

## FACILITANDO LA GESTIÓN DE RUIDO EN AEROPUERTOS: EL NOISE MANAGEMENT TOOLSET

**PACS:** 43.50.Lj

Nico Van Oosten, Silviu Emil Ionescu , Luis Meliveo , Olena Konovalova

ANOTEC Engineering, c/ Rector Jose Vida Soria, 2 Urb. Terrazas de Playa Granada, portal 7-

2º 18613 Motril (Granada) Spain

(+34) 958 620 631

info@anotecengineering.com

**Palabras Clave:** gestion de ruido en aeropuertos, ruido de la aviación, control de ruido en aeropuertos

### ABSTRACT.

Airports are responsible for managing aircraft noise and, in collaboration with other stakeholders, developing plans to reduce the acoustic impact on their environment.

Airports can be classified according to the phase in which noise management is found as "Starting the journey", "Followers" and "Strikers". Airports in the first group, and some in the second, usually lack sufficient human, technical and economic resources to address the complex problem of noise and its management. The other airports will normally have more resources, but they are faced with the need to go a step further in management, towards citizen participation. In both cases, they lack effective and affordable tools to address the problems identified.

In the ANIMA project, the Noise Management Toolset was developed with the aim of providing airports with an innovative and affordable tool, both technically and economically, that helps them in noise management.

This paper presents the main features of the Noise Management Toolset and some case studies.

### RESUMEN.

Los aeropuertos son los responsables de gestionar el ruido y, en colaboración con otros actores, desarrollar planes para reducir el impacto acústico en su entorno.

Los aeropuertos se pueden clasificar según la fase en que se encuentra la gestión del ruido: "Iniciando el camino", "Seguidores" y "Delanteros". Los aeropuertos del primer grupo, y algunos del segundo, normalmente carecen de los medios humanos, técnicos y económicos suficientes para abordar el complejo problema del ruido y su gestión. El resto de aeropuertos normalmente dispondrán de más medios, pero se encuentran con la necesidad de ir un paso más allá en la gestión, hacia la participación ciudadana. En ambos casos les faltan herramientas eficaces y asequibles para afrontar los problemas señalados.

En el proyecto ANIMA se ha desarrollado el "Noise Management Toolset" con el objetivo de proporcionar a los aeropuertos una herramienta innovadora y asequible, tanto técnica como económicamente, que les ayuda en la gestión del ruido.

En esta ponencia se presentan las principales características de esta herramienta "Noise Management Toolset" y algunos casos de uso.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El ruido siempre ha sido un factor ambiental dominante en los aeropuertos. La gestión del ruido en los aeropuertos requiere tomar decisiones en materia de planificación del uso del suelo, cambios en las rutas de vuelo, distribución del tráfico y otros aspectos, considerando su impacto en la exposición al ruido. Los aeropuertos son responsables de gestionar el ruido de las aeronaves y, en cooperación con las autoridades de aviación civil y los municipios locales, deben desarrollar programas para mitigar el impacto del ruido de las aeronaves y el régimen operativo correspondiente.

Muchos aeropuertos no suelen tener suficientes recursos humanos y financieros para mantener un departamento/persona dedicada a los problemas de ruido, ya que el departamento ambiental suele estar sobrecargado con muchos otros problemas ambientales. Por ello, los aeropuertos suelen contratar empresas de consultoría para realizar estudios de mapeo de ruido. Debido a los recursos financieros limitados, estos estudios generalmente deben limitarse al mínimo requerido para cumplir con los requisitos legales.

Las actuales herramientas de última generación generan información sobre la exposición al ruido siguiendo una metodología estándar, definida en la Directiva sobre ruido ambiental (END) y ECAC/CEAC Doc. 29– sobre el cálculo de los niveles de exposición al ruido de las aeronaves y la producción de los contornos de ruido de las aeronaves. Los contornos de ruido calculados de acuerdo con la metodología según END se utilizan para identificar zonas de aislamiento acústico, definir la normativa de planificación del uso del suelo, establecer zonas de protección contra el ruido así como comunicar datos de exposición al ruido de manera coordinada a la Comisión Europea. El uso de estos modelos de ruido es complejo y requiere un conocimiento profundo del ruido de aeronaves, las actuaciones de las aeronaves y navegación aérea. Además, su interfaz de usuario suele ser bastante compleja y requiere una formación considerable. Por lo tanto, suelen estar restringidas a usuarios especializados. Mientras que los aeropuertos más grandes pueden disponer de personal especializado, es probable que este no sea el caso en los más pequeños que, por lo tanto tendrían que depender de subcontratistas para hacer este trabajo, con el costo correspondiente.

En el proyecto ANIMA, se creó el Noise Management Toolset (NMT) para ayudar a los aeropuertos a encontrar soluciones para reducir el ruido del aeropuerto mediante la comparación de diferentes escenarios operativos y, por lo tanto, desarrollar los procedimientos operativos del aeropuerto, compatibles con las actividades sensibles al ruido, en el área de afectación. El servicio NMT está diseñado de tal manera que el complejo trabajo preparatorio lo realizan los expertos en ruido de aeronaves de Anotec, permitiendo a los usuarios finales concentrarse en la definición y evaluación de cualquier escenario con una interfaz web fácil de usar y fácilmente comprensible para los no expertos.

Este conjunto de herramientas NO pretende reemplazar las herramientas existentes. El NMT ha sido desarrollado para apoyar a los aeropuertos con recursos humanos y financieros limitados en sus tareas diarias de gestión del ruido, sin necesidad de especialistas altamente cualificados.

## **2. VERSIONES DEL NOISE MANAGEMENT TOOLSET**

El Noise Management Toolset (herramientas de gestión de ruido) está disponible en tres versiones, cada una de ellas aborda las necesidades específicas de cada grupo objetivo. Todas las versiones están disponibles en la web, implementadas como un Software como Servicio (“Software as a Service” o SaaS).

### **2.1. Versión Pública (NMT-P)**

Se trata de una versión básica dirigida al público en general. Esta versión es de libre acceso y no es necesario registrarse. El objetivo principal de la NMT-P es ilustrar conceptos relacionados con la gestión del ruido aeroportuario tal como se dispone en la Plataforma de Ruido creada en ANIMA (<https://anima-project.eu/noise-platform/main-page>). Proporciona de forma interactiva las explicaciones sobre cómo se calculan las huellas sonoras de los aeropuertos siguiendo la metodología definida en la Directiva de Ruido Ambiental (END). Esta versión se basa en un aeropuerto virtual con un conjunto predefinido de escenarios, que representan variaciones de un

escenario de referencia para permitir al usuario comprender cómo afectan los cambios de las operaciones aeroportuarias en los contornos de ruido.

## **2.2. Versión educativa (NMT-E)**

En aviación existe la necesidad de contar con especialistas capaces de tratar el tema del ruido en los aeropuertos, pero también en otras profesiones del sector o relacionadas con el mismo se requiere un conocimiento básico de estos temas para poder establecer un diálogo fructífero. Sin embargo, en muchas universidades con especialidades ambientales o aeronáuticas en la actualidad no existen disciplinas educativas para que los alumnos estudien los conceptos básicos del ruido aeroportuario y su modelado. Los modelos de ruido aeroportuario actualmente disponibles son complejos y requieren una formación significativa antes de que los estudiantes puedan utilizarlos eficazmente para comprender los conceptos. Dado que el tiempo disponible para este tema en la mayoría de los currículos es limitado, no se suele considerar una opción el uso de estos modelos en el proceso educativo. La versión educativa se creó, teniendo en cuenta las limitaciones de tiempo y presupuesto, para ayudar a las universidades a ofrecer a sus estudiantes una herramienta fácil para familiarizarse con los conceptos de operaciones aeroportuarias y el modelado de ruido relacionado con estas operaciones. El NMT-E presenta un aeropuerto virtual y un conjunto de escenarios predefinidos con una opción para crear nuevos escenarios y compararlos. Durante el proyecto ANIMA, la Universidad Nacional de Aviación, Kyiv, Ucrania, implementó el NMT-E en el curso para estudiantes "Monitorización acústica ambiental". La primera experiencia mostró un gran interés de la Universidad por utilizar este tipo de software profesional en el proceso educativo. Esta versión está disponible a través de suscripción.

## **2.3. Versión profesional (NMT)**

La versión completa está dirigida a usuarios profesionales (Autoridades, Aeropuertos, Responsables de Ordenación del Territorio, Institutos de investigación, etc.), brindándoles una herramienta fácil de usar para crear nuevos escenarios en un aeropuerto real y evaluar su efecto en los cambios de exposición al ruido. Dispone de una variedad de funciones inteligentes para facilitar la creación de estos nuevos escenarios. Esta versión está únicamente disponible mediante registro y requiere una suscripción al servicio NMT. Dadas las características específicas de la información necesaria para generar la base de datos inicial (ver 3.1 más adelante), el suscriptor principal será un usuario autorizado por el aeropuerto para proporcionar estos datos de entrada. Este "propietario del aeropuerto" puede asignar usuarios adicionales a los que se les permitirá acceder a ese aeropuerto y generar sus propios escenarios.

# **3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA**

## **3.1. Base de datos de Aeropuertos**

La característica principal, común a todas las versiones, es la base de datos de aeropuertos. Esta base de datos incluye datos esenciales del aeropuerto como su ubicación, pista(s), rutas de vuelo y población en los municipios aledaños.

Como se mencionó anteriormente, las versiones Pública y Educativa operan con un aeropuerto virtual. El aeropuerto virtual tiene una pista (09-27, o sea Este-Oeste), una plataforma y una pista de rodaje (Fig. 1). Se ha situado en el sur de España y se utiliza únicamente con fines de demostración.

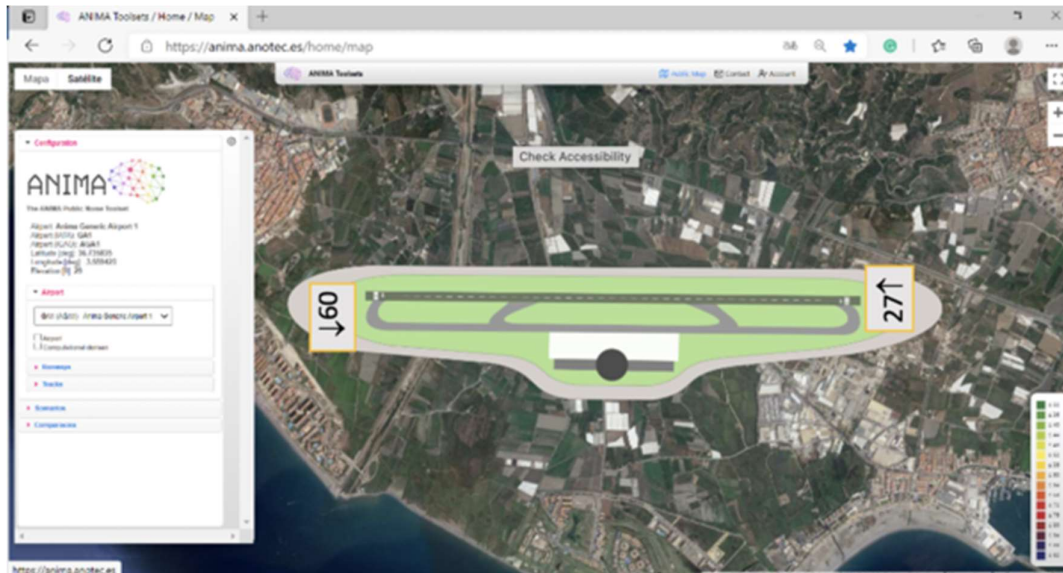


Figura 1 – El aeropuerto virtual, usado en las versiones Pública y Educativa.

Se proporcionan rutas de vuelo para ambos extremos de la pista (Fig.2). Las pistas en verde son aterrizajes y las pistas en azul despegues. En el aeropuerto virtual, todas las rutas que comienzan con 09 están dirigidas al Este (salidas y llegadas) y se utilizan cuando el viento sopla del Este. Todas las rutas que comienzan con 27 están dirigidas al Oeste y se usan cuando el viento sopla del Oeste.

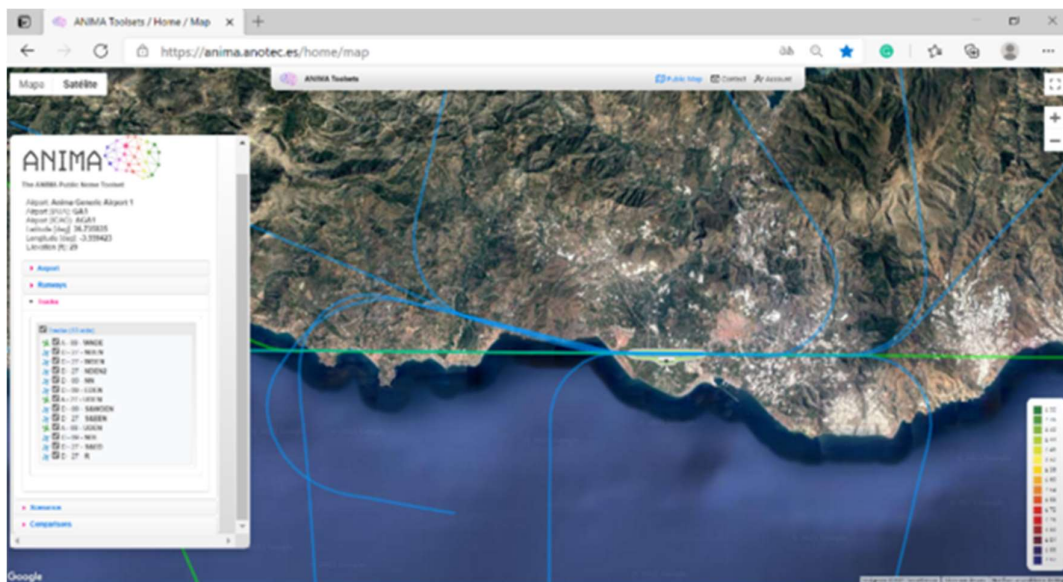


Figura 2 – Rutas en el aeropuerto virtual

La versión profesional de esta herramienta de gestión de ruido puede operar con un aeropuerto real. Ante la solicitud de inclusión del usuario autorizado ("Propietario del Aeropuerto"), Anotec creará la base de datos del aeropuerto en el servidor, utilizando datos básicos de entrada:

- Nombre del aeropuerto (códigos IATA y ICAO).
- Coordenadas del punto de referencia del aeropuerto (latitud y longitud en WGS-84).
- Coordenadas de los extremos de pista (latitud y longitud en WGS-84).

- Rutas, almacenadas como una serie de waypoints. Estos puntos pueden derivarse de los datos de la AIP pertinente o pueden determinarse mediante el análisis de las trayectorias de vuelo reales (radar/ADS-B)

### 3.2. Base de datos de eventos aislados

La base de datos de eventos aislados es el núcleo del NMT. Contiene los niveles de ruido, correspondientes a cada una de las combinaciones relevantes de:

- Tipo de aeronave
- Tipo de operación: Llegada o Salida
- Procedimiento de vuelo en el plano vertical ("Perfil")
- Longitud de la etapa (indicador del peso al despegue)
- Pista
- Ruta

Anotec genera esta base de datos en un proceso offline, aplicando su modelo de ruido SONDEO compatible con ECAC Doc29. Para incluir un aeropuerto, es necesario definir todos los tipos de aeronaves y rutas que deben considerarse en operaciones pasadas, actuales y futuras. El resto de datos ya están contenidos en la base de datos del aeropuerto o están disponibles en la base de datos estándar de SONDEO. Conviene señalar que NMT solo permite calcular escenarios basados en aquellas combinaciones que hayan sido incluidos en la base de datos de eventos aislados.

### 3.3. Escenarios

Un escenario es un conjunto de datos que representa una determinada situación (de ruido) en un aeropuerto. Consiste en una determinada combinación de los eventos aislados almacenados en la base de datos como descrito en el punto anterior.

Para definir un escenario se requiere lo siguiente:

- Número de operaciones de cada evento aislado
- Hora de estas operaciones (hora local exacta o período (Día, Tarde, Noche))

En las versiones Pública y Educativa se han incluido varios escenarios pre-almacenados, cada uno de los cuales destaca un aspecto específico del mapeo de ruido del aeropuerto.

En la versión completa el usuario puede generar sus propios escenarios, para lo cual dispone de varios métodos. Como primera opción se puede generar un escenario a partir de información sobre operaciones reales de aeronaves, rellenando manualmente una tabla con toda la información necesaria sobre cada operación, o cargando un archivo que contenga el plan de vuelo del aeropuerto. También es posible crear y cargar el llamado "fichero de operaciones" agrupando las operaciones por período del día. Por lo general, el usuario deberá crear el primer escenario para un aeropuerto de una de estas maneras. Sin embargo, una vez hecho esto, es posible clonar el escenario existente y cambiar solo aquellas operaciones necesarias para definir el nuevo escenario. Existen funciones inteligentes para facilitar esto, por ejemplo, para trasladar una cierta cantidad de operaciones de una pista a otra, para todas las aeronaves y períodos de tiempo, o para tipos de aeronaves y/o períodos de tiempo específicos individualmente. Del mismo modo, es posible aumentar el número de operaciones en un determinado porcentaje para simular fácilmente el crecimiento del tráfico.

Una vez creado un escenario se calcula el ruido generando mapas de exposición al ruido (fig. 3).



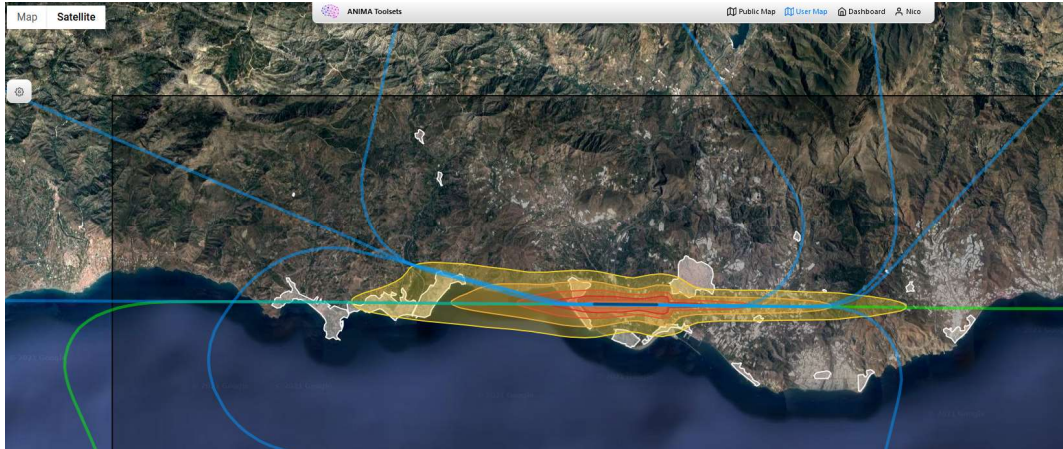


Figura 3 – Resultados de cálculos de ruido para un escenario

#### 4. COMPARACION DE ESCENARIOS

El conjunto de herramientas de gestión de ruido (NMT) ha sido creado para ayudar a los aeropuertos a encontrar soluciones para reducir el ruido del aeropuerto mediante la comparación de diferentes escenarios operativos para así desarrollar modos operativos del aeropuerto compatibles con las actividades sensibles al ruido en su área.

Para evaluar el efecto de la intervención representada por un escenario, los resultados (contornos de exposición al ruido) de ese escenario pueden compararse con los de otro escenario. Se pueden comparar un máximo de 4 escenarios al mismo tiempo.

En la versión Pública y Educativa se ha incluido un conjunto de escenarios de tráfico, con variaciones derivadas del escenario base (el escenario de referencia) para permitir al usuario comprender diferentes efectos en los contornos de ruido. Como caso de uso se facilita alguno de estos escenarios.

El escenario de referencia representa un día típico en la operación del aeropuerto considerando el análisis del tráfico anual y aplicando la ponderación del tráfico por período del día, la ponderación del tipo de aeronave, el uso de cada pista, etc.. Si el usuario desea simular un día normal en lugar de un día típico, puede utilizar un número real de vuelos por configuración/período del día/familia de aeronaves/rutas/pistas. (Ver *Escenario de referencia – Escenario del conjunto de herramientas públicas, el impacto de la Directiva sobre ruido ambiental y los casos prácticos para los otros escenarios en el aeropuerto virtual ANIMA: presentaciones de escenarios* (anima-project.eu)).

Para crear un nuevo escenario el usuario puede cambiar los siguientes parámetros:

- Cambiar el extremo de la pista para el despegue (aterrizaje) simulando un cambio de viento (Configuración Este y Oeste – Escenario 3 de NMT-P) (fig. 4);
- Aumentar o disminuir el número de operaciones: Escenario 4 y 5 del NMT-P;
- Unir o dividir el tráfico en dos/muchas rutas: escenario 7 del NMT-P;
- Cambiar la flota: Escenario 8 del NMT-P (fig. 5).

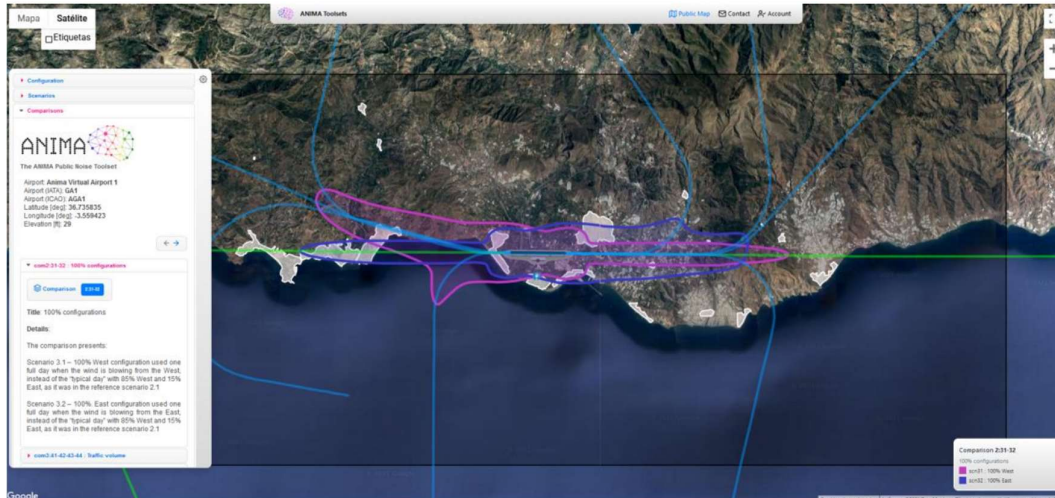


Figura 4 – Comparación de resultados para diferentes escenarios. Pistas Este u Oeste

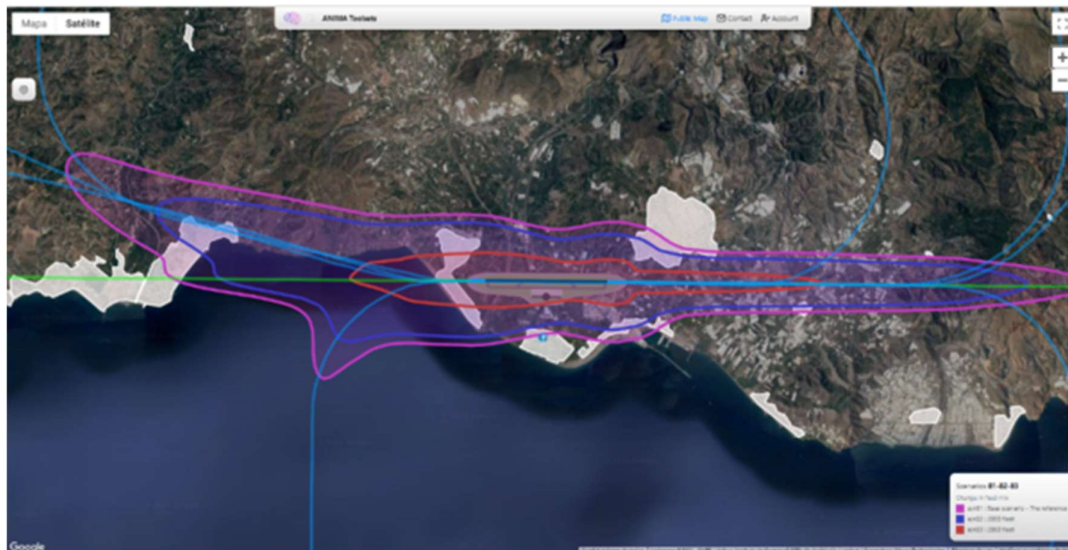


Figura 5 – Comparación de resultados para diferentes escenarios. Cambios de flota

En la versión completa se pueden realizar cambios similares y más complejos en los escenarios de un aeropuerto real, con el objetivo final de apoyar la optimización de las características de ruido del aeropuerto mediante la implementación del mejor escenario operativo con la mínima huella de ruido y, por lo tanto, mejorar la calidad de vida de los residentes locales ajustando la operativa del aeropuerto a las necesidades reales de las actividades sensibles al ruido alrededor del mismo.

## 5. CONCLUSIONES Y FUTURO

Si bien las versiones actualmente disponibles del NMT abordan las necesidades más relevantes de los grupos objetivo, está previsto un mayor desarrollo de la herramienta para brindar funcionalidades adicionales consideradas de valor añadido para los usuarios. El NMT ha sido concebido con el objetivo de ir más allá del mapeo de la exposición al ruido al incluir aspectos del impacto del ruido como molestia y alteración del sueño.

Como una de las características adicionales potenciales, se prevé que el servicio web NMT se amplíe con el cálculo de emisiones (CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>). De esta forma en una sola ejecución el usuario podrá obtener tanto el ruido como las emisiones correspondientes a un escenario. Esto permitirá

determinar las interdependencias entre ambos aspectos ambientales y brindará al usuario los medios para realizar estudios de compensación entre ruido y emisiones.

El enfoque basado en la web permite una actualización instantánea del conjunto de herramientas, lo que permite a sus usuarios acceder siempre a los conocimientos de última generación sobre el impacto y gestión del ruido en los aeropuertos.

### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se ha desarrollado en ANIMA, un proyecto que ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea bajo el acuerdo de subvención # 769627