

# **"Aplicación de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) a la Información Aeronáutica"**

**Valdés Bravo, M.<sup>(1)</sup>, Moya Honduvilla, J.<sup>(2)</sup> y Bernabé Poveda, M.A.<sup>(2)</sup>**

**<sup>(1)</sup>Aeropuertos Nacionales y Navegación Aérea (Aena), <sup>(2)</sup> Universidad Politécnica de Madrid (UPM)**

**mariavaldesb@terra.es , j.moya@topografia.upm.es, ma.bernabe@upm.es**

## **RESUMEN**

La información aeronáutica está regida por unos estándares y normativas internacionales que obligan a considerar un tratamiento homogéneo desde todas las organizaciones responsables de ella. Este aspecto de información globalizada y la necesidad de implantarla en países con distintas capacidades tecnológicas complica su modelización a la hora de integrarla por medio de las nuevas *Tecnologías de Información Geográfica* (TIG). El papel (o su formato equivalente .pdf) es el medio estático de suministro de información que sigue predominando en este área concreta de la información geográfica.

En este artículo se define la información geoaeronáutica y las instituciones encargadas de recopilarla, verificarla y difundirla convenientemente, como paso previo a la exposición del proceso mundial de transición hacia la Gestión de la Información Aeronáutica (AIM o Aeronautical Information Management). Dentro de este proceso se destacan las implicaciones que, para la optimización del modelo de información aeronáutica, tiene la aplicación de las TIG; especialmente acerca de cómo pueden ayudar a tratar el dinamismo inherente a la información aeronáutica y a mejorar su accesibilidad. Palabras clave: gestión de la información aeronáutica/estandarización/perfil de metadatos/web mapping.

## **ABSTRACT**

The aeronautical information is governed by international standards and regulations that oblige them to have the same treatment from all organizations responsible for it globally, ie it is a global-looking information. This aspect of global information, and the need to introduce it into countries with different technological capabilities, complicates modeling when integrating with the new Geographic Information Technologies (GIT). The paper is the static format of information publication (paper or .pdf) that continues to dominate this area of geographic information.

This paper defines geo-aeronautical information and identifies the institutions responsible to collect, verify and disseminate it appropriately, prior to exposure of the global process of transition to Aeronautical Information Management (AIM Aeronautical Information Management). It highlights, in this process, the implications of the implementation of the TIG for the optimization of aeronautical information, especially about how they can help to treat the dynamism of aeronautical information and improve its accessibility. Keywords: Aeronautical Information Management/standardization/metadata profile/web mapping.

## **1. INTRODUCCIÓN A LA INFORMACIÓN GEOAERONÁUTICA**

El ejercicio de la navegación aérea implica la necesidad de un flujo constante y adecuado de datos aeronáuticos, que permita a los usuarios tomar decisiones adecuadas basadas fundamentalmente en la estricta observación de la seguridad operacional.

Según la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO-OACI), los Datos Aeronáuticos son la “*representación de hechos, conceptos o instrucciones aeronáuticos de manera formalizada que permita que se comuniquen, interpreten o procesen*” (OACI, 2008: 2-2). Es el resultado sintetizado de la agrupación, análisis y formateo de datos aeronáuticos indispensables para la navegación aérea es lo que ha de considerarse *Información Aeronáutica*.

Son los Servicios de Información Aeronáutica (AIS) de cada Estado o Región, los responsables de recopilar, verificar y difundir la información aeronáutica, a través de los medios que se consideren convenientes.

De particular interés es la información que denominaremos *Geo-aeronáutica*, es decir, aquella información que tiene como variable esencial de su definición la localización espacial. Debido a que la información aeronáutica posee un carácter geográfico muy marcado, este ámbito se encuentra actualmente en un profundo proceso de evolución y mejora, en el cual la implicación de las nuevas Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) tiene un peso capital.

### **1.1 Los Servicios de Información Aeronáutica (AIS).**

El objetivo del Servicio de Información Aeronáutica (AIS en sus siglas inglesas) de cada país miembro de la OACI, es “*asegurar el flujo de información necesaria para la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea internacional*” (OACI, 2008:1-1). Los AIS suministran dicha información a través de los productos IAIP (Integrated Aeronautical Information Package) (OACI, 2008:3-1), de los cuales el de mayor envergadura

es la Publicación de Información Aeronáutica (AIP). La AIP es el manual básico de información aeronáutica, que consta tanto de información alfanumérica como de cartas aeronáuticas. Contiene la información de carácter permanente y cambios temporales de larga duración, siendo su utilización imprescindible para la navegación aérea y las operaciones aeroportuarias. En el caso de España es la División de Información Aeronáutica (AIS) de Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena)<sup>1</sup> la encargada de distribuir dicha información (en formato papel o en formato digital .pdf consultable a través de Internet), siendo en el caso de Honduras la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)<sup>2</sup> la entidad responsable.

## **1.2 La Cartografía Aeronáutica**

Tradicionalmente las cartas aeronáuticas proporcionan un medio conveniente de suministrar esta información de manera manejable, condensada y coordinada; en la mayoría de los segmentos aeronáuticos se toman como referencia básica para la planificación, el control de tránsito aéreo y la navegación. La OACI define a las cartas aeronáuticas como *“la representación de una porción de la Tierra, su relieve y construcciones, diseñada especialmente para satisfacer los requisitos de la navegación aérea”* (OACI, 2009:1-2). Sobre este medio es factible georreferenciar la información aeronáutica sintetizada que permite aportar al piloto datos específicos relacionados con la orientación espacial y las necesidades operativas.

El conjunto de cartas aeronáuticas publicadas por los Servicios de Información Aeronáutica (AIS) de los estados miembros de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO-OACI), se reconocen como un subsistema más de información aeronáutica, que junto al resto (las bases de datos de información de vuelo de a bordo, los avisos a los pilotos sobre peligros no permanentes en la ruta elegida o NOTAM, la información meteorológica, la información de gestión de circulación del tránsito aéreo, etc.) se consideran a su vez elementos de un Sistema de Información Aeronáutica (AIS) total.

Actualmente, la serie normalizada de cartas aeronáuticas de la OACI comprende 21 tipos distintos, cada uno de ellos destinados a una finalidad específica, por lo que su estructura y contenido varía de forma sustancial. La gama va desde los planos detallados de aeródromos y helipuertos hasta las cartas a pequeña escala para representación de grandes corredores aéreos.

---

<sup>1</sup> <http://www.aena.es/>

<sup>2</sup> <http://www.dgachonduras.org/>

La evolución global que experimenta la cartografía hacia el formato digital hace necesaria una revisión y actualización de estos estándares, junto con la posibilidad de explotar la información aeronáutica desde nuevos enfoques que implican directamente a las Tecnologías de la Información Geográfica.

En este artículo se presenta una aproximación hacia la aplicación de las TIG a la información aeronáutica publicada por las oficinas del Servicio de Información Aeronáutica (AIS), en su transición hacia la Gestión de la Información Aeronáutica (AIM o Aeronautical Information Management) según las exigencias internacionales (OACI, 2009), explicando las ventajas que ello representa.

## **2. EL PASO DE LA CARTOGRAFÍA EN PAPEL A LA CARTOGRAFÍA ELECTRÓNICA**

La tradicional provisión de información centrada en el producto (como lo son actualmente las cartas impresas) está siendo sustituida por una solución centrada en los datos e interoperable a escala mundial. A este concepto con extensión global se le denomina *Gestión de Información Aeronáutica* (AIM). El objetivo final de la AIM consistirá en proporcionar acceso a una información aeronáutica de calidad, en línea y en tiempo real a un usuario autenticado en cualquier momento y desde cualquier lugar. Gracias a este cambio, se esperatransitar desde una información aeronáutica que actualmente se utiliza para dar información previa al vuelo, a una información a la que cualquier usuario del espacio aéreo pueda acceder en cualquier momento o fase del vuelo.

Para alcanzar este objetivo, la información aeronáutica deberá proporcionarse e intercambiarse en un formato electrónico basado en un modelo de datos normalizado. Agencias como la European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL) o la estadounidense Federal Aviation Administration (FAA), promueven proyectos que se dirigen hacia la evolución digital de la información que se comparte con los usuarios (EUROCONTROL/FAA, 2010). Estándares como el Modelo de Intercambio de Información Aeronáutica (AIXM), las notificaciones a los pilotos sobre modificaciones temporales (NOTAM) o las mismas diseñadas para que sean entendidas por los computadores (DigitalNotam) e iniciativas transnacionales europeas como el Proyecto SESAR (Single European Sky ATM Research), demuestran que la información aeronáutica no puede ni debe quedar relegada a un nivel de inferior calidad tecnológica.

Esta nueva filosofía exige que toda la información aeronáutica, incluida la contenida actualmente en las distintas Publicaciones de Información Aeronáutica (AIP) nacionales, se

almacene en forma de elementos de datos estándar individuales a los que accederán las aplicaciones de usuario.

La cuestión, relacionada específicamente con las cartas aeronáuticas, es cómo pasar de una información disponible y preparada para ser publicada en soportes físicos como el papel, a una información digital e interoperable que podrá llegar a consultarse a través de medios portables (computadoras portátiles, agendas electrónicas, cuadernos digitales, etc.) manteniendo los requisitos de calidad que caracterizan a la cartografía en papel.

Esta transición supone un gran esfuerzo por parte de toda la comunidad aeronáutica, puesto que implica a todas las partes del proceso de producción de la información, y especialmente a las oficinas AIS, encargadas de la distribución de la misma.

Llegados a este punto, sería conveniente interrogarse acerca de las distintas fases de transición del proceso y las diversas implicaciones que este tiene para la información geo-aeronáutica en general y para las oficinas AIS en particular.

### **3. ESTADO DEL PROCESO DE TRANSICIÓN**

La situación actual de los servicios AIS sigue vinculada a los procesos de referencia en versión papel, lo que implica un escenario de procesos semiautomáticos, con abundantes intervenciones manuales, aunque la información vaya a almacenarse y transmitirse electrónicamente. De igual modo los métodos de publicación y distribución de la información están basados en las tecnologías disponibles en el momento de su definición, hace ya más de 50 años. Se trata de sistemas que no están conectados entre sí, donde los datos se introducen en muchos casos manualmente y no a través de ficheros de intercambio o conexiones a bases de datos.

En orden a superar la situación descrita, en 2008 se crea un grupo de trabajo de la OACI denominado *AIS-AIM Study Group*<sup>3</sup> encargado de estudiar la transición de los Servicios de Información Aeronáutica (AIS) hacia la Gestión global de la Información Aeronáutica (AIM). En 2009, este grupo presenta el documento *Hoja de Ruta para la transición de AIS a AIM* donde se relatan unas líneas generales a seguir. El concepto de AIM subraya el nuevo enfoque que será, “*centrado en todos los aspectos relacionados con la gestión óptima de la información en lugar de hacerlo en la provisión de productos normalizados únicamente al piloto, como venía haciéndose tradicionalmente*”. (OACI, 2009:I-2)

---

<sup>3</sup><http://www.icao.int/anb/aim>

Este proceso de transición afecta a todos los estadios de la información aeronáutica, desde el modelado de los datos y las tecnologías a aplicar, hasta la gestión de la información y prestación de servicios basados en ella. La estandarización del modelo de datos aeronáuticos es la base sobre la cual se quiere desarrollar el resto del proceso de cambio, siendo este capítulo uno de los más avanzados en el proceso de transición que se está llevando a cabo. La creación de estándares en el ámbito aeronáutico tiene gran complejidad y conlleva largos periodos de análisis y acuerdos; sin embargo, cada vez son más los países que los adoptan en sus procesos de producción de información aeronáutica.

En la actualidad ya existen estándares que definen modelos de datos de intercambio para la información aeronáutica, como el *Aeronautical Information Exchange Model (AIXM)*, *Airport Mapping Exchange Model (AMXM)*, o el ya citado DigitalNotam, aunque todos ellos se encuentran en un proceso de evolución. Según los estándares han ido evolucionando, las distintas aplicaciones relacionadas con las tecnologías de la información geográfica han ido añadiendo complementos y soportes a los mismos. De este modo, diferentes programas de Sistemas Información Geográfica (SIG) incluyen conexiones, modelos de datos basados en AIXM, o desarrollos compatibles con importaciones o exportaciones. Es decir, a día de hoy ya existen programas de SIG que permiten gestionar la información aeronáutica digital estandarizada.

### **3.1 Las AIP electrónicas**

Como ya se ha dejado indicado, aunque la distribución de la información AIS se sigue realizando mayoritariamente en papel o pdf, existen algunos países que han adaptado el formato electrónico de la AIP (denominado eAIP) propuesto por EUROCONTROL (por ejemplo los eAIP de Portugal y de Argentina)<sup>4</sup> que consiste en dar a la AIP un enfoque electrónico estandarizado basado en el lenguaje XML (eXtensible Mark-up Language) (EUROCONTROL, 2010). Sin embargo, el acceso a la parte geográfica de la información sigue siendo a través de cartas en formato pdf; por tanto la información que proveen los eAIP disponibles, a día de hoy, sigue siendo una información estática aunque se distribuya de forma electrónica.

Hay algunas nuevas incursiones en la presentación online de la información geográfica como el visorSkyView2 de EUROCONTROL<sup>5</sup>, o los prototipos AIS/GIS de COCESNA<sup>6</sup>,

---

<sup>4</sup>[http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard\\_page/eaip.html](http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard_page/eaip.html)

<sup>5</sup>[http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard\\_page/tools\\_skyview.html](http://www.eurocontrol.int/aim/public/standard_page/tools_skyview.html)

<sup>6</sup><http://www.cocesna.org>

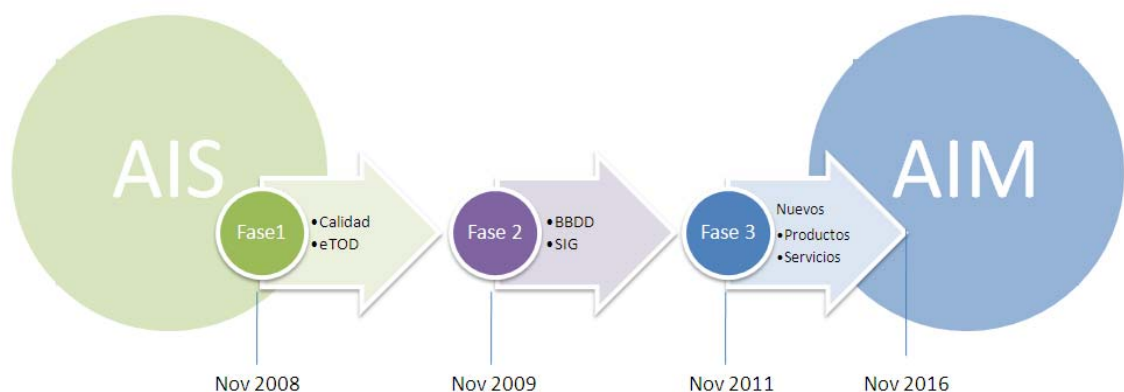
elAGIS de la FAA<sup>7</sup> o el Geovisor Aeronáutico de Aena<sup>8</sup>. A este respecto, la reciente puesta en marcha (abril 2010) del Aviation Domain Working Group del Open Geospatial Consortium pone de manifiesto la dirección de los cambios que se avecinan<sup>9</sup>.

#### 4. METODOLOGÍA PARA EL CAMBIO

Las fases en las que se divide la transición del modelo AIS al AIM, según la Hoja de Ruta para la transición de AIS a AIM de la OACI(OACI, 2009:I-7), son tres (Figura 1):

- Una primera fase de *Consolidación*. Esta fase se centra en (a) los requisitos de calidad, (b) el cumplimiento de fechas AIRAC, (c) disposición de la información en el sistema de referencia WGS84 y (d) distribución de datos referentes a obstáculos y terreno en formato digital (eTOD). Esta fase se inició en noviembre de 2008.
- Una segunda fase de *Paso al Entorno Digital*. Esta fase se centra en alentar a todos los países a la adopción del uso de un entorno digital para el tratamiento de la información, haciendo hincapié sobre todo en el uso de bases de datos estructuradas y de SIG. La fecha de inicio de esta fase fue noviembre de 2009.
- La tercera y última fase de *Gestión de la Información*. Esta fase está más centrada en el desarrollo de nuevos productos y servicios. Previsto su inicio en noviembre de 2011. Se establece noviembre de 2016 como la fecha fin de la transición.

**Figura 1. Fases en la transición AIS a AIM**



**Elaboración propia.**

<sup>7</sup><http://agisdemo.faa.gov/wmsExplorer/wmsExplorer.jsp>

<sup>8</sup><http://www.aena-upm.es>

<sup>9</sup><http://www.opengeospatial.org/projects/groups/aviationdwg>

Con la definición de estas fases la OACI proporciona a los Estados una guía para facilitarles la transición. En estas fases las TIG juegan un papel fundamental ya que afectan a la información aeronáutica desde su generación hasta su publicación. Las nuevas políticas de calidad exigen que desde la toma de datos original, la información ha de estar sometida a unos controles que aseguren la integridad de los datos. La información, por tanto, debe ser tratada con las nuevas tecnologías informáticas que facilitan el tratamiento de la integridad tanto en los datos como en los procesos.

Actualmente nos encontramos en pleno proceso de la fase 2, en la que se promueve el uso de las bases de datos estructuradas y que los países sigan unos modelos de datos digitales estandarizados. Aunque la OACI no especifica el uso de un estándar concreto, los estándares más completos para la información aeronáutica son actualmente los ya citados AIXM y DigitalNotam.

La migración a estos modelos de datos puede resultar difícil, costosa y de larga duración, pero existen proyectos como EAD (European AIS Database), que desde un principio han seguido esta línea de trabajo y que pueden ayudar a solventar esta fase de migración. EAD proporciona una base de datos aeronáutica siguiendo estándares AIXM y un soporte para la carga y mantenimiento de dicha información. Esto facilita a los países que forman parte de este proyecto, que dispongan de una base de datos estandarizada, con la mayor parte de la información aeronáutica necesaria para que las operaciones aéreas se desarrollen con seguridad, regularidad y eficiencia. (EUROCONTROL, 2010). En el caso de la Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea (COCESNA<sup>10</sup>) se decidió invertir esfuerzos económicos, técnicos y humanos en el desarrollo de una Base de Datos de Información Aeronáutica (DBDIA), siguiendo las recomendaciones de OACI.

Una vez se disponga de la información aeronáutica estandarizada en formato digital ésta tendrá una mayor potencialidad, no sólo desde el punto de vista geográfico sino para el tratamiento general de la misma, pues el intercambio de la información entre departamentos de un mismo organismo podrá realizarse de un modo seguro, así como la difusión de la misma a través de diferentes medios electrónicos.

#### **4.1 Los metadatos de la información aeronáutica.**

En este proceso de adaptación a los formatos digitales, un aspecto importante a tener en cuenta es el de los metadatos. Los metadatos (información que define a los propios datos) son fundamentales para facilitar el acceso a la información que se necesita de una manera rápida y

---

<sup>10</sup><http://www.cocesna.org/>



segura, ya que éstos permiten a los usuarios conocer de antemano la descripción de los datos a los que va a acceder evitando pérdidas de tiempo y accesos a informaciones que no son las que el usuario requiere.

El estándar de metadatos de la información geográfica (ISO 19115) dispone de más de 400 elementos descriptores que sirven para definir cualquier tipo de geoinformación. De entre ese enorme grupo de descriptores, se debe elegir un número de ellos que garanticen la descripción específica de la geoinformación aeronáutica. A ese número reducido de descriptores se le denomina “*perfil de metadatos específico*” y cada campo de aplicación de la información geográfica (catastro, medioambiente, sanidad, etc.) tendrá el suyo (ISO, 2003).

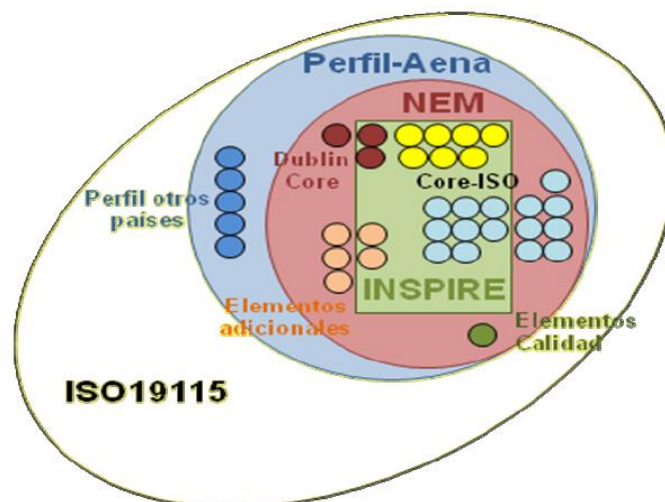
#### 4.2 El perfil de metadatos aeronáuticos.

Dada la globalidad de la geoinformación aeronáutica, es necesario crear un perfil de metadatos único para todos los países que garantice el intercambio de información entre los distintos estados, normalizando la forma de compartir la información y agilizando el uso de la misma. Por este motivo, tanto desde la Comisión Europea, en el marco del proyecto SESAR, como en el grupo Aviation Domain Working Group del Open Geospatial Consortium (OGC) se está trabajando en la creación de un perfil completo de metadatos aeronáutico, inexistente hasta la fecha.

#### 4.3 El perfil de metadatos de Aena.

El perfil de metadatos aeronáuticos de Aena realizado en el marco del Convenio entre Aena y la Universidad Politécnica de Madrid, está siendo estudiado como ejemplo a seguir para la creación de un Perfil estandarizado de la Norma (UPM, 2009) (Figura 2)

Figura 2. Esquema del Perfil Metadatos Aena



Fuente: Convenio Aena-UPM

Este perfil ha sido creado cumpliendo la Norma ISO 19115. Incluye todos los elementos del Core de la norma ISO, así como todos los elementos del Núcleo Español de Metadatos (NEM) y de las reglas de implementación de la Directiva Europea INSPIRE. Se han tenido en cuenta también las especificaciones sobre metadatos de OACI y EUROCONTROL, así como cuatro perfiles de otras instituciones internacionales relacionadas con cartas aeronáuticas (National System for Geospatial Intelligence (NSG) Geospatial Core Metadata Profile, GEMINI, UK Academic Geospatial Metadata Application Profile (UK AGMAP) y el esquema de metadatos del New Zealand Government Locator Service (NZGLS)).

El Núcleo Español de Metadatos o NEMes un perfil de la norma internacional ISO19115:2003, constituido por un conjunto mínimo de elementos de metadatos para la descripción de información geográfica, que posibilita la interoperabilidad de los metadatos que se generan en España con vistas a su uso en la Infraestructura de Datos Espaciales (Ministerio de Fomento Español, 2005). En el caso del perfil de Aena, al haberse tenido en cuenta el NEM, incidirá en la posibilidad de que la información geográfica aeronáutica pueda llegar a convertirse en una capa de la IDE de España. En el caso de la iniciativa europea INSPIRE (Infraestructura de Datos Espaciales de Europa), la información aeronáutica quedaría englobada dentro de la categoría Redes de Transporte, definida como uno de los Datos de Referencia para las IDE (INSPIRE, 2010).

#### **4.4 Los servicios de información aeronáutica.**

La consecución de un contexto de bases de datos estructuradas y la generalización del uso de SIG sustentados en ellas, dejará el camino expedito para la futura prestación de servicios interoperables cuyas funcionalidades atenderán de una forma eficiente las múltiples necesidades de los usuarios: necesidades internas derivadas de la propia organización aeronáutica para la definición del espacio aéreo, necesidades de planificación de las operaciones aeroportuarias, necesidades de los pilotos comerciales o privados para realizar planes de vuelo, consultas directas sobre la AIP en vuelo, etc.

A la información geoaeronáutica coordinada se podrá acceder principalmente mediante equipos e instalaciones previstas para ello, ya se trate de sistemas corporativos (proveedores o usuarios principales) o de los situados en las oficinas de notificación de los aeropuertos.

#### **4.5 Los servidores de mapas.**

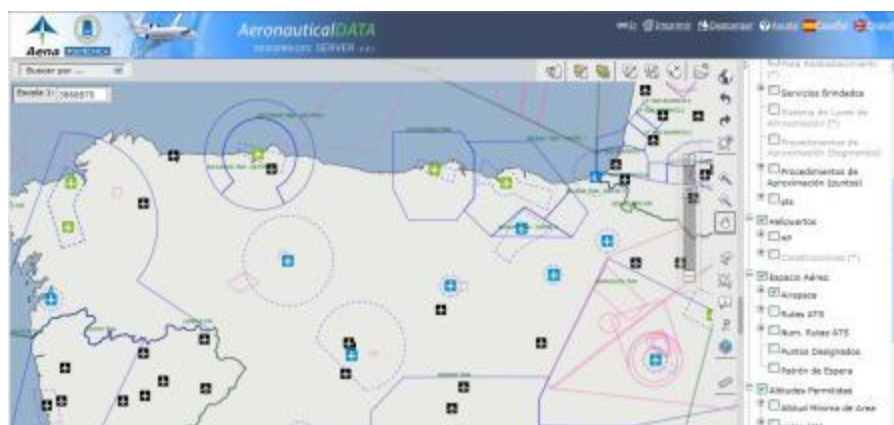
Al contar con un portal común de datos AIS, al cual todos los grupos de interés (tripulaciones, compañías aéreas, operadores aeroportuarios, servicios de tráfico aéreo, etc.) puedan tener acceso a través de los equipos mencionados, se obtendrán beneficios específicos. Así, al garantizar un depósito central de conjuntos de datos digitales, existirá una reducción

significativa en los costos de mantenimiento de esas cartas y otros productos asociados, pero también se posibilitará la creación de distintos visores de información que se adecuen a distintos requerimientos de usuarios, aunque todos ellos se nutran de la misma estructura de datos interoperable.

El uso de servidores de mapas supone una ventaja a la hora de combinar información perteneciente a distintos tipos de cartas aeronáuticas o a la hora de superponer otro tipo de información geográfica (meteorología, topografía base, etc.) e incluso a la hora de fusionar información entre estados limítrofes para considerar la información de forma unitaria.

Hay algunos países que ya están avanzando en las líneas propuestas en la fase 3 de la OACI, y se pueden ver algunos prototipos de visualizadores online de la información aeronáutica (Figura 3). Este es un primer acercamiento a la publicación online de la información aeronáutica, aunque se debe avanzar sobre nuevas formas de representación que mejore la lectura de la información.

**Figura3. Geovisualizador de Aena**



**Fuente: Convenio Aena-UPM**

La funcionalidad de la presentación de cartas aeronáuticas electrónicas plenamente desarrollada puede llegar a abarcar mucho más que aquella de las cartas impresas y podría ofrecer avanzadas prestaciones: la modificación *ad-hoc* de la representación según las especificaciones particulares de cada vehículo (velocidades operativas, dimensiones exteriores, situación del punto de vista del piloto o conductor, viales de circulación permitidos, etc.), la traslación gráfica al vuelo de la ruta especificada por el control de tráfico (ATC), la provisión de herramientas que incrementen la conciencia situacional del tráfico circundante, etc.

Tratar la información aeronáutica con SIG y posibilitar el modo de incluirla como una capa de información en una *IDE*(Infraestructura de Datos Espaciales), son pasos futuros sobre los que se están realizando actualmente distintos estudios y que irán tomando cuerpo según se vaya avanzando en la fase 3 definida por OACI.

## 5. CONCLUSIONES

El fin de la transición desde una información AIS (estática) hacia AIM es lograr una gestión de la información aeronáutica uniforme y eficaz basada en la gestión global de la información para apoyar a todas las fases del vuelo. Para ayudar a los Estados a avanzar en esta línea, la OACI ha establecido la hoja de ruta de transición de AIS a AIM.

En definitiva esta transición requiere de unos pasos a aplicar sobre la información aeronáutica que consisten en (Figura 4):

- La información debe ser creada o tratada digitalmente siguiendo unos estándares que la hagan interoperable y que deben pasar por los estándares OGC.
- Creación de metadatos aeronáuticos siguiendo las indicaciones de un perfil de metadatos estándar.
- Aplicación de las nuevas tecnologías TIG para creación de nuevos servicios.
- Finalmente poder alcanzar la integración en una IDE.

**Figura 4. Estructura tecnológica**



**Elaboración propia.**

Una vez se haya alcanzado el objetivo de disponer de productos digitales de bases de datos geo-aeronáuticos derivados de una base de datos AIS autorizada, se obtendrán una serie de beneficios específicos, entre los que destacan:

- Disminución de la duplicidad de datos, reduciendo la posibilidad de encontrar discrepancias entre datos.
- Reducción de costes de mantenimiento de cartas.
- Disposición de un sistema que otorgará mayor poder de decisión a los usuarios del espacio aéreo.
- Se facilitará y agilizará la toma de decisiones, ayudando a gestionar el espacio aéreo, desde su diseño hasta planificación de vuelos, gestión de operaciones aeroportuarias y garantía de separación de vuelos.

Todo ello sin dejar de mantener los niveles de seguridad operacional y de protección de los pasajeros, y contribuyendo a reducir las repercusiones medioambientales en el planeta y la población.

El hecho de que aún no existan estándares finalizados y que la migración hacia una información digitalizada sea costosa y larga, está haciendo que el proceso hacia la aplicación de las TIG sobre la información aeronáutica sea lento. Se suma a esto el hecho de que los procedimientos, mantenimiento y publicación de la información estática sí están totalmente estandarizados y regularizados, por lo que pasar de una metodología tan consolidada a otro mundo totalmente nuevo y sobre el que queda mucho camino por explorar, también ralentiza el proceso.

Se prevé que la transición a la AIM no supondrá cambios perceptibles por lo que respecta al alcance de la información que habrá de distribuirse. Sin embargo, será perceptible la mejora de la distribución de estos datos, en cuanto a calidad y puntualidad de los mismos. Además, la interoperabilidad de la información permitirá la introducción de nuevos productos y servicios, los cuales responderán de una manera eficaz a las necesidades de los usuarios, contribuyendo así al deseado aumento de la seguridad operacional.

## **6. DESARROLLOS FUTUROS**

En cada una de las fases vistas en este artículo se pueden extraer nuevas líneas de trabajo o investigación. Algunas de estas líneas de investigación son:

- En el apartado de metadatos durante el estudio realizado por la Universidad Politécnica de Madrid, se detectó la falta de un tesoro aeronáutico que permita clasificar la terminología propiamente aeronáutica.
- Simbología aeronáutica para entornos web.

- Interfaces de usuario ergonómicas en función del usuario de la información (pilotos en aeronaves, técnicos de gestión del espacio aéreo, simulaciones, puestos de control, servidumbres, etc.)
- Integración de la capa aeronáutica a una IDE.

Llegados a este punto, el abanico de posibilidades se abre ampliamente. La cantidad de servicios que pueden superponerse sobre estas plataformas digitales están por estudiarse en cada caso, y van a depender de los usuarios finales de la información, por lo que se presenta ante el mundo aeronáutico una gran ventana de posibilidades y evoluciones aún no cuantificada.

## 7. ACRÓNIMOS

AIM	Gestión de la información aeronáutica
AIP	Publicación de información aeronáutica
AIRAC	Reglamentación y control de información aeronáutica
AIS	Servicios de información aeronáutica
AIXM	Modelo de intercambio de información aeronáutica
AMXM	Modelo de intercambio de mapas de aeródromo
ATM	Gestión del tránsito aéreo
ATM	Gestión del tránsito aéreo
COCESNA	Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea
EAD	Base de datos Europea
e-AIP	AIP electrónico
EUROCONTROL	Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
INSPIRE	Infraestructura de Datos Espaciales de Europa
NEM	Núcleo Español de Metadatos
NOTAM	Notice To Air Men
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OGC	Open Geospatial Consortium
SESAR	Single European Sky ATM Research
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SWIM	System Wide Information Management
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
TIG	Tecnologías de Información Geográfica
WGS-84	Sistema geodésico mundial — 1984

## 8. REFERENCIAS

EUROCONTROL (2010): “The European AIS Database (EAD)” [online], abril 2010 [Consulta: 02-07-2010]. Disponible en

[http://www.eurocontrol.int/ead/public/standard\\_page/what\\_is\\_ead.html](http://www.eurocontrol.int/ead/public/standard_page/what_is_ead.html)

EUROCONTROL (2010): “European Organization for the Safety of Air Navigation” [online] [Consulta: 05-07-2010]. Disponible en <http://www.eurocontrol.int>

EUROCONTROL/FAA (2010): “Aeronautical Information Exchange” [on line] [Consulta: 05-07-2010]. Disponible en <http://www.aixm.aero>

INSPIRE (2010): “D2.8.I.7 INSPIRE. Data Specification on Transport Networks –Guidelines” INSPIRE Thematic Working Group Transport Networks [online], abril 2010 [Consulta: 02-06-2010]. Disponible en:

[http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_TN\\_v3.1.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_TN_v3.1.pdf)

ISO. (2003). ISO 19115 –Geographic information – Metadata, (ISO/TC 211/WG 7), International Organization for Standardization ISO.

Ministerio de Fomento Español (2005): “Núcleo Español de Metadatos (NEM)”, (Consejo Superior Geográfico – SGT NEM – V0.1), España, [online] [Consulta: 22-05-2010].

Disponible en: <http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/NEM.pdf>

Ministerio de Fomento Español (2009): “Infraestructura de Datos Espaciales de España – IDEE-” Consejo Superior Geográfico, España [online],[Consulta: 12-04-2010]. Disponible en: <http://www.idee.es>

Ministerio de Fomento Español (2010): “Seguridad Aérea. Eurocontrol”, Agencia Estatal de Seguridad Aérea. [on line] [Consulta: 10-07-2010]. Disponible en: [http://www.seguridadaerea.es/aesa/lang\\_castellano/seguridad\\_aerea/transito/eurocontrol/](http://www.seguridadaerea.es/aesa/lang_castellano/seguridad_aerea/transito/eurocontrol/)

OACI, 2008: 2-2. “Validación de cartas aeronáuticas”. Procedimiento con clave: GSAN-2-2-6-04, versión 01. Disponible en [consulta: 18-06-2010]:

<http://190.24.131.250/calidad/MISIONALES/GSAN/GSAN->

2.2/DOCUMENTOS%20DE%20OPERACI%C3%93N/GSAN-2.2-6-04%20Validaci%C3%B3n%20Cartas%20Aeron.DOC

OACI. (2009). Anexo 4 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional -Cartas aeronáuticas. Organización de Aviación Civil Internacional.Montreal.

OACI. (2008). Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional - Servicios de Información Aeronáutica.Organización de Aviación Civil Internacional.Montreal.

OACI. (2009). Hoja de ruta para la transición del AIS a AIM. Montreal: Organización de Aviación Civil Internacional.Montreal.

UPM (2009). “Definición del perfil de metadatos aeronáuticos de Aena”, (W. Siabato, C. Rodríguez, M.J. Bravo) en, Madrid – España.