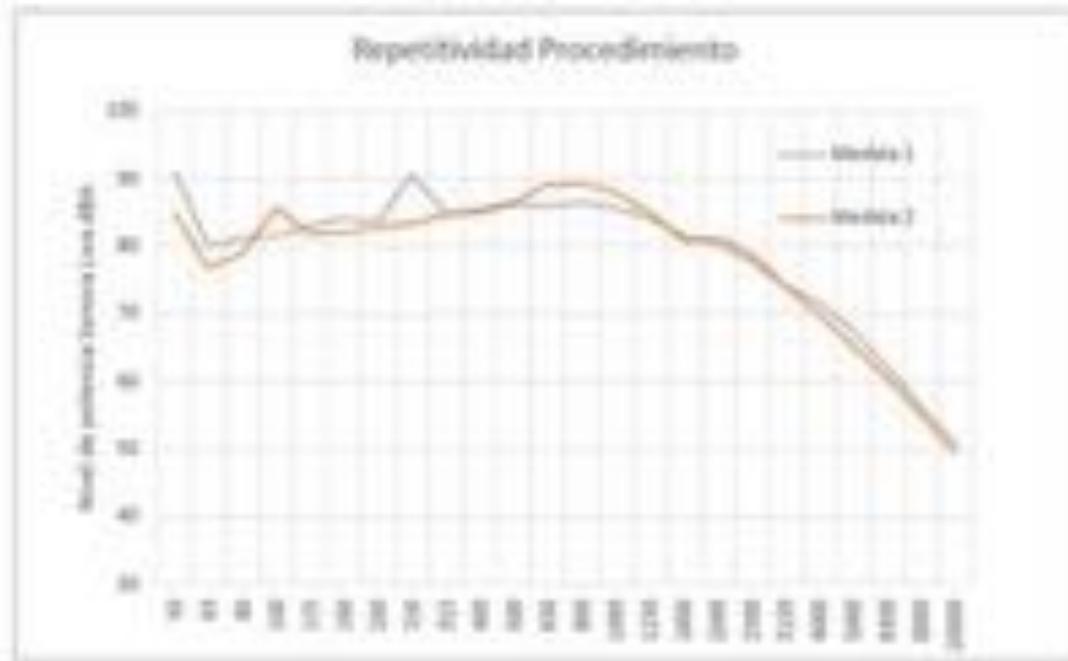
Durante la campaña de medidas se caracterizó en días independientes la emisión de un mismo barco portacontenedores atracado en el mismo muelle de Noatum, aunque en ubicación diferente. Este doble ejercicio permite analizar la consistencia del procedimiento de caracterización establecido, tanto para realizar la medición, como en el cálculo de la emisión del foco de ruido.

Se trata del barco Max Carrier, que estuvo atracado en el muelle las noches del 4 y del 20 de Octubre.



La diferencia en los niveles globales de emisión del motor auxiliar calculados a partir de las medidas realizadas ambos días es inferior a 1 dB.

IMO	Día de medida	Potencia acústica (dBA)
9236597	4/10/2017	97,9
9236597	20/10/2017	97,4



Gráfica de los espectros de potencia sonora en dBA ( Portacontenedores). LWA

Documento confidencial de uso restringido.

### 3.4 Resultados de las medidas

En los siguientes apartados se detallan las principales conclusiones de las medidas realizadas.

En el Anexo 1 se incluye información detallada de las mediciones, en formato fichas de cada una de las medidas realizadas. En ellas se detalla de forma independiente las características de la embarcación, condiciones de medida, croquis, espectro sonoro, niveles de potencia sonora y componentes tonales/baja frecuencia asociados de cada foco emisor acústico evaluado de cada una de las embarcaciones.

### 3.4.1 RO-RO

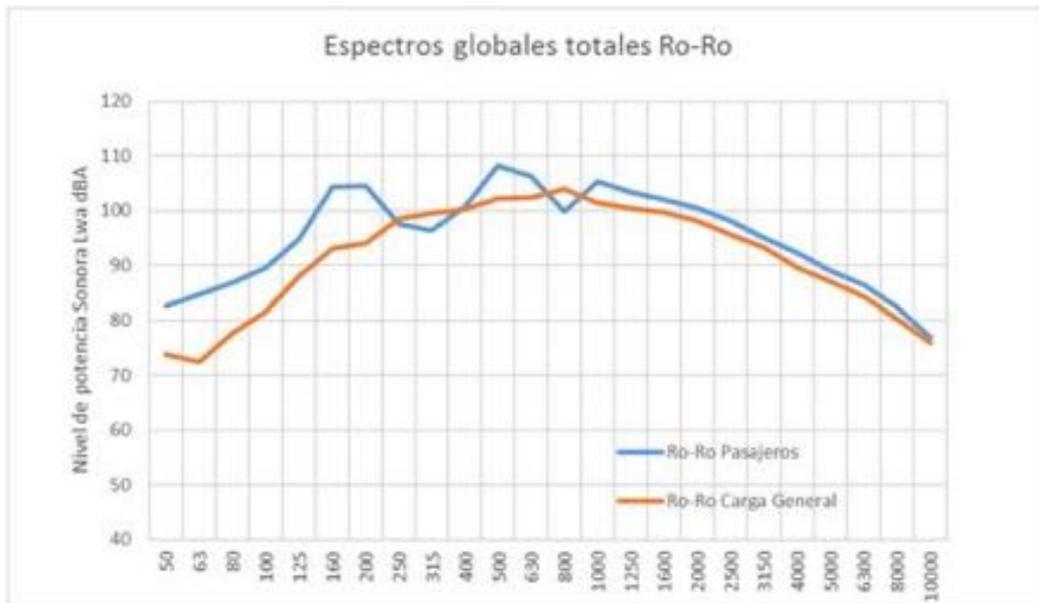
En este tipo de barcos se han identificado y caracterizado, además de los motores auxiliares, la salida del sistema de ventilación. Los resultados obtenidos de potencia acústica de los focos medidos en Ro-Ro son los siguientes:

Tipo de carga	IMO	Año	Capacidad (gt)	Potencia motor auxiliar (KW)	Cond funcionamiento en atraque (KW)	Motor Auxiliar		Foco adicional: ventilación	
						Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)	Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)
Pasajeros	9212163	2003	22.382	4.200	900	93,8	6/3	113,2	6
General	9170999	1999	12.076	2 x 980kW	400	97,6	3/3	106,7	6

Cabe comentar que se han detectado componentes tonales y/o de baja frecuencia en todos los focos caracterizados.



A continuación, se muestra el resultado del espectro total (incluyendo todos los focos acústicos medidos) en tercios de octava de cada uno de los diferentes barcos Ro-Ro medidos:



Gráfica de los espectros de potencia sonora en dBA ( Ro-Ro). LWA

### 3.4.2 Portacontenedores

En este tipo de barcos se han identificado y caracterizado, además de los motores auxiliares, el sistema de refrigeración de contenedores cargados en el barco. Los resultados obtenidos de potencia acústica de los focos medidos son los siguientes:

Ref	IMO	Año	Capacidad (gt)	Capacidad (TEU)	Cont Refrig (TEU)	Pot motor auxiliar (KW)	Cond. de función. en atraque	Motor Auxiliar		Foco adicional: contenedor refrigerado	
								Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)	Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)
1	9236597	2002	14.241	1.129	153			97,40	3/6	-	-
2	9365972	2008	7.702	798	150	2 x 750	1 x 750	95,11	0/3	-	-
3	9353735	2007	8.971	917	200	2 x 469	1 x 469	95,00	3/3	-	-
4	9430193	2009	10.585	1.036	---			90,20	0/3	92,3	3

Cabe comentar que en estas medidas el análisis de componentes tonales y/o de baja frecuencia varía en cada medición.

A continuación, se muestra el resultado del espectro total (incluyendo todos los focos acústicos medidos) en tercios de octava de cada uno de los diferentes barcos portacontenedores medidos:



Gráfica de los espectros de potencia sonora en dBA ( Portacontenedores). LwA

### 3.4.3 Cruceros

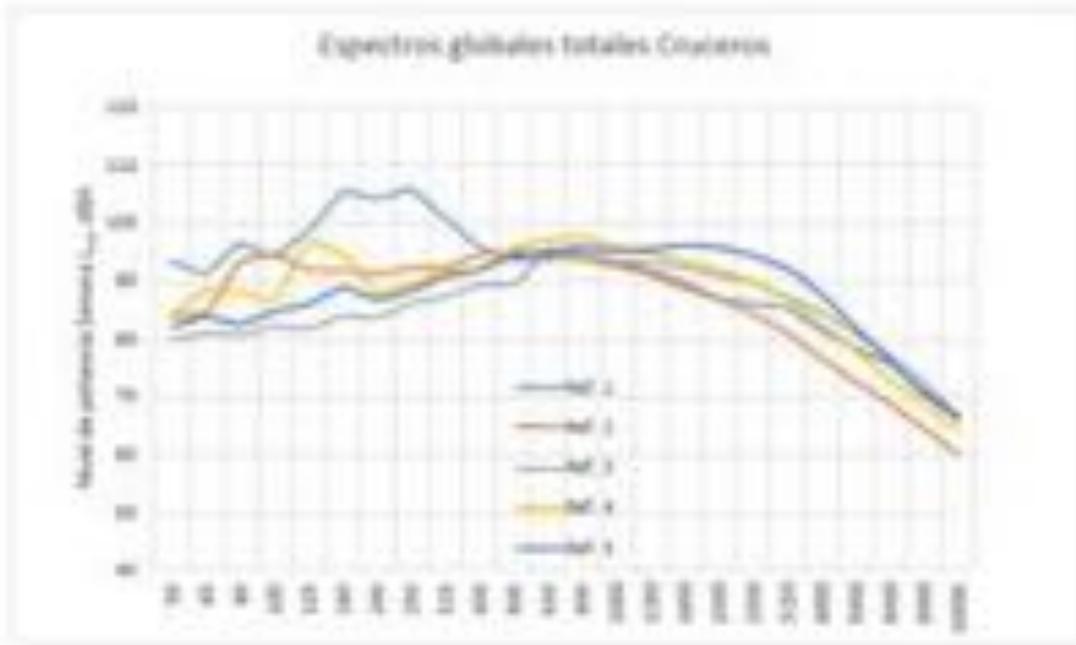
En este tipo de barcos se han identificado y caracterizado, además de los motores auxiliares, la salida del sistema de ventilación. Los resultados obtenidos de potencia acústica de los focos medidos son los siguientes:

Ref	IMO	Año	Capacidad (gt)	Potencia motor auxiliar (KW)	Motor Auxiliar		Foco adicional: ventilación	
					Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)	Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)
1	7218395	1.973	28372	2200	111,10	3/6	103,2	9
2	9200938	2.000	30.277		104,20	0/6	94,7	6
3	9703150	2.016	55.254		101,60	3/6	97,5	9
4	9227508	2.002	139.570		105,30	3/6	98,7	9
5	9349681	2.008	154.407		104,50	3/6	96,2	6

Cabe comentar que en estas medidas el análisis de componentes tonales y/o de baja frecuencia varía en cada medición.



A continuación, se muestra el resultado del espectro total (incluyendo todos los focos acústicos medidos) en tercios de octava de cada uno de los diferentes cruceros medidos:



Gráfica de los espectros de potencia sonora en dBA ( Cruceros). LwA

## 4. Tarea 3: Base de datos de la potencia sonora de las flotas medidas

A partir del análisis de los resultados de las mediciones realizadas dentro del alcance de este proyecto se define una agrupación acústica de las diferentes tipologías de embarcaciones estudiadas en función de su potencia acústica, atendiendo a las características de los barcos. Como se observa, se propone utilizar la tipología de buque, la capacidad del barco y el año de fabricación como elementos clave.

Una vez realizada esta clasificación acústica se evalúa el beneficio acústico al aplicar Cold Ironing, estableciendo las diferencias al utilizar la nueva tecnología en cada una de las embarcaciones. Para ello, se supone que los motores auxiliares dejan de emitir acústicamente y en cada tipo de embarcación la emisión del barco será la asociada al resto de focos sonoros identificados.

En los apartados siguientes se presenta las categorías de barcos propuestas, incluyendo una ficha descriptiva de cada una de ellas.

### 4.1 Ro-Ro

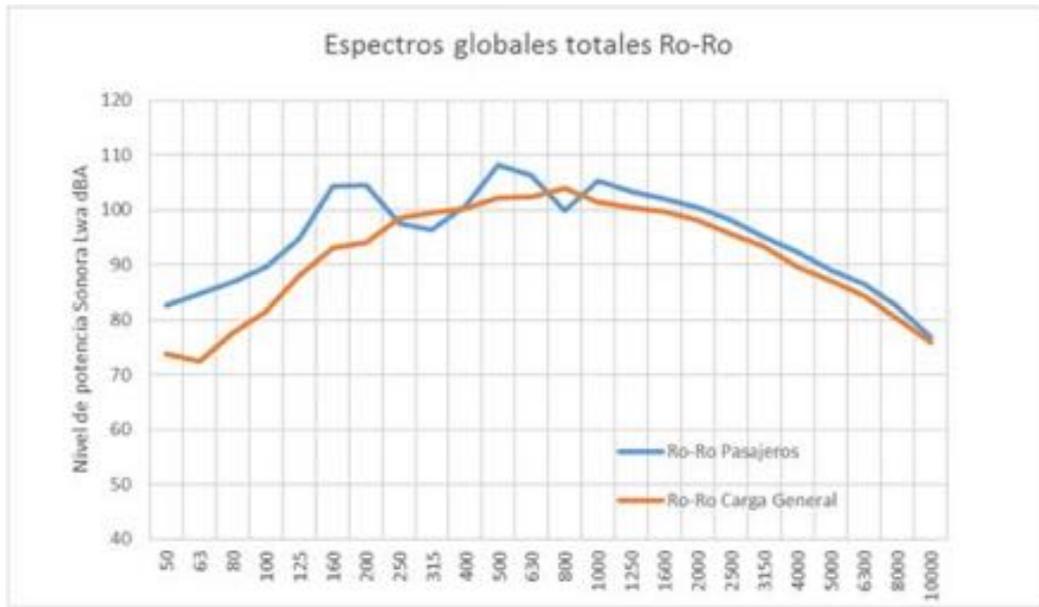
Como se ha indicado anteriormente, los resultados obtenidos de potencia acústica de los focos medidos son los siguientes:

Tipo de carga	IMO	Año	Capacidad (gt)	Potencia motor auxiliar (KW)	Cond funcionamiento (KW)	Motor Auxiliar		Foco adicional: ventilación	
						Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)	Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)
Pasajeros	9212163	2.003	22.382	4.200	900	93,8	6/3	113,2	6
General	9170999	1.999	12,076	2 x 980kW	400	97,6	3/3	106,7	6

Dado que la diferencia de niveles de potencia acústica medidos en este proyecto es relevante, se propone diferenciar dos categorías por el tipo de carga. A continuación, se muestra la propuesta de Base de datos Ro-Ro, y los espectros asociados a cada configuración de Ferry/Ro-Ro.

	Niveles Potencia Sonora LwA dBA	Potencia Motor Auxiliar	Porte del buque GT	Tipo de Sonido Generado	Componentes tonales	Componentes Baja Frecuencia	Componentes Impulsivas	Corrección Total
Ferry/Ro-Ro Pasajeros	115	900 kW	22.382	Continuo	6	0	0	6
Ferry/ RO-RO Carga General	111	400 kW	12.076	Continuo	6	0	0	0

Tabla Resumen Base de datos ( Ro-Ro). LwA

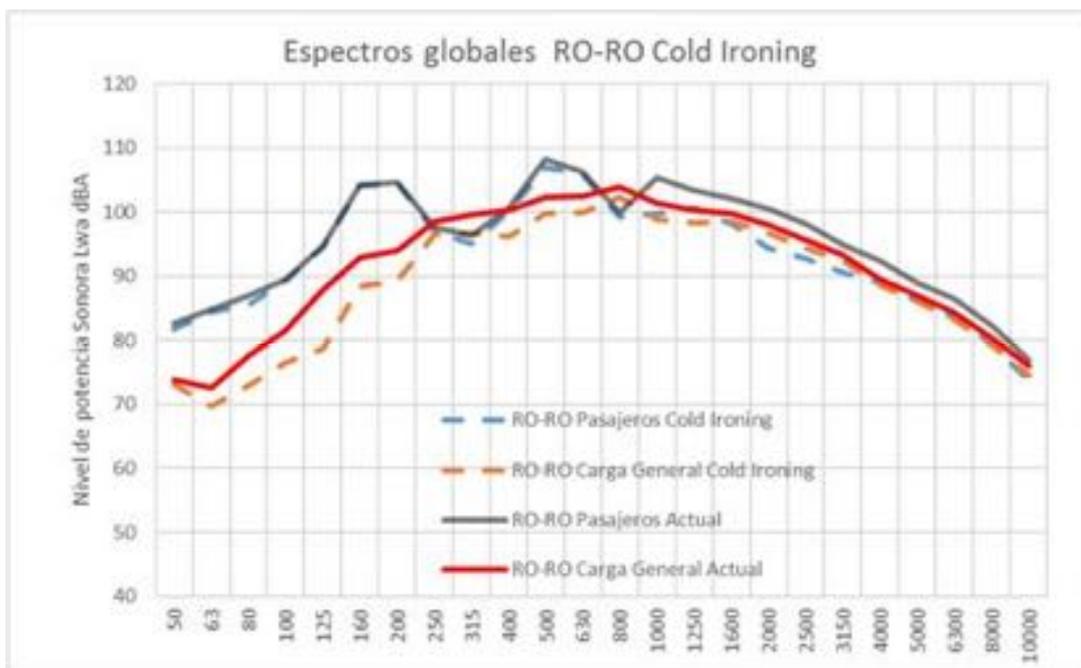


Gráfica de los espectros de potencia sonora en dBA ( Ro-Ro). LWA

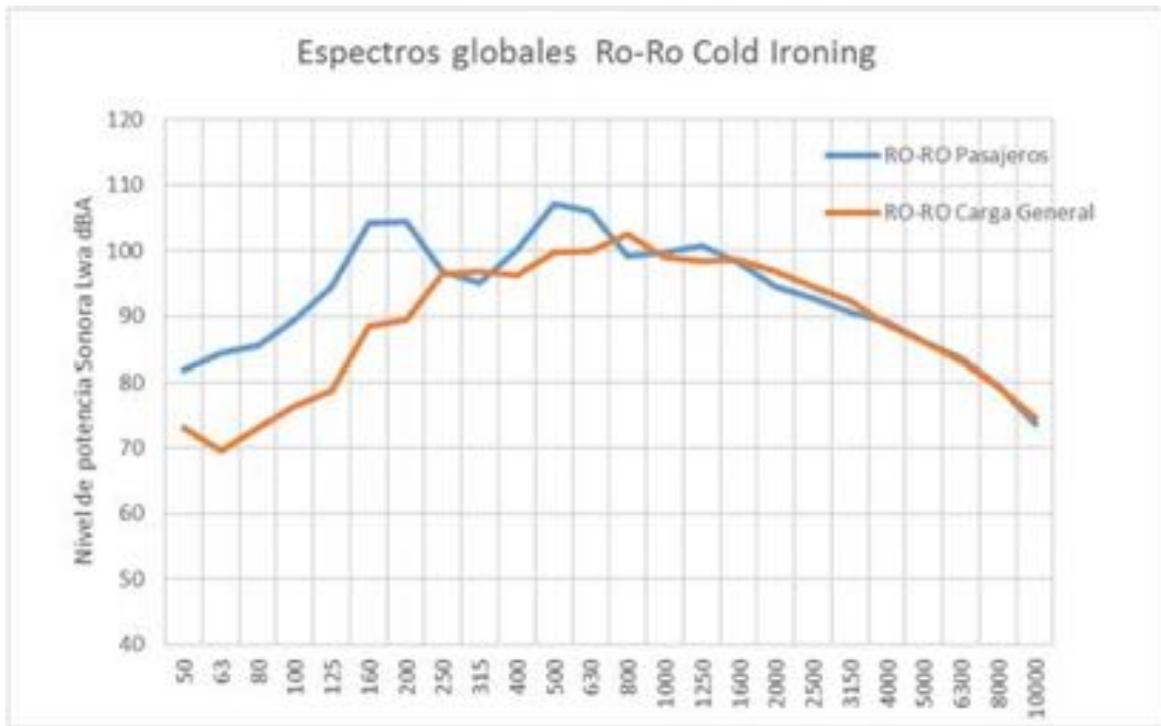
Efecto acústico de la introducción del Cold Ironing:

En las mediciones acústicas realizadas se identifican dos focos de ruido diferenciados, la ventilación asociada al barco y el ruido del motor auxiliar con su ventilación asociada. Se parte del supuesto de que al aplicar OPS se eliminan las emisiones de los motores auxiliares y su ventilación, pero se mantiene la ventilación asociada a la climatización de las bodegas y otros espacios del barco.

A continuación, se muestran los niveles de potencia sonora del conjunto del barco para cada categoría definida en ambos escenarios, actual y la estimación con el sistema Cold Ironing, y la diferencia en niveles globales y entre sus espectros.



Gráfica de los espectros de potencia sonora en dBA (Ro-Ro con/sin sistema Cold Ironing). LWA



Gráfica de los espectros de potencia sonora en dBA ( Ro-Ro con sistema Cold Ironing). LWA

Como resumen, los beneficios acústicos del Cold Ironing, en diferencia de niveles globales de cada tipología de barco son los siguientes.

	Niveles Potencia Sonora LWA dBA		
	Situación Actual	OPS-Cold Ironing	Diferencia dBA
<b>Ro-Ro Pasajeros</b>	115	113	2,0
<b>Ro-Ro Carga General</b>	111	109	2,3

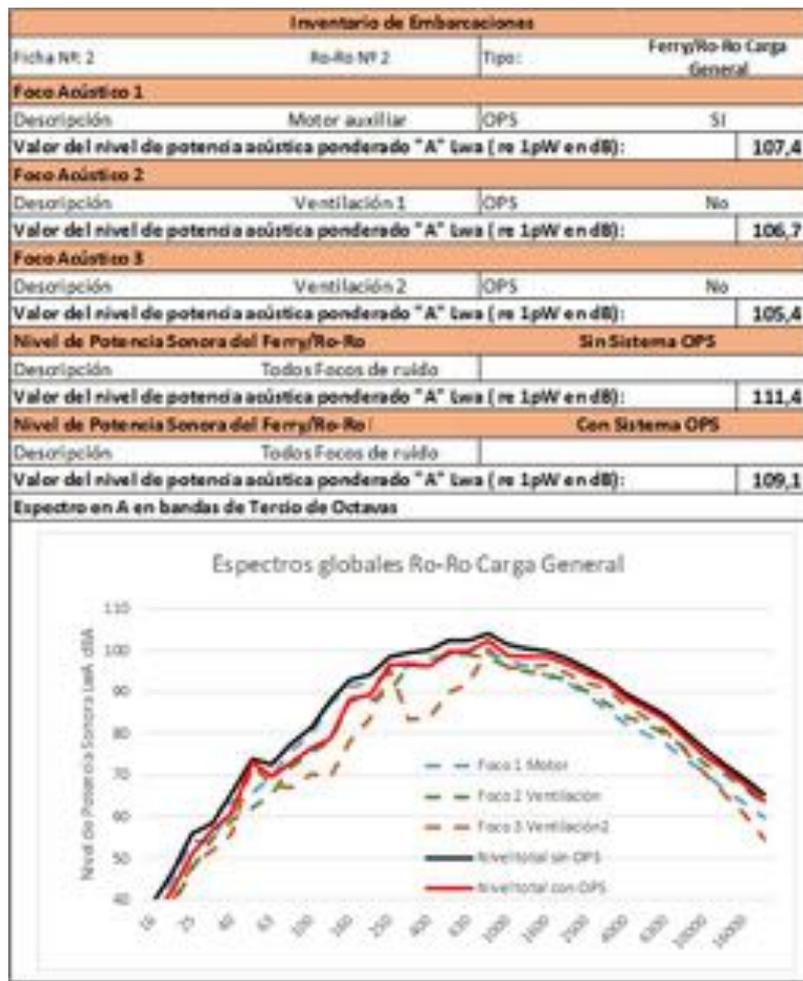
Tabla de comparacion de potencia sonora LWA en dBA al aplicar el sistema de Cold Ironing ( Ro-Ro). LWA

A continuación se presentan las dos fichas descriptivas de las categorías propuestas, cuantificándose la emisión acústica de los focos de ruido de cada tipología de embarcación, e indicando si modificarían su emisión en el escenario de Cold Ironing o no. Finalmente, las fichas representan la emisión acústica del conjunto del barco en ambos escenarios.

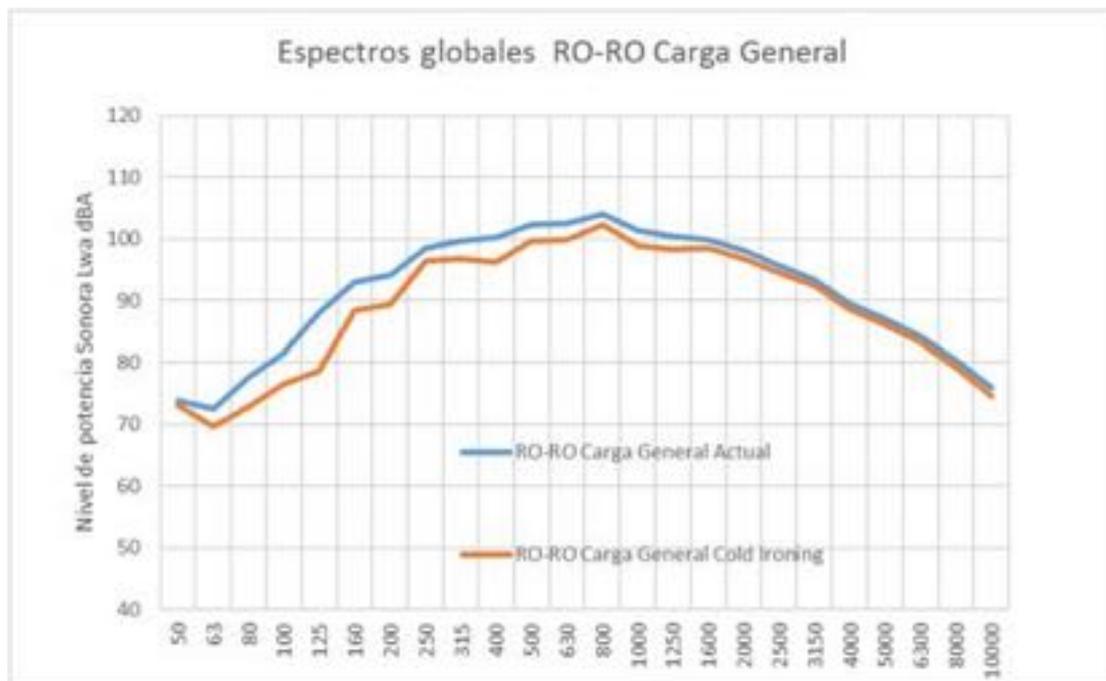
Inventario de Embarcaciones			
Ficha Nº: 1	Ro-Ro Nº 1	Tipo:	Ferry/Ro-Ro Pasajeros
Focos Acústico 1			
Descripción	Motor auxiliar	OPS	SI
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			109,3
Focos Acústico 2			
Descripción	Ventilación	OPS	No
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			113,2
Nivel de Potencia Sonora del Ferry/Ro-Ro Pasajeros Sin Sistema OPS			
Descripción	Todos Focos de ruido		
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			115,0
Nivel de Potencia Sonora del Ferry/Ro-Ro Pasajeros Con Sistema OPS			
Descripción	Todos Focos de ruido		
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			113,0
Espectro en A en bandas de Tercio de Octavas			

De forma adicional se representa la estimación del efecto, en los espectros de potencia, del sistema Cold Ironing.





De forma adicional se representa la estimación del efecto, en los espectros de potencia, del sistema Cold Ironing.



## 4.2 Portacontenedores

Como se ha indicado anteriormente, los resultados obtenidos de potencia acústica de los focos medidos son los siguientes:

Ref	IMO	Año	Capacidad (gt)	Capacidad (TEU)	Cont Refrig (TEU)	Pot motor auxiliar (KW)	Cond de función, en atraque	Motor Auxiliar		Foco adicional: contenedor refrigerado	
								Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)	Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)
1	9236597	2.002	14.241	1.129	153			97,40	3/6		
3	9353735	2.007	8.971	917	200	2 x 469	1 x 469	95,00	3/3		
2	9365972	2.008	7.702	798	150	2 x 750	1 x 750	95,11	0/3		
4	9430193	2.009	10.585	1.036	---			90,20	0/3	92,3	3

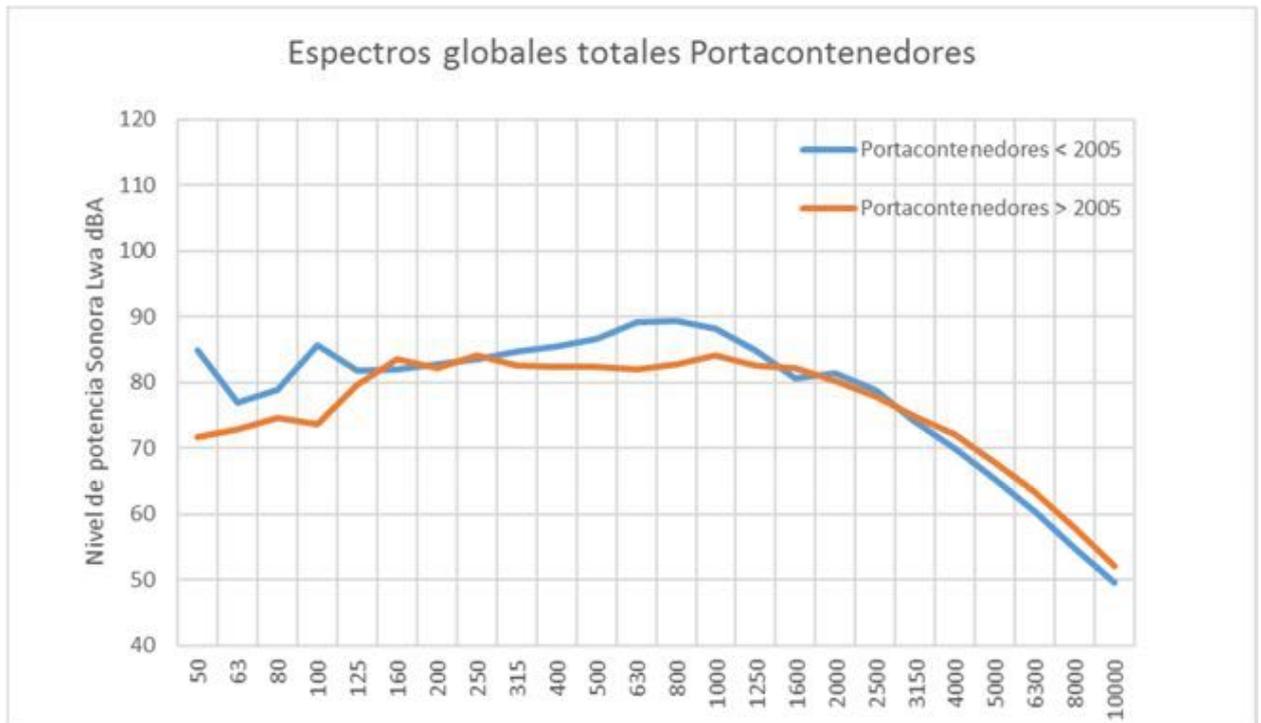


Los barcos portacontenedores medidos son de un rango de tamaño similar, tanto en gt como en TEUs, pudiendo, en todo caso, representar los portacontenedores de un tamaño inferior a 1.999 TEUs. Para considerar la posibilidad de definir categorías, se atiende a la antigüedad del barco y se establecen dos categorías, con el año 2005 como umbral entre ambas.

A continuación, se muestra la propuesta de Base de datos de los Portacontenedores, y los espectros asociados a cada tipología de barco:

	Año de construcción:	Niveles Potencia Sonora LwA dBA	Potencia Motor Auxiliar	Tipo de Sonido Generado	Componentes tonales	Componentes Baja Frecuencia	Componentes Impulsivas	Corrección Total
Portacontenedores TEU 0-1999	< 2005	97,4		Continuo	3	6	0	9
	> 2005	94	469-750	Continuo	0	3	0	3

Tabla Resumen Base de datos (Portacontenedores). LwA

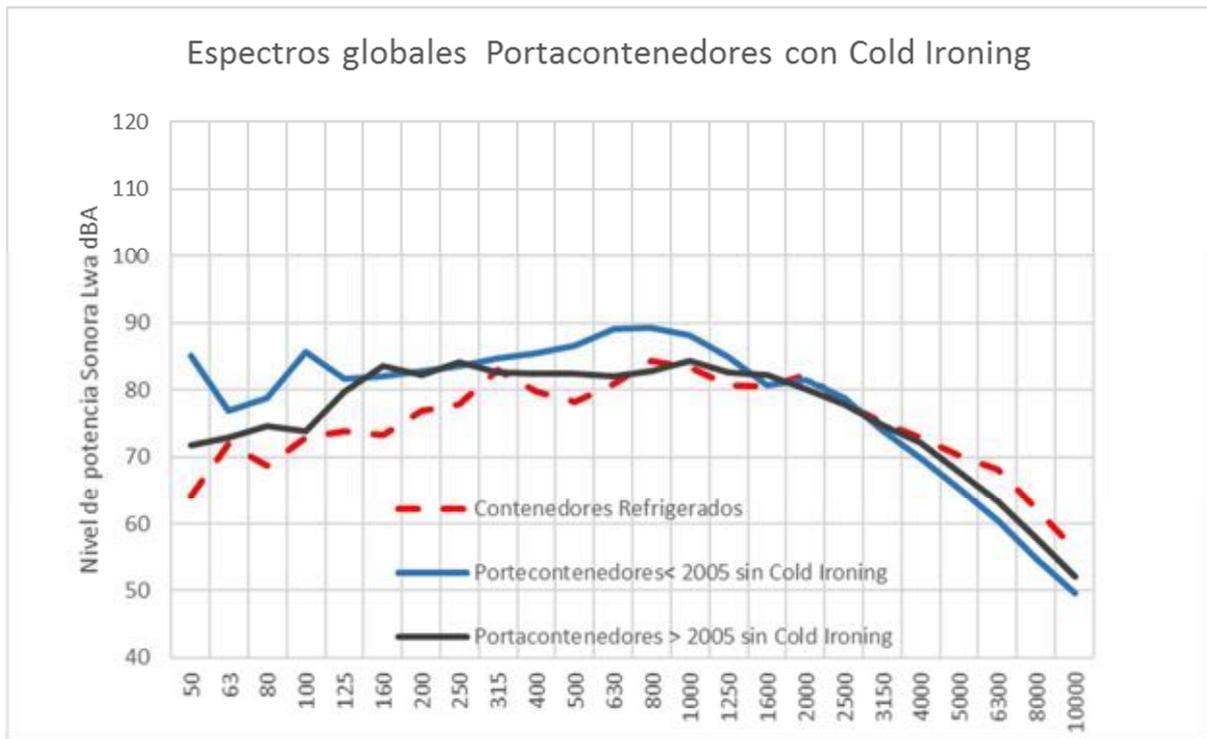


Gráfica de los espectros de potencia sonora en dBA (Portacontenedores). LwA

**Efecto acústico de la introducción del Cold Ironing:**

En las mediciones acústicas realizadas se identifican dos focos de ruido diferenciados, la ventilación asociada a los contenedores refrigerados del buque, si es que existieran, y el ruido del Motor auxiliar y su ventilación asociada.

A continuación, se muestran los niveles de potencia sonoros estimados al aplicar el Sistema de Cold Ironing y la diferencia entre ambos espectros, considerando si hubiera o no contenedores refrigerados en los buques.



Espectros de potencia sonora en dBA (Portacontenedores con/sin sistema Cold Ironing). Lwa

Como resumen, se estima que los beneficios acústicos del Cold Ironing, en diferencia de niveles globales de cada tipología de barco son los siguientes.

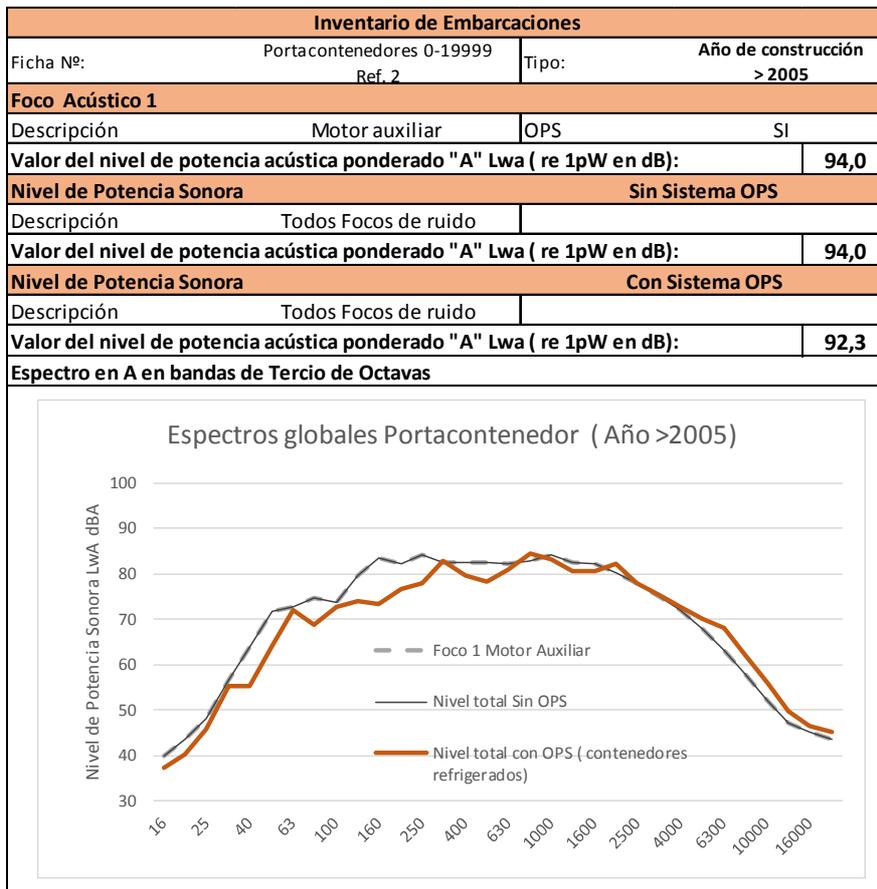
	Niveles Potencia Sonora LWA dBA			Diferencia
	Situación Actual	OPS-Cold Ironing	Contenedores refrigerados	
<b>Año de Construcción &lt; 2005</b>	97	0	92	5,1
<b>Año de Construcción &gt; 2005</b>	94	0	92	1,7

A continuación se presentan las dos fichas descriptivas de las categorías propuestas, cuantificándose la emisión acústica de los focos de ruido de cada tipología de embarcación, e indicando si modificarían su emisión en el escenario de Cold Ironing o no. Finalmente, las fichas representan la emisión acústica del conjunto del barco en ambos escenarios.

Inventario de Embarcaciones			
Ficha Nº:	Portacontenedores 0-19999 Ref. 1	Tipo:	Año de construcción < 2005
<b>Foco Acústico 1</b>			
Descripción	Motor auxiliar	OPS	SI
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			97,4
<b>Nivel de Potencia Sonora Sin Sistema OPS</b>			
Descripción	Todos Focos de ruido		
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			97,4
<b>Nivel de Potencia Sonora Con Sistema OPS y Contenedores Refrigerados</b>			
Descripción	Todos Focos de ruido		
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			92,3
<b>Espectro en A en bandas de Tercio de Octavas</b>			

Adicionalmente se presentan el efecto estimado del sistema Cold Ironing.





Adicionalmente se presenta el efecto estimado del sistema Cold Ironing.



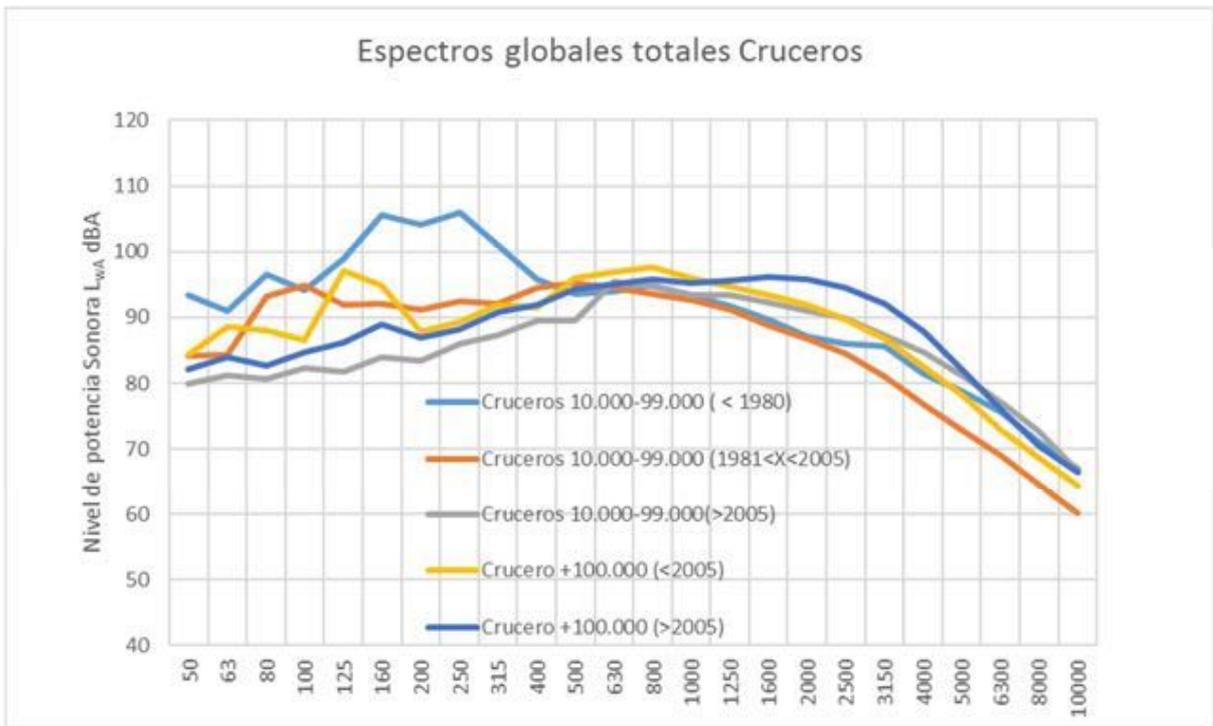
### 4.3 Cruceros

Como se ha indicado anteriormente, los resultados obtenidos de potencia acústica de los focos medidos son los siguientes:

Ref	IMO	Año	Tamaño (gt)	Potencia motor auxiliar (KW)	Motor Auxiliar		Foco adicional: ventilación	
					Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)	Potencia acústica (dBA)	Componentes tonales / baja frecuencia (dB)
1	7218395	1.973	28.372	2.200	111,10	3/6	103,2	9
2	9200938	2.000	30.277		104,20	0/6	94,7	6
3	9703150	2.016	55.254		101,60	3/6	97,5	9
4	9227508	2.002	139.570		105,30	3/6	98,7	9
5	9349681	2.008	154.407		104,50	3/6	96,2	6

Analizando las potencias acústicas obtenidas de los cruceros medidos en este proyecto, se puede identificar una posible relación entre los niveles y el tamaño del barco, y una relación inversa con la antigüedad del mismo. En cuanto a la capacidad de los barcos medidos, se pueden agrupar en los de tamaño medio, 3 cruceros con un gt entre 10.000 y 59.000 Toneladas, y los de tamaño grande, 2 cruceros superiores a 100.000 Tn. Por otro lado, en cada uno de estos grupos se puede observar que la antigüedad del barco también influye, por lo que se establecen subcategorías con rangos de año de construcción fijados en dos umbrales: 1980 y de 2005. A continuación, se muestra la propuesta de Base de datos de los Cruceros, y los espectros asociados a cada tipología de barco:

	Año de construcción	Niveles Potencia Sonora LwA dBA	Tipo de Sonido Generado	Componentes tonales	Componentes Baja Frecuencia	Componentes Impulsivas	Corrección Total
Cruceros gt 10.000-99.000	< 1980	111,10	Continuo	3	6	0	9
	1981 < X < 2005	104,20	Continuo	0	6	0	6
	> 2005	101,60	Continuo	3	6	0	9
Cruceros gt 100.000+	< 2005	105,30	Continuo	3	6	0	9
	> 2005	104,50	Continuo	3	6	0	9



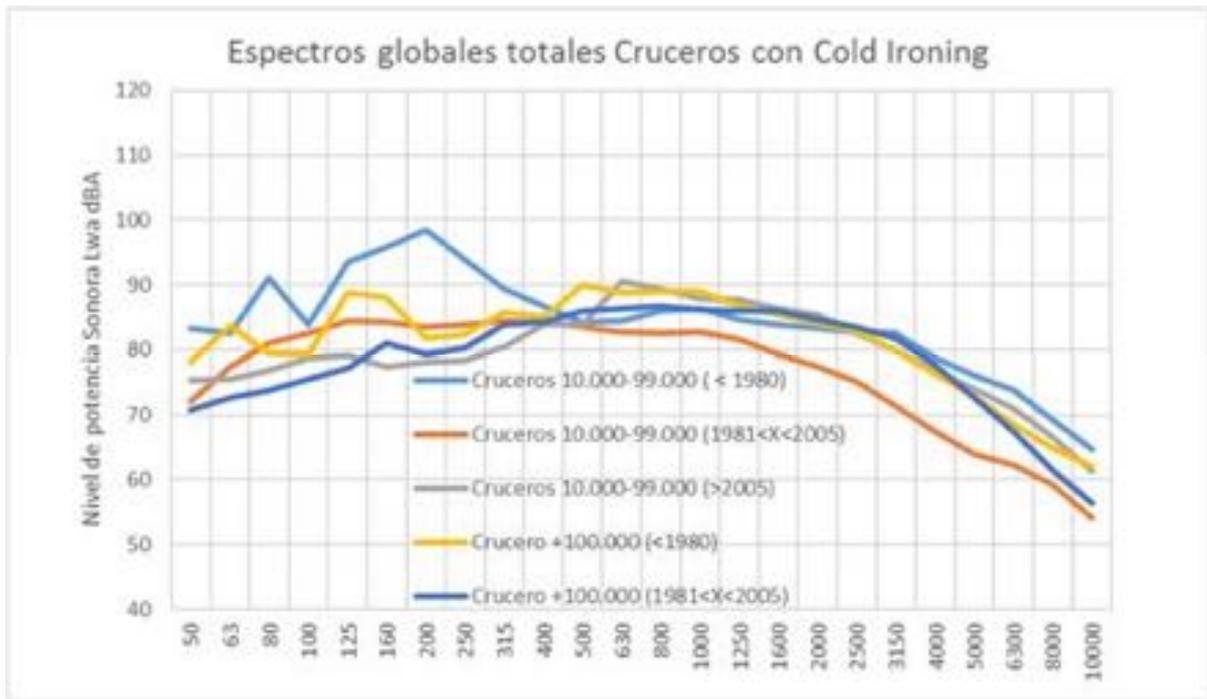
Efecto acústico de la introducción del Cold Ironing:

En las mediciones acústicas realizadas se identifican dos focos de ruido diferenciados, la ventilación asociada a los cruceros y el ruido del Motor auxiliar y su ventilación asociada.

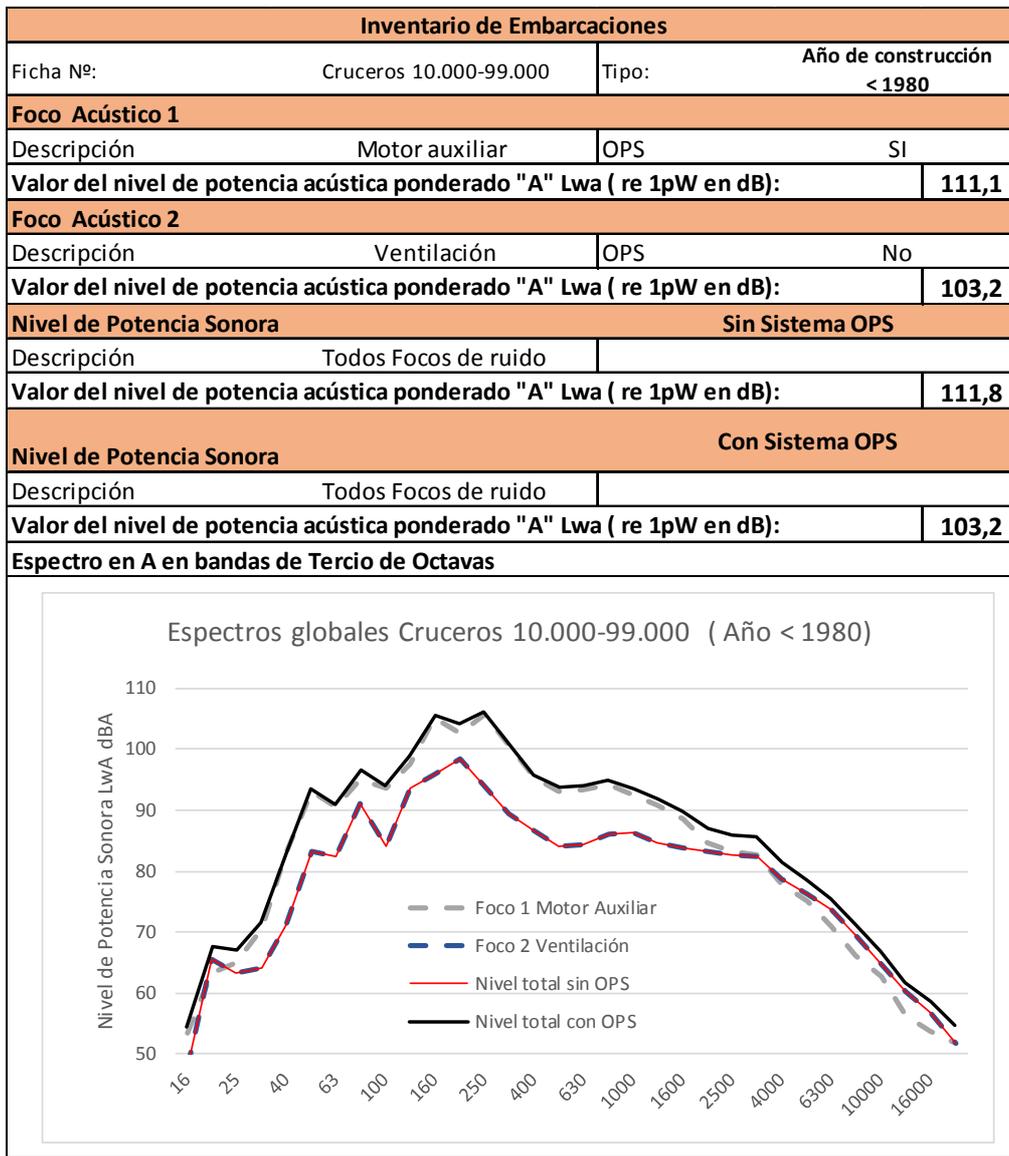
Como resumen, los beneficios acústicos estimados del Cold Ironing, en diferencia de niveles globales de cada tipología de barco son los siguientes.

		Niveles Potencia Sonora L <sub>WA</sub> dBA			
		Año de construcción:	Situación Actual	OPS-Cold Ironing	Diferencia (reducción Sonora)
Cruceros gt 10.000-99.000	< 1980		112	103	8,6
	1981< X < 2005		105	95	9,9
	> 2005		103	98	5,5
Cruceros gt 100.000+	< 2005		106	99	7,4
	> 2005		106	96	9,3

A continuación, se muestran los niveles de potencia sonoros estimados al aplicar el Sistema de Cold Ironing y la diferencia entre ambos espectros.

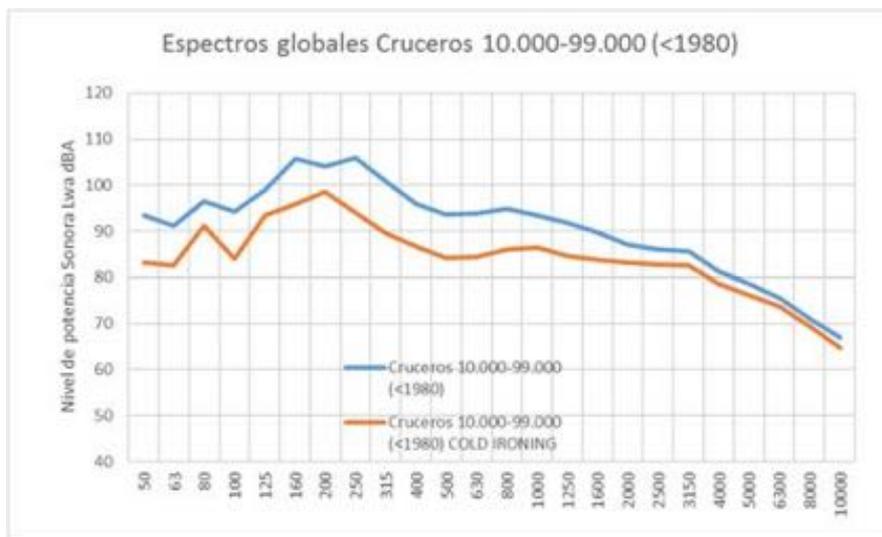


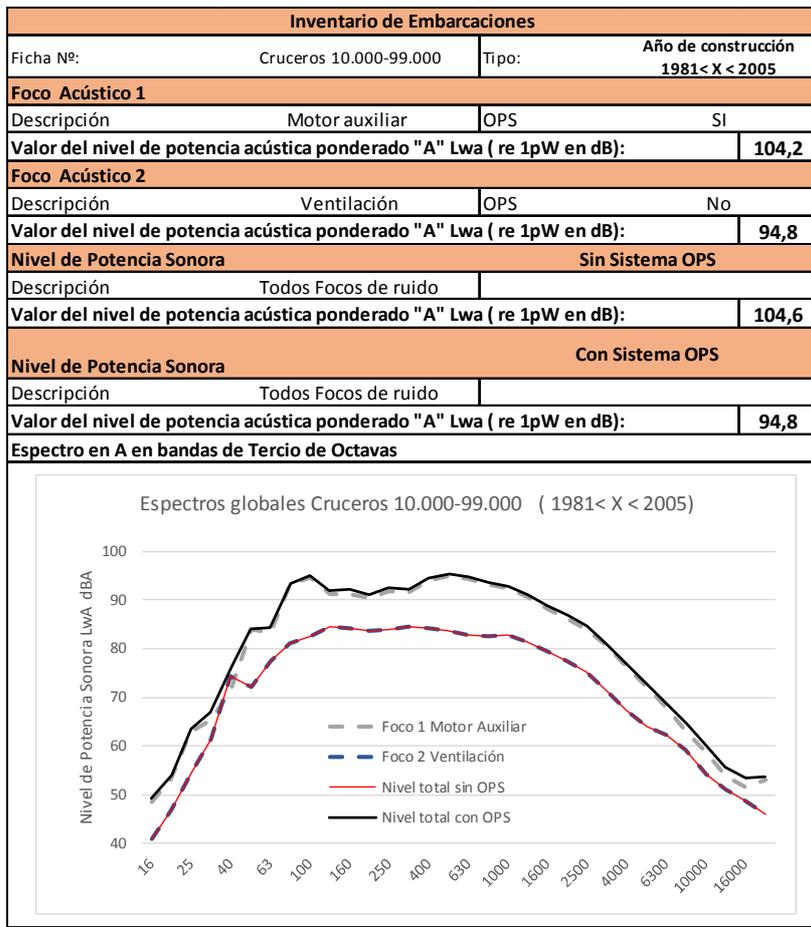
A continuación se presentan las fichas descriptivas de las categorías propuestas, cuantificándose la emisión acústica de los focos de ruido de cada tipología de embarcación, e indicando si modificarían su emisión en el escenario de Cold Ironing o no. Finalmente, las fichas representan la emisión acústica del conjunto del barco en ambos escenarios.



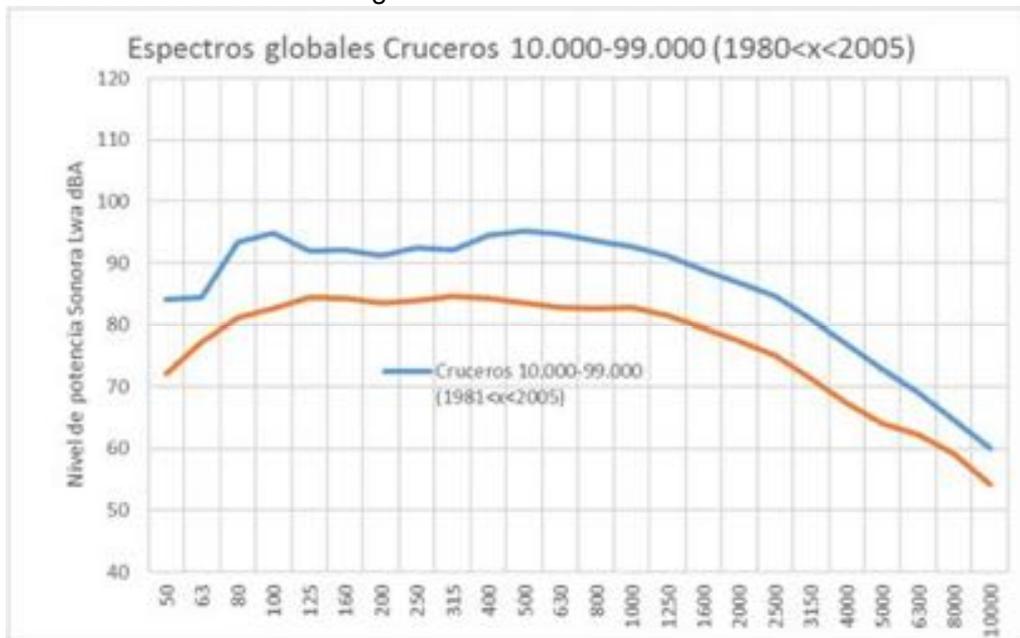
Documento confidencial de uso restringido.

De forma adicional, se representa a continuación, la estimación del efecto que supone aplicar el sistema de Cold Ironing.



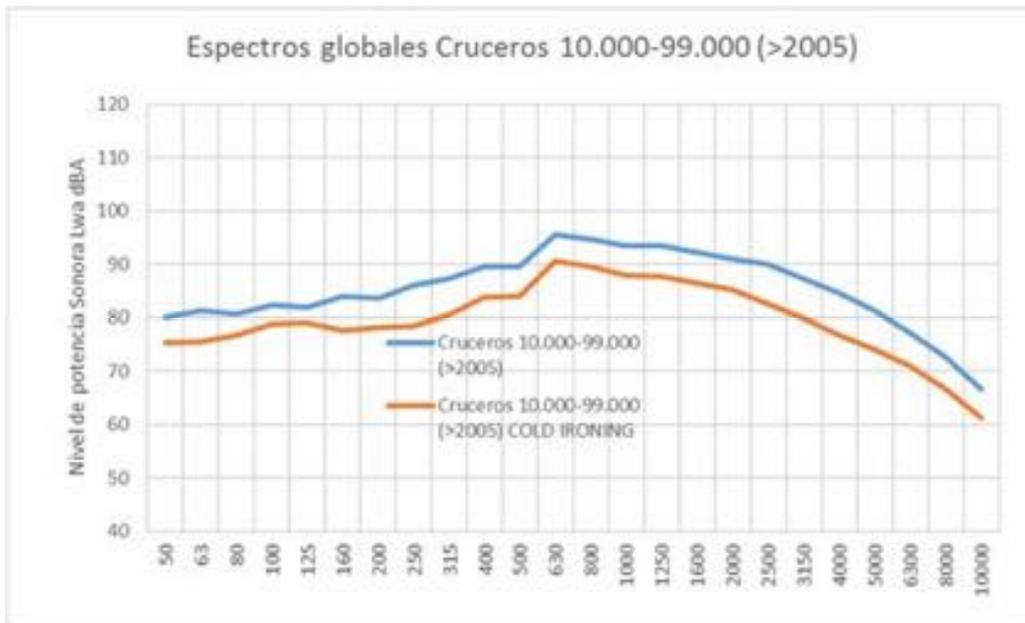


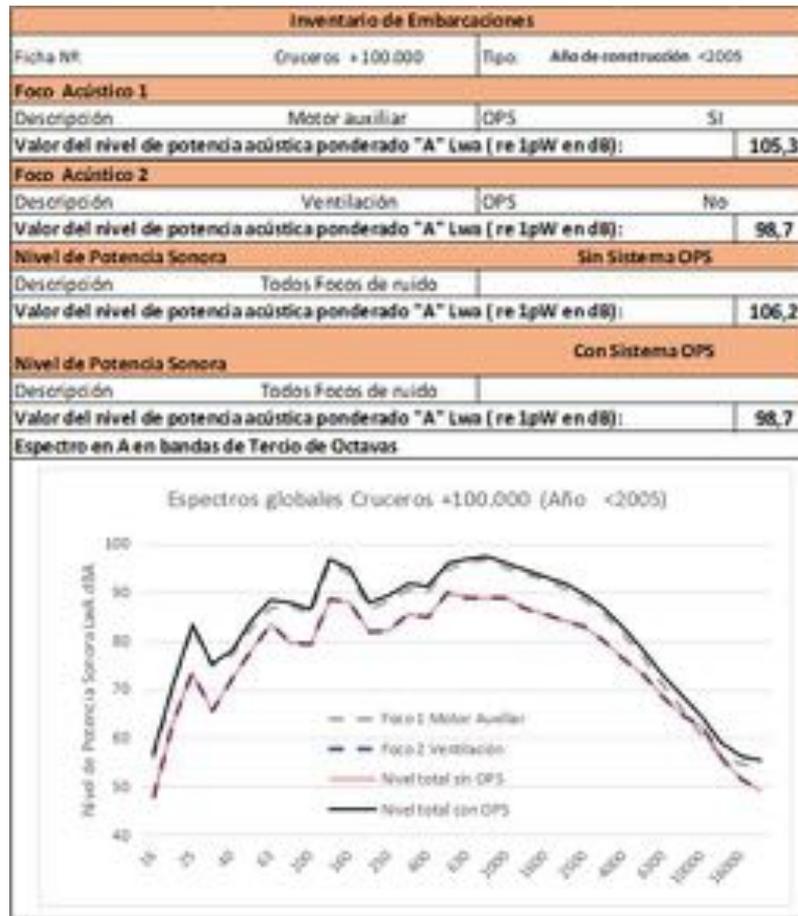
De forma adicional, se representa a continuación, la estimación del efecto que supone aplicar el sistema de Cold Ironing.



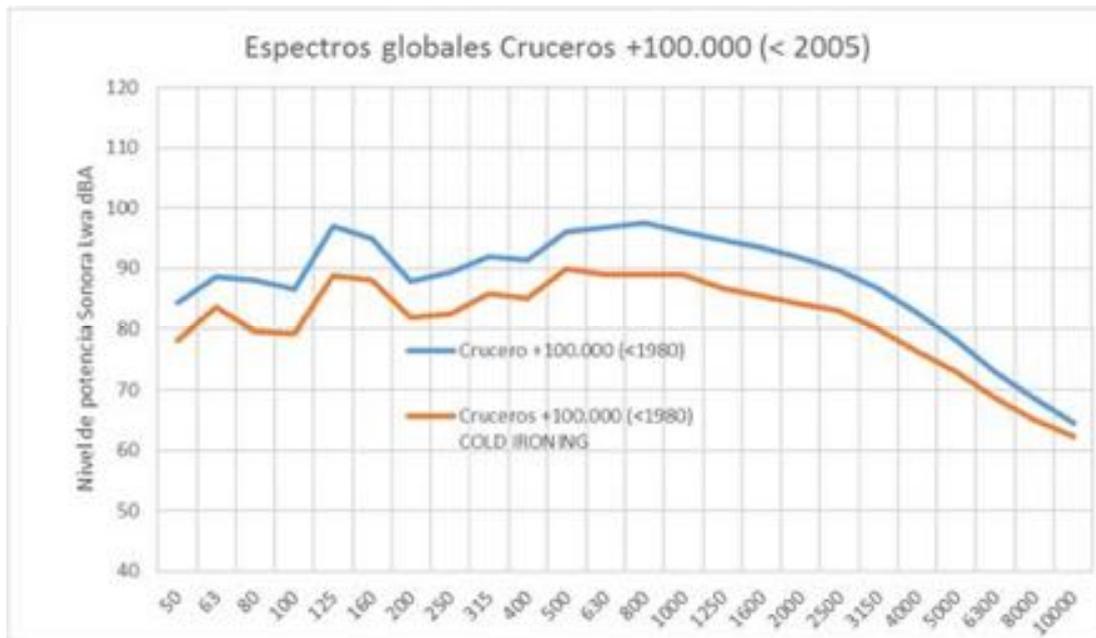
Inventario de Embarcaciones			
Ficha Nº:	Cruceros 10.000-99.000	Tipo:	Año de construcción > 2005
<b>Foco Acústico 1</b>			
Descripción	Motor auxiliar	OPS	SI
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			101,6
<b>Foco Acústico 2</b>			
Descripción	Ventilación	OPS	No
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			97,5
<b>Nivel de Potencia Sonora</b>		<b>Sin Sistema OPS</b>	
Descripción	Todos Focos de ruido		
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			103,0
<b>Nivel de Potencia Sonora</b>		<b>Con Sistema OPS</b>	
Descripción	Todos Focos de ruido		
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):			97,5
<b>Espectro en A en bandas de Tercio de Octavas</b>			

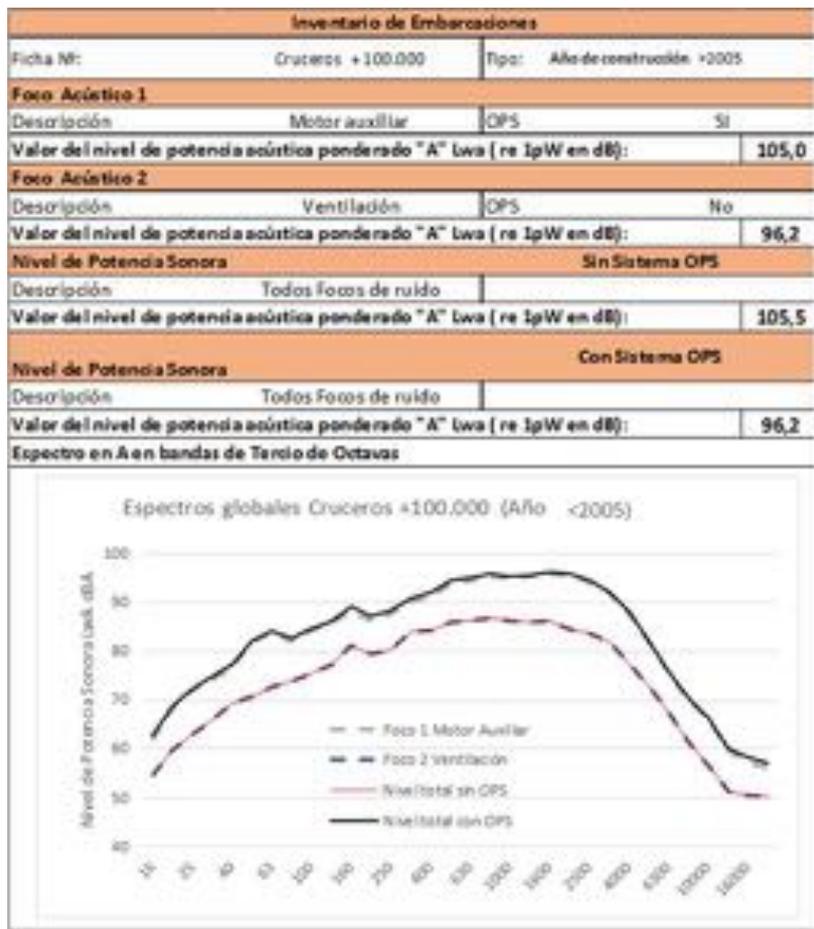
De forma adicional, se representa a continuación, la estimación del efecto que supone aplicar el sistema de Cold Ironing.



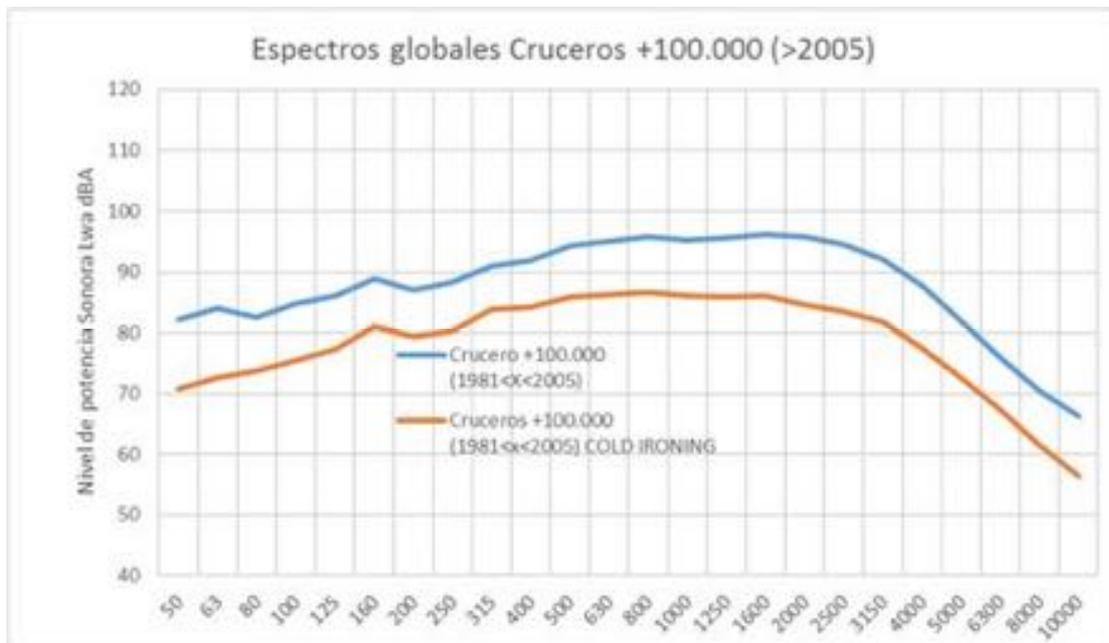


De forma adicional, se representa a continuación, la estimación del efecto que supone aplicar el sistema de Cold Ironing.





De forma adicional, se representa a continuación, la estimación del efecto que supone aplicar el sistema de Cold Ironing.



## 5. Tarea 4: Medición en punto de recepción

### 5.1 Selección del Punto de Medida

El punto de medición elegido para la ubicación del registro continuo sonoro ha sido seleccionado teniendo en cuenta que su objetivo es representar la posible afección a zonas/edificaciones habitadas y zonas/centros con mayor densidad de población real cercanas al impacto simultáneo de varias fuentes emisoras (buques atracados de las flotas anteriormente evaluadas).

El área del Puerto de Bilbao comprende una extensa superficie con numerosos muelles y zonas de trabajo, en las que se desarrolla la actividad portuaria consistente en carga y descarga de todo tipo de materiales, objetos y mercancías en sus muelles, carga, descarga y manipulación de mercancías en el puerto franco, transporte de contenedores, tráfico interior de camiones, coches, servicios portuarios, transportes de mercancías por ferrocarril, etc.

Al no existir en el Puerto de Bilbao edificaciones residenciales suficientemente cercanas a las embarcaciones evaluadas, se realizó una visita de campo para poder evaluar emplazamientos que respondieran al objetivo y que no estuvieran afectados por el ruido o actividad de otras instalaciones.

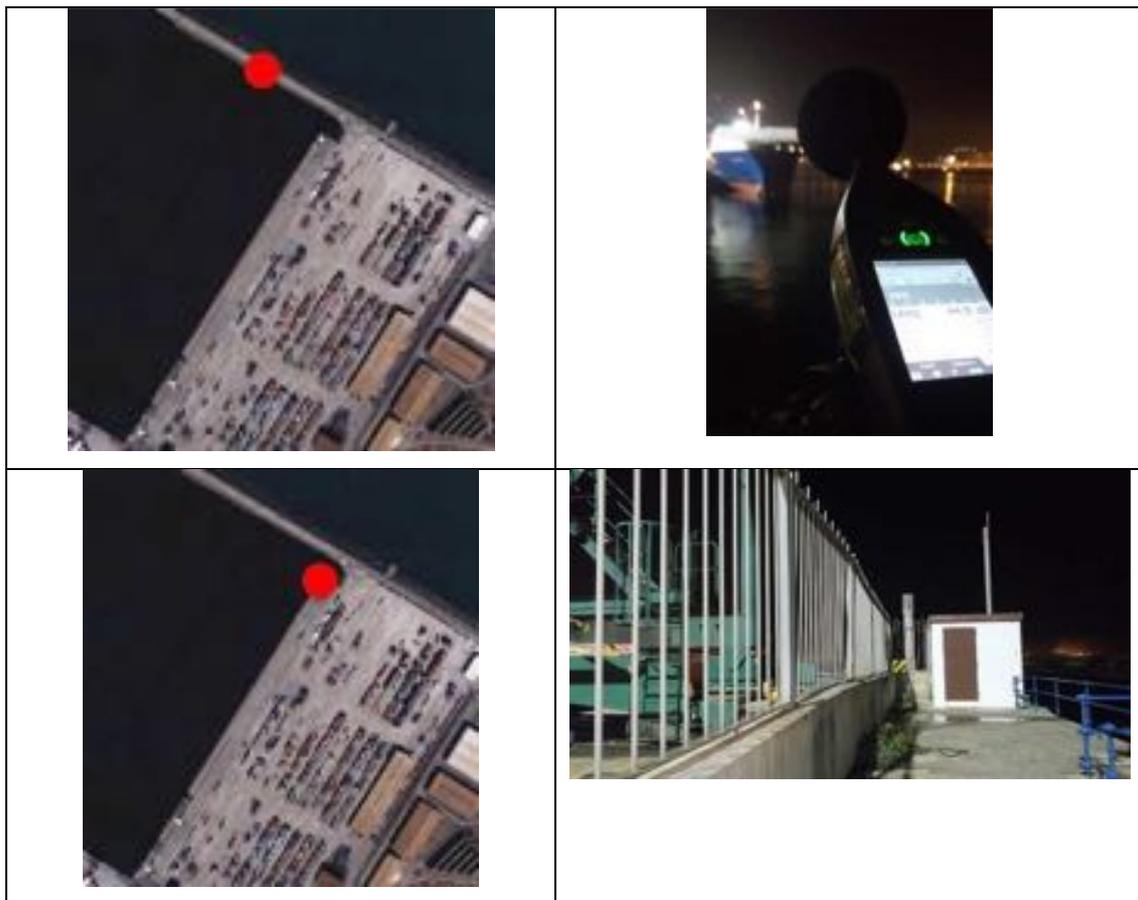


Figura 1 Visita previa a la localización del registro de niveles sonoros del Puerto de Bilbao en el contradique cercano a Noatum Container Terminal Bilbao

El punto de recepción seleccionado para la ubicación del registro continuo ha sido el contradique cercano a Noatum, como se puede observar en la siguiente ficha descriptiva. Este punto de medida está impactado por los diferentes buques portacontenedores que atracan en el Noatum Container Terminal Bilbao, sin afección acústica de otras actividades, y suficientemente alejado de cada uno de los muelles de los portacontenedores para evaluar su nivel de ruido de forma independiente.

Mediciones Registro Continuo			
Descripción del punto de medida:	Montaje ubicado en plano reflectante	Fecha de mediciones	10/10/2017 al 16/10/2017
			18/10/2017 al 23/10/2017
Descripción de la superficie del muelle:	Contradique cercano al muelle Noatum	Altura del micrófono:	2 m
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	6 dB
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	SI
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 N° serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	2 semanas
		Tiempo de integración:	10 min



*Ubicación del Registro continuo en el contradique cercano a Noatum.*

La instrumentación que se ha utilizado es:

- Sonómetro Brüel & Kjaer modelo 2270 n° de serie: 2131790.
- Calibrador de nivel sonoro RION modelo NC-74 n° de serie: 3474 6714.

Los certificados de calibración de la instrumentación utilizada se encuentra en el Anexo II del presente informe.

## 5.2 Parámetros acústicos evaluados

El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre de 2007, que desarrolla la Ley de Ruidos 37/2003 ha supuesto la modificación de los periodos de evaluación, que anteriormente dividían las 24 horas de una jornada en los periodos día (8:00 a 22:00) y periodo noche (22:00 a 8:00):

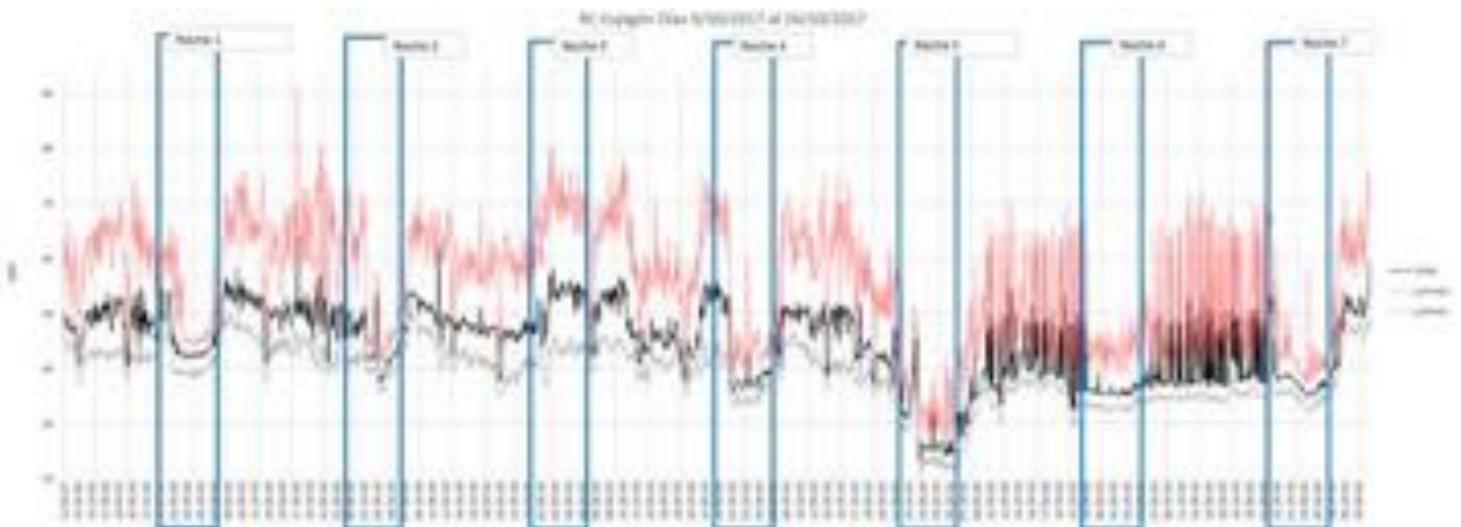
- ✓ Periodo día (07:00 a 19:00)
- ✓ Periodo tarde (19:00 a 23:00)
- ✓ Periodo noche (23:00 a 07:00)

También ha supuesto la modificación de los parámetros de evaluación, pasándose de  $L_{Aeq,día}$  y  $L_{Aeq,noche}$  a los tres parámetros de referencia que cita la Directiva Europea, que divide cada jornada de 24 horas en día, tarde y noche, siendo los parámetros de evaluación  $L_d$ ,  $L_t$ , y  $L_n$  (día, tarde y noche, respectivamente). En los análisis realizados en este apartado se utilizará como parámetro de evaluación  $L_n$ , puesto que únicamente en los momentos en que no haya actividad de carga y descarga se podrá percibir la contribución de los barcos atracados en el nivel de ruido medido, y esto ocurre durante algunos periodos de la noche.

## 5.3 Resultados de los Registros Continuos

### 5.3.1 Resultados Registro Continuo Semana 1. Días: 9/10/2017 al 16/10/2017

A continuación, se muestran los niveles registrados en la semana 1, (el parámetro de evaluación de ruido ambiental  $L_{Aeq,T}$ ,  $L_{Amax}$  y  $L_{Amin}$ ) de cada uno de los periodos de evaluación establecidos en la legislación para actividades portuarias existentes  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{noche}$ .



Para comprobar la actividad real producida en el muelle de Noatum durante los periodos nocturnos, se visualizaron las grabaciones de las cámaras de seguridad del muelle para identificar la ubicación (identificada por el código del norey), horario de atraque y desatraque de los portacontenedores durante los días de medición del registro continuo sonoro.

En las tablas siguientes se muestran la información detallada de la semana 1:

Noche	10/10/2017	Noche	11/10/2017	Noche	12/10/2017	Noche	13/10/2017
Norey 02-08	Desatraque a las 00:40	Norey 02-08	Desatraque a las 4:05	Norey 02-08	Atraque a la 1:00	Norey 02-08	Atraque toda la noche
Norey 08-16	Atraque toda la noche	Norey 08-16	Atraque a las 23:20	Norey 08-16	Atraque toda la noche	Norey 08-16	Vacío
Norey 14-20	Vacío	Norey 14-20	Vacío	Norey 14-20	Vacío	Norey 14-20	Vacío
Norey 20-26	Atraque toda la noche	Norey 20-26	Atraque a las 7:20	Norey 20-26	Desatraque a las 1:00 y atraque a las 3:00	Norey 20-26	Desatraque a las 23:20

Noche	14/10/2017	Noche	15/10/2017	Noche	16/10/2017
Norey 02-08	Vacío	Norey 02-08	Vacío	Norey 02-08	Vacío
Norey 08-16	Vacío	Norey 08-16	Vacío	Norey 08-16	Vacío
Norey 14-20	Vacío	Norey 14-20	Vacío	Norey 14-20	Vacío
Norey 20-26	Desatraque a las 1:15	Norey 20-26	Vacío	Norey 20-26	Atraque a las 22:45

Se han seleccionado durante los periodos de noche, aquellas franjas temporales en las que no existe actividad que implique focos de ruido distintos a los de los barcos atracados: actividad en muelle de estiba y/o maniobras de atraque de barcos. La siguiente tabla muestra el resumen detallado de cada día de medida de la primera semana de medición, con el resumen de presencia de portacontenedores atracados, y se muestra el nivel sonoro en dBA medido en el punto de recepción por el registro continuo en la franja del periodo noche seleccionada.

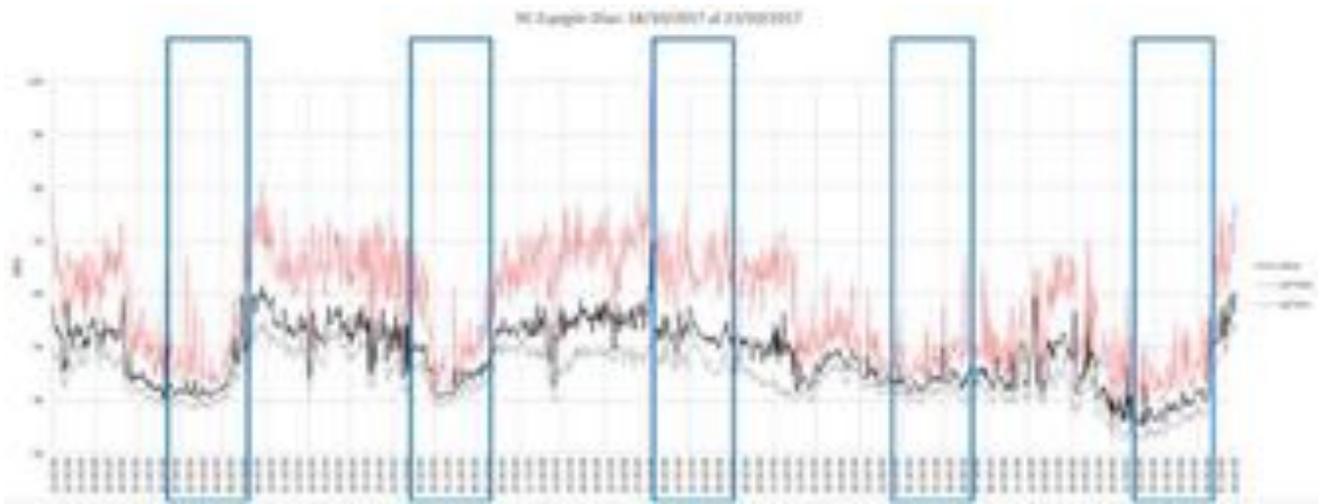
Fecha	Presencia de Portacontenedores en atraque	Nivel Sonoro dBA
10/10/2017	2 Portacontenedores desde las 00:40 hasta las 7:00	46,6
11/10/2017	1 Portacontenedores de 4:10 hasta las 7:00	42,7
12/10/2017	3 Portacontenedores de 3:00 hasta las 7:00	59,2 *
13/10/2017	1 Portacontenedores de 23:30 hasta las 7:00	38,9

<b>14/10/2017</b>	1 Portacontenedores de 23:00 hasta las 1:15	38,2
<b>15/10/2017</b>	Sin Portacontenedores	37,5
<b>16/10/2017</b>	1 Portacontenedores desde 23:00 hasta las 7:00	39,7

\* Otras actividades de Puerto registradas durante la media

**5.3.2 Resultados Registro Continuo Semana 2. Días: 18/10/2017 al 23/10/2017**

A continuación, se muestran los niveles registrados en la semana 2, (el parámetro de evaluación de ruido ambiental  $L_{Aeq,T}$ ,  $L_{Amax}$  y  $L_{Amin}$ ) de cada uno de los periodos de evaluación establecidos en la legislación para actividades portuarias existentes Ldía, Ltarde y Lnoche.



Como en la semana anterior, para comprobar la actividad real producida en el muelle de Noatum, se visualizaron las grabaciones de las cámaras de seguridad del muelle para identificar la ubicación, horario de atraque y desatraque de los portacontenedores durante los días de medición del registro continuo sonoro. En la tabla siguiente se muestran la información detallada de la semana 2:

Noche	19/10/2017	Noche	20/10/2017	Noche	21/10/2017	Noche	22/10/2017	Noche	23/10/2017
Norey 02-08	Atraque a las 7:10	Norey 02-08	Atraque toda la noche	Norey 02-08	Atraque toda la noche	Norey 02-08	Vacío	Norey 02-08	Atraque a las 6:25
Norey 08-16	Atraque toda la noche	Norey 08-16	Atraque toda la noche	Norey 08-16	Atraque a las 00:45	Norey 08-16	Vacío	Norey 08-16	Vacío
Norey 14-20	Vacío	Norey 14-20	Vacío						
Norey 20-26	Atraque a las 6:40	Norey 20-26	Atraque toda la noche	Norey 20-26	Atraque a la 1:15	Norey 20-26	Desatraque a las 6:55	Norey 20-26	Vacío

Documento confidencial de uso restringido.

La siguiente tabla muestra el resumen detallado de cada día de medida de la segunda semana de medición, haciendo referencia a los portacontenedores atracados y el nivel sonoro en dBA medido en el punto de recepción por el registro continuo en cada periodo noche seleccionado.

Fecha/ Noche	Presencia de Portacontenedores en atraque	Nivel Sonoro dBA
19/10/2017	1 Portacontenedores desde las 23:00 hasta las 6:40	39,4
20/10/2017	3 Portacontenedores desde 23:00 hasta las 7:00	42,9
21/10/2017	3 Portacontenedores desde 1:15 hasta las 7:00	53,1
22/10/2017	1 Portacontenedores de 23:00 hasta las 6:55	41,8
23/10/2017	Sin Portacontenedores	36,3

## 6. Tarea 5 Formulación del modelo simplificado de estimación de la reducción del impacto sonoro al utilizar OPS

### 6.1 Formulación del modelo simplificado

El objetivo del algoritmo presentado es poder estimar el beneficio acústico del sistema de Cold Ironing a través de la representación de los niveles de presión sonora a una determinada distancia del buque. Para ello, se ha tenido en cuenta como datos de entrada de emisión acústica asignada en la base de datos de tipología de barcos, resultado del análisis de las campañas de medidas realizadas a lo largo del proyecto.

Así mismo, se ha implementado la formulación necesaria, para convertir a presión sonora la potencia asignada a los barcos en la base de datos (ruido procedente del motor y de las ventilaciones). Se toma como referencia el método de cálculo de propagación acústica descrito en la ISO 9613. Cabe destacar que este método es el método oficial definido por la legislación vigente para realizar evaluaciones de ruido industrial.

De este modo, se ha considerado que el nivel de ruido en el punto receptor ( $L_p$ ) se determina mediante la siguiente formulación aplicada en las bandas de octava que describen el espectro de emisión:

$$L_p = L_w + D_c - A$$

Donde

- $L_w$ , en dBA: es la potencia que caracteriza al foco de ruido a considerar (motor auxiliar o ventilación) obtenida de la base de datos,
- $D_c$ , en dBA: es la directividad propia de la propagación del foco de ruido (en este caso se ha considerado superficie hemiesférica –  $D_c = 3$ ; o esférica –  $D_c = 0$ , según lo establecido en la caracterización de cada tipo de foco),
- $A$ , en dBA: son las diferentes atenuaciones a tener en cuenta.

Las atenuaciones consideradas en este algoritmo simplificado se descomponen de la siguiente forma:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} - C_{met}$$

- $A_{div} = \left[ 20 \lg \left( \frac{d}{d_0} \right) + 11 \right]$ : atenuación debida a la distancia (d) entre la posición del barco y el punto receptor evaluado. Siendo  $d_0$  la distancia de referencia (1 m). En esta herramienta la distancia es un parámetro de entrada que tiene que aportar el usuario de la misma.
- $A_{atm}$ : atenuación por absorción del sonido en la atmósfera.  

$$A_{atm} = \alpha \text{ (dB/km)} \times d \text{ (km)}$$

El coeficiente de absorción, en octavas, representa la atenuación en dB por cada 1.000 metros de propagación y depende de la temperatura y la humedad. En esta herramienta se han considerado unos valores predefinidos para los diferentes periodos del día que elija el usuario. Para representar las condiciones de día se ha seleccionado la casuística presentada en la ISO 9613 marcada en rojo en la tabla siguiente; para representar la tarde, las marcadas en verde; y para representar la noche, las marcadas en azul.

Table 2 — Atmospheric attenuation coefficient  $\alpha$  for octave bands of noise

Temperature °C	Relative humidity %	Atmospheric attenuation coefficient $\alpha$ , dB/km							
		Nominal midband frequency, Hz							
		63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

- $A_{gr}$ : atenuación por efecto del terreno. Según se expone en el apartado 7.3.1 de la ISO 9613, este coeficiente depende de la altura de propagación del sonido sobre el terreno y de la característica acústica del mismo. La complejidad de la aplicación de esta atenuación requiere, en general, de la modelización tridimensional del entorno de propagación. En esta herramienta, dado el alcance del proyecto, se considera que la altura de propagación del sonido es igual o superior a 10 m, lo que permite simplificar el cálculo de este efecto y es representativo de la propagación desde focos asociados al barco a edificios residenciales del entorno del puerto. Este supuesto permite calcular de forma simplificada las atenuaciones ya que los parámetros  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  y  $d'$ , para el cálculo de las atenuaciones en la zonas emisor y receptor ( $A_s$  y  $A_r$ ) son constantes. Asimismo, se supone que cumple la condición que hace que la atenuación debida a la zona media de propagación ( $A_m$ ) no tenga que ser tenida en cuenta ( $A_m = 0$ ). Esta condición es:

$$d_p \leq 30 * (h_r + h_s),$$

siendo,

- $d_p$ , la distancia de propagación,
- $h_r$ , la altura del punto receptor, y
- $h_s$ , la altura del foco de ruido.

De esta forma,  $A_{gr} = A_s + A_r$  (valores constantes en todos los casos). Siendo, -3 dB para la banda de 63 Hz; -1,2 dB para las bandas entre 125 y 1 KHz; y 1,5 dB en las bandas altas.

- $C_{met}$ : corrección debido a la meteorología. Este factor se aplica, tal y como indica la ISO 9613 al cálculo de la propagación. En este sentido, se suponen las condiciones consensuadas de viento favorable a la propagación del sonido o inversión térmica, característica del periodo nocturno. Para calcular el valor de este factor se aplica la simplificación recogida en el informe final del proyecto AR-INTERIM-CM<sup>1</sup> que define las adaptaciones necesarias de la norma ISO 9613 para utilizarla como método interino en el marco de la Directiva 2002/49/EC. En el informe final de este proyecto se definen los valores de  $C_{met}$  que representan las condiciones de propagación supuestas para los periodos de día, tarde y noche ( $C_0 = 1,4, 0,7$  y  $0$ , respectivamente).

$$C_{met} = C_0 * (1 - 200/dp)$$

El algoritmo permite al usuario de la herramienta decidir si las condiciones de la situación evaluada son de viento favorable.

Cabe comentar que la herramienta no implementa atenuaciones consideradas en el método para representar el efecto de reflexiones del sonido, ni la difracción del sonido que se produce al encontrarse barreras en el camino de propagación del sonido (pantallas acústicas, muros o edificios). Por lo tanto, la herramienta supone que el sonido se propaga libremente desde el barco o los barcos hasta el receptor, sin que haya reflexiones en muros o edificios que contribuyan de forma significativa.

## 6.2 Descripción de la Herramienta de estimación del ruido de buques en atraque y el beneficio de Cold Ironing

Estas formulaciones se han implantado en una herramienta que permite de forma simplificada obtener los niveles de ruido que cuantifican la contribución de los barcos atracados en muelle de las categorías caracterizadas en este proyecto en los puntos de recepción que defina el usuario. Se cuantifican los beneficios acústicos de implantar el sistema de suministro de energía con una instalación de Cold Ironing en el puerto, y las implicaciones necesarias en los barcos considerados.

Las limitaciones de uso de esta herramienta vienen definidas, además de por la base de datos de barcos generada, por suponer una propagación directa desde el barco al punto de recepción con una altura de propagación sobre el suelo de 10 m de media.

Cabe destacar que existen otros factores no contemplados en las formulaciones simplificadas implementadas en la herramienta y que pueden tener influencia en los niveles sonoros registrados, como por ejemplo los obstáculos en el camino de propagación del sonido, condiciones atmosféricas reales, reflexiones secundarias de los focos de ruido, capacidad y antigüedad del portacontenedores, junto a sus condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares y el número de contenedores refrigerados si los tuviera. Estas pueden ser las incertidumbres más destacadas.

---

<sup>1</sup> Adaptation and revisión of the interim noise computation methods for the purpose of strategic mapping. Elaborado por un consorcio liderado por Wolfel Mebsysteme para la Comisión Europea. 2002

La herramienta está implementada en una hoja Excel, programada en Visual Basic, de forma que solicitando al usuario una serie de datos se obtienen los niveles de presión sonora en recepción, sin y con la consideración del efecto del OPS.

En esta herramienta se puede llegar a considerar la contribución de dos buques en un mismo punto receptor.

A continuación, se adjuntan una serie de imágenes ilustrativas del funcionamiento de la herramienta.



Pantalla de inicio



Primera solicitud de datos al usuario

Esta herramienta permite estimar los niveles originados en un supuesto punto receptor por cada uno de los barcos atracados. Para ello, se van introduciendo los datos asociados a cada barco de forma independiente.

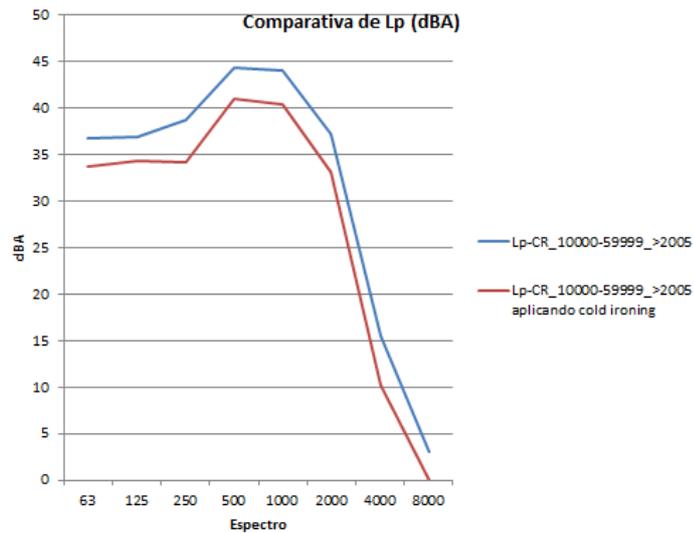
Primeramente, se selecciona el periodo del día en el que nos encontramos y la distancia entre el barco atracado y el punto receptor, para posteriormente seleccionar del desplegable el buque en puerto emisor de ruido, según la clasificación determinada en la base de datos propuesta en este proyecto.

De forma adicional se solicita al usuario identificar si las condiciones de viento en el momento del análisis son o no favorables, entendiendo como favorable cuando la dirección del viento coincide con la dirección del buque al punto receptor.



Informe de resultados cuando solo existe contribución de un buque

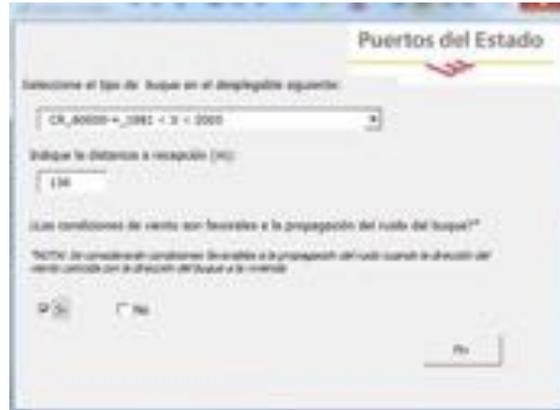
De forma adicional a los resultados del nivel de presión sonora en global, con y sin el sistema de Cold Ironing, presionando sobre el botón de “Ver gráfica un buque” es posible visualizar el espectro de los niveles en octavas de frecuencia de ambas situaciones.



Tal y como se ha citado anteriormente, existe la posibilidad de obtener la contribución de dos buques en el punto receptor. Para ello, el proceso es el siguiente:



Primera solicitud de datos al usuario (similar al anterior)

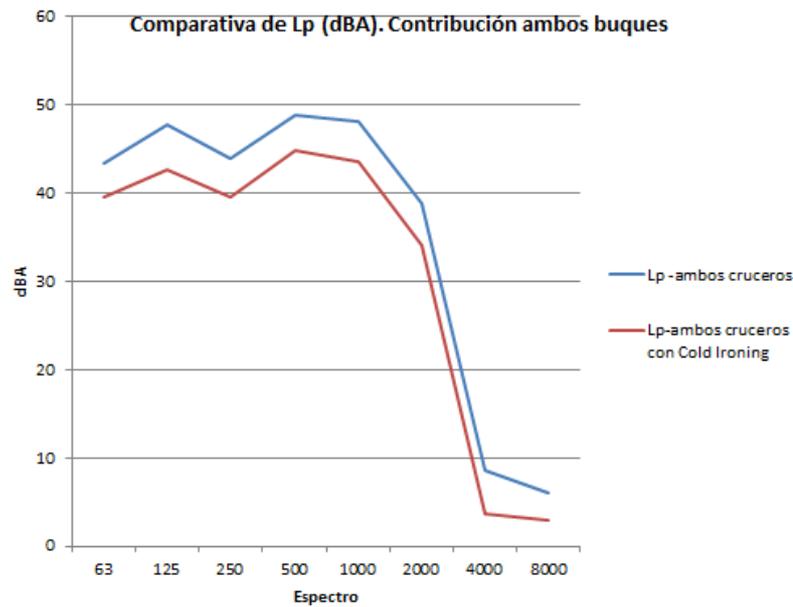


Segunda solicitud de datos al usuario, donde se especifica la tipología del segundo buque, la distancia al punto receptor y las condiciones de viento desde este nuevo buque.



Informe de resultados con la contribución de ambos buques

De forma análoga al caso de un buque, presionando, en esta ocasión, sobre el botón de “Ver gráfica dos buques” es posible visualizar los niveles en frecuencia, espectro en octavas, de ambas situaciones



### 6.3 Comprobación del funcionamiento de la Herramienta

Para poder validar la formulación del modelo simplificado anteriormente descrito, se utilizarán las mediciones realizadas en el registro continuo ubicado en el espigón cercano a Noatum.

Esta validación consiste en utilizar la herramienta para estimar los niveles en el punto de medida representativo de recepción, a partir de la ubicación y número de portacontenedores en cada periodo evaluado, y comparar los resultados con las medidas obtenidas.

De todos los días evaluados, primeramente, se seleccionan tres días tipo (lo más simplificados para evitar introducir incertidumbres adicionales) para realizar la verificación; dependiendo de la ubicación y del número de los barcos portacontenedores atracados en muelle.

Evaluación	Fecha Noche	Resumen Actividad	Nivel Sonoro dBA	Ubicación 1 Norey 02-08	Ubicación 2 Norey 08-16	Ubicación 3 Norey 20-26
1	13/10/2017	1 Portacontenedores de 23:30 a 7:00	38,9	202 m	-	-
2	19/10/2017	1 Portacontenedores de 23:00 a 6:40	39,4	-	360 m	-
3	20/10/2017	3 Portacontenedores de 23:00 a 7:00	42,9	202 m	360 m	700 m

A continuación, se muestran los valores obtenidos en el modelo simplificado propuesto, para las tres evaluaciones propuestas que se han realizado:

Evaluación	Tipo Portacontenedor en el Simulador acústico	Nivel sonoro del Simulador dBA	Nivel Sonoro Medido dBA	Diferencias dBA
1	Portacontenedor antigüedad > 2005	39	38,9	-0,1
2	Portacontenedor antigüedad < 2005	38	39,4	1,4
3	3 Portacontenedores antigüedad < 2005	44	42,9	-1,1

Según los resultados que se muestran en la tabla anterior el modelo simplificado obtiene diferencias menores a 2 dBA respecto a las medidas del registro continuo.

<p><b>Evaluación 1:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>EVALUACIÓN DEL BENEFICIO ACÚSTICO DEL SISTEMA COLD IRONING EN PUERTOS</b></p> <p><b>CONTRIBUCION DE BUQUE 1:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="width: 60%;">Nos encontramos en el periodo:</td><td style="text-align: center;">Noche</td></tr> <tr><td>El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&gt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">202</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">39</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Lp(dBA) aplicando Cold Ironing =</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> </table>	Nos encontramos en el periodo:	Noche	El tipo de buque a analizar es:	CONT_>2005	La distancia a recepción (m) es:	202	Las condiciones del viento son:	Favorable	Lp(dBA) =	39	Lp(dBA) aplicando Cold Ironing =	0	<p><b>Evaluación 2:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>EVALUACIÓN DEL BENEFICIO ACÚSTICO DEL SISTEMA COLD IRONING EN PUERTOS</b></p> <p><b>CONTRIBUCION DE BUQUE 1:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="width: 60%;">Nos encontramos en el periodo:</td><td style="text-align: center;">Noche</td></tr> <tr><td>El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">360</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">38</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Lp(dBA) aplicando Cold Ironing =</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> </table>	Nos encontramos en el periodo:	Noche	El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005	La distancia a recepción (m) es:	360	Las condiciones del viento son:	Favorable	Lp(dBA) =	38	Lp(dBA) aplicando Cold Ironing =	0												
Nos encontramos en el periodo:	Noche																																				
El tipo de buque a analizar es:	CONT_>2005																																				
La distancia a recepción (m) es:	202																																				
Las condiciones del viento son:	Favorable																																				
Lp(dBA) =	39																																				
Lp(dBA) aplicando Cold Ironing =	0																																				
Nos encontramos en el periodo:	Noche																																				
El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005																																				
La distancia a recepción (m) es:	360																																				
Las condiciones del viento son:	Favorable																																				
Lp(dBA) =	38																																				
Lp(dBA) aplicando Cold Ironing =	0																																				
<p><b>Evaluación 3:</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p><b>CONTRIBUCION DE BUQUE 1:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">Nos encontramos en el periodo:</td><td style="text-align: center;">Noche</td></tr> <tr><td>El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">202</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">43</td></tr> </table> </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p><b>CONTRIBUCION DE BUQUE 2:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">360</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">38</td></tr> </table> </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p><b>CONTRIBUCION BUQUE 3</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">Nos encontramos en el periodo:</td><td style="text-align: center;">Noche</td></tr> <tr><td>El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">700</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">32</td></tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding: 10px;"> <p><b>NIVELES GLOBALES EN RECEPCIÓN:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">44</td></tr> </table> </td> </tr> </table>		<p><b>CONTRIBUCION DE BUQUE 1:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">Nos encontramos en el periodo:</td><td style="text-align: center;">Noche</td></tr> <tr><td>El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">202</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">43</td></tr> </table>	Nos encontramos en el periodo:	Noche	El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005	La distancia a recepción (m) es:	202	Las condiciones del viento son:	Favorable	Lp(dBA) =	43	<p><b>CONTRIBUCION DE BUQUE 2:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">360</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">38</td></tr> </table>	El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005	La distancia a recepción (m) es:	360	Las condiciones del viento son:	Favorable	Lp(dBA) =	38	<p><b>CONTRIBUCION BUQUE 3</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">Nos encontramos en el periodo:</td><td style="text-align: center;">Noche</td></tr> <tr><td>El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">700</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">32</td></tr> </table>	Nos encontramos en el periodo:	Noche	El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005	La distancia a recepción (m) es:	700	Las condiciones del viento son:	Favorable	Lp(dBA) =	32	<p><b>NIVELES GLOBALES EN RECEPCIÓN:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">44</td></tr> </table>			Lp(dBA) =	44
<p><b>CONTRIBUCION DE BUQUE 1:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">Nos encontramos en el periodo:</td><td style="text-align: center;">Noche</td></tr> <tr><td>El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">202</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">43</td></tr> </table>	Nos encontramos en el periodo:	Noche	El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005	La distancia a recepción (m) es:	202	Las condiciones del viento son:	Favorable	Lp(dBA) =	43	<p><b>CONTRIBUCION DE BUQUE 2:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">360</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">38</td></tr> </table>	El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005	La distancia a recepción (m) es:	360	Las condiciones del viento son:	Favorable	Lp(dBA) =	38	<p><b>CONTRIBUCION BUQUE 3</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 60%;">Nos encontramos en el periodo:</td><td style="text-align: center;">Noche</td></tr> <tr><td>El tipo de buque a analizar es:</td><td style="text-align: center;">CONT_&lt;2005</td></tr> <tr><td>La distancia a recepción (m) es:</td><td style="text-align: center;">700</td></tr> <tr><td>Las condiciones del viento son:</td><td style="text-align: center;">Favorable</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">32</td></tr> </table>	Nos encontramos en el periodo:	Noche	El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005	La distancia a recepción (m) es:	700	Las condiciones del viento son:	Favorable	Lp(dBA) =	32							
Nos encontramos en el periodo:	Noche																																				
El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005																																				
La distancia a recepción (m) es:	202																																				
Las condiciones del viento son:	Favorable																																				
Lp(dBA) =	43																																				
El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005																																				
La distancia a recepción (m) es:	360																																				
Las condiciones del viento son:	Favorable																																				
Lp(dBA) =	38																																				
Nos encontramos en el periodo:	Noche																																				
El tipo de buque a analizar es:	CONT_<2005																																				
La distancia a recepción (m) es:	700																																				
Las condiciones del viento son:	Favorable																																				
Lp(dBA) =	32																																				
<p><b>NIVELES GLOBALES EN RECEPCIÓN:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr><td style="width: 60%; text-align: right;">Lp(dBA) =</td><td style="text-align: center;">44</td></tr> </table>			Lp(dBA) =	44																																	
Lp(dBA) =	44																																				

Documento confidencial de uso restringido.

## 7. Conclusiones

A pesar de que el número de barcos medidos no permite extraer conclusiones generales, este proyecto **contribuye a aportar datos de emisión acústica de barcos atracados** a la bibliografía consultada inicialmente. El proyecto se circunscribe a evaluar tres tipologías de barcos: portacontenedores, Ro-Ro y cruceros, no valorándose otras tipologías. Es cierto que, dado que se han realizado mediciones en un único puerto, los resultados están condicionados por el tráfico del Puerto seleccionado. Mención especial se puede hacer a los portacontenedores, ya que todos los barcos caracterizados tienen una capacidad similar.

Una aportación relevante de este proyecto es que se ha diferenciado, en la medida de lo posible, la **contribución de los focos dominantes del barco** en atraque según su tipología: motores auxiliares, salidas de sistemas de ventilación y sistema refrigerador de contenedores.

Además, analizados los resultados se hace una propuesta de clasificación de barcos según su emisión acústica en cada una de las categorías. Dado que en la bibliografía consultada se ha concluido que la capacidad del barco no es un factor determinante sobre su emisión acústica, se ha considerado como variable adicional la antigüedad del buque, encontrándose una relación lógica en la interpretación de los buques medidos. Este planteamiento puede ser una conclusión interesante para el análisis de otras mediciones realizadas por otros grupos de investigación.

En cualquier caso, la **base de datos propuesta** tiene unas **limitaciones** claras para su uso general para estudios técnicos, dado que cada categoría propuesta en la base de datos está respaldada por un número muy limitado de barcos.

El **procedimiento de caracterización de la emisión acústica de los barcos atracados**, aun siendo una simplificación de las referidas en la bibliografía consultada, se considera válida y ajustada al objeto del proyecto. En ese sentido, ha sido comprobada con un test de repetibilidad en el que se han obtenido resultados muy positivos.

El objeto de este proyecto es el visibilizar los beneficios acústicos potenciales de la implementación del sistema de Cold Ironing. En ese sentido, el **beneficio acústico** que se reporta en este informe sería notable en aquellas situaciones en las que el ruido emitido por las instalaciones del barco sea predominante en los puntos de recepción considerados. Lo que supondría en muchos casos referirse al ruido percibido en el entorno cercano del puerto, en ausencia de otros focos (como tráfico) y cuando no se realizan actividades de carga y descarga u otras actividades ruidosas en el Puerto, lo que podría representar la afección durante el periodo de la noche, momento de mayor sensibilidad al ruido y por tanto con Objetivos de Calidad Acústica más exigentes.

Los resultados de la estimación teórica del beneficio acústico del sistema de cold ironing son coincidentes con la bibliografía consultada, en los casos en los que existen datos.

En los barcos de tipología Ro-Ro, además de los motores auxiliares, se considera la emisión acústica de los sistemas de ventilación que tienen una contribución importante. Los datos recogidos en este proyecto cuantifican este beneficio en torno a 2 dB de reducción, lo que puede no ser una reducción significativa en términos de percepción. Esta reducción coincide con los datos medidos en el puerto de Rotterdam.

En los barcos de tipología portacontenedores también puede existir un foco de ruido adicional, la refrigeración de los contenedores cargados en el barco con emisión directa al exterior. Este foco se debería cuantificar en cada portacontenedor, puesto que no se puede estimar una situación característica. Aunque no se determine esta variable, los datos recogidos en este proyecto cuantifican una reducción de entre 2 y 6 dB.

Por último, en la tipología de Cruceros se cuantifican beneficios al aplicar la nueva tecnología entre 6 y 10 dB de reducción. Cabe descartar que estas embarcaciones son las de mayor incertidumbre en cuanto a la potencia de los motores auxiliar y modo de funcionamiento de los equipos de ventilación y refrigeración de las propias embarcaciones; ya que viene directamente relacionados con las actividades que puedan desarrollar en el momento de la medida y el número de pasajeros que se encuentren a bordo entre otros condicionantes.

Por último, como resultado del proyecto se ofrece una **Herramienta de cálculo**, programada en Visual Basic, que permite obtener los niveles de ruido que cuantifican la contribución de los barcos atracados en muelle de las categorías caracterizadas en este proyecto en los puntos de recepción que defina el usuario. Mediante su uso se pueden cuantificar los beneficios acústicos de implantar el sistema de suministro de energía con una instalación de Cold Ironing en el puerto. La herramienta está basada en algoritmos que aplican el método de cálculo ISO 9613 de forma simplificada.

Su funcionamiento ha sido comprobado en un caso real, comparando los resultados obtenidos con medidas reales, dando unos resultados muy positivos.

Como resumen final, se puede concluir que los niveles que emiten los barcos atracados pueden verse disminuidos al recibir suministro de energía desde el muelle de forma importante, en función del tipo de embarcación. Se entiende que este beneficio puede ser percibido durante la noche y en situaciones muy cercanas al puerto, dado que en otros casos pudiera estar enmascarado por la actividad del puerto o de otros focos de ruido presentes en el Puerto.

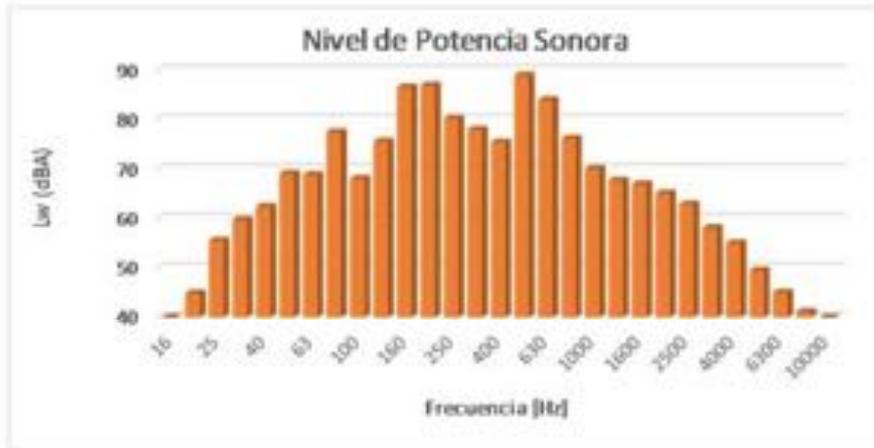
## Anexo I Fichas de Mediciones

Documento confidencial de uso restringido.

**Inventario de Embarcaciones**

Ficha Nº: 1	Ro-Ro Nº 1	Fecha y Hora:	11/10/2017 15:30
Nombre Embarcación:	<b>BAIE DE SEINE</b>	Localización:	Muelle Ferry
<b>Características Embarcación</b>			
Tipo:	RO-RO/PASSENGER SHIP	GT:	22832 t
Operador	Brittany ferries	Botado:	2002
IMO:	9212163	Eslora (m):	199
Potencia de los motores:	2 engines Wärtsilä 9L46C 18.000 kW	Calado (m):	6
Ruta:	Bilbao (ES) - Portsmouth (GB)	PAX:	610
Armador:	Stocznia Szczecinska im. A. Warskiego	Puerto de Registro :	Le Havre/France
<b>Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746</b>			
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de chimenea principal, en la cubierta de la embarcación.	Altura del foco	25 m
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	900 kW	Presencia de otros focos secundarios:	Todos los demás focos parados
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	4 m
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3
		Tiempo de integración:	5 min
Distancia de medida	5,8 metros	Superficie de medida considerada	Esférica
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura: 17 °C
			Humedad: 64%
			Velocidad del viento: 1 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" L<sub>wa</sub> ( re 1pW en dB):</b>			<b>109,3</b>
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6
Penalización por componente baja frecuencia:	<b>6</b>	Penalización por componente tonal	<b>0</b>

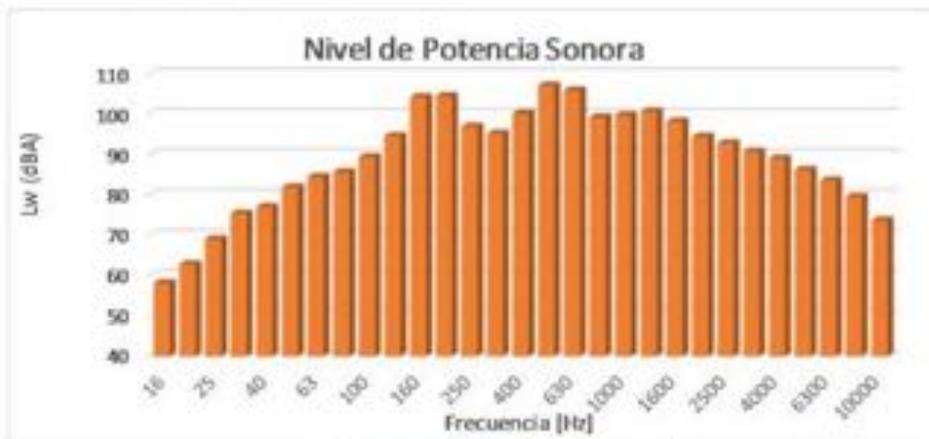
**Espectro A en bandas de tercio de octavas:**



**Inventario de Embarcaciones**

Ficha Nº: 1	Ro-Ro Nº 1	Fecha y Hora:	11/10/2017 15:30
Nombre Embarcación:	<b>BAIE DE SEINE</b>	Localización:	Muelle Ferry
<b>Características Embarcación</b>			
Tipo:	RO-RO/PASSENGER SHIP	GT:	22832 t
Operador	Brittany ferries	Botado:	2002
IMO:	9212163	Eslora (m):	199
Potencia de los motores:	2 engines Wärtsilä 9L46C 18.000 kW	Calado (m):	6
Ruta:	Bilbao (ES) - Portsmouth (GB)	PAX:	610
Armador:	Stocznia Szczecinska im. A. Warskiego	Puerto de Registro :	Le Havre/France
<b>Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746</b>			
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de ventilación principal	Altura del foco	20 m
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	-	Presencia de otros focos secundarios:	Motores auxiliares
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	2 m
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3
		Tiempo de integración:	5 min
Distancia de medida al foco:	2,3 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura: 17 °C
			Humedad: 64%
			Velocidad del viento: 1 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>113,2</b>
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6
Penalización por componente bajo frecuencia:	<b>6</b>	Penalización por componente tonal	<b>0</b>

**Espectro A en bandas de tercio de octavas:**



**Inventario de Embarcaciones**

Ficha Nº: 1	Ro-Ro Nº 1	Fecha y Hora:	11/10/2017	15:30
Nombre Embarcación:	BAIE DE SEINE	Localización:	Muelle Ferry	

**Fotografía:**



**Croquis / Emplazamiento de la Medida:**



Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones			
Ficha Nº: 2	Ro-Ro Nº 2	Fecha y Hora:	20/10/2017 10:50
Nombre Embarcación:	<b>MN PELICAN</b>	Localización:	Muelle Ferry
Características Embarcación			
Tipo:	General Cargo Carrier (RO/RO)	GT:	12076 t
Operador	Brittany ferries	Botado	1999
IMO:	9170999	Eslora (m):	155
Motores:	Main Engine Type Wartsila 16 V (15600KW) 2 Diesel Generator Mitsubishi Type S12 980 kW/1500 rpm each. 1 Diesel Generator 6CT8 Mitsubishi 6022T 168 kW/1500 rpm. 1 Bowthruster Kamewa with 1000kW	Calado (m):	6
Ruta:	Bilbao -Portsmouth (United Kingdom)	Agente:	Cie Maritime Nantaise MN
Armador:	Fosen Mek. Verksteder A/S	Calado aéreo :	35
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746			
Descripción del foco y de la medida:	Medida 1 enfrente de chimenea principal a 5 metros, en la cubierta de la embarcación.	Altura del foco	30 m
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	400 kW y su ventilación asociada	Presencia de otros focos secundarios:	Sin influencia
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	4 m
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3
		Tiempo de integración:	5 min
Distancia de medida	10 metros	Superficie de medida considerada	Semi-Esférica
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura: 18,5 °C
			Humedad: 67%
			Velocidad del viento: 2,2 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>107,5</b>
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6
Penalización por componente baja frecuencia:	<b>0</b>	Penalización por componente tonal:	<b>0</b>
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>			
<p style="text-align: center;">Nivel de Potencia Sonora</p>			

Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones				
Ficha Nº: 2	Ro-Ro Nº 2	Fecha y Hora:	20/10/2017 10:50	
Nombre Embarcación:	MN PELICAN	Localización:	Muelle Ferry	
Características Embarcación				
Tipo:	General Cargo Carrier ( RO/RO)	GT:	12076 t	
Operador	Brittany ferries	Botado	1999	
IMO:	9170999	Eslora (m):	155	
Potencia de los motores auxiliares:	Main Engine Type Wartsila 16 V (15600KW) 2 Diesel Generator Mitsubishi Type S12 980 kW/1500 rpm each. 1 Diesel Generator 6CT8 Mitsubishi 6022T 168 kW/1500 rpm. 1 Bowthruster Kamewa with 1000kW	Calado (m):	6	
Ruta:	Bilbao -Portsmouth (United Kingdom)	Agente:	Cie Maritime Nantaise MN	
Armador:	Fosen Mek. Verksteder A/S	Calado aéreo :	35	
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746				
Descripción del foco y de la medida:	Medida 2 enfrente de ventilación principal en medio de cubierta	Altura del foco	6 m	
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	-	Presencia de otros focos secundarios:	Motor auxiliar y su ventilación	
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	2 m	
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB	
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB	
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3	
		Tiempo de integración:	5 min	
Distancia de medida al foco:	2,3 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica	
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	18,5 °C
			Humedad:	67%
			Velocidad del viento:	2,2 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>106,8</b>	
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6	
Penalización por componente baja	0	Penalización por componente tonal:	0	
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>				
<p style="text-align: center;"><b>Nivel de Potencia Sonora</b></p> <p style="text-align: center;">Frecuencia [Hz]</p>				

Inventario de Embarcaciones																																																															
Ficha Nº: 2	Ro-Ro Nº 2	Fecha y Hora:	20/10/2017 10:50																																																												
Nombre Embarcación:	<b>MN PELICAN</b>	Localización:	Muelle Ferry																																																												
Características Embarcación																																																															
Tipo:	General Cargo Carrier ( RO/RO)	GT:	12076 t																																																												
Operador	Brittany ferries	Botado	1999																																																												
IMO:	9170999	Eslora (m):	155																																																												
Potencia de los motores auxiliares:	Main Engine Type Wartsila 16 V (15600kW) 2 Diesel Generator Mitsubishi Type S12 980 kW/1500 rpm each. 1 Diesel Generator 6CT8 Mitsubishi 6022T 168 kW/1500 rpm. 1 Bowthruster Kamewa with 1000kW	Calado (m):	6																																																												
Ruta:	Bilbao -Portsmouth (United Kingdom)	Agente:	Cie Maritime Nantaise M N																																																												
Armador:	Fosen Mek. Verksteder A/S	Calado aéreo :	35																																																												
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																																															
Descripción del foco y de la medida:	Medida 3 enfrente de ventilación principal en la proa	Altura del foco	6 m																																																												
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	-	Presencia de otros focos secundarios:	Motor auxiliar y su ventilación																																																												
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	2 m																																																												
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																																												
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																																												
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																																												
		Tiempo de integración:	5 min																																																												
Distancia de medida al foco:	3,7 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica																																																												
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	18,5 °C																																																											
			Humedad:	67%																																																											
			Velocidad del viento:	2,2 m/s																																																											
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" L<sub>wa</sub> ( re 1pW en dB):</b>			<b>105,4</b>																																																												
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6																																																												
Penalización por componente baja frecuencia:	<b>0</b>	Penalización por componente tonal:	<b>6</b>																																																												
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>																																																															
<p><b>Nivel de Potencia Sonora</b></p> <table border="1"> <caption>Approximate data from the sound power spectrum chart</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>L<sub>w</sub> (dBA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>40</td></tr> <tr><td>20</td><td>45</td></tr> <tr><td>25</td><td>50</td></tr> <tr><td>31.5</td><td>55</td></tr> <tr><td>40</td><td>60</td></tr> <tr><td>50</td><td>75</td></tr> <tr><td>63</td><td>70</td></tr> <tr><td>80</td><td>70</td></tr> <tr><td>100</td><td>75</td></tr> <tr><td>125</td><td>70</td></tr> <tr><td>160</td><td>80</td></tr> <tr><td>200</td><td>85</td></tr> <tr><td>250</td><td>95</td></tr> <tr><td>315</td><td>85</td></tr> <tr><td>400</td><td>85</td></tr> <tr><td>500</td><td>90</td></tr> <tr><td>630</td><td>95</td></tr> <tr><td>800</td><td>105</td></tr> <tr><td>1000</td><td>95</td></tr> <tr><td>1250</td><td>95</td></tr> <tr><td>1600</td><td>95</td></tr> <tr><td>2000</td><td>95</td></tr> <tr><td>2500</td><td>90</td></tr> <tr><td>3150</td><td>90</td></tr> <tr><td>4000</td><td>85</td></tr> <tr><td>5000</td><td>85</td></tr> <tr><td>6300</td><td>80</td></tr> <tr><td>8000</td><td>75</td></tr> <tr><td>10000</td><td>70</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> (dBA)	16	40	20	45	25	50	31.5	55	40	60	50	75	63	70	80	70	100	75	125	70	160	80	200	85	250	95	315	85	400	85	500	90	630	95	800	105	1000	95	1250	95	1600	95	2000	95	2500	90	3150	90	4000	85	5000	85	6300	80	8000	75	10000	70
Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> (dBA)																																																														
16	40																																																														
20	45																																																														
25	50																																																														
31.5	55																																																														
40	60																																																														
50	75																																																														
63	70																																																														
80	70																																																														
100	75																																																														
125	70																																																														
160	80																																																														
200	85																																																														
250	95																																																														
315	85																																																														
400	85																																																														
500	90																																																														
630	95																																																														
800	105																																																														
1000	95																																																														
1250	95																																																														
1600	95																																																														
2000	95																																																														
2500	90																																																														
3150	90																																																														
4000	85																																																														
5000	85																																																														
6300	80																																																														
8000	75																																																														
10000	70																																																														

Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones				
Ficha Nº: 2	Ro-Ro Nº 2	Fecha y Hora:	20/10/2017	10:50
Nombre Embarcación:	MN PELICAN	Localización:	Muelle Ferry	
<b>Fotografía:</b>				
				
<b>Croquis / Emplazamiento de la Medida:</b>				
				
				

Inventario de Embarcaciones																																			
Ficha Nº:	Crucero 1	Fecha y Hora:	25/07/2017 11:23																																
Nombre Embarcación:	NAUTICA	Localización:	Getxo 3																																
Características Embarcación																																			
Tipo:	Crucero	GT:	28372																																
Operador:	Oceania Cruises	Botado	22/06/1905																																
IMO:	9200938	Eslora (m):	181 m																																
Motores:	4 x Wärtsilä 12V32 diesels combined 13500 kW	Calado (m):	8,4 m																																
Armador:	Chantiers de l'Atlantique, Saint-Nazaire, France	Capacidad Huéspedes:	684																																
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																			
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de chimenea principal, ruido de los motores auxiliares.	Altura del foco	50 m																																
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios:	Ventilación del crucero																																
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón	Altura del micrófono:	4 m																																
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 N° serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																
		Tiempo de integración:	5 min																																
Distancia de medida	60 metros	Superficie de medida considerada	Esférica																																
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	24 °C																															
			Humedad:	66%																															
			Velocidad del viento:	2 m/s																															
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" L<sub>wa</sub> ( re 1pW en dB):</b>			<b>104,2</b>																																
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6																																
Penalización por componente baja frecuencia:	6	Penalización por componente tonal	0																																
Espectro A en bandas de tercio de octavas:																																			
<table border="1"> <caption>Nivel de Potencia Sonora (L<sub>w</sub> en dBA)</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>Nivel de Potencia Sonora [dBA]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>48</td></tr> <tr><td>25</td><td>55</td></tr> <tr><td>40</td><td>65</td></tr> <tr><td>63</td><td>72</td></tr> <tr><td>100</td><td>85</td></tr> <tr><td>160</td><td>95</td></tr> <tr><td>250</td><td>92</td></tr> <tr><td>400</td><td>90</td></tr> <tr><td>630</td><td>95</td></tr> <tr><td>1000</td><td>92</td></tr> <tr><td>1600</td><td>88</td></tr> <tr><td>2500</td><td>85</td></tr> <tr><td>4000</td><td>80</td></tr> <tr><td>6300</td><td>75</td></tr> <tr><td>10000</td><td>70</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	Nivel de Potencia Sonora [dBA]	16	48	25	55	40	65	63	72	100	85	160	95	250	92	400	90	630	95	1000	92	1600	88	2500	85	4000	80	6300	75	10000	70
Frecuencia [Hz]	Nivel de Potencia Sonora [dBA]																																		
16	48																																		
25	55																																		
40	65																																		
63	72																																		
100	85																																		
160	95																																		
250	92																																		
400	90																																		
630	95																																		
1000	92																																		
1600	88																																		
2500	85																																		
4000	80																																		
6300	75																																		
10000	70																																		

Inventario de Embarcaciones																																			
Ficha Nº:	Crucero 1	Fecha y Hora:	25/07/2017 11:23																																
Nombre Embarcación:	NAUTICA	Localización:	Getxo 3																																
Características Embarcación																																			
Tipo:	Crucero	GT:	28372																																
Operador:	Oceania Cruises	Botado	22/06/1905																																
IMO:	9200938	Eslora (m):	181 m																																
Motores:	4 x Wärtsilä 12V32 diesels combined 13500 kW	Calado (m):	8,4 m																																
Armador:	Chantiers de l'Atlantique, Saint-Nazaire, France	Capacidad Huéspedes:	684																																
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																			
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de ventilación principal cercana a la proa crucero	Altura del foco	34 m																																
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios:	Motores auxiliares																																
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón	Altura del micrófono:	2 m																																
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 N° serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																
		Tiempo de integración:	5 min																																
Distancia de medida al foco:	39,4 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica																																
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	24 °C																															
			Humedad:	66%																															
			Velocidad del viento:	2 m/s																															
Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" $L_{wa}$ ( re 1pW en dB):			<b>94,7</b>																																
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6																																
Penalización por componente baja frecuencia:	6	Penalización por componente tonal	0																																
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>																																			
<p style="text-align: center;">Nivel de Potencia Sonora</p> <table border="1"> <caption>Approximate data from the sound power spectrum chart</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>Lw (dBA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>40</td></tr> <tr><td>25</td><td>45</td></tr> <tr><td>40</td><td>55</td></tr> <tr><td>63</td><td>65</td></tr> <tr><td>100</td><td>75</td></tr> <tr><td>160</td><td>80</td></tr> <tr><td>250</td><td>82</td></tr> <tr><td>400</td><td>84</td></tr> <tr><td>630</td><td>84</td></tr> <tr><td>1000</td><td>83</td></tr> <tr><td>1600</td><td>82</td></tr> <tr><td>2500</td><td>80</td></tr> <tr><td>4000</td><td>78</td></tr> <tr><td>6300</td><td>75</td></tr> <tr><td>10000</td><td>70</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	Lw (dBA)	16	40	25	45	40	55	63	65	100	75	160	80	250	82	400	84	630	84	1000	83	1600	82	2500	80	4000	78	6300	75	10000	70
Frecuencia [Hz]	Lw (dBA)																																		
16	40																																		
25	45																																		
40	55																																		
63	65																																		
100	75																																		
160	80																																		
250	82																																		
400	84																																		
630	84																																		
1000	83																																		
1600	82																																		
2500	80																																		
4000	78																																		
6300	75																																		
10000	70																																		

Documento confidencial de uso restringido.

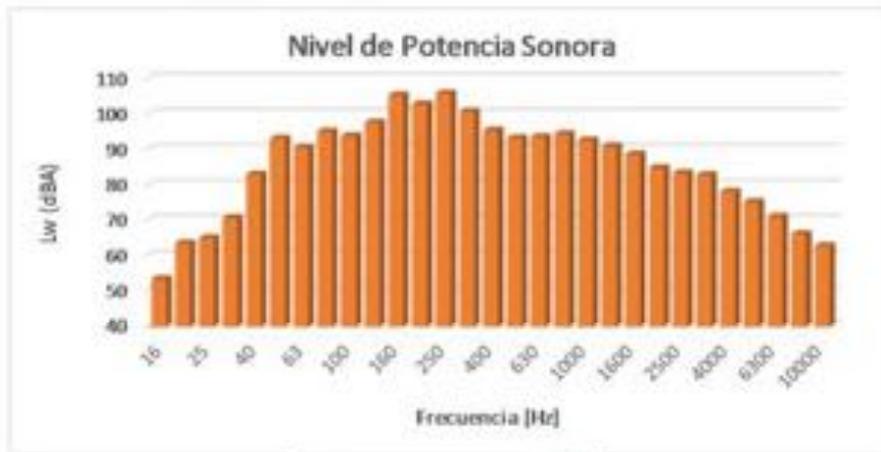
Inventario de Embarcaciones			
Ficha Nº:	1	Fecha y Hora:	25/07/2017 11:23
Nombre Embarcación:	NAUTICA	Localización:	Getxo 3
<b>Fotografía:</b>			
			
<b>Croquis / Emplazamiento de la Medida:</b>			
			
			

Documento confidencial de uso restringido.

**Inventario de Embarcaciones**

<b>Ficha Nº:</b>	Crucero 2	<b>Fecha y Hora:</b>	27/09/2017 6:42
<b>Nombre Embarcación:</b>	BOUDICCA	<b>Localización:</b>	Getxo 1
<b>Características Embarcación</b>			
<b>Tipo:</b>	Passenger cruise ship	<b>GT:</b>	28551 t
<b>Operador:</b>	Fred. Olsen Cruise Lines	<b>Botado</b>	25/05/1975
<b>IMO:</b>	7218395	<b>Eslora (m):</b>	207 m
<b>Motores:</b>	4 x MAN 7L32/40 14,000 kW (combined)	<b>Calado (m):</b>	7,5 m
<b>Armador:</b>	Wärtsilä Helsinki Shipyard, Helsinki, Finland	<b>Capacidad Huéspedes:</b>	900
<b>Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746</b>			
<b>Descripción del foco y de la medida:</b>	Medida enfrente de chimenea principal, ruido de los motores auxiliares.	<b>Altura del foco</b>	50 m
<b>Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:</b>	2200 KW	<b>Presencia de otros focos secundarios:</b>	Ventilación del crucero
<b>Descripción de la superficie del muelle:</b>	Muelle Getxo 3, hormigón en ausencia de otros focos de ruido	<b>Altura del micrófono:</b>	4 m
<b>Condiciones de propagación:</b>	Campo libre con altura de propagación	<b>Corrección ambiental por sonido reflejado:</b>	0 dB
<b>Calibración</b>	Verificada	<b>Corrección por ruido de fondo</b>	0 dB
<b>Instrumentación de medida utilizada:</b>	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	<b>Nº medidas</b>	3
		<b>Tiempo de integración:</b>	5 min
<b>Distancia de medida</b>	46,3 metros	<b>Superficie de medida considerada</b>	Esférica
<b>Tipo de sonido:</b>	Continuo	<b>Condiciones meteorológicas</b>	Temperatura: 14 °C
			Humedad: 70%
			Velocidad del viento: 2,5-4 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>111,1</b>
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6
<b>Penalización por componente baja frecuencia:</b>	<b>6</b>	<b>Penalización por componente tonal</b>	<b>3</b>

**Espectro A en bandas de tercio de octavas:**



Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones																																																													
Ficha Nº:	Crucero 2	Fecha y Hora:	27/09/2017 6:42																																																										
Nombre Embarcación:	BOUDICCA	Localización:	Getxo 1																																																										
Características Embarcación																																																													
Tipo:	Passenger cruise ship	GT:	28551 t																																																										
Operador:	Fred. Olsen Cruise Lines	Botado	25/05/1975																																																										
IMO:	7218395	Eslora (m):	207 m																																																										
Motores:	4 x MAN 7L32/40 14,000 kW (combined)	Calado (m):	7,5 m																																																										
Armador:	Wärtsilä Helsinki Shipyard, Helsinki, Finland	Capacidad Huéspedes:	900																																																										
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																																													
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de ventilación principal	Altura del foco	28 m																																																										
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios:	Motores auxiliares																																																										
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón en ausencia de otros focos de ruido	Altura del micrófono:	2 m																																																										
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																																										
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																																										
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																																										
		Tiempo de integración:	5 min																																																										
Distancia de medida al foco	35 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica																																																										
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura: 24,7 °C																																																										
			Humedad: 50%																																																										
			Velocidad del viento: 3-4,5 m/s																																																										
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" L<sub>wa</sub> ( re 1pW en dB):</b>			<b>103,2</b>																																																										
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6																																																										
Penalización por componente baja frecuencia:	6	Penalización por componente tonal	3																																																										
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>																																																													
<table border="1"> <caption>Nivel de Potencia Sonora (L<sub>w</sub> en dBA)</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>L<sub>w</sub> [dBA]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>48</td></tr> <tr><td>25</td><td>65</td></tr> <tr><td>31,5</td><td>63</td></tr> <tr><td>40</td><td>64</td></tr> <tr><td>50</td><td>72</td></tr> <tr><td>63</td><td>84</td></tr> <tr><td>80</td><td>82</td></tr> <tr><td>100</td><td>92</td></tr> <tr><td>125</td><td>85</td></tr> <tr><td>160</td><td>95</td></tr> <tr><td>200</td><td>98</td></tr> <tr><td>250</td><td>100</td></tr> <tr><td>315</td><td>95</td></tr> <tr><td>400</td><td>90</td></tr> <tr><td>500</td><td>88</td></tr> <tr><td>630</td><td>85</td></tr> <tr><td>800</td><td>85</td></tr> <tr><td>1000</td><td>86</td></tr> <tr><td>1250</td><td>86</td></tr> <tr><td>1600</td><td>85</td></tr> <tr><td>2000</td><td>84</td></tr> <tr><td>2500</td><td>84</td></tr> <tr><td>3150</td><td>83</td></tr> <tr><td>4000</td><td>82</td></tr> <tr><td>5000</td><td>80</td></tr> <tr><td>6300</td><td>78</td></tr> <tr><td>8000</td><td>75</td></tr> <tr><td>10000</td><td>70</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> [dBA]	16	48	25	65	31,5	63	40	64	50	72	63	84	80	82	100	92	125	85	160	95	200	98	250	100	315	95	400	90	500	88	630	85	800	85	1000	86	1250	86	1600	85	2000	84	2500	84	3150	83	4000	82	5000	80	6300	78	8000	75	10000	70
Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> [dBA]																																																												
16	48																																																												
25	65																																																												
31,5	63																																																												
40	64																																																												
50	72																																																												
63	84																																																												
80	82																																																												
100	92																																																												
125	85																																																												
160	95																																																												
200	98																																																												
250	100																																																												
315	95																																																												
400	90																																																												
500	88																																																												
630	85																																																												
800	85																																																												
1000	86																																																												
1250	86																																																												
1600	85																																																												
2000	84																																																												
2500	84																																																												
3150	83																																																												
4000	82																																																												
5000	80																																																												
6300	78																																																												
8000	75																																																												
10000	70																																																												

Inventario de Embarcaciones

Ficha Nº:	Crucero 2	Fecha y Hora:	27/09/2017	6:42
Nombre Embarcación:	BOUDICCA	Localización:	Getxo 1	

Fotografía:



Croquis / Emplazamiento de la Medida:



**Inventario de Embarcaciones**

Ficha Nº:	Crucero 3	Fecha y Hora:	28/09/2017 14:40	
Nombre Embarcación:	SEVEN SEAS EXPLORER	Localización:	Getxo 3	
<b>Características Embarcación</b>				
Tipo:	Passenger cruise ship	GT:	54000 t	
Operador:	Regent Seven Seas Cruises	Botado	21/01/2015	
IMO:	9703150	Eslora (m):	224 m	
Motores:	Propulsion Electric Motors 2 x 9,000 kW Diesel 4 x 8,000 kW MAK 8M 43C Total Installed Electric Power 32,000 kW	Calado (m):	7,1 m	
Armador:	Fincantieri, Sestri Ponente, Genova	Capacidad Huéspedes:	750	
<b>Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746</b>				
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de chimenea principal, ruido de los motores auxiliares.	Altura del foco	28 m	
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios:	Ventilación del crucero	
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón en ausencia de otros focos de ruido	Altura del micrófono:	4 m	
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB	
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB	
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 N° serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3	
		Tiempo de integración:	5 min	
Distancia de medida	49,6 metros	Superficie de medida considerada	Esférica	
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	21°C
			Humedad:	55%
			Velocidad del viento:	1 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" L<sub>wa</sub> ( re 1pW en dB):</b>			<b>101,6</b>	
<b>Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):</b>			<b>6,6</b>	
Penalización por componente baja frecuencia:	6	Penalización por componente tonal:	3	

**Espectro A en bandas de tercio de octavas:**



Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones

Ficha Nº:	Crucero 3	Fecha y Hora:	28/09/2017	14:40
Nombre Embarcación:	<b>SEVEN SEAS EXPLORER</b>	Localización:	Getxo 3	

Fotografía:



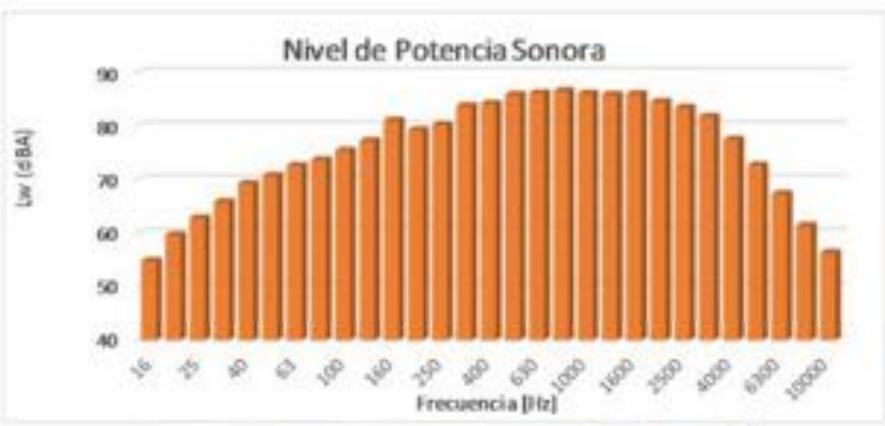
Croquis / Emplazamiento de la Medida:



Inventario de Embarcaciones																																			
Ficha Nº:	Crucero 3	Fecha y Hora:	28/09/2017 14:40																																
Nombre Embarcación:	SEVEN SEAS EXPLORER	Localización:	Getxo 3																																
Características Embarcación																																			
Tipo:	Passenger cruise ship	GT:	54000 t																																
Operador:	Regent Seven Seas Cruises	Botado	21/01/2015																																
IMO:	9703150	Eslora (m):	224 m																																
Motores:	Propulsion Electric Motors 2 x 9,000 kW Diesel 4 x 8,000 kW MAK8M43C Total Installed Electric Power 32,000 kW	Calado (m):	7,1 m																																
Armador:	Fincantieri, Sestri Ponente, Genova	Capacidad Huéspedes:	750																																
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																			
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de ventilación principal	Altura del foco	15 m																																
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios:	Motores auxiliares																																
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón en ausencia de otros focos de ruido	Altura del micrófono:	2 m																																
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 N° serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																
		Tiempo de integración:	5 min																																
Distancia de medida al foco	46,5 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica																																
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	21°C																															
			Humedad:	55%																															
			Velocidad del viento:	1 m/s																															
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>97,5</b>																																
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6																																
Penalización por componente baja	6	Penalización por componente	3																																
Espectro A en bandas de tercio de octavas:																																			
<table border="1"> <caption>Nivel de Potencia Sonora (Lw en dBA)</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>Lw [dBA]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>45</td></tr> <tr><td>25</td><td>55</td></tr> <tr><td>40</td><td>68</td></tr> <tr><td>63</td><td>82</td></tr> <tr><td>100</td><td>80</td></tr> <tr><td>160</td><td>78</td></tr> <tr><td>250</td><td>78</td></tr> <tr><td>400</td><td>80</td></tr> <tr><td>630</td><td>85</td></tr> <tr><td>1000</td><td>90</td></tr> <tr><td>1600</td><td>88</td></tr> <tr><td>2500</td><td>85</td></tr> <tr><td>4000</td><td>80</td></tr> <tr><td>6300</td><td>75</td></tr> <tr><td>10000</td><td>65</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	Lw [dBA]	16	45	25	55	40	68	63	82	100	80	160	78	250	78	400	80	630	85	1000	90	1600	88	2500	85	4000	80	6300	75	10000	65
Frecuencia [Hz]	Lw [dBA]																																		
16	45																																		
25	55																																		
40	68																																		
63	82																																		
100	80																																		
160	78																																		
250	78																																		
400	80																																		
630	85																																		
1000	90																																		
1600	88																																		
2500	85																																		
4000	80																																		
6300	75																																		
10000	65																																		

Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones																																																															
Ficha Nº:	Crucero 4	Fecha y Hora:	17/10/2017 11:40																																																												
Nombre Embarcación:	<b>Independence of the Seas</b>	Localización:	Getxo 3																																																												
Características Embarcación																																																															
Tipo:	Crucero	GT	154407 T																																																												
Operador	Royal Caribbean Cruises	Botado	30/04/2008																																																												
IMO:	9349681	Eslora (m):	339																																																												
Potencia de los motores auxiliares:	Six Wartsila 46 V12 diesels rated at 12.6MW each, driving electric generators at 514 rpm.	Calado (m):	8,8																																																												
Armador:	RCCL	Capacidad Huéspedes:	4370																																																												
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																																															
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de chimenea principal, ruido de los motores auxiliares.	Altura del foco	50 m																																																												
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios:	Ventilación del crucero																																																												
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón en ausencia de otros focos de ruido	Altura del micrófono:	2 m																																																												
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																																												
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																																												
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																																												
		Tiempo de integración:	5 min																																																												
Distancia de medida	75,1 metros	Superficie de medida considerada	Esférica																																																												
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura: 24,7 °C																																																												
			Humedad: 50%																																																												
			Velocidad del viento: 3-4,5 m/s																																																												
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" L<sub>wa</sub> ( re 1pW en dB):</b>			<b>104,5</b>																																																												
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6																																																												
Penalización por componente baja frecuencia:	<b>6</b>	Penalización por componente tonal:	<b>0</b>																																																												
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>																																																															
<table border="1"> <caption>Nivel de Potencia Sonora (L<sub>w</sub> [dB(A)] vs Frecuencia [Hz])</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>L<sub>w</sub> [dB(A)]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>65</td></tr> <tr><td>20</td><td>70</td></tr> <tr><td>25</td><td>75</td></tr> <tr><td>31,5</td><td>78</td></tr> <tr><td>40</td><td>82</td></tr> <tr><td>50</td><td>85</td></tr> <tr><td>63</td><td>86</td></tr> <tr><td>80</td><td>85</td></tr> <tr><td>100</td><td>86</td></tr> <tr><td>125</td><td>87</td></tr> <tr><td>160</td><td>88</td></tr> <tr><td>200</td><td>88</td></tr> <tr><td>250</td><td>89</td></tr> <tr><td>315</td><td>90</td></tr> <tr><td>400</td><td>91</td></tr> <tr><td>500</td><td>92</td></tr> <tr><td>630</td><td>93</td></tr> <tr><td>800</td><td>94</td></tr> <tr><td>1000</td><td>95</td></tr> <tr><td>1250</td><td>95</td></tr> <tr><td>1600</td><td>95</td></tr> <tr><td>2000</td><td>95</td></tr> <tr><td>2500</td><td>94</td></tr> <tr><td>3150</td><td>93</td></tr> <tr><td>4000</td><td>91</td></tr> <tr><td>5000</td><td>88</td></tr> <tr><td>6300</td><td>85</td></tr> <tr><td>8000</td><td>82</td></tr> <tr><td>10000</td><td>80</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> [dB(A)]	16	65	20	70	25	75	31,5	78	40	82	50	85	63	86	80	85	100	86	125	87	160	88	200	88	250	89	315	90	400	91	500	92	630	93	800	94	1000	95	1250	95	1600	95	2000	95	2500	94	3150	93	4000	91	5000	88	6300	85	8000	82	10000	80
Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> [dB(A)]																																																														
16	65																																																														
20	70																																																														
25	75																																																														
31,5	78																																																														
40	82																																																														
50	85																																																														
63	86																																																														
80	85																																																														
100	86																																																														
125	87																																																														
160	88																																																														
200	88																																																														
250	89																																																														
315	90																																																														
400	91																																																														
500	92																																																														
630	93																																																														
800	94																																																														
1000	95																																																														
1250	95																																																														
1600	95																																																														
2000	95																																																														
2500	94																																																														
3150	93																																																														
4000	91																																																														
5000	88																																																														
6300	85																																																														
8000	82																																																														
10000	80																																																														

Inventario de Embarcaciones				
Ficha Nº:	Crucero 4	Fecha y Hora:	17/10/2017 11:40	
Nombre Embarcación:	<b>Independence of the Seas</b>	Localización:	Getxo 3	
Características Embarcación				
Tipo:	Crucero	GT	154407 T	
Operador	Royal Caribbean Cruises	Botado	30/04/2008	
IMO:	9349681	Eslora (m):	339	
Potencia de los motores auxiliares:	Six Wartsila 46 V12 diesels rated at 12.6MW each, driving electric generators at 514 rpm.	Calado (m):	8,8	
Armador:	RCCL	Capacidad Huéspedes:	4370	
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746				
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de ventilación principal	Altura del foco	28 m	
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios:	Motores auxiliares	
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón en ausencia de otros focos de ruido	Altura del micrófono:	2 m	
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB	
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB	
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3	
		Tiempo de integración:	5 min	
Distancia de medida al foco:	49,6 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica	
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	24,7 °C
			Humedad:	50%
			Velocidad del viento:	3-4,5 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>96,2</b>	
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			<b>6,6</b>	
Penalización por componente baja frecuencia:	<b>6</b>	Penalización por componente tonal:	<b>0</b>	
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>  <p style="text-align: center;"><b>Nivel de Potencia Sonora</b></p> <p style="text-align: center;">Lw (dB(A))</p> <p style="text-align: center;">Frecuencia [Hz]</p>				
				

Documento confidencial de uso restringido.

**Inventario de Embarcaciones**

Ficha Nº:	Crucero 4	Fecha y Hora:	17/10/2017	11:40
Nombre Embarcación:	Independence of the Seas	Localización:	Getxo 3	

**Fotografía:**



**Croquis / Emplazamiento de la Medida:**



Inventario de Embarcaciones																																		
Ficha Nº:	Crucero 5	Fecha y Hora: 24/10/2017 11:45																																
Nombre Embarcación:	Navigator of the seas	Localización: Getxo 3																																
Características Embarcación																																		
Tipo:	Passenger cruise ship	GT: 139570 t																																
Operador:	Royal Caribbean International	Botado: 25/01/2002																																
IMO:	9227508	Eslora (m): 311,1 m																																
Motores:	6 x Wärtsilä 12V46 (6 x 12,600 kW)	Calado (m): 8,6 m																																
Arma dor:	Kværner Masa-Yards Turku New Shipyard, Finland	Capacidad Huéspedes: 3807																																
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																		
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de chimenea principal, ruido de los motores auxiliares.	Altura del foco: 50 m																																
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios: Ventilación del crucero																																
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón en ausencia de otros focos de ruido	Altura del micrófono: 2 m																																
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado: 0 dB																																
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo: 0 dB																																
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas: 3																																
		Tiempo de integración: 5 min																																
Distancia de medida	84 metros	Superficie de medida considerada: Esférica																																
Tipo de sonido:	Continuo	Temperatura: 20 °C																																
		Humedad: 45%																																
		Velocidad del viento: 1-3 m/s																																
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" L<sub>wa</sub> ( re 1pW en dB):</b>		<b>105,3</b>																																
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):		6,6																																
Penalización por componente baja frecuencia:	6	Penalización por componente tonal: 3																																
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>																																		
<table border="1"> <caption>Nivel de Potencia Sonora (L<sub>w</sub> en dB(A) vs Frecuencia [Hz])</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>L<sub>w</sub> (dB(A))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>55</td></tr> <tr><td>25</td><td>70</td></tr> <tr><td>40</td><td>82</td></tr> <tr><td>63</td><td>75</td></tr> <tr><td>100</td><td>78</td></tr> <tr><td>160</td><td>85</td></tr> <tr><td>250</td><td>90</td></tr> <tr><td>400</td><td>88</td></tr> <tr><td>630</td><td>92</td></tr> <tr><td>1000</td><td>95</td></tr> <tr><td>1600</td><td>93</td></tr> <tr><td>2500</td><td>90</td></tr> <tr><td>4000</td><td>85</td></tr> <tr><td>6300</td><td>80</td></tr> <tr><td>10000</td><td>75</td></tr> </tbody> </table>			Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> (dB(A))	16	55	25	70	40	82	63	75	100	78	160	85	250	90	400	88	630	92	1000	95	1600	93	2500	90	4000	85	6300	80	10000	75
Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> (dB(A))																																	
16	55																																	
25	70																																	
40	82																																	
63	75																																	
100	78																																	
160	85																																	
250	90																																	
400	88																																	
630	92																																	
1000	95																																	
1600	93																																	
2500	90																																	
4000	85																																	
6300	80																																	
10000	75																																	

Documento confidencial de uso restringido.

**Inventario de Embarcaciones**

<b>Ficha Nº:</b>	Crucero 5	<b>Fecha y Hora:</b>	24/10/2017 11:45
<b>Nombre Embarcación:</b>	Navigator of the seas	<b>Localización:</b>	Getxo 3
<b>Características Embarcación</b>			
Tipo:	Passenger cruise ship	GT:	139570 t
Operador:	Royal Caribbean International	Botado	25/01/2002
IMO:	9227508	Eslora (m):	311,1 m
Motores:	6 x Wärtsilä 12V46 (6 x 12,600 kW)	Calado (m):	8,6 m
Armador:	Kværner Masa-Yards Turku New Shipyard, Finland	Capacidad Huéspedes:	3807
<b>Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746</b>			
Descripción del foco y de la medida:	Medida enfrente de ventilación principal	Altura del foco	28 m
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:		Presencia de otros focos secundarios:	Motores auxiliares
Descripción de la superficie del muelle:	Muelle Getxo 3, hormigón en ausencia de otros focos de ruido	Altura del micrófono:	2 m
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3
		Tiempo de integración:	5 min
Distancia de medida al foco:	56,4 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura: 20 °C
			Humedad: 45%
			Velocidad del viento: 1-3 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>98,7</b>
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6
Penalización por componente baja frecuencia:	10	Penalización por componente tonal	3

**Espectro A en bandas de tercio de octavas:**



**Inventario de Embarcaciones**

Ficha Nº:	Crucero S	Fecha y Hora:	24/10/2017	11:45
Nombre Embarcación:	<b>Navigator of the seas</b>	Localización:	Getxo 3	

**Fotografía:**



**Croquis / Emplazamiento de la Medida:**



Inventario de Embarcaciones																																			
Ficha Nº:	Portacontenedores 1	Fecha y Hora:	04/10/2017 6:34																																
Nombre Embarcación:	MAX Carrier	Localización:	Noatum																																
Características Embarcación																																			
Tipo:	Portacontenedores	GT:	14241 t																																
Bandera:	Malta [MT]	Botado	2002																																
IMO:	9236597	Eslora (m):	158,75																																
Motores:	B&W 7S50MC 10010kW	Calado (m):	8,4																																
Ruta:	Bilbao-Algeciras	Refer Containers (TEU):	153																																
Propietario:	Rehder Carsten																																		
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																			
Descripción del foco y de la medida:	Enfrente del puente del Portacontenedores, ruido de los motores auxiliares	Altura del foco	24 m																																
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	-	Presencia de otros focos secundarios:	Ninguno																																
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	2 m																																
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 N° serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																
		Tiempo de integración:	5 min																																
Distancia de medida	38 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica																																
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura: 18,5 ºC																																
			Humedad: 91%																																
			Velocidad del viento: 0,5 m/s																																
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>97,4</b>																																
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6																																
Penalización por componente baja frecuencia:	6	Penalización por componente tonal	3																																
Espectro A en bandas de tercio de octavas:																																			
<table border="1"> <caption>Nivel de Potencia Sonora (Lwa en dB(A) vs Frecuencia en Hz)</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>Lwa [dB(A)]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>45</td></tr> <tr><td>25</td><td>55</td></tr> <tr><td>40</td><td>70</td></tr> <tr><td>63</td><td>85</td></tr> <tr><td>100</td><td>80</td></tr> <tr><td>150</td><td>85</td></tr> <tr><td>250</td><td>82</td></tr> <tr><td>400</td><td>85</td></tr> <tr><td>630</td><td>88</td></tr> <tr><td>1000</td><td>90</td></tr> <tr><td>1500</td><td>88</td></tr> <tr><td>2500</td><td>82</td></tr> <tr><td>4000</td><td>75</td></tr> <tr><td>6300</td><td>65</td></tr> <tr><td>10000</td><td>55</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	Lwa [dB(A)]	16	45	25	55	40	70	63	85	100	80	150	85	250	82	400	85	630	88	1000	90	1500	88	2500	82	4000	75	6300	65	10000	55
Frecuencia [Hz]	Lwa [dB(A)]																																		
16	45																																		
25	55																																		
40	70																																		
63	85																																		
100	80																																		
150	85																																		
250	82																																		
400	85																																		
630	88																																		
1000	90																																		
1500	88																																		
2500	82																																		
4000	75																																		
6300	65																																		
10000	55																																		

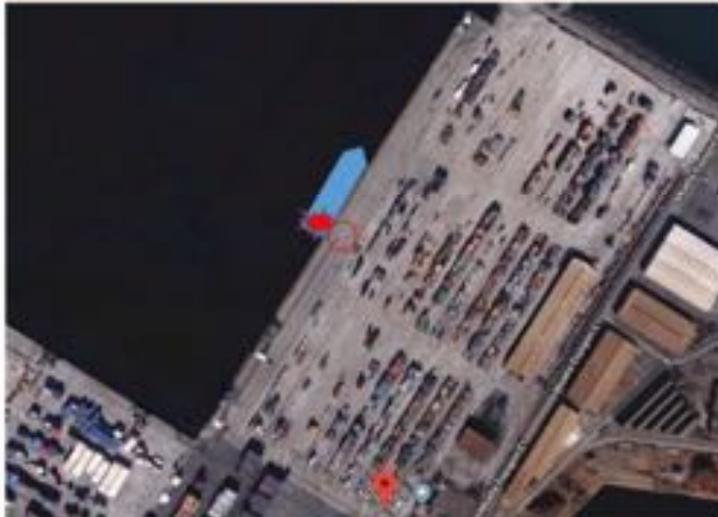
**Inventario de Embarcaciones**

Ficha N°:	Portacontenedores 1	Fecha y Hora:	04/10/2017	6:34
Nombre Embarcación:	<b>MAX Carrier</b>	Localización:	Noatum	

**Fotografía:**



**Croquis / Emplazamiento de la Medida:**



Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones																																																															
Ficha Nº:	Portacontenedores 2	Fecha y Hora:	20/10/2017 6:43																																																												
Nombre Embarcación:	<b>CMA CGM GOYA VALLETTA</b>	Localización:	Noatum																																																												
Características Embarcación																																																															
Tipo:	Portacontenedores	GT:	7702																																																												
Bandera:	Holanda	Botado:	2008																																																												
IMO:	9365972	Eslora (m):	141,6																																																												
Motores:	Wärtsilä 8M43C 9420kW	Calado (m):	7,3																																																												
Ruta:	Bilbao-Tilbury (GB)	Refeer Containers (TEU):	150																																																												
Propietario:	Rederij Flinter (Allships BV)																																																														
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																																															
Descripción del foco y de la medida:	Enfrente del puente del Portacontenedores, ruido de los motores auxiliares	Altura del foco	20 m																																																												
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	1x750kW	Presencia de otros focos secundarios:	Ninguno																																																												
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	2 m																																																												
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																																												
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																																												
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																																												
		Tiempo de integración:	5 min																																																												
Distancia de medida	43,3 metros	Superficie de medida considerada:	Semiesférica																																																												
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	18,2 ºC																																																											
			Humedad:	64%																																																											
			Velocidad del viento:	3 m/s																																																											
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" L<sub>wa</sub> ( re 1pW en dB):</b>			<b>95,1</b>																																																												
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			<b>6,6</b>																																																												
Penalización por componente baja frecuencia:	<b>3</b>	Penalización por componente tonal	<b>0</b>																																																												
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>																																																															
<table border="1"> <caption>Nivel de Potencia Sonora (L<sub>w</sub> en dBA)</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>L<sub>w</sub> [dBA]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>42</td></tr> <tr><td>20</td><td>45</td></tr> <tr><td>25</td><td>50</td></tr> <tr><td>31,5</td><td>58</td></tr> <tr><td>40</td><td>68</td></tr> <tr><td>50</td><td>75</td></tr> <tr><td>63</td><td>78</td></tr> <tr><td>80</td><td>78</td></tr> <tr><td>100</td><td>78</td></tr> <tr><td>125</td><td>75</td></tr> <tr><td>160</td><td>82</td></tr> <tr><td>200</td><td>85</td></tr> <tr><td>250</td><td>85</td></tr> <tr><td>315</td><td>82</td></tr> <tr><td>400</td><td>85</td></tr> <tr><td>500</td><td>85</td></tr> <tr><td>630</td><td>82</td></tr> <tr><td>800</td><td>85</td></tr> <tr><td>1000</td><td>82</td></tr> <tr><td>1250</td><td>85</td></tr> <tr><td>1600</td><td>82</td></tr> <tr><td>2000</td><td>80</td></tr> <tr><td>2500</td><td>78</td></tr> <tr><td>3150</td><td>75</td></tr> <tr><td>4000</td><td>72</td></tr> <tr><td>5000</td><td>68</td></tr> <tr><td>6300</td><td>65</td></tr> <tr><td>8000</td><td>60</td></tr> <tr><td>10000</td><td>55</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> [dBA]	16	42	20	45	25	50	31,5	58	40	68	50	75	63	78	80	78	100	78	125	75	160	82	200	85	250	85	315	82	400	85	500	85	630	82	800	85	1000	82	1250	85	1600	82	2000	80	2500	78	3150	75	4000	72	5000	68	6300	65	8000	60	10000	55
Frecuencia [Hz]	L <sub>w</sub> [dBA]																																																														
16	42																																																														
20	45																																																														
25	50																																																														
31,5	58																																																														
40	68																																																														
50	75																																																														
63	78																																																														
80	78																																																														
100	78																																																														
125	75																																																														
160	82																																																														
200	85																																																														
250	85																																																														
315	82																																																														
400	85																																																														
500	85																																																														
630	82																																																														
800	85																																																														
1000	82																																																														
1250	85																																																														
1600	82																																																														
2000	80																																																														
2500	78																																																														
3150	75																																																														
4000	72																																																														
5000	68																																																														
6300	65																																																														
8000	60																																																														
10000	55																																																														

Inventario de Embarcaciones

Ficha Nº:	Portacontenedores 2	Fecha y Hora:	20/10/2017	6:43
Nombre Embarcación:	CMA CGM GOYA VALLETTA	Localización:	Noatum	

Fotografía:

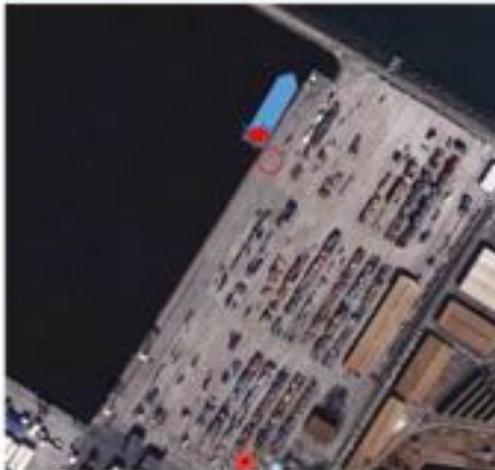


Croquis / Emplazamiento de la Medida:



Inventario de Embarcaciones				
Ficha Nº:	Portacontenedores 3	Fecha y Hora:	20/10/2017 7:33	
Nombre Embarcación:	VEGA PHILIPP MADEIRA	Localización:	Noatum	
Características Embarcación				
Tipo:	Portacontenedores	GT:	8971 t	
Bandera:	Portugal	Botado	2007	
IMO:	9430193	Eslora (m):	154,85	
Motores:	MAK 8M43 Main engine power 7999 kW	Calado (m):	6,5	
Ruta:	Bilbao-Dublin	Refeer Containers (TEU):	200	
Propietario:	Beluga Shipping			
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746				
Descripción del foco y de la medida:	Enfrente del puente del Portacontenedores, ruido de los motores auxiliares	Altura del foco	19 m	
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	1x469 kW	Presencia de otros focos secundarios:	Ninguno	
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	2 m	
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB	
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB	
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3	
		Tiempo de integración:	5 min	
Distancia de medida	11,8 metros	Superficie de medida	Semiesférica	
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	18,2 ºC
			Humedad:	64%
			Velocidad del viento:	3 m/s
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>95,0</b>	
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6	
Penalización por componente baja frecuencia:	3	Penalización por componente tonal:	3	
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>				

Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones			
Ficha Nº:	Portacontenedores 53	Fecha y Hora:	20/10/2017 7:33
Nombre Embarcación:	VEGA PHILIPP MADEIRA	Localización:	Noatum
<b>Fotografía:</b>			
			
<b>Croquis / Emplazamiento de la Medida:</b>			
			
			

Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones																																			
Ficha Nº:	Portacontenedores 4	Fecha y Hora:	27/09/2017 4:34																																
Nombre Embarcación:	<b>Hercules J</b>	Localización:	Noatum																																
Características Embarcación																																			
Tipo:	Portacontenedores	GT:	10585t																																
Bandera:	Cyprus [CY]	Botado	2009																																
IMO:	9430193	Eslora (m):	151,72																																
Motores:	MAK 9M43 9000 kW	Calado (m):	7,7																																
Ruta:	-	Refeer Containers (TEU):	-																																
Propietario:	Jungerhans Maritime																																		
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																			
Descripción del foco y de la medida:	Enfrente del puente del Portacontenedores, ruido de los motores auxiliares	Altura del foco	24 m																																
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	-	Presencia de otros focos secundarios:	Contenedores Refrigerados																																
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	2 m																																
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																
		Tiempo de integración:	5 min																																
Distancia de medida	33,8 metros	Superficie de medida considerada	Semiesférica																																
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura: 18,5 °C																																
			Humedad: 91%																																
			Velocidad del viento: 3 m/s																																
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>90,2</b>																																
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			6,6																																
Penalización por componente baja frecuencia:	<b>3</b>	Penalización por componente tonal	<b>0</b>																																
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>																																			
<p><b>Nivel de Potencia Sonora</b></p> <table border="1"> <caption>Approximate data from the sound power spectrum chart</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>Lw [dB(A)]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>42</td></tr> <tr><td>25</td><td>48</td></tr> <tr><td>40</td><td>55</td></tr> <tr><td>63</td><td>62</td></tr> <tr><td>100</td><td>68</td></tr> <tr><td>160</td><td>75</td></tr> <tr><td>250</td><td>78</td></tr> <tr><td>400</td><td>80</td></tr> <tr><td>630</td><td>82</td></tr> <tr><td>1000</td><td>85</td></tr> <tr><td>1600</td><td>82</td></tr> <tr><td>2500</td><td>78</td></tr> <tr><td>4000</td><td>72</td></tr> <tr><td>6300</td><td>68</td></tr> <tr><td>10000</td><td>62</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	Lw [dB(A)]	16	42	25	48	40	55	63	62	100	68	160	75	250	78	400	80	630	82	1000	85	1600	82	2500	78	4000	72	6300	68	10000	62
Frecuencia [Hz]	Lw [dB(A)]																																		
16	42																																		
25	48																																		
40	55																																		
63	62																																		
100	68																																		
160	75																																		
250	78																																		
400	80																																		
630	82																																		
1000	85																																		
1600	82																																		
2500	78																																		
4000	72																																		
6300	68																																		
10000	62																																		

Documento confidencial de uso restringido.

Inventario de Embarcaciones																																			
Ficha Nº:	Portacontenedores 4	Fecha y Hora:	27/09/2017 4:34																																
Nombre Embarcación:	Hercules J	Localización:	Noatum																																
Características Embarcación																																			
Tipo:	Portacontenedores	GT:	10585t																																
Bandera:	Cyprus [CY]	Botado	2009																																
IMO:	9430193	Eslora (m):	151,72																																
Motores:	MAK 9M43 9000 kW	Calado (m):	7,7																																
Ruta:	-	Refeer Containers (TEU):	-																																
Propietario:	Jungerhans Maritime																																		
Mediciones aplicando de forma adaptada la norma ISO 3746																																			
Descripción del foco y de la medida:	Enfrente de un contenedor refrigerado	Altura del foco	6 m																																
Condiciones de funcionamiento de los motores auxiliares:	-	Presencia de otros focos secundarios:	Motor Auxiliar Portacontenedores																																
Descripción de la superficie del muelle:	Sin focos de ruido adicionales	Altura del micrófono:	2 m																																
Condiciones de propagación:	Campo libre con altura de propagación	Corrección ambiental por sonido reflejado:	0 dB																																
Calibración	Verificada	Corrección por ruido de fondo	0 dB																																
Instrumentación de medida utilizada:	B&K 2270 Nº serie 2131790 Calibrador Rion NC-4 n serie 34746714	Nº medidas	3																																
		Tiempo de integración:	5 min																																
Distancia de medida	40 m	Superficie de medida considerada:	Semiesférica																																
Tipo de sonido:	Continuo	Condiciones meteorológicas	Temperatura:	18,5 °C																															
			Humedad:	91%																															
			Velocidad del viento:	3 m/s																															
<b>Valor del nivel de potencia acústica ponderado "A" Lwa ( re 1pW en dB):</b>			<b>92,3</b>																																
Valor de la incertidumbre de la medida, calculada en base a la ISO 3746 (dB):			<b>6,6</b>																																
Penalización por componente baja frecuencia:	<b>3</b>	Penalización por componente tonal:	<b>0</b>																																
<b>Espectro A en bandas de tercio de octavas:</b>																																			
<p style="text-align: center;">Nivel de Potencia Sonora</p> <table border="1"> <caption>Approximate data from the sound power spectrum chart</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia [Hz]</th> <th>Lw [dBA]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>40</td></tr> <tr><td>25</td><td>45</td></tr> <tr><td>40</td><td>55</td></tr> <tr><td>63</td><td>65</td></tr> <tr><td>100</td><td>70</td></tr> <tr><td>160</td><td>73</td></tr> <tr><td>250</td><td>75</td></tr> <tr><td>400</td><td>78</td></tr> <tr><td>630</td><td>80</td></tr> <tr><td>1000</td><td>82</td></tr> <tr><td>1600</td><td>80</td></tr> <tr><td>2500</td><td>78</td></tr> <tr><td>4000</td><td>75</td></tr> <tr><td>6300</td><td>72</td></tr> <tr><td>10000</td><td>68</td></tr> </tbody> </table>				Frecuencia [Hz]	Lw [dBA]	16	40	25	45	40	55	63	65	100	70	160	73	250	75	400	78	630	80	1000	82	1600	80	2500	78	4000	75	6300	72	10000	68
Frecuencia [Hz]	Lw [dBA]																																		
16	40																																		
25	45																																		
40	55																																		
63	65																																		
100	70																																		
160	73																																		
250	75																																		
400	78																																		
630	80																																		
1000	82																																		
1600	80																																		
2500	78																																		
4000	75																																		
6300	72																																		
10000	68																																		

Documento confidencial de uso restringido.

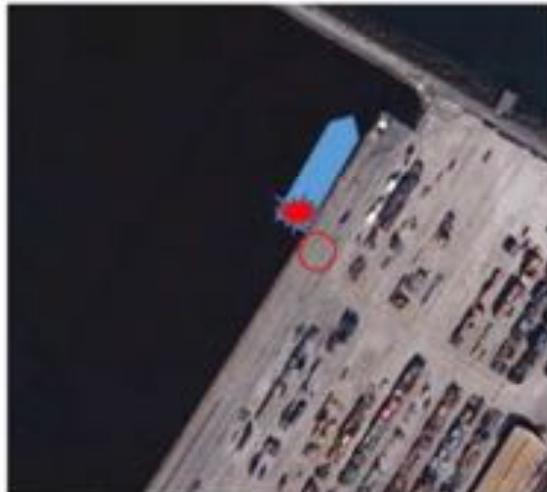
**Inventario de Embarcaciones**

Ficha Nº:	Portacontenedores 4	Fecha y Hora:	27/09/2017	4:34
Nombre Embarcación:	Hercules I	Localización:	Noatum	

**Fotografía:**



**Croquis / Emplazamiento de la Medida:**



## Anexo II Certificados de Calibración

A continuación, se presentan los certificados de calibración de los equipos empleados en el presente estudio de niveles sonoros.



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

ENAC  
 Calle Nueva España  
 122  
 28012 Madrid  
 España



### LACANAC

Laboratorio Certificado de Competencia Reconocida  
 Administrativamente en España  
 Calle Nueva España 122, Madrid 28012, España  
 Tel: +34 91 540 11 00 / Fax: +34 91 540 11 01  
 www.lacanac.es

Identificación:  
 10000000

Descripción:

Identificación:  
 10000000

ENAC ENAC (reconocido ENAC)

Identificación:  
 10000000

ENAC ENAC

Identificación:  
 10000000

ENAC ENAC (reconocido ENAC)

Identificación:  
 10000000

ENAC ENAC (reconocido ENAC)

Identificación:  
 10000000

Este certificado es parte de un conjunto de documentos que acreditan la competencia técnica de un laboratorio de calibración que pertenece al sistema de gestión de calidad ENAC ENAC (reconocido ENAC).

Este certificado muestra el alcance de la competencia técnica del laboratorio de calibración.

Este es un ejemplo de un certificado de calibración que muestra el alcance de la competencia técnica de un laboratorio de calibración que pertenece al sistema de gestión de calidad ENAC ENAC (reconocido ENAC).

Este certificado es parte de un conjunto de documentos que acreditan la competencia técnica de un laboratorio de calibración que pertenece al sistema de gestión de calidad ENAC ENAC (reconocido ENAC).

Este certificado muestra el alcance de la competencia técnica del laboratorio de calibración.

Este es un ejemplo de un certificado de calibración que muestra el alcance de la competencia técnica de un laboratorio de calibración que pertenece al sistema de gestión de calidad ENAC ENAC (reconocido ENAC).

Documento confidencial de uso restringido.

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

LABORATORIO DE CALIDAD DE SONIDO, VIBRACIONES Y CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS



### LACANAC

Laboratorio de Calidad de Sonido, Vibraciones Acústicas  
 (Instituto Tecnológico de Chiriquí)  
 Calle 14 y Calle 17, Ciudad de Panamá, Panamá  
 Teléfono: (507) 302-1111  
 Correo electrónico: info@lacanac.com

TIPO DE VERIFICACIÓN:	RECORRIDO
SISTEMAS:	SONORIDAD
USUARIO:	SENA S.A.
OBJETIVO:	Verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad de sonido y vibración.
ESTÁNDAR:	ISO 9001:2015
UBICACIÓN:	TECNOLOGÍA ACÚSTICA Y VIBRACIONES Calle 14 y Calle 17, Ciudad de Panamá, Panamá Edificio: SENNA S.A.
FECHA DE EMISIÓN:	01/01/2024
FECHA DE VIGENCIA:	01/01/2024 - 31/12/2024
FECHA DE EXPIRACIÓN:	31/12/2024

**DECLARACIÓN DEL LABORATORIO**

#### Declaración

El Laboratorio de Calidad de Sonido, Vibraciones y Características Acústicas (LACANAC) ha verificado el cumplimiento de los requisitos de calidad de sonido y vibración establecidos en el estándar ISO 9001:2015 para el sistema de gestión de calidad de SENNA S.A. en el ámbito de la fabricación y distribución de productos de construcción.

El sistema de gestión de calidad de SENNA S.A. cumple con los requisitos de calidad establecidos en el estándar ISO 9001:2015 y garantiza la calidad de los productos fabricados y distribuidos por SENNA S.A.

El sistema de gestión de calidad de SENNA S.A. está basado en el modelo de gestión de calidad ISO 9001:2015 y garantiza la calidad de los productos fabricados y distribuidos por SENNA S.A.

El sistema de gestión de calidad de SENNA S.A. está basado en el modelo de gestión de calidad ISO 9001:2015 y garantiza la calidad de los productos fabricados y distribuidos por SENNA S.A.

Documento confidencial de uso restringido.



Documento confidencial de uso restringido.

# CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

ESTABLECIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS ACÚSTICOS Y CERTIFICACIÓN DE PERSONAL



## LACINAC

Laboratorio de Calibración de Instrumentos Acústicos y Certificación de Personal  
 Calle 100 No. 100-100, Torre 100, Zona 10, Ciudad de Guatemala, Guatemala  
 Teléfono: +502 2333 1000 | Email: info@lacinac.gt  
 www.lacinac.gt

TIPO DE VERIFICACIÓN	PERIÓDICA
OBJETO DE LA VERIFICACIÓN	CALIBRACIÓN DE UN PUNTO
UNIDAD	dB
UNIDAD DE MEDIDA	dB(A)
UNIDAD DE MEDIDA DE REFERENCIA	100 µPa
CONDICIONES DE VERIFICACIÓN	Temperatura ambiente y humedad relativa Humedad relativa: 45% a 75% Presión atmosférica: 980 hPa a 1040 hPa
FECHA DE VERIFICACIÓN	01/01/2017
PROXIMA VERIFICACIÓN	01/01/2018
CÓDIGO DE VERIFICACIÓN	07400001

Este certificado es válido para el uso de los instrumentos acústicos en el laboratorio de calibración de instrumentos acústicos de LACINAC.

### Nota Importante

Este certificado es válido para el uso de los instrumentos acústicos en el laboratorio de calibración de instrumentos acústicos de LACINAC. El presente certificado es válido para el uso de los instrumentos acústicos en el laboratorio de calibración de instrumentos acústicos de LACINAC. Este certificado es válido para el uso de los instrumentos acústicos en el laboratorio de calibración de instrumentos acústicos de LACINAC. Este certificado es válido para el uso de los instrumentos acústicos en el laboratorio de calibración de instrumentos acústicos de LACINAC.



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO  
 Calle Real número  
 229  
 Turis de Aragón  
 50100, España



### LACANAC

Laboratorio Calibrador de Instrumentos de Medida  
 (CONFORME A LA ISO 17025)

Calibración de instrumentos de medida de  
 longitud, masa, temperatura, tiempo, ángulo y  
 frecuencia de vibración

Identificación del objeto	Instrumento
Identificación del cliente	INTECER
Identificación del objeto	Instrumento de medida de longitud
Identificación del objeto	Instrumento de medida de masa
Identificación del objeto	Instrumento de medida de temperatura
Identificación del objeto	Instrumento de medida de tiempo
Identificación del objeto	Instrumento de medida de ángulo
Identificación del objeto	Instrumento de medida de frecuencia de vibración

Fecha de emisión  
 14/03/2014

Identificación del objeto  
 Instrumento de medida de longitud

Fecha de emisión

Este certificado es válido si se utiliza en el laboratorio en el momento en que se emite, en el caso de que el certificado se emita en papel, o en el momento en que se emite en formato electrónico.

Este certificado es válido si se utiliza en el momento en que se emite en formato electrónico.

Este certificado es válido si se utiliza en el momento en que se emite en formato electrónico.

Este certificado es válido si se utiliza en el momento en que se emite en formato electrónico.

Este certificado es válido si se utiliza en el momento en que se emite en formato electrónico.

Este certificado es válido si se utiliza en el momento en que se emite en formato electrónico.

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

ESTABLECIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD ACÚSTICO Y CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS



### LACARAC

LABORATORIO DE CALIDAD EN EL ESTABLECIMIENTO ACÚSTICO Y CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS

LABORATORIO DE CALIDAD EN EL ESTABLECIMIENTO ACÚSTICO Y CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS

<b>TIPO DE VERIFICACIÓN</b>	ANUAL
<b>OBJETIVO</b>	CONFORMIDAD
<b>UBICACIÓN</b>	Avda. 4 de Mayo Edificio de la Universidad Nacional de Tucumán
<b>ÁREAS</b>	OT
<b>ESTADO DE OBRAS</b>	OTRO, CONFORME A LA LEY
<b>EXEQUENTE</b>	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS Buenos Aires, Argentina
<b>FECHA DE VERIFICACIÓN</b>	2017/07/07
<b>PROYECTO</b>	DE CALIDAD DE CALIDAD
<b>CONSTATACIONES</b>	CONFORME

Este certificado es válido para el período de vigencia que se indica en el presente documento.

#### Notas

Este certificado es válido para el período de vigencia que se indica en el presente documento.

Este certificado es válido para el período de vigencia que se indica en el presente documento.

Este certificado es válido para el período de vigencia que se indica en el presente documento.

Este certificado es válido para el período de vigencia que se indica en el presente documento.

Este certificado es válido para el período de vigencia que se indica en el presente documento.

Documento confidencial de uso restringido.