

## PLANEAMIENTO Y SERVIDUMBRE ACÚSTICA DEL PUERTO DE ALGECIRAS

López Santos, Fernando <sup>(1)</sup>; Carretero de la Rocha, David <sup>(1)</sup>; Cueto Ancela, José Luis <sup>(2)</sup>;  
Hernández Molina, Ricardo <sup>(2)</sup>; Fernández Zacarías, Francisco <sup>(2)</sup>

SINCOSUR; Ingeniería Sostenible, S.L. <sup>(1)</sup>;  
Avda. San Francisco Javier, nº 9, Edif. Sevilla 2, Plta. 5ª, Mód. 27-28; 41018 – SEVILLA  
Tfno.: 954 51 00 31 / Fax: 954 25 06 84  
flopez@sincosur.es; dcarretero@sincosur.es

Laboratorio Ingeniería Acústica Universidad de Cádiz <sup>(2)</sup>  
Campus de Puerto Real (CASEM); Polígono Rio S. Pedro s/n; 11515 - Puerto Real; Cádiz  
Tfno/Fax: 956 01 60 51  
ricardo.hernandez@uca.es; joseluis.cueto@uca.es

### Resumen

El Puerto de Algeciras ha elaborado el Plan Especial del Puerto Bahía de Algeciras, en el Municipio de Algeciras (Cádiz), que desarrolla el planeamiento sectorial y urbanístico del Puerto. Dada las características de la acción a emprender se hace necesario la elaboración del Estudio Ambiental Acústico del Plan Especial. En la presente comunicación se describe el estudio pre y operacional, metodología aplicada, resultados obtenidos y su análisis y cálculo de la servidumbre acústica, considerando la emisión acústica de funcionamiento que origine la mayor afección en su entorno.

**Palabras-clave:** servidumbre acústica, estudio acústico, planeamiento

### Abstract

The Port of Algeciras has developed the Special Plan of the Port of Algeciras Bay in the Algeciras municipality (Cádiz), which develops the urban planning of the port sector. Given the characteristics of the action is necessary the preparation of the Environmental Acoustic Study of the Special Plan. This communication describes the study pre and operational methodology, results and analysis and calculation of the easement acoustic, considering the operation condition that giving rise to highest levels noise in their environment.

**Keywords:** easement acoustics, acoustic study, planning

**PACS 43.50.Lj**

## **1 Introducción**

La Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras ha acometido en los últimos años la elaboración del planeamiento sectorial y urbanístico a través del Plan Especial del Puerto Bahía de Algeciras (PE), en el Municipio de Algeciras (Cádiz). Este nuevo planeamiento busca mejorar las instalaciones portuarias promoviendo con ello una mejora en la competitividad del puerto, a la vez que pretende una integración del mismo con la ciudad.

Dada las características de la acción a emprender se hace necesario la solicitud del correspondiente Procedimiento de Evaluación Ambiental del Plan Especial tal y como queda recogido en la Ley 7/2007, de Gestión Integrada de Calidad Ambiental, que en su artículo 16 explicita la necesidad de someter al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental las actuaciones públicas o privadas, que se lleven a cabo en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía, que se hallen comprendidas en el Anexo I de la citada Ley.

En base a este requerimiento normativo la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras contrató a la empresa consultora SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L., en colaboración con la empresa COBALTIA y el Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de Cádiz (LAV), para la realización del ESTUDIO ACÚSTICO PREDICTIVO DEL PLAN ESPECIAL DEL PUERTO DE BAHÍA DE ALGECIRAS EN EL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

## **2 Metodología aplicada**

La realización del estudio acústico predictivo del Plan Especial del Puerto de Algeciras supone, esencialmente, determinar la situación acústica actual y la futura asumiendo los cambios planteados por dicho plan, analizando las modificaciones en los niveles sonoros que se pudieran producir y la forma en la que podrían afectar en el entorno.

En los siguientes puntos se concretará el procedimiento seguido en nuestro trabajo:

### **2.1 Síntesis informativa**

El primer punto del trabajo, la síntesis informativa, se centró en definir el área de estudio y obtener toda la información necesaria para caracterizar la zona y las fuentes de ruido, tanto para la situación actual como para la prevista por el Plan Especial del Puerto.

El área de estudio conforma todas las instalaciones existentes y previstas por el Plan en el Puerto de Algeciras, en el municipio de Algeciras, incluyendo las superficies de tierra y agua necesarias para la ejecución de sus actividades y actividades complementarias. Por este motivo no sólo se prestará atención al propio puerto, sino también a su entorno, especialmente a la zona más próxima al puerto de la ciudad de Algeciras.



Figura 1 - Vista general del puerto de Algeciras

Para el área de estudio se recabaron y analizaron los siguientes datos:

- Bases Cartográficas actual y futura
- Tipología de edificios y su caracterización
- Población existente y su distribución
- Datos Meteorológicos
- Identificación y caracterización de las fuentes sonoras del Puerto

## 2.2 Identificación y caracterización de fuentes

Es necesario hacer un análisis de todas las fuentes sonoras existentes en la situación preoperacional y operacional. Por motivos expositivos y de esclarecimiento de responsabilidades se dividieron las fuentes de ruido y su descripción en relación a su pertenencia al puerto de Algeciras o a la propia ciudad.

### 2.2.1 Puerto de Algeciras

La identificación de las fuentes acústicas presentes en el Puerto de la Bahía de Algeciras, atiende a la clasificación basada en la **“Good Practice Guide on Port Area Noise Mapping and Management (NoMePort)”**:

#### Tráfico viario

Se identificaron todos los tramos de carreteras y calles que se localizasen dentro del área de estudio. Para cada tramo se realizó una descripción de su situación, carriles, sentido, velocidad de paso, tipo de tráfico que circula y cualquier otra información que pudiera ser de interés para el estudio.

Para la caracterización de las fuentes viarias se realizaron diversas campañas de aforos,

#### Tráfico ferroviario

Las instalaciones del Puerto de la Bahía de Algeciras cuentan con una conexión ferroviaria, desde la Estación de Algeciras, al muelle de Isla Verde.

## **Helipuerto**

El Puerto de la Bahía de Algeciras cuenta con un helipuerto construido por AENA sobre el edificio de aparcamiento de la dársena de la Galera, junto a la Estación Marítima, opera con helicópteros AgustaWestland AW139 y Bell 412E y tiene un tránsito de 10 operaciones diarias con una capacidad para 15 pasajeros.

## **Focos industriales**

Una de las fuentes de ruido más importantes dentro de los muelles de contenedores de un puerto es la derivada de los trabajos de estiba y desestiba así como el correspondiente al desplazamiento de la carga en los vehículos diseñados para tal fin.

Se identifican en este tipo de operaciones en dos zonas:

- ❖ **Muelle Juan Carlos I.** Con un volumen anual de dos millones de contenedores, las instalaciones del Muelle Juan Carlos I ocupan una superficie de 686.132 m<sup>2</sup>, y tienen capacidad para albergar 10.476 contenedores de 20 pies.
- ❖ **Muelle Isla Verde Exterior.** Esta zona de Isla Verde, recientemente construida mediante rellenos realizados en diferentes fases y actuaciones iniciadas en el año 2000, dispone de una superficie de 30 hectáreas y una capacidad para 1,6 millones de TEUs.

## **Otras fuentes de ruido industrial y otras actividades dentro de la zona portuaria**

El Muelle Juan Carlos I alberga el Puesto de Inspección Fronterizo (PIF), un área de actividad transportista con un tránsito elevado de vehículos pesados. Así mismo, se encuentran locales cercanos a este con actividades logísticas y la zona del Muelle del Frigorífico, con un importante tráfico de pesados.

El sector meridional del Muelle de Isla Verde acoge un polígono de almacenaje donde se localizan actualmente algunas naves destinadas a actividades logísticas y la terminal de hidrocarburos de CLH y su ampliación. Esta terminal de hidrocarburos posee bombas de trasiego para los graneles líquidos con potencias aproximadas a 90 dBA, que al encontrarse encapsuladas dentro de la propia industria, no se tendrán en cuenta en el modelizado acústico.

## **Zona de aparcamiento de vehículos y de contenedores frigoríficos**

Las áreas de aparcamiento no se consideran fuentes demasiado relevantes para el estudio, ya que su aporte es mínimo en referencia al conjunto, no obstante, se tienen en cuenta y se diferencian aquellas áreas destinadas a estacionamiento exclusivo de turismos, y aquellas dirigidas a estacionamiento de vehículos pesados.

Lo que sí es relevante relativo a las áreas de aparcamiento es la situación especial de carácter estival denominada “**Operación Paso del Estrecho**”.

Esta operación, supone el desplazamiento de miles de vehículos procedentes de media Europa destino Estación Marítima, a lo largo del periodo comprendido entre el 15 de Junio y el 15 de Septiembre.

Según datos suministrados por la autoridad portuaria existe un pico en el que durante 3 días se contabilizan alrededor de 27.000 vehículos entrando en Algeciras con vistas a desplazarse a

Marruecos. Para sostener dicho tráfico, se habilitan dos zonas de aparcamiento, una en el Llano Amarillo y otra en la propia Estación Marítima, con capacidad para aproximada de 8.000 vehículos

Igualmente, es importante y relevante acústicamente estudiar la situación espacial y temporal del estacionamiento destinado a camiones frigoríficos situado en el Muelle de Isla Verde Interior.

### **2.2.2 Frontal de la ciudad de Algeciras**

Se considerarán aquellos focos de emisión que actúen como ruido de fondo en el análisis de la actividad portuaria.

#### **Tráfico viario**

Se han identificado y caracterizado las siguientes vías de tráfico:

- Carretera Getares
- Paseo de la Conferencia/Avenida de la Marina
- Avenida Virgen del Carmen
- Calle Juan Pérez Arriete
- Carretera de enlace a Rinconcillo
- Carretera del Rinconcillo
- CA-231-3

#### **Focos puntuales y otras actividades**

En la zona de influencia del frente puerto-ciudad no se han detectado otras fuentes puntuales o focos de ruido, ya que la mayor parte de esta franja está compuesta por edificios de carácter residencial, docente, cultural y administrativo.

### **2.3 Campaña de medidas acústicas**

Se diseña la campaña de medidas “in situ” para estimar el ruido existente en el frontal de la ciudad más expuesto a las emisiones procedentes del puerto, así como el ruido localizado dentro del puerto. De esta forma será posible caracterizar algunas de las fuentes sonoras del estudio y evaluar otros aspectos.

Se diseñaron once puntos de medida, nueve de ellos en el perímetro de la ciudad en las zonas más desfavorables enfrentadas a la actividad del Puerto. Los restantes han servido para evaluar la afección que genera la maquinaria ubicada en el propio Puerto.

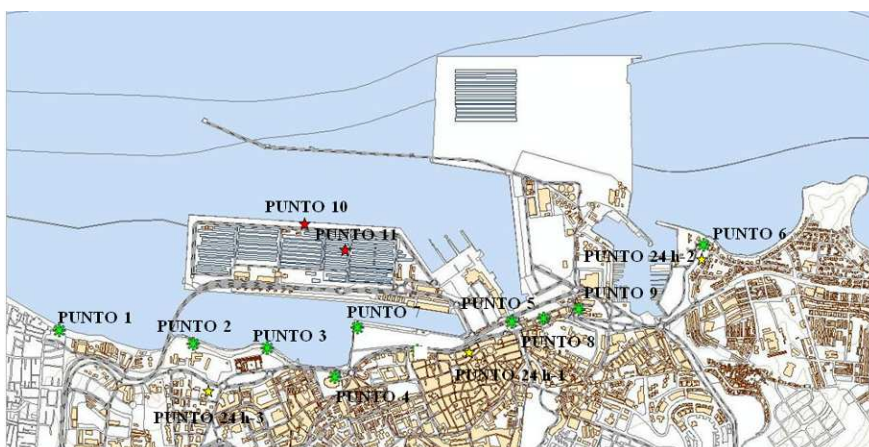


Figura 2 - Ubicación de los puntos de muestreo

## 2.4 Creación del modelo acústico

Para la creación del modelo 3D se utiliza la cartografía base, herramientas SIG y una toma de datos sobre el terreno.

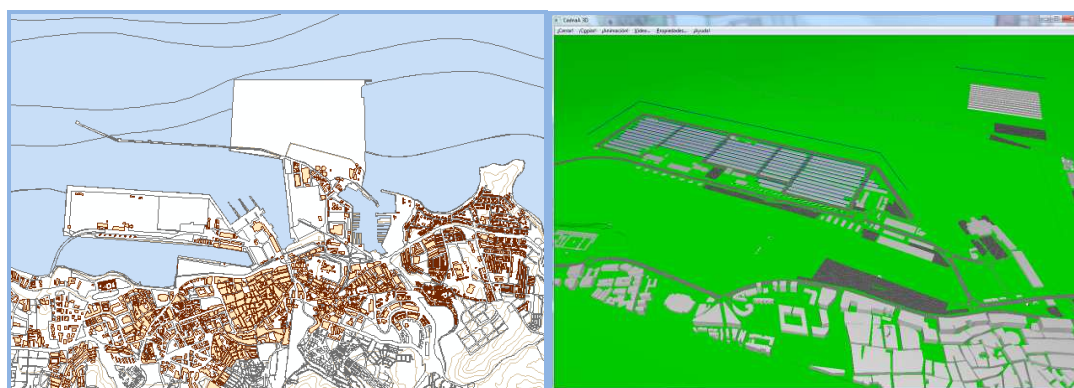


Figura 3 - Modelo topográfico SIG (izquierda) y modelo acústico (derecha)

## 3 Plan Especial. Situación operacional.

La nueva ordenación de los terrenos portuarios implica modificaciones en las comunicaciones y en las infraestructuras, lo que conlleva un nuevo análisis y cuantificación de las fuentes de ruidos. Las principales actuaciones son:

### Red Viaria

Acceso norte, Se prevé la duplicación del túnel actual que conduce al acceso del puerto por la entrada norte, que conferirá una conexión directa con la red de carreteras y autovías nacionales.

Acceso central, se prevé remodelar el acceso central al puerto. Actualmente existe una alta concentración y cruce de tráfico debido a la localización de la Terminal de Ferris y la Estación Marítima. Esta estructuración del acceso central, podría reservarse a medio plazo para tráfico blando entre la ciudad y el puerto

Acceso a Isla Verde Exterior, Se reestructura el acceso a la terminal de contenedores de Isla Verde Exterior, y se incorporan nuevas vías, con motivo de la ampliación de la misma y la incorporación de una nueva red viaria. Estas vías soportan no solo el tráfico de vehículos que se dirigen a la zona de contenedores y a las industrias de la terminal, sino todo el tráfico pesado que accede y trabaja en esta

Acceso Sur, De capacidad limitada por la falta de resolución en su conexión con la CN-340, se proyecta su duplicación, generando un aumento de la capacidad de acceso al puerto por el sur, que se realizará a distinto nivel mediante un paso superior sobre la glorieta del Saladillo, y descargará el aforo de la entrada sur de la ciudad.

#### **Ferrovionario:**

En 2010 la Autoridad Portuaria inició también la ejecución de un nuevo ramal ferroviario, de aproximadamente 4.000 metros, que comunicará los muelles de Isla Verde y los nuevos desarrollos de Isla Verde Exterior.

#### **Proyectos de ampliación y remodelación**

El esquema Director de Ordenación Portuaria de la Bahía resalta tres importantes proyectos de ampliación y remodelación:

- Entrada en funcionamiento de la segunda Terminal de contenedores TTI-Algeciras.
- Ampliación de 200.000 m<sup>3</sup> de la Terminal de Hidrocarburo CLH, para su puesta en funcionamiento en 2012.
- Entrada en funcionamiento de la Terminal de Graneles líquidos de Alpetrol-VOPAK.

## **4 Simulación acústica y comparativa.**

Los parámetros de cálculo del software de predicción se establecerán siguiendo la normativa:

Tabla 1 - Modelo de propagación y emisión utilizado para el tráfico rodado

Modelo de emisión	Guide du Bruit des Transports Terrestres – Prévission des niveaux sonores“, 1980
Modelo de propagación	French national calculation method "NMPB-Routes-96", and French norm "XPS 31-133".

Tabla 2 - Parámetros de cálculo para el modelo acústico

Escala	1:1.500 Cartografía Ayuntamiento de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras
Curvas topográficas	Intervalos de 5 metros

Límites de trabajo	Hasta donde las fuentes sonoras de tráfico puedan afectar la parcela al menos en 50 dBAs
Índices de trabajo	$L_{day}$ , $L_{evening}$ y $L_{night}$
Altura	4 metros de alto
Reflexiones	2 mínimo
Mallado (grid)	10 x 10 metros
Absorción del terreno	$G=0,9$
Temperatura	18 grados centígrados
Humedad	80%
Condiciones Meteorológicas	% de condiciones favorables a la propagación. De día 50%, tarde 75 % y noche 100%
Superficie de la carretera	Pavimento normal

Tabla 3 - Modelo de propagación y emisión utilizado para el ruido de fuentes puntuales e industriales

Modelo de emisión	ISO 8297: 1994 'Acoustics - Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment - Engineering method
Modelo de propagación	Sound Propagation Outdoor - ISO 9613-2

Una vez se ha elaborado el modelo de la situación acústica preoperacional fue necesario ejecutar los siguientes pasos:

- **Calibración del modelo acústico preoperacional** a partir de las medidas obtenidas in situ para la situación actual.
- **Simulación acústica del modelo acústico preoperacional.**
- **Valoración de impactos de la situación preoperacional**, detectando posibles problemas de afección que sobre la ciudad pueda tener la actividad portuaria y los viales que la rodean , realizando un análisis de los niveles sonoros soportados en el área y su compatibilidad con los usos destinados y sus correspondientes objetivos de calidad acústica.
- A partir del modelo preoperacional, **realización del modelo acústico operacional** aplicando las modificaciones definidas en el Plan Especial. Incorporación de las nuevas fuentes acústicas y sus potencias de emisión.
- **Valoración de impactos de la nueva situación**, detectando posibles problemas de afección que sobre la ciudad pueda tener la nueva actividad portuaria en el año horizonte de puesta en marcha de la instalación
- **Comparativa de la situación preoperacional y operacional.**

La comparativa entre ambas situaciones nos permitirá dictaminar si la implantación de las nuevas actividades definidas en el Plan Especial del Puerto Bahía de Algeciras



## 5 Resultados obtenidos

Un rápido vistazo a los mapas preoperacional y operacional, nos da una ligera idea de que la situación de cara a la ciudad de Algeciras no se prevé que cambie mucho desde el punto de vista acústico ambiental en el año horizonte de ejecución del Plan Especial.

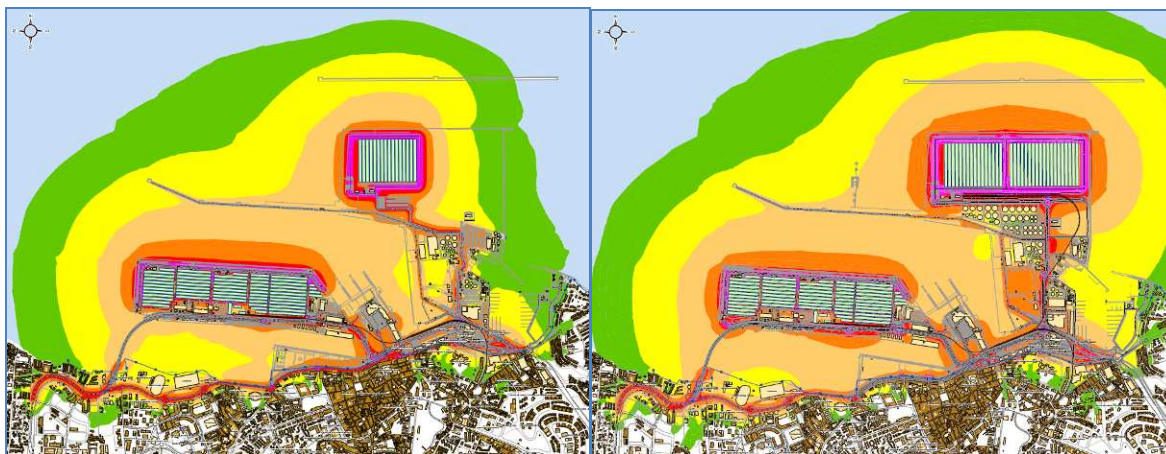


Figura 4 - Mapas en periodo día. Mapa preoperacional (izquierda) y operacional (derecha)

Se observa un ligero incremento del ruido ambiental estimado para la situación operacional y un pequeño aumento de la afección a la población. Las causas de este aumento de los niveles de ruido en fachada son variadas:

- Incremento de tráfico previsto para las calles y avenidas de la ciudad.
- El Incremento de tráfico previsto para el Puerto Bahía de Algeciras. Nos referimos aquí tanto al tráfico indirecto que generan las actividades previstas en el Plan Especial del Puerto Bahía de Algeciras, como al aumento de las previsiones de uso de la vía independientemente de dicho Plan.
- Las modificaciones sobre el trazado de la infraestructura viaria.
- La incorporación de la nueva infraestructura ferroviaria.
- La incorporación de las actividades industriales y portuarias previstas en el Plan Especial del Puerto Bahía de Algeciras

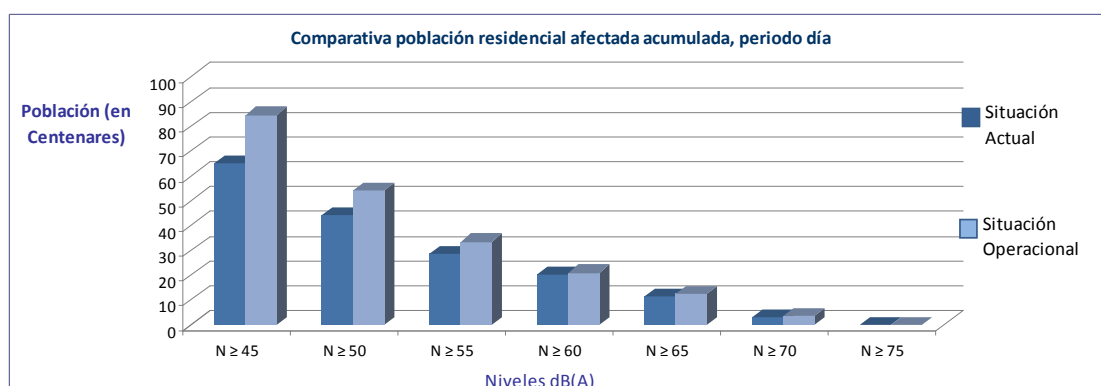


Figura 5 - Comparativa de la población afectada residencial (día)

## 6 Servidumbre acústica.

La servidumbre acústica de infraestructuras, según la Ley del Ruido 37/2003 en su artículo 3, se define como sectores del territorio delimitados en los mapas de ruido, en los que las inmisiones podrán superar los objetivos de calidad acústica aplicables a las correspondientes áreas acústicas y donde se podrán restablecer restricciones para determinados usos del suelo, actividades o edificaciones, con la finalidad de, al menos, cumplir con los valores límite de inmisión establecido para aquellos.

Para su cálculo es necesario acudir al artículo 8: “Delimitación de zonas de servidumbre acústica” del RD 1367/2007, en donde en su apartado a, establece

*el cálculo de la emisión acústica se considera la situación, actual o prevista a futuro, de funcionamiento de la infraestructura, que origine LA MAYOR AFECCIÓN ACÚSTICA EN SU ENTORNO.*

El procedimiento que se ha seguido para definir la servidumbre acústica del Puerto de Algeciras ha sido:

- Obtención de los niveles acústicos  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$ :
- Determinación de la mayor afección acústica, **considerando la demanda máxima que prevé el Plan especial de funcionamiento del Puerto de Algeciras, asignando a las fuentes acústicas los niveles previstos para esta situación.**
- Representación gráfica mediante sistema GIS de las isofonas  $L_d = 60$  dbA ,  $L_e = 60$  dbA y  $L_n = 50$  dbA
- Cálculo de la envolvente de estas isófonas.
- Representación sobre la cartografía base.

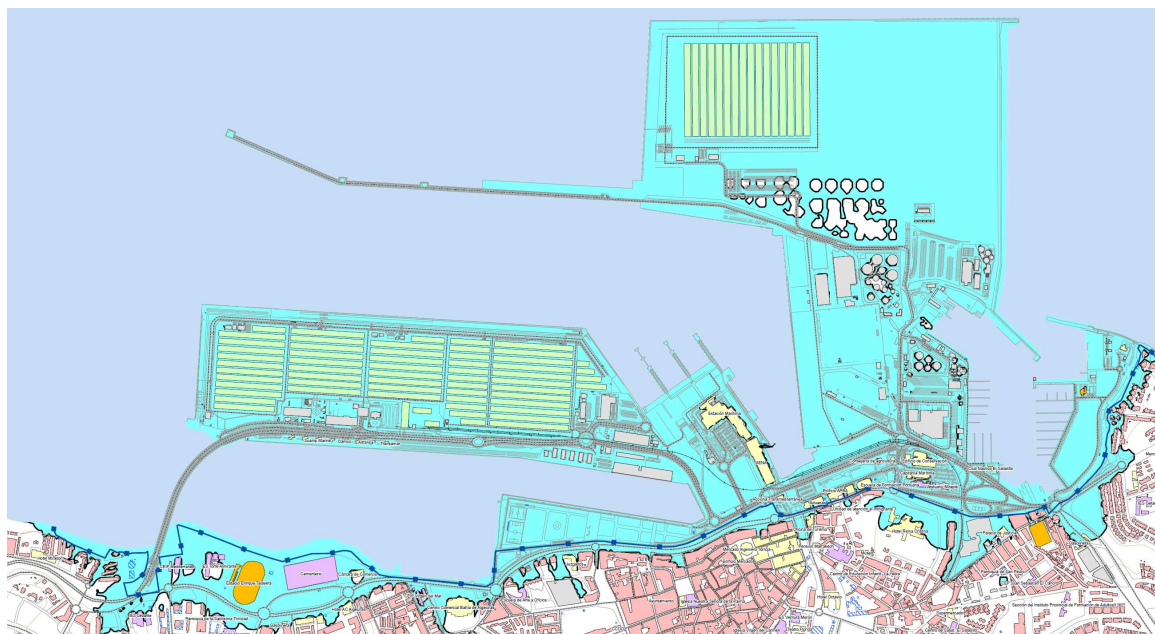


Figura 6 - Servidumbre acústica

**REFERENCIAS:**

- [1] J.L. Cueto, “Manual de Medidas de Ruido Ambiental”, Laboratorio de Ingeniería Acústica, (Universidad de Cádiz), Octubre de 2009.
- [2] A.Sanz, ”Sistemas de Información geográfica en el cartografiado acústico” en “Evaluación y Medidas Correctoras para reducir el Ruido Ambiental por Infraestructuras de Transportes y Urbano” 3ª Edición, Ciudad Real, 24-26 de Abril de 2006.
- [3] European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise, “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure”, 13 de enero de 2006.
- [4] R. Hernández, “Zonificación Acústica. Objetivos de calidad Acústica”, Laboratorio de Ingeniería Acústica, (Universidad de Cádiz), 2007.