

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
REUNIÓN DE COORDINACIÓN SOBRE LOS ENSAYOS DE AUMENTACIÓN GNSS DEL
PROYECTO RLA/00/009

(Santiago de Chile, 1 al 3 de agosto del 2001)

Asunto 2: Análisis de las actividades contempladas en el Proyecto de Aumentación Regional GNSS

(Presentada por la Secretaría)

Resumen

En esta nota de estudio se presenta para su análisis los tipos de ensayos, así como los objetivos y planes de ensayo contemplados en el Proyecto de Aumentación Regional RLA/00/009 .

Referencia:

Documento de proyecto RLA /00/009 (Ensayo Regional de Aumentación GNSS).

1. Introducción

1.1 La principal actividad del Proyecto consiste en la recolección de datos que permitan revisar los parámetros de precisión, disponibilidad, continuidad e integridad, así como la ejecución de un Plan Regional y de Estados de las Regiones CAR/SAM para la realización de ensayo en vuelo, con sistema de navegación y aumentación satelital (GPS/WAAS). Para cada uno de estos planes, el Proyecto describe la plataforma del segmento terrestre y aéreo, los ensayos a ejecutar, la comprobación de los parámetros de precisión, integridad, disponibilidad y continuidad para diferentes fases de vuelo en ruta, aproximación de precisión y no precisión y los resultados esperados.

1.2 La plataforma del segmento terrestre y aéreo que suministrará la aumentación a la señal GPS se describe en el Asunto 1. Con respecto a los ensayos a ejecutar, estos se realizarán sobre vuelos en ruta y aproximación de precisión y no precisión. Para cada uno de estos ensayos se determinará la precisión horizontal y vertical y se compararán con los estándares de performance operacionales mínimos aceptados, así como la determinación de la integridad y disponibilidad de las señales GPS y de aumentación.

1.3 Los resultados de los ensayos regionales y de Estados consistirán en el desarrollo de un informe con un análisis de los datos de ensayos, así como una apreciación de si los objetivos de los ensayos en vuelo han sido cumplidos.

2. **Análisis**

2.1 Para la ejecución de los ensayos a nivel regional y de Estado, se precisa analizar la información en el **Apéndice A** de esta nota, así como elaborar un cronograma para el mismo. Asimismo, se considera para su análisis actividades tales como la recopilación continua de la data y como ésta es afectada por la ionosfera, así como otros factores de importancia.

2.2 Para la verificación de si los resultados de los ensayos responden a unos valores predeterminados de exactitud y disponibilidad para aproximaciones de precisión y no precisión, se requiere la determinación de los niveles de servicios previstos, especificando la red de estaciones de referencia descritas en el Asunto 1 y, a su vez, mostrarlo gráficamente. Un ejemplo de esto, pero a través de otra configuración, se muestra en el Apéndice H del Proyecto RLA/00/009.

2.3 En el **Apéndice B** de esta nota se presenta para su revisión los objetivos y los planes de ensayo de Estado y Regional que incluyen las actividades previas, los requerimientos para las aproximaciones de precisión, el requerimiento para la recopilación de los datos de ensayo y la reducción y análisis de los datos.

3. **Acción sugerida**

3.1 Se invita a la Reunión a:

- a) Tomar nota de la información suministrada en esta nota de estudio;
- b) Analizar la matriz de ensayo presente en el Apéndice A de esta nota, definiendo un cronograma para su ejecución; y
- c) Analizar los objetivos, así como los planes de ensayo presentes como Apéndice B a esta nota.

MUESTRA DE MATRIZ DE ENSAYOS

ESTADOS TIPOS DE ENSAYOS	ESTADO A	ESTADO B	ESTADO C	ESTADO D	ESTADO E	ESTADO F	ESTADO G
1	2	3	4	5	6	7	8
En ruta sobre tierra							
En ruta sobre área oceánica							
Aproximación de No- precisión							
CAT I							
CAT I c/guía vertical							
Maniobras de área terminal							
Circuito cerrado (CAT I sin un TRS)							

Ubique en la celda apropiada la fecha para el ensayo programado

OBJETIVOS Y PLANES DE LOS ENSAYOS

1. Objetivos de los Ensayos

Los objetivos de un vuelo de ensayo incluyen:

- Demostrar los esfuerzos hacia una operación GNSS integral.
- Demostrar la expansión del volumen de servicio a través de la participación internacional.
- Demostrar que la compatibilidad GNSS internacional es técnicamente alcanzable.
- Demostrar que con una dirección vertical se pueden lograr aproximaciones de precisión en las regiones del Caribe y Sudamérica utilizando señales GPS aumentadas, difundidas por un sistema de aumentación de área amplia.
- Probar SIDS y STARS en algunas localidades seleccionadas, a fin de demostrar una capacidad integral desde el despegue hasta el aterrizaje.
- Medir la precisión del sistema y performance de los mensajes mediante ensayos terrestres y en vuelo en cada uno de los Estados participantes, para las siguientes aplicaciones, según sea apropiado:
 - Datos de performance de largo plazo en estaciones de referencia locales
 - Aproximaciones tanto de precisión como de no precisión en aeropuertos seleccionados
 - Aproximaciones de Categoría I
 - Aproximaciones de Categoría I en un país donde no se encuentre una estación de referencia (Prueba de curva cerrada)
 - Maniobras de área terminal en aeropuertos seleccionados
 - Áreas sobre tierra en ruta
 - Áreas oceánicas en ruta
- Aumentar el entendimiento internacional para compartir información entre sistemas de aumentación GPS independientes y la utilización compartida de satélites de comunicación.
- Promover la aceptación internacional y el uso del GPS aumentado en las aplicaciones de la aviación civil.
- Recolectar y analizar performances operacionales del sistema de aumentación de área amplia con un enfoque en la factibilidad de la utilización de un Sistema Diferencial GPS de Area Amplia en las regiones CAR/SAM.
- Fomentar la cooperación internacional y contribuir a la seguridad del sistema mundial de transporte, compartiendo información, tecnologías, datos, asistencia técnica y capacitación entre los países y agencias no gubernamentales.
- Alentar futuros ensayos en vuelo con Sistemas de Aumentación de Base Satelital (SBAS).

2. Planes de Ensayo

Las actividades de vuelos de ensayo pueden tomarse en tres fases: Previas al Ensayo, Ejecución y Posteriores al Ensayo. En las secciones siguientes se describe en detalle las actividades asociadas con cada una de las fases.

2.1 Actividades Previas a los Ensayos

Las actividades previas a los ensayos comprenden un rango amplio de tareas centradas en verificar la performance y disponibilidad de hardware, software así como comunicación para apoyar la ejecución de los ensayos y actividades posteriores a ellos. Las actividades previas a los ensayos incluyen:

- Verificación de operaciones del sistema CSTB.
- Verificación de disponibilidad y operación de una aeronave.
- Verificación de que la capacidad de recopilación de datos esté en orden.
- En caso que se requiera la utilización del GEO para la difusión, debe existir comunicación entre la TMS del CSTB y el enlace satelital de Río de Janeiro, y asegurar la disponibilidad de difusión GEO.
- Probar enlaces de comunicaciones de VHF tierra-aire.
- Realizar estudios de los umbrales de la pista del aeropuerto.
- Verificar que todas las líneas telefónicas y otras comunicaciones se establezcan.
- Instalar y probar el equipo de apoyo en tierra y de demostración

2.2 Ejecución de los Ensayos

La demostración de aproximación de precisión consistirá de repetidas aproximaciones de precisión a un aeropuerto. Los datos serán recolectados de las señales resultantes del monitoreo de UPs, de la difusión por GEOs o VHF, dependiendo de su disponibilidad.

2.2.1 *Requerimientos para la Aproximación de Precisión*

Los requerimientos para conducir las aproximaciones de precisión al aeropuerto son los siguientes:

- Se utilizará un procedimiento de cobertura ILS durante la aproximación CAT 1. Los datos GPS se exhibirán en una presentación en el puesto de pilotaje, que proveerá la guía para el aterrizaje. Los datos del ILS se mantendrán en la otra presentación en el puesto de pilotaje, con fines de reserva y seguridad.
- Los ensayos serán conducidos en condiciones VFR diurnas.
- A pesar de que no sean necesarios requerimientos específicos de constelación o de geometría de dilución de precisión (DOP) GPS, los datos deben ser excluidos del análisis de precisión cuando sean recolectados durante períodos en los que los requerimientos DOP no concuerden o cuando no hayan correcciones diferenciales disponibles para los satélites GPS en uso.

2.2.2 *Requerimientos para la recopilación de datos de ensayo*

2.2.2.1 *Recopilación de datos de aeronave*

Los siguientes datos serán grabados a bordo de la aeronave. Todos los datos tendrán un sello con la hora, utilizando para ello el generador de código de tiempo disponible a bordo, con una resolución de milésimas de segundo.

- Salud, estado y banderas de UP.
- Posición x,y,z del GPS, datos de velocidad y aceleración, error del reloj GPS e impulso del reloj, error de posición del GPS (Norte, Este y hacia arriba), Dilución de Precisión GPS (vdop, hdop y pdop) y RAIM ARP.
- Mensaje de integridad GPS - ID satelital, tiempo de validez, tiempo de falla SV, tiempo de falla de navegación, tiempo de SV OK y tiempo de retorno de set fallado para su utilización.
- Mensaje de constelación SV - SV utilizado para solución, tiempo de validez, tiempo de corrección, corrección de seudorango, corrección de clase de seudorango, número IODE 0-255, seudorango no corregido, fase de portador no corregido, factor de alivio de seudorango, estimado de error ionosférico, estimado de error troposférico, medida de señal de ruido, elevación SV, ángulo SV Azimuth, uso de bandera SV.
- Difusión de datos CSTB de área amplia - mensajes de 250 bit (500 símbolos).
- Información de navegación y guía de aeronave-INS, datos del Baro-altímetro, datos de la pendiente de planeo, datos del DME, bandera de guía del proyecto, bandera de filtro de navegación, datos de la bandera GPS y bandera de corrección GPS.

2.2.2.2 *Recopilación de datos de la Estación Maestra de la Plataforma de Ensayos de Área Amplia*

La TMS grabará datos de cada una de las TRS en uso. Estos datos incluirán:

- Los datos GPS para cada satélite previsto incluirán medidas de código de pseudorango L1-C/A, medidas de rango de portador, medidas de pseudorango crudo L2-L1, medidas de rango diferencial L2-L1.

Adicionalmente al registro de datos de ingreso de los TRSs descritos arriba, la TMS grabará los siguientes datos:

- Mensajes de salida de difusión de datos de aumentación de área amplia;
- Información de efemérides de GEO;
- Sesgos del reloj del sistema; y
- Libros de eventos de las TMS, TRS y procesador de estación de tierra.

2.2.2.3 *Recopilación de datos TSPI*

Los datos TSPI (posición y tiempo) serán grabados durante la porción de aterrizaje de precisión de la demostración. Los datos TSPI L1/L2 también serán recolectados para servir como referencia para un modelo ionosférico.

2.3 **Actividades posteriores a los ensayos**

Las actividades posteriores a los ensayos consistirán en la reducción de datos y análisis y en preparar un informe de ensayo en vuelo.

2.3.1 *Reducción y análisis de los datos de los ensayos*

El propósito de estos ensayos es adquirir datos relativos a la precisión e integridad de un sistema de aumentación internacional integral e integrado.

Las tareas de reducción y análisis de datos comprenden:

- Comparar la posición del sensor GPS con la fuente verdadera TSPI, con el fin de determinar algún error en el sensor de navegación (NSE);
- Distribuir el error de sensor al causante, incluyendo error de reloj, error efímero, error ionosférico y error troposférico;
- Determinar error técnico de vuelo (FTE);
- Determinar error total del sistema (TSE); y
- Determinar la extensión del área de aumentación, incluyendo el rango de error de bit en la difusión de la navegación SIS, rango de error de mensaje, disponibilidad de señal, precisión comparativa, integridad comparativa, disponibilidad comparativa y análisis de disponibilidad conjunta.

2.3.1.1 *Reducción de Error del Sensor de Navegación y Análisis*

El Error del Sensor de Navegación (NSE) se define como la diferencia entre la solución de la posición del sistema de aumentación de área amplia y la posición real. El NSE se determinará comparando la posición estimada por el sistema de aumentación de área amplia con la posición de la aeronave proporcionada por el sistema TSPI. Las diferencias serán analizadas en función a los promedios de aproximaciones, desviación standard de aproximaciones y distribución de aproximaciones (p.ej. Gaussiano u otros). Los errores del sensor de navegación se descompondrán en errores de reloj de navegación no corregidos, errores ionosféricos y errores troposféricos.

2.3.1.2 *Error Técnico de Vuelo*

El error técnico de vuelo (FTE) se define como la diferencia entre la solución de la posición del sistema de aumentación de área amplia y la posición esperada a lo largo de la trayectoria de planeo. El FTE se determinará analizando la información de guía de la aeronave presentada al piloto (p.ej. desviaciones de aguja convertidas a distancia). Los datos serán analizados en función a los promedios de aproximaciones, las desviaciones standard de las aproximaciones y la distribución de aproximaciones (p.ej. Gaussianas u otras).

2.3.1.3 *Error Total del Sistema*

El error total del sistema (TSE) se define como la suma de NSE y FTE y es computada por la diferencia entre la posición real, con la posición esperada a lo largo de la trayectoria de planeo. El TSE se determinará comparando la posición de la aeronave proporcionada por la TSPI con la trayectoria de deslizamiento calculada.

2.3.1.4 *Cobertura GNSS Integral*

Los datos de señal de navegación del satélite GEO se analizarán para determinar la disponibilidad de la señal. Los mensajes transmitidos y recibidos serán comparados para determinar los rangos de error de bit y mensajes. También se analizará la integridad de la difusión.

2.3.2 *Informe de los Ensayos*

La actividad final es el desarrollo de un informe de ensayos en vuelo. El informe presentará los resultados del análisis de los datos de los ensayos, así como una apreciación de si los objetivos de los ensayos en vuelo han sido cumplidos.