



**Cuestión 4 del**

**Orden del Día: Evaluación de los requisitos operacionales para determinar la implantación de mejoras de las capacidades de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) para operaciones en ruta y área terminal**

**Circular para el uso del GNSS como medio primario de navegación e inicio de la implantación del ADS-B en Colombia**

(Presentada por Colombia)

<b>RESUMEN</b>	
Esta nota de estudio tiene por objeto presentar lo adelantado con respecto a la aprobación PBN para aviación general, así como el plan de implantación de mejoras de las capacidades de vigilancia en Colombia. Así mismo se presenta una propuesta de los códigos PBN para las nuevas especificaciones de navegación (RNP 2, RNP 1, RNP 0.3 y A-RNP).	
<b>REFERENCIA:</b>	
- Circular uso del GNSS como medio primario de navegación y propuesta de cambio de regulación para la implantación del GNSS en Colombia.	
<b>Objetivos estratégicos de la OACI:</b>	<i>B - Capacidad y eficiencia de la navegación aérea.</i>

**1. Antecedentes**

1.1 La OACI a través del Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional (SVRSOP), emitió las Circulares de Asesoramiento CA 91.001 hasta la CA 91.012 sobre la aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV y RNP.

1.2 En Colombia la mayoría de los Operadores de Aviación Comercial tanto Regular como no Regular aplicaron para la aprobación de las Especificaciones de Navegación RNAV y RNP, pero de Aviación General sólo hemos tenido una aplicación. Sin embargo en nuestro registro tenemos una cantidad considerable de aeronaves de aviación privada y aeronaves categoría normal que usan el GNSS sin ninguna aprobación de la autoridad aeronáutica, muchos de estos portátiles y que no cumplen con ningún TSO.

1.3 El contenido de las Circulares de Asesoramiento, aunque es abierto para todos los operadores, está más enfocado a la Aviación Comercial, y por esta razón se decidió emitir una Circular para legalizar el uso de los GNSS aprobados bajo un TSO, e instar a los operadores a no usar los No aprobados. De igual manera, se inició la implantación del ADS-B en Colombia usando la Guía de Implantación para la Región SAM de la OACI.

## 2. Análisis

2.1 Teniendo en cuenta que en Colombia el interés de la Aviación General por la Navegación Basada en la Performance (PBN) no ha sido el esperado, a pesar de que muchas aeronaves están equipadas con receptores GNSS, y que la Aeronáutica Civil no había establecido un procedimiento para aprobar el uso del GNSS como medio primario de navegación, la Secretaría de Seguridad Aérea emitió una Circular Informativa con este propósito. Se tomó como referencia la Circular de Asesoramiento de la FAA AC 20-138D “*Airworthiness approval of positioning and navigation systems*” y el Apéndice 2 de la Circular de Asesoramiento del SRVSOP, CA “*Aprobación de Aeronaves y Explotadores para Operaciones RNAV 5*”. Esta Circular se adjunta para su información (**Apéndice A**).

2.2 La Aeronáutica Civil de Colombia ya ha adquirido 13 estaciones ADS-B, de las cuales ya hay 7 instaladas y para finales del 2015 se espera tener instaladas las otras 6. Adicionalmente ya se le informó a la comunidad aeronáutica sobre el plan de implementación y ya se está preparando la modificación a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) para incluir el mandato de instalar el equipo ADS-B Out con fecha límite el 1 de enero de 2020. Se tomó como referencia el Documento “*GUÍA DE CONSIDERACIONES TÉCNICAS OPERACIONALES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL ADS-B EN LA REGIÓN SAM*”, emitido por la OACI en mayo de 2013 y se tuvieron en cuenta regulaciones de otros Estados para determinar cuál Protocolo se va a emplear y la fecha de inicio del uso del ADS-B.

2.3 En relación a lo anterior, luego de una evaluación técnica, se determinó usar en todo el espacio aéreo de Colombia el Protocolo denominado 1090 *Extended Squitter (1090 ES)*, que requiere un transmisor en modo S extendido (de 56 a 112 bits) en la frecuencia 1090 MHz, tal y como se está usando en algunos países donde ya se implementó el ADS-B, como en el caso de Australia, y como determinó EASA para el espacio aéreo Europeo. Estados Unidos decidió usar adicionalmente al 1090 ES para niveles inferiores a 18.000 pies, el *Universal Access Transceiver – UAT*, que opera en la frecuencia de 978 MHz. Esto requiere que las estaciones en tierra tengan capacidad de recibir y transmitir en las dos. Se adjunta a este documento la presentación que se realizó el día 27 de marzo de 2015 explicando los aspectos técnicos y las ventajas del sistema (**Apéndice B**).

2.4 En la última revisión del Documento 9613 de la OACI, Cuarta Edición de mayo de 2013, surgen nuevas especificaciones de navegación como RNP 2, RNP 1 (antes denominada RNP 1 básica), RNP 0.3 y A-RNP. Sin embargo no se define la codificación de estas especificaciones de navegación para ser usados en el plan de vuelo cuando la aeronave esté aprobada. En la siguiente tabla se proponen los códigos para estas nuevas especificaciones de navegación, siguiendo la secuencia original, con nuevas letras como **M** para RNP 2, **P** para RNP 0.3 y **X** para A-RNP.

Código	Especificaciones de Navegación RNP
L1	RNP 4
<b>M1</b>	<b>RNP 2</b>
O1	RNP 1 - Todos los sensores permitidos
O2	RNP 1 GNSS
O3	RNP 1 DME/DME
O4	RNP 1 DME/DME/IRU
<b>P1</b>	<b>RNP 0.3</b>
S1	RNP APCH
S2	RNP APCH con BARO-VNAV
T1	RNP AR APCH con RF (se requiere autorización especial)
T2	RNP AR APCH sin RF (se requiere autorización especial)
<b>X1</b>	<b>A-RNP (Cubre RNAV 5, RNAV 2, RNAV 1, RNP 2, RNP 1 y RNP APCH)</b>

3. **Acción sugerida**

3.1 En base a todo lo expuesto en esta nota de estudio, se solicita a la Reunión:

- a) analizar la Tabla que figura en el párrafo 2.4, así como la pertinencia y viabilidad de los cambios propuestos por Colombia;
- b) analizar el contenido de los Apéndices A y B a esta nota de estudio y efectuar los comentarios o recomendaciones que entienda pertinentes.

-----

**APÉNDICE A**

**CIRCULAR INFORMATIVA**

**USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO  
DE NAVEGACIÓN**

**CI-5103-082-033 – 13/04/15**

**UAEAC - COLOMBIA**



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 1 de 25

#### 1. PROPÓSITO

Esta circular informativa (CI) establece los requerimientos de aprobación para el uso del GNSS como Medio Primario de Navegación para aeronaves de aviación general y aeronaves categoría normal y commuter de aviación comercial.

Un solicitante o explotador puede utilizar métodos alternos de cumplimiento, siempre que dichos métodos sean aceptables para la Unidad Administrativa de la Aeronáutica Civil (UAEAC). La utilización del verbo “debe” en futuro, se aplica a un solicitante o explotador que elige cumplir los criterios establecidos en esta CI.

Esta CI se constituye como un procedimiento informativo de carácter técnico y/o administrativo generado por la Secretaria de Seguridad Aérea; pero no el único aceptable para la UAEAC. En ningún momento este procedimiento exime al solicitante de cumplir con las demás disposiciones vigentes y los requisitos de la Regulación Nacional, solicitados por otras dependencias de la UAEAC.

#### 2. APLICABILIDAD

Esta circular aplica a aquellos explotadores de aeronaves de aviación general que deseen obtener la aprobación para el uso del GNSS como Medio Primario de Navegación. El operador de aviación general que cuente con aeronaves de registro colombiano o extranjero, que desee operar bajo los procedimientos aquí descritos, deberán solicitar el proceso de aprobación ante la Secretaría de Seguridad Aérea de acuerdo con lo estipulado en el apéndice 1 de esta circular.

#### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A menos que sea definido de otra forma en esta Circular Informativa, todas las definiciones y abreviaturas de este documento tienen igual significado que aquellas usadas en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) y pueden ser consultados en los mismos. Adicionalmente se han incluido algunas definiciones y abreviaturas listadas a continuación, que son aplicables únicamente al contenido de este documento:

##### 3.1. DEFINICIONES.

- a) **Disponibilidad selectiva (SA).**- Consiste en una degradación intencional de las señales GPS de uso civil, implementadas por razones de seguridad nacional. Se eliminó desde mayo 1 de 2000.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 2 de 25

- b) **Error de definición de trayectoria (PDE).**- La diferencia entre la trayectoria definida y la trayectoria deseada en un lugar y tiempo determinados.
- c) **Error del sistema de navegación (NSE).**- La diferencia entre la posición verdadera y la posición estimada.
- d) **Error técnico de vuelo (FTE).**- Es la precisión con la que se controla la aeronave, la cual puede medirse comparando la posición indicada de la aeronave con el mando indicado o con la posición deseada. No incluye los errores de mal funcionamiento.
- e) **Error total del sistema (TSE).**- La diferencia entre la posición verdadera y la posición deseada. Este error es igual a la suma vectorial del error de definición de trayectoria (PDE), error técnico de vuelo (FTE) y error del sistema de navegación (NSE).
- f) **Navegación de área (RNAV).**- Método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas, o de una combinación de ambos métodos. La navegación de área incluye la navegación basada en el performance así como otras operaciones no contempladas en la definición de navegación basada en el performance.
- g) **Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS).**- Sistema que aumenta y/o integra la información obtenida desde otros elementos GNSS con la información disponible a bordo de la aeronave. La forma más común de un ABAS es la vigilancia autónoma de la integridad de un receptor (RAIM).
- h) **Sistema de navegación como medio primario.**- Sistema de navegación aprobado para una determinada operación o fase de vuelo, debiendo satisfacer los requisitos de precisión e integridad, sin necesidad de cumplir las condiciones de plena disponibilidad y continuidad en el servicio. La seguridad se garantiza limitando los vuelos a periodos especificados de tiempo y mediante el establecimiento de los procedimientos restrictivos oportunos.
- i) **Sistema de navegación como medio suplementario.**- Sistema de navegación que debe utilizarse conjuntamente con un sistema de navegación considerado como Medio Único debiendo satisfacer los requisitos de precisión y de integridad, sin necesidad de cumplir las condiciones de disponibilidad y continuidad.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 3 de 25

- j) **Sistema de navegación como medio único.-** Sistema de navegación aprobado para determinada operación o fase de vuelo, debiendo permitir a la aeronave satisfacer los cuatro requisitos de prestación del sistema de navegación: precisión, integridad, disponibilidad y continuidad de servicio.
- k) **Sistema de navegación GNSS autónomo (Stand Alone GNSS).-** Sistema de navegación basado en GNSS que no está conectado con ningún otro sistema o sensor de navegación.
- l) **Sistema mundial de determinación de la posición (GPS).-** El sistema de navegación mundial por satélite (GNSS) de los Estados Unidos, es un sistema de radio navegación basado en satélites que utiliza mediciones de distancia precisas para determinar la posición, velocidad y la hora en cualquier parte del mundo. El GPS está compuesto de tres elementos: espacial, de control y de usuario. El elemento espacial nominalmente está formado de al menos 24 satélites en 6 planos de órbita. El elemento de control consiste de 5 estaciones de monitoreo, 3 antenas en tierra y una estación principal de control. El elemento de usuario consiste de antenas y receptores que proveen posición, velocidad y hora precisa al usuario.
- m) **Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).-** Término genérico utilizado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para definir cualquier sistema de alcance global de determinación de la posición, la velocidad y de la hora, que comprende una o más constelaciones principales de satélites, tales como el GPS y el sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS), receptores de aeronaves y varios sistemas de vigilancia de la integridad, incluyendo los sistemas de aumentación basados en la aeronave (ABAS), los sistemas de aumentación basados en satélites (SBAS), tales como el sistema de aumentación de área amplia (WAAS) y los sistemas de aumentación basados en tierra (GBAS), tales como el sistema de aumentación de área local (LAAS). La información de distancia será provista, por lo menos en un futuro inmediato, por el GPS y GLONASS.
- n) **Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM).-** Técnica utilizada dentro de un receptor/procesador GNSS para determinar la integridad de sus señales de navegación, utilizando únicamente señales GNSS o bien señales GNSS mejoradas con datos de altitud barométrica. Esta determinación se logra a través de una verificación de coherencia entre medidas de pseudodistancias redundantes. Al menos se requiere un satélite adicional disponible



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 4 de 25

respecto al número de satélites que se necesitan para obtener la solución de navegación.

### 3.2. ABREVIATURAS.

**ABAS** Airborne Based Augmentation System

**ADF** Automatic Direction Finder

**ADS** Automatic Dependent Surveillance

**AFM** Airplane Flight Manual

**CDI** Course Deviation Indicator

**DOP** Dilution of Precision

**FAA** Federal Aviation Administration

**FDE** Fault Detection and Exclusion

**FTE** Flight Technical Error

**GNSS** Sistema Global de Navegación por satélite

**GPS** Global Position System

**HSI** Horizontal Situation Indicator

**IFR** Instrument Flight Rules

**LODA** Letter of Design Approval

**NOAA** National Oceanic and Atmospheric Administration

**NOTAM** Notice to Airmen

**NSE** Navigation System Error

**PDE** Path Definition Error

**PBN** Performance Based Navigation

**RAC** Reglamentos Aeronáuticos de Colombia

**RAIM** Receiver Autonomous Integrity Monitoring

**RNAV** Area Navigation

**SA** Selective Availability

**SBAS** Satellite Based Augmentation System

**TCAS** Traffic Collision Avoidance System

**TSE** Total System Error

**WAAS** Wide Area Augmentation System



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 5 de 25

#### 4. ANTECEDENTES

Anteriormente se tenía la función Disponibilidad Selectiva (SA) que actuaba sobre la información que enviaban los satélites en el mensaje, modificando los parámetros orbitales y el estado de los relojes. Con la disponibilidad selectiva activa las precisiones alcanzables eran de 15 a 100 metros. Se desactivó el 1º de mayo de 2000, quedando el sistema GPS a libre disposición, sin distorsiones intencionadas de las señales.

La Disponibilidad Selectiva (SA), consistía en alterar intencionalmente la señal de los satélites para controlar el uso civil del sistema. Era aplicado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos a la señal GPS, sometido a los relojes del satélite a un proceso conocido como “dithering” (dispersión), que altera ligeramente el tiempo. Y alterando la transmisión de las efemérides (o la trayectoria que seguirá el satélite). El factor SA afectaba a los usuarios civiles que utilizaban un solo receptor GPS para obtener una posición absoluta. Con la desactivación de la SA se inició el uso del GPS como medio primario de Navegación para la aviación civil.

En Colombia hasta el año 2009 solo se contemplaba el uso del GNSS como medio suplementario de Navegación. Con la publicación de la AIC C-09 del 19 de noviembre del 2009 se da la posibilidad del uso del GNSS como medio primario de navegación, siempre y cuando el operador realice el proceso de aprobación ante la Secretaría de Seguridad Aérea. Con la implementación del PBN, ya se han publicado varios procedimientos y rutas basados en GNSS.

#### 5. REGULACIONES RELACIONADAS

- a. Reglamentos Aeronáuticos de Colombia Parte Cuarta Numerales 4.2.2.3, 4.5.6.29 y 4.6.3.12.
- b. Reglamentos Aeronáuticos de Colombia Parte Sexta Numerales 6.10.3 literal a), b) y d).
- c. Reglamentos Aeronáuticos de Colombia Parte Décimo Quinta Numerales 15.5.1.1.1, 15.5.3.5 y 15.8.1.2.1.

#### 6. OTRAS REFERENCIAS

- Documento AIC vigente 2009 - C09 – Uso del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) en Colombia.
- Circular Informativa CA-91-002 Guía para la Aprobación de la Operación RNAV 5 de Acuerdo con el Concepto PBN (Apéndice 2 –



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 6 de 25

Programa de instrucción sobre el GPS como Medio Primario de Navegación).

- Documento de la OACI 9613 – Navegación Basada en el Performance.
- Documento de la OACI 8168 Vol. I – Procedimientos para los servicios de navegación aérea (Capítulo 3 – Información General del GNSS Básico).
- FAA Advisory Circular AC 20-138D Airworthiness Approval of Positioning and Navigation Systems.

## 7. MATERIA

### 7.1. CONSIDERACIONES GENERALES

**RNAV 10** – Esta especificación de Navegación es para espacio aéreo oceánico y remoto continental. Se requieren mínimo 2 receptores GNSS.

**RNAV 5** – Esta especificación de Navegación es para espacio aéreo continental. Se requiere 1 receptor GNSS.

**RNAV 1 y 2** – Esta especificación de Navegación es para llegadas y salidas normalizadas. Se requiere 1 receptor GNSS.

**RNP APCH** – Esta especificación de Navegación es para aproximaciones de no precisión. Se requiere 1 receptor GNSS.

**RNP AR APCH** – Esta especificación de Navegación es para aproximaciones con requisitos más críticos. Se requieren 2 receptores GNSS y 2 FMS.

**DOC 8168** – Especificaciones del receptor GNSS básico.

### 7.2. APROBACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD

#### A) GNSS como medio primario de navegación

Se debe realizar la aplicación a través de un TAR aprobado por la UAEAC, con la categoría de Radio y Navegación.

Se establece el uso del Sistema GNSS como medio primario de navegación para vuelos IFR en aquellas zonas geográficas en las que no se dispone de cobertura de las Radioayudas (VOR, VOR/DME, NDB), en las rutas de navegación de área publicadas (RNAV).



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 7 de 25

#### B) Especificaciones del receptor del GNSS básico

1. El término “receptor del GNSS básico” se introdujo para describir la primera generación de receptores del GNSS que satisfacen como mínimo las normas RTCA DO 208, SC-181 y JAA TGL 3, y las normas de certificación IFR equivalentes, por ejemplo las Ordenes Técnicas Estándar que se enumeran en el ítem C de este numeral. En estos documentos se especifica la norma de performance mínima que deben satisfacer los receptores del GNSS para cumplir con los procedimientos en ruta, de área terminal y de aproximación que no es de precisión elaborado específicamente para el GNSS.
2. El requisito principal de estas normas es que el receptor del GNSS tenga incorporada las siguientes funciones:
  - a) rutinas de vigilancia de la integridad, por ejemplo, vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM);
  - b) anticipación del viraje; y
  - c) capacidad para recuperar procedimientos recuperados desde la base de datos de navegación electrónica de lectura

#### C) Ordenes Técnicas Estándar

La aeronave debe estar equipada con uno o más receptores capaces de recibir señales GPS y certificados para uso IFR bajo las siguientes Ordenes Técnicas Estándar de la Federal Aviation Administration (FAA):

1. **TSO - C129a-** Equipos de vuelo suplementarios de navegación usando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
2. **TSO – C145d.-** Sensores de navegación de vuelo utilizando el sistema de posicionamiento global (GPS) mejorada con el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).
3. **TSO – C146d.-** Equipos de vuelo autónomo de navegación utilizando el sistema de posicionamiento global (GPS) mejorada con el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).
4. **TSO – 196b.-** Sensores suplementarios de vuelo de navegación para los equipos con sistemas de posicionamiento global (GPS) basado en la aumentación de la aeronave.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 8 de 25

#### D) instalación

Si la Instalación constituye una alteración mayor de la Aeronave, se deberá cumplir con lo establecido en los RAC, 4.1.10 y tener datos aprobados por la UAEAC para su Instalación. Si la alteración se determina como menor, el proceso se manejará con el Inspector de Mantenimiento Principal -PMI del TAR.

El equipo debe ser instalado de acuerdo con las instrucciones y limitaciones establecidas por el fabricante. La aprobación de aeronavegabilidad tendrá en cuenta los requerimientos específicos regulatorios.

Las instalaciones de los equipos deben ser efectuadas por talleres con la capacidad demostrada y aprobados por la Autoridad Aeronáutica. Cables de doble blindaje se deben utilizar para evitar interferencia de acoplamiento en el cable, entre otros requisitos.

#### E) Consideraciones Generales sobre Factores Humanos

##### a. Acceso a los controles

1. Los controles instalados para la operación en vuelo deben ser fácilmente accesibles a la tripulación desde el sitio de operación. La operación del equipo debe ser realizable con una sola mano. Los controles deben ser fácilmente identificados y su uso no debe obstruir la visibilidad de las pantallas pertinentes.
2. El equipo debe estar diseñado de modo que los controles a ser utilizados durante el vuelo no se puedan operar en una posición, combinación, o secuencia que resulte en condición peligrosa para la seguridad del vuelo ni afecte la confiabilidad del equipo.
3. Los controles deben proveer retroalimentación (táctil, visual) cuando son operados.
4. La sensibilidad para operar los controles debe ser la apropiada para su función. Alta sensibilidad puede provocar operaciones no deseadas, mientras que baja sensibilidad puede impedir realizar la operación de manera ágil.
5. Los controles deben ser protegidos de una activación inadvertida. Se pueden usar medios aceptables por la autoridad para evitar esta activación de manera involuntaria.
6. La función para cada control debe indicarse, a no ser que sea obvia. Los pilotos deberán ser capaces de determinar con rapidez y precisión la función del control con una experiencia mínima o entrenamiento. Si un



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 9 de 25

control se puede utilizar para múltiples funciones, se deben distinguir fácilmente las funciones en uso de las inactivas.

7. El Uso de dos o más controles simultáneamente (por ejemplo, oprimir dos controles a la vez) en vuelo no debe ser obligatorio para funciones esenciales.
8. Los controles que no requieren ajuste por la tripulación de vuelo (por ejemplo, las funciones de mantenimiento), no deben ser de fácil acceso a la tripulación de vuelo.
9. Los controles y sus etiquetas deben ser identificables en cualquier condición de luz ambiente de día y de noche.
10. Los Identificadores de control y otra información no deben ser obstruidos por los dispositivos de control de entrada.

#### b. Visibilidad de la pantalla

1. Cada elemento de la pantalla, que se utiliza como un instrumento de vuelo primario, debe estar ubicado en un lugar claramente visible para el piloto con la menor desviación posible de su posición normal cuando mira hacia adelante siguiendo la trayectoria de vuelo.

Nota: El error técnico de vuelo (FTE) puede ser reducido cuando la información numérica en pantalla está integrada con la no numérica y está ubicada en el campo primario de visión del piloto.

2. Todos los miembros de la tripulación deben tener una adecuada visibilidad de los datos mostrados desde su posición en vuelo.
3. La conexión a pantallas externas (CDI, HSI, mapa en movimiento, etc.) deben ser consistentes con las instrucciones de la instalación del equipo.
4. La desviación horizontal y vertical, los anuncios de fallo deben estar ubicados dentro del campo de visión primario del piloto, ya que puede requerir una acción inmediata de la tripulación.
5. El cumplimiento de las limitaciones descritas en las instrucciones de instalación de equipos para la legibilidad de la pantalla debe ser verificado.

#### c. Condiciones de Iluminación



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 10 de 25

1. Todas las pantallas, controles y anunciadores deben ser fácilmente legibles en todas las condiciones de cabina normales y condiciones esperadas de luz ambiental (total oscuridad, luz solar que se refleja).
2. Las disposiciones de iluminación nocturna deben ser compatibles con otras iluminaciones de la cabina, especialmente si se usan las gafas de visión nocturna.

#### **F) Datos de variación magnética y base de datos a bordo.**

En aviónica se suele convertir referencias de rumbo verdadero a rumbo magnético usando los datos de variación magnética mundial a bordo y algoritmos de software. Los algoritmos convierten los datos en una referencia específica del rumbo magnético para un punto de referencia geográfico. Sin embargo, puesto que los campos magnéticos de la tierra cambian constantemente, las bases de datos de variación magnética necesitan actualizaciones periódicas para proporcionar referencias precisas del rumbo magnético. La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) ofrece un programa de Modelamiento Magnético disponible en: <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag/geomag.shtml>

Este producto es una fuente aceptable para la actualización de una base de datos de la variación magnética en una aeronave. NOAA actualiza el modelo en un ciclo de cinco años, y la base de datos de la variación magnética debe ser actualizada en consecuencia con este ciclo.

**Nota:** si la base de datos de la variación magnética no se mantiene al día, los sistemas de navegación ya no son válidos para operaciones en condiciones IFR. La falta de actualización de la base de datos puede inducir un error del rumbo magnético que puede resultar en desviación de la zona de protección del terreno prevista en los procedimientos por instrumentos y diseños de rutas.

Los fabricantes de los equipos deben definir los requisitos de aeronavegabilidad continuada para actualizar la base de datos de la variación magnética y, si aplica, los algoritmos de conversión o hardware si las actualizaciones periódicas están disponibles. Este requisito también debe definir los procedimientos necesarios de mantenimiento para actualizar la base de datos a bordo de la variación magnética de su aviónica.

#### **G) Base de Datos de Navegación.**

Para todos los equipos GNSS sensor/navegador, la base de datos de navegación es un componente esencial. Las directrices relativas a la base de datos de navegación se pueden encontrar en la Circular de Asesoramiento de la FAA AC 20-153 (última revisión). Se debe prestar especial atención a la especificación de los



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 11 de 25

requisitos de calidad de datos como se describe en el apéndice B, del documento RTCA/DO-200A.

#### H) Clasificación de Fallas

Desde la ruta hasta la aproximación de precisión Categoría I, la pérdida de la función de navegación se considera como una condición de falla mayor (ver Circulares de Asesoramiento de la FAA AC 25.1309-1, AC 23.1309-1, AC 27-1, o AC 29-2 según corresponda). Otros sistemas de navegación de la aeronave deben ser considerados cuando se pierde la función de navegación GNSS, que podría ser mayor (cuando no hay otros sistemas de navegación) o menor (cuando hay otros sistemas de navegación). Se considera que un dato de navegación es desorientador cuando existe un error de posición no anunciado. Para procedimientos en ruta, terminal, LNAV y aproximaciones LNAV/VNAV que presenten información errónea a la tripulación, se considera que es una condición de falla mayor. Para aproximaciones LP/LPV y GNSS Categoría I, que presenten información errónea a la tripulación, es considerada como una condición de falla peligrosa. Estas clasificaciones de falla se muestran en la siguiente tabla:

	Guía Vertical	Ruta/ Área Terminal/ Aproximación de No Precisión (LNAV o RNP 0.3)	Aproximación de no Precisión con guía Vertical (LNAV/VNAV)	Aproximación LP/LPV	Aproximación de Precisión GNSS (Categoría I)
Perdida de Navegación	Sin Efecto	Mayor	Mayor	Mayor	Mayor
Información Engañosa	Menor	Mayor	Mayor	Peligroso	Peligroso

**Tabla 1. Típica Clasificación de Riesgo**

**Nota:** Para valores RNP menores que 0.3, perder la capacidad RNP constituye una pérdida de la navegación.

El solicitante debe realizar una evaluación de seguridad de la instalación de equipos de posicionamiento/navegación para comprobar que los errores de diseño y modos de fallo cumplan con los requisitos de probabilidad de la clase de falla. Las circulares de asesoramiento de la FAA AC 23.1309-1, AC 25.1309-1, AC 27-1, o AC 29-2, constituyen un medio aceptable para demostrar que el hardware cumple con los requisitos de aeronavegabilidad pertinente.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 12 de 25

Cualquier falla probable del equipo posicionamiento/navegación no debe degradar o afectar negativamente al funcionamiento normal y el rendimiento de los otros equipos o crear un peligro para el vuelo. Las interfaces con el equipo de la aeronave deben estar diseñadas normalmente o anormalmente de tal manera que para la operación de los equipos de posición/navegación no debe afectar negativamente el funcionamiento de otros equipos, ni el funcionamiento de otros equipos debe afectar negativamente la operación de equipos posicionamiento / navegación.

#### I) Posicionamiento de la Antena

Típicamente, una antena GNSS está localizada adelante o atrás de las alas en la parte superior del fuselaje.

Las antenas GNSS se deben instalar para proporcionar la más amplia cobertura de los satélites. Las instrucciones de la instalación de la antena deben proporcionar información sobre cómo determinar una posición que minimice el potencial bloqueo de señal por cualquier parte de la aeronave. La interferencia de la estructura de la aeronave (y en algunos casos en las palas de los helicópteros) puede afectar negativamente la operación del equipo GNSS.

La posición de la antena en el fuselaje debe ser optimizada para asegurar que el receptor pueda aprovechar al máximo un ángulo de enmascaramiento de 5° (o menor, si las instrucciones de instalación del receptor definen que el equipo está certificado para un ángulo de enmascaramiento menor). Esto incluye las consideraciones de la posición de la antena con respecto a la interferencia de los componentes y estructuras del fuselaje, los motores, o de otras antenas con la aeronave en posición recta y nivelada. Así mismo la antena no debe ser afectada por las maniobras típicas de la aeronave.

Las antenas deben estar alejadas como sea posible de los gases de escape del motor. Para la instalación en helicópteros, los efectos de las palas del rotor en el performance de la antena debe ser considerado. Un método posible para ayudar a determinar la posición óptima es fijar la antena temporalmente en varios sitios y comprobar la intensidad de la señal. Este método no exime la necesidad de realizar vuelos de chequeo funcional para asegurar que la posición de la antena es adecuada.

Es recomendable minimizar la longitud del cable entre la antena y el receptor para reducir la pérdida de señal. Así mismo la antena se debe instalar lo más cerca posible de la línea central, es decir simétricamente en la estructura del fuselaje para que no afecte el patrón de ganancia.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 13 de 25

Para la instalación de varios sensores, se debe reducir la probabilidad de que un solo rayo afecte a todos los sensores (por ejemplo, separar las antenas en lo posible).

#### J) Protección anti-hielo

Si la aeronave está aprobada para volar en condiciones de hielo conocidas, la antena no debe ser susceptible a la acumulación de hielo. Si hay efectos de la acumulación de hielo en la antena, estos se pueden encontrar en el manual de instalación del equipo. Ver las últimas revisiones de las Circulares de Asesoramiento de la FAA: AC 23.1419-2, AC 25.1419-1, AC 27.1419 y AC 29.1419 según sea aplicable.

#### K) Reutilización o remplazo de la antena GNSS

- a. No hay posibilidades de reutilización o remplazo para antenas certificadas bajo la TSO-C129/C129a como parte del receptor TSOA/LODA. Para las combinaciones receptor/antena certificados por este método para utilizar un diseño de la antena diferente se considera un cambio de diseño mayor que invalida TSOA/LODA original.
- b. Para un receptor TSO-C129/C129a, es posible remplazar la antena original si la antena se ha certificado TSO por separado. En este caso, una antena TSO-C190, o antenas aprobadas bajo la TSO-C144 (AR), se puede usar como remplazo para cualquier clase de receptor TSO-C129/C129a.
- c. Para los receptores TSO-C196 (AR) es posible reutilizar o reemplazar tanto las antenas "activas" como las "pasivas" aprobadas bajo la TSO-C144 (AR). La antena TSO-C190 también se puede utilizar.
- d. Los estándares para equipos certificados bajo el TSO C145a/C146a permite el uso de antenas pasivas y activas TSO C144. Sin embargo se recomienda remplazar la antena original por una certificada TSO C190.
- e. En todos los casos, una aprobación TSO no garantiza la compatibilidad de instalación de la antena/receptor. La compatibilidad de la instalación debe ser establecida por el fabricante de la antena o del receptor y documentado en las instrucciones de instalación aprobadas.



**CIRCULAR INFORMATIVA**

**USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN**

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 14 de 25

Antenna Type	Receiver Type	TSO-C129/C129a Combined Rec/Ant	TSO-C129/C129a All Classes	TSO-C196(AR) GPS	TSO-C145a/C146a All Classes	TSO-C145b/C146b/ C145c/C146c Opn'l Class 1	TSO-C145b/C146b/ C145c/C146c Opn'l Class 2,3,4
TSO-C144(AR) Passive		X	X	X	X		
TSO-C144 Active		X	X	X	X		See Note
TSO-C190		X	X	X	X		X
TSO-C129 TSOA Antenna/Receiver Combination	X						

**Tabla 2. Antenas Estándares Aceptables**

**Nota:** una antena activa TSO C144 puede ser aceptable para un equipo TSO C145/C146 clases 2,3 y 4 como receptor si el fabricante de la antena lo especifica de acuerdo al RTCA/DO229D parágrafo 2.1.1.10.

**7.3. APROBACIÓN OPERACIONAL**

La aprobación de aeronavegabilidad por sí sola no autoriza a un solicitante o explotador a usar el GNSS como medio primario de navegación. Además de la aprobación de aeronavegabilidad, el solicitante o explotador debe obtener una aprobación operacional para confirmar la adecuación de los procedimientos normales y de contingencia respecto a la instalación del equipo particular.

Para explotadores de aviación general, la evaluación de una solicitud para una aprobación operacional es realizada por el Estado de matrícula de acuerdo con el anexo 6 de la OACI.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 15 de 25

#### 7.4. PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

El explotador y las tripulaciones de vuelo se familiarizarán con los siguientes procedimientos de operación y de contingencia asociados con las operaciones del GNSS como medio primario de navegación.

##### a) Planificación pre-vuelo

- 1) Los explotadores y pilotos que prevean realizar operaciones con el GNSS como medio primario de navegación deben llenar las casillas apropiadas del plan de vuelo OACI.
- 2) La base de datos de navegación de a bordo debe estar vigente y ser la apropiada para la región de operación proyectada e incluirá las Radioayudas, WPTs, y los códigos pertinentes de las rutas ATS para las salidas, llegadas y aeródromos de alternativa.

*Nota.- Se espera que la base de datos de navegación se encuentre actualizada durante la operación. Si el ciclo AIRAC vence durante el vuelo, los explotadores y pilotos deberán establecer procedimientos para asegurar la precisión de los datos de navegación, incluyendo la adecuación de las instalaciones de navegación utilizadas para definir las rutas y procedimientos para el vuelo. Normalmente, esto se realiza verificando los datos electrónicos versus los documentos en papel. Un medio aceptable de cumplimiento es comparar las cartas aeronáuticas (nuevas y antiguas) para verificar los puntos de referencia de navegación antes del despacho. Si una carta enmendada es publicada para el procedimiento, la base de datos no debe ser utilizada para conducir la operación.*

- 3) La disponibilidad de la infraestructura de las ayudas a la navegación requeridas para las rutas proyectadas, incluyendo cualquier contingencia no GNSS, debe ser confirmada para el período de operaciones previstas, utilizando toda la información disponible. Debido a que el Anexo 10 Volumen I requiere integridad en el GNSS (RAIM o ABAS), también se debe disponer de información de disponibilidad de RAIM.
- 4) Disponibilidad del RAIM (ABAS)
  - (i) Los niveles RAIM requeridos para las operaciones GNSS pueden ser verificados, ya sea, mediante NOTAMs (cuando están disponibles) o a través de servicios de predicción. Los explotadores deben familiarizarse con la información de predicción disponible para la ruta prevista.
  - (ii) La predicción RAIM disponible debe tomar en cuenta los últimos NOTAMs utilizables y el modelo de aviónica (sí está disponible).
  - (iii) En el evento que se pronostique una continua pérdida del nivel apropiado de detección de falla por más de cinco (5) minutos para cualquier parte de la operación GNSS, el plan de vuelo deberá ser revisado (p. ej., demorando la salida o planificando un procedimiento de salida diferente).



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 16 de 25

- (iv) El software de predicción de la disponibilidad RAIM no garantiza el servicio. Este software es más bien una herramienta de evaluación de la capacidad esperada para satisfacer la performance de navegación requerida. Debido a fallas no planificadas de algunos elementos GNSS, los pilotos y los ANSP deben comprender que se puede perder la navegación RAIM o GNSS juntas mientras la aeronave está en vuelo, lo que puede requerir reversión a un medio alternativo de navegación. Por lo tanto, los pilotos deben evaluar sus capacidades para navegar (potencialmente a un aeródromo alternativo) en caso de falla de la navegación GNSS.

#### **b) Procedimientos de operación general.**

- 1) El piloto deberá cumplir cualquier instrucción o procedimiento identificado por el fabricante, como sea necesario, para satisfacer los requisitos de performance de esta sección;
- 2) Los explotadores y pilotos no deberán solicitar o presentar en el plan de vuelo GNSS a menos que satisfagan todos los criterios de esta CI. Si una aeronave que no cumple estos criterios recibe una autorización de parte del ATC para conducir un procedimiento GNSS, el piloto deberá notificar al ATC que no puede aceptar la autorización y solicitará instrucciones alternativas;
- 3) Durante la inicialización del sistema, los pilotos deben:
  - (i) Confirmar que la base de datos de navegación esté vigente;
  - (ii) Verificar que la posición de la aeronave ha sido ingresada correctamente;
  - (iii) Verificar la entrada apropiada de la ruta ATC asignada una vez que reciban la autorización inicial y cualquier cambio de ruta subsiguiente; y
  - (iv) Asegurarse que la secuencia de los WPT, representados en su sistema de navegación, coincida con la ruta trazada en las cartas apropiadas y con la ruta asignada.
- 4) Los pilotos no deberán volar un procedimiento SID o STAR RNAV, a menos que ésta pueda ser recuperada por el nombre del procedimiento desde la base de datos de navegación de a bordo y se ajuste al procedimiento de la carta. Sin embargo, la ruta puede ser posteriormente modificada a través de la inserción o eliminación de WPT específicos en respuesta a las autorizaciones del ATC. En los SID y STAR RNAV no se permite la entrada manual o la creación de nuevos WPT mediante la



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 17 de 25

inserción de la latitud y longitud o de los valores rho/theta. Además, los pilotos no deben cambiar ningún tipo de WPT RNAV SID o STAR desde un WPT de paso a un WPT de sobrevuelo o viceversa.

- 5) Las tripulaciones de vuelo deberán verificar el plan de vuelo autorizado comparando las cartas u otros recursos aplicables con las presentaciones textuales del sistema de navegación y presentaciones de mapa de la aeronave, si es aplicable. Si es requerido, se debe confirmar la exclusión de Ayudas a la navegación específicas. No deberá usarse un procedimiento si existen dudas sobre la validez del procedimiento en la base de datos de navegación.

*Nota.- Los pilotos pueden notar una pequeña diferencia entre la información de navegación descrita en la carta y la pantalla de navegación primaria. Diferencias de 3° o menos pueden ser el resultado de la aplicación de la variación magnética al equipo del fabricante y estas son operacionalmente aceptables.*

- 6) Durante el vuelo, cuando sea factible, la tripulación de vuelo debe utilizar la información disponible de Radioayudas para confirmar la razonabilidad de la navegación.
- 7) Los pilotos de las aeronaves con una presentación de desviación lateral deben asegurarse que la escala de desviación lateral es adecuada para la precisión de navegación asociada con la ruta/procedimiento (p. ej., la deflexión a escala total:  $\pm 5$  NM para RNAV 5,  $\pm 1$  NM para RNAV 1).
- 8) Se espera que todos los pilotos mantengan los ejes de ruta, como están representados en los indicadores de desviación lateral de a bordo y/o en la guía de vuelo, durante todas las operaciones GNSS, a menos que sean autorizados a desviarse por el ATC o por condiciones de emergencia. Para operaciones normales, el error/desviación en sentido perpendicular a la derrota de vuelo (la diferencia entre la trayectoria calculada por el sistema RNAV y la posición de la aeronave relativa a la trayectoria) deberá ser limitada a  $\pm \frac{1}{2}$  de la precisión de navegación asociada con la ruta o procedimiento de vuelo (p. ej.,  $\pm 2.5$  NM para RNAV 5 y  $\pm 0.5$  NM para RNAV 1). Se permite desviaciones laterales pequeñas de este requisito (p. ej., pasarse de la trayectoria o quedarse corto de la trayectoria) durante o inmediatamente después de un viraje en ruta/procedimiento, hasta un máximo de 1 vez (1xRNP) la precisión de navegación (p. ej.,  $\pm 1$  NM para RNAV 1).

*Nota.- Algunas aeronaves no presentan o calculan una trayectoria durante virajes. Los pilotos de estas aeronaves pueden no ser capaces de adherirse al requisito de precisión de  $\pm \frac{1}{2}$  durante los virajes en ruta, no obstante se espera que satisfagan los requisitos de interceptación después de los virajes o en los segmentos rectos.*



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 18 de 25

- 9) Si el ATC emite una asignación de rumbo que ubica a la aeronave fuera de la ruta, el piloto no deberá modificar el plan de vuelo en el receptor GPS, hasta que se reciba una nueva autorización que permita a la aeronave retornar a la ruta o el controlador confirma una nueva autorización de ruta. Cuando la aeronave no está en la ruta publicada, los requerimientos de precisión especificados no aplican.
- 10) La selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave puede reducir la habilidad de la aeronave para mantener su derrota deseada y no es recomendada. Los pilotos deberían reconocer que la selección manual de las funciones que limitan el ángulo de inclinación lateral de la aeronave podrían reducir su habilidad para satisfacer las expectativas de trayectoria del ATC, especialmente cuando se realiza virajes con grandes ángulos de inclinación. Esto no debe interpretarse como un requisito para desviarse de los procedimientos del AFM. Se recomienda a los pilotos limitar la selección de tales funciones dentro de procedimientos aceptados.

#### **c) Requerimientos específicos de operación GNSS**

- 1) Antes de iniciar el despegue, el piloto debe verificar que el receptor GNSS de la aeronave está disponible, opera correctamente y que los datos apropiados del aeródromo y pista han sido cargados. Antes del vuelo, los pilotos deben verificar que el sistema de navegación de su aeronave está operando correctamente y que la pista y el procedimiento de salida apropiado (incluyendo cualquier transición en ruta aplicable) han sido ingresados y están adecuadamente representados. Los pilotos que han sido asignados a un procedimiento de salida RNAV y que posteriormente reciben un cambio de pista, procedimiento o transición, deben verificar que se han ingresado los cambios apropiados y que están disponibles para la navegación antes del despegue. Se recomienda una verificación final de la entrada de la pista apropiada y de la representación de la ruta correcta, justo antes del despegue.
- 2) Altitud para conectar el equipo GNSS al modo automático de vuelo.- El piloto debe ser capaz de conectar el equipo GNSS para seguir la guía de vuelo en el modo de navegación lateral RNAV antes de alcanzar 153 m (500 ft) sobre la elevación del aeródromo (AGL). La altitud a la cual inicia la guía RNAV en una ruta dada puede ser más alta (p. ej., ascienda a 304 m (1 000 ft) luego directo a.....)



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 19 de 25

- 3) Cuando los procedimientos de contingencia requieren revertir a una ruta de llegada convencional, la tripulación de vuelo debe completar las preparaciones necesarias antes de comenzar la ruta con el GNSS.
- 4) Las modificaciones de una ruta en el área terminal pueden tomar la forma de rumbos radar o autorizaciones “directo a” (direct to), al respecto, la tripulación de vuelo debe ser capaz de reaccionar a tiempo. Esto puede incluir la inserción de WPT tácticos cargados desde la base de datos. No es permitido que la tripulación de vuelo realice una entrada manual o la modificación de una ruta cargada, utilizando WPT temporales o puntos de referencia no provistos en la base de datos.
- 5) Aunque no se establece un método particular, se deberá observar cualquier restricción de altitud y velocidad.

#### d) Procedimientos de Contingencia

- 1) En caso pérdida de la función RAIM.- La tripulación de vuelo no podrá continuar la navegación con el equipo GPS, a menos que realice verificaciones cruzadas de posición con la información suministrada por las ayudas a la navegación normalizadas de la OACI: VOR, DME y NDB, de tal manera que se confirme la existencia del nivel de precisión requerido. En caso contrario, la tripulación deberá revertir a un medio alternativo de navegación;
- 2) En el evento de una falla (incluyendo la falla de un satélite que impacte en el performance de los sistemas de navegación basados en el GNSS), la tripulación de vuelo deberá revertir a un medio alternativo de navegación.
- 3) En caso de excederse el límite de alarma de integridad.- La tripulación de vuelo deberá revertir a un medio alternativo de navegación.
- 4) Disponibilidad de los equipos de abordaje VOR, DME.- Es obligatorio que estos sistemas estén instalados y se recomienda que estén operativos para asegurar la disponibilidad de medios alternos de navegación en el caso de falla del sistema GNSS. Si se cuenta con MEL, el VOR y DME se podrán diferir pero siempre por la categoría más estricta, teniendo en cuenta la recomendación anterior.
- 5) El explotador deberá contar con los procedimientos de contingencia por escrito en caso de falla del GNSS, siempre teniendo en cuenta las condiciones más severas y para cada fase de vuelo.
- 6) Cualquier incidencia registrada en vuelo deberá ser notificada a la UAEAC en un plazo máximo de setenta y dos (72) horas, salvo causa justificada.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 20 de 25

#### e) Altitud Geométrica del GNSS

La altitud geométrica que proporciona el GNSS no es adecuada para el cumplimiento de los requisitos de tránsito aéreo de control de altitud a nivel internacional. El altímetro barométrico primario se debe utilizar para el cumplimiento de todas las regulaciones y requerimientos de tránsito aéreo de control de altitud. La altitud geométrica del GNSS puede ser utilizada para aumentar la conciencia situacional, pero debe distinguirse claramente de la fuente barométrica. La etiqueta GSL (GNSS Sea Level) puede ser utilizada para indicar altitud GNSS a nivel del mar.

#### 7.5. Programa de Instrucción

El programa de instrucción para tripulantes de vuelo, deberá suministrar suficiente capacitación (p. ej., en dispositivos de instrucción de vuelo, simuladores de vuelo o en aeronaves) sobre el sistema RNAV en la extensión que sea necesaria. El programa de instrucción incluirá los siguientes temas:

##### A) Componentes y principios de operación del sistema GNSS

Comprensión del sistema GNSS y sus principios de operación:

1. Componentes del sistema GNSS: Segmento de control, Segmento de usuario y Segmento espacial.
2. Requisitos de los equipos de la aeronave.
3. Señales de los satélites GNSS y código pseudoaleatorio.
4. Principio de determinación de la posición.
5. El error del reloj del receptor.
6. Función de enmascaramiento.
7. Limitaciones de performance de los distintos tipos de equipos.
8. Sistema de coordenadas WGS 84.

##### B) Requisitos de performance del sistema de navegación

Definir los siguientes términos en relación con el sistema de navegación y evaluar el grado de cumplimiento del sistema GNSS con los requisitos asociados a los siguientes términos:

1. Precisión.
2. Integridad



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 21 de 25

Medios para mejorar la integridad GNSS: RAIM y Detección de fallas y exclusión (FDE).

3. Disponibilidad.
4. Continuidad de servicio.

#### **C) Autorizaciones y documentación**

Requisitos aplicables a los pilotos y a los equipos de navegación para la operación GNSS:

1. Requisitos de instrucción para pilotos.
2. Requisitos de los equipos de las aeronaves.
3. Criterios de certificación y limitaciones del sistema en el AFM.
4. Avisos a los aviadores (NOTAMS) relacionados con GNSS.

#### **D) Errores y limitaciones del sistema GNSS**

La causa y la magnitud de los errores típicos del GNSS:

1. Efemérides.
2. Reloj.
3. Receptor.
4. Atmosféricos/ionosféricos.
5. Multi-reflexión.
6. Disponibilidad Selectiva (SA).
7. Error típico total asociado con el código C/A.
8. Efecto de la dilución de la precisión (DOP) en la posición.
9. Susceptibilidad a las interferencias.
10. Comparación de errores verticales y horizontales.
11. Precisión en el seguimiento de la trayectoria Anticolisión.

#### **E) Factores humanos y GNSS**

Limitaciones en la utilización de equipos GNSS debidas a factores humanos. Procedimientos operativos que suministren protección contra errores de navegación y pérdida conceptual de la situación real debida a las siguientes causas:

1. Errores de modo.
2. Errores en la entrada de datos.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 22 de 25

3. Comprobación y validación de datos incluyendo los procedimientos de comprobación cruzada independientes.
4. Relajación debida a la automatización.
5. Falta de estandarización de los equipos GNSS.
6. Procesamiento de la información por el ser humano y toma de conciencia de la situación.

#### **F) Equipos GNSS – Procedimientos Específicos de Navegación**

Conocimiento sobre los procedimientos operativos apropiados para GNSS en las tareas comunes de navegación para cada tipo específico de equipo en cada tipo de aeronave, que comprenda:

1. Selección del modo apropiado de operación.
2. Repaso de los distintos tipos de información contenidos en la base de datos de navegación.
3. Predicción de la disponibilidad de la función RAIM.
4. Procedimientos para introducir y comprobar los puntos de recorrido definidos por el usuario.
5. Procedimientos para introducir, recuperar y verificar los datos del plan de vuelo.
6. Interpretación de la información típica que aparece en las pantallas de navegación GNSS: LAT/LONG, distancia y rumbo al punto de recorrido, CDI.
7. Interceptación y mantenimiento de las rutas definidas por GNSS.
8. Determinación en vuelo de la velocidad respecto al terreno (GS), hora prevista de llegada (ETA), tiempo y distancia al punto de recorrido.
9. Indicación del sobrevuelo de los puntos de recorrido.
10. Utilización de la función “DIRECT TO” (directo a).
11. Utilización de la función “NEAREST AIRPORT” (aeropuerto más cercano).
12. Uso del GNSS en procedimientos de llegada GNSS o en procedimientos de llegada DME/GNSS.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 23 de 25

#### G) Comprobación del equipo GNSS

Para cada tipo de equipo en todas las aeronaves, se deben llevar a cabo las siguientes comprobaciones operacionales y de puesta en servicio en el momento adecuado:

1. Estado de la constelación.
2. Estado de la función RAIM.
3. Estado de la dilución de la precisión (DOP).
4. Vigencia de la base de datos de las reglas de vuelo por instrumentos (IFR).
5. Operatividad del receptor.
6. Sensibilidad del CDI.
7. Indicación de posición.

#### H) Mensajes y avisos GNSS

Para cada tipo de equipo en todas las aeronaves, frente a los mensajes y avisos GNSS, se deben reconocer y tomar acciones oportunas, incluyendo las siguientes:

1. Pérdida de la función de la RAIM.
2. Navegación en 2D/3D.
3. Modo de navegación a estima.
4. Base de datos no actualizada.
5. Pérdida de la base de datos.
6. Falla de equipo GNSS.
7. Falla de la entrada de datos barométricos.
8. Falla de la energía.
9. Desplazamiento en paralelo prolongado.
10. Falla del satélite.

## 8. VIGENCIA

La presente CI se encuentra en revisión Original y entra en vigencia a partir del 13 de Abril de 2015, y no cambia o modifica ninguna CI anterior.



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033


Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

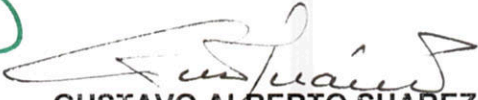
Página: 24 de 25

#### 9. CONTACTO PARA MAYOR INFORMACIÓN

Para cualquier consulta técnica adicional con respecto a esta Circular Informativa, dirigirse a la Secretaria de Seguridad Aérea de la U.A.E.A.C. Fax (57-1) 2662029 o al correo [juan.hernandez@aerocivil.gov.co](mailto:juan.hernandez@aerocivil.gov.co)




**FREDDY AUGUSTO BONILLA**  
SECRETARIO DE SEGURIDAD AÉREA



**GUSTAVO ALBERTO SUÁREZ**  
DIRECTOR ESTANDARES DE VUELO

Proyectó: Ing. O. Hernández - Grupo Inspección de Aeronavegabilidad 

Revisó: Fray Erney Herreño - Jefe Grupo Inspección de Aeronavegabilidad 



## CIRCULAR INFORMATIVA

### USO DEL GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACIÓN

Clave: CI-5103-082-033

Revisión: 01

Fecha: 13 Abr 2015

Página: 25 de 25

#### APÉNDICE 1 PROCESO DE APROBACIÓN GNSS COMO MEDIO PRIMARIO DE NAVEGACION

- a) El proceso de aprobación del GNSS como medio primario de navegación está dividido en dos tipos de aprobaciones: la de aeronavegabilidad y la operacional; aunque las dos tienen requisitos diferentes, éstas deben ser consideradas bajo un solo proceso.
- b) Este proceso constituye un método ordenado, el cual es utilizado por la UAEAC para asegurar que los solicitantes cumplan con los requisitos establecidos.
- c) Las fases del proceso de aprobación son:
  - (i) Fase uno: Pre-solicitud
  - (ii) Fase dos: Solicitud formal
  - (iii) Fase tres: Análisis de la documentación
  - (iv) Fase cuatro: Inspección y demostración
  - (v) Fase cinco: Aprobación
- d) Fase uno - Pre-solicitud. La Secretaría de Seguridad Aérea de la UAEAC efectuará una reunión con el aplicante (reunión de pre-solicitud), en la cual se le informa de todos los requisitos a ser cumplidos durante el proceso de aprobación.
- e) Fase dos - Solicitud formal. El aplicante presenta la solicitud formal, acompañada de toda la documentación pertinente, según lo establecido en esta CI.
- f) Fase tres - Análisis de la documentación. La Secretaría de Seguridad Aérea de la UAEAC, evalúa toda la documentación y el sistema de navegación para determinar su admisibilidad y que método de aprobación ha de seguirse con respecto a la aeronave. Como resultado de este análisis y evaluación la Secretaría de Seguridad Aérea de la UAEAC puede aceptar o rechazar la solicitud formal junto con la documentación.
- g) Fase cuatro - Inspección y demostración. El explotador llevará cabo el programa de instrucción y deberá demostrar las capacidades suficientes en las Áreas de Aeronavegabilidad y Operaciones para utilización de estos dispositivos con un Nivel Aceptable de Seguridad Operacional.
- h) Fase cinco – Aprobación.

Para Aeronaves de Aviación General la Secretaría de Seguridad Aérea de la UAEAC emite una carta de autorización (LOA) una vez que el aplicante ha completado los requisitos de aeronavegabilidad y de operaciones.

Para Operadores Comerciales se debe incluir esta Autorización en las Especificaciones de Operación del Operador.

**APÉNDICE B**

**USO DEL ADS-B**

***(AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE-BROADCAST)***

**ASPECTOS TÉCNICOS Y VENTAJAS DEL SISTEMA**

**SECRETARÍA DE SEGURIDAD AÉREA**

**UAEAC - COLOMBIA**



**AERONÁUTICA CIVIL**  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

# SECRETARÍA DE SEGURIDAD AÉREA

Automatic Dependent Surveillance – Broadcast

ADS-B

# AGENDA

1. Introducción por parte del Secretario de Seguridad Aérea.
  2. Explicación técnica del Sistema ADS-B
  3. Regulaciones en otros Estados y Recomendaciones OACI.
  4. Propuesta de Regulación en Colombia
  5. Preguntas.
-

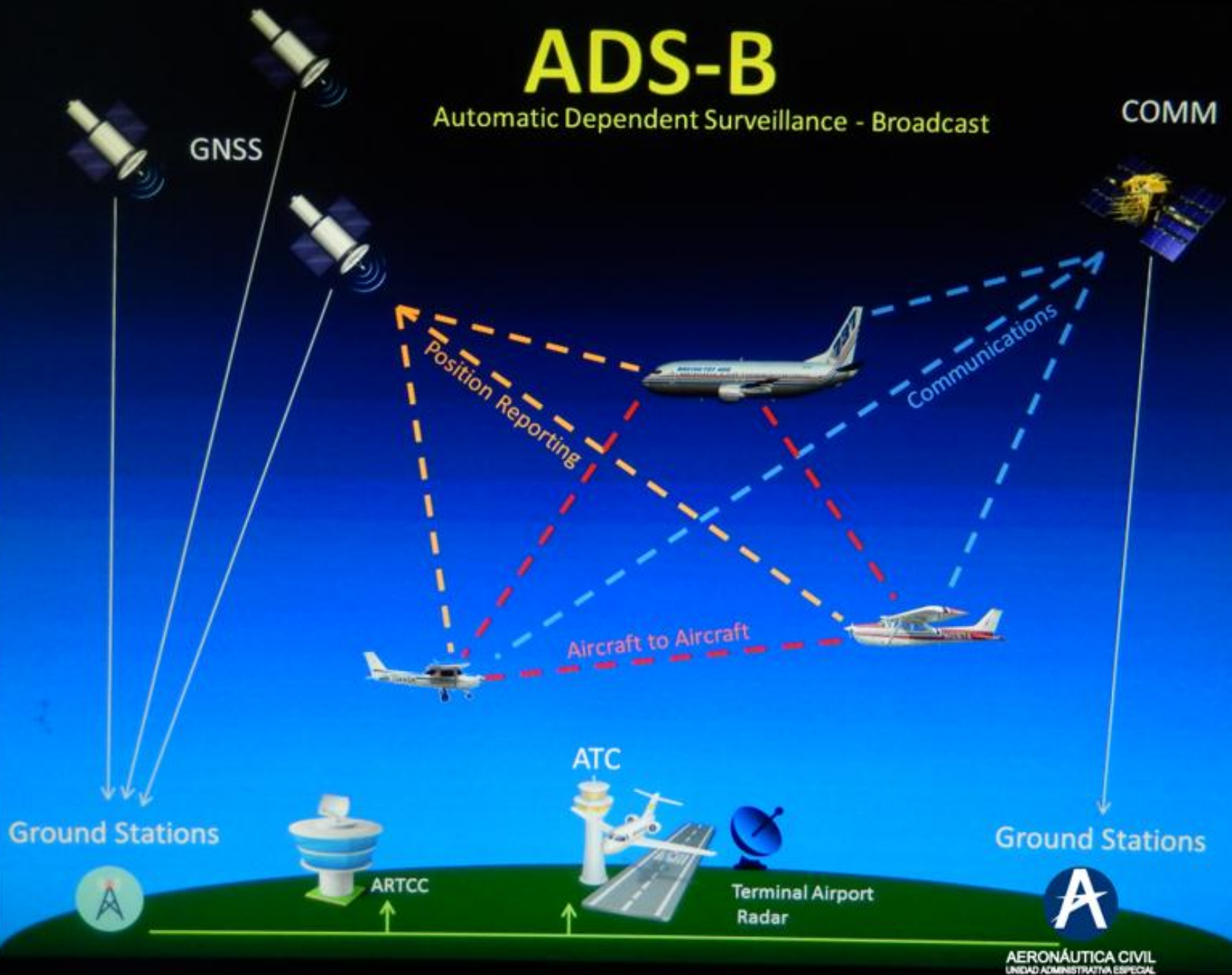
# OBJETIVO

Informar a la comunidad aeronáutica sobre el plan de implementación de esta nueva tecnología para la vigilancia aérea ADS-B como complemento a la Navegación Basada en el Performance y concertar la regulación al respecto.

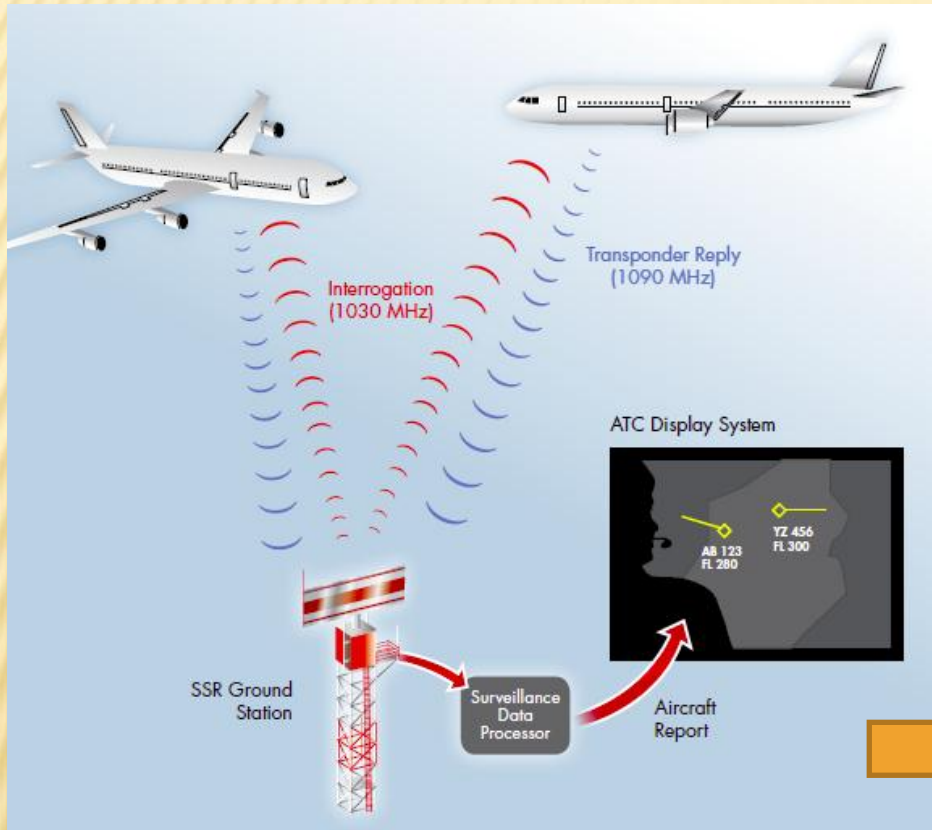
---

# ADS-B

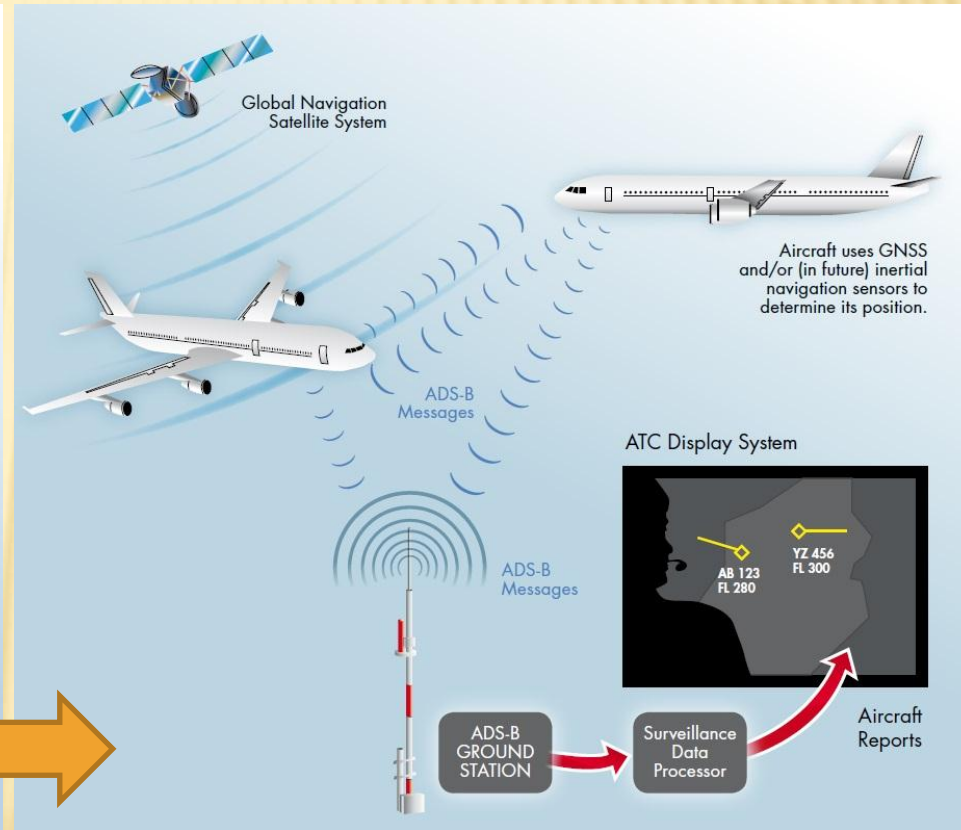
Automatic Dependent Surveillance - Broadcast



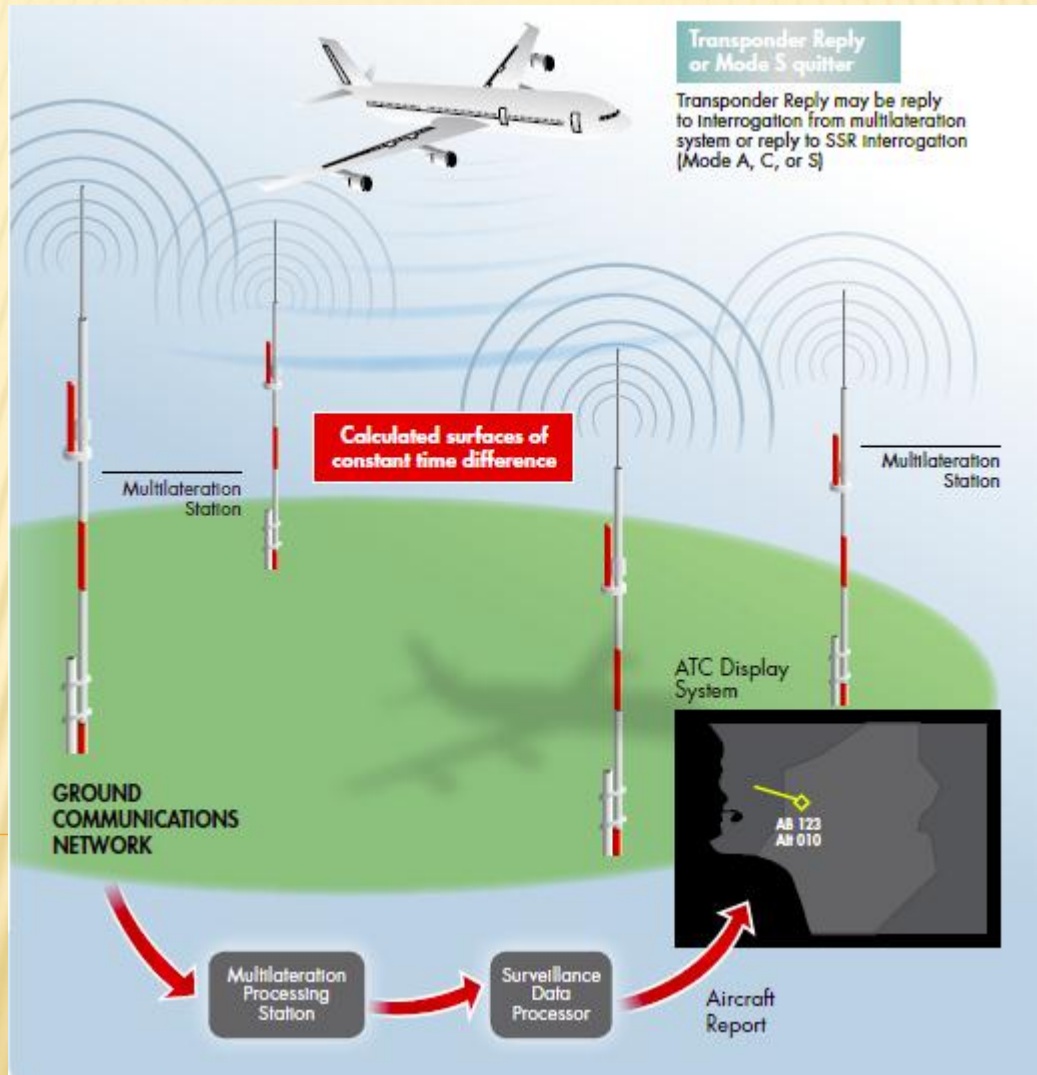
# RADAR SECUNDARIO



# ADS-B



# MLAT



# ESTADO ACTUAL EN COLOMBIA

De acuerdo con datos suministrados por la Dirección de Telecomunicaciones, la Aeronáutica Civil ha instalado las siguientes estaciones ADS-B:

ESTACIONES ADS-B				
NÚMERO	UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	FECHA INSTALACIÓN	FECHA EN SERVICIO (EN PRUEBA)
1	Cerro Kennedy	Magdalena	31/10/2014	15/03/2015
2	Montería	Córdoba	31/10/2014	15/03/2015
3	San Andrés Isla	San Andrés & Providencia	31/10/2014	15/03/2015
4	Barranquilla	Atlántico	31/10/2014	15/03/2015
5	Tumaco	Nariño	31/11/2014	16/02/2015

# ESTADO ACTUAL EN COLOMBIA

Y a Noviembre de este año proyecta tener las siguientes estaciones ADS-B:

ESTACIONES ADS-B				
NÚMERO	UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	FECHA INSTALACIÓN	FECHA EN SERVICIO (EN PRUEBA)
6	Santa Ana	Cauca	19/03/2015	30/03/2015
7	Tasajero	Norte de Santander	26/03/2015	30/03/2015
8	Villavicencio <sup>1</sup>	Meta	30/03/2015	30/03/2015
9	Santa Helena	Antioquia	2/04/2015	3/04/2015
10	Carimagua	Casanare	9/04/2015	10/04/2015
11	Araracuara	Caquetá	19/04/2015	20/04/2015
12	Manjuí	Cundinamarca	31/10/2015	1/11/2015
13	Leticia	Amazonas	31/10/2015	1/11/2015



# QUÉ ES EL ADS-B

**A – Automatic:** Los mensajes son enviados periódicamente sin interrogación (a diferencia del transponder).

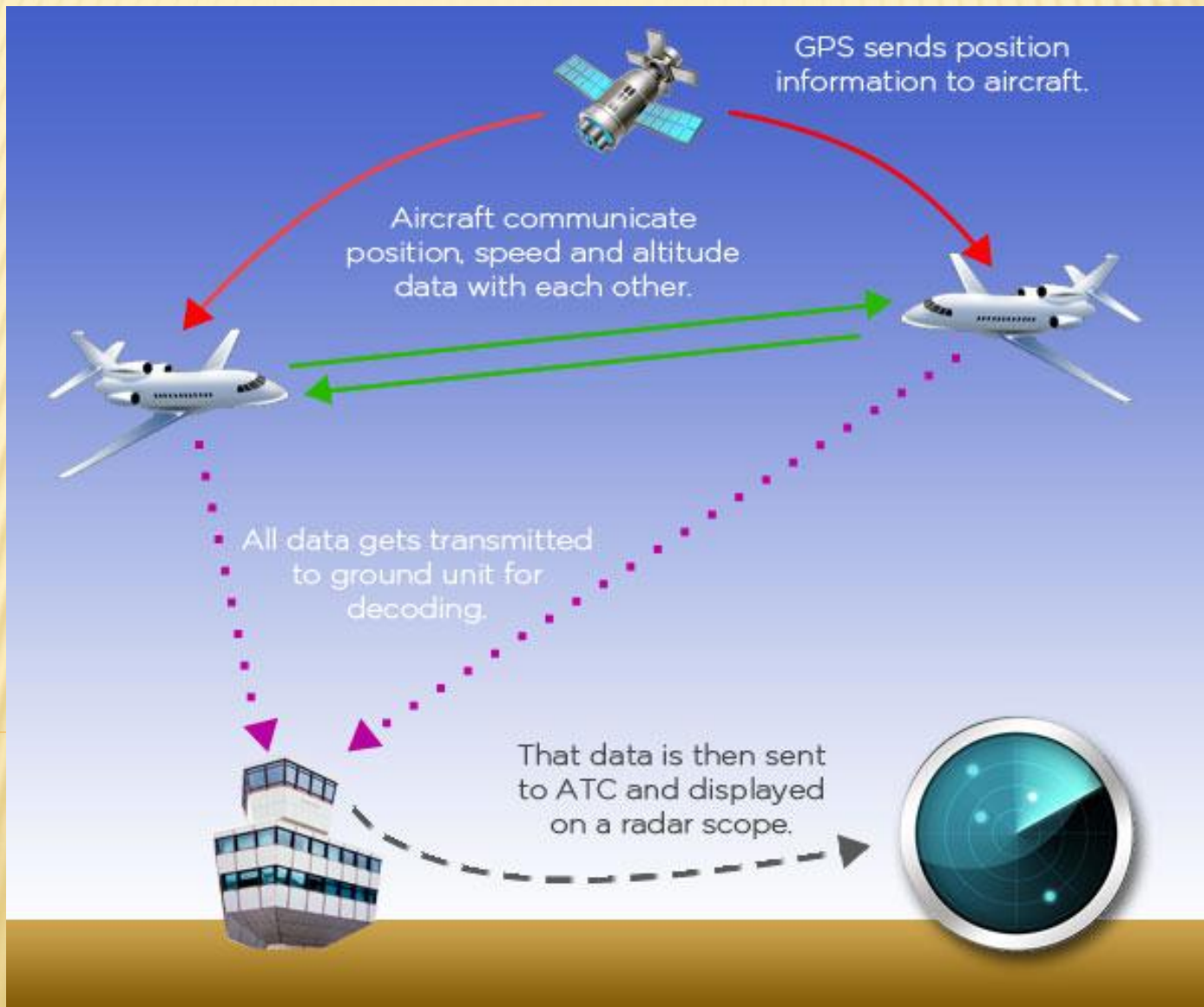
**D – Dependent :** La información depende de otros sistemas a bordo, principalmente del GNSS.

**S – Surveillance:** La información es usada con fines de vigilancia

**B – Broadcast:** La información es transmitida a todas las aeronaves y estaciones en tierra ADS-B, no a una aeronave específica.

---

# CÓMO FUNCIONA EL ADS-B?



# PROTOSCOLOS DE TRANSMISI3N

1. 1090 MHz Modo S Extended Squitter (1090 ES): Es el m3todo m3s ampliamente usado en la transmisi3n de datos ADS-B. Equipos de avi3nica [TSO-C166b](#)
2. Universal Access Transceiver (UAT 978 Mhz): Este m3todo de transmisi3n fue seleccionado por la FAA para la Aviaci3n General. Soporta el FIS-B y TIS-B. Equipos de avi3nica TSO-C154c
3. VDL 4: Este m3todo hace parte del CPDLC y solo est3 implementado en la zona Escandinava de Europa.

# ADS-B OUT Y ADS-B IN



# ADS-C

La aeronave igualmente usa el GNSS para determinar su posición. El Centro ATC establece un contrato con la aeronave solicitando la información de posición en intervalos periódicos. La información se transmite por el ATSU o ACARS.

Es utilizado especialmente en áreas oceánicas. Su uso es obligatorio para RNP 4.



# REGLAMENTACIÓN EN OTROS ESTADOS

## CASA de Australia:



A partir del 12 de Diciembre de 2013 para la operación sobre FL290, las aeronaves deben estar equipadas con ADS-B OUT 1090 ES.

A partir del 6 de Enero de 2017 para ingresar al espacio aéreo de Australia las aeronaves deben estar equipadas con ADS-B OUT 1090 ES.

# REGLAMENTACIÓN EN OTROS ESTADOS



Federal Aviation  
Administration

## FAA de EE.UU:

El numeral [§91.225](#) de las FAR establece que a partir del 1 de enero de 2020, ninguna persona puede operar una aeronave en espacio aéreo Clase A (sobre FL180), si la aeronave no tiene instalado un equipo ADS-B OUT que cumpla con los requisitos de performance del TSO-C166(), Extended Squitter y TIS-B que funcionen en la frecuencia de 1,090 MHz. Ninguna persona puede operar una aeronave por debajo de FL180 si la aeronave no está equipada con:

- ADS-B OUT que cumpla con los requisitos del TSO-C166(), Extended Squitter y TIS-B que funcionen en la frecuencia de 1,090 MHz; o
- UAT que cumpla con los requisitos del TSO-C154 () que funcione en la frecuencia 978 MHz.

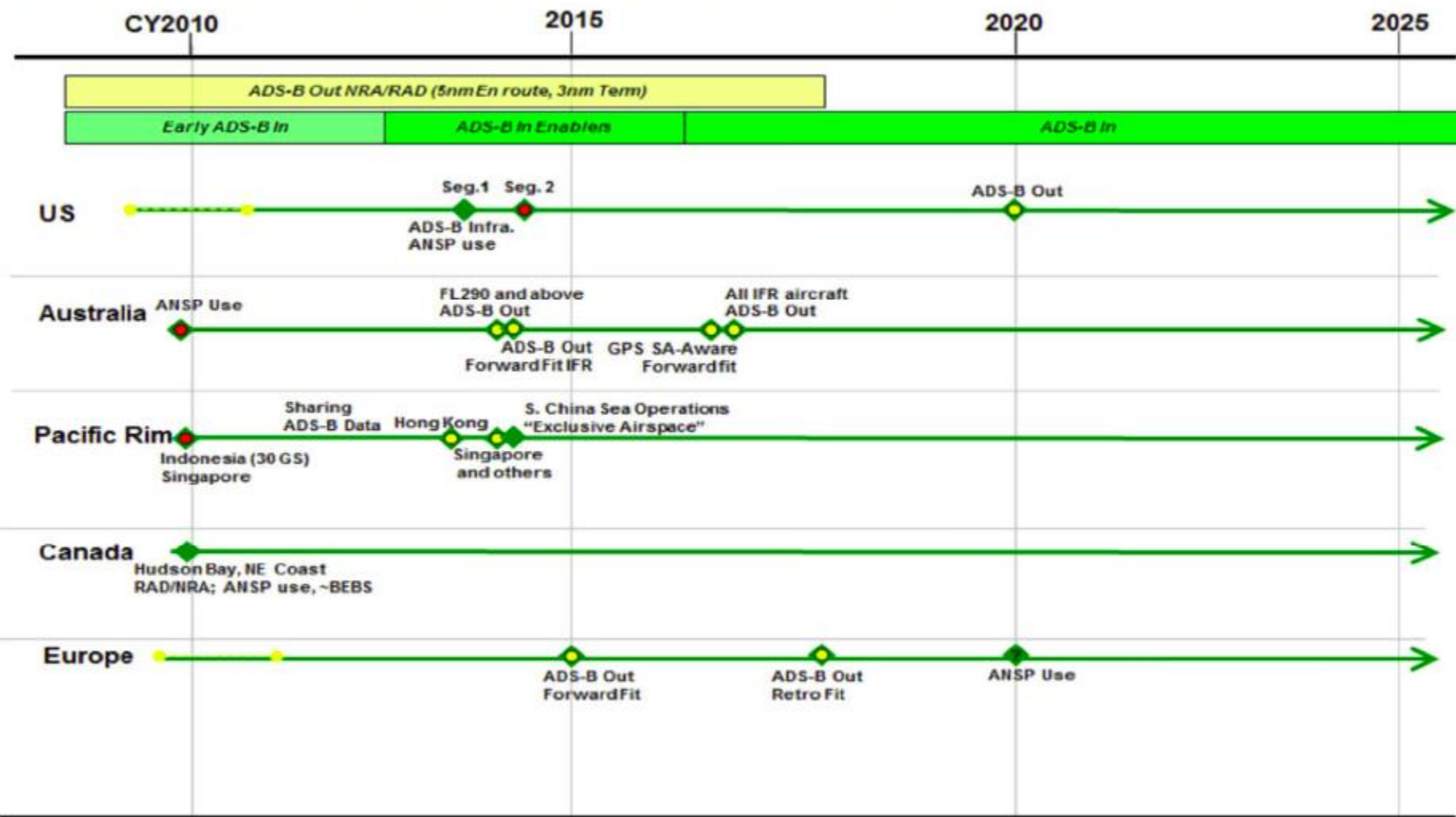
# REGLAMENTACIÓN EN OTROS ESTADOS



## **EASA de Europa:**

A partir del 7 de Junio de 2020, ninguna persona puede operar una aeronave en el espacio aéreo Europeo a menos que esté equipada con un equipo ADS-B OUT que cumpla con los requisitos de performance del ETSO-C166(), Extended Squitter que funcione en la frecuencia de 1,090 MHz

# ADS-B WORLD-WIDE REGULATIONS



- ◆ Initial capability
- ◆ Rulemaking
- ◆ Operational or complete
- ◆ Rule compliance date
- ◆ Possible future rule compliance date
- Start
- ◆ Highly uncertain

**ADS-B In ARC**

# PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN EN COLOMBIA



De acuerdo con las recomendaciones de la OACI establecidas en la guía de implementación ADS-B, la región CARSAM debería adoptar el plan de implementación acorde con la FAA, es decir con plazo al 1 de enero de 2020.

La diferencia de la guía de la OACI con lo establecido por la FAA es la recomendación de usar solo el 1090 ES (TIS-B opcional) y no implementar el UAT 978 Mhz.

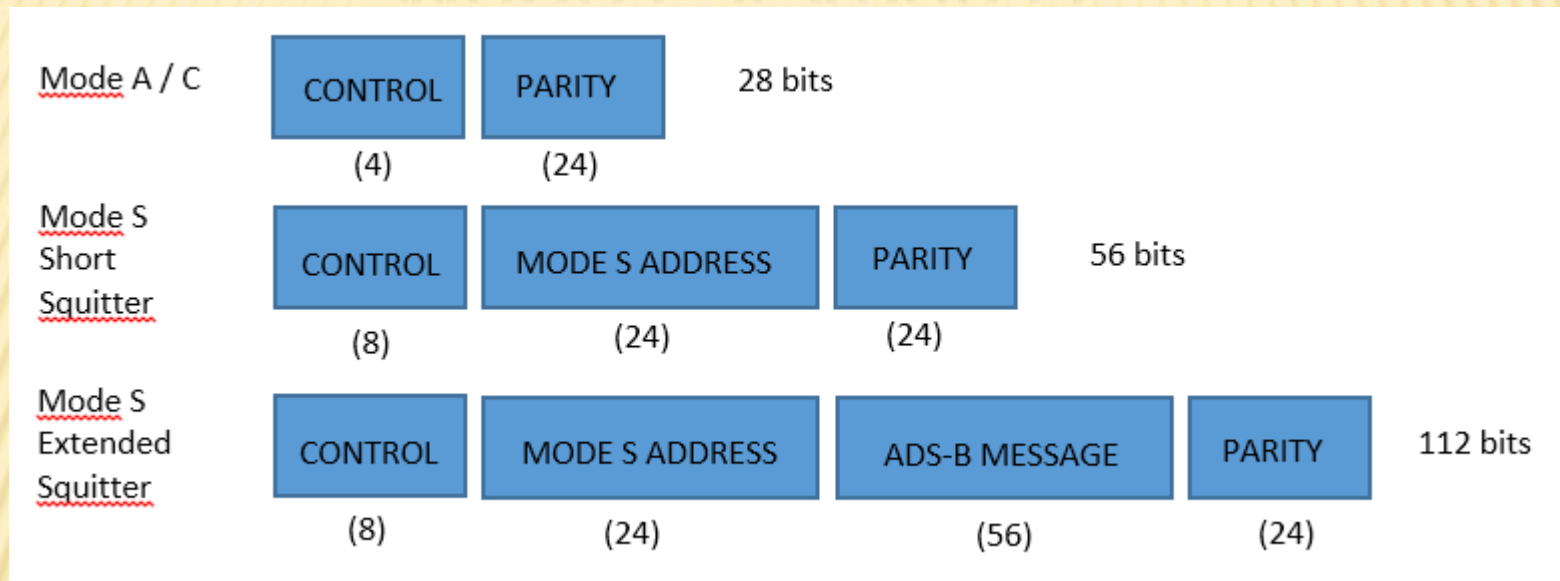
# EJEMPLOS DE INSTALACIÓN



# EQUIPOS DE AVIÓNICA NECESARIOS

- Un Transponder 1090 Extended Squitter (1090ES)
- Un receptor GNSS certificado con cualquiera de los siguientes TSO:
  - TSO C129()
  - TSO C145()
  - TSO C146()
  - TSO C196()
- Si adicionalmente desea recibir información del tráfico alrededor, requiere un CDTI Cockpit Display of Traffic Information.

# MODOS S & 1090 ES



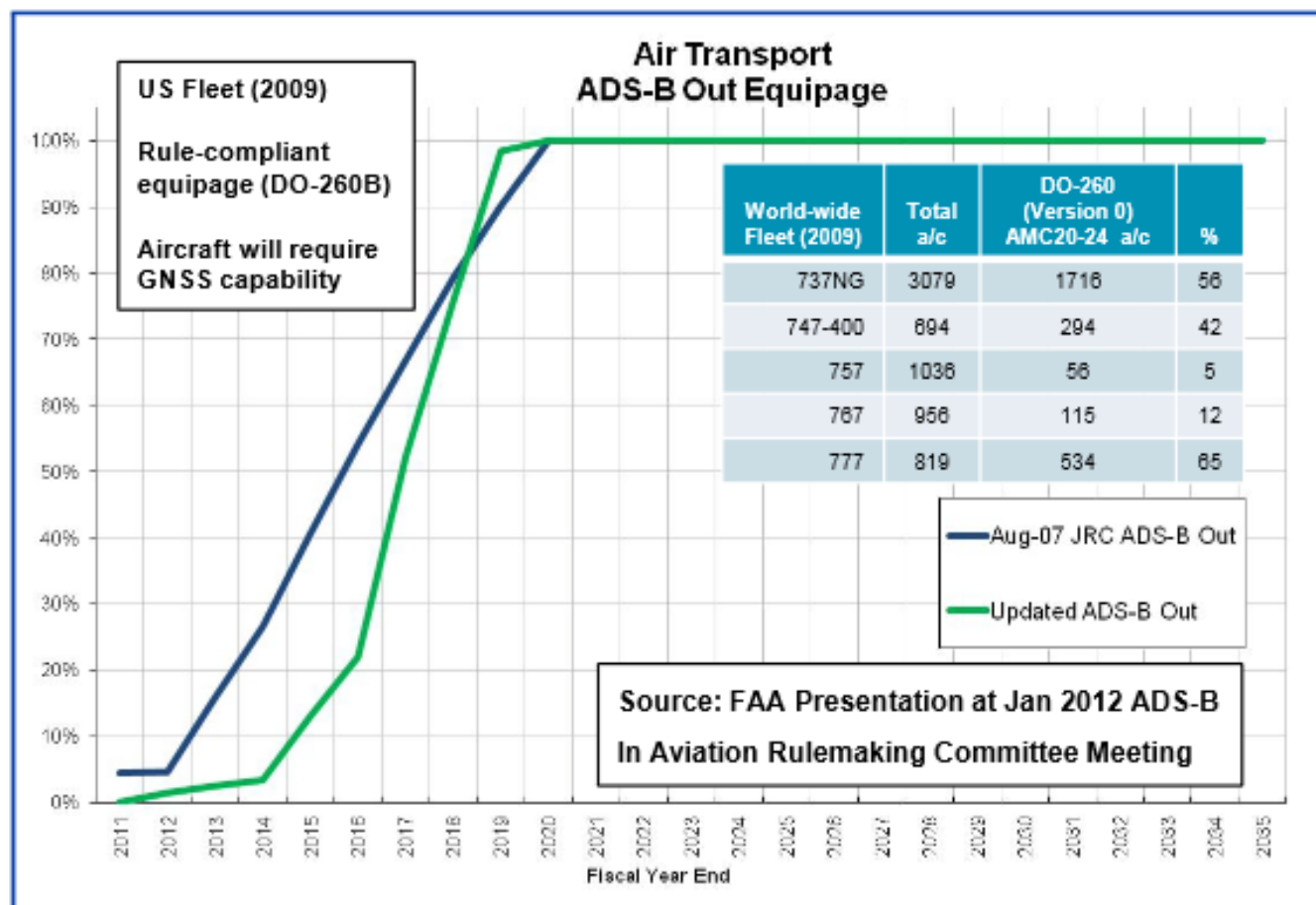
El 1090 ES proporciona cinco tipos de reportes:

1. posición en vuelo;
2. velocidad en vuelo;
3. posición en la superficie;
4. identificación de aeronave y categoría de emisor; y
5. ocasionadas por un suceso.

Estos reportes están definidos en el Doc. 9924 de la OACI

# ADS-B Out Equipage Growth

Boeing Commercial Airplanes – Avionics / Air Traffic Management



**DO-260B equipage for aircraft operating in the US will grow to 100% by 2020**

# ALGUNOS EQUIPOS DE AVIÓNICA

## ATX200G

### Dual-Band ADS-B Transceiver + GPS

Aspen's ATX200G dual-band in, 978 MHz out transceiver with internal WAAS GPS sensor.

**EVOLUTION**  
HIGH-DEFINITION SYSTEMS



## RANGR FDL-1090-TX

**HIGH-PERFORMANCE 1090ES ADS-B OUT  
SOLUTION FOR AIRCRAFT OPERATING  
AT FL180 AND ABOVE PLUS EXPANDABILITY  
AND LONG-TERM VALUE**

- New, compact 1090ES Mode S transponder
- Pairs with a WAAS/GPS for rule-compliant ADS-B Out equipage
- Modular, expandable design to add ADS-B In datalink services
- The foundation of a comprehensive ADS-B solution
- Long-term value and protection of your avionics investment



RANGR FDL-1090-TX  
(front display view and  
hardware unit)

show subscription-free ADS-B In weather and traffic on a compatible display.

# ALGUNOS EQUIPOS DE AVIÓNICA

## Avidyne AXP340

Mode S Transponder With ADS-B Out

## LYNX NGT-9000

MultiLink Surveillance System (Panel Mount)



The Lynx NGT-9000  
(Extended Squitter)



## Garmin GDL-88

Dual-link ADS-B Solution For Certified Aircraft



## Garmin GTX-330 With ES

Mode S, IFR-certified Transponder/Extended Squitter



# ALGUNOS EQUIPOS DE AVIÓNICA

## Trig Avionics TT31

Mode S And 1090ES ADS-R Out Capable Transponder

## Bendix King KGX150 Transceiver

ADS-B Certified

## KT 74

ADS-B OUT Enabled Mode S

The feature-rich KT 74 brings affordability into the cockpit t 1959.



# GUÍAS DE INSTALACIÓN

- FAA Advisory Circular [AC 20-165A](#) provee guía para la instalación y aprobación de aeronavegabilidad del ADS-B Out en una aeronave.
  - EASA [AMC 20-24](#) Consideraciones de aprobación de aeronavegabilidad y operacional del ADS-B.
-

# VENTAJAS DEL ADS-B

1. Mayor precisión en la vigilancia: El radar secundario actualiza la posición cada 5 -12 seg. El ADS-B la actualiza 2 veces por seg.
2. Costos de infraestructura significativamente mas bajos.
3. Mayor cobertura especialmente en niveles bajos de altura, gracias a la facilidad de instalación de las estaciones en tierra.
4. Posibilidad de tener esta información de tráfico en la aeronave si se dispone de ADS-B IN.

# VENTAJAS DEL ADS-B

5. Mayor información al ATC sobre cada aeronave.
  6. Gracias a que la vigilancia es basada en posición satelital, facilita La Navegación Basada en Performance – PBN y la reducción de separación entre aeronaves.
  7. Su uso puede extenderse desde vigilancia en ruta, aproximación y taxeo reduciendo el riesgo de incursión en pista.
-

# PREGUNTAS

