

## UNDÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, 22 de septiembre - 3 de octubre de 2003

**Cuestión 6 del  
orden del día: Cuestiones relativas a la navegación aeronáutica**

### **PROPUESTA DE ENMIENDA DEL PLAN MUNDIAL DE NAVEGACIÓN AÉREA PARA LOS SISTEMAS CNS/ATM (DOC 9750)**

(Nota presentada por la Secretaría)

#### **RESUMEN**

A solicitud de la Comisión de Aeronavegación de la OACI, el Grupo de expertos sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSSP) examinó el *Plan mundial de navegación aérea para los sistemas CNS/ATM (Doc 9750)* y elaboró propuestas de enmienda de dicho Plan que afectan a las partes de este documento que tratan de la navegación, en particular las referentes al GNSS. Estas enmiendas introducen una visión revisada del GNSS como parte del sistema de navegación aérea que se utilizará para navegación de área y operaciones de aproximación, aterrizaje y salida, manteniendo al mismo tiempo el objetivo final de la transición al GNSS como sistema mundial de navegación para todas las fases de vuelo, siempre que este objetivo pueda lograrse en condiciones de seguridad.

También se proponen cambios a varias secciones del Doc 9750 para ajustar el Plan mundial a los SARPS sobre GNSS del Anexo 10, Volumen I y tener en cuenta las iniciativas recientes.

Las medidas propuestas a la Conferencia figuran en el párrafo 3.

#### **REFERENCIAS**

AN-Conf/11-WP/17, 18, 19 y 20

## **1. INTRODUCCIÓN**

1.1 Desde la publicación del *Plan mundial de navegación aérea para los sistemas CNS/ATM (Doc 9750)*, se han hecho considerables progresos en el desarrollo e implantación del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS). No obstante, este progreso fue más lento de lo esperado y en el curso de la

implantación inicial del sistema se identificaron y trataron diversos aspectos. Algunos de ellos, como la vulnerabilidad frente a interferencias, tenían consecuencias importantes para el GNSS y su función en la navegación aeronáutica.

1.2 Desde la publicación del Plan mundial, se ha adoptado el primer conjunto de normas y métodos recomendados (SARPS) GNSS. En consecuencia, el documento debe actualizarse para tomar en cuenta este elemento, así como el progreso actual en la elaboración e implantación del sistema. El desarrollo futuro del sistema, tal como la modernización prevista del sistema mundial de determinación de la posición (GPS) y el sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS), así como la introducción de GALILEO y la posible utilización de combinaciones de elementos y señales del sistema, también tendrán un efecto significativo en la planificación a largo plazo.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS PROPUESTAS DE ENMIENDA

2.1 Las propuestas de enmienda al Plan mundial que se adjuntan a este documento fueron elaboradas utilizando los resultados de los estudios realizados por el Grupo de expertos sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSSP) y presentados en las notas AN-Conf/11-WP/17, AN-Conf/11-WP/18, AN-Conf/11-WP/19 y AN-Conf/11-WP/20. Las enmiendas se basan en las siguientes consideraciones principales:

- a) la visión del GNSS se está apartando de los conceptos de medio de navegación suplementario, primario o único (utilizando un solo sistema) y orientándose al concepto de sensores múltiples que se utilizarán para la navegación de área y las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida, en el cual los elementos GNSS se consideran como sensores individuales;
- b) el objetivo de la transición al GNSS, que elimina el requisito de contar con ayudas convencionales de navegación basadas en tierra, se mantiene para la navegación basada en el GNSS y los entornos ATM futuros, en los cuales puede lograrse este objetivo en forma segura;
- c) se mantiene la necesidad de contar con algunas o todas las ayudas convencionales para la navegación basadas en tierra durante la transición, hasta el momento en el cual se cumplan los requisitos para una operación segura utilizando el GNSS; y
- d) la necesidad de conservar ayudas convencionales para la navegación basadas en tierra durante la transición no implica un requisito para agregar NAVAID basadas en tierra en regiones menos desarrolladas cuando se introduzcan las operaciones basadas en el GNSS, a menos que se demuestre que la implantación segura de determinadas operaciones exige esas NAVAID adicionales.

2.2 Las consideraciones mencionadas han resultado en las propuestas de enmienda del Capítulo 1, secciones 1.20 y 1.21 y Capítulo 6. Además, se proponen las siguientes enmiendas:

- a) eliminación de las Tablas I-4-1 a I-4-5 en la Parte I, Capítulo 1, dado que no agregan valor al documento general. Esta propuesta se ha coordinado para las partes COM, SUR y AUTOMATIZACIÓN del Plan mundial;
- b) adición de secciones sobre equipo telemétrico (DME) y sistema de referencia inercial (IRS)/sistema de navegación inercial (INS) de la Parte I, Capítulo 6 para complementar la información sobre GNSS; y

- c) adición de una referencia a RNAV y RNP en la Parte I, Capítulo 12 para poner de relieve su importancia en el logro de los beneficios GNSS.

### 3. **MEDIDAS PROPUESTAS A LA CONFERENCIA**

- 3.1 Tomando nota de lo anterior, se invita a la conferencia a aprobar la recomendación siguiente:

#### **Recomendación 6/F — Enmienda del Plan mundial — Navegación**

Que se enmiende el *Plan mundial de navegación aérea para los sistemas CNS/ATM* (Doc 9750) según se indica en el apéndice de esta nota de estudio.

---

## APÉNDICE

### PROPUESTA DE ENMIENDA DEL *PLAN MUNDIAL DE NAVEGACIÓN AÉREA* *PARA LOS SISTEMAS CNS/ATM (DOC 9750)*

...

---

*Nota editorial.*— El índice se reproduce parcialmente y se amplía para subrayar, en negrita, las partes del documento afectadas por esta enmienda.

---

## ÍNDICE

*Página*

...

### PARTE I. CONCEPTO OPERACIONAL Y PRINCIPIOS GENERALES DE PLANIFICACIÓN

#### Capítulo 1. Introducción al CNS/ATM

...

Una ojeada a los sistemas CNS/ATM .....	I-1-3
Comunicaciones	
<b>Navegación</b>	
Vigilancia	
Gestión del tránsito aéreo	

...

#### Capítulo 2. Estructura de la planificación para los CNS/ATM elaborada por la OACI

...

APÉNDICE A. Declaración sobre la política general de la OACI para la implantación y explotación de los sistemas CNS/ATM .....	I-2-7
1. Accesibilidad universal	
2. Soberanía, autoridad y responsabilidad de los Estados contratantes	
3. Responsabilidad y función de la OACI	
4. Cooperación técnica	
5. Arreglos institucionales e implantación	
<b>6. Sistema mundial de navegación por satélite</b>	

...

## Capítulo 4. Gestión del tránsito aéreo

...

**Capítulo 6. Sistemas de navegación**

<b>Objetivos</b> .....	I-6-1
<b>Performance de navegación requerida (RNP)</b> .....	I-6-1
<b>Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)</b> .....	I-6-1
<b>Aumentaciones del GNSS</b> .....	I-6-2
<b>Aviónica</b> .....	I-6-3
<b>Sistema de coordenadas WGS-84 y bases de datos aeronáuticos</b> .....	I-6-3
<b>Introducción evolutiva</b> .....	I-6-3
<b>Sistema en apoyo de las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida</b> .....	I-6-3
<b>Cuestiones generales de la transición</b> .....	I-6-4

...

## Capítulo 12. Aspectos de organización y cooperación internacional

Introducción .....	I-12-1
Formas organizativas a nivel nacional .....	I-12-1
Aspectos concretos operacionales y de organización técnica .....	I-12-2
Generalidades	
Servicios móviles aeronáuticos por satélite (SMAS) — Implantación y selección de opciones	
<b>Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)</b>	
Gestión del tránsito aéreo (ATM)	

...

**PARTE I**

Concepto operacional y principios generales de planificación

**Capítulo 1  
INTRODUCCIÓN AL CNS/ATM**

...

**UNA OJEADA A LOS SISTEMAS CNS/ATM**

...

**Navegación**

1.20 Las mejoras en materia de navegación incluyen la introducción gradual de ~~capacidad de~~ navegación de área (RNAV), ~~junto con el~~ **apoyada por una combinación apropiada del** sistema mundial de navegación por satélite (GNSS). ~~Estos sistemas suministran cobertura mundial para la navegación y se están usando para la navegación mundial en ruta y para las aproximaciones que no sean de precisión. Con sistemas apropiados de aumentación y procedimientos conexos, se prevé que dichos sistemas también permitirán las aproximaciones de precisión.~~ **sistemas de navegación independientes (IRU/IRS) y ayudas para la navegación convencionales basadas en tierra. El objetivo final es una transición al GNSS que eliminara la necesidad de ayudas basadas en tierra, aunque la vulnerabilidad del GNSS frente a interferencias pudiera exigir que se mantuvieran algunas ayudas terrestres en zonas determinadas.**

1.21 ~~El GNSS proporciona cobertura mundial para la navegación y se utiliza para navegación oceánica, en ruta y terminal y para aproximaciones que no son de precisión. Con sistemas de aumentación apropiados y procedimientos conexos, el GNSS apoya aproximaciones con guía vertical y aproximaciones de precisión. Como se indica en el Anexo 10, el GNSS ofrecerá un servicio de navegación mundial de alta integridad, alta precisión~~ **gran exactitud** y utilizable en todo tiempo. La implantación ~~exitosa~~ **completa** del GNSS ~~permitirá~~ **permitirá** que las aeronaves vuelen en todo tipo de espacio aéreo en cualquier parte del mundo, ~~utilizando aviónica de a bordo para recibir e interpretar señales de satélite.~~

1.22 ~~lo cual ofrecerá~~ **La introducción del GNSS ofrece** a muchos Estados la posibilidad de desmantelar parte de su infraestructura terrestre existente para la navegación aérea, o quizás toda ella. Sin embargo debería procederse con precaución en cuanto a retirar las radioayudas para la navegación tradicionales y esto después de que una evaluación de la seguridad haya demostrado que puede lograrse un nivel aceptable de seguridad y después de consultar a los usuarios por conducto del proceso de planificación regional de la navegación aérea.

1.23 Los beneficios principales provenientes de la introducción de estos elementos de navegación se resumen en la Figura I-1-2.

---

*Nota editorial.*— Numérense de nuevo los párrafos subsiguientes.

---

...

---

*Enmiéndese* la sección Navegación de la Figura I-1-2, como sigue:

---

Navegación	
●	Servicios de navegación mundiales de gran integridad y <del>precisión</del> <b>fiabilidad</b> en todo tiempo
●	<del>Mejor precisión</del> <b>Mayor exactitud</b> de la <b>determinación de la posición para</b> navegación en cuatro dimensiones
●	Ahorros de costos <b>posibles</b> al reducir o no implantar ayudas para la navegación basadas en tierra
●	<del>Mejor</del> <b>Más eficiente</b> utilización de los aeropuertos y las pistas
●	Suministro de capacidad de aproximaciones <del>de precisión/que no sean de precisión</del> en aeropuertos actualmente no equipados <b>mejoradas</b>
●	<del>Carga de trabajo reducida</del> <b>Posibilidad de reducir la carga de trabajo</b> para el piloto
●	<b>Capacidad de reducir el impacto ambiental mediante la introducción de rutas flexibles</b>

...

**Capítulo 2**  
**ESTRUCTURA DE LA PLANIFICACIÓN PARA**  
**LOS CNS/ATM ELABORADA POR LA OACI**

...

**APÉNDICE A DEL CAPÍTULO 2**

**DECLARACIÓN SOBRE LA POLÍTICA GENERAL DE LA OACI**  
**PARA LA IMPLANTACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS SISTEMAS CNS/ATM**

*Aprobada por el Consejo (C 141/13) el 9 de marzo de 1994*

...

**6. SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN**  
**POR SATÉLITE**

El sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) ~~debería implantarse~~ **se está implantando** como una progresión evolutiva desde los sistemas mundiales de navegación por satélite actuales, incluyendo el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) de los Estados Unidos y el sistema orbital mundial de navegación por satélite (GLONASS) de la Federación de Rusia, ~~hasta un GNSS integrado respecto al cual los Estados contratantes ejerzan un nivel de control suficiente en los aspectos relacionados con su uso en.~~ **Los Estados pueden obtener mejor control sobre el uso del GNSS mediante la introducción de sistemas independientes e interoperables o la implantación de sistemas de aumentación, por ejemplo, sistemas de aumentación basados en satélites o sistemas de aumentación basados en tierra.**

**El GNSS futuro está integrado por constelaciones múltiples y señales de frecuencia múltiples de las constelaciones centrales GPS, GLONASS y GALILEO, que está siendo desarrollada por los Estados miembros de la Unión Europea. El GPS se mejorará mediante la adición de una segunda señal civil en L2 y, más importante para la aviación, una tercera señal civil en L5, que está en una banda de frecuencias protegida del servicio de radionavegación aeronáutica (ARNS). El GLONASS también evoluciona para agregar múltiples frecuencias disponibles a los usuarios civiles con el advenimiento de satélites GLONASS-M y GLONASS-K con una segunda señal civil en L3 en la banda ARNS. El sistema GALILEO ofrecerá otra constelación de satélites para la navegación con señales de frecuencia múltiple disponible para la aviación civil. La OACI continuará examinando, de común acuerdo con los Estados contratantes, los usuarios del espacio aéreo y los proveedores de servicios, la factibilidad de ~~lograr un GNSS civil controlado internacionalmente~~ **usar elementos GNSS múltiples e interoperables.****

...

## Capítulo 4 GESTIÓN DEL TRÁNSITO AÉREO

...

---

*Nota.—* El Capítulo 4 está siendo revisado sobre la base de textos elaborados por el Grupo de expertos sobre el concepto operacional de gestión del tránsito aéreo (ATMCP). Las propuestas de enmienda de este capítulo se presentarán por separado. Las tablas I-4 se suprimirán en el Capítulo 4 revisado.

---

...

## Capítulo 6 SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

### REFERENCIAS

Anexo 10 — *Telecomunicaciones aeronáuticas*  
*Directrices para la introducción y uso operacional del Manual*  
*sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)*  
 (Circular 267 Doc ...)  
*Manual sobre la performance de navegación requerida (RNP)*  
 (Doc 9613)  
 Anexo 11 — *Servicios de tránsito aéreo*  
*Procedimientos para los servicios de navegación aérea —*  
*Operación de aeronaves (Doc 8168, PANS-OPS)*

### OBJETIVOS

6.1 El elemento de navegación de los sistemas CNS/ATM está ~~destinado~~ **dirigido** a suministrar una función de **navegación mundial** (determinación de la posición) **precisa exacta**, fiable y continua ~~en todo el mundo, mediante la introducción de navegación aeronáutica basada en satélites~~. **La posición se establece utilizando una combinación apropiada de capacidades proporcionadas por sistemas de navegación independientes basados en satélite e instalaciones de navegación terrestres.**

### PERFORMANCE DE NAVEGACIÓN REQUERIDA (RNP) Y NAVEGACIÓN DE ÁREA (RNAV)

6.2 Las aeronaves modernas están cada vez más equipadas con **sistemas RNAV**, cuyo uso facilita un sistema de rutas flexibles. ~~Asimismo, utilizando el concepto de RNP puede evitarse la necesidad de seleccionar entre sistemas competitivos. Sin embargo, todavía se requiere una normalización internacional de las técnicas de navegación, que se utilizan ampliamente a nivel internacional.~~ **La aplicación de RNAV en diversas partes del mundo ya ha demostrado proporcionar varias ventajas con respecto a la navegación convencional con referencia de estaciones y beneficios tales como rutas más directas.**

6.3 **El concepto RNP se aplica a la performance de navegación dentro de un espacio aéreo y, por consiguiente, afecta tanto al espacio aéreo como a la aeronave. La RNP está dirigida a caracterizar un espacio**

aéreo mediante una declaración de la performance de navegación (tipo de RNP) que ha de lograr una aeronave dentro de este espacio aéreo. El concepto de RNP para operaciones en ruta ha sido aprobado por la OACI (Anexo 11, Capítulo 2) y se ha extendido para cubrir las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida. Los tipos de RNP se describen en el *Manual sobre la performance de navegación requerida (RNP)* (Doc 9613).

6.4 La RNP es una declaración de la precisión de performance de navegación dentro de un espacio aéreo definido, a base de la combinación del error de sensor de navegación, error del receptor de a bordo, error de presentación y error técnico de vuelo. La RNP por sí sola no puede utilizarse en la selección de las mínimas de separación y una decisión de establecer separación de rutas y mínimos de separación de aeronaves debería tener en cuenta también el nivel de los servicios de comunicaciones, vigilancia y tránsito aéreo en el espacio aéreo en cuestión.

6.5 Los tipos de RNP para las operaciones en ruta se identifican mediante un solo valor de exactitud definido como exactitud de performance mínima de navegación requerida dentro de un nivel de contención especificado. Los tipos de RNP en ruta se describen en el Doc 9613.

6.6 Los tipos de RNP para las operaciones de aproximación, aterrizaje y salida se definen en términos de la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad de navegación requerida. Aunque algunos tipos de RNP contienen solamente la especificación de exactitud de la performance lateral (o sea, semejante a la aplicable en ruta), otros tipos también incluyen especificaciones de performance lateral y vertical. Los tipos semejantes a la especificación en ruta están destinados a operaciones tales como la aproximación o la salida que no sean de precisión. La mayoría de los tipos de RNP para las operaciones de aproximación y aterrizaje requieren contención vertical basada en información del sistema de navegación.

## SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

6.75 El GNSS es un sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye una o más constelaciones centrales de satélites, receptores de aeronave y supervisión de integridad del sistema; aumentada en la medida de lo necesario para sustentar la RNP en esa etapa completa de operación y sistemas de aumentación que mejoran la actuación de las constelaciones centrales.

6.86 Los sistemas de navegación por satélite que funcionan actualmente son el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) de los Estados Unidos y el sistema orbital mundial de navegación por satélite (GLONASS) de la Federación de Rusia. Ambos sistemas fueron ofrecidos a la OACI como medio para sustentar el desarrollo evolutivo del GNSS. En 1994, el Consejo de la OACI aceptó la oferta de los Estados Unidos con respecto al GPS y en 1996 aceptó la oferta de la Federación de Rusia con respecto al GLONASS.

6.97 El segmento espacial nominal del GPS está constituido por 24 satélites en seis planos orbitales. Los satélites operan en órbitas casi circulares de 20 200 km (10 900 NM), con un ángulo de inclinación de 55° con respecto al ecuador y cada satélite completa una órbita en aproximadamente 12 horas.

6.108 El segmento espacial nominal del GLONASS consta de 24 satélites operacionales y varios de reserva. Los satélites GLONASS giran en órbita a una altitud de 19 100 km con un período orbital de 11 horas y 15 minutos. Hay ocho satélites distribuidos en forma pareja en cada uno de los tres planos orbitales, con inclinaciones de 64,8° y espaciados por 120°.

## AUMENTACIONES DEL GNSS

~~6.119~~ Para ~~superar las limitaciones intrínsecas del sistema y~~ satisfacer los requisitos de performance **aeronáutica** (exactitud, integridad, disponibilidad y continuidad de servicio) para todas las etapas de vuelo **y permitir un grado de vigilancia independiente**, el GPS y el GLONASS requieren diversos ~~grados~~ **niveles** de aumentación. Las aumentaciones se clasifican en tres amplias categorías: basadas en las aeronaves, basadas en tierra y basadas en los satélites (véase la Tabla I-6-1).

### Aumentaciones basadas en las aeronaves

~~6.1210~~ El sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) **integra la información obtenida del GNSS con otra información disponible a bordo. Una forma de ABAS es la** ~~Un tipo de aumentación basada en las aeronaves (ABAS) se denomina~~ **vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM)**, que ~~puede usarse si hay más de cuatro satélites con una geometría apropiada a la vista. Con cinco satélites a la vista, pueden computarse cinco posiciones independientes. Si no coinciden, puede deducirse que uno o más de los satélites está dando información incorrecta. Si hay seis o más satélites a la vista, pueden calcularse más posiciones independientes y entonces un receptor podrá identificar un satélite defectuoso y excluirlo de los cálculos de determinación de la posición~~ **usa solamente características inherentes a la constelación central GNSS. Si se reciben señales de más de cuatro satélites con geometría adecuada, la RAIM usa la información redundante para verificar la integridad.**

~~6.1311~~ También pueden implantarse otras aumentaciones basadas en las aeronaves, que generalmente se denominan comprobación autónoma de la integridad en la aeronave (AAIM). Un sistema de navegación inercial, por ejemplo, puede ayudar al GNSS durante breves períodos cuando las antenas de navegación por satélites queden ocultas por la aeronave durante alguna maniobra o durante períodos en que no haya suficientes satélites a la vista. Las técnicas de aumentación, particularmente útiles para mejorar la disponibilidad de la función de navegación, también comprenden la ayuda por altimetría, fuentes horarias más **precisas exactas** o alguna combinación de entradas de sensor combinadas con técnicas de filtrado.

### Aumentaciones basadas en tierra

~~6.1412~~ Para ~~los~~ **El** sistemas de aumentación basados en tierra (GBAS), ~~se emplaza un monitor emplazado~~ en el aeropuerto, o cerca del mismo, ~~en que se desean~~ **apoya** las operaciones de ~~precisión de aproximación de precisión y también puede apoyar la navegación de área en área terminal, si es necesario. Las señales~~ **Comprende dos o más receptores de referencia que vigilan las señales de satélite. Las señales de radiodifusión GBAS** se envían directamente a las aeronaves que estén en las cercanías [aproximadamente 37 km (20 NM)]. Esas señales suministran correcciones para aumentar la exactitud de la posición localmente; ~~junto con~~ **proporcionar** información sobre integridad de los satélites. Esta función requiere ~~enlace de datos entre las instalaciones en tierra y la aeronave~~ **un canal de radiodifusión de datos tierra-aire en VHF. Se están elaborando normas para un sistema terrestre que pueda proporcionar un servicio de navegación de área en una región más amplia [sistema de aumentación regional basado en tierra (GRAS)].**

### Aumentaciones basadas en satélites

~~6.1513~~ No es práctico proporcionar cobertura con sistemas basados en tierra para todas las etapas del vuelo. Una manera de suministrar cobertura de aumentación en grandes extensiones consiste en usar los satélites para transmitir información sobre la aumentación. Esto se conoce como ~~aumentación basada en~~

~~satélites (SBAS).~~ El sistema de aumentación basado en satélite (SBAS) proporciona cobertura de aumentación sobre áreas amplias. El SBAS usa una red de estaciones de vigilancia para recoger información sobre las señales de cada uno de los satélites de navegación y transmite las correcciones diferenciales y los datos de integridad en un área amplia utilizando satélites geoestacionarios.

~~6.16~~ El suministro de aumentación basada en satélites mediante satélites geoestacionarios tiene indudables limitaciones y ~~por lo tanto~~ **en muchos casos** no puede preverse que sustentará todas las etapas de vuelo, especialmente la aproximación y aterrizaje de precisión ~~de las categorías más elevadas~~. Como estos satélites giran en órbita por encima del ecuador, sus señales no serían perceptibles en las regiones polares y pueden quedar enmascaradas por la estructura de la aeronave o el terreno. Esto sugiere que quizá sea necesario estudiar otras órbitas de satélites para aumentación GNSS o aumentación basada en tierra para ~~atenuar estos defectos~~ **estas deficiencias para ciertas regiones u operaciones**.

### **FUTURAS SEÑALES GNSS Y SU USO COMBINADO**

6.14 El GPS y el GLONASS se están mejorando para proporcionar señales adicionales en frecuencias protegidas. El GALILEO se está desarrollando para proporcionar una constelación adicional de satélites de navegación que también proporcionen señales múltiples en varias frecuencias. El creciente número de señales y constelaciones GNSS tiene la posibilidad de ofrecer importantes ventajas a la aviación civil, incluyendo una mejor performance y solidez, simplificación de la arquitectura terrestre GNSS y solución a ciertas preocupaciones de orden institucional. La introducción de estos nuevos elementos también plantea algunas cuestiones técnicas e institucionales. A medida que se desarrollen estas futuras señales y sistemas, la OACI proporcionará orientación a los Estados sobre la mejor forma de utilizar estas señales y sistemas adicionales en combinación y maximizar las oportunidades de las capacidades que se ofrecen.

### **AVIÓNICA**

~~6.17~~ Los receptores ~~simples GPS o GLONASS~~ **GNSS** que no incluyen capacidad ~~RAIM~~ **ABAS, SBAS o GBAS** (o formas ~~semejantes~~ **futuras** de supervisión ~~vigilancia~~ de la integridad) generalmente no pueden satisfacer los requisitos ~~para todas las etapas de vuelo~~ **de navegación aeronáutica**.

~~6.18~~ En el futuro previsible, se prevé que ~~se emplearán~~ **estarán en funcionamiento** sistemas multidetectores, que usarán el GNSS como uno de los sensores. Esos sistemas de navegación ~~generalmente~~ presentan ~~mejores niveles de performance~~ **más fiable** que los detectores individuales o que los sistemas autónomos. Las aeronaves que utilicen sistemas de navegación multidetectores, como ~~los GNSS/IRS o los GNSS/IRS/FMS integrados~~, ~~pueden ser homologadas como aptas para satisfacer niveles de RNP~~ **combinaciones integradas de GNSS, IRS y DME, pueden proporcionar mayor disponibilidad de servicio, lo que no podrían obtenerse utilizando sólo el GPS o el GLONASS**.

**SISTEMA DE COORDENADAS WGS-84  
Y BASES DE DATOS AERONÁUTICOS  
DATOS DE COORDENADAS**

6.1917 Se proclama la implantación mundial con éxito de la navegación por satélite apoyándose en la existencia de una base de datos de coordenadas y procedimientos de muy alta ~~calidad~~ **exactitud e integridad**. La navegación ~~exacta~~ **fiable** por satélites sólo es posible cuando las coordenadas ~~derivadas en tierra, las coordenadas calculadas y las coordenadas derivadas del sistema de satélites~~ **utilicen el mismo sistema de referencia geodésico** ~~obtenidas de la base de datos de puntos de recorrido para navegación~~ **son de la calidad requerida**.

6.2018 En apoyo de ~~la tecnología en evolución a base de satélites~~ **las técnicas de navegación en evolución**, la OACI adoptó el WGS-84 como punto de referencia geodésica común para la aviación civil, con fecha de aplicación el 1 de enero de 1998 (Anexo 15). La implantación del WGS-84 implica, entre otras cosas, ~~la transformación al WGS-84 de las coordenadas y puntos de referencia existentes~~ **la posibilidad de coordinar la conversión para otros puntos no críticos (p. ej., obstáculos en ruta) y la determinación de todos los puntos críticos preferidos necesarios para la alta calidad (p. ej., umbral de pista) del WGS-84**.

6.2119 Las bases de datos aeronáuticos se construyen y actualizan utilizando encuestas sobre las ayudas para la navegación, puntos de referencia de la posición y umbrales de pista existentes, y diseñando nuevas rutas o procedimientos de aproximación. Los sistemas deben estar instalados para garantizar la ~~calidad~~ **(exactitud, integridad de y resolución)** de los datos de posición desde el momento de la encuesta hasta la presentación de información al siguiente usuario previsto. Las bases de datos aeronáuticos deben actualizarse periódicamente.

### INTRODUCCIÓN EVOLUTIVA

6.2220 La implantación del GNSS se llevará a cabo de manera evolutiva, permitiendo introducir mejoras graduales en el sistema. Las aplicaciones del GNSS a corto plazo están destinadas a permitir una pronta introducción de la navegación ~~en ruta~~ **de área** basada en satélites ~~sin inversiones en infraestructura, utilizando los sistemas~~ **las constelaciones centrales** de satélites ~~existentes (GPS y GLONASS) y aumentaciones basadas primordialmente en las aeronaves~~ **sistemas integrados de sensores a bordo**. ~~El uso de estos sistemas ya permite aumentar la fiabilidad de las aproximaciones que no son de precisión en algunos aeropuertos.~~

6.2321 ~~Las~~ **Otras** aplicaciones ~~a mediano plazo~~ utilizarán los sistemas de navegación por satélite existentes con ~~cualquier~~ **algún tipo de** ~~aumentación o combinación de aumentaciones~~ **requerida** para operar en determinada etapa de vuelo. Las aplicaciones a más largo plazo se aplicarán a los futuros GNSS.

6.2422 ~~Generalmente se aceptan tres niveles para la introducción de las operaciones basadas en el GNSS:~~

- a) ~~el GNSS como medio suplementario debe satisfacer los requisitos de exactitud e integridad para determinada operación o etapa del vuelo; quizá no se cumpla con los requisitos de disponibilidad y continuidad. Deben instalarse a bordo otros sistemas de navegación que sustenten determinada operación o fase del vuelo;~~

- b) ~~el GNSS como medio primario debe satisfacer los requisitos de exactitud de integridad, pero no es necesario que satisfaga plenamente los requisitos de disponibilidad y continuidad del servicio para determinada operación o etapa del vuelo. La seguridad operacional se logra limitando las operaciones a períodos específicos y mediante restricciones apropiadas en los procedimientos. Pueden conservarse a bordo otros sistemas de navegación en apoyo del GNSS como medio primario; y~~
- c) ~~el GNSS como medio único debe permitir que la aeronave satisfaga, para una operación o etapa de vuelo determinada, los cuatro requisitos de exactitud, integridad, disponibilidad y continuidad de servicio.~~

Las operaciones basadas en GNSS pueden aprobarse con varios procedimientos operacionales, dependiendo del nivel de servicio GNSS y los requisitos operacionales. Estos procedimientos podrán ser muy específicos, ya sea para determinados tipos de aeronaves (basados en el equipo), el tipo de operación (p. ej., aproximaciones que no son de precisión), cualquier característica singular de la operación (p. ej., capacidad para realizar aproximaciones a lo largo de tramos de trayectoria curvos) o una ubicación específica (p. ej., espacio aéreo con baja densidad de tránsito). Los períodos de no disponibilidad del sistema deben gestionarse operacionalmente mediante NOTAM o una notificación equivalente a los usuarios. Algunos Estados han aprobado el uso de GNSS cuando el usuario es responsable de decidir si existe una interrupción de servicio de importancia para las operaciones.

### **SISTEMAS EN APOYO DE LAS OPERACIONES DE APROXIMACIÓN, ATERRIZAJE Y SALIDA**

---

*Nota editorial.*— El párrafo 6.25 original ha sido trasladado y modificado. Es ahora el párrafo 6.28.

---

6.2623 La terminología de 6.2.4 se aplica a la condición requerida del equipamiento de aviónica y a la capacidad de las aeronaves de satisfacer los requisitos RNP, sin ningún otro equipo de navegación a bordo, en el caso de “medio único”. Está también relacionada con las operaciones previstas (o con la fase del vuelo). Se expiden por consiguiente aprobaciones a las operaciones de las aeronaves para cada caso particular y se indican normalmente las condiciones o restricciones específicas que hayan de aplicarse. Para este fin puede haber diferencias entre uno u otro Estado **y entre operación y operación.**

6.2724 ~~La aprobación del GNSS como medio único es una condición necesaria aunque no suficiente para dar por terminados los actuales~~ **puede facilitar el retiro de determinados** servicios de radionavegación **terrestres convencionales.** Puede concederse la aprobación a varias aeronaves para ~~navegación con GNSS como medio único respecto a determinadas operaciones o fases del vuelo.~~ Sin embargo, el proveedor de servicios de ~~tránsito aéreo~~ **navegación** debe suministrar un servicio de navegación a todos los usuarios interesados en apoyo de ~~todas~~ las fases del vuelo **pertinentes, sin basarse en ningún medio terrestre convencional de navegación.** Por consiguiente, es necesario armonizar ~~el~~ **todo** retiro de las radioayudas para la navegación convencionales y la introducción del servicio de navegación GNSS. Estas consideraciones no se aplican a partes del espacio aéreo en las que **actualmente** no se dispone de ~~las actuales~~ radioayudas para la navegación **convencionales basadas en tierra** y en las que puede introducirse sólo el GNSS en beneficio de los usuarios que cuenten con equipo GNSS.

6.2825 Al introducir los servicios basados en GNSS, cada Estado determinará cuáles ~~qué~~ elementos del GNSS se ~~proporcionan~~ **han de aprobar** (p. ej., GPS, GLONASS, SBAS, GBAS **y sistemas de aumentación**) y preparará un plan de implantación. ~~Donde ya existen servicios tales como VOR, DME e ILS, los Estados pudieran recibir los ahorros económicos asociados a la puesta fuera de servicio de las radioayudas para la navegación de base terrestre.~~ El costo de implantar SBAS y GBAS debería estar vinculado al suministro de beneficios a los usuarios y a un aumento de la eficiencia del espacio aéreo correspondiente a la navegación de área y a la posibilidad de prestar apoyo a altitudes/alturas de decisión inferiores para un número mayor de pistas. **Donde ya existen servicios de navegación como el VOR, DME e ILS, los Estados pueden acreditar las economías logradas que se relacionen con la retirada de servicio de las radioayudas para la navegación basadas en tierra aunque los costos relacionados con la transición deberán considerarse.**

6.2926 Entre las ventajas del ~~servicio~~ GNSS se incluyen ~~el uso de GPS/ABAS~~ **el suministro de servicio de navegación** para operaciones en ruta ~~y de aproximación~~ **hasta las aproximaciones** que no sean de precisión ~~en~~ **para** las que no existe ~~a o es~~ **sea** limitada la cobertura de las ayudas para la navegación de base terrestre. En tal entorno, el GNSS se ~~convertiría~~ **convierte** en el único servicio de navegación tan pronto como sea introducido. Las ~~capacidad de aproximaciones de precisión~~ **con guía vertical** basadas en ~~SBAS~~ **GNSS** a pistas que en la actualidad ~~se~~ **ólo** tienen ~~una~~ capacidad de aproximación que no es de precisión constituirán nuevas ventajas en términos de mayor seguridad y eficiencia operacional.

~~6.30 Se han suscitado varias inquietudes de índole técnica respecto a la dependencia en los servicios GNSS. Las principales son la posibilidad de interferencia voluntaria o bloqueo de frecuencias que podría perturbar los servicios de navegación GNSS sobre zonas relativamente extensas. Los Estados y los proveedores de servicios de navegación aérea deberían preparar planes para que disminuya la posibilidad de tales casos, para detectar y eliminar fuentes de interferencia y para asegurar que las aeronaves pueden continuar sus vuelos en condiciones de seguridad durante períodos en los que se perturban las señales del GNSS. Según la densidad del tránsito en determinado espacio aéreo y el grado de integración y automatización del sistema de navegación aérea, tal vez una evaluación de la seguridad demuestre la necesidad de información sobre navegación derivada de diversas fuentes independientes para afrontar amenazas como la interferencia intencional.~~

~~6.31 Se prevé mitigar otras esferas de riesgo a medida que el GNSS continúa evolucionando hacia un servicio más completo, tal como mediante la introducción de nuevas señales para uso aeronáutico en el GPS y los satélites GLONASS, mejoras del sistema de aumentación y la introducción de otros satélites y sistemas de satélites. Cada Estado habrá de evaluar la eficacia de las técnicas de mitigación aplicadas en su propio espacio aéreo para determinar si es aceptable confiar solamente en el GNSS para el suministro de los servicios de navegación.~~

## **MITIGACIÓN DE LAS VULNERABILIDADES DEL GNSS**

**6.27 Se han identificado varias vulnerabilidades del GNSS, en particular el riesgo de interferencia intencional. También se han identificado mitigaciones adecuadas, incluyendo el uso de sistemas de navegación inercial, procedimientos y ayudas terrestres. Se dispondrá de otro tipo de mitigación con el suministro de nuevas señales y constelaciones GNSS. Los Estados deberían evaluar la vulnerabilidad de su espacio aéreo y seleccionar mitigaciones que dependan de las características del tránsito aéreo en el espacio aéreo en cuestión y las operaciones que deben apoyarse. Las mitigaciones apropiadas garantizarán operaciones seguras en la transición al GNSS y permitirán a los Estados reducir las radioayudas terrestres existentes, evitar el suministro de nuevas radioayudas para la navegación terrestres y retirarlas en ciertas regiones. Hasta la fecha, no se han identificado vulnerabilidades que comprometan el objetivo final de la transición al GNSS como sistema mundial para todas las fases de vuelo.**

## SISTEMAS EN APOYO DE LAS OPERACIONES DE APROXIMACIÓN, ATERRIZAJE Y SALIDA

6.2528 En el Anexo 10, Volumen I, Capítulo 2 se definen las ayudas no visuales normalizadas para las aproximaciones ~~de aterrizaje~~ **y aterrizajes** de precisión. Se ha previsto que la introducción y aplicación de esas ayudas no visuales se efectúe de conformidad con la estrategia mundial expuesta en el Anexo 10, Volumen I, Adjunto B. Esta estrategia consiste en:

- ~~a) continuar las operaciones ILS al nivel más elevado de servicio, mientras sean operacionalmente aceptables y económicamente ventajosas;~~
- ~~b) implantar el MLS cuando sea necesario para las operaciones y económicamente ventajoso;~~
- ~~c) implantar GNSS con aumentación SBAS o GBAS cuando sea operacionalmente necesario y económicamente ventajoso;~~
- ~~d) convalidar el uso del GNSS, con las aumentaciones que sean necesarias, en apoyo de las operaciones de aproximación y salida, incluso las operaciones de Categoría I, e implantar el GNSS para tales operaciones según corresponda;~~
- ~~e) completar los estudios de factibilidad para resolver aspectos operacionales y técnicos del GNSS con aumentación GBAS para apoyar las operaciones de Categorías II y III, basadas en tecnología GNSS, con las aumentaciones que sean necesarias. Si es factible, implantar el GNSS para las operaciones de Categoría II y III cuando sea operacionalmente aceptable y económicamente ventajoso; y~~
- ~~f) permitir que cada región desarrolle una estrategia de implantación para los futuros sistemas, de conformidad con la estrategia mundial.~~

---

*Insertar el nuevo texto de acuerdo con la enmienda  
aprobada de la estrategia en el Anexo 10, Volumen I,  
Adjunto B  
(véase AN-Conf/11-WP/19)*

---

...

## CUESTIONES GENERALES DE LA TRANSICIÓN

6.3229 En las directrices para la transición a los futuros sistemas se alienta el equipamiento por parte de los usuarios para acumular lo más rápidamente posible las ventajas de los sistemas. Se requieren durante el período de transición el suministro y el transporte de equipo para la navegación terrenal y basada en satélites cuando la fiabilidad y disponibilidad del nuevo sistema deba demostrarse. En el Apéndice A de este capítulo se enumeran las directrices que deberían tener en cuenta los Estados, regiones, usuarios, proveedores de servicios y fabricantes al elaborar el GNSS o al planificar su implantación.

**APÉNDICE A DEL CAPÍTULO 6****DIRECTRICES PARA LA TRANSICIÓN A LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN**

- El GNSS debería introducirse de manera evolutiva, ~~proporcionando~~ **con mejoras en la capacidad GNSS que generen** cada vez más ventajas ~~en consonancia con las mejoras del servicio de navegación. Estas ventajas deberían elevarse a un máximo cuando se realicen operaciones GNSS como medio único.~~ **y culminen en un GNSS que apoye todas las fases de vuelo. A medida que el GNSS evolucione, la planificación para eliminar las radioayudas terrestres debería tener en cuenta los aspectos que se describen a continuación:**
- La infraestructura terrestre de los actuales sistemas de navegación aérea debe seguir estando disponible durante el período de transición.
- Los Estados/regiones ~~deberían~~ **pueden** considerar la posibilidad de separar el tránsito según la capacidad de navegación y otorgar rutas preferentes a las aeronaves que dispongan de mejor performance de navegación **cuando pueda hacerse sin reducir la capacidad del espacio aéreo.**
- **Antes de que se considere la eliminación de cualquier infraestructura terrestre existente, se otorgará a los usuarios un tiempo de transición razonable para permitirles equiparse con GNSS a efectos de lograr un servicio de navegación equivalente.**
- **A medida que se vaya introduciendo el GNSS para las operaciones en ruta,** ~~Los Estados/regiones deberían coordinar sus iniciativas para garantizar que~~ **se elaboren y adopten** normas y procedimientos **armonizados** en materia de separación ~~que se aplican a las aeronaves debidamente equipadas se introduzcan simultáneamente en cada una de las FIR por las que circule un tránsito importante~~ **todas las regiones de información de vuelo, a lo largo de las principales corrientes de tránsito, para permitir una transición sin límites perceptibles a la navegación basada en el GNSS.**
- Al planificar la transición al GNSS deberían tenerse en cuenta los siguientes asuntos:
  - a) programar el suministro o adopción de un servicio GNSS, incluidos los procesos de aprobación de aeronaves y explotadores;
  - b) amplitud de los actuales servicios de radionavegación de base terrestre;
  - c) estrategia del plan de transición a funciones GNSS (es decir, impulsada por los beneficios u obligatoria);
  - d) nivel apropiado de equipamiento de usuario con capacidad GNSS;
  - e) suministro de otros servicios de tránsito aéreo (es decir, vigilancia y comunicaciones);
  - f) densidad del tránsito y frecuencia de las operaciones; y
  - g) mitigación de los riesgos correspondientes a interferencia de radiofrecuencias.

...

## Capítulo 12 ASPECTOS DE ORGANIZACIÓN Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL

...

### Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

12.11 Los GNSS estarán constituidos inicialmente por ~~un~~ sistemas de satélites que suministrarán servicio normal de ~~determinación de la~~ posición y ~~aumentación~~ ~~aumentaciones~~ de sistemas, con cobertura de área amplia o de área local. Se requiere la ~~aumentación~~ de sistemas para satisfacer determinados ~~requisitos~~ ~~de performance que puedan imponerse~~. Las señales de ~~posicionamiento~~ ~~determinación de la posición~~ son ofrecidas gratuitamente por los dos Estados proveedores interesados: por lo menos hasta el año 2010 por la Federación de Rusia (el sistema GLONASS) y para el futuro previsible, con seis años de aviso previo de cualquier cambio en esa política, por los Estados Unidos (~~el sistema~~ GPS). Ambos sistemas son de origen militar y se pondrán a disposición del uso civil. ~~Hasta~~ ~~A menos~~ que estos sistemas sean sustituidos por sistemas (civiles) que requieran compromisos financieros del sector civil en todo el mundo, parecería que el suministro del servicio de ~~posicionamiento~~ normal ~~de determinación de la posición~~, no su utilización, no dependerá de cuestiones organizativas de las que tengan que ocuparse los Estados que no sean los ~~dos~~ Estados proveedores. ~~La constelación central de satélites GALILEO, que están desarrollando Estados miembros de la Unión Europea, está dirigida a ser un sistema de control y operación civil para cumplir los requisitos de una amplia gama de usuarios, incluyendo la aviación civil. De forma similar al GPS y al GLONASS, GALILEO proporcionará un servicio de determinación de la posición para la aviación por el que no se impondrán derechos directos a los usuarios.~~

12.12 La ~~aumentación~~ de sistemas da origen a consideraciones un poco distintas. Por ejemplo, el mismo Estado, Estados o entidad que explotan una constelación ~~central~~ de satélites que suministra servicios ~~de posicionamiento mundial estándar~~ ~~mundiales de determinación de la posición~~ podría suministrar ~~aumentación de área amplia~~ SBAS. Sin embargo, un grupo de Estados o un organismo regional podrían ocuparse también de explotar el servicio requerido de ~~aumentación~~ por satélite, o bien por sí mismos o bien contratando un organismo comercial o gubernamental que lo haga en su nombre. De ese modo, se aplicaría el mismo tipo de opciones expuesto en 12.8 anterior. En cada caso, presumiblemente sería necesario recuperar los costos en que se ~~incurriría~~ ~~incurriera~~. Desde el punto de vista organizativo, esa ~~aumentación~~ sería en realidad una instalación o servicio multinacional a los cuales podría aplicarse el texto de orientación sobre suministro y explotación de instalaciones y servicios multinacionales que se menciona más adelante en este capítulo, en la medida en que la ~~aumentación~~ esté destinada primordialmente a servir a la aviación civil. Por otra parte, si la aviación civil sólo va a ser un usuario minoritario de los servicios de ~~aumentación~~ proporcionados, y la entidad ~~suministrará~~ ~~va a suministrar~~ servicios de ~~aumentación~~ a escala mundial, quizá lo más apropiado sea un enfoque conjunto concertado, por ejemplo, a través de la OACI, de una asociación regional de proveedores de servicios de navegación aérea o de una asociación internacional de usuarios aeronáuticos, para tratar con el proveedor de servicios.

12.13 La ~~aumentación~~ con cobertura local no requeriría probablemente una participación internacional, siempre que la instalación ~~satisfaga~~ ~~satisficiera~~ las especificaciones y normas requeridas para ser considerada una instalación internacional para la aviación civil. La instalación misma podría ser proporcionada por el gobierno nacional o local, o por contrato por una entidad comercial.

12.14 ~~Para lograr los beneficios relacionados con el GNSS, es esencial la implantación de RNAV. Esto exigirá un enfoque armonizado de la implantación de RNP y RNAV.~~