

---

**MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS  
TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2  
DE METRO BILBAO 2002/49/CE - FASE I**

---



*INFORME RESUMEN*

*MB-2*

*San Inazio-Portugalete*

---

*Junio 2008*

*PROG0582-IN-MA-DIRECTIVA-RESUMEN-METRO BILBAO*



**PROYECTO:** PROG0582 Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos en superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao

**CLIENTE:** Consorcio de Transporte de Bizkaia

**DOCUMENTO:** PROG0582-IN-MA-DIRECTIVA-RESUMEN-METRO BILBAO

| TIPO       | DOCUMENTO       | FECHA    | Observaciones |
|------------|-----------------|----------|---------------|
| Entregable | Informe Resumen | Junio 08 |               |

Derio (Bizkaia), Junio 08

| <i>REALIZADO</i>  | <i>REVISADO</i>   | <i>APROBADO</i>   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Itxasne Díez<br><i>Unidad de Medio Ambiente Urbano e Industrial</i>                 | Manuel Vázquez<br><i>Unidad de Medio Ambiente Urbano e Industrial</i>               | Itziar Aspuru<br><i>Unidad de Medio Ambiente Urbano e Industrial</i>                  |

## ÍNDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETO</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>AMBITO DEL ESTUDIO</b>                            | <b>5</b>  |
| 3.1      | <i>MAPA DE RUIDO ESTRATÉGICO</i>                     | 5         |
| 3.2      | <i>UNIDADES DE ESTUDIO</i>                           | 6         |
| 3.3      | <i>DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ESTUDIO</i>           | 8         |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA</b>                                   | <b>10</b> |
| 4.1      | <i>DATOS DE PARTIDA</i>                              | 10        |
| 4.1.1    | Tratamiento de los datos de población                | 10        |
| 4.2      | <i>PARAMETROS DE CÁLCULO</i>                         | 11        |
| 4.3      | <i>PRESENTACION DE RESULTADOS</i>                    | 13        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS</b>                                    | <b>15</b> |
| <b>6</b> | <b>ACTUACIONES PREVIAS</b>                           | <b>21</b> |
| 6.1      | <i>POLITICA GENERAL DE ACTUACION DE METRO BILBAO</i> | 21        |
| 6.1.1    | Actuaciones Particulares                             | 23        |
| 6.1.2    | Actuaciones de mejora                                | 28        |
| <b>7</b> | <b>LISTADO DE PLANOS</b>                             | <b>34</b> |

## INFORME RESUMEN

### **1 INTRODUCCIÓN**

La Directiva Europea 2002/49/CE y el desarrollo legislativo estatal que se ha traducido en la Ley del ruido 37/2003 solicita la elaboración de mapas estratégicos de ruido de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los 6.000.000 de vehículos al año, para la fecha 30 de junio de 2007 y de los grandes ejes viarios definidos como carreteras con un tráfico superior a 3.000.000 de vehículos por año para la fecha 18 de julio de 2013. De igual forma solicita la elaboración de mapas estratégicos de ruido de grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60.000 trenes al año, para la fecha 30 de junio de 2007 y los mapas estratégicos para todos los grandes ejes ferroviarios, definidos como líneas con un tráfico superior a 30.000 trenes por año, para la fecha 18 de julio de 2013, además de la realización de los mapas de ruido de las aglomeraciones.

Los mapas de ruido definidos por la Directiva y la Ley del ruido, con el objeto de homogeneizar los resultados para toda Europa deben ser realizados con unos métodos de cálculo y unos condicionantes de cálculo mínimos. El objetivo es obtener mapas denominados estratégicos que sirven para tomar decisiones a nivel global y no local, las cuales precisarían de estudios de detalle que permitan la adopción de soluciones a nivel puntual.

A partir de los mapas de ruido, se deben obtener los indicadores de suelo expuesto y personas expuestas en las condiciones reflejadas por dichos mapas y según los requisitos de la citada Directiva.

La generación y aprobación de los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos en superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao y sus correspondientes indicadores, se ha realizado para el caso de Metro Bilbao, por el Consorcio de Transporte de Bizkaia.

## 2 OBJETO

El objetivo de este informe resumen es el de facilitar una visión de conjunto del resultado obtenido con la generación de los Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos en superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao con un tráfico de vehículos mayor de 60.000 trenes al año.

Los Mapas corresponden al alcance de la primera Fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación Estatal con el Real Decreto 1513/2005.

## 3 AMBITO DEL ESTUDIO

### 3.1 MAPA DE RUIDO ESTRATÉGICO

La Directiva 2002/49/CE, establece que un Mapa Estratégico de Ruido es, ***“un mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona”***.

La posibilidad de realizar dicha evaluación depende de la disposición de un conjunto de información que los mapas deberán facilitar:

- Distribución de niveles sonoros en la extensión del área de estudio.
- Identificación de las zonas de afección, establecidas según los indicadores y límites de evaluación establecidos a tal fin.
- Cuantificación del número de personas y superficie expuesta a determinados niveles sonoros según los anteriores indicadores.

Los Mapas se plantean con el doble objetivo de ser el formato que facilite el envío de información a la Comisión Europea y al mismo tiempo sirva como base para su divulgación entre la población.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

Finalmente, los Mapas deben permitir el planteamiento de Planes de Acción desarrollados como consecuencia de la evaluación realizada y encaminados a la mejora del ambiente acústico.

Los Mapas estratégicos de ruido, se referirán de forma independiente para cada foco de ruido considerado, y se representarán físicamente, preferentemente con un conjunto de expresiones gráficas, compuestas básicamente por:

- Mapas de niveles sonoros, a una altura de 4 m, para el  $L_{den}$ ,  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{noche}$ , consistentes en representaciones de líneas isófonas en rangos de 5 dB entre los valores de 50 y 75.
- Mapas de exposición para el  $L_{den}$ ,  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{noche}$ , en los que se representen el número de personas cuyas viviendas están expuestas a los rangos de valores anteriores.
- Mapas de zona de afección, correspondiente al periodo  $L_{den}$ . En los que se identifique el área de una zona de estudio, sobre la que se produce la superación de un determinado valor límite.

Para la realización de los Mapas Estratégicos, se han definido como base de trabajo, las denominadas Unidades de Mapa Estratégico (UME). Estas unidades están formadas por uno o varios tramos de una misma línea, quedando el análisis posterior referenciado de forma individualizada para cada una de ellas.

### *3.2 UNIDADES DE ESTUDIO*

Los tramos de metro que se han identificado dentro del alcance de la citada primera fase de la Directiva, se han recogido en el gráfico nº 1 y en la tabla nº1.

# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

Plano de Ejes ferroviarios y leyenda

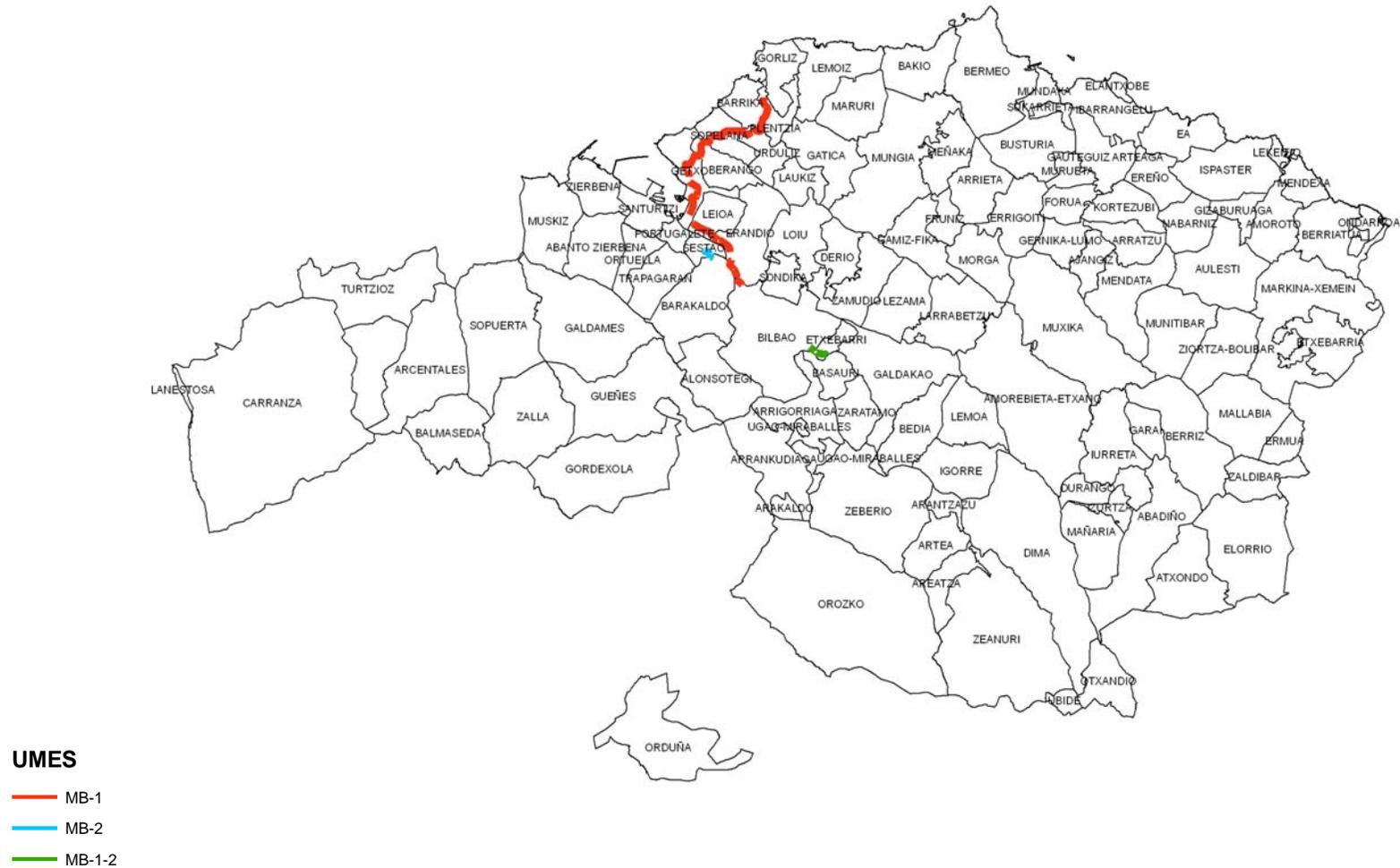


Figura nº 1. Identificación de las UME´s objeto de estudio

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

| <b>CODIGO</b> | <b>TRAMO</b>           | <b>Longitud (km)</b> | <b>UMES</b> |
|---------------|------------------------|----------------------|-------------|
| MB-1          | San Inazio-Plentzia    | 29,3                 | 1           |
| MB-2          | San Inazio-Portugalete | 15                   | 1           |
| MB-1-2        | Bolueta-Etxebarri      | 8,8                  | 1           |
| <b>total</b>  |                        | <b>53,1</b>          | <b>3</b>    |

**Tabla nº 1. Identificación de la UME´s objeto de estudio**

### *3.3 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ESTUDIO*

La línea de metro de Competencia del Consorcio de Transporte de Bizkaia objeto de este estudio es la MB-2 que comprende al tramo de San Inazio-Portugalete. A efectos de la delimitación de la línea de ferrocarril para la realización de mapas estratégicos, ésta consta de un solo tramo con un tráfico superior a los 60.000 trenes al año. Discurre en dirección este-oeste a lo largo de 15 km.

Implica a los municipios de Barakaldo y Sestao estando la mayor parte de la vía soterrada. La identificación de los municipios por los que circula el tramo de metro se presenta en la siguiente tabla:

| <b>UME</b>  | <b>MUNICIPIO</b> | <b>POBLACION</b> |
|-------------|------------------|------------------|
| <b>MB-2</b> | <b>Barakaldo</b> | <b>100000</b>    |
| <b>MB-2</b> | <b>Sestao</b>    | <b>30982</b>     |

La UME comienza su recorrido a la salida del municipio de Barakaldo dirección Sestao , en su PK 215, en una zona residencial atraviesa la ría sobre el viaducto de Urbinaga y finaliza pasado el PK 216 después de la estación de Urbinaga en el municipio de Sestao.

En la imagen siguiente se presenta la delimitación de la UME objeto de estudio:

MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS  
LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

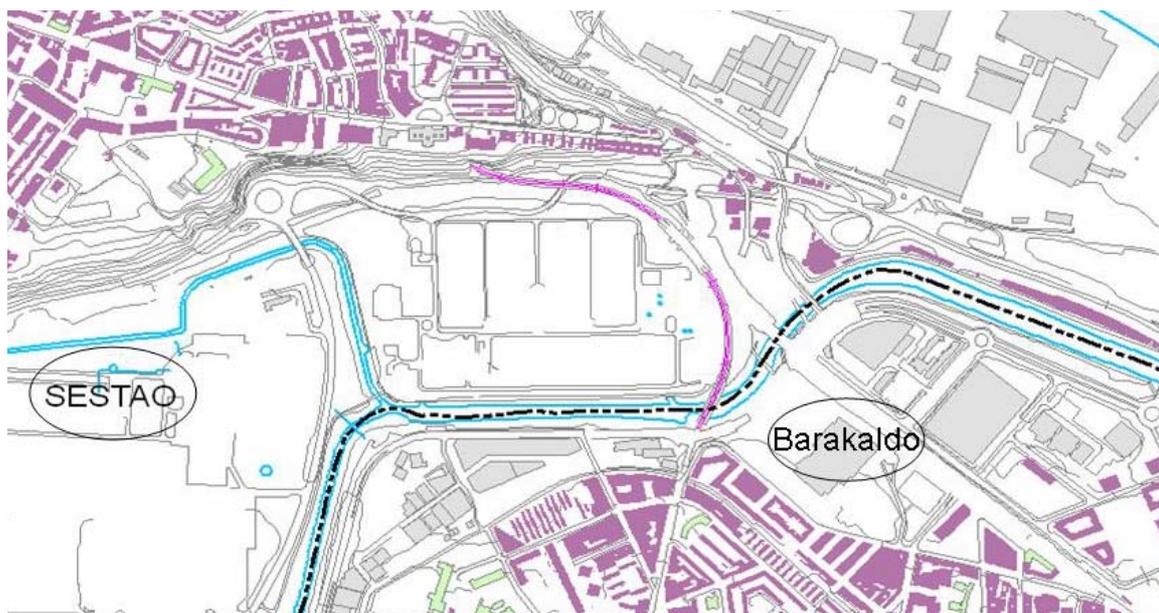


Figura nº 2. UME MB-2

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 DATOS DE PARTIDA

La información básica que se ha empleado para la realización de los Mapas, así como el origen de la citada información se recoge en la tabla nº 2.

| Tipo de Información                           | Año  | Origen de la Información     |
|---|------|------------------------------|
| Cartografía Base 1:5.000                      | 2002 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| 1:5.000                                       | 2002 | Metro Bilbao                 |
| Capa gráfica edificios                        | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Ejes de tráfico                               | 2007 | Metro Bilbao                 |
| Altura de edificios                           | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia  |
| Población (asociada al portalero de catastro) | 2003 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Planeamiento Urbanístico (*)                  | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Datos de tráfico (nº vehículos, velocidad)    | 2007 | Metro Bilbao                 |
| Capa de límites administrativos (Municipios)  | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |

(\*) Empleado como base para el análisis de los usos de los edificios.

**Tabla nº 2. Información de partida empleada en el estudio y origen de la misma.**

#### 4.1.1 Tratamiento de los datos de población

El análisis de población expuesta a los diferentes rangos de niveles sonoros en el entorno del ferrocarril, se ha realizado partiendo de los datos disponibles en las secciones censales los cuales se asociaron a los edificios facilitados por la Diputación Foral de Bizkaia.

Dicho análisis se basa en el cálculo de niveles sonoros en las fachadas de los edificios, realizando posteriormente, un reparto proporcional de la población

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

de cada edificio entre los diferentes niveles sonoros de fachada (dados por receptores situados en todo su perímetro).

En el caso concreto que existan edificios afectados sin población, el proceso llevado a cabo se ha estructurado en los siguientes pasos:

1. Se realiza la asignación del número de plantas a los edificios a partir de la altura del edificio.
2. Se calcula la superficie total construida de edificios residenciales estimando 1 hab/50m<sup>2</sup> de superficie habitable.
3. Se calcula la población residente en un edificio multiplicando el dato de habitante/m<sup>2</sup> por el nº de plantas.

### 4.2 PARAMETROS DE CÁLCULO

La generación de los Mapas de Ruido Estratégicos se ha realizado mediante la utilización del modelo de previsión de impacto acústico IMMI 6.2, el cual integra el método recomendado para la evaluación de todos los índices de ruido para los Estados miembros que no cuentan con métodos nacionales de cálculo:

o Ruido del Tráfico de ferrocarril: el método nacional de cálculo holandés "SMR-II".

Los cálculos realizados se basan en los principios recogidos en la tabla nº 3.

|             | <b>Parámetro de cálculo</b>                                    | <b>Condición</b>   |
|-------------|--|--|
| REFLEXIONES | Nº de reflexiones en la generación de niveles sonoros en malla | Se han considerado DOS (2) reflexiones.  |
|             | Reflexiones tras apantallamientos totales                      | Se considera posible la eliminación del cálculo de reflexiones en puntos que se encuentren totalmente apantallados del foco. |

MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

|         | Parámetro de cálculo   | Condición   |
|---------|--|---|
|         | Distancia de propagación tras la primera reflexión (profundidad de reflexión). | Se ha limitado la distancia de propagación tras la primera reflexión, considerando una distancia mínima de 200 m.                               |
|         | Última reflexión   | Se ha considerado el efecto de la última reflexión para la obtención de los mapas de ruido, pero no para la obtención de la población expuesta. |
|         | Propiedades acústicas de la superficie de los edificios                        | Por defecto se considera que las fachadas de todos los edificios en la zona de estudio, se comportan como acústicamente reflectantes.           |
| FOCO    | Cálculo frecuencial  | Análisis de bandas de frecuencia de octava.<br>Espectro definido entre 63Hz y 8kHz para el método holandés de ferrocarril.                      |
|         | Fuentes con baja aportación  | Se ha considerado la eliminación de fuentes con baja aportación al cómputo global.  |
| TRAZADO | Difracción en las líneas de terreno  | Se ha considerado en el cálculo   |
|         | Difracción lateral   | Se ha considerado en el cálculo   |
| MALLA   | Puntos interiores a edificios  | No se realiza el cálculo de nivel sonoro en puntos situados en patios interiores (totalmente cerrados) a edificios.                             |
|         | Malla de cálculo   | El paso de malla considerado para el estudio es de 15m.   |

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

|              | Parámetro de cálculo       | Condición  |
|--------------|----------------------------|--|
| METEOROLOGIA | Condiciones de propagación | Se han considerado las recomendadas por el grupo de trabajo europeo WG-AEN, condiciones favorables a la propagación del ruido:<br>Periodo día: 50%<br>Periodo tarde: 75%<br>Periodo noche: 100%  |
| TERRENO      | Tipo de terreno            | Se han considerado por lo general superficies eminentemente reflectantes (asfalto, hormigón, agua) representando zonas completamente urbanizadas (G=0), el terreno sobre el que se apoya el eje de ferrocarril depende del tipo de vía (placa, balasto). |

**Tabla nº 3. Parámetros de cálculo empleados para la generación de los Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos en superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao.**

### 4.3 PRESENTACION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se han representado según los requisitos de la Directiva 2002/49/CE Anexo VI, por los que los Estados Miembros deben indicar los siguientes puntos:

1. Número total de personas expuestas ( $L_{den}$ ), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{den}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

2. Número total de personas expuestas (Lnoche), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lnoche en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, > 70".
3. Número total de personas expuestas (Ldia), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de Ldia en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".
4. Número total de personas expuestas fuera de aglomeraciones (Ltarde), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de Ltarde en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".
5. Área total, viviendas y población expuesta (Lden), indicando "La superficie total (en km<sup>2</sup>) expuesta a valores de Lden superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente". Se indicará, además, el número total estimado de viviendas (en centenas) y el número total estimado de personas (en centenas) que viven en cada una de esas zonas. Estos datos de población incluyen las aglomeraciones.

La representación gráfica se ha realizado a una escala de 1:20.000 y con los colores reflejados en el siguiente gráfico:

Para la determinación del número de personas expuestas en centenas, se ha considerado que la existencia de cualquier número superior a 50 en cualquier rango de dB constituye en si la primera centena. Para el resto de centenas siguientes, se ha considerado el mismo proceso.

# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

## Lden, Ldía, Ltarde

| Rango | Descripción | R   | G   | B   |
|-------|-------------|-----|-----|-----|
| > 75  | Rosa fuerte | 255 | 0   | 255 |
| 70-75 | Rojo        | 255 | 2   | 2   |
| 65-70 | Naranja     | 255 | 128 | 2   |
| 60-65 | Ocre        | 255 | 205 | 105 |
| 55-60 | Amarillo    | 255 | 255 | 2   |
| < 55  | blanco      |     |     |     |



## Lnoche

| Rango | Descripción | R   | G   | B   |
|-------|-------------|-----|-----|-----|
| >70   | Rojo        | 255 | 2   | 2   |
| 65-70 | Naranja     | 255 | 128 | 2   |
| 60-65 | Ocre        | 255 | 205 | 105 |
| 55-60 | Amarillo    | 255 | 255 | 2   |
| 50-55 | Verde       | 100 | 200 | 0   |
| < 50  | blanco      |     |     |     |



La documentación que acompaña a este informe resumen, se ha presentado según los formatos recogidos en la tabla nº 4.

| Documentación                                 | Formato  |
|---|--|
| Planos con formato Metro Bilbao definitivos.  | Pdf o Jpg.   |
| Ejes de metro y cuadrícula de representación. | shape (Sist. Ref.: Elipsoide Internacional, Datum ED50, UTM Huso30). |
| Mapas de ruido por UMEs con cartografía base. | Raster.  |
| Mapa de cartografía base en formato continuo. | Jpg o Pdf.   |
| Indicadores estratégicos.                     | Hoja de cálculo excel.   |

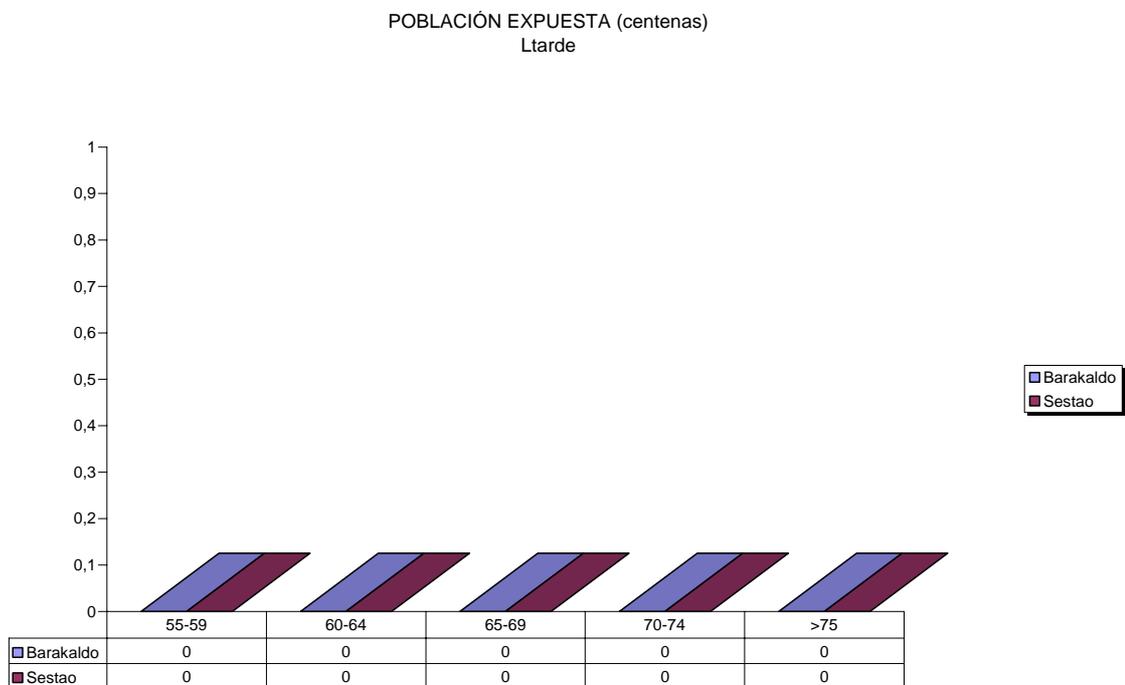
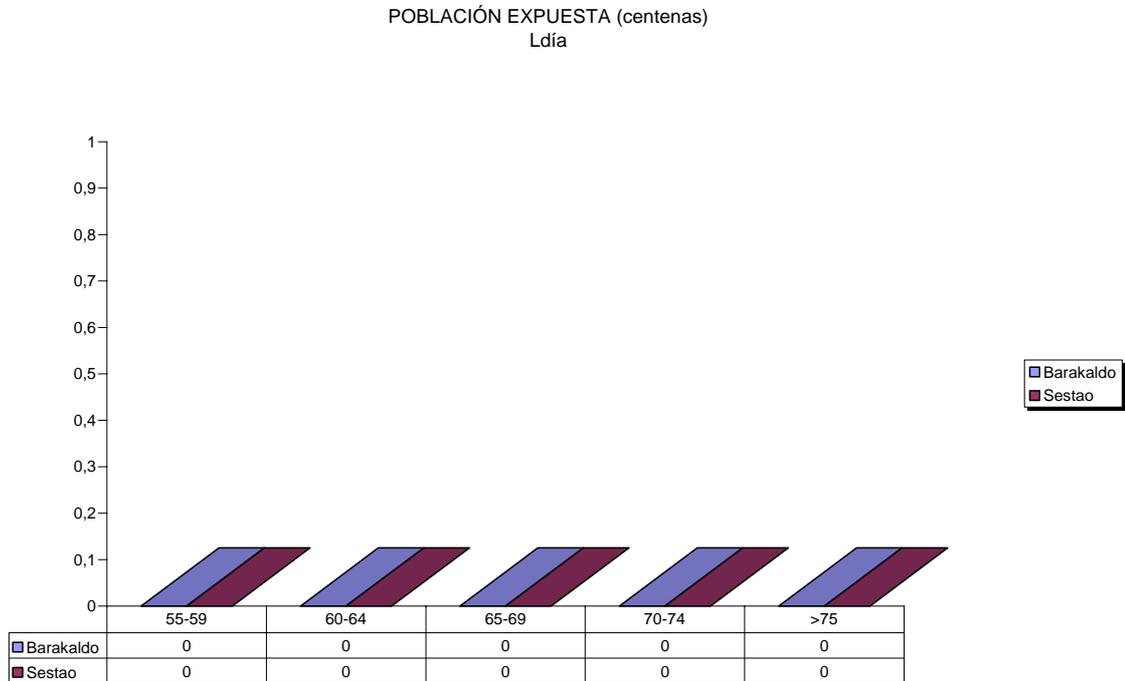
**Tabla nº 4. Documentación presentada como resultado del estudio y formatos de entrega**

## 5 RESULTADOS

En el apartado 3.3 de descripción de la unidad de estudio, se adjunta una tabla que incluye los municipios por los que circula el eje del tramo de línea analizada.

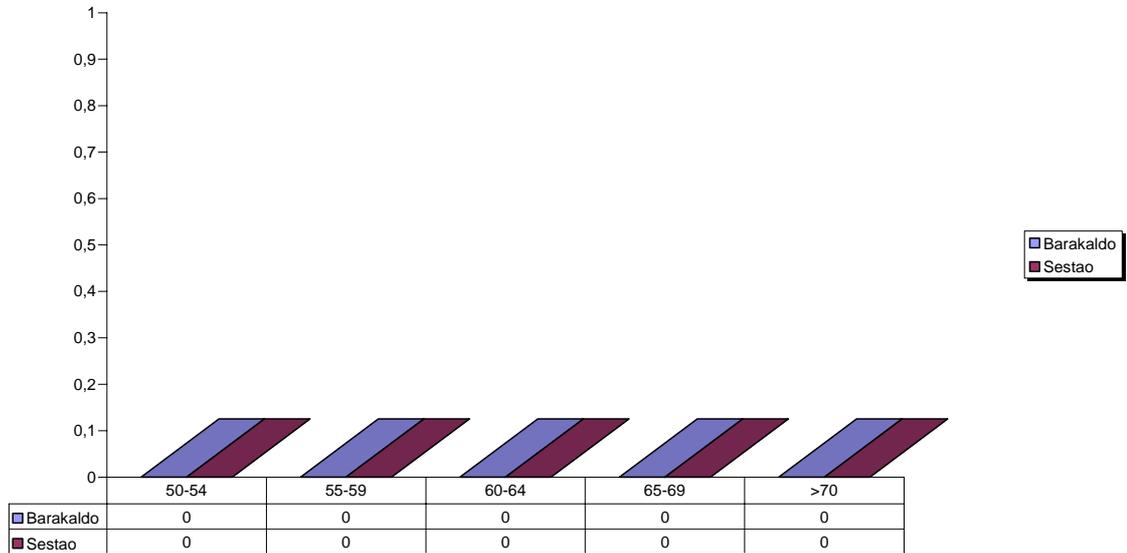
## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

En los gráficos siguientes se presenta un análisis por municipio del número de habitantes expuestos según rangos de niveles sonoros:

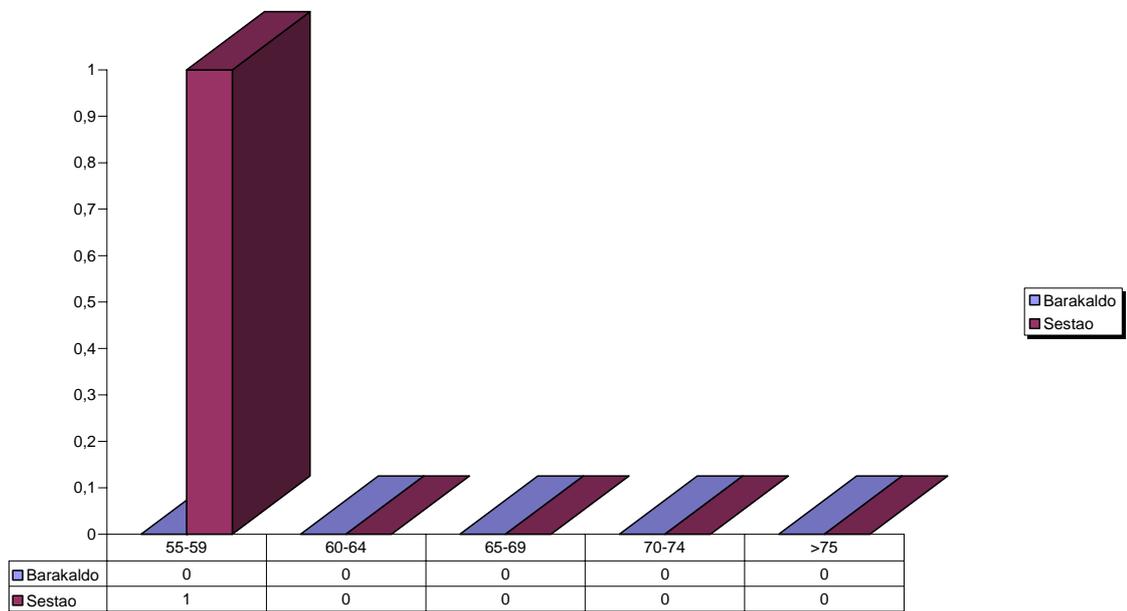


# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

POBLACIÓN EXPUESTA (centenas)  
Lnoche



POBLACIÓN EXPUESTA (centenas)  
Lden



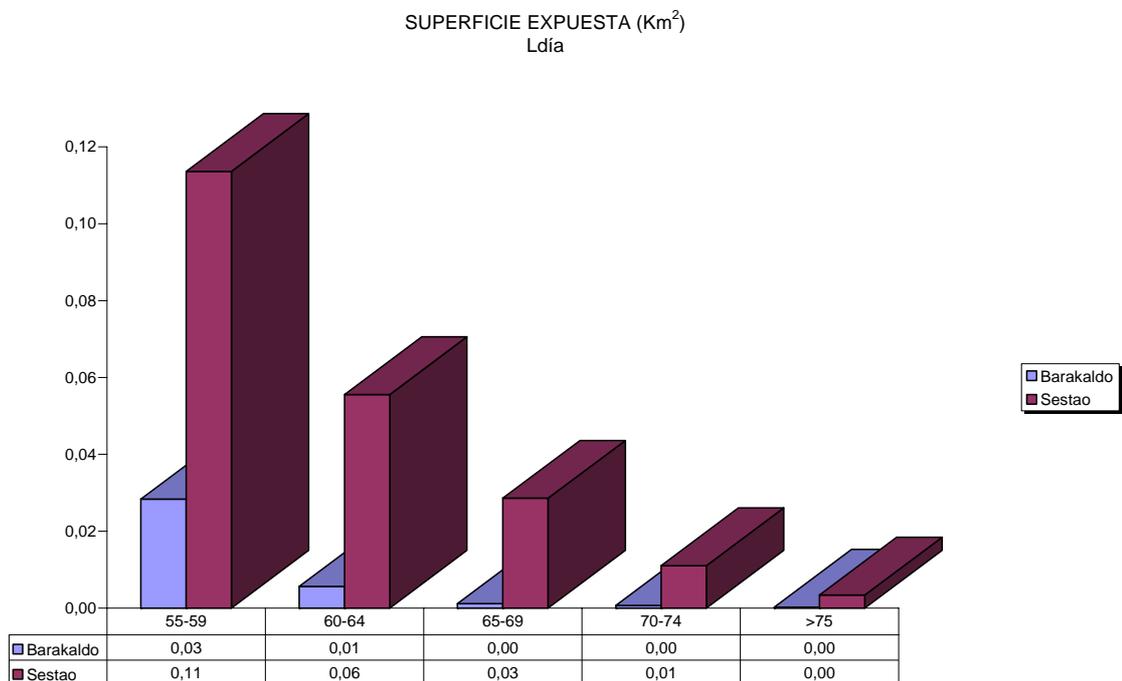
## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

La UME estudiada, MB-2, a su paso por los municipios sobre los que presentan influencia, origina una situación que da como resultado una distribución de **porcentajes de población** expuesta a más de 55 dB(A) de Ldía, Ltarde y Lden y a más de 50 dB(A) de Lnoche, que se presenta en la siguiente tabla.

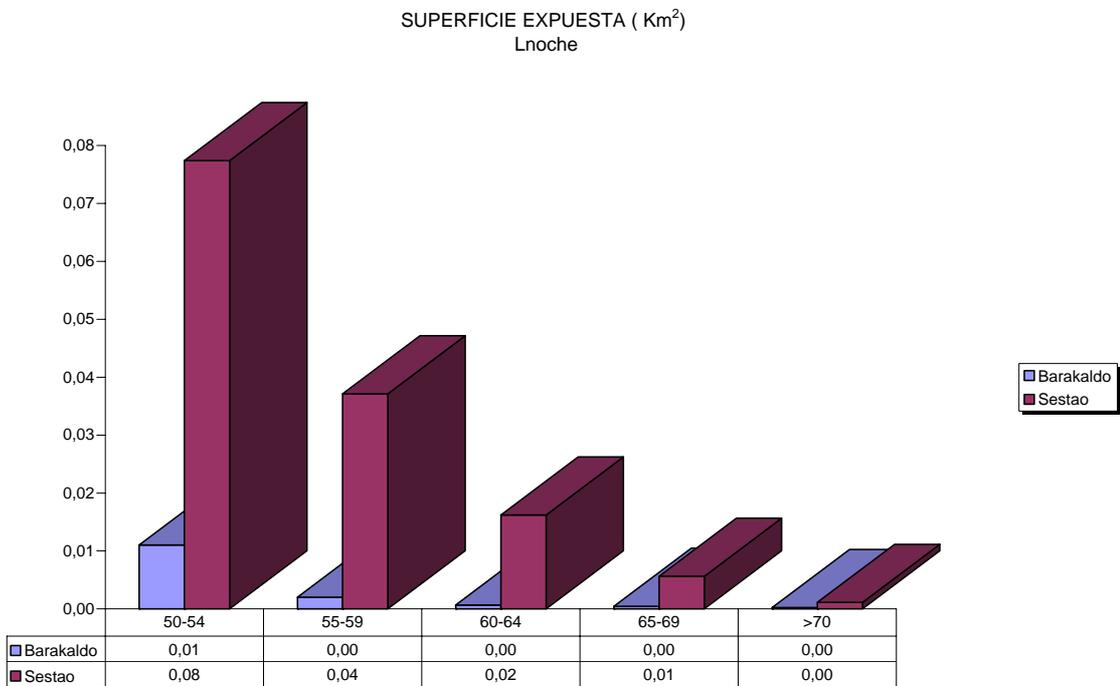
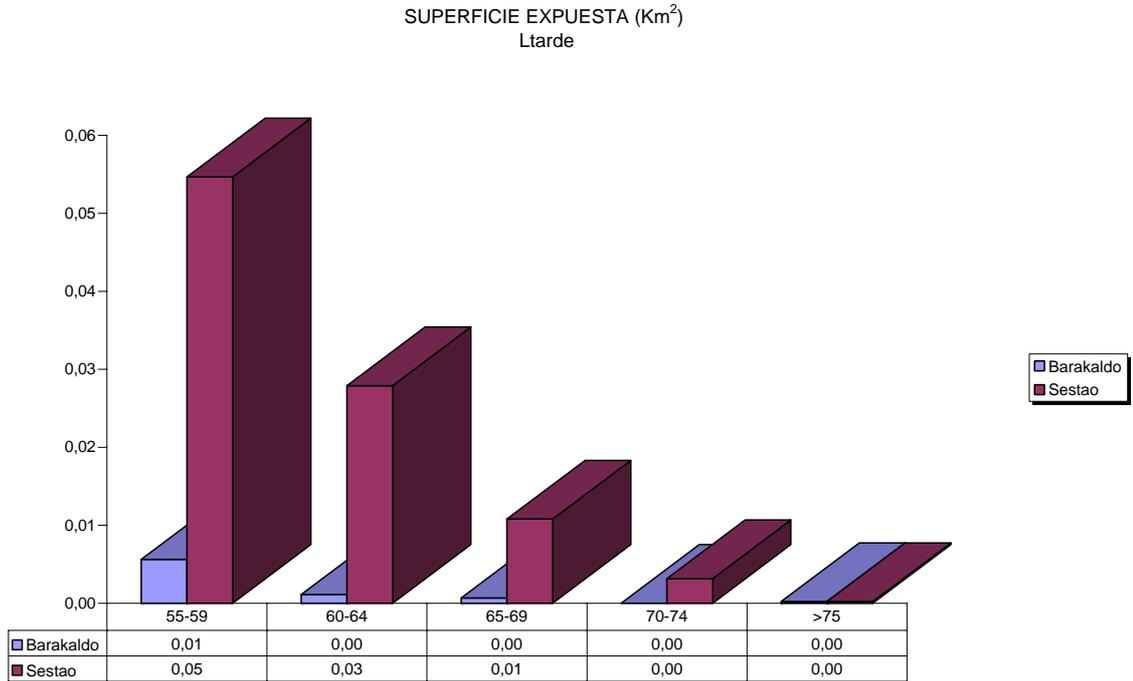
| UME<br>MB-2      | Ldía | Ltarde | Lnoche | Lden   |
|------------------|------|--------|--------|--------|
| <b>Barakaldo</b> | 0%   | 0 %    | 0 %    | 0 %    |
| <b>Sestao</b>    | 0 %  | 0 %    | 0 %    | 0,32 % |

**Tabla nº 5. Porcentaje de población expuesta a más de 55 dB(A) de Ldía, Ltarde y Lden, y a más de 50 dB(A) de Lnoche por efecto del tramo de superficie MB-2.**

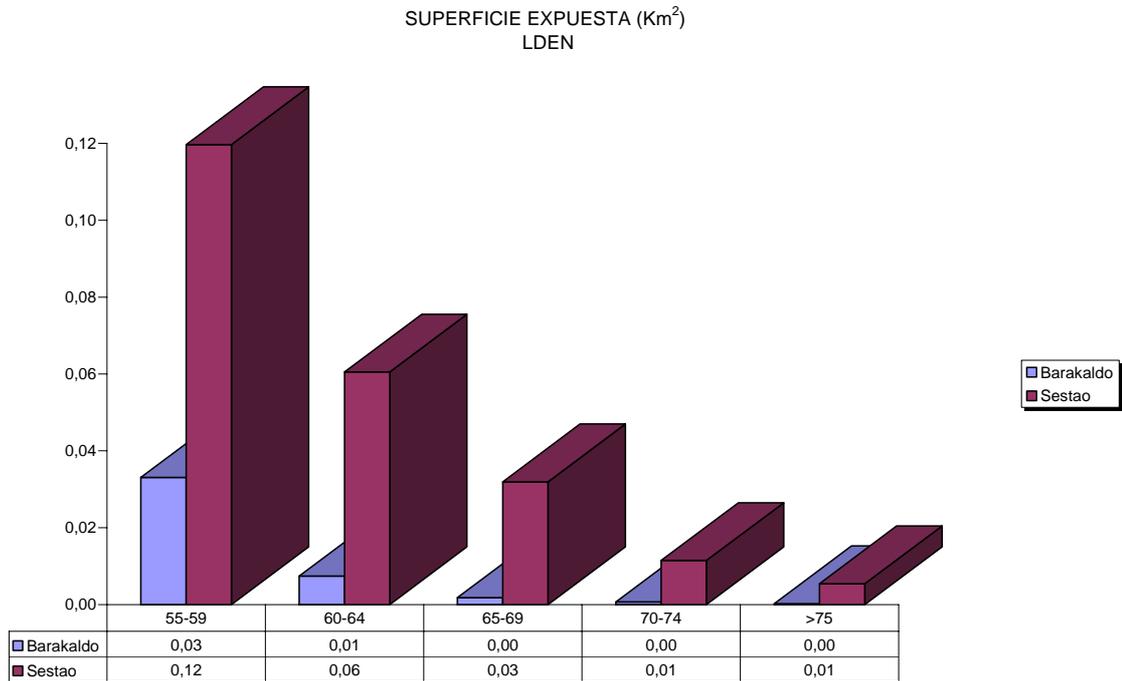
En los gráficos siguientes se presenta un análisis por municipio de la superficie expuesta, en km<sup>2</sup>, según rangos de niveles sonoros:



# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO



# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO



Tomando como referencia el parámetro de evaluación Lden, el **porcentaje de suelo expuesto** a niveles mayores de 55 dB(A) resultante para esta UME se presenta en la siguiente tabla:

| UME<br>MB-2      | % Suelo expuesto<br>>55 dB(A) de Lden |
|------------------|---------------------------------------|
| <b>Barakaldo</b> | 0,14%                                 |
| <b>Sestao</b>    | 6,54%                                 |

**Tabla nº 6. Porcentaje de suelo expuesto a más de 55 dB(A) de Lden en los municipios del entorno del tramo de la UME MB-2.**

## **6 ACTUACIONES PREVIAS**

Con motivo de la actividad de metro Bilbao se generan ruidos inevitables, característicos de la propia explotación, que en mayor o menor medida pueden ocasionar molestias a las viviendas cercanas al foco del ruido.

Cuando metro Bilbao ha tenido conocimiento de las molestias a través de las comunicaciones realizadas por particulares o entidades locales, ha procurado, dentro de sus posibilidades, realizar las acciones oportunas para disminuir el ruido producido en unos casos por el paso de las Unidades y en otros por sus instalaciones fijas.

Con la consecución en el año 2002 de la certificación medioambiental ISO14000, la resolución de los problemas ocasionados por el ruido cobran, si cabe, una mayor prioridad.

El objeto del presente informe es el de exponer las acciones realizadas para mitigar el ruido, calificándose por su origen:

- Paso de Trenes
- Ventilación de Emergencia
- Equipos de ventilación de la sala de transformación de la S/E de Ripa

### *6.1 POLITICA GENERAL DE ACTUACION DE METRO BILBAO*

Una vez establecidos los objetivos generales de Metro Bilbao para hacer frente a la problemática existente debido al ruido generado por los tramos en superficie de las líneas de tren, se han puesto en marcha una serie de actuaciones con el objeto de avanzar en la consecución de los objetivos propuestos.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

Normalmente el ruido provocado por el metro se produce en las curvas debido a la existencia del desgaste ondulatorio.

Este desgaste a generado una serie de molestias en las viviendas cercanas lo cual ha generado ciertas quejas, las cuales han ayudado a identificar el problema.

Además se han originado quejas por paso de trenes en tramos rectos en la calle Prim (Bilbao) debido a que el ruido se transmitía a las viviendas a través del conducto de la ventilación de emergencia y en la zona de la estación de San Inazio.

Las medidas que se aplican para mitigar los ruidos en curvas son las siguientes:

- Amolado de curva con vagón amolador de metro Bilbao: amolado curativo de urgencia, en desuso porque a largo plazo degrada el carril, acelerando el desgaste ondulatorio del carril.
- Reperfilado de carril, con vagón subcontratado a SPENO. Esta actividad se ha realizado intensivamente a partir de 2005 ya que es la solución más eficaz para eliminar el ruido por desgaste ondulatorio.
- Colocación aleatoria de apoyos elásticos, de rigidez variable entre la traviesa y el carril para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio.
- Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio, al mismo tiempo que elimina el ruido de alta frecuencia, originado por el roce de la pestaña contra el carril.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

- Sustitución del carril estándar, de dureza 280 HBW, por otro extraduro, tipo HSH, con una dureza 360HBW. Solución adoptada cuando se detectó el inicio de la aparición del desgaste ondulatorio. En la actualidad esta solución no se aplica debido a su costo y elevados plazos de entrega

### 6.1.1 Actuaciones Particulares

Se han puesto en marcha una serie de actuaciones para mitigar el ruido. En general las actuaciones llevadas a cabo hasta ahora son las siguientes:

- Diciembre 2002: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio, causante del ruido.
- Junio 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2004: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Diciembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

### **Erandio. Barrio de Alzaga (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Noviembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Marzo 2006: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Areeta. (Curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Curva del Puente del Peligro (paso superior sobre la carretera, entre las estaciones de Areta y Gobela).**

- Febrero 2000: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio y problemas de balasto
- Junio 2003: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Enero 2006: reperfilado de de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Avda. Neguri, 2. Neguri (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

En esta curva se realizaron los ensayos para conocer el comportamiento que sobre el desgaste ondulatorio ejercen los apoyos elásticos. Por este motivo, en vía 1 se montaron apoyos de rigidez variable con una distribución aleatoria y en la otra, apoyos de rigidez inferior a la habitual.

- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable en vía 2.
- Noviembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Neguri (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Enero 2006: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Algorta (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Desde Octubre 2003: Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril de vía 2 para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio y eliminar ruido de alta frecuencia, originado por el roce de la pestaña contra el carril.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Abril 2006: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Año 2006: montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Marzo 2007: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

- Año 2007: Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril de vía 1

### **Algorta (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Abril 2006: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Bidezabal (Paso a nivel de Maidagan)**

- Diciembre 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio

Para el año 2006 se había previsto el montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable, que no se la efectuado debido a las obras previstas de soterramiento del paso a nivel.

### **Larrabasterra (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Mayo 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

- Enero 2006: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Año 2007: montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Sopelana (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Enero 2006: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **6.1.2 Actuaciones de mejora**

#### **CURVAS CONFLICTIVAS**

Las curvas indicadas a continuación también han sido objeto de reperfilados a pesar de que no han sido objeto de quejas al no existir viviendas cercanas. Sin embargo, se han incluido dentro del plan de amolados debido al elevado ruido producido por el paso de los trenes.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

### **Astrabudua. (Curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2004: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Aiboa (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Mayo 2000: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **TRAMOS CONFLICTIVOS**

#### **Calle Prim (Bilbao)**

El origen de las quejas se debía al ruido de paso de trenes, que se transmitía a las viviendas a través del conducto de la ventilación de emergencia.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

En el año 1999 se realizó una insonorización del conducto de la ventilación de emergencia mediante paneles absorbentes. Desde entonces no se han repetido las quejas.

### **Avenida Lehendakari Agirre, varios portales, coincidentes con la traza del metro.**

El motivo que causa las quejas son los ruidos y vibraciones que se producen en el interior de las viviendas, según indican los propios vecinos.

Se han realizado las siguientes acciones:

1. Con motivo de las quejas recibidas por 29 portales, LABEIN, a instancias de metro Bilbao, realizó en Julio de 2004 una medición de vibraciones con paso de UT´s en 8 puntos, en suelo y paredes del túnel y próximos a las zonas de aparatos de vías existentes en ambos lados de la estación de San Inazio.

Tres puntos de medida coincidieron aproximadamente con la vertical del edificio nº 179, registrándose en uno de ellos un valor máximo de  $K=1,2$ , que fue el máximo de todos los puntos medidos. En el resto de puntos medidos los valores oscilan entre 0,1 y 0,6.

A la vista de estos valores se consideró que las viviendas no se encontraban afectadas por valores de vibración superiores a los indicados por la Ordenanza Municipal, dándose por supuesto que las vibraciones existentes en el túnel se amortiguarían al transmitirse al terreno circundante.

2. Se verificó que la totalidad de las traviesas existentes en el entorno de la estación de San Inazio se encontraban elásticamente aisladas respecto a la plataforma de vía. Esta condición es imprescindible para evitar la transmisión de las vibraciones del carril a la placa de hormigón.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

3. Con motivo de las quejas recibidas en Noviembre de 2005, metro Bilbao constató la existencia de ruido, pero no de vibraciones, en las escaleras del edificio número 179, el cual, según se pudo comprobar, coincidía con el paso de las UT´s sobre los aparatos de vía que permiten a las Unidades que parten de San Inazio dirigirse hacia Línea 1 o Línea 2. También se constató que se producían ruidos cuando las UT´s procedentes de Línea 1 entraban en el andén central de San Inazio.
4. Para conocer la colaboración de cada uno de los aparatos de vía al ruido/vibración total, se realizó durante la última semana de Noviembre de 2005 una serie de mediciones para conocer las vibraciones transmitidas por los aparatos de vía al suelo y a las paredes del túnel cuando pasan las Unidades por ellos, identificándose los aparatos de vía que más contribuyen y constatándose que ninguna de las vibraciones medidas supera en el foco (túnel) los valores máximos indicados por la Ordenanza Medioambiental del Ayuntamiento de Bilbao (Art109 Transmisión de vibraciones).
5. A partir de la identificación de los aparatos de vía que causaban una mayor vibración se realizó en el mes de Diciembre de 2005 una reunión entre metro Bilbao/CTB/Proveedores para estudiar una solución técnica para el suministro y montaje de aparatos de vía que hagan disminuir de forma significativa los niveles de vibración. La solución planteada, consistente en la sustitución de dos aparatos de vía, fue desestimada ante su coste económico y la repercusión en el servicio.

### **VENTILACIÓN DE EMERGENCIA**

La ventilación de emergencia, por sus características de funcionamiento es una instalación de gran responsabilidad para metro Bilbao, ya que es una instalación ligada a la seguridad de las personas, que no funciona

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

habitualmente, pero que debe estar dispuesta para funcionar en cualquier momento bajo condiciones severas, por lo que debe contar con valores elevados de Disponibilidad y Fiabilidad.

Dentro de los planes de mantenimiento diseñados para esta instalación figura el arranque trimestral de los ventiladores durante 1 hora. Debido al elevado ruido que ocasionan y la velocidad del aire que originan y al objeto de no molestar a los viajeros en las estaciones, los arranques se realizan una vez finalizado el horario de explotación. Esto significa que el arranque tiene lugar entre las 24 y las 1:30 horas de la madrugada. El ruido de los ventiladores se percibe en el exterior al salir a través de las rejillas de salida de aire, ubicadas en la calle.

Para tratar de aminorar esta molestia se acometió un proyecto para equipar con silenciadores aquellos ventiladores ubicados en zonas más sensibles al ruido debido a la aglomeración de viviendas. Se han insonorizado 5 pozos de ventilación:

- Basarrate
- Santutxu
- Indautxu
- San Inazio

Sin embargo, las dificultades técnicas derivadas del poco espacio disponible en algunos pozos para construir silenciadores eficaces y de la disminución del rendimiento de los ventiladores debido a la pérdida de carga ocasionada por los silenciadores, han paralizado este proyecto.

Para evitar quejas por ruido de las viviendas afectadas, se realiza, tal como en su día se acordó con el Ayuntamiento, antes del inicio de la campaña de arranques la comunicación al Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento y a la Policía Municipal de las fechas previstas en las que tendrán lugar. Del mismo

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

modo, la víspera de cada arranque se coloca carteles en los portales de las viviendas afectadas, anunciando el día y duración de los arranques.

Los resultados de esta iniciativa han sido satisfactorios ya que desde su puesta en funcionamiento han disminuido las quejas dirigidas a metro Bilbao.

Sin embargo, en el año 2008 se han producido denuncias de los vecinos del portal nº 83 de la calle Alameda de Urkijo ante el Ayuntamiento cada vez que se realiza un arranque en la estación de San Mames. Este ha urgido a metro Bilbao a tomar alguna medida en este pozo de ventilación, que podría ser la instalación de variadores de frecuencia, que permiten el funcionamiento de los ventiladores a una velocidad inferior a la nominal, con la consiguiente disminución de ruido en el exterior.

Esta medida ha demostrado su éxito en la Línea 2 ya que no se han recibido quejas por el arranque de los ventiladores.

### **VENTILACIÓN DE LA SALA DE TRANSFORMACIÓN DE LA S/E DE RIPA**

Debido a las molestias por ruido originas por el sistema de ventilación de la Subcentral de Ripa, sita en los sótanos de las Oficinas Centrales (C/Navarra),

en las viviendas colindantes, se recibe el 5 de Noviembre de 2004 una Notificación enviada por la Teniente Alcalde Delegada del Área de Urbanismo y Medio Ambiente requiriendo la adopción de medidas correctoras para eliminar la transmisión de ruidos a dichas viviendas.

Las medidas correctoras efectuadas fueron las siguientes:

- Instalación de variadores de velocidad para adecuar la velocidad de los ventiladores a la necesidad de suministro de aire de enfriamiento, así como para realizar arranques suaves de los mismos, disminuyéndose

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

así los ruidos producidos durante el funcionamiento y arranque de los mismos.

- Sustitución del fuelle elástico que separa el grupo ventilador de los conductos de aire.
- Instalación de soportes antivibratorios entre la bancada del cajón que contiene el grupo motor ventilador y el suelo.

Todas ellas fueron objeto de inspección por parte de Técnicos de la Subarea de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Bilbao, que dieron su conformidad verbal a lo realizado.

### **7 LISTADO DE PLANOS**

Acompañan al presente informe una colección de planos en los que se recoge el resultado de la modelizaciones acústicas realizadas para las UME´s objeto de estudio. En el Anexo 1, se presenta un listado de dichos planos, indicando la UME a la que pertenecen, el número y designación del plano, el número de hojas de las que se compone cada uno de ellos y finalmente la escala de reproducción.

---

**MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN  
SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1Y 2 DE METRO BILBAO  
2002/49/CE - FASE I**

---



---

*INFORME RESUMEN*

*MB-1-2*

*Bolueta-Etxebarri*

---

*Junio 2008*

*PROG0582-IN-MA-DIRECTIVA-METRO BILBAO*



MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS  
LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

**PROYECTO:** PROG0582 Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos en superficie de las  
líneas 1 y 2 de Metro Bilbao

**CLIENTE:** Consorcio de Transporte de Bizkaia

**DOCUMENTO:** PROG0582-IN-MA-DIRECTIVA-RESUMEN-METRO BILBAO

| TIPO       | DOCUMENTO       | FECHA    | Observaciones |
|------------|-----------------|----------|---------------|
| Entregable | Informe Resumen | Junio 08 |               |

Derio (Bizkaia), Junio 08

| <i>REALIZADO</i>  | <i>REVISADO</i>   | <i>APROBADO</i>   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Itxasne Díez<br><i>Unidad de Medio<br/>Ambiente Urbano e<br/>Industrial</i>         | Manuel Vázquez<br><i>Unidad de Medio<br/>Ambiente Urbano e<br/>Industrial</i>       | Itziar Aspuru<br><i>Unidad de Medio<br/>Ambiente Urbano e<br/>Industrial</i>          |

## ÍNDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETO</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>AMBITO DEL ESTUDIO</b> .....                            | <b>5</b>  |
| 3.1      | <i>MAPA DE RUIDO ESTRATÉGICO</i> .....                     | 5         |
| 3.2      | <i>UNIDADES DE ESTUDIO</i> .....                           | 6         |
| 3.3      | <i>DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ESTUDIO</i> .....           | 8         |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....                                   | <b>9</b>  |
| 4.1      | <i>DATOS DE PARTIDA</i> .....                              | 9         |
| 4.1.1    | Tratamiento de los datos de población .....                | 10        |
| 4.2      | <i>PARAMETROS DE CÁLCULO</i> .....                         | 10        |
| 4.3      | <i>PRESENTACION DE RESULTADOS</i> .....                    | 12        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS</b> .....                                    | <b>14</b> |
| <b>6</b> | <b>ACTUACIONES PREVIAS</b> .....                           | <b>20</b> |
| 6.1      | <i>POLITICA GENERAL DE ACTUACION DE METRO BILBAO</i> ..... | 20        |
| 6.1.1    | Actuaciones particulares.....                              | 22        |
| 6.1.2    | Actuaciones de mejora.....                                 | 26        |
| <b>7</b> | <b>LISTADO DE PLANOS</b> .....                             | <b>32</b> |

## INFORME RESUMEN

### 1 INTRODUCCIÓN

La Directiva Europea 2002/49/CE y el desarrollo legislativo estatal que se ha traducido en la Ley del ruido 37/2003 solicita la elaboración de mapas estratégicos de ruido de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los 6.000.000 de vehículos al año, para la fecha 30 de junio de 2007 y de los grandes ejes viarios definidos como carreteras con un tráfico superior a 3.000.000 de vehículos por año para la fecha 18 de julio de 2013. De igual forma solicita la elaboración de mapas estratégicos de ruido de grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60.000 trenes al año, para la fecha 30 de junio de 2007 y los mapas estratégicos para todos los grandes ejes ferroviarios, definidos como líneas con un tráfico superior a 30.000 trenes por año, para la fecha 18 de julio de 2013, además de la realización de los mapas de ruido de las aglomeraciones.

Los mapas de ruido definidos por la Directiva y la Ley del ruido, con el objeto de homogeneizar los resultados para toda Europa deben ser realizados con unos métodos de cálculo y unos condicionantes de cálculo mínimos. El objetivo es obtener mapas denominados estratégicos que sirven para tomar decisiones a nivel global y no local, las cuales precisarían de estudios de detalle que permitan la adopción de soluciones a nivel puntual.

A partir de los mapas de ruido, se deben obtener los indicadores de suelo expuesto y personas expuestas en las condiciones reflejadas por dichos mapas y según los requisitos de la citada Directiva.

La generación y aprobación de los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos en superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao y sus correspondientes indicadores, se ha realizado para el caso de Metro Bilbao, por el Consorcio de Transporte de Bizkaia.

## 2 OBJETO

El objetivo de este informe resumen es el de facilitar una visión de conjunto del resultado obtenido con la generación de los Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos de superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao con un número de vehículos mayor de 60.000 trenes al año.

Los Mapas corresponden al alcance de la primera Fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación Estatal con el Real Decreto 1513/2005.

## 3 AMBITO DEL ESTUDIO

### 3.1 MAPA DE RUIDO ESTRATÉGICO

La Directiva 2002/49/CE, establece que un Mapa Estratégico de Ruido es, ***“un mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona”***.

La posibilidad de realizar dicha evaluación depende de la disposición de un conjunto de información que los mapas deberán facilitar:

- Distribución de niveles sonoros en la extensión del área de estudio.
- Identificación de las zonas de afección, establecidas según los indicadores y límites de evaluación establecidos a tal fin.
- Cuantificación del número de personas y superficie expuesta a determinados niveles sonoros según los anteriores indicadores.

Los Mapas se plantean con el doble objetivo de ser el formato que facilite el envío de información a la Comisión Europea y al mismo tiempo sirva como base para su divulgación entre la población.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

Finalmente, los Mapas deben permitir el planteamiento de Planes de Acción desarrollados como consecuencia de la evaluación realizada y encaminados a la mejora del ambiente acústico.

Los Mapas estratégicos de ruido, se referirán de forma independiente para cada foco de ruido considerado, y se representarán físicamente, preferentemente con un conjunto de expresiones gráficas, compuestas básicamente por:

- Mapas de niveles sonoros, a una altura de 4 m, para el  $L_{den}$ ,  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{noche}$ , consistentes en representaciones de líneas isófonas en rangos de 5 dB entre los valores de 50 y 75.
- Mapas de exposición para el  $L_{den}$ ,  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{noche}$ , en los que se representen el número de personas cuyas viviendas están expuestas a los rangos de valores anteriores.
- Mapas de zona de afección, correspondiente al periodo  $L_{den}$ . En los que se identifique el área de una zona de estudio, sobre la que se produce la superación de un determinado valor límite.

Para la realización de los Mapas Estratégicos, se han definido como base de trabajo, las denominadas Unidades de Mapa Estratégico (UME). Estas unidades están formadas por uno o varios tramos de una misma línea, quedando el análisis posterior referenciado de forma individualizada para cada una de ellas.

### *3.2 UNIDADES DE ESTUDIO*

Los tramos de metro que se han identificado dentro del alcance de la citada primera fase de la Directiva, se han recogido en el gráfico nº 1 y en la tabla nº 1.



## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

| <b>CODIGO</b> | <b>TRAMO</b>           | <b>Longitud (km)</b> | <b>UMES</b> |
|---------------|------------------------|----------------------|-------------|
| MB-1          | San Inazio-Plentzia    | 29,3                 | 1           |
| MB-2          | San Inazio-Portugalete | 15                   | 1           |
| MB-1-2        | Bolueta-Etxebarri      | 8,8                  | 1           |
| <b>total</b>  |                        | <b>53,1</b>          | <b>3</b>    |

**Tabla nº 1. Identificación de la UME´s objeto de estudio**

### *3.3 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ESTUDIO*

La línea de metro de Competencia del Consorcio de Transporte de Bizkaia objeto de este estudio es la MB-1-2 que comprende el tramo de Bolueta-Etxebarri. A efectos de la delimitación de la línea de ferrocarril para la realización de mapas estratégicos, ésta consta de un solo tramo con un tráfico superior a los 60.000 trenes al año. Discurre en dirección oeste-este a lo largo de 8,8km.

La identificación de los municipios implicados por los que circula el tramo de metro se presenta en la siguiente tabla:

| <b>UME</b>    | <b>MUNICIPIO</b> | <b>POBLACION</b> |
|---------------|------------------|------------------|
| <b>MB-1-2</b> | <b>Etxebarri</b> | <b>7043</b>      |
| <b>MB-1-2</b> | <b>Bilbao</b>    | <b>354145</b>    |

La UME comienza su recorrido a la salida de Etxebarri dirección Bilbao en el PK 1, en una zona industria, atraviesa la ría en viaducto y finaliza en el PK 3 Bolueta a partir del cual la línea queda soterrada.

En la imagen siguiente se presenta la delimitación de la UME objeto de estudio:

MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

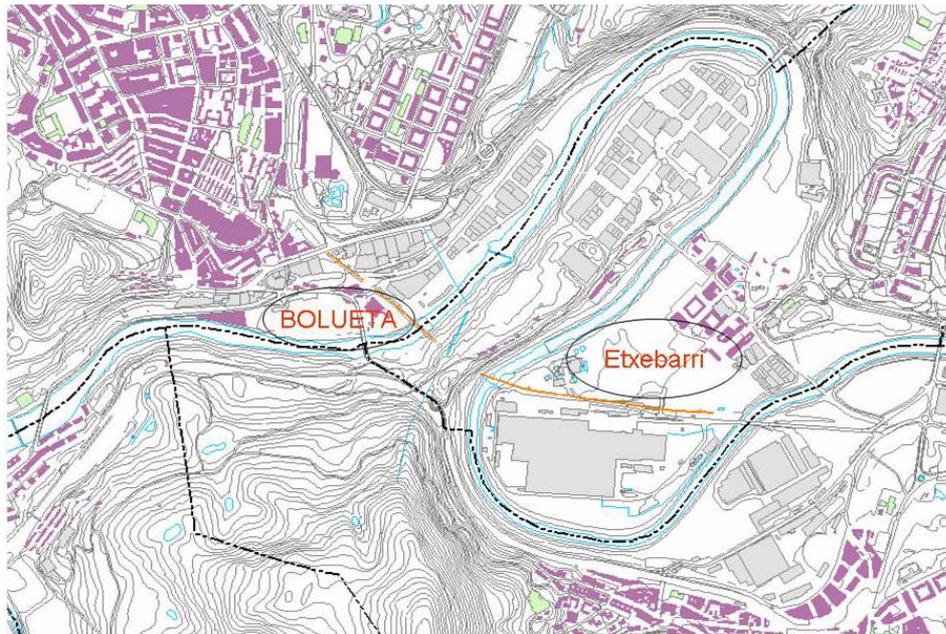


Figura nº 2. UME MB-1-2

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 DATOS DE PARTIDA

La información básica que se ha empleado para la realización de los Mapas, así como el origen de la citada información se recoge en la tabla nº 2.

| Tipo de Información                           | Año  | Origen de la Información     |
|---|------|------------------------------|
| Cartografía Base 1:5.000                      | 2002 | Diputación Foral de Bizkaia  |
| 1:5.000                                       | 2002 | Metro Bilbao                 |
| Capa gráfica edificios                        | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Ejes de tráfico                               | 2007 | Metro Bilbao.                |
| Altura de edificios                           | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Población (asociada al portalero de catastro) | 2003 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Planeamiento Urbanístico (*)                  | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Datos de tráfico (IMD )                       | 2007 | Metro Bilbao.                |
| Capa de límites administrativos (Municipios)  | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia  |

(\*) Empleado como base para el análisis de los usos de los edificios

Tabla nº 2. Información de partida empleada en el estudio y origen de la misma.

#### **4.1.1 Tratamiento de los datos de población**

El análisis de población expuesta a los diferentes rangos de niveles sonoros en el entorno del ferrocarril, se ha realizado partiendo de los datos disponibles en las secciones censales los cuales se asociaron a los edificios facilitados por la Diputación Foral de Bizkaia.

Dicho análisis se basa en el cálculo de niveles sonoros en las fachadas de los edificios, realizando posteriormente, un reparto proporcional de la población de cada edificio entre los diferentes niveles sonoros de fachada (dados por receptores situados en todo su perímetro).

En el caso concreto que existan edificios afectados sin población, el proceso llevado a cabo se ha estructurado en los siguientes pasos:

1. Se realiza la asignación del número de plantas a los edificios a partir de la altura del edificio.
2. Se calcula la superficie total construida de edificios residenciales estimando 1 hab/50m<sup>2</sup> de superficie habitable.
3. Se calcula la población residente en un edificio multiplicando el dato de habitante/m<sup>2</sup> por el n° de plantas.

#### *4.2 PARAMETROS DE CÁLCULO*

La generación de los Mapas de Ruido Estratégicos se ha realizado mediante la utilización del modelo de previsión de impacto acústico IMMI 6.2, el cual integra el método recomendado para la evaluación de todos los índices de ruido para los Estados miembros que no cuentan con métodos nacionales de cálculo:

o Ruido del Tráfico de ferrocarril: el método nacional de cálculo holandés "SMR-II".

Los cálculos realizados se basan en los principios recogidos en la tabla n° 3.

MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

|             | Parámetro de cálculo   | Condición   |
|-------------|--|---|
| REFLEXIONES | Nº de reflexiones en la generación de niveles sonoros en malla                 | Se han considerado DOS (2) reflexiones.   |
|             | Reflexiones tras apantallamientos totales                                      | Se considera posible la eliminación del cálculo de reflexiones en puntos que se encuentren totalmente apantallados del foco.                    |
|             | Distancia de propagación tras la primera reflexión (profundidad de reflexión). | Se ha limitado la distancia de propagación tras la primera reflexión, considerando una distancia mínima de 200 m.                               |
|             | Ultima reflexión   | Se ha considerado el efecto de la última reflexión para la obtención de los mapas de ruido, pero no para la obtención de la población expuesta. |
|             | Propiedades acústicas de la superficie de los edificios                        | Por defecto se considera que las fachadas de todos los edificios en la zona de estudio, se comportan como acústicamente reflectantes.           |
| FOCO        | Cálculo frecuencial  | Análisis de bandas de frecuencia de octava.<br>Espectro definido entre 63Hz y 8kHz para el método holandés de ferrocarril.                      |
|             | Fuentes con baja aportación  | Se ha considerado la eliminación de fuentes con baja aportación al cómputo global.  |
| TRAZADO     | Difracción en las líneas de terreno  | Se ha considerado en el cálculo   |
|             | Difracción lateral   | Se ha considerado en el cálculo   |

MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS  
LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

|              | Parámetro de cálculo          | Condición  |
|--------------|-------------------------------|--|
| MALLA        | Puntos interiores a edificios | No se realiza el cálculo de nivel sonoro en puntos situados en patios interiores (totalmente cerrados) a edificios.  |
|              | Malla de cálculo              | El paso de malla considerado para el estudio es de 15m.  |
| METEOROLOGÍA | Condiciones de propagación    | Se han considerado las recomendadas por el grupo de trabajo europeo WG-AEN, condiciones favorables a la propagación del ruido:<br><br>Periodo día: 50%<br><br>Periodo tarde: 75%<br><br>Periodo noche: 100%  |
| TERRENO      | Tipo de terreno               | Se han considerado por lo general superficies eminentemente reflectantes (asfalto, hormigón, agua) representando zonas completamente urbanizadas (G=0), el terreno sobre el que se apoya el eje de ferrocarril depende del tipo de vía (placa, balasto). |

**Tabla nº 3. Parámetros de cálculo empleados para la generación de los Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos en superficie de las líneas 1y 2 de Metro de Bilbao.**

#### 4.3 PRESENTACION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se han representado según los requisitos de la Directiva 2002/49/CE Anexo VI, por los que los Estados Miembros deben indicar los siguientes puntos:

1. Número total de personas expuestas (Lden), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lden en dB a una altura

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".

2. Número total de personas expuestas (Lnoche), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de Lnoche en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, > 70".
3. Número total de personas expuestas (Ldia), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de Ldia en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".
4. Número total de personas expuestas fuera de aglomeraciones (Ltarde), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de Ltarde en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".
5. Área total, viviendas y población expuesta (Lden), indicando "La superficie total (en km<sup>2</sup>) expuesta a valores de Lden superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente". Se indicará, además, el número total estimado de viviendas (en centenares) y el número total estimado de personas (en centenares) que viven en cada una de esas zonas. Estos datos de población incluyen las aglomeraciones.

La representación gráfica se ha realizado a una escala de 1:20.000 y con los colores reflejados en el siguiente gráfico:

Para la determinación del número de personas expuestas en centenas, se ha considerado que la existencia de cualquier número superior a 50 en cualquier rango de dB constituye en si la primera centena. Para el resto de centenas siguientes, se ha considerado el mismo proceso.

# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

## Lden, Ldía, Ltarde

| Rango | Descripción | R   | G   | B   |
|-------|-------------|-----|-----|-----|
| > 75  | Rosa fuerte | 255 | 0   | 255 |
| 70-75 | Rojo        | 255 | 2   | 2   |
| 65-70 | Naranja     | 255 | 128 | 2   |
| 60-65 | Ocre        | 255 | 205 | 105 |
| 55-60 | Amarillo    | 255 | 255 | 2   |
| < 55  | blanco      |     |     |     |



## Lnoche

| Rango | Descripción | R   | G   | B   |
|-------|-------------|-----|-----|-----|
| >70   | Rojo        | 255 | 2   | 2   |
| 65-70 | Naranja     | 255 | 128 | 2   |
| 60-65 | Ocre        | 255 | 205 | 105 |
| 55-60 | Amarillo    | 255 | 255 | 2   |
| 50-55 | Verde       | 100 | 200 | 0   |
| < 50  | blanco      |     |     |     |



La documentación que acompaña a este informe resumen, se ha presentado según los formatos recogidos en la tabla nº 4.

| Documentación                                 | Formato  |
|---|--|
| Planos con formato Metro Bilbao definitivos.  | Pdf o Jpg.   |
| Ejes de metro y cuadrícula de representación. | shape (Sist. Ref.: Elipsoide Internacional, Datum ED50, UTM Huso30). |
| Mapas de ruido por UMEs con cartografía base. | Raster.  |
| Mapa de cartografía base en formato continuo. | Jpg o Pdf.   |
| Indicadores estratégicos.                     | Hoja de cálculo excel.   |

**Tabla nº 4. Documentación presentada como resultado del estudio y formatos de entrega**

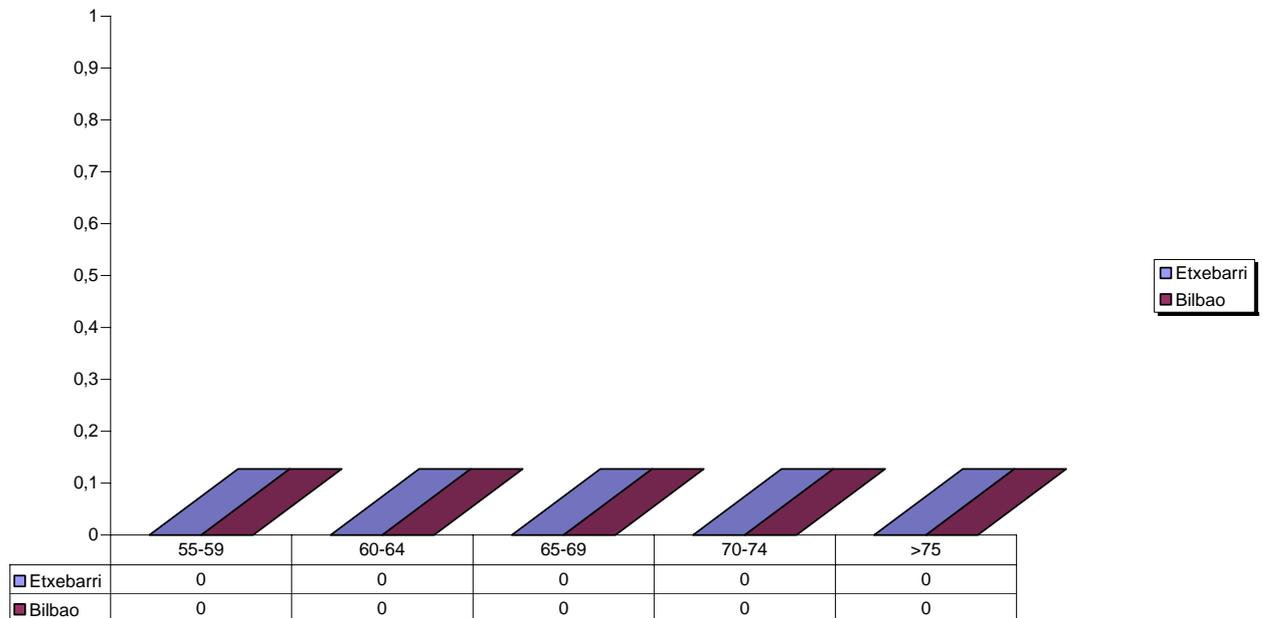
## 5 RESULTADOS

En el apartado 3.3 de descripción de la unidad de estudio, se adjunta una tabla que incluye los municipios por los que circula el eje del tramo de línea analizada.

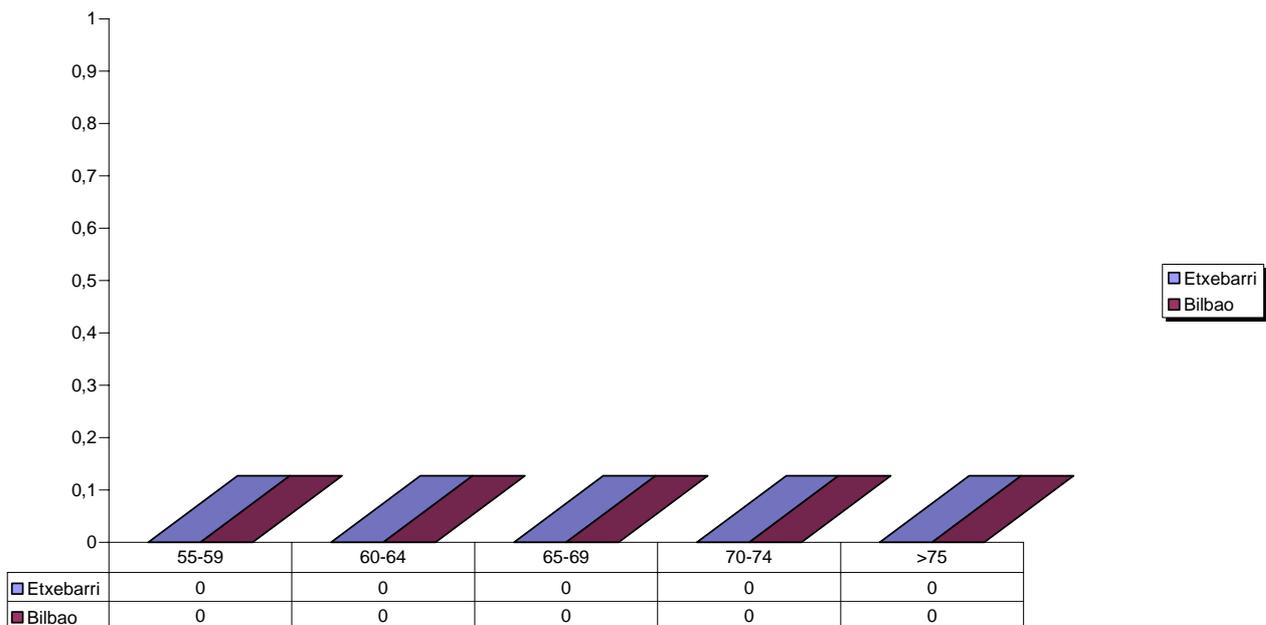
En los gráficos siguientes se presenta un análisis por municipio del número de habitantes expuestos según rangos de niveles sonoros:

# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

POBLACIÓN EXPUESTA (centenas)  
Ldía

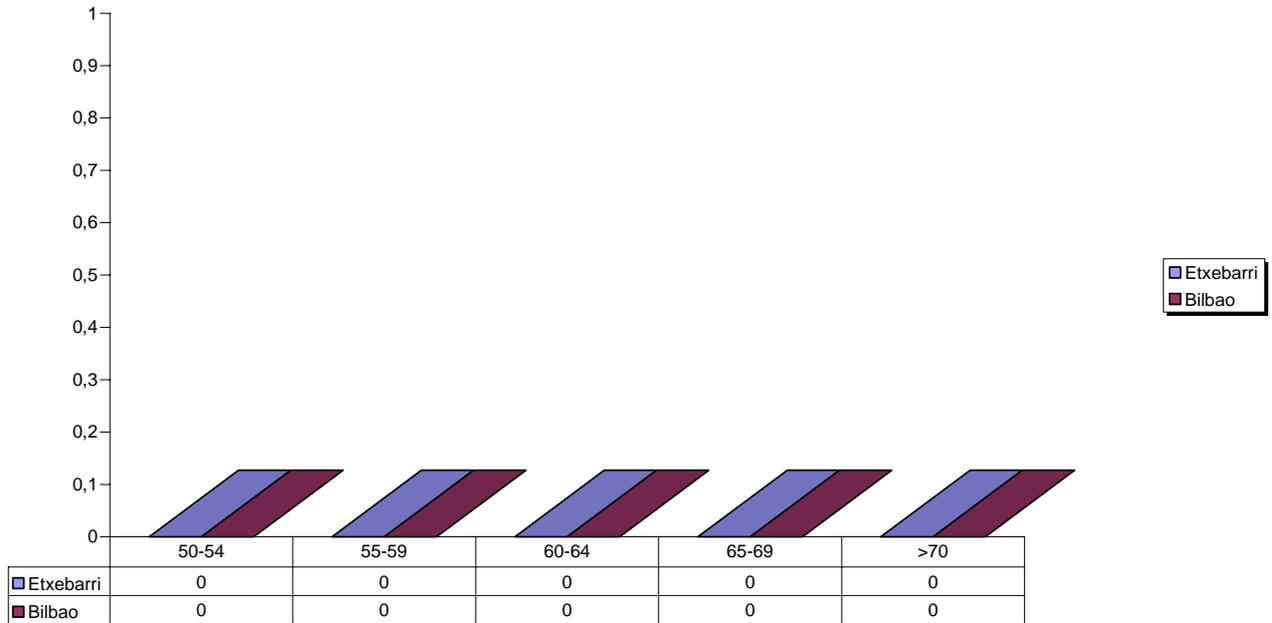


POBLACIÓN EXPUESTA (centenas)  
Ltarde

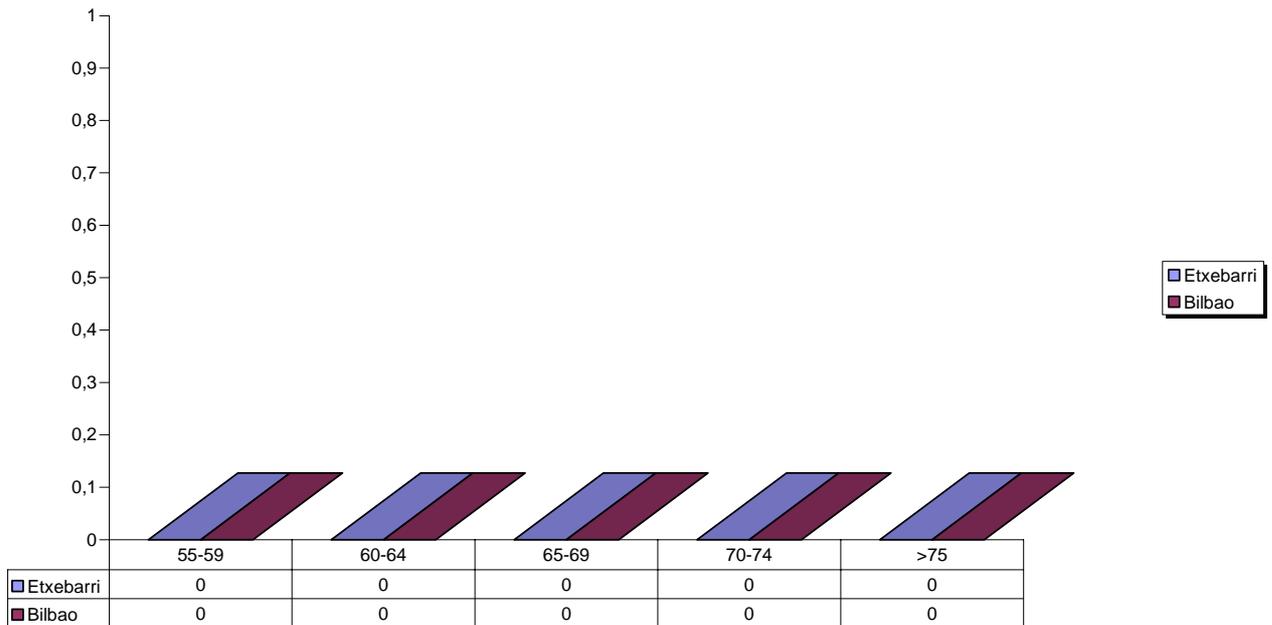


# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

POBLACIÓN EXPUESTA (centenas)  
Lnoche



POBLACIÓN EXPUESTA (centenas)  
Lden



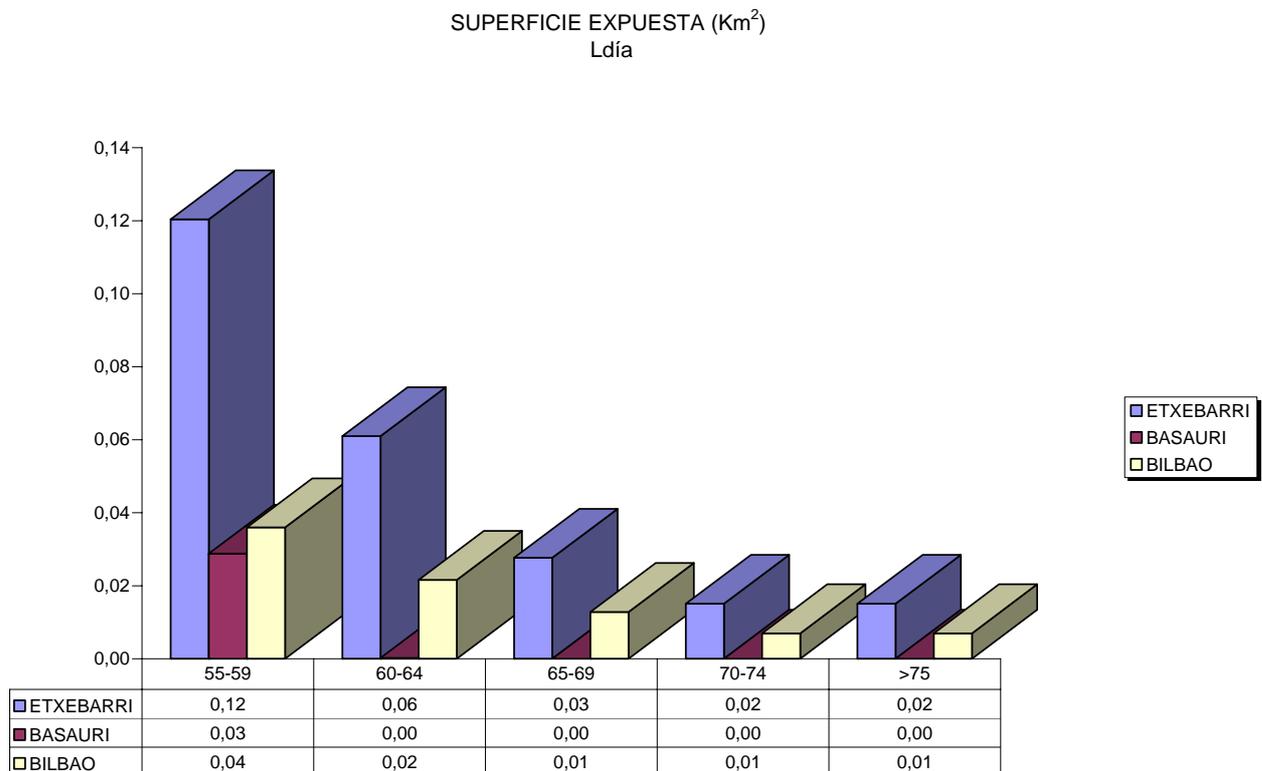
## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

La UME estudiada, la MB-1-2, a su paso por los municipios sobre los que presentan influencia, origina una situación que da como resultado una distribución de **porcentajes de población** expuesta a más de 55 dB(A) de L<sub>día</sub>, L<sub>tarde</sub> y L<sub>den</sub> y a más de 50 dB(A) de L<sub>noche</sub>, que se presenta en la siguiente tabla.

| UME<br>MB 1-2    | L <sub>día</sub> | L <sub>tarde</sub> | L <sub>noche</sub> | L <sub>den</sub> |
|------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| <b>Etxebarri</b> | 0%               | 0%                 | 0%                 | 0%               |
| <b>Bilbao</b>    | 0%               | 0%                 | 0%                 | 0%               |

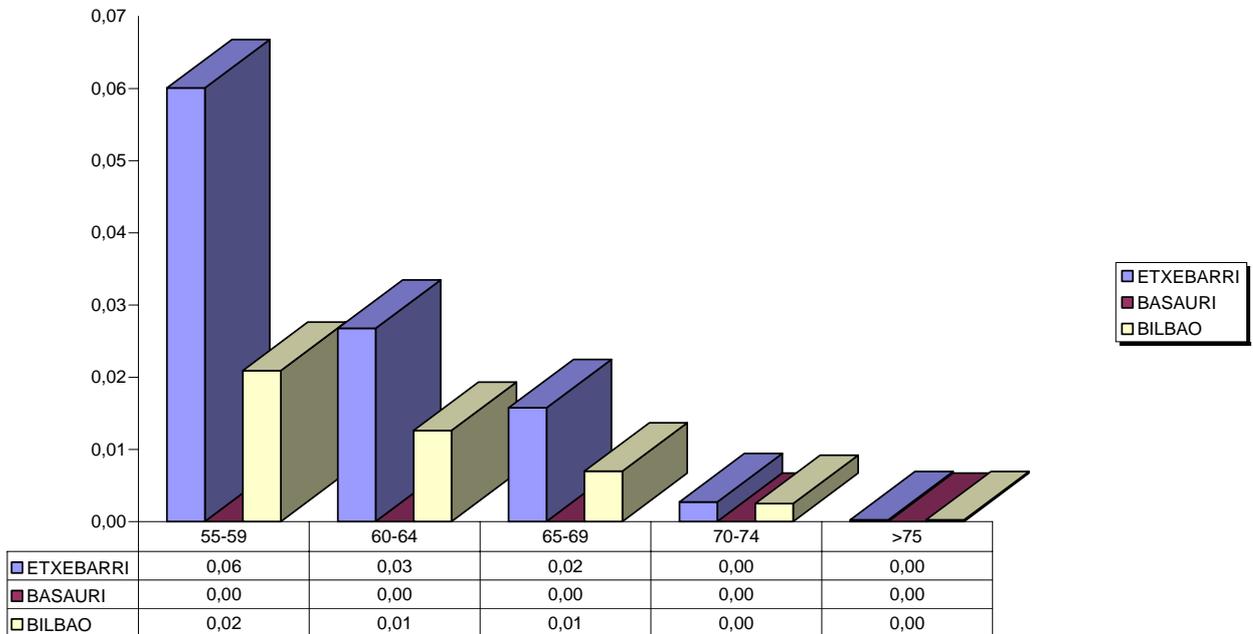
**Tabla nº 5. Porcentaje de población expuesta a más de 55 dB(A) de L<sub>día</sub>, L<sub>tarde</sub> y L<sub>den</sub>, y a más de 50 dB(A) de L<sub>noche</sub> por efecto del tramo de metro MB-1-2.**

En los gráficos siguientes se presenta un análisis por municipio de la superficie expuesta, en km<sup>2</sup>, según rangos de niveles sonoros:

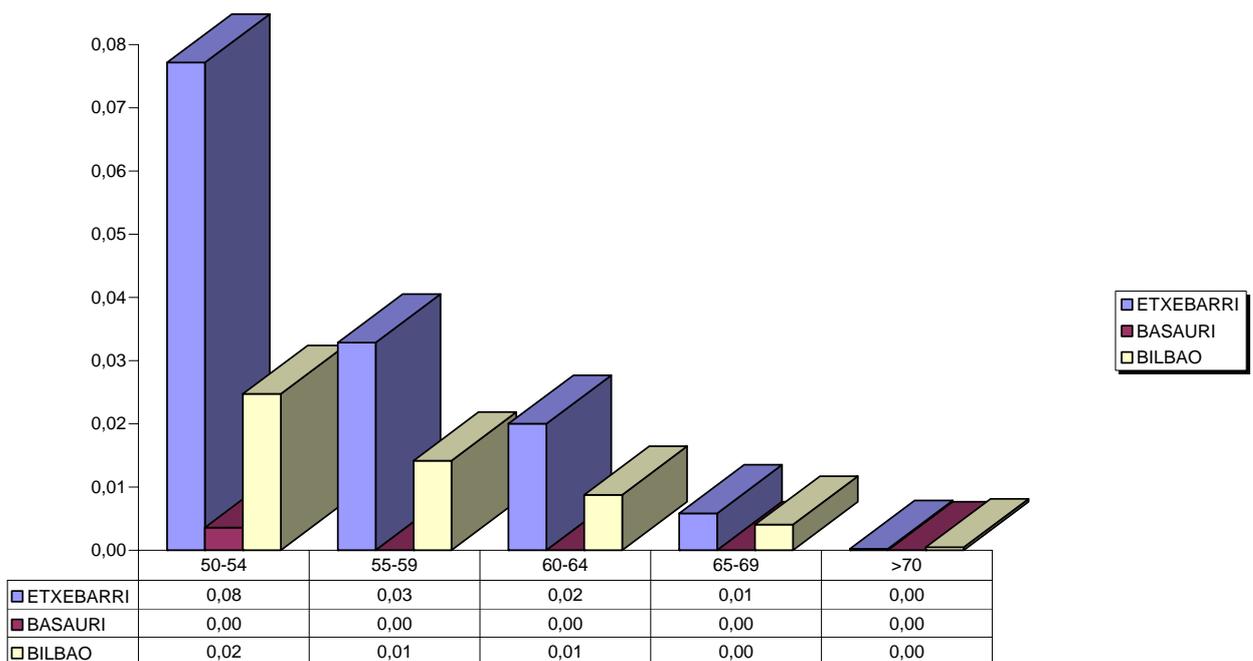


MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

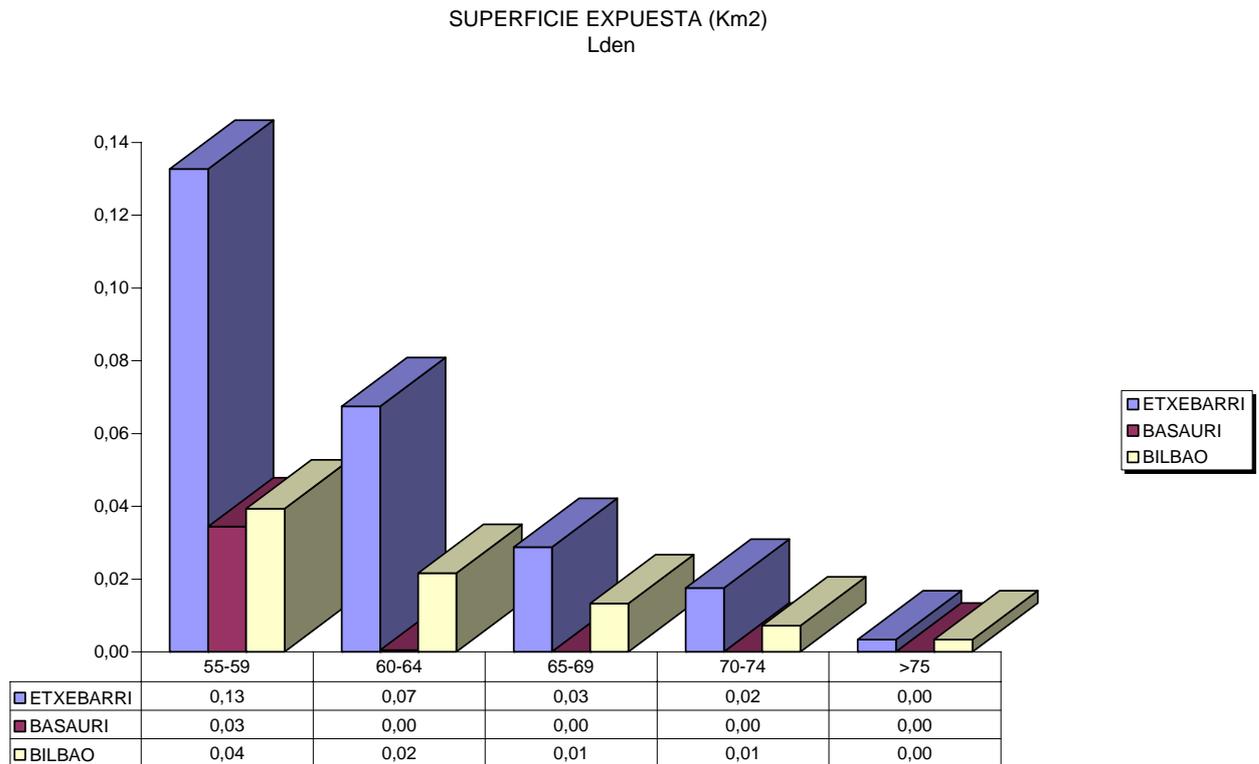
SUPERFICIE EXPUESTA (Km<sup>2</sup>)  
Ltarde



SUPERFICIE EXPUESTA (Km<sup>2</sup>)  
Lnoche



# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO



Tomando como referencia el parámetro de evaluación Lden, el **porcentaje de suelo expuesto** a niveles mayores de 55 dB(A) resultante para esa UME se presenta en la siguiente tabla:

| UME<br>MB-1-2    | % Suelo expuesto<br>>55 dB(A) de Lden |
|------------------|---------------------------------------|
| <b>Etxebarri</b> | 7,3%                                  |
| <b>Basauri</b>   | 0,48%                                 |
| <b>Bilbao</b>    | 0,20%                                 |

**Tabla nº 6. Porcentaje de suelo expuesto a más de 55 dB(A) de Lden en los municipios del entorno del tramo se superficie MB-1-2**

## **6 ACTUACIONES PREVIAS**

Con motivo de la actividad de metro Bilbao se generan ruidos inevitables, característicos de la propia explotación, que en mayor o menor medida pueden ocasionar molestias a las viviendas cercanas al foco del ruido.

Cuando metro Bilbao ha tenido conocimiento de las molestias a través de las comunicaciones realizadas por particulares o entidades locales, ha procurado, dentro de sus posibilidades, realizar las acciones oportunas para disminuir el ruido producido en unos casos por el paso de las Unidades y en otros por sus instalaciones fijas.

Con la consecución en el año 2002 de la certificación medioambiental ISO14000, la resolución de los problemas ocasionados por el ruido cobran, si cabe, una mayor prioridad.

El objeto del presente informe es el de exponer las acciones realizadas para mitigar el ruido, calificándose por su origen:

- Paso de Trenes
- Ventilación de Emergencia
- Equipos de ventilación de la sala de transformación de la S/E de Ripa

### *6.1 POLITICA GENERAL DE ACTUACION DE METRO BILBAO*

Una vez establecidos los objetivos generales de Metro Bilbao para hacer frente a la problemática existente debido al ruido generado por los tramos en superficie de las líneas de tren, se han puesto en marcha una serie de actuaciones con el objeto de avanzar en la consecución de los objetivos propuestos.

Normalmente el ruido provocado por el metro se produce en las curvas debido a la existencia del desgaste ondulatorio.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

Este desgaste a generado una serie de molestias en las viviendas cercanas lo cual ha generado ciertas quejas, las cuales han ayudado a identificar el problema.

Además se han originado quejas por paso de trenes en tramos rectos en la calle Prim (Bilbao) debido a que el ruido se transmitía a las viviendas a través del conducto de la ventilación de emergencia y en la zona de la estación de San Inazio.

Las medidas que se aplican para mitigar los ruidos en curvas son las siguientes:

- Amolado de curva con vagón amolador de metro Bilbao: amolado curativo de urgencia, en desuso porque a largo plazo degrada el carril, acelerando el desgaste ondulatorio del carril.
- Reperfilado de carril, con vagón subcontratado a SPENO. Esta actividad se ha realizado intensivamente a partir de 2005 ya que es la solución más eficaz para eliminar el ruido por desgaste ondulatorio.
- Colocación aleatoria de apoyos elásticos, de rigidez variable entre la traviesa y el carril para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio.
- Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio, al mismo tiempo que elimina el ruido de alta frecuencia, originado por el roce de la pestaña contra el carril.
- Sustitución del carril estándar, de dureza 280 HBW, por otro extraduro, tipo HSH, con una dureza 360HBW. Solución adoptada cuando se detectó el inicio de la aparición del desgaste ondulatorio. En la actualidad esta solución no se aplica debido a su costo y elevados plazos de entrega

### **6.1.1 Actuaciones particulares**

Se han puesto en marcha una serie de actuaciones para mitigar el ruido. En general las actuaciones llevadas a cabo hasta ahora son las siguientes:

#### **C/ Ribera de Elorrieta números 18, 20 y 22 (ubicados en la entrada al túnel de Montecabras)**

- Diciembre 2002: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio, causante del ruido.
- Junio 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2004: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Diciembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

#### **Erandio. Barrio de Alzaga (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

- Noviembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Marzo 2006: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Areeta. (Curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Curva del Puente del Peligro (paso superior sobre la carretera, entre las estaciones de Areeta y Gobela).**

- Febrero 2000: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio y problemas de balasto
- Junio 2003: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Enero 2006: reperfilado de de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Avda. Neguri, 2. Neguri (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

En esta curva se realizaron los ensayos para conocer el comportamiento que sobre el desgaste ondulatorio ejercen los apoyos elásticos. Por este motivo, en vía 1 se montaron apoyos de rigidez variable con una distribución aleatoria y en la otra, apoyos de rigidez inferior a la habitual.

- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable en vía 2.
- Noviembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Neguri (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Enero 2006: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Algorta (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

- Desde Octubre 2003: Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril de vía 2 para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio y eliminar ruido de alta frecuencia, originado por el roce de la pestaña contra el carril.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Abril 2006: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Año 2006: montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Marzo 2007: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Año 2007: Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril de vía 1

### **Algorta (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Abril 2006: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Bidezabal (Paso a nivel de Maidagan)**

- Diciembre 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

Para el año 2006 se había previsto el montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable, que no se la efectuado debido a las obras previstas de soterramiento del paso a nivel.

### **Larrabasterra (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Mayo 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Enero 2006: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Año 2007: montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Sopelana (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Enero 2006: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

#### **6.1.2 Actuaciones de mejora**

##### **CURVAS CONFLICTIVAS**

Las curvas indicadas a continuación también han sido objeto de reperfilados a pesar de que no han sido objeto de quejas al no existir viviendas cercanas. Sin embargo, se han incluido dentro del plan de amolados debido al elevado ruido producido por el paso de los trenes.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

### **Astrabudua. (Curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2004: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Aiboa (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Mayo 2000: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **TRAMOS CONFLICTIVOS**

#### **Calle Prim (Bilbao)**

El origen de las quejas se debía al ruido de paso de trenes, que se transmitía a las viviendas a través del conducto de la ventilación de emergencia.

En el año 1999 se realizó una insonorización del conducto de la ventilación de emergencia mediante paneles absorbentes. Desde entonces no se han repetido las quejas.

#### **Avenida Lehendakari Agirre, varios portales, coincidentes con la traza del metro.**

El motivo que causa las quejas son los ruidos y vibraciones que se producen en el interior de las viviendas, según indican los propios vecinos.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

Se han realizado las siguientes acciones:

1. Con motivo de las quejas recibidas por 29 portales, LABEIN, a instancias de metro Bilbao, realizó en Julio de 2004 una medición de vibraciones con paso de UT´s en 8 puntos, en suelo y paredes del túnel y próximos a las zonas de aparatos de vías existentes en ambos lados de la estación de San Inazio.

Tres puntos de medida coincidieron aproximadamente con la vertical del edificio nº 179, registrándose en uno de ellos un valor máximo de  $K=1,2$ , que fue el máximo de todos los puntos medidos. En el resto de puntos medidos los valores oscilan entre 0,1 y 0,6.

A la vista de estos valores se consideró que las viviendas no se encontraban afectadas por valores de vibración superiores a los indicados por la Ordenanza Municipal, dándose por supuesto que las vibraciones existentes en el túnel se amortiguarían al transmitirse al terreno circundante.

2. Se verificó que la totalidad de las traviesas existentes en el entorno de la estación de San Inazio se encontraban elásticamente aisladas respecto a la plataforma de vía. Esta condición es imprescindible para evitar la transmisión de las vibraciones del carril a la placa de hormigón.
3. Con motivo de las quejas recibidas en Noviembre de 2005, metro Bilbao constató la existencia de ruido, pero no de vibraciones, en las escaleras del edificio número 179, el cual, según se pudo comprobar, coincidía con el paso de las UT´s sobre los aparatos de vía que permiten a las Unidades que parten de San Inazio dirigirse hacia Línea 1 o Línea 2. También se constató que se producían ruidos cuando las UT´s procedentes de Línea 1 entraban en el andén central de San Inazio.
4. Para conocer la colaboración de cada uno de los aparatos de vía al ruido/vibración total, se realizó durante la última semana de Noviembre de 2005 una serie de mediciones para conocer las vibraciones transmitidas por los aparatos de vía al

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

suelo y a las paredes del túnel cuando pasan las Unidades por ellos, identificándose los aparatos de vía que más contribuyen y constatándose que ninguna de las vibraciones medidas supera en el foco (túnel) los valores máximos indicados por la Ordenanza Medioambiental del Ayuntamiento de Bilbao (Art109 Transmisión de vibraciones).

5. A partir de la identificación de los aparatos de vía que causaban una mayor vibración se realizó en el mes de Diciembre de 2005 una reunión entre metro Bilbao/CTB/Proveedores para estudiar una solución técnica para el suministro y montaje de aparatos de vía que hagan disminuir de forma significativa los niveles de vibración. La solución planteada, consistente en la sustitución de dos aparatos de vía, fue desestimada ante su coste económico y la repercusión en el servicio.

### **VENTILACIÓN DE EMERGENCIA**

La ventilación de emergencia, por sus características de funcionamiento es una instalación de gran responsabilidad para metro Bilbao, ya que es una instalación ligada a la seguridad de las personas, que no funciona habitualmente, pero que debe estar dispuesta para funcionar en cualquier momento bajo condiciones severas, por lo que debe contar con valores elevados de Disponibilidad y Fiabilidad.

Dentro de los planes de mantenimiento diseñados para esta instalación figura el arranque trimestral de los ventiladores durante 1 hora. Debido al elevado ruido que ocasionan y la velocidad del aire que originan y al objeto de no molestar a los viajeros en las estaciones, los arranques se realizan una vez finalizado el horario de explotación. Esto significa que el arranque tiene lugar entre las 24 y las 1:30 horas de la madrugada. El ruido de los ventiladores se percibe en el exterior al salir a través de las rejillas de salida de aire, ubicadas en la calle.

Para tratar de aminorar esta molestia se acometió un proyecto para equipar con silenciadores aquellos ventiladores ubicados en zonas más sensibles al ruido debido a la aglomeración de viviendas. Se han insonorizado 5 pozos de ventilación:

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 DE METRO DE BILBAO

- Basarrate
- Santutxu
- Indautxu
- San Inazio

Sin embargo, las dificultades técnicas derivadas del poco espacio disponible en algunos pozos para construir silenciadores eficaces y de la disminución del rendimiento de los ventiladores debido a la pérdida de carga ocasionada por los silenciadores, han paralizado este proyecto.

Para evitar quejas por ruido de las viviendas afectadas, se realiza, tal como en su día se acordó con el Ayuntamiento, antes del inicio de la campaña de arranques la comunicación al Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento y a la Policía Municipal de las fechas previstas en las que tendrán lugar. Del mismo modo, la víspera de cada arranque se coloca carteles en los portales de las viviendas afectadas, anunciando el día y duración de los arranques.

Los resultados de esta iniciativa han sido satisfactorios ya que desde su puesta en funcionamiento han disminuido las quejas dirigidas a metro Bilbao.

Sin embargo, en el año 2008 se han producido denuncias de los vecinos del portal nº 83 de la calle Alameda de Urkijo ante el Ayuntamiento cada vez que se realiza un arranque en la estación de San Mames. Este ha urgido a metro Bilbao a tomar alguna medida en este pozo de ventilación, que podría ser la instalación de variadores de frecuencia, que permiten el funcionamiento de los ventiladores a una velocidad inferior a la nominal, con la consiguiente disminución de ruido en el exterior.

Esta medida ha demostrado su éxito en la Línea 2 ya que no se han recibido quejas por el arranque de los ventiladores.

**VENTILACIÓN DE LA SALA DE TRANSFORMACIÓN DE LA S/E DE RIPA**

Debido a las molestias por ruido originas por el sistema de ventilación de la Subcentral de Ripa, sita en los sótanos de las Oficinas Centrales (C/Navarra), en las viviendas colindantes, se recibe el 5 de Noviembre de 2004 una Notificación enviada por la Teniente Alcalde Delegada del Área de Urbanismo y Medio Ambiente requiriendo la adopción de medidas correctoras para eliminar la transmisión de ruidos a dichas viviendas.

Las medidas correctoras efectuadas fueron las siguientes:

- Instalación de variadores de velocidad para adecuar la velocidad de los ventiladores a la necesidad de suministro de aire de enfriamiento, así como para realizar arranques suaves de los mismos, disminuyéndose así los ruidos producidos durante el funcionamiento y arranque de los mismos.
- Sustitución del fuelle elástico que separa el grupo ventilador de los conductos de aire.
- Instalación de soportes antivibratorios entre la bancada del cajón que contiene el grupo motor ventilador y el suelo.

Todas ellas fueron objeto de inspección por parte de Técnicos de la Subarea de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Bilbao, que dieron su conformidad verbal a lo realizado.

## **7 LISTADO DE PLANOS**

Acompañan al presente informe una colección de planos en los que se recoge el resultado de la modelizaciones acústicas realizadas para las UME´s objeto de estudio. En el Anexo 1, se presenta un listado de dichos planos, indicando la UME a la que pertenecen, el número y designación del plano, el número de hojas de las que se compone cada uno de ellos y finalmente la escala de reproducción.

---

**MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS  
TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LÍNEAS 1 Y 2  
DE METRO BILBAO 2002/49/CE - FASE I**

---



*INFORME RESUMEN*

*MB-1*

*San Inazio - Plentzia*

---

*Junio 2008*

*PROG0582-IN-MA-DIRECTIVA-RESUMEN-METRO BILBAO*



MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

**PROYECTO:** PROG0582 Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos en superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao.

**CLIENTE:** Consorcio de Transporte de Bizkaia

**DOCUMENTO:** PROG0582-IN-MA-DIRECTIVA-RESUMEN-METRO BILBAO

| TIPO       | DOCUMENTO       | FECHA    | Observaciones |
|------------|-----------------|----------|---------------|
| Entregable | Informe Resumen | Junio 08 |               |

Derio (Bizkaia), Junio 08

| <i>REALIZADO</i>  | <i>REVISADO</i>   | <i>APROBADO</i>   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Itxasne Díez<br><i>Unidad de Medio Ambiente Urbano e Industrial</i>                 | Manuel Vázquez<br><i>Unidad de Medio Ambiente Urbano e Industrial</i>               | Itziar Aspuru<br><i>Unidad de Medio Ambiente Urbano e Industrial</i>                  |

## ÍNDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETO</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>AMBITO DEL ESTUDIO</b> .....                            | <b>5</b>  |
| 3.1      | <i>MAPA DE RUIDO ESTRATÉGICO</i> .....                     | 5         |
| 3.2      | <i>UNIDADES DE ESTUDIO</i> .....                           | 6         |
| 3.3      | <i>DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ESTUDIO</i> .....           | 8         |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....                                   | <b>11</b> |
| 4.1      | <i>DATOS DE PARTIDA</i> .....                              | 11        |
| 4.1.1    | Tratamiento de los datos de población .....                | 11        |
| 4.2      | <i>PARAMETROS DE CÁLCULO</i> .....                         | 12        |
| 4.3      | <i>PRESENTACION DE RESULTADOS</i> .....                    | 14        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS</b> .....                                    | <b>16</b> |
| <b>6</b> | <b>ACTUACIONES PREVIAS</b> .....                           | <b>23</b> |
| 6.1      | <i>POLITICA GENERAL DE ACTUACION DE METRO BILBAO</i> ..... | 23        |
| 6.1.1    | Actuaciones particulares .....                             | 25        |
| 6.1.2    | Actuaciones de mejora.....                                 | 31        |
| <b>7</b> | <b>LISTADO DE PLANOS</b> .....                             | <b>37</b> |

## INFORME RESUMEN

### 1 INTRODUCCIÓN

La Directiva Europea 2002/49/CE y el desarrollo legislativo estatal que se ha traducido en la Ley del ruido 37/2003 solicita la elaboración de mapas estratégicos de ruido de grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los 6.000.000 de vehículos al año, para la fecha 30 de junio de 2007 y de los grandes ejes viarios definidos como carreteras con un tráfico superior a 3.000.000 de vehículos por año para la fecha 18 de julio de 2013. De igual forma solicita la elaboración de mapas estratégicos de ruido de grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60.000 trenes al año, para la fecha 30 de junio de 2007 y los mapas estratégicos para todos los grandes ejes ferroviarios, definidos como líneas con un tráfico superior a 30.000 trenes por año, para la fecha 18 de julio de 2013, además de la realización de los mapas de ruido de las aglomeraciones.

Los mapas de ruido definidos por la Directiva y la Ley del ruido, con el objeto de homogeneizar los resultados para toda Europa deben ser realizados con unos métodos de cálculo y unos condicionantes de cálculo mínimos. El objetivo es obtener mapas denominados estratégicos que sirven para tomar decisiones a nivel global y no local, las cuales precisarían de estudios de detalle que permitan la adopción de soluciones a nivel puntual.

A partir de los mapas de ruido, se deben obtener los indicadores de suelo expuesto y personas expuestas en las condiciones reflejadas por dichos mapas y según los requisitos de la citada Directiva.

La generación y aprobación de los Mapas Estratégicos de Ruido de los tramos en superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao y sus correspondientes indicadores, se ha realizado para el caso de Metro Bilbao, por el Consorcio de Transporte de Bizkaia.

## 2 OBJETO

El objetivo de este informe resumen es el de facilitar una visión de conjunto del resultado obtenido con la generación de los Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos de superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao con un número de vehículos mayor de 60.000 trenes al año.

Los Mapas corresponden al alcance de la primera Fase de la Directiva 2002/49/CE y su correspondiente transposición a la legislación Estatal con el Real Decreto 1513/2005.

## 3 AMBITO DEL ESTUDIO

### 3.1 MAPA DE RUIDO ESTRATÉGICO

La Directiva 2002/49/CE, establece que un Mapa Estratégico de Ruido es, ***“un mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona”***.

La posibilidad de realizar dicha evaluación depende de la disposición de un conjunto de información que los mapas deberán facilitar:

- Distribución de niveles sonoros en la extensión del área de estudio.
- Identificación de las zonas de afección, establecidas según los indicadores y límites de evaluación establecidos a tal fin.
- Cuantificación del número de personas y superficie expuesta a determinados niveles sonoros según los anteriores indicadores.

Los Mapas se plantean con el doble objetivo de ser el formato que facilite el envío de información a la Comisión Europea y al mismo tiempo sirva como base para su divulgación entre la población.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

Finalmente, los Mapas deben permitir el planteamiento de Planes de Acción desarrollados como consecuencia de la evaluación realizada y encaminados a la mejora del ambiente acústico.

Los Mapas estratégicos de ruido, se referirán de forma independiente para cada foco de ruido considerado, y se representarán físicamente, preferentemente con un conjunto de expresiones gráficas, compuestas básicamente por:

- Mapas de niveles sonoros, a una altura de 4 m, para el  $L_{den}$ ,  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{noche}$ , consistentes en representaciones de líneas isófonas en rangos de 5 dB entre los valores de 50 y 75.
- Mapas de exposición para el  $L_{den}$ ,  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{noche}$ , en los que se representen el número de personas cuyas viviendas están expuestas a los rangos de valores anteriores.
- Mapas de zona de afección, correspondiente al periodo  $L_{den}$ . En los que se identifique el área de una zona de estudio, sobre la que se produce la superación de un determinado valor límite.

Para la realización de los Mapas Estratégicos, se han definido como base de trabajo, las denominadas Unidades de Mapa Estratégico (UME). Estas unidades están formadas por uno o varios tramos de una misma línea, quedando el análisis posterior referenciado de forma individualizada para cada una de ellas.

### *3.2 UNIDADES DE ESTUDIO*

Los tramos de metro que se han identificado dentro del alcance de la citada primera fase de la Directiva, se han recogido en el gráfico nº1 y en la tabla nº1.



## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

| <b>CODIGO</b> | <b>TRAMO</b>           | <b>Longitud (km)</b> | <b>UMES</b> |
|---------------|------------------------|----------------------|-------------|
| MB-1          | San Inazio-Plentzia    | 29,3                 | 1           |
| MB-2          | San Inazio-Portugalete | 15                   | 1           |
| MB-1-2        | Bolueta-Etxebarri      | 8,8                  | 1           |
| <b>total</b>  |                        | <b>53,1</b>          | <b>3</b>    |

**Tabla nº 1. Identificación de la UME´s objeto de estudio**

### *3.3 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE ESTUDIO*

El tramo de superficie de competencia del Consorcio de Transporte de Bizkaia objeto de este estudio es la MB-1 que comprende el tramo de San Inazio-Plentzia. A efectos de la delimitación de la línea de ferrocarril para la realización de mapas estratégicos, ésta consta de un solo tramo con un tráfico superior a los 60.000 trenes al año. Discurre en dirección sureste-norte a lo largo de 29,3 km.

Implica a los municipios de Bilbao, Erandio, Leioa, Getxo, Berango, Sopelana, Barrika, Plentzia y Urduliz. La identificación de los municipios por los que circula el tramo de metro se presenta en la siguiente tabla:

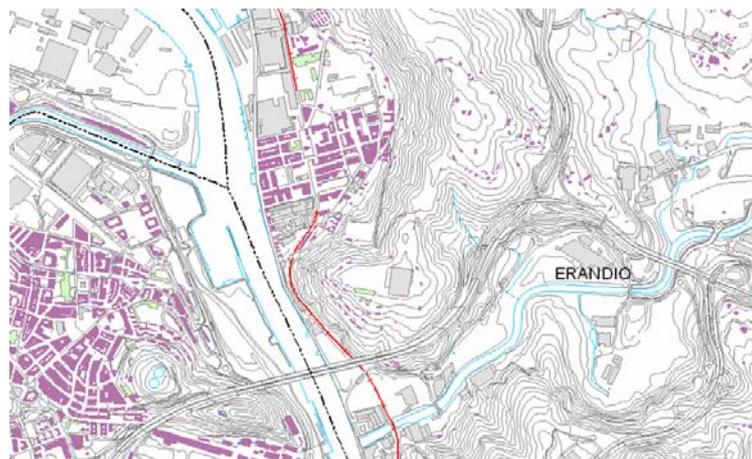
| <b>UME</b>  | <b>MUNICIPIO</b> | <b>POBLACION</b> |
|-------------|------------------|------------------|
| <b>MB-1</b> | <b>Bilbao</b>    | <b>354145</b>    |
| <b>MB-1</b> | <b>Erandio</b>   | <b>23058</b>     |
| <b>MB-1</b> | <b>Leioa</b>     | <b>29029</b>     |
| <b>MB-1</b> | <b>Getxo</b>     | <b>84270</b>     |
| <b>MB-1</b> | <b>Berango</b>   | <b>6280</b>      |
| <b>MB-1</b> | <b>Sopelana</b>  | <b>11469</b>     |
| <b>MB-1</b> | <b>Barrika</b>   | <b>1375</b>      |
| <b>MB-1</b> | <b>Plentzia</b>  | <b>3949</b>      |
| <b>MB-1</b> | <b>Urduliz</b>   | <b>3142</b>      |

La UME en estudio comienza su recorrido en San Inazio en el PK 10/700 y continua hacia la estación de Lutxana, en el que la línea entra en túnel antes de llegar a la estación en el PK11/230 y continúa hasta PK11/413. Una vez pasada la estación de Lutxana sigue hacia Erandio atravesando sobre un puente el Rio Asua y continua hasta llegar al soterramiento de Erandio en el PK12/813.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

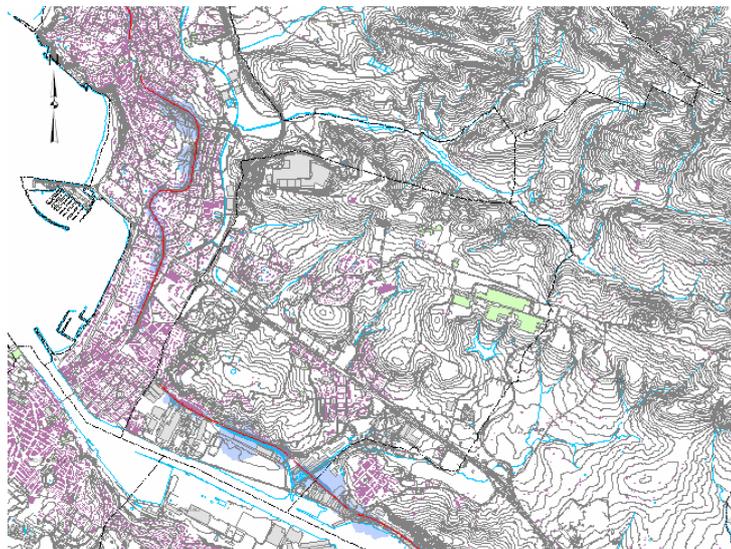
Una vez atravesada la estación de Erandio finaliza el soterramiento en el PK 13/330 y la línea continúa su recorrido en superficie hasta pasada la estación de Lamiako en la cual en el PK 16/727 la línea queda soterrada hasta el PK 17/448. La línea comienza de nuevo su tramo en superficie hasta Algorta donde la línea entra en túnel y a su salida la línea continúa en superficie hasta llegar al PK 31 coincidente con la estación de Plentzia que es donde finaliza la UME MB-1.

En las imágenes siguientes se presenta la delimitación de la UME objeto de estudio:

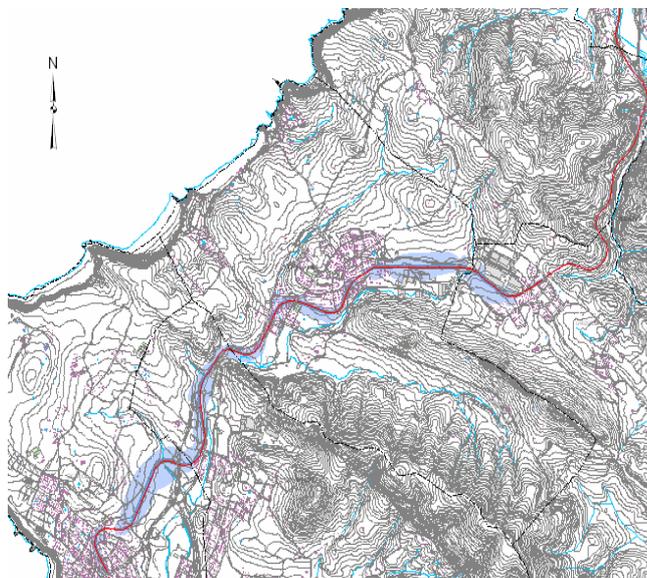


**Figura nº 2. UME MB-1. Primer tramo de inicio**

MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO



**Figura nº 3. UME MB-1. Segundo tramo**



**Figura nº 4. UME MB-1. Tramo final**

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 DATOS DE PARTIDA

La información básica que se ha empleado para la realización de los Mapas, así como el origen de la citada información se recoge en la tabla nº 2.

| Tipo de Información                           | Año  | Origen de la Información     |
|---|------|------------------------------|
| Cartografía Base 1:5.000                      | 2002 | Diputación Foral de Bizkaia  |
| 1:5.000                                       | 2002 | Metro Bilbao                 |
| Capa gráfica edificios                        | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Ejes de tráfico                               | 2007 | Metro Bilbao.                |
| Altura de edificios                           | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Población (asociada al portalero de catastro) | 2003 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Planeamiento Urbanístico (*)                  | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia. |
| Datos de tráfico (IMD )                       | 2007 | Metro Bilbao.                |
| Capa de límites administrativos (Municipios)  | 2005 | Diputación Foral de Bizkaia  |

(\*) Empleado como base para el análisis de los usos de los edificios.

**Tabla nº 2. Información de partida empleada en el estudio y origen de la misma.**

#### 4.1.1 Tratamiento de los datos de población

El análisis de población expuesta a los diferentes rangos de niveles sonoros en el entorno del ferrocarril, se ha realizado partiendo de los datos disponibles en de las secciones censales que fueron asociados a los edificios facilitados por la Diputación Foral de Bizkaia.

Dicho análisis se basa en el cálculo de niveles sonoros en las fachadas de los edificios, realizando posteriormente, un reparto proporcional de la población de cada edificio entre los diferentes niveles sonoros de fachada (dados por receptores situados en todo su perímetro).

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

En el caso concreto que existan edificios afectados sin población, el proceso llevado a cabo se ha estructurado en los siguientes pasos:

1. Se realiza la asignación del número de plantas a los edificios a partir de la altura del edificio.
2. Se calcula la superficie total construida de edificios residenciales estimando 1 hab/50m<sup>2</sup> de superficie habitable.
3. Se calcula la población residente en un edificio multiplicando el dato de habitante/m<sup>2</sup> por el nº de plantas.

### 4.2 PARAMETROS DE CÁLCULO

La generación de los Mapas de Ruido Estratégicos se ha realizado mediante la utilización del modelo de previsión de impacto acústico IMMI 6.2, el cual integra el método recomendado para la evaluación de todos los índices de ruido para los Estados miembros que no cuentan con métodos nacionales de cálculo:

- o Ruido del Tráfico de ferrocarril: el método nacional de cálculo holandés "SMR-II".

Los cálculos realizados se basan en los principios recogidos en la tabla nº 3.

|             | <b>Parámetro de cálculo</b>  | <b>Condición</b>   |
|-------------|--|--|
| REFLEXIONES | Nº de reflexiones en la generación de niveles sonoros en malla                 | Se han considerado DOS (2) reflexiones.  |
|             | Reflexiones tras apantallamientos totales                                      | Se considera posible la eliminación del cálculo de reflexiones en puntos que se encuentren totalmente apantallados del foco. |
|             | Distancia de propagación tras la primera reflexión (profundidad de reflexión). | Se ha limitado la distancia de propagación tras la primera reflexión, considerando una distancia mínima de 200 m.            |

MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

|              | Parámetro de cálculo                                    | Condición   |
|--------------|---|---|
|              | Última reflexión  | Se ha considerado el efecto de la última reflexión para la obtención de los mapas de ruido, pero no para la obtención de la población expuesta.   |
|              | Propiedades acústicas de la superficie de los edificios | Por defecto se considera que las fachadas de todos los edificios en la zona de estudio, se comportan como acústicamente reflectantes.   |
| FOCO         | Cálculo frecuencial                                     | Análisis de bandas de frecuencia de octava.<br>Espectro definido entre 63Hz y 8kHz para el método Holandés de ferrocarril.  |
|              | Fuentes con baja aportación                             | Se ha considerado la eliminación de fuentes con baja aportación al cómputo global.  |
| TRAZADO      | Difracción en las líneas de terreno                     | Se ha considerado en el cálculo   |
|              | Difracción lateral                                      | Se ha considerado en el cálculo   |
| MALLA        | Puntos interiores a edificios                           | No se realiza el cálculo de nivel sonoro en puntos situados en patios interiores (totalmente cerrados) a edificios.   |
|              | Malla de cálculo  | El paso de malla considerado para el estudio es de 15m.   |
| METEOROLOGÍA | Condiciones de propagación                              | Se han considerado las recomendadas por el grupo de trabajo europeo WG-AEN, condiciones favorables a la propagación del ruido:<br><br>Periodo día: 50%<br><br>Periodo tarde: 75%<br><br>Periodo noche: 100% |

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

|         | Parámetro de cálculo | Condición  |
|---------|----------------------|--|
| TERRENO | Tipo de terreno      | Se han considerado por lo general superficies eminentemente reflectantes (asfalto, hormigón, agua) representando zonas completamente urbanizadas (G=0), el terreno sobre el que se apoya el eje de ferrocarril depende del tipo de vía (placa, balasto). |

**Tabla nº 3. Parámetros de cálculo empleados para la generación de los Mapas de Ruido Estratégicos de los tramos en superficie de las líneas 1 y 2 de Metro Bilbao**

### 4.3 PRESENTACION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se han representado según los requisitos de la Directiva 2002/49/CE Anexo VI, por los que los Estados Miembros deben indicar los siguientes puntos:

1. Número total de personas expuestas ( $L_{den}$ ), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{den}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".
2. Número total de personas expuestas ( $L_{noche}$ ), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{noche}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, > 70".
3. Número total de personas expuestas ( $L_{dia}$ ), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{dia}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

4. Número total de personas expuestas fuera de aglomeraciones (Ltarde), indicando "El número total estimado de personas (expresado en centenas) fuera de aglomeraciones cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de Ltarde en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo y en la fachada más expuesta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75".
5. Área total, viviendas y población expuesta (Lden), indicando "La superficie total (en km<sup>2</sup>) expuesta a valores de Lden superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente". Se indicará, además, el número total estimado de viviendas (en centenas) y el número total estimado de personas (en centenas) que viven en cada una de esas zonas. Estos datos de población incluyen las aglomeraciones.

La representación gráfica se ha realizado a una escala de 1:20.000 y con los colores reflejados en el siguiente gráfico:

Para la determinación del número de personas expuestas en centenas, se ha considerado que la existencia de cualquier número superior a 50 en cualquier rango de dB constituye en si la primera centena. Para el resto de centenas siguientes, se ha considerado el mismo proceso.

### Lden, Ldía, Ltarde

| Rango | Descripción | R   | G   | B   |
|-------|-------------|-----|-----|-----|
| > 75  | Rosa fuerte | 255 | 0   | 255 |
| 70-75 | Rojo        | 255 | 2   | 2   |
| 65-70 | Naranja     | 255 | 128 | 2   |
| 60-65 | Ocre        | 255 | 205 | 105 |
| 55-60 | Amarillo    | 255 | 255 | 2   |
| < 55  | blanco      |     |     |     |



### Lnoche

| Rango | Descripción | R   | G   | B   |
|-------|-------------|-----|-----|-----|
| >70   | Rojo        | 255 | 2   | 2   |
| 65-70 | Naranja     | 255 | 128 | 2   |
| 60-65 | Ocre        | 255 | 205 | 105 |
| 55-60 | Amarillo    | 255 | 255 | 2   |
| 50-55 | Verde       | 100 | 200 | 0   |
| < 50  | blanco      |     |     |     |



## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

La documentación que acompaña a este informe resumen, se ha presentado según los formatos recogidos en la tabla nº 4.

| <b>Documentación</b>                          | <b>Formato</b>   |
|---|--|
| Planos con formato Metro Bilbao definitivos.  | Pdf o Jpg.   |
| Ejes de metro y cuadrícula de representación. | shape (Sist. Ref.: Elipsoide Internacional, Datum ED50, UTM Huso30). |
| Mapas de ruido por UMEs con cartografía base. | Raster.  |
| Mapa de cartografía base en formato continuo. | Jpg o Pdf.   |
| Indicadores estratégicos.                     | Hoja de cálculo excel.   |

**Tabla nº 4. Documentación presentada como resultado del estudio y formatos de entrega**

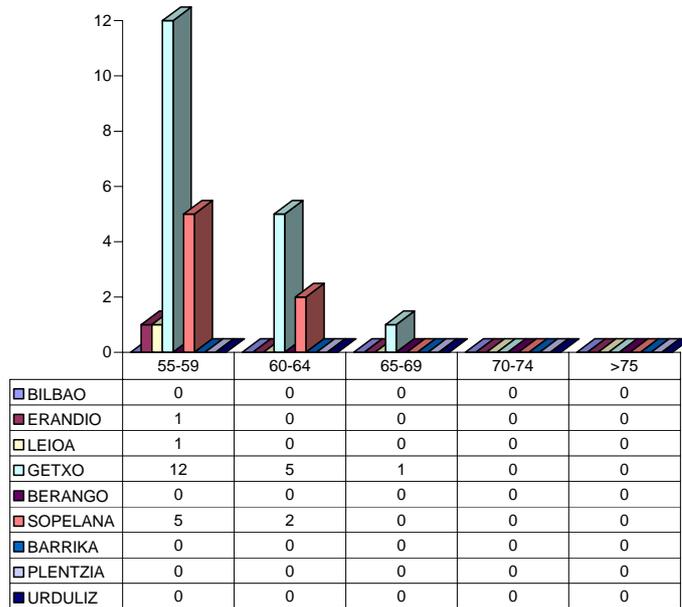
### 5 RESULTADOS

En el apartado 3.3 de descripción de la unidad de estudio, se adjunta una tabla que incluye los municipios por los que circula el eje del tramo de línea analizada.

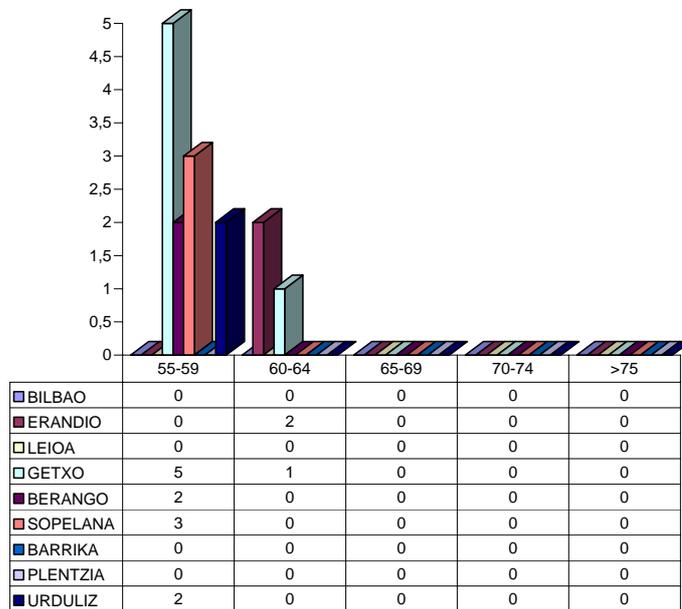
En los gráficos siguientes se presenta un análisis por municipio del número de habitantes expuestos según rangos de niveles sonoros:

# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

POBLACIÓN EXPUESTA (centenas)  
Ldía

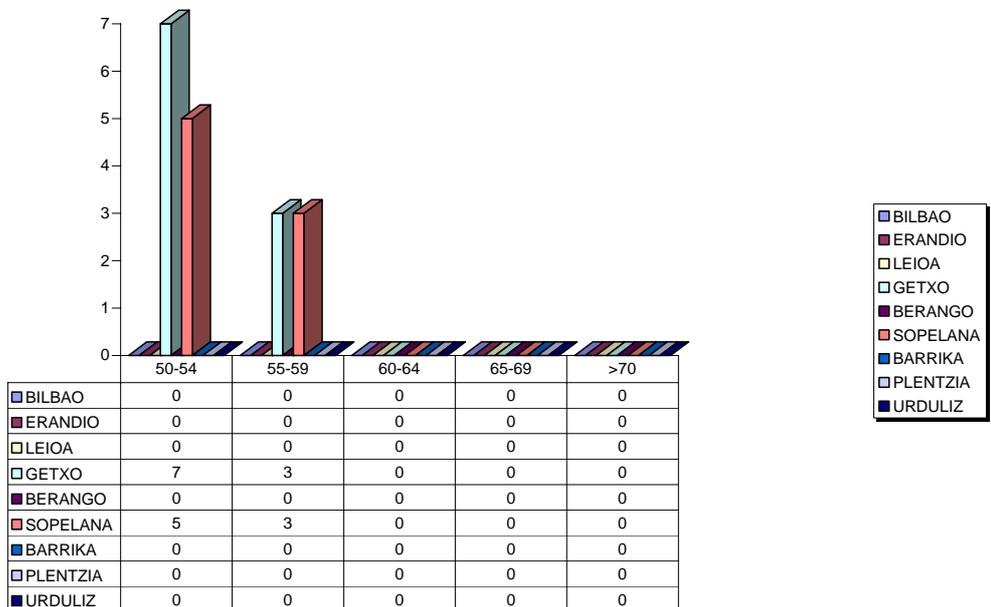


POBLACIÓN EXPUESTA (centenas)  
Ltarde

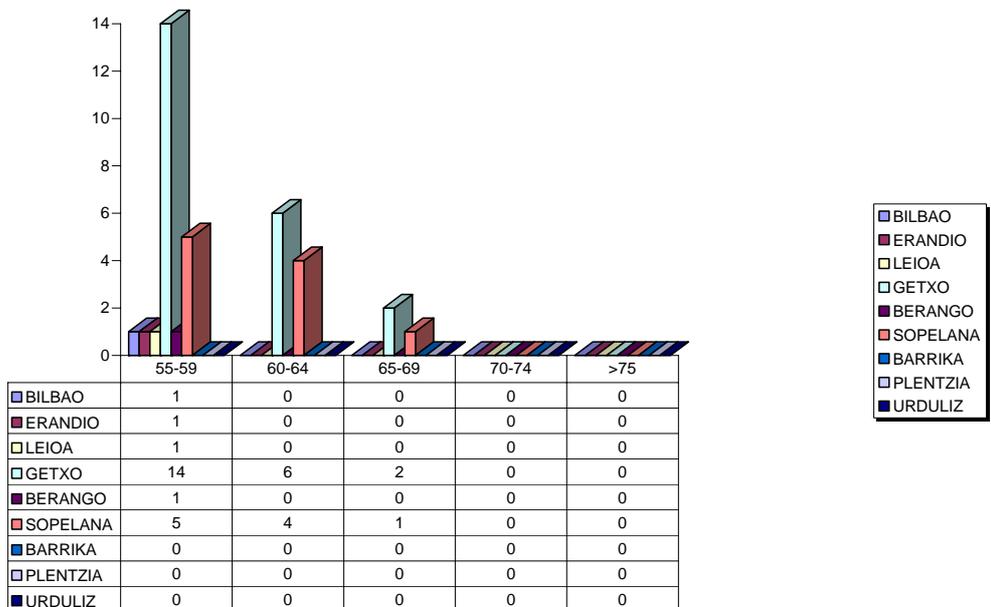


# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

POBLACION EXPUESTA (centenas)  
Lnoche



POBLACION EXPUESTA (centenas)  
Lden



## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

La UME estudiada, la MB-1 a su paso por los municipios sobre los que presentan influencia, origina una situación que da como resultado una distribución de **porcentajes de población** expuesta a más de 55 dB(A) de Ldía, Ltarde y Lden y a más de 50 dB(A) de Lnoche, que se presenta en la siguiente tabla.

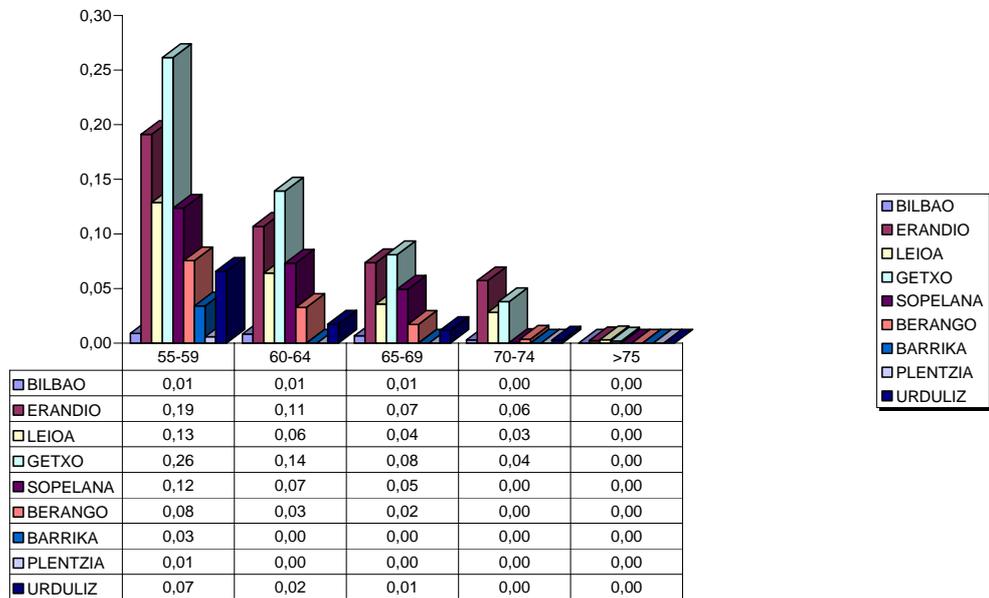
| <b>UME<br/>MB-1</b> | <b>Ldía</b> | <b>Ltarde</b> | <b>Lnoche</b> | <b>Lden</b> |
|---------------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| <b>Bilbao</b>       | 0%          | 0%            | 0%            | 0,03%       |
| <b>Erandio</b>      | 0,43%       | 0,87%         | 0%            | 0,43%       |
| <b>Leioa</b>        | 0,34%       | 0%            | 0%            | 0,35%       |
| <b>Getxo</b>        | 2,13%       | 0,71%         | 1,18%         | 2,61%       |
| <b>Berango</b>      | 0%          | 3,18%         | 0%            | 1,59%       |
| <b>Sopelana</b>     | 6,1%        | 2,61%         | 6,97%         | 8,71%       |
| <b>Barrika</b>      | 0%          | 0%            | 0%            | 0%          |
| <b>Plentzia</b>     | 0%          | 0%            | 0%            | 0%          |
| <b>Urduliz</b>      | 0%          | 6,36%         | 0%            | 0%          |

**Tabla nº 5. Porcentaje de población expuesta a más de 55 dB(A) de Ldía, Ltarde y Lden, y a más de 50 dB(A) de Lnoche por efecto del tramo de metro MB-1.**

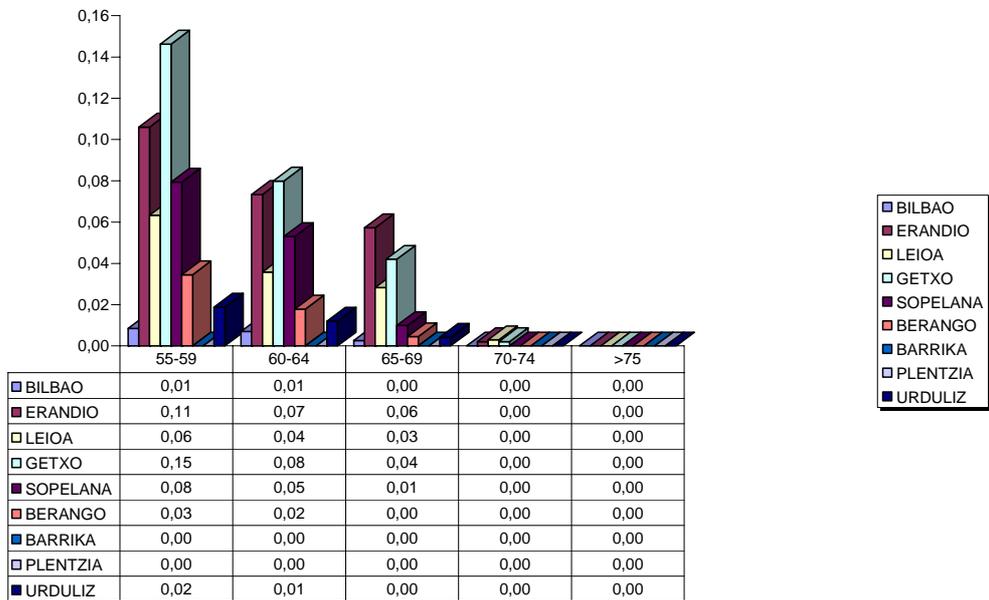
En los gráficos siguientes se presenta un análisis por municipio de la superficie expuesta, en km<sup>2</sup>, según rangos de niveles sonoros:

# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

SUPERFICIE EXPUESTA (Km<sup>2</sup>)  
Ldía

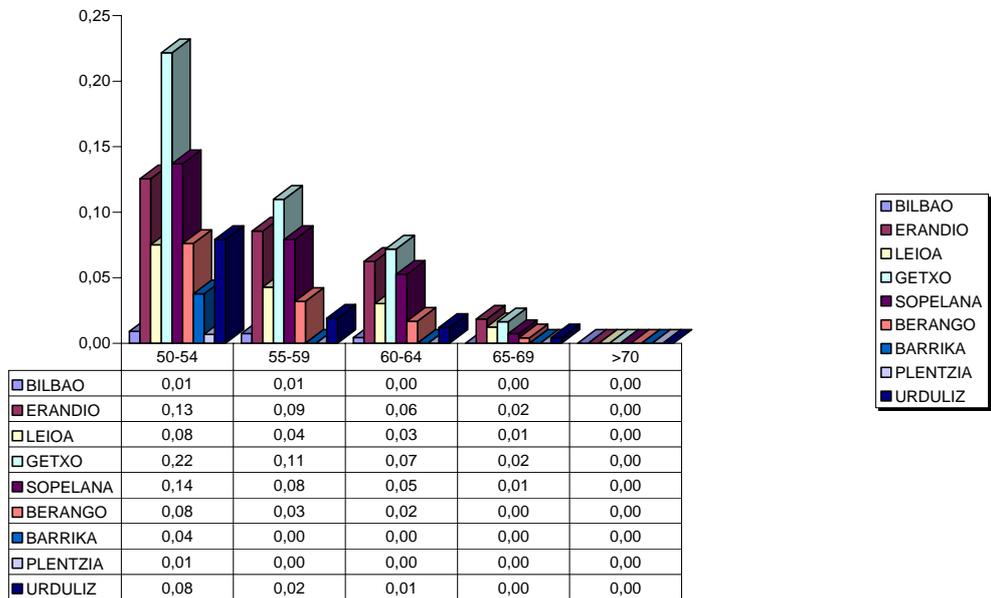


SUPERFICIE EXPUESTA (Km<sup>2</sup>)  
Ltarde

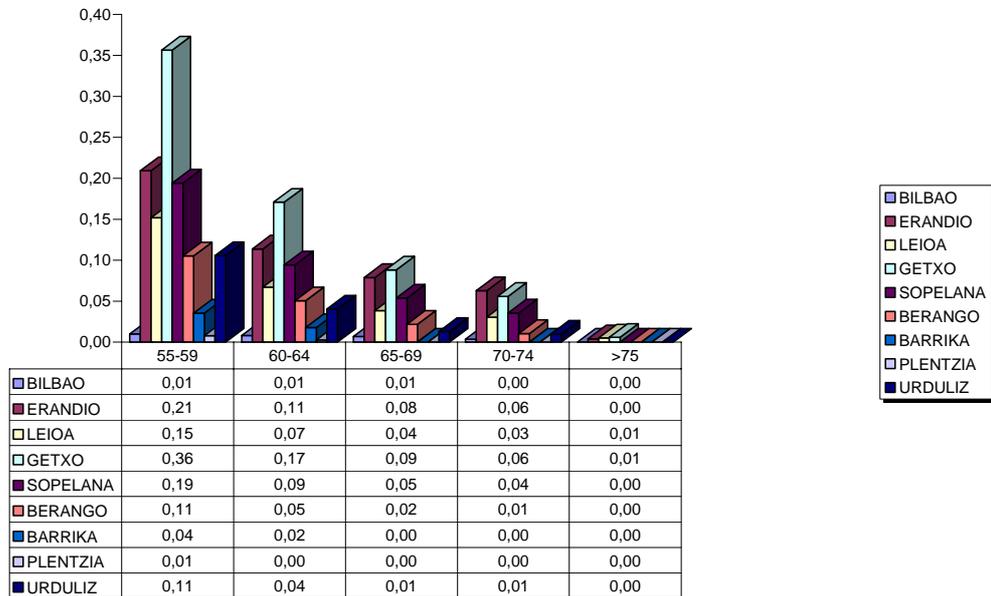


# MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

SUEPRFICIE EXPUESTA (Km<sup>2</sup>)  
Lnoche



SUPERFICIE EXPUESTA (Km<sup>2</sup>)  
Lden



## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

Tomando como referencia el parámetro de evaluación Lden, el **porcentaje de suelo expuesto** a niveles mayores de 55 dB(A) resultante para esa UME se presenta en la siguiente tabla:

| <b>UME<br/>MB-1</b> | <b>% Suelo expuesto<br/>&gt;55 dB(A) de Lden</b> |
|---------------------|--|
| <b>Bilbao</b>       | 0,07%  |
| <b>Erandio</b>      | 2,56%  |
| <b>Leioa</b>        | 3,53%  |
| <b>Getxo</b>        | 5,80%  |
| <b>Berango</b>      | 4,50%  |
| <b>Sopelana</b>     | 2,14%  |
| <b>Barrika</b>      | 0,77%  |
| <b>Plentzia</b>     | 0,17%  |
| <b>Urduliz</b>      | 2,16%  |

**Tabla nº 6. Porcentaje de suelo expuesto a más de 55 dB(A) de Lden en los municipios del entorno del tramo de superficie MB-1**

## **6 ACTUACIONES PREVIAS**

Con motivo de la actividad de metro Bilbao se generan ruidos inevitables, característicos de la propia explotación, que en mayor o menor medida pueden ocasionar molestias a las viviendas cercanas al foco del ruido.

Cuando metro Bilbao ha tenido conocimiento de las molestias a través de las comunicaciones realizadas por particulares o entidades locales, ha procurado, dentro de sus posibilidades, realizar las acciones oportunas para disminuir el ruido producido en unos casos por el paso de las Unidades y en otros por sus instalaciones fijas.

Con la consecución en el año 2002 de la certificación medioambiental ISO14000, la resolución de los problemas ocasionados por el ruido cobran, si cabe, una mayor prioridad.

El objeto del presente informe es el de exponer las acciones realizadas para mitigar el ruido, calificándose por su origen:

- Paso de Trenes
- Ventilación de Emergencia
- Equipos de ventilación de la sala de transformación de la S/E de Ripa

### *6.1 POLITICA GENERAL DE ACTUACION DE METRO BILBAO*

Una vez establecidos los objetivos generales de Metro Bilbao para hacer frente a la problemática existente debido al ruido generado por los tramos en superficie de las líneas de tren, se han puesto en marcha una serie de actuaciones con el objeto de avanzar en la consecución de los objetivos propuestos.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

Normalmente el ruido provocado por el metro se produce en las curvas debido a la existencia del desgaste ondulatorio.

Este desgaste a generado una serie de molestias en las viviendas cercanas lo cual ha generado ciertas quejas, las cuales han ayudado a identificar el problema.

Además se han originado quejas por paso de trenes en tramos rectos en la calle Prim (Bilbao) debido a que el ruido se transmitía a las viviendas a través del conducto de la ventilación de emergencia y en la zona de la estación de San Inazio.

Las medidas que se aplican para mitigar los ruidos en curvas son las siguientes:

- Amolado de curva con vagón amolador de metro Bilbao: amolado curativo de urgencia, en desuso porque a largo plazo degrada el carril, acelerando el desgaste ondulatorio del carril.
- Reperfilado de carril, con vagón subcontratado a SPENO. Esta actividad se ha realizado intensivamente a partir de 2005 ya que es la solución más eficaz para eliminar el ruido por desgaste ondulatorio.
- Colocación aleatoria de apoyos elásticos, de rigidez variable entre la traviesa y el carril para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio.
- Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio, al mismo tiempo que elimina el ruido de alta frecuencia, originado por el roce de la pestaña contra el carril.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

- Sustitución del carril estándar, de dureza 280 HBW, por otro extraduro, tipo HSH, con una dureza 360HBW. Solución adoptada cuando se detectó el inicio de la aparición del desgaste ondulatorio. En la actualidad esta solución no se aplica debido a su costo y elevados plazos de entrega

### 6.1.1 Actuaciones particulares

Se han puesto en marcha una serie de actuaciones para mitigar el ruido. En general las actuaciones llevadas a cabo hasta ahora son las siguientes:

#### **C/ Ribera de Elorrieta números 18, 20 y 22 (ubicados en la entrada al túnel de Montecabras)**

- Diciembre 2002: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio, causante del ruido.
- Junio 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2004: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Diciembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

### **Erandio. Barrio de Alzaga (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Noviembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Marzo 2006: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Areeta. (Curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Curva del Puente del Peligro (paso superior sobre la carretera, entre las estaciones de Areta y Gobela).**

- Febrero 2000: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio y problemas de balasto
- Junio 2003: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Enero 2006: reperfilado de de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

**Avda. Neguri, 2. Neguri (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

En esta curva se realizaron los ensayos para conocer el comportamiento que sobre el desgaste ondulatorio ejercen los apoyos elásticos. Por este motivo, en vía 1 se montaron apoyos de rigidez variable con una distribución aleatoria y en la otra, apoyos de rigidez inferior a la habitual.

- Septiembre 2005: Montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable en vía 2.
- Noviembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Neguri (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Enero 2006: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Algorta (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Desde Octubre 2003: Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril de vía 2 para retrasar la aparición y desarrollo del desgaste ondulatorio y eliminar ruido de alta frecuencia, originado por el roce de la pestaña contra el carril.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Abril 2006: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

- Año 2006: montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Marzo 2007: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Año 2007: Aplicación de producto lubricador inverso (HPF) en cabeza del carril de vía 1

### **Algorta (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Abril 2006: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Bidezabal (Paso a nivel de Maidagan)**

- Diciembre 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio

Para el año 2006 se había previsto el montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable, que no se la efectuado debido a las obras previstas de soterramiento del paso a nivel.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

### **Larrabasterra (curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Mayo 2004: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Enero 2006: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Año 2007: montaje de apoyos elásticos entre traviesa y carril de rigidez variable
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **Sopelana (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Diciembre 2004: reperfilado de vía 2 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Enero 2006: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **6.1.2 Actuaciones de mejora**

#### **CURVAS CONFLICTIVAS**

Las curvas indicadas a continuación también han sido objeto de reperfilados a pesar de que no han sido objeto de quejas al no existir viviendas cercanas. Sin embargo, se han incluido dentro del plan de amolados debido al elevado ruido producido por el paso de los trenes.

#### **Astrabudua. (Curva de entrada a la estación, sentido Plentzia)**

- Junio 2003: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Diciembre 2004: reperfilado de vía 1 para eliminar el desgaste ondulatorio
- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

#### **Aiboa (curva de salida de la estación, sentido Plentzia)**

- Mayo 2000: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio.
- Diciembre 2005: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio
- Marzo 2007: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

- Mayo 2008: reperfilado de ambas vías para eliminar el desgaste ondulatorio

### **TRAMOS CONFLICTIVOS**

#### **Calle Prim (Bilbao)**

El origen de las quejas se debía al ruido de paso de trenes, que se transmitía a las viviendas a través del conducto de la ventilación de emergencia.

En el año 1999 se realizó una insonorización del conducto de la ventilación de emergencia mediante paneles absorbentes. Desde entonces no se han repetido las quejas.

#### **Avenida Lehendakari Agirre, varios portales, coincidentes con la traza del metro.**

El motivo que causa las quejas son los ruidos y vibraciones que se producen en el interior de las viviendas, según indican los propios vecinos.

Se han realizado las siguientes acciones:

1. Con motivo de las quejas recibidas por 29 portales, LABEIN, a instancias de metro Bilbao, realizó en Julio de 2004 una medición de vibraciones con paso de UT´s en 8 puntos, en suelo y paredes del túnel y próximos a las zonas de aparatos de vías existentes en ambos lados de la estación de San Inazio.

Tres puntos de medida coincidieron aproximadamente con la vertical del edificio nº 179, registrándose en uno de ellos un valor máximo de  $K=1,2$ , que fue el máximo de todos los puntos medidos. En el resto de puntos medidos los valores oscilan entre 0,1 y 0,6.

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

A la vista de estos valores se consideró que las viviendas no se encontraban afectadas por valores de vibración superiores a los indicados por la Ordenanza Municipal, dándose por supuesto que las vibraciones existentes en el túnel se amortiguarían al transmitirse al terreno circundante.

2. Se verificó que la totalidad de las traviesas existentes en el entorno de la estación de San Inazio se encontraban elásticamente aisladas respecto a la plataforma de vía. Esta condición es imprescindible para evitar la transmisión de las vibraciones del carril a la placa de hormigón.
3. Con motivo de las quejas recibidas en Noviembre de 2005, metro Bilbao constató la existencia de ruido, pero no de vibraciones, en las escaleras del edificio número 179, el cual, según se pudo comprobar, coincidía con el paso de las UT´s sobre los aparatos de vía que permiten a las Unidades que parten de San Inazio dirigirse hacia Línea 1 o Línea 2. También se constató que se producían ruidos cuando las UT´s procedentes de Línea 1 entraban en el andén central de San Inazio.
4. Para conocer la colaboración de cada uno de los aparatos de vía al ruido/vibración total, se realizó durante la última semana de Noviembre de 2005 una serie de mediciones para conocer las vibraciones transmitidas por los aparatos de vía al suelo y a las paredes del túnel cuando pasan las Unidades por ellos, identificándose los aparatos de vía que más contribuyen y constatándose que ninguna de las vibraciones medidas supera en el foco (túnel) los valores máximos indicados por la Ordenanza Medioambiental del Ayuntamiento de Bilbao (Art109 Transmisión de vibraciones).
5. A partir de la identificación de los aparatos de vía que causaban una mayor vibración se realizó en el mes de Diciembre de 2005 una reunión entre metro Bilbao/CTB/Proveedores para estudiar una solución técnica

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

para el suministro y montaje de aparatos de vía que hagan disminuir de forma significativa los niveles de vibración. La solución planteada, consistente en la sustitución de dos aparatos de vía, fue desestimada ante su coste económico y la repercusión en el servicio.

### **VENTILACIÓN DE EMERGENCIA**

La ventilación de emergencia, por sus características de funcionamiento es una instalación de gran responsabilidad para metro Bilbao, ya que es una instalación ligada a la seguridad de las personas, que no funciona habitualmente, pero que debe estar dispuesta para funcionar en cualquier momento bajo condiciones severas, por lo que debe contar con valores elevados de Disponibilidad y Fiabilidad.

Dentro de los planes de mantenimiento diseñados para esta instalación figura el arranque trimestral de los ventiladores durante 1 hora. Debido al elevado ruido que ocasionan y la velocidad del aire que originan y al objeto de no molestar a los viajeros en las estaciones, los arranques se realizan una vez finalizado el horario de explotación. Esto significa que el arranque tiene lugar entre las 24 y las 1:30 horas de la madrugada. El ruido de los ventiladores se percibe en el exterior al salir a través de las rejillas de salida de aire, ubicadas en la calle.

Para tratar de aminorar esta molestia se acometió un proyecto para equipar con silenciadores aquellos ventiladores ubicados en zonas más sensibles al ruido debido a la aglomeración de viviendas. Se han insonorizado 5 pozos de ventilación:

- Basarrate
- Santutxu
- Indautxu

## MAPAS ESTRATEGICOS DE RUIDO DE LOS TRAMOS EN SUPERFICIE DE LAS LINEAS 1 Y 2 DE METRO BILBAO

- San Inazio

Sin embargo, las dificultades técnicas derivadas del poco espacio disponible en algunos pozos para construir silenciadores eficaces y de la disminución del rendimiento de los ventiladores debido a la pérdida de carga ocasionada por los silenciadores, han paralizado este proyecto.

Para evitar quejas por ruido de las viviendas afectadas, se realiza, tal como en su día se acordó con el Ayuntamiento, antes del inicio de la campaña de arranques la comunicación al Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento y a la Policía Municipal de las fechas previstas en las que tendrán lugar. Del mismo modo, la víspera de cada arranque se coloca carteles en los portales de las viviendas afectadas, anunciando el día y duración de los arranques.

Los resultados de esta iniciativa han sido satisfactorios ya que desde su puesta en funcionamiento han disminuido las quejas dirigidas a metro Bilbao.

Sin embargo, en el año 2008 se han producido denuncias de los vecinos del portal nº 83 de la calle Alameda de Urkijo ante el Ayuntamiento cada vez que se realiza un arranque en la estación de San Mames. Este ha urgido a metro Bilbao a tomar alguna medida en este pozo de ventilación, que podría ser la instalación de variadores de frecuencia, que permiten el funcionamiento de los ventiladores a una velocidad inferior a la nominal, con la consiguiente disminución de ruido en el exterior.

Esta medida ha demostrado su éxito en la Línea 2 ya que no se han recibido quejas por el arranque de los ventiladores.

**VENTILACIÓN DE LA SALA DE TRANSFORMACIÓN DE LA S/E DE RIPA**

Debido a las molestias por ruido originas por el sistema de ventilación de la Subcentral de Ripa, sita en los sótanos de las Oficinas Centrales (C/Navarra), en las viviendas colindantes, se recibe el 5 de Noviembre de 2004 una Notificación enviada por la Teniente Alcalde Delegada del Área de Urbanismo y Medio Ambiente requiriendo la adopción de medidas correctoras para eliminar la transmisión de ruidos a dichas viviendas.

Las medidas correctoras efectuadas fueron las siguientes:

- Instalación de variadores de velocidad para adecuar la velocidad de los ventiladores a la necesidad de suministro de aire de enfriamiento, así como para realizar arranques suaves de los mismos, disminuyéndose así los ruidos producidos durante el funcionamiento y arranque de los mismos.
- Sustitución del fuelle elástico que separa el grupo ventilador de los conductos de aire.
- Instalación de soportes antivibratorios entre la bancada del cajón que contiene el grupo motor ventilador y el suelo.

Todas ellas fueron objeto de inspección por parte de Técnicos de la Subarea de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Bilbao, que dieron su conformidad verbal a lo realizado.

## **7 LISTADO DE PLANOS**

Acompañan al presente informe una colección de planos en los que se recoge el resultado de la modelizaciones acústicas realizadas para las UME´s objeto de estudio. En el Anexo 1, se presenta un listado de dichos planos, indicando la UME a la que pertenecen, el número y designación del plano, el número de hojas de las que se compone cada uno de ellos y finalmente la escala de reproducción.