

**APÉNDICE A**

**MODULO NÚM. B0-40: MAYOR SEGURIDAD OPERACIONAL Y EFICIENCIA  
 MEDIANTE LA APLICACIÓN INICIAL DE SERVICIOS DE ENLACE DE DATOS EN RUTA**

<b>Resumen</b>	Implementación de un conjunto inicial de aplicaciones de enlace de datos para vigilancia y comunicaciones en ATC, que apoye las rutas flexibles, la separación reducida y una mayor seguridad operacional.	
<b>Impacto operacional principal según el Doc 9854</b>	KPA-02 – Capacidad, KPA-10 – Seguridad operacional	
<b>Entorno operacional/ fases de vuelo</b>	Fases de vuelo en ruta, incluyendo áreas en donde no pueden instalarse sistemas de radar, como áreas remotas o espacio aéreo oceánico.	
<b>Consideraciones de aplicabilidad</b>	Se requiere buena sincronización entre los equipos de a bordo y de tierra para generar beneficios significativos, en particular para las aeronaves equipadas. Los beneficios aumentan a medida que aumentan las aeronaves equipadas.	
<b>Componentes del concepto mundial según el Doc 9854</b>	ATM/SDM – Gestión del suministro de servicios ATM	
<b>Iniciativas del Plan mundial (GPI)</b>	GPI-9: Conciencia situacional GPI-17: Aplicaciones de enlace de datos GPI-18: Servicios de información electrónica	
<b>Interdependencias principales</b>		
<b>Lista de verificación del estado de preparación mundial</b>		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	✓
	Disponibilidad de la aviónica	✓
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	✓
	Procedimientos disponibles	✓
	Aprobaciones de operaciones	✓

**1. NARRATIVA**

**1.1 Consideraciones generales**

1.1.1 Los intercambios de datos aire-tierra han sido objeto de décadas de investigación y de trabajo de normalización, y son un ingrediente esencial de los conceptos operacionales futuros, ya que pueden transmitir de manera fiable información más completa que la que se puede transmitir por radio. Existen muchas tecnologías que se han instalado extensamente en las aeronaves, con frecuencia también por razones de control de las operaciones aeronáuticas (AOC) y de comunicaciones administrativas de las líneas aéreas (AAC). En años recientes se han empezado a ver en ATM varias aplicaciones, pero no se han implementado totalmente. Además se está trabajando para asegurar que las aplicaciones sean interoperables con distintos sistemas de aeronave, tarea que está realizando con prioridad el Grupo de expertos sobre enlaces de datos operacionales (OPLINKP). Este módulo incluye lo que está disponible y puede usarse ya de manera más generalizada.

1.1.2 Un elemento del módulo es la transmisión de información sobre la posición de la aeronave, constituyendo el contrato de la vigilancia dependiente automática (ADS-C), principalmente para áreas oceánicas y remotas en donde por razones físicas o económicas no puede instalarse un radar.

1.1.3 Un segundo elemento son las comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC) que incluye un primer conjunto de aplicaciones de enlace de datos que permite que los pilotos y los controladores intercambien mensajes de ATC sobre manejo de las comunicaciones, autorizaciones de ATC y micrófonos trabados. Las CPDLC reducen los malos entendidos, así como el volumen de trabajo del controlador, aumentando la seguridad y la eficiencia y al mismo tiempo dando capacidad adicional al sistema ATM.

## 1.2 Base

1.2.1 Antes de este módulo las comunicaciones aire-tierra se hacían por radio (VHF o HF dependiendo del espacio aéreo), con limitaciones en términos de calidad, ancho de banda y seguridad. También hay grandes extensiones en el mundo sin vigilancia de radar. Las instrucciones de ATC, los informes de posición y otra información deben transmitirse por radio en HF, con una calidad de la voz particularmente deficiente la mayor parte del tiempo, lo cual conduce a un aumento considerable del trabajo de los controladores y de los pilotos (incluyendo a los operadores de radio HF), un conocimiento deficiente de la situación del tráfico fuera de la cobertura radar, separaciones mínimas grandes y malos entendidos. En un espacio aéreo de alta densidad, los controladores actualmente pasan el 50% de su tiempo hablando con los pilotos por los canales de voz VHF, cuyas frecuencias son un recurso escaso; esto también representa un trabajo considerable para los pilotos y controladores y una fuente de malos entendidos.

## 1.3 Cambios introducidos por el módulo

1.3.1 En este módulo se implementa un primer conjunto de aplicaciones de enlace de datos que cubre ADS-C, CPDLC y otras aplicaciones para ATC. Éstas mejoran significativamente la forma de prestar ATS, como se describe en la siguiente sección.

1.3.2 Un objetivo importante del concepto operacional de ATM mundial en cuanto a los enlaces de datos es armonizar las implementaciones regionales y acordar una definición técnica y operacional común, aplicable a todas las regiones de vuelo en el mundo. Esto se prevé lograr mediante los cambios del Bloque 1. Por el momento, la utilización del enlace de datos se basa en normas, tecnología y procedimientos operacionales diferentes, aunque hay muchas similitudes.

## 1.4 Elemento 1: ADS-C en áreas oceánicas y remotas

1.4.1 La ADS-C presta un servicio de vigilancia dependiente automática en áreas oceánicas y remotas, utilizando los mensajes de posición que envían automáticamente las aeronaves por enlace de datos, a intervalos de tiempo específicos. Esta mejor conciencia de la situación (combinada con niveles apropiados de PBN) está mejorando la seguridad operacional en general y permite reducir la separación entre aeronaves y alejarse progresivamente de los medios de control puramente por procedimientos.

## 1.5 Elemento 2: CPDLC continental

1.5.1 Esta aplicación permite que los pilotos y controladores intercambien mensajes con una transmisión de mejor calidad. En particular, presenta una forma de alertar al piloto cuando el micrófono está trabado, y un medio de comunicaciones complementario. Las CPDLC se usan como medio de comunicaciones suplementario. El medio primario sigue siendo el de las comunicaciones de voz.

1.5.2 En espacio aéreo continental denso, pueden reducir significativamente el volumen de las comunicaciones, lo cual permite que el controlador organice mejor sus tareas, en particular al no tener que interrumpirlas para responder inmediatamente a una radiocomunicación. Son un medio más fiable para la transmisión y la comprensión de los cambios de frecuencias, niveles de vuelo, información de vuelo, etc., que aumenta la seguridad operacional y reduce el número de malos entendidos y repeticiones.

## 2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS

### 2.1 Elemento 1: ADS-C en áreas oceánicas y remotas

2.1.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros para medir el éxito del módulo.

<i>Capacidad</i>	Mejor localización del tránsito y reducciones en la separación que aumentan la oferta de capacidad.
<i>Eficiencia</i>	Las rutas/derrotas y vuelos pueden tener separaciones mínimas reducidas, lo cual permite las rutas flexibles y perfiles verticales más cercanos a los preferidos por los usuarios.
<i>Flexibilidad</i>	La ADS-C facilita los cambios de ruta
<i>Seguridad operacional</i>	Mayor conciencia de la situación; redes de seguridad basadas en la ADS-C, tales como supervisión del respeto de los niveles y rutas autorizados, advertencia de penetración en zona de peligro; más apoyo para búsqueda y salvamento.
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	<p>El estudio económico ha resultado positivo debido a las ventajas que obtienen los vuelos en términos de eficiencia de vuelo (mejores rutas y perfiles verticales; mejor resolución táctica de conflictos).</p> <p>Cabe señalar la necesidad de sincronizar la instalación en tierra y a bordo para asegurar que se presten los servicios de tierra cuando las aeronaves estén equipadas, y que una proporción mínima de vuelos en el espacio aéreo considerado esté debidamente equipada.</p>

### 2.2 Elemento 2: CPDLC continental

2.2.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros para medir el éxito del módulo.

<i>Capacidad</i>	Reducción de las comunicaciones y mejor organización del trabajo del controlador, lo cual permite aumentar la capacidad del sector.
<i>Seguridad operacional</i>	Mayor conciencia de la situación; menos malos entendidos; solución a las situaciones de micrófonos trabados.
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	<p>El estudio económico europeo ha resultado positivo debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) las ventajas para los vuelos en términos de eficiencia de vuelo (mejores rutas y perfiles verticales; mejor resolución táctica de conflictos); y</li> <li>b) menos volumen de trabajo para el controlador y mayor capacidad.</li> </ul> <p>Para apoyar la reglamentación de la Unión Europea se preparó un estudio económico cuyos resultados fueron muy positivos.</p> <p>Cabe señalar la necesidad de sincronizar la instalación en tierra y a bordo para asegurar que se presten los servicios de tierra cuando las aeronaves estén equipadas, y que una proporción mínima de vuelos en el espacio aéreo considerado esté debidamente equipada.</p>

### 3. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)

3.1 Se describieron procedimientos, y se incluyeron en el *Manual de aplicaciones de enlace de datos para los servicios de tránsito aéreo* (Doc 9694) y en el Documento de orientaciones mundiales para las operaciones por enlace de datos (GOLD) de la OACI. Actualmente se están fusionando las orientaciones operacionales del GOLD y LINK2000+ en una actualización del GOLD que contempla la aplicabilidad mundial, independientemente del espacio aéreo y la tecnología.

### 4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

#### 4.1 Aviónica

4.1.1 Ya se cuenta con normas para esta tecnología en documentos de la OACI y normas de la industria. En la actualidad las aplicaciones de enlace de datos se basan en dos conjuntos de servicios ATS de enlace de datos: FANS 1/A y ATN B1, que seguirán existiendo. El FANS1/A se usa en regiones oceánicas y remotas, mientras que ATN B1 se está implantando en Europa de conformidad con la legislación de la Comisión Europea (EC Reg. No. 29/2009) – la reglamentación para la implantación de servicios de enlace de datos.

4.1.2 Estos dos paquetes tienen diferencias en términos operacionales, de seguridad y de rendimiento, y no comparten la misma tecnología, pero hay muchas similitudes y pueden integrarse gracias a la resolución de algunos problemas operacionales y técnicos mediante soluciones provisionales como la aceptación de los sistemas FANS 1/A de aeronave en las instalaciones ATN B1 en tierra y doble instalación (FANS 1/A y ATN B1) en la aeronave.

#### 4.2 Sistemas terrestres

4.2.1 La tecnología necesaria en los sistemas terrestres incluye la capacidad de administrar contratos ADS-C y de procesar y presentar los mensajes de posición de ADS-C. Los mensajes de CPDLC deben procesarse y presentarse en la dependencia pertinente de ATC. La vigilancia, mejorada por la fusión de datos de varios sensores, facilita la transición hacia/desde el entorno radar.

### 5. ACTUACIÓN HUMANA

#### 5.1 Consideraciones de factores humanos

5.1.1 La ADS-C es un medio para presentar al controlador del tránsito aéreo una representación directa de la situación del tráfico y reducir el trabajo de los controladores o los radiooperadores de recopilar los informes de posición. Además de establecer otro canal de comunicaciones, las aplicaciones de enlace de datos permiten, en particular, que los controladores organicen mejor su trabajo táctico. Tanto los pilotos como los controladores se benefician de un menor riesgo de mala comprensión en comparación con las comunicaciones orales.

5.1.2 Las comunicaciones de datos reducen la congestión de los canales de voz, mejoran la comprensión y permiten un manejo más flexible de los intercambios de información aire-tierra. Esto implica una evolución en el diálogo entre pilotos y controladores, quienes deben entrenarse para usar el enlace de datos en lugar de las radiocomunicaciones. Tanto el piloto como el controlador requieren apoyo de la automatización. En general sus responsabilidades respectivas no cambiarán.

5.1.3 Los factores humanos se tuvieron en cuenta durante la etapa de desarrollo de los procesos y procedimientos de este módulo. Al prever la automatización, se consideró la interfaz entre el ser humano y la máquina desde las perspectivas funcional y ergonómica (ver ejemplos en la Sección 6). Sin embargo, todavía existe la posibilidad de que haya fallas latentes, y se requiere atención durante toda la actividad de implementación. A este respecto se pide que cualquier problema relacionado con factores humanos que se identifique durante la implementación se notifique a la comunidad internacional, por conducto de la OACI, como parte de cualquier iniciativa de informes sobre seguridad operacional.

## 5.2 Requisitos de instrucción y competencia

5.2.1 El piloto y el controlador requerirán apoyo automatizado, por lo cual tendrán que capacitarse para trabajar en el nuevo entorno y para identificar las aeronaves e instalaciones que pueden manejar servicios de enlace de datos en entornos mixtos.

5.2.2. Para este módulo se requiere instrucción sobre las normas y procedimientos operacionales que figuran en los documentos citados en la Sección 8 de este módulo. Así mismo, los requisitos en términos de competencia se identifican en los requisitos normativos de la Sección 6, que son parte integral de la implementación de este módulo.

## 6. NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN Y PLAN DE APROBACIÓN (AIRE Y TIERRA)

- Reglamentación/normalización: utilizar los requisitos actuales publicados que incluyen los mencionados en la Sección 8.4. Debe también tomarse nota de que se están preparando las nuevas orientaciones OPLINK OPS de la OACI.
- Planes de aprobación: deben coincidir con los requisitos de aplicación.
- El grupo de trabajo *ad hoc* GOLD está trabajando en una actualización del GOLD-Ed 1 en el contexto de la armonización de procedimientos independientemente del espacio aéreo y de la tecnología.

## 7. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

### 7.1 Uso actual

- Vigilancia dependiente automática — contrato (ADS-C)
- Áreas remotas y oceánicas: la ADS-C se usa principalmente en áreas remotas y oceánicas.
- La ADS-C se está usando con éxito en varias regiones del mundo, por ejemplo en la Región CAR/SAM (COCESNA, Brasil, etc.) y en el Pacífico meridional para aeronaves FANS 1/A en combinación con mensajes CPDLC. En el sistema de rutas del NOPAC (Pacífico septentrional) su uso permitió reducir la separación mínima.
- **Australia:** Australia ha usado CPDLC operacionalmente desde fines de los años 90, y ha instalado capacidad ADS-C/CPDLC en todos los puestos de control en ruta desde 1999. La ADS-C y CPDLC basadas en FANS 1/A se usan tanto en espacio aéreo nacional en ruta como en espacio aéreo oceánico.

- **Atlántico septentrional:** En marzo de 2011, NAV CANADA y NATS implantaron la separación longitudinal mínima reducida (RLongSM) de cinco minutos para aeronaves debidamente equipadas en derrotas a través del Atlántico septentrional. Esto, junto con otras mejoras en los procedimientos, permitirá que más aeronaves tengan acceso a las altitudes óptimas. Como resultado, se prevén economías de combustible para los clientes de aproximadamente \$1 millón el primer año, y reducción de 3 000 toneladas métricas de emisiones.
- **India:** La ADS-C y CPDLC basadas en FANS 1/A han estado operativas en las áreas oceánicas de la Bahía de Bengala y el Mar Árabe desde 2005. Desde julio de 2011, India, junto con otros países del Sudeste Asiático, introdujo una separación longitudinal reducida (RLS) de 50 nm en dos rutas RNAV ATS para aeronaves con capacidad de enlace de datos. A partir de diciembre de 2011 se introducirían también en ocho rutas RNAV. BOBASMA (la Agencia de supervisión de la seguridad operacional de la Bahía de Bengala y el Mar Árabe) se estableció en Chennai, India para apoyar las operaciones de RLS y cuenta con el respaldo de la RASMAG/15.
- **Europa:** Se están implantando servicios de enlace de datos CPDLC, a saber, capacidad de iniciación de enlace de datos (DLIC), servicio de gestión de comunicaciones ATC (ACM), servicio de autorizaciones e información de ATC (ACL) y servicio ATC de verificación de micrófono (AMC). Para ello se está actualmente instalando el paquete ATN B1 en 32 regiones de información de vuelo europeas y regiones superiores de información de vuelo por encima de FL285 (se conoce como instalación del servicio LINK2000+). La legislación de la Comisión Europea (EC Reg. No. 29/2009) – la reglamentación de la implantación de los servicios de enlace de datos – exige la implementación de una solución conforme a partir de:
  - a) Febrero de 2013, en sistemas terrestres del centro de Europa;
  - b) Febrero de 2015, en toda Europa;
  - c) Enero de 2011, en aviones nuevos que vayan a volar en Europa por encima de FL285; y
  - d) Febrero de 2015, reconversión de todas las aeronaves que vuelen en Europa por encima de FL285.

Nota.— Las aeronaves equipadas con FANS 1/A antes de 2014 para operaciones oceánicas están exentas de la reglamentación. Para promover la compatibilidad técnica con la flota FANS 1/A+ actual, se elaboró un documento sobre interoperabilidad (ED154/DO305) que permite que sistemas de tierra ATN B1 presten servicio ATS de enlace de datos a aeronaves FANS 1/A+. Hasta el momento, 7 de 32 regiones de información de vuelo y regiones superiores de información de vuelo han indicado que atenderán aeronaves FANS 1/A+.

Nota.— El enlace de datos está operativo en el UAC Maastricht desde 2003. En la extensión del proyecto PETAL II se finalizó la validación de las aplicaciones ATN B1 ejecutando una fase pre-operacional en la cual aeronaves equipadas con aviónica certificada realizaron operaciones diarias con controladores en el espacio aéreo superior de Maastricht. Los resultados se documentaron en el informe final del PETAL II y condujeron a la creación del Programa LINK 2000+ para coordinar la implantación completa en Europa.

Nota.—En la dirección siguiente se encuentra la decisión, junto con una evaluación y estudio económico y otros textos de orientación [http://www.EUROCONTROL.int/link2000/public/site\\_preferences/display\\_library\\_list\\_public.html#6](http://www.EUROCONTROL.int/link2000/public/site_preferences/display_library_list_public.html#6).

- **Estados Unidos:** Espacio aéreo nacional: A partir de 2014 se prestarán servicios de autorización de salida usando FANS 1/A+. En 2017 comenzarán a implantarse los servicios en ruta en el espacio aéreo nacional.

## 7.2

### Ensayos planificados o en curso

Vigilancia dependiente automática — contrato (ADS-C)

- **Estados Unidos:** ADS-C. Actualmente se están realizando ensayos del procedimiento de ascenso en cola. Su uso operacional se prevé para 2016.

Comunicaciones por enlace de dato controlador-piloto (CPDLC)

- **Estados Unidos:** Los ensayos del servicio de autorización de salidas (DCL) Datacomm empezarán en 2014.

## 8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### 8.1

#### Normas

- Regla de la Comisión (CE) No 29/2009 del 16 de enero de 2009 que establece los requisitos relativos a los servicios de enlace de datos para el cielo único europeo.
- EUROCAE ED-100A/RTCA DO-258A, Requisitos de interoperabilidad para aplicaciones ATS usando comunicaciones de datos ARINC 622.
- EUROCAE ED-110B/RTCA DO-280B, Norma de requisitos de interoperabilidad para la red de telecomunicaciones aeronáuticas, *Baseline 1* (Interop ATN B1).
- EUROCAE ED-120/RTCA DO-290, Norma de requisitos en seguridad y funciones para los servicios iniciales de enlace de datos para tránsito aéreo en espacio aéreo continental (SPR IC).
- EUROCAE ED-122/RTCA DO-306, Norma de seguridad y funciones para los servicios de enlace de datos para tránsito aéreo en espacio aéreo oceánico y remoto (*Oceanic SPR Standard*).
- EUROCAE ED-154A/RTCA DO-305A, Norma de interoperabilidad FANS 1/A – red de telecomunicaciones aeronáuticas (FANS 1/A – ATN B1 Interop Standard).

### 8.2

#### Textos de orientación

- Doc 9694 de la OACI, *Manual de aplicaciones de enlace de datos para los servicios de tránsito aéreo*.
- Documento de orientaciones mundiales para las operaciones por enlace de datos (GOLD) Ed 2 (en preparación).

### 8.3 Documentos de aprobación

- Doc 9694 de la OACI, *Manual de aplicaciones de enlace de datos para los servicios de tránsito aéreo*.
- FAA AC20-140A, Orientaciones para la aprobación del diseño de sistemas de comunicaciones por enlace de datos de aeronave para los servicios de tránsito aéreo (ATS).
- RTCA/EUROCAE DO-306/ED-122.
- RTCA/EUROCAE DO-305A/ED-154A.
- RTCA/EUROCAE DO-290/ED-120.
- RTCA/EUROCAE DO-280B/ED-110B.
- RTCA/EUROCAE DO-258A/ED-100A.
- Reglamentación CE No. 29/2009: Regla para la implementación de los servicios de enlace de datos.
- Nuevo material OPLINK en preparación.

-----

**APÉNDICE B**

**MODULO NÚM. B1-40: MEJOR SINCRONIZACIÓN DEL TRÁNSITO  
Y OPERACIÓN BASADA EN LA TRAYECTORIA INICIAL**

<b>Resumen</b>	Mejoras en la sincronización del flujo del tráfico en los puntos de confluencia en ruta y optimización de la secuencia de aproximación mediante el uso de 4DTRAD y aplicaciones de aeropuerto, p. ej. D-TAXI.	
<b>Impacto operacional principal según el Doc 9854</b>	KPA-02 – Capacidad, KPA-04 – Eficiencia, KPA-05 – Medio ambiente, KPA-09 – Predictibilidad, KPA-10 – Seguridad operacional	
<b>Entorno operacional/fases de vuelo</b>	Todas las fases de vuelo	
<b>Consideraciones de aplicabilidad</b>	Requiere buena sincronización de las instalaciones a bordo y en tierra para derivar beneficios apreciables, en particular para quienes están equipados. Los beneficios aumentan con el número de aeronaves equipadas en el área en donde se prestan los servicios.	
<b>Componentes del concepto mundial según el Doc 9854</b>	CM – gestión de conflictos	
<b>Iniciativas del Plan mundial (GPI)</b>	GPI-9: Conciencia situacional GPI-17: Aplicaciones de enlace de datos GPI-18: Información aeronáutica	
<b>Interdependencias principales</b>	B0-40. Conexión con B1-25	
<b>Lista de verificación del estado de preparación mundial</b>		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	2013
	Disponibilidad de la aviónica	Est. 2016
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	Est. 2016
	Procedimientos disponibles	Est. 2018
	Aprobaciones de operaciones	Est. 2018

**1. NARRATIVA**

**1.1 Consideraciones generales**

1.1.1 Este módulo es un paso hacia el objetivo de introducir operaciones basadas en la trayectoria, usando las funciones de los sistemas de gestión de vuelo de las aeronaves para optimizar las trayectorias de vuelo en cuatro dimensiones. Las operaciones basadas en la trayectoria manejarán la incertidumbre mejorando la predictibilidad de todas las partes interesadas, en todas las áreas o estructuras de sectores ATM. En este contexto, se facilitará la sincronización del tránsito y la gestión estratégica de conflictos, con el apoyo de separaciones que minimicen las intervenciones tácticas “tipo radar” (p. ej. guía vectorial de lazo abierto). También se introducen varias aplicaciones para el aeropuerto, que aumentan la seguridad operacional y reducen la carga de trabajo piloto-controlador.

**1.2 Base**

1.2.1 La sincronización del tráfico se basa en la información del procesamiento de datos de vuelo, alimentado por datos del plan de vuelo, la posición actualizada por la información de vigilancia y

la extrapolación mental de los controladores. Este proceso no es preciso y requiere tiempo de trabajo para evaluar la situación y seguir su evolución. Las acciones son difíciles de prever en sectores anteriores, en donde pueden no estar enterados del problema que hay que resolver.

1.2.2 La transmisión de información en los aeropuertos y sus alrededores, incluyendo en rutas complejas, se hace por radio, lo cual representa una carga de trabajo grande para pilotos y controladores, malos entendidos frecuentes y repeticiones.

### 1.3 Cambios introducidos por el módulo

1.3.1 Este módulo introduce aplicaciones de enlace de datos aire-tierra adicionales para: transmisión descendente de información sobre la trayectoria y mejora de la sincronización del flujo del tránsito en los puntos de confluencia, en particular, con miras a optimizar la secuencia de aproximación, con negociación de una hora de llegada requerida usando la función del sistema de gestión de vuelo (FMS). Las capacidades actuales de coordinación tierra-tierra se mejorarán para poder intercambiar autorizaciones de rutas complejas a través de varios espacios aéreos.

1.3.2 En este módulo también se implantará la transmisión de datos para información de aeropuerto/TMA y autorizaciones.

### 1.4 Elemento 1: Operaciones 4D iniciales (4D TRAD)

1.4.1 La 4D TRAD es un enfoque reconocido de las operaciones iniciales basadas en la trayectoria, que ofrece una visión del futuro entorno ATM, incluyendo la integración armonizada de metas operacionales, mediante una mayor conciencia situacional y el intercambio de datos aire-tierra en un medio estratégico y táctico para la toma de decisiones colaborativas.

1.4.2 La 4D TRAD requiere la disponibilidad de un intercambio sofisticado de datos aire-tierra, que incluye el uso de nuevas funciones de ADS-C y enlace de datos más allá de la capacidad y requisitos operacionales actuales. Además, el intercambio de datos tierra-tierra para intercambiar autorizaciones complejas tiene que ser seguro y estar ampliamente disponible.

1.4.3 Como un paso de transición hacia las operaciones basadas en la trayectoria, la introducción de una referencia de tiempo común con el uso de la hora de llegada requerida (RTA) del FMS de la aeronave y el control de velocidad, con requisitos operacionales y tecnológicos menos exigentes que los de 4D TRAD prometen la posibilidad de predicción temprana y ventajas de eficiencia para los usuarios del espacio aéreo y los proveedores de servicios.

1.4.4 Es factible usar la RTA de la aeronave para planificar el flujo de llegada desde la fase en ruta (u oceánica) hasta el espacio aéreo terminal, utilizando la capacidad actual de las aeronaves, con menos requisitos funcionales que, por ejemplo, la 4D TRAD. Esto se enfocaría en la construcción de flujos de tráfico y secuencias, dejando que la regulación más precisa y la provisión de separaciones se hagan mediante las operaciones actuales o con los nuevos procedimientos RNAV de navegación basada en la performance.

1.4.5 La sincronización de la RTA y de la hora de llegada controlada (CTA) con niveles apropiados de navegación basada en la performance (PBN) ofrece la oportunidad de establecer corrientes de tránsito estables y predecibles hacia el área terminal, permitiendo que el piloto optimice el perfil de vuelo (p. ej. en el comienzo del descenso y el perfil de descenso).

1.4.6 Además, las corrientes de tránsito predecibles, planificadas de antemano, facilitan la aplicación uniforme de las operaciones en descenso continuo y de los procedimientos de llegada adaptada, y puede evitarse la espera en el área terminal mediante la planificación previa del prolongamiento de la ruta de la aeronave usando la RTA o control de velocidad, así como la integración, tanto de los vuelos largos como de los cortos, en las secuencias de llegada.

1.4.7 La aplicación de procedimientos RNP/RNAV y el uso de técnicas como “*point merge*” (confluencia en un punto) y otras, dan la posibilidad de manejar las aeronaves sin recurrir a la guía vectorial radar, lo cual da lugar a una operación FMS completa, y un sistema de tierra informado que apoya perfiles de vuelo eficientes y operaciones ATM predecibles.

1.4.8 Para obtener tales beneficios, se requiere comunicación entre las dependencias de control en ruta y terminal para coordinar la limitación de la CTA, que puede lograrse mediante mecanismos existentes tales como el intercambio de datos en línea, con transmisión a la aeronave vía R/T, o coordinación con los centros de operaciones de las líneas aéreas, para que se transmita a los vuelos largos por el enlace de datos de la compañía.

1.4.9 En una extensión del bloque podría considerarse la combinación con técnicas de gestión de llegadas que actualmente usan medios terrestres con capacidad más exigente que permite secuenciar mejor el tránsito hacia el espacio aéreo terminal, y capacidad existente de CPDLC para cumplir la CTA.

1.4.10 En un primer paso, que se basa en sistemas o capacidad existentes, o que requiere modificaciones menores, se usará la actual capacidad de FMS para definir y producir una RTA o control de velocidad. La capacidad existente de enlace de datos, como CPDLC, AOC, o incluso la voz, podrían usarse para acordar esta RTA o control de velocidad con la CTA tierra. La mayoría de los sistemas en tierra tienen la función de predicción de la trayectoria, y la gestión de llegadas (AMAN) calcula el equivalente de una CTA. La infraestructura de comunicaciones tierra-tierra permitirá el intercambio del plan de vuelo, y puede actualizarse para intercambiar la CTA.

1.4.11 Después de este primer paso, se prevén cambios mayores para realizar operaciones en 4D TRAD y basadas en la trayectoria, con funciones avanzadas y normalizadas del FMS que dan información más precisa y completa sobre la trayectoria, que podría transmitirse por enlace descendente mediante nuevos protocolos ADS-C o CPDLC. Dependiendo de la definición de esta información sobre la trayectoria que se transmitiría por enlace descendente, a largo plazo puede requerirse nueva tecnología de enlace de datos. La infraestructura de comunicaciones tierra-tierra en el contexto de SWIM permitirá que esta información se transmita a los distintos sistemas en ruta, terminales o de aeropuerto, para usar la referencia común de la trayectoria. También deben preverse modificaciones del sistema para utilizar plenamente esta información sobre la trayectoria.

1.4.12 Las operaciones en 4D iniciales pueden dividirse en dos etapas; la primera es la sincronización del plan de vuelo o trayectoria negociada. La segunda etapa es imponer una limitación de tiempo y permitir que la aeronave vuele su perfil de la mejor manera para respetar ese límite.

## 2. **SINCRONIZACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA**

2.1.1 En el sistema ATM, todas las partes involucradas deben tener la misma información. Es por lo tanto esencial que la trayectoria del sistema de gestión de vuelo (FMS) esté sincronizada con la que se tiene en tierra en los sistemas de procesamiento de datos de vuelo (FDPS) y en otros sistemas de la red.

2.1.2 La tripulación y ATC acuerdan la trayectoria que se va a volar, y durante toda la ejecución verifican continuamente si la aeronave la está siguiendo y la seguirá. Si no se sigue, se generan advertencias, y se produce una nueva interacción entre la tripulación y el ATC responsable.

2.1.3 El pronto acuerdo aire/terresta sobre la trayectoria que se va a volar y su ejecución permite que el FMS optimice la trayectoria, con los consiguientes beneficios para el usuario en términos de optimización del perfil de vuelo de la aeronave y un máximo de beneficios ambientales, mediante una reducción del consumo de combustible y encaminamiento óptimo en ruta, en el área terminal y en las inmediaciones del aeropuerto, evitando las zonas sensibles al ruido.

2.1.4 La mayor coincidencia a bordo y en tierra sobre la trayectoria asegura que los controladores tengan información muy confiable sobre el comportamiento de la aeronave. Esta predicción más precisa de la trayectoria mejora los resultados de los instrumentos que apoyan la toma de decisiones, y se pueden prever mejor las congestiones al detectar antes las concentraciones del tránsito, para tomar decisiones que se adapten mejor a la situación real del tránsito. Así mismo se reducirá la ineficiente intervención táctica basada en el radar.

2.1.5 Esa mayor capacidad de predicción significa que los conflictos potenciales en un horizonte a mediano plazo se identificarán y resolverán pronto, mientras que la mayor precisión de la trayectoria calculada en tierra, especialmente para la predicción a corto plazo, reduce el riesgo de eventos inesperados.

### 3. HORA DE LLEGADA REQUERIDA

3.1 La función de aviónica de la hora de llegada requerida (RTA) pueden usarla tanto los controladores en ruta como en TMA, para equilibrar la demanda/capacidad, regular el flujo de tráfico y secuenciar las llegadas.

3.2 Al preparar la regulación de aeronaves en una etapa más temprana de su vuelo, se minimiza el impacto. Esto permite que ATC haga uso óptimo de la capacidad, en el momento apropiado, minimizando los riesgos al reducir la complejidad para asegurar que no se exceda la capacidad humana. Esto también ayuda al piloto a optimizar el manejo del perfil de vuelo.

3.3 Al planificar temprano el tránsito en ruta y hasta la fase de gestión de llegadas, se reducen las intervenciones tácticas ineficientes de ATC y se evitan medidas de secuenciación severas y costosas. El proceso mejora la optimización del perfil de la aeronave, la predictibilidad del vuelo y la estabilidad y fiabilidad de la secuencia establecida por el ATC.

3.4 Esto debería reducir la necesidad de mantener aeronaves en espera, el consumo ineficiente de combustible y la contaminación química y acústica resultante. Las aeronaves podrían planificar mejor y cumplir con más exactitud los horarios de llegada, lo cual significa mejor planificación para las líneas aéreas gracias a la mayor predictibilidad de los vuelos.

#### 3.5 Elemento 2: Servicio de información operacional terminal por enlace de datos (D-OTIS)

3.5.1 Antes de la salida, la tripulación de vuelo puede solicitar información meteorológica y operacional y NOTAM de los aeródromos de salida y de destino, usando un solo servicio de enlace de datos, el servicio de información operacional terminal por enlace de datos (D-OTIS).

3.5.2 En cualquier momento durante el vuelo el piloto puede recibir actualizaciones automáticas de los datos meteorológicos, información operacional y NOTAM de los aeropuertos de destino y alternos. El D-OTIS puede adaptarse a las necesidades específicas de la tripulación de vuelo, así que el piloto puede formarse fácilmente una idea de las perspectivas meteorológicas y operacionales.

### 3.6 Elemento 3: Autorización de salida (DCL)

3.6.1 La implantación de la DCL elimina los malentendidos potenciales de las comunicaciones de voz VHF y por lo tanto el ATC puede prestar un servicio más seguro y eficiente a sus usuarios. La DCL también reduce el volumen de trabajo de los controladores. La DCL apoya la automatización del sistema aeroportuario y el intercambio de información con otros sistemas terrestres.

3.6.2 En aeropuertos congestionados, el uso del enlace de datos DCL reduce significativamente la congestión de frecuencias en la torre de ATC. Los sistemas CPDLC que están integrados al FMS permiten la entrada de autorizaciones más complejas en el FMS.

### 3.7 Elemento 4: Enlace de datos para rodaje (DTAXI)

3.7.1 Este proporciona asistencia automatizada y medios de comunicación adicionales para los controladores y los pilotos en los intercambios de rutina durante las operaciones de circulación en tierra, encendido de motores, empuje, mensajes de rutina en el rodaje y operaciones aeroportuarias especiales.

## 4. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS

4.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros para medir el éxito del módulo.

<i>Capacidad</i>	Efecto positivo debido a la reducción del volumen de trabajo relacionado con el establecimiento de la secuencia cerca del punto de confluencia y otras intervenciones tácticas.  Efecto positivo debido a la reducción del volumen de trabajo relacionado con las autorizaciones de salida y de rodaje.
<i>Eficiencia</i>	Aumenta al utilizar la función RTA de la aeronave para planificar la sincronización del tránsito en el espacio aéreo en ruta y terminal. Las operaciones “de lazo cerrado” en procedimientos RNAV aseguran que los sistemas de a bordo y en tierra tengan una visión común de la evolución del tránsito y facilitan su optimización.  La eficiencia de los vuelos aumenta mediante la planificación previa del comienzo del descenso, el perfil de descenso y las medidas de demora en ruta, y una ruta más eficiente en el espacio aéreo terminal.
<i>Medio ambiente</i>	Trayectorias más económicas y ecológicas, en particular absorción de algunas demoras.
<i>Previsibilidad</i>	Mayor previsibilidad del sistema ATM para todas las partes mediante una gestión más estratégica del flujo de tránsito entre las FIR y dentro de las FIR en espacio aéreo en ruta y terminal, usando la función RTA o el control de velocidad para manejar una CTA en tierra;  Secuenciación y regulación previsible y reproducible.  Operaciones “de lazo cerrado” en procedimientos RNAV asegurando que los sistemas de a bordo y en tierra tengan una visión común de la evolución del tránsito.
<i>Seguridad operacional</i>	Seguridad operacional en los aeropuertos y sus alrededores al reducirse los errores de interpretación de las autorizaciones de salida y de rodaje complejas.
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	Se está preparando el estudio económico.  Las ventajas de los servicios aeroportuarios propuestos ya se demostraron en el programa CASCADE de EUROCONTROL.

## 5. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRA Y TIERRA)

5.1 Es necesario definir nuevos procedimientos para el controlador y el piloto con una fraseología ampliada y mensajes por enlace de datos.

## 6. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

### 6.1 Aviónica

6.1.1 La tecnología necesaria se define en las normas SC 214 EUROCAE WG78/RTCA e incluye aplicaciones a bordo de servicios de enlace de datos avanzados (4DTRAD, D-Taxi, D-OTIS) apoyados por CPDLC y ADS-C por ATN B2, e integradas con el FMS.

### 6.2 Sistemas terrestres

6.2.1 Entre las funciones necesarias para los sistemas terrestres se incluyen la capacidad para negociar una limitación de tiempo en determinado punto de regulación y para procesar la trayectoria de la aeronave. El intercambio de datos tierra-tierra avanzado, cuando se tenga, permitirá compartir la referencia de la trayectoria común. También incluye la capacidad de facilitar la transmisión. Se requiere vigilancia mejorada mediante fusión de datos de múltiples sensores.

## 7. ACTUACIÓN HUMANA

### 7.1 Consideraciones de factores humanos

7.1.1 Las comunicaciones de datos reducen el volumen de trabajo y el riesgo de malinterpretar la información en las autorizaciones, en particular al teclear en el FMS. Se reduce la congestión en el canal de voz, mejora la comprensión y se permite una gestión más flexible de los intercambios aire-tierra.

7.1.2 Se requiere apoyo automatizado tanto para el piloto como para el controlador. En general sus responsabilidades respectivas no cambiarán.

7.1.3. Es importante identificar las consideraciones de factores humanos para identificar los procesos y procedimientos en este módulo. En particular, será necesario considerar la interfaz entre el ser humano y la máquina en los aspectos de automatización de esta mejora operacional y, cuando sea necesario, incluir estrategias de mitigación de riesgos tales como capacitación, educación y redundancia.

### 7.2 Requisitos de instrucción y competencia

7.2.1 El piloto y el controlador requerirán apoyo automatizado, por lo cual tendrán que capacitarse para trabajar en el nuevo entorno y para identificar las aeronaves e instalaciones que pueden manejar servicios de enlace de datos en entornos mixtos.

7.2.2 Para este módulo se identificarán la instrucción requerida sobre las normas y procedimientos operacionales, así como las normas y métodos recomendados para implantarlo. Así mismo, se identificarán los requisitos de competencia y, cuando estén disponibles, se incluirán en los aspectos de disponibilidad de reglamentación de este módulo.

## 8. NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN Y PLAN DE APROBACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

- Reglamentación/normalización: se requieren requisitos nuevos o actualizados para mensajes por enlace de datos, servicios terrestres, procedimientos operacionales, etc., incluyendo:
  - a) Doc 9694, de la OACI, *Manual de aplicaciones de enlace de datos para los servicios de tránsito aéreo*;
  - b) RTCA/EUROCAE DO-XXX/ED-XXX, SC214/WG78 SPR, incluyendo un conjunto de mensajes CPDLC mejorado y mejoras en la ADS-C;
  - c) Reglamentación de la CE Núm. XX/XXXX: Regla para la implantación de los servicios de enlace de datos; y
  - d) Actualización del GOLD Ed 2 a GOLD Ed 3.
- Planes de aprobación: publicación de normas EUROCAE WG78/RTCA SC 214 más certificación y aprobaciones aire y tierra por determinar.

## 9. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

### 9.1 Uso actual

- **Europa** – La capacidad se usa en forma *ad hoc* para llegadas adaptadas con RTA así como para planificación de llegadas oceánicas, y en ensayos de gran escala de técnicas de puntos de confluencia con miras a la implantación en espacio aéreo terminal y áreas de aproximación europeas con material disponible de OSED SPR.
- **Estados Unidos:** Espacio aéreo nacional: A partir de 2016 se prestarán servicios de autorización de salida usando FANS-1/A+.
- **Estados Unidos:** Actualmente se operan llegadas oceánicas adaptadas en los aeródromos costeros del país.

### 9.2 Documentos de referencia

### 9.3 Normas

- EUROCONTROL, *Point merge*: Integración de flujos de llegada en puntos de confluencia para aplicar RNAV extensamente y para descenso continuo. Servicios operacionales y definición del medio, Julio 2010
- EUROCAE ED-100A/RTCA DO-258A, Requisitos de interoperabilidad para aplicaciones ATS usando comunicaciones de datos ARINC 622

- EUROCAE ED-122/RTCA DO-306, norma de seguridad y rendimiento para servicios de enlace de datos para el tránsito en espacio aéreo oceánico y remoto (*Oceanic SPR Standard*)
- EUROCAE ED-154/RTCA DO-305, FANS 1/A – Norma de interoperabilidad de la red de telecomunicaciones aeronáuticas (FANS 1/A – ATN B1 *Interop Standard*)
- EUROCAE WG-78/RTCA SC-214 Requisitos de seguridad y rendimiento y requisitos de interoperabilidad

9.4 **Procedimientos**

9.5 **Textos de orientación**

- Doc 9694, de la OACI, *Manual de aplicaciones de enlace de datos para los servicios de tránsito aéreo*
- GOLD Ed 2 (en preparación)
- EUROCONTROL, 4DTRAD: *Initial 4D – 4D Trajectory Data Link (4DTRAD) Concept of Operations*, Diciembre 2008

9.6 **Documentos de aprobación**

- Doc 9694, de la OACI, *Manual de aplicaciones de enlace de datos para los servicios de tránsito aéreo*
- RTCA/EUROCAE DO-XXX/ED-XXX (TBD), SC214/WG78 conjunto de mensajes CPDLC mejorado y mejoras en la ADS-C
- Reglamentación CE No. 29/2009: Regla para la implantación de los servicios de enlace de datos

*Nota.– La edición 2 del GOLD está en preparación.*

-----

**APÉNDICE C**

**MODULO NÚM. B3-05: OPERACIONES BASADAS EN TRAYECTORIAS 4D**

<b>Resumen</b>	Desarrollo de conceptos y tecnologías avanzadas para las trayectorias en cuatro dimensiones (latitud, longitud, altitud, tiempo) y velocidad para mejorar la toma de decisiones ATM global. Énfasis clave en la integración de toda la información de vuelo para obtener el modelo de trayectoria más preciso para la automatización en tierra.	
<b>Impacto operacional principal según el Doc 9854</b>	KPA-02 – Capacidad, KPA-04 – Eficiencia, KPA-05 – Medio ambiente, KPA-10 – Seguridad operacional	
<b>Entorno operacional/fases de vuelo</b>	En ruta/crucero, área terminal, gestión del flujo de tránsito, descenso	
<b>Consideraciones de aplicabilidad</b>	Aplicable para la planificación del flujo del tránsito, operaciones en ruta, operaciones terminales (aproximación/salida) y operaciones de llegada. Ventajas para el flujo y para las aeronaves individuales. Se presupone equipamiento a bordo en las áreas de: ADS-B IN/CDTI; comunicaciones de datos y funciones de navegación avanzadas. Requiere buena sincronización de implementación a bordo y en tierra para obtener beneficios significativos, en particular para los que están equipados. Los beneficios aumentan con el número de aeronaves equipadas en el área en donde se prestan los servicios.	
<b>Componentes del concepto mundial según el Doc 9854</b>	AOM – gestión y organización del espacio aéreo DCB – equilibrio entre demanda y capacidad AUO – operaciones de los usuarios del espacio aéreo TS – sincronización del tránsito CM – gestión de conflictos	
<b>Iniciativas del plan mundial (GPI)</b>	GPI-5: RNAV/RNP (navegación basada en la performance) GPI-11: SID y STAR con RNP y RNAV GPI-16: Sistemas de apoyo para la toma de decisiones y sistemas de alerta	
<b>Interdependencias principales</b>	B1-40, B2-31, B2-05	
<b>Lista de verificación del estado de preparación mundial</b>		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	2025
	Disponibilidad de la aviónica	2028
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	2028
	Procedimientos disponibles	2028
	Aprobaciones de operaciones	2028

## 1. NARRATIVA

### 1.1 Consideraciones generales

1.1.1 En este módulo se implantan las operaciones basadas en trayectorias 4D que usan la capacidad de los sistemas de gestión de vuelo a bordo para optimizar las trayectorias de vuelo en cuatro dimensiones y velocidad. La TBO completa integra funciones avanzadas que mejorarán considerablemente la vigilancia, la navegación, las comunicaciones de datos y la automatización de los sistemas en tierra y a bordo, con cambios en las funciones y responsabilidades de los proveedores de servicios.

### 1.2 Base

1.2.1 En este módulo se implementa una trayectoria precisa en 4D más velocidad, que se comunica a todos los usuarios del sistema de aviación en los puntos esenciales del sistema. Esta información uniforme y actualizada en todo el sistema se integra en los instrumentos que apoyan las decisiones para facilitar la toma de decisiones en la ATM global. Continúa la evolución de los procedimientos y funciones, tanto terrestres como de a bordo, para usar trayectorias precisas que beneficien el sistema. Ya se habían establecido las llegadas optimizadas en espacio aéreo denso. Ya se dispone de funciones de apoyo para las decisiones, que ayudan a los ANSP y a los usuarios a tomar mejores decisiones para la optimización del perfil de llegada. Los ANSP y los usuarios disponen de una base de información coherente e integrada para tomar decisiones informadas en ATM.

1.2.2 Con las operaciones 4D, el Bloque 3 establecerá capacidad para optimizar las trayectorias individuales, el flujo del tránsito y el uso de recursos escasos como las pistas y la superficie. Este módulo se centra en las capacidades básicas en 4D más velocidad, mientras que los módulos B3-15 y B3-10 se centran en la optimización de situaciones específicas (alta densidad/complejidad).

### 1.3 Cambios introducidos por el módulo

1.3.1 En el espacio aéreo en ruta futuro se espera encontrar niveles mixtos de capacidad de las aeronaves y de autorizaciones de la tripulación. Las aeronaves de alto rendimiento podrán volar en rutas RNAV, cumpliendo con precisión su ruta de vuelo, con comunicaciones de datos, comunicando solicitudes e información sobre la situación e intención de la aeronave digitalmente con la automatización del control del tránsito aéreo (ATC) y recibiendo autorizaciones y otros mensajes emitidos digitalmente por el ATC.

1.3.2 Algunos espacios aéreos en ruta estarán diseñados para aeronaves de alto rendimiento únicamente, lo cual permitirá que el sistema ATC maneje operaciones que aprovechen plenamente la capacidad de esas aeronaves. Las aeronaves comunicarán la información sobre situación e intención al sistema automatizado de ATC y seguirán con precisión sus rutas previstas. Como resultado, la capacidad automatizada de predicción de problemas y de resolución podrá maximizar los beneficios para el usuario, al permitir el uso de los planes de vuelo preferidos por el usuario, minimizando los cambios a esos planes al transitar por el espacio aéreo y mejorando los servicios prestados.

1.3.3 Las responsabilidades principales del controlador serán responder a problemas previstos por la automatización de ATC y mantener en el sistema ATC información precisa sobre los vuelos. Entre los problemas previstos se incluyen:

- a) Conflictos entre aeronaves;
- b) aeronaves frente a espacio aéreo de uso especial u otro tipo de espacio aéreo restringido;

- c) aeronaves dirigidas hacia áreas con pronósticos de condiciones meteorológicas peligrosas;
- d) aeronaves dirigidas hacia problemas de restricción de flujo incluyendo restricciones de distancia en cola;
- e) la capacidad de la aeronave para volar con precisión por su ruta autorizada, junto con la información sobre situación e intención enviada desde la aeronave al sistema automatizado de ATC, aumentará la precisión del modelo de la trayectoria y la previsión de problemas. Los aspectos clave de la TBO completa son:
  - 1) La base de todas las operaciones es una trayectoria precisa en cuatro dimensiones, que se comunique a todos los usuarios del sistema aeronáutico;
  - 2) información coherente y actualizada que describa los vuelos y los flujos de tránsito, disponible en todo el sistema, que apoye las operaciones de los usuarios y de los proveedores de servicios;
  - 3) las comunicaciones de datos se usan entre tierra y la aeronave para mejorar la precisión de las trayectorias, solicitar cambios en la trayectoria 4D más velocidad, dar autorizaciones claras al vuelo e intercambiar información sin intervención del controlador;
- f) las operaciones de navegación de área (RNAV) eliminan el requisito de definir las rutas según la localización de las ayudas para la navegación, dando la flexibilidad para realizar operaciones de punto a punto;
- g) las operaciones de performance de navegación requerida (RNP) introducen la necesidad de monitoreo a bordo del rendimiento y de alertas. Una característica crítica de las operaciones RNP es la capacidad del sistema de navegación de la aeronave de monitorizar su eficiencia de navegación alcanzada en una operación específica, e informar a la tripulación de vuelo si se está cumpliendo el requisito operacional;
- h) los controladores en ruta se basan en los sistemas automatizados para identificar conflictos y proponer soluciones, y de esta manera pueden concentrarse en prestar un mejor servicios a los usuarios;
- i) la capacidad del sistema automatizado para volar la aeronave con más precisión y predictibilidad reduce las tareas de rutina de los controladores;
- j) los servicios basados en la performance, que requieren niveles mínimos de capacidad de vuelo se prestan en espacios aéreos designados;
- k) la automatización de la gestión del flujo propone soluciones incrementales a la congestión para mantener el riesgo de congestión en un nivel aceptable, utilizando, dentro de lo posible, opciones de intención específicas para un vuelo. Los centros de operaciones de vuelo (FOC) recalcularán dinámicamente y presentarán a la tripulación de vuelo y a la gestión del flujo opciones de intención actualizadas y la prioridad de las opciones a medida que cambien las condiciones; y

- l) gestión del flujo basada en tiempo para coordinar el flujo de llegada en los aeropuertos de mucho tráfico.

#### 1.4 **Elemento 1: Funciones avanzadas a bordo**

1.4.1 Este elemento se centra en las funciones de a bordo que ayudan a los pilotos a evitar condiciones meteorológicas y otras aeronaves, aumentando así la seguridad operacional. Entre esas funciones están la ADS-B IN, el intercambio de información aire-aire y la integración de la meteorología en los sistemas automatizados de la cabina de mando. Este elemento también contempla la formulación de normas armonizadas mundialmente para el intercambio de datos sobre trayectorias entre tierra y sistemas de aviónica tales como el FMS.

#### 1.5 **Elemento 2: Detección y resolución de problemas**

1.5.1 Este elemento continuará la evolución hacia el uso de sistemas de apoyo para la toma de decisiones ATM, por parte de los ANSP y de los usuarios, que propondrán maniobras para volar en los perfiles de descenso más económicos. Con la experiencia adquirida con el desarrollo y uso de funciones iniciales, se desarrollarán extensiones para generar soluciones de perfiles de llegada más eficientes y operacionalmente más aceptables. Este elemento explorará también la capacidad de negociación directa entre sistemas automatizados para simplificar la formulación de soluciones ATM aceptables mutuamente. Además, este elemento se centrará en obtener el modelo de trayectoria más preciso del sistema para que todas las funciones automatizadas lo usen. Esto implica registrar en el sistema automatizado todas las autorizaciones que se dan a la aeronave, usando resoluciones generadas por la automatización, para que sea más fácil para los controladores registrarlas, y recibir datos específicos del vuelo provenientes de la aeronave para incluirlos en el cálculo de la trayectoria y en las opciones de resolución.

#### 1.6 **Elemento 3: Gestión del flujo del tránsito y regulación del flujo por tiempo**

1.6.1 Este elemento armonizará la automatización de la gestión del flujo del tránsito, que predice continuamente la demanda y la capacidad de todos los recursos del sistema, e indicará cuando se prevé que el riesgo de congestión de un recurso (aeropuerto o espacio aéreo) exceda un riesgo aceptable. La información de los FOC o tripulaciones de vuelo indica las opciones de intención y preferencias, de manera que las reacciones de los usuarios y los ajustes de la 4DT ante limitaciones tales como condiciones meteorológicas se tendrán en cuenta antes de que los ANSP tomen una decisión. El tránsito se manejará reajustando las rutas y regulando el tiempo en función de los recursos congestionados. El elemento de resolución de problemas creará una maniobra que responda a todas las limitaciones del sistema.

## 2. **MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS**

2.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros para medir el éxito del módulo.

<i>Capacidad</i>	Al reducirse el trabajo del controlador pueden recibirse vuelos adicionales. Al tomar decisiones menos conservadoras sobre la utilización del espacio aéreo, más aeronaves podrán atravesar el área en cuestión. Además, la capacidad de llegada/salida mejorará gracias a una mejor planificación de los flujos de salida y llegada en el aeropuerto.
<i>Eficiencia</i>	Normas de aviónica armonizadas. Los usuarios podrán planificar mejor y recibir su trayectoria preferida.
<i>Medio ambiente</i>	Economía de costos y beneficios ambientales al reducirse el consumo de combustible.

<i>Seguridad operacional</i>	a) mayor conciencia situacional de las tripulaciones b) reducción de conflictos entre aeronaves y más tiempo para resolver los que se puedan presentar; y c) número de incidentes.
<i>Análisis de costo beneficio</i>	El estudio económico está por determinar como parte del desarrollo de este módulo, que está en la fase de investigación. La experiencia actual con la utilización de mejor información meteorológica para asistir en las decisiones de ATM ha resultado positiva debido a una mayor eficiencia en la planificación de los vuelos y menor alteración de las trayectorias preferidas por los usuarios.

### 3. **PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)**

3.1 El uso de ADS-B/CDTI y otras capacidades en la cabina para apoyar la función anticolidión es todavía un tema de investigación, y se requerirá la determinación de procedimientos, incluidas las funciones de los ANSP.

3.2 Para las acciones estratégicas, los procedimientos necesarios existen básicamente para que los ANSP y los usuarios colaboren al tomar decisiones sobre la trayectoria de vuelo. Tendrán que definirse extensiones de estos procedimientos para tener en cuenta la mayor capacidad de automatización en apoyo de las decisiones, incluyendo la negociación entre sistemas automatizados.

### 4. **CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA (AIRE Y TIERRA)**

#### 4.1 **Aviónica**

4.1.1 Todavía se está desarrollando la tecnología necesaria para este elemento de más largo plazo. Existen funciones de a bordo tales como la RTA, pero todavía se están desarrollando aplicaciones para apoyar su extensión (por ej. RTA múltiples).

#### 4.2 **Sistemas terrestres**

4.2.1 Todavía se está desarrollando la tecnología necesaria para este elemento de más largo plazo. En cuanto a la tecnología terrestre, se están investigando herramientas de apoyo para las decisiones que produzcan resoluciones con eficiencia de combustible, y que apoyen el desarrollo automatizado de posibles estrategias de mitigación. También hay que trabajar para incorporar datos de los sistemas de la aeronave en los modelos de trayectoria en tierra para producir la trayectoria más precisa.

### 5. **ACTUACIÓN HUMANA**

#### 5.1 **Consideraciones de factores humanos**

5.1.1 Este módulo está todavía en la fase de investigación y desarrollo, así que los factores humanos aún se están identificando mediante modelos y ensayos beta. Las versiones futuras de este documento tendrán información más específica sobre los procesos y procedimientos necesarios para tener en cuenta los factores humanos. Se hará énfasis especial en la identificación de la interfaz entre el ser humano y la máquina, si la hay, y en diseñar estrategias de mitigación de los riesgos importantes.

## 5.2 Requisitos de instrucción y competencia

5.2.1 Este módulo contendrá una serie de requisitos de instrucción para el personal. A medida que se vayan definiendo, se incluirán en la documentación de este módulo, indicando su importancia. Además, los requisitos de competencia que se recomienden serán parte de las necesidades de reglamentación antes de implementar esta mejora operacional.

## 6. NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN Y PLAN DE APROBACIÓN (AIRE Y TIERRA)

- Reglamentación/normalización: actualizaciones que sean necesarias para el mejor intercambio de información tierra-tierra y aire-aire en:
  - Doc 4444 de la OACI, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo*
  - Doc xxxx de la OACI, PANS-AIM (publicación prevista para 2016)
  - FAA AC por determinar, EASA AMD por determinar
- Planes de aprobación: por determinar.

### 6.1 Elemento 1: Capacidad avanzada a bordo

6.1.1 Hay que definir normas internacionales para el intercambio de información entre sistemas para apoyar estas operaciones, incluyendo normas mundiales para el intercambio tierra-aire de información sobre la trayectoria.

6.1.2 Esto incluye la formulación de normas mundiales para el intercambio de información sobre la trayectoria y la decisión para la certificación de la presentación y difusión de la información en la aeronave. La difusión incluye el intercambio aire-tierra así como aire-aire de esas observaciones por ADS-B.

## 7. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

### 7.1 Uso actual

7.1.1 Como este módulo está en la categoría de largo plazo, no existen ejemplos de uso operacional. Muchas entidades están investigando la ADS-B para aplicaciones a bordo relacionadas con funciones anticollisión. Tales investigaciones orientarán el trabajo de este bloque.

### 7.2 Ensayos planificados o en curso

7.2.1 Elemento 1: Capacidades avanzadas de a bordo

7.2.2. No se han previsto actualmente ensayos globales de demostración para este módulo. Es necesario preparar ese plan como parte de la colaboración en este módulo.

## 7.3

**Documentos de referencia**

- Anexo 10 de la OACI — *Telecomunicaciones aeronáuticas, Volumen I* — Procedimientos de comunicaciones, incluso los que tienen categoría de PANS; Doc 4444 de la OACI, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo*
- Doc 9694 de la OACI, *Manual de aplicaciones de enlace de datos para los servicios de tránsito aéreo*
- Conceptos operacionales de NextGen y SESAR
- EUROCAE ED-100A/RTCA DO-258A, Requisitos de interoperabilidad para aplicaciones ATS usando comunicaciones de datos ARINC 622
- EUROCAE ED-110/RTCA DO-280, Norma de requisitos de interoperabilidad para la red de telecomunicaciones aeronáuticas, *Baseline 1* (Interop ATN B1)
- EUROCAE ED-120/RTCA DO-290, Norma de requisitos en seguridad y funciones para los servicios iniciales de enlace de datos para tránsito aéreo en espacio aéreo continental (SPR IC)
- EUROCAE ED-122/RTCA DO-306, norma de seguridad y rendimiento para servicios de enlace de datos para el tránsito en espacio aéreo oceánico y remoto (*Oceanic SPR Standard*)
- EUROCAE ED-154/RTCA DO-305, FANS 1/A – Norma de interoperabilidad de la red de telecomunicaciones aeronáuticas (FANS 1/A – ATN B1 *Interop Standard*);
- EUROCAE WG78/RTCA SC214 Requisitos de seguridad y rendimiento y requisitos de interoperabilidad

## 7.4

**Documentos de aprobación**

- Doc 4444 de la OACI, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo*; (requiere actualización)
- Doc xxxx de la OACI, PANS-AIM (publicación prevista para 2016)
- FAA AC por determinar, EASA AMD por determinar