



MINISTERIO DE FOMENTO

Aena



Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea

EFECTOS DE PERTURBACIONES Y ALTURAS EN PIES.
CORRECCIONES EN MILLAS NAUTICAS.
CORRECCIONES EN MILLAS NAUTICAS.

59

MBA PA 1P
FL 70

ARCO 22 DME BLV
6000

ARCO 21 DME BLV
6000

BILBAO
DVOR/DME 115.90
BLV
43°18'16"N
002°56'09"W
30 m

(IAF)
VENTI
43°15'15"N
002°30'28"W
BLV 101/19.00

5200

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

6000

67

MADRID
43°41'09"N
003°02'39"W
3517.24

SANTANDER
DVOR/DME 115.36
BLV
43°28'59"N
003°58'09"W
69 m

VAR 2° W (2005)

Mapas estratégicos de ruido de los grandes aeropuertos

Aeropuerto de Málaga

Septiembre 2007

MEMORIA

INDICE

MEMORIA

1. Introducción y objeto de estudio	1
2. Descripción general del ámbito de estudio	2
2.1. Descripción del aeropuerto	2
2.2. Delimitación de la zona de estudio	4
2.3. Descripción del entorno territorial	5
3. Medidas desarrolladas en la lucha contra el ruido	10
3.1. Introducción del enfoque equilibrado. Medidas generales	10
3.2. Descripción de las medidas específicas existentes en el aeropuerto de Málaga	11
4. Metodología de evaluación de niveles sonoros	14
4.1. Modelo informático de simulación	14
4.2. Escenario de simulación y parámetros de entrada	14
4.3. Métricas consideradas	17
5. Metodología de obtención de los mapas	18
5.1. Mapas de niveles sonoros	19
5.2. Mapas de exposición	19
5.3. Mapas de zonas de afección	19
6. Valoración de los niveles de inmisión y exposición	19
6.1. Principales resultados obtenidos	19
6.2. Valoración de viviendas con algún grado de aislamiento acústico	22

PLANOS

Plano NR.1. Mapa de Niveles Sonoros $L_{\text{día}}$

Plano NR.2. Mapa de Niveles Sonoros L_{tarde}

Plano NR.3. Mapa de Niveles Sonoros L_{noche}

Plano NR.4. Mapa de Niveles Sonoros L_{den}

Plano NE.1. Mapa de Exposición al Ruido $L_{\text{día}}$

Plano NE.2. Mapa de Exposición al Ruido L_{tarde}

Plano NE.3. Mapa de Exposición al Ruido L_{noche}

Plano NE.4. Mapa de Exposición al Ruido L_{den}

Plano NA. Mapa de Zonas de Afección

1. Introducción y objeto de estudio

El presente documento constituye la memoria resumen del estudio “*Mapa Estratégico de Ruido de los Grandes Aeropuertos. Aeropuerto de Málaga*”, elaborado en cumplimiento de lo establecido en la Directiva 2002/49/CE, de 27 de junio de 2002, y su transposición al ordenamiento jurídico español, mediante la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, y el Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre, que la desarrolla.

En los textos legales anteriormente citados se establece la obligatoriedad de realizar mapas estratégicos de ruido de los **grandes aeropuertos**, entendiendo por tales aquellos aeropuertos civiles que exceden los 50.000 movimientos anuales (contabilizando tanto los despegues como los aterrizajes), con exclusión de los que se efectúen únicamente a efectos de formación en aeronaves ligeras.

Un mapa estratégico responde a la necesidad de evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada o poder realizar predicciones globales sobre la misma. Constan de dos partes diferenciadas:

- Mapas de niveles sonoros: son mapas de líneas isófonas realizados a partir del cálculo de niveles de inmisión en puntos receptores que abarcan toda la zona de estudio.
- Mapas de exposición al ruido: pretenden representar la evaluación de la población expuesta a diferentes niveles de los indicadores sonoros. En este apartado es necesario realizar un análisis diferenciado de la exposición existente sobre equipamientos educativos y sanitarios.

El contenido del documento se encuentra sujeto al anexo VI del Real Decreto 1513/2005, de 17 de diciembre. Por ello, para poder sintetizar tanto el proceso de cálculo realizado como los principales resultados obtenidos cumpliendo las especificaciones contenidas en el citado Real Decreto, se ha seguido la siguiente estructura que coincide con la adoptada en el documento principal:

- Breve descripción general de la zona de estudio en la que se analizan las características principales de la infraestructura a analizar y el entorno territorial en el que ésta se enclava. También se recoge en esta fase la información disponible relativa a ruido ambiental y normativa vigente en el área de estudio.

- A continuación, se desarrollará la metodología seguida para la evaluación de niveles sonoros mediante una descripción del modelo empleado y el escenario de simulación representado.
- Tras éstas, se abordará la descripción del proceso de obtención de los mapas estratégicos de ruido mediante la descripción de los parámetros de entrada, la metodología seguida para obtener las representaciones requeridas y los valores de exposición acústica.

Las fuentes consideradas para la modelización informática, corresponden únicamente a las operaciones de aterrizaje y despegue de aeronaves con origen/destino en el aeropuerto de estudio, de acuerdo con el Documento N°29 de la ECAC.CEAC, versión 1997, procedimiento recomendado para la evaluación del ruido aeroportuario según el Anexo II, punto 2 del Real Decreto 1513/2005.

2. Descripción general del ámbito de estudio

2.1. Descripción del aeropuerto

2.1.1. Repercusión del aeropuerto de Málaga en el contexto nacional

El aeropuerto de Málaga, está situado a 8 kilómetros al sudoeste de la capital de la provincia, en la desembocadura del Río Guadalhorce, en una zona de pendiente muy suave despejada de obstáculos perteneciente al término municipal de Málaga.

El aeropuerto se encuentra enclavado en una posición estratégica, siendo la principal puerta de acceso a la oferta turística de la Costa del Sol y su zona de influencia, además de ser el enlace primordial de comunicaciones de este sector del sur de la Península con el resto del mundo. Esta circunstancia provoca que ocupe el cuarto puesto de los aeropuertos españoles en cuanto al volumen de pasajeros.

En el año 2005, el aeropuerto registró un tráfico de pasajeros totales de 12.669.019 personas, un incremento del 5,2% respecto al año anterior, y se registraron 123.959 operaciones totales, de las que 115.968 fueron comerciales.

En la siguiente tabla se señalan los tráficos de pasajeros registrados en el periodo comprendido entre los años 2003 y 2005 de la cual se desprende, adicionalmente, la clara naturaleza comercial de la práctica totalidad de los tráficos.

Demanda de pasajeros. Años 2003-2005

Año	Total pasajeros comerciales	Δ año anterior (%)	Total pasajeros	Δ año anterior (%)
2003	11.439.350	10,96	11.566.616	10,90
2004	11.939.086	4,37	12.046.277	4,15
2005	12.591.958	5,47	12.669.019	5,17

Fuente: Elaboración propia

El tráfico comercial es mayoritariamente internacional (74,37% en el año 2005), representando el tráfico con la UE la práctica totalidad del mismo (72,23%). A su vez, el tráfico regular representó el 85,32% del total del tráfico comercial de pasajeros.

Por nacionalidades, el Reino Unido es el país que más movimientos de pasajeros originó ascendiendo al 41,21% del total de tráfico comercial durante el año 2005, seguido de tráfico nacional (25,63 %) y Alemania (9,57 %).

Los destinos principales corresponden, de este modo, con ciudades de la Unión Europea. Londres-Gatwick es el destino con mayor volumen de pasajeros, seguido de Manchester, Londres-Luton, Dublín, Bruselas y Ámsterdam. Entre los destinos nacionales regulares destacan Madrid-Barajas, Barcelona, Palma de Mallorca y Melilla.

Actualmente, el aeropuerto de Málaga se encuentra en un importante proceso de modernización, tanto de su área terminal como en el campo de vuelos. Estas actuaciones responden al análisis de necesidades recogidas en el Plan Director (aprobado por Orden Ministerial FOM/2615/2006, de 13 de julio) para dar respuesta a una demanda de crecimiento, que puede alcanzar 197.000 operaciones comerciales en el año 2020.

Delimitación del Sistema General Aeroportuario



Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Configuración física del aeropuerto de Málaga

El campo de vuelos existente para el escenario de cálculo, consta de una única pista de hormigón asfáltico de orientación 14-32, de 3.200 metros de longitud y 45 metros de anchura.

Durante el mes de mayo de 2006 se produjo un cambio en la denominación de la pista respecto a la documentación empleada como base para la elaboración del presente estudio. La causa radica en la variación en la declinación magnética que condiciona el ángulo de orientación de la misma pasando a denominarse en la actualidad 13-31.

Esta disposición se verá alterada por la ejecución de una nueva pista situada al nordeste de la anterior que actualmente se encuentra en fase preliminar de ejecución. Dicha infraestructura que amplía el campo de vuelos no se ha incluido en el estudio al preverse su puesta en servicio para el año 2010 aproximadamente.

La definición de la posición de la pista existente se realiza en base a las coordenadas y altitud de cada uno de los umbrales publicados en el AIP (Publicación de Información Aeronáutica) correspondiente al aeropuerto de Málaga.

Coordenadas de los umbrales de la pista, aeropuerto de Málaga.

Umbral	Coord. Geográficas ¹		Coord. UTM ²		Altitud
	Longitud	Latitud	X (m)	Y (m)	
14	4°30'45.3359"W	36°41'04.3240"N	364.966,3400	4.061.146,3160	15,90
32	4°29'08.9612"W	36°39'55.4684"N	367.325,4940	4.058.987,0260	9,48

¹ Elipsoide WGS 84

² Elipsoide WGS 84. DATUM Europeo ED50.

Fuente: Elaboración propia

2.2. Delimitación de la zona de estudio

El área de estudio en la elaboración de los mapas estratégicos de ruido viene delimitada por la ubicación del aeropuerto, la disposición de sus instalaciones y sus rutas de acceso aéreo y los niveles de tráfico que desarrolla.

De acuerdo con el artículo 9 del Real Decreto 1513/2005, el ámbito territorial que deberá ser analizado en detalle, alcanzará los puntos del entorno de los grandes aeropuertos en los que se alcancen los valores de inmisión de $L_{den} > 55 \text{ dB(A)}$ y $L_{noche} > 50 \text{ dB(A)}$.

En este estudio, además de estos indicadores principales, se han analizado las repercusiones acústicas de $L_{día}$ y L_{tarde} que participan en la definición de L_{den} . Por lo tanto,

el nivel sonoro mínimo representado para ambos coincide con el de L_{den} , es decir 55 dB(A).

Así, será la envolvente de todos los indicadores analizados lo que se considerará como ámbito de estudio.

De acuerdo a la delimitación realizada, la zona de estudio se extiende parcialmente sobre los siguientes términos municipales: Alhaurín de la Torre, Cártama, Málaga y, de forma marginal, Torremolinos.

2.3. Descripción del entorno territorial

La provincia de Málaga, tiene una superficie de 7.276 km² y está ubicada en el sur de Andalucía limitando al norte con la provincia de Córdoba, al este con Granada y al oeste con Sevilla y Cádiz. Su perímetro total es de 723 kilómetros de los que 161 son marítimos. Está comprendida entre los paralelos 36° 19' y 37° 17' de latitud norte y los meridianos 5° 37' y 3° 47' de longitud oeste.

El aeropuerto de Málaga se encuentra situado en la desembocadura del Río Guadalhorce, en el término municipal de Málaga y a 8 kilómetros al suroeste de la capital de la provincia.

Desde principios del siglo pasado, casi todo este territorio se caracterizaba por su uso agrícola, circunstancia que lo convirtió en un área muy productiva con intensa implantación de cultivos subtropicales como la caña de azúcar. Esta tendencia se afianzó con la dotación de sistemas de riego a todos estos suelos al quedar reguladas las aportaciones del tramo medio del río Guadalhorce. La demanda de suelo urbanizable residencial e industrial, determinada por la proximidad del área a Málaga capital, así como la construcción de nuevas infraestructuras han completado la transformación del paisaje original en un paisaje totalmente antropizado. En este lugar de confluencia entre el medio urbano y el medio natural, se produce una amalgama de usos agrarios, residenciales, turísticos, comerciales e industriales, en la que se aprecia un fuerte retroceso de las actividades agrarias, principalmente en las zonas próximas al litoral, debido a la fuerte presión urbanística que sufre la zona en las últimas décadas.

Los límites del aeropuerto están constituidos por el río Guadalhorce y su zona regable en dirección norte y este, el núcleo de Churriana, Zona de Aviación General y terrenos de naturaleza agrícola en dirección sur y oeste, y por la autovía E-15 al este.

A continuación se adjuntan unas fichas que resumen las principales características territoriales de los municipios incluidos en el ámbito de estudio.

Municipio de Alhaurín de la Torre	
	<p>Localización</p> <p>El municipio de Alhaurín de la Torre es uno de los trece municipios que conforman la comarca del Valle del Guadalhorce. Limita con los municipios de Málaga, Cártama, Torremolinos, Mijas, Benalmádena y Alhaurín el Grande.</p> <p>Tiene una superficie de 82,7 km² y se ubica al oeste del aeropuerto de Málaga, a 18 kilómetros de la capital. Se localizan en él siete entidades de población, de las cuales, solamente Zapata se encuentra dentro de la zona de estudio.</p>
	<p>Descripción</p> <p>Tradicionalmente el uso agrícola ha caracterizado a este municipio, dedicándose gran parte de su suelo al cultivo de hortalizas, frutales y cítricos. Actualmente debido al auge del turismo, y la expansión urbanística que está sufriendo toda la comarca, el suelo dedicado a estas actividades está siendo destinado a uso residencial. En este sentido, el crecimiento demográfico de las últimas décadas, ha sido otro factor fundamental en esta transformación. Ha surgido así un nuevo concepto de ocupación del suelo, que es el constituido por las urbanizaciones residenciales que se forman como enclaves aislados que actualmente destacan en gran parte del territorio de Alhaurín de la Torre.</p> <p>La principal vía de comunicación que atraviesa el municipio es la A-366, eje que vertebra todos los desarrollos urbanísticos que une el municipio con los de Málaga y Alhaurín de la Torre.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Municipio de Cártama



Localización

El municipio de Cártama está ubicado en el Valle de Guadalhorce, al noroeste del aeropuerto, entre las sierras de Espartales y Llana.

Limita con los municipios de Málaga, Almogía, Alora, Pizarra, Coín, Alhaurín el Grande y Alhaurín de la Torre, tiene una superficie de 105 km², y se encuentra a 20 kilómetros de distancia de la capital.

En total son nueve los núcleos poblacionales con que cuenta el municipio, estando sólo uno de ellos, Sexmo, dentro de la zona de estudio.



Descripción

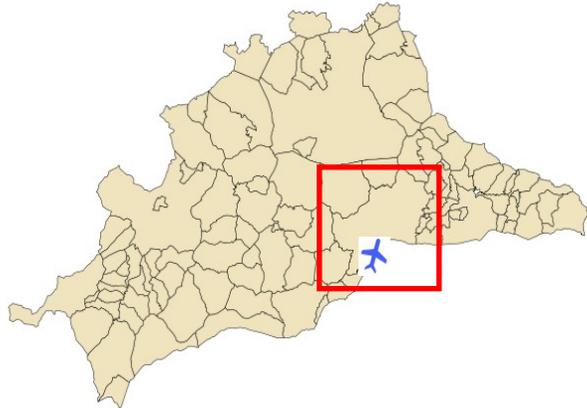
Su territorio tiene un marcado carácter agrícola, salpicado de cultivos de cítricos, olivos y almendros, en los que sobresalen viviendas diseminadas, conformando el paisaje característico de los Montes de Málaga. En los últimos años, la consideración de este municipio como ciudad dormitorio de la capital ha hecho que el suelo agrícola pierda relevancia en favor del suelo residencial.

Parte del área ámbito de estudio está ocupada por suelo protegido, como son los Montes de Málaga en la mitad septentrional del municipio y la zona de Regadíos del Guadalhorce.

Por su situación y su cercanía a la capital ha sido considerado a lo largo del tiempo un enclave estratégico, como así lo atestiguan las diferentes vías de comunicación que atraviesan el municipio y que conectan Cártama con el resto de municipios. Entre ellas destaca la A-357 que une Cártama con Málaga.

Fuente: Elaboración propia.

Municipio de Málaga



Localización

El término municipal de Málaga tiene una superficie de 394 km² y limita con los municipios de Rincón de la Victoria, Totelana, El Borge, Comares, Colmenar, Casabermeja, Almadía, Cártama, Alhaurín de la Torre, Torremolinos y en su parte sur con el mar Mediterráneo.

Son cinco las entidades de población que lo componen, de las cuales, Málaga, Churriana, y Campanillas, se encuentran dentro del área ámbito de estudio.

Descripción

La relevancia dentro del arco mediterráneo de este municipio y la consideración de su capital, Málaga, como capital de la costa del Sol, y a la vez como sexta ciudad más poblada de España hace que presente, en cuanto a usos del suelo se refiere, una gran diversidad. Así encontramos zonas puramente residenciales, áreas dedicadas casi en su totalidad al uso turístico, zonas de uso agrario, eminentemente dedicadas al cultivo de frutales, usos industriales entre el río Guadalhorce y la autovía del mismo nombre, y zonas comerciales en las inmediaciones del aeropuerto y en torno a la N-340.

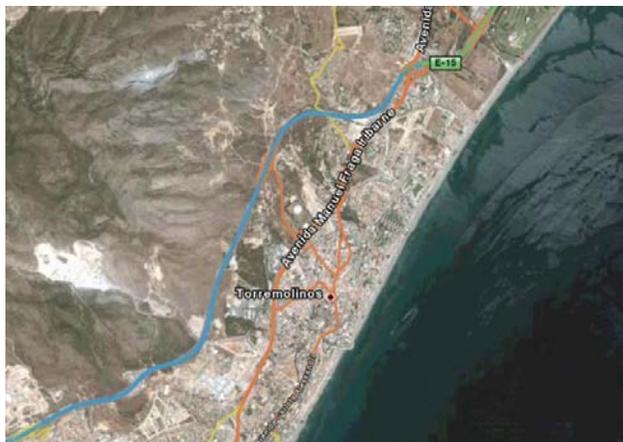
Las principales vías que discurren por el municipio son, la N-340, la A-7, y la A-45, las tres de titularidad estatal y vertebradoras de las comunicaciones en el litoral malagueño. La N-340 bordea el aeropuerto por el sur y recorre toda la fachada litoral de la ciudad de Málaga. La A-7, discurre por el norte de la urbanización Guadalmar y comunica esta zona con el norte de la ciudad, y la A-45, que conecta Córdoba con Málaga. Otra vía importante que comunica la ciudad con el interior, es la A-357, carretera de titularidad autonómica, que va de Málaga a Campillos atravesando el valle del Guadalhorce.

La infraestructura ferroviaria de la zona está formada por dos líneas: una principal Málaga-Bobadilla, que enlaza con la línea a Córdoba. Bobadilla constituye el nudo de comunicaciones desde donde se puede enlazar con las líneas que se dirigen a Sevilla, Granada, Algeciras o Córdoba. La otra línea es de cercanías, Málaga-Fuengirola, la cual accede al aeropuerto abriéndose paso entre los polígonos industriales, cruzando el Guadalhorce, hasta bordear la barriada de San Isidro por el norte, donde se encuentra la Estación Aeropuerto, a 200 m de la T-2 del mismo.



Fuente: Elaboración propia.

Municipio de Torremolinos



Localización

El municipio de Torremolinos pertenece a la comarca de la Costa del Sol Occidental. Su principal núcleo urbano se encuentra a 50 metros sobre el nivel del mar, dista 12 kilómetros de la capital malagueña y 5 del aeropuerto de Málaga.

Tiene una superficie de 20,17 km² y limita al noreste con el municipio de Málaga, al este y sureste con el mar Mediterráneo, al suroeste y oeste con el municipio de Benalmádena, y al noroeste con el municipio de Alhaurín de la Torre.

Descripción

Su nombre procede de las palabras "Torre" y "Molinos", ya que antiguamente existía una gran cantidad de molinos de agua en esta zona, aunque actualmente se conservan muy pocos y en mal estado. Su primera aparición ocurre en el mapa del Marqués de la Ensenada de 1748. Torremolinos constituía una pequeña villa de pescadores que fue reforzándose mediante fortalezas y puestos de vigías para evitar las incursiones marítimas de corsarios.

En 1923 se ponen en marcha dos proyectos para desviar a Málaga las aguas de Torremolinos, dado el aumento de población de la capital y los escasos recursos hídricos con los que en aquella época contaba. Esta iniciativa acabó por materializar la conversión del municipio torremolinense en barriada de Málaga hasta el 27 de septiembre de 1988, que se segrega del mismo.

A partir de la década de los cincuenta, el municipio ha basado su actividad económica en el turismo, lo que le convierte en uno de los centros turísticos neurálgicos de la Costa del Sol. Por este motivo se suceden los complejos turísticos y las edificaciones de tipo residencial de carácter intensivo y muy próximos a la costa y siguiendo su alineación.

La principal vía de comunicación que atraviesa el municipio es la E-15 o autovía del Mediterráneo que recorre longitudinalmente la franja costera comunicando los centros turísticos que se suceden a lo largo de la misma.

Fuente: Elaboración propia.

3. Medidas desarrolladas en la lucha contra el ruido

3.1. Introducción del enfoque equilibrado. Medidas generales

Durante la 33ª Asamblea de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) quedó en evidencia el riesgo implícito en la falta de una política homogénea para abordar el problema del ruido en el entorno de los aeropuertos. El desarrollo de programas nacionales y regionales descoordinados para aliviar los problemas de ruido podría desvincular la relación tan estrecha existente entre el crecimiento del mercado de la aviación civil y el desarrollo económico.

Por esta razón, se definió un compromiso internacional constatado mediante Resolución de la propia Asamblea, que estableciera una política común. De acuerdo a sus conclusiones, se introdujo el concepto de «*enfoque equilibrado*» como instrumento de acción para tratar el problema del ruido en los aeropuertos. Esta herramienta consiste en identificar el problema acústico existente en un determinado aeropuerto para posteriormente describir y valorar la variedad de medidas disponibles para reducir los niveles acústicos.

Las líneas de trabajo fijadas fueron fundamentalmente cuatro: reducción de los niveles de emisión en fuente, gestión y planificación idónea del territorio, establecimiento de procedimientos operativos de atenuación de ruidos y adopción de restricciones operativas.

Las autoridades estatales, junto a Aena como gestor de infraestructuras aeroportuarias, suscriben y apoyan las recomendaciones que desde los organismos internacionales se encaminan hacia paliar y reducir el ruido en el entorno de los aeropuertos.

Por ello, esta línea de innovación a nivel supranacional ha conducido a la adopción de una serie de medidas generales que han afectado a la totalidad de los aeropuertos españoles y en concreto al aeropuerto de Málaga.

En especial es necesario destacar una medida basada en el establecimiento de restricciones operativas que ha tenido una gran repercusión muy positiva en la lucha contra el ruido en el entorno de los aeropuertos. Concretamente, a nivel internacional, se observó que la mejor medida para asegurar la reducción de niveles de emisión consistía

en definir una serie de límites de certificación acústica basados en las consideraciones incluidas en diferentes capítulos del Anexo 16, Volumen I, 2ª parte, de la Convención sobre Aviación Civil Internacional (Convención de Chicago).

La OACI consideró la adopción de las primeras restricciones operativas hace 15 años. La sesión extraordinaria de la Asamblea de 1990 estableció una intención de retirada de las aeronaves capítulo 2 de certificación referida a las aeronaves jet subsónicas. En los aeropuertos comunitarios (en cumplimiento de la Directiva 92/14/CEE) esta restricción comenzó a tener validez desde el 1 de abril de 2002, fecha a partir de la cual existe la prohibición a la operación de las aeronaves subsónicas civiles que no tengan el certificado de ruido conforme a las normas capítulo 3.

De forma adicional, a partir del 1 de enero de 2006, existe la obligación de que los nuevos modelos de aeronaves deberán contar con el criterio de certificación según el capítulo 4 del citado Anexo 16.

3.2. Descripción de las medidas específicas existentes en el aeropuerto de Málaga

Con objeto de minimizar el impacto acústico sobre las poblaciones vecinas, el aeropuerto de Málaga ha llevado a cabo una serie de medidas específicas que se enumeran a continuación:

- Procedimientos de atenuación de ruidos
- Ejecución del plan de aislamiento acústico

Procedimientos de atenuación de ruidos

Con objeto de minimizar el impacto acústico sobre las poblaciones vecinas, el aeropuerto de Málaga ha desarrollado y aprobado unos procedimientos de atenuación de ruidos, recogidos en el documento “*Publicación de Información Aeronáutica*” (AIP), correspondiente al aeropuerto de Málaga.

Estos procedimientos son:

- **Potencia de reversa:** La reversa sólo podrá utilizarse al ralentí, excepto por motivos de seguridad, durante el horario siguiente:
 - Verano: 20:00 - 04:00 hora local.
 - Invierno: 21:00 – 05:00 hora local.

- Vuelos de entrenamiento: Solamente se permitirá repetir aproximaciones de entrenamiento en vuelo previa autorización de la autoridad ATC aeroportuaria, y se restringirán de acuerdo con el tráfico aéreo.
- Pruebas de potencia de turbo-reactores (todos los tipos): Las pruebas de potencia de turbo-reactores solamente se permitirán previa autorización de la autoridad aeroportuaria.

Ejecución del plan de aislamiento acústico

La Resolución de 2 de septiembre de 2003 de la Secretaría General de Medio Ambiente, formuló la Declaración de Impacto Ambiental de las obras contempladas en el proyecto de “Ampliación del aeropuerto de Málaga” de Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena) llevándose a cabo su publicación en el BOE nº240, de 7 de octubre de 2003.

Entre las actuaciones recogidas en la Declaración de Impacto Ambiental, se incluyó en su condición 5 la necesidad de elaborar un plan de aislamiento acústico (PAA) para las viviendas y edificaciones singulares como colegios, hospitales, residencias de la tercera edad, bibliotecas o cualquier otra edificación de características similares, situadas dentro de las zonas delimitadas por las isófonas $Leq_{día}$ (7-23 h) 65 dB(A) y Leq_{noche} (23-7 h) 55 dB(A) y con fecha de construcción anterior a la publicación de la DIA. El objeto de este plan es conseguir que en su interior se cumplan los niveles equivalentes máximos de inmisión sonora contenidos en el Anexo 5 de la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88, condiciones acústicas de los edificios, actualmente vigente.

Con el fin de coordinar la ejecución de las actuaciones de aislamiento acústico, se constituye la Comisión de Seguimiento y Gestión de los Planes de Aislamiento Acústico (CSEPA) formada por miembros de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, la Dirección General de Aviación Civil del Ministerio de Fomento y Aena.

Esta comisión cuenta con el apoyo técnico y administrativo de la Oficina de Gestión de los Planes de Aislamiento Acústico de Aena. Entre las funciones de ésta, destacan las siguientes:

- Tramitación de las solicitudes de inclusión en el PAA.

- Realización de mediciones acústicas con la finalidad de comprobar que se registran en el interior de las viviendas afectadas niveles superiores a los fijados como umbrales de calidad acústica.
- Supervisión de los proyectos de aislamiento y de las obras que de él se deriven.
- Gestión del pago de las subvenciones.

En la siguiente tabla se recoge el estado de ejecución del citado PAA a fecha de elaboración del presente Mapa Estratégico de Ruido, una vez que el pasado 20 de marzo de 2007 se celebrara la 18ª reunión de la Comisión de Seguimiento de los Planes de Aislamiento Acústico (CSEPA).

Gestión del Plan de Aislamiento Acústico

Estado de la tramitación	Nº viviendas		
	Alhaurín de la Torre	Málaga	Total
Censo de viviendas con derecho a solicitud de aislamiento acústico	83	864	947
Solicitudes recibidas para aislamiento acústico, en huella	65	659	724
Viviendas en las que se ha aprobado la realización de medición	54	652	706
Proyectos de aislamiento acústico solicitados a los interesados	52	626	678
Proyectos presentados en la Oficina de Gestión del Plan de Aislamiento Acústico	2	531	533
Viviendas con financiación aprobada	-	515	515
Viviendas con aislamiento acústico en ejecución	-	133	133
Viviendas con aislamiento acústico finalizado y pago efectuado	-	382	382

Fuente: Elaboración propia

En la actualidad se encuentra en fase de definición el Plan de Aislamiento Acústico exigido en la declaración de impacto ambiental correspondiente al proyecto de «Ampliación del campo de vuelos del aeropuerto de Málaga, Torremolinos y Málaga (Málaga)» aprobada mediante Resolución de 21 de junio de 2006, de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático. Este proyecto

contempla la ejecución de una segunda pista que modificará significativamente la operativa actual del aeropuerto.

4. Metodología de evaluación de niveles sonoros

4.1. Modelo informático de simulación

La Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental establece en su anexo II los métodos de cálculo provisionales recomendados en función de la fuente sonora. En el caso del ruido de aeronaves, remite al Documento Nº 29 de la ECAC.CEAC “*Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*” (1997), como metodología de referencia.

De entre los modelos de cálculo informático que cumplen con las especificaciones del Documento Nº29 de la ECAC.CEAC, es el ***Integrated Noise Model (INM)*** de la *Federal Aviation Administration (FAA)* el más ampliamente utilizado.

De acuerdo a estos requerimientos, a pesar de existir versiones posteriores que optimizan los algoritmos de cálculo utilizados principalmente en materia de atenuación lateral, **la versión 6.0c del INM** es la que cumple con la recomendación del Documento Nº 29 ECAC.CEAC, versión de 1997, y ha sido el modelo empleado para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido de aeropuertos.

4.2. Escenario de simulación y parámetros de entrada

Los datos que definen un escenario de cálculo pueden agruparse en tres grandes grupos:

- Configuración física del aeropuerto y régimen de utilización de las pistas.
- Definición de las trayectorias de aterrizaje y despegue empleadas así como su régimen de utilización.
- Caracterización de la operación registrada durante el periodo a representar definida a partir del número de operaciones y composición de la flota empleada.

De acuerdo con la Directiva 2002/49/CE, los mapas estratégicos de ruido reflejarán la operativa actual de cada uno de los grandes aeropuertos partiendo de la información anual disponible más reciente.

Asimismo, el propio Real Decreto 1513/2005 establece como premisa en su artículo 13. Seguimiento, la necesidad de que los resultados obtenidos en los procesos de evaluación del ruido ambiental sean homogéneos y comparables. Para conseguir este objetivo y, con ello, un diagnóstico global de la situación acústica en el entorno de los grandes aeropuertos en el ámbito estatal, era necesario fijar un horizonte temporal común para los diez aeropuertos que superaban los 50.000 movimientos comerciales anuales. Esta circunstancia fue corroborada por el órgano competente para la recepción de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido y su posterior envío a la Comisión Europea, el Ministerio de Medio Ambiente, y fue así mismo establecida en el documento “Criterios para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido en aeropuertos”, definido conjuntamente por el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Fomento y Aena, con fecha de 26 de julio de 2006.

Ante esta premisa y debido a la multitud de bases de datos de información necesarias para afrontar la caracterización de cada uno de los factores que definen el escenario de cálculo, los trabajos se iniciaron durante el año 2006. De acuerdo a la necesidad de realizar el cartografiado estratégico sobre la situación del año natural anterior, se decidió como escenario homogéneo a representar el año 2005.

Las variables que permitieron la definición del citado escenario, y por tanto fueron introducidas en la simulación, se sintetizan en la ficha siguiente.

Parámetros de entrada. Aeropuerto de Málaga

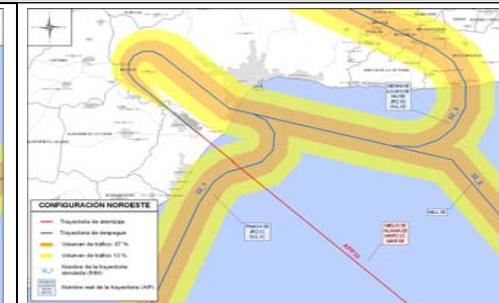
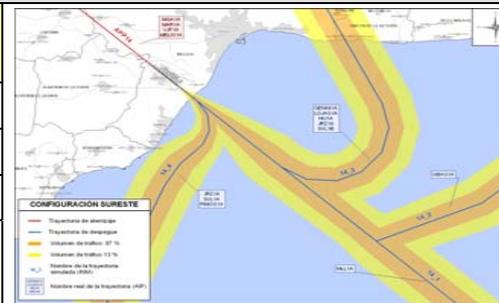
Configuración física del aeropuerto

Pistas	Nombre	Longitud (m)	Anchura
	14-32	3.200	45
Fuente: AIP Aeropuerto de Málaga, 17 de marzo 2005			
Configuración cabeceras	Cabecera	Aterrizajes	Despegues
	14	70%	70%
	32	30%	30%
Fuente: Aena.			



Definición de trayectorias

Trayectorias	Tipo	Fecha última modificación (2005)
	SID	18 de abril 2002
	STAR	25 de noviembre 2004
Fuente: AIP Aeropuerto de Málaga.		
Dispersiones	Documento Nº 29 de la ECAC.CEAC, recomendado por la Directiva 2002/49/CE	



Datos operacionales

Operaciones día medio (2005)	339,61	% día (7-19h)	70,44	% tarde (19-23h)	22,83	% noche (23-7h)	6,73
------------------------------	--------	---------------	-------	------------------	-------	-----------------	------

NOTA: La flota empleada corresponde con la mezcla de aeronaves existente durante el año 2005 (Fuente: Aena)

Factores de transmisión sonora

Modelización del terreno	SI	Temperatura de referencia	18,1°C	Media de las temperaturas horarias correspondientes al periodo 1996-2005 (Fuente: Instituto Nacional de Meteorología)
--------------------------	----	---------------------------	--------	---

4.3. Métricas consideradas

De acuerdo a la Directiva 2002/49/CE y su transposición al estado español mediante la Ley 37/2003 del Ruido, las métricas unificadas para evaluar el grado de molestia y las alteraciones del sueño son L_{den} y L_{noche} respectivamente, que se definen de la siguiente manera:

- El nivel día-tarde-noche L_{den} en decibelios dB(A) se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \cdot \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{día}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{tarde+5}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{noche+10}}{10}} \right)$$

- L_{noche} es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año. Por periodo nocturno se considera el intervalo de 8 horas comprendido entre las 23:00 y las 7:00 horas.

Para completar el análisis, se han añadido las métricas $L_{día}$ y L_{tarde} que participan en la definición del L_{den} . Se definen así:

- $L_{día}$ se define como el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos diurnos de un año. Se corresponde con el nivel continuo equivalente expresado en dB(A) para el periodo de 12 horas comprendido entre las 7:00 y las 19:00 horas para todo un año.
- L_{tarde} se define como el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año. Se corresponde con el nivel continuo equivalente expresado en dB(A) para el periodo de 4 horas comprendido entre las 19:00 y las 23:00 horas para todo un año.

5. Metodología de obtención de los mapas

La metodología de obtención de mapas hasta este momento ha recorrido dos caminos diferenciados:

1. **Cálculo de isófonas:** Se ha realizado el cálculo de las isófonas que servirán de base a los análisis posteriores empleando el software INM.

Se ha reproducido, de acuerdo a los datos de entrada descritos, el modelo operativo del aeropuerto y se han obtenido las curvas de igual nivel de inmisión sonora para las cuatro métricas fijadas: L_{den} , L_{noche} , $L_{día}$ y L_{tarde} .

2. **Caracterización del entorno desde el punto de vista demográfico y de usos del suelo:** El ámbito de estudio ha sido analizado de forma exhaustiva desde el punto de vista demográfico y de usos del suelo autorizados por el planeamiento vigente. Para ello se ha contado con las siguientes fuentes de información:

- **Información cartográfica:** Base cartográfica a escala 1/25.000 proporcionada por el Centro Nacional de Información Geográfica (C.N.I.G.), cartografía catastral urbana y rústica del entorno del aeropuerto proporcionada por la Gerencia Territorial de Málaga y ortoimagen satélite del aeropuerto de Málaga (junio de 2006).
- **Información demográfica:** cartografía digitalizada en formato "shapefile" y datos alfanuméricos no protegidos facilitados por la Gerencia Territorial de Catastro de Málaga actualizados a fecha de realización de este Mapa Estratégico de Ruido. Esta información es complementada por la información suministrada por el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), correspondiente a los Censos de Población y Viviendas del año 2001 a nivel de secciones censales.
- **Información de planeamiento urbanístico:** Representación de la clasificación y calificación del suelo correspondiente al planeamiento vigente de los municipios incluidos en el ámbito de estudio.

Toda la información manejada se ha volcado en una plataforma SIG que facilita la totalidad de los análisis realizados para la representación de los tres tipos de mapas que se describen a continuación.

5.1. Mapas de niveles sonoros

Son mapas que representan la posición de las líneas isófonas calculadas sobre el ámbito de estudio, delimitando así, cada uno de los sectores del territorio expuestos a unos determinados niveles de inmisión sonora.

Se han obtenido superponiendo los resultados gráficos procedentes del software INM sobre una base cartográfica adecuada basada en los planos 1/25.000 del I.G.N. utilizando un SIG.

5.2. Mapas de exposición

Los mapas de exposición pretenden representar la evaluación de la población expuesta a diferentes valores de los indicadores sonoros. Para ello es necesario relacionar los niveles de ruido por edificio residencial (análisis gráfico) con el número de viviendas y personas que habitan en ellas (análisis cuantitativo). Así mismo se analiza el grado de exposición de equipamientos especialmente sensibles (educativos y hospitalarios) a los niveles de inmisión representados.

5.3. Mapas de zonas de afección

Los mapas de zonas de afección representan de manera conjunta las isófonas del indicador L_{den} por encima de 55, 65 y 75 dB(A), que se debe evaluar y comunicar a la Comisión Europea.

Además de la representación gráfica, el mapa debe incorporar los datos relativos a número de viviendas y personas (estimados en centenas), número de colegios y hospitales (en unidades) y el dato de superficies (en km^2) incluidas en las ciudades isófonas.

6. Valoración de los niveles de inmisión y exposición

6.1. Principales resultados obtenidos

Se incluyen a continuación los resultados de exposición obtenidos para cada uno de los indicadores analizados:

- a). Número estimado de personas (en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{den} : 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, >75.

Población expuesta en centenas. Indicador L_{den}

Rango	Municipios			Total
	Alhaurín de la Torre	Málaga	Cártama	
55-60	2	44	1	47
60-65	1	16	-	17
65-70	1	3	-	5
70-75	1	1	-	1
>75	-	1	-	1

NOTA: Los datos correspondientes a los totales se han redondeado a centenas desde las cifras totales resultado. No se corresponden con la suma de las centenas correspondientes a cada municipio.

Fuente: Elaboración propia

- b). Número estimado de personas (en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de $L_{día}$ 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, >75.

Población expuesta en centenas. Indicador $L_{día}$

Rango	Municipios			Total
	Alhaurín de la Torre	Málaga	Cártama	
55-60	1	28	-	28
60-65	1	11	-	12
65-70	1	2	-	3
70-75	1	1	-	1
>75	-	-	-	-

NOTA: Los datos correspondientes a los totales se han redondeado a centenas desde las cifras totales resultado. No se corresponden con la suma de las centenas correspondientes a cada municipio.

Fuente: Elaboración propia

- c). Número estimado de personas (en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{tarde} 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, >75.

Población expuesta en centenas. Indicador L_{tarde}

Rango	Municipios			Total
	Alhaurín de la Torre	Málaga	Cártama	
55-60	1	27	-	27
60-65	1	12	-	13
65-70	1	2	-	3
70-75	1	1	-	1
>75	-	-	-	-

NOTA: Los datos correspondientes a los totales se han redondeado a centenas desde las cifras totales resultado. No se corresponden con la suma de las centenas correspondientes a cada municipio.

Fuente: Elaboración propia

- d). Número estimado de personas (en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{noche} 50-55, 55-60, 60-65, 65-70, >70.

Población expuesta en centenas. Indicador L_{noche}

Rango	Municipios			Total
	Alhaurín de la Torre	Málaga	Cártama	
50-55	1	17	-	18
55-60	2	3	-	5
60-65	1	1	-	1
65-70	-	1	-	1
>70	-	-	-	-

NOTA: Los datos correspondientes a los totales se han redondeado a centenas desde las cifras totales resultado. No se corresponden con la suma de las centenas correspondientes a cada municipio.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se adjuntan los resultados obtenidos expresando la superficie total en km^2 expuesta a valores de L_{den} superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente. Se indica, de forma adicional, el número total de viviendas y personas (ambas en centenas) así como equipamientos sensibles que se localizan en esas zonas.

Superficie (km²) expuesta por término municipal. Número de viviendas y población expuesta en centenas. Número de hospitales y colegios expuestos. Indicador L_{den}

Municipio	Lden dB(A)	Superficie (km ²)	Nº Viviendas (centenas)	Población (centenas)	Nº Hospitales	Nº Colegios
Alhaurin de la Torre	>55	6,98	1	4	-	-
	>65	3,45	1	2	-	-
	>75	-	-	-	-	-
Cártama	>55	21,5	1	1	-	-
	>65	20,56	-	-	-	-
	>75	-	-	-	-	-
Málaga	>55	61,61	18	64	-	4
	>65	25,15	1	4	-	-
	>75	4,59	1	1	-	-
Torremolinos	>55	0,05	-	-	-	-
	>65	-	-	-	-	-
	>75	-	-	-	-	-
Total	>55	90,15	20	69	-	4
	>65	49,16	2	5	-	-
	>75	4,59	1	1	-	-

Fuente: Elaboración Propia

6.2. Valoración de viviendas con algún grado de aislamiento acústico

Se ha realizado un análisis del número de viviendas que resultan expuestas en el presente estudio, con el objeto de identificar el porcentaje de aquellas que se encuentran incluidas en el plan de aislamiento acústico (PAA) descrito en el apartado 3.2. Descripción de las medidas específicas existentes en el aeropuerto de Málaga, y que previsiblemente verán mejoradas sus condiciones para asegurar el cumplimiento de la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88.

Este análisis permitirá diferenciar la exposición resultante entre aquellas viviendas que verifican o verificarán la citada norma y aquellas que no tienen por qué implicar elevadas calidades constructivas. Para ello se han calculado los porcentajes de las viviendas que se encuentran incluidas en el PAA para cada uno de los indicadores y diferenciando entre los diferentes intervalos de ruido. Estos datos se detallan en la tabla que aparece a continuación.

**Porcentaje de viviendas consideradas en el Plan de Aislamiento Acústico (PAA)
actualmente en ejecución**

Métrica	Rango dB(A)			
	55-60	60-65	65-70	70-75
$L_{día}$	14	100	100	100
L_{tarde}	10	100	100	100
L_{den}	4	90	100	100
	50-55	55-60	60-65	65-70
L_{noche}	88	100	100	-

Fuente: Elaboración propia

Para los indicadores $L_{día}$ y L_{tarde} , el futuro PAA contempla la mejora de las calidades de aislamiento (en aquellos casos en los que sea necesario) del 100% de las viviendas expuestas a niveles superiores a 60 dB(A) según las hipótesis de este estudio. Por otra parte para niveles comprendidos entre 55-60 dB(A) afecta al 14% y 10% respectivamente.

En definitiva, únicamente un porcentaje comprendido entre el 14-10 % de las viviendas situadas en este intervalo para los indicadores $L_{día}$ y L_{tarde} respectivamente, tienen aseguradas unas condiciones acústicas de acuerdo a la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88.

Para el indicador L_{den} , dada su mayor extensión, el PAA abarca la totalidad de las viviendas expuestas a niveles superiores a 65 dB(A), el 90 % de las comprendidas entre 60-65 dB(A) y únicamente un 4% de las incluidas en el intervalo de 55-60 dB(A). Esta última banda constituye la principal variación respecto de los análisis realizados en el pasado.

En el caso de L_{noche} , el 100 % de las viviendas expuestas a niveles superiores a 55 dB(A) se espera que tendrán un aislamiento eficaz como consecuencia de la ejecución del PAA. Por otra parte, para niveles comprendidos entre 50 y 55 dB(A) el porcentaje disminuye al 88%