



**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

Resultado de la validación del impacto de la ionósfera en la operación GBAS en Brasil

(Presentada por Brasil)

RESUMEN	
Esta Nota de Estudio presenta el resultado de la evaluación del impacto de la ionosfera en la operación GBAS en Brasil a partir de datos recolectados durante el ciclo solar 24 de la estación SLS-4000 instalada en el aeropuerto SBGL y de estaciones GPS de frecuencias L1 y L2. Se concluyó que el modelo de riesgo ionosférico de medias latitudes no es directamente aplicable a bajas latitudes.	
REFERENCIAS:	
<ul style="list-style-type: none">• Anexo 10, Volumen I, de la Convención de la OACI• Programa SIRIUS de Brasil• SAM/IG/7 – WP/7• SAM/IG/8 – WP/18• GREPECAS/16 – IP/15• SAM/IG/14 – NE/20	
Objetivos estratégicos de la OACI:	<i>A – Seguridad operacional B – Capacidad y eficiencia de la navegación aérea</i>

1 Introducción

1.1 La investigación llevada a cabo por el DECEA (Departamento de Control del Espacio Aéreo) en Brasil con respecto al GBAS (Ground Based Augmentation System) se inició en 2003 con la instalación de una estación prototipo LAAS (*Local Area Augmentation System*) de la FAA (*Federal Aviation Administration*) en el Aeropuerto Internacional de Río de Janeiro (SBGL).

1.2 Desde entonces, se realizaron una serie de pruebas de vuelo que demostraran la posibilidad de utilizar ese sistema para aproximaciones de precisión.

1.3 Durante las pruebas, la comunidad internacional identificó varios fenómenos que se producen en la ionosfera en latitudes bajas, como las tormentas, el centelleo y las burbujas que afectan el funcionamiento de este sistema y están relacionadas directamente al ciclo solar.

1.4 En junio de 2011, se instaló una estación de Honeywell SmartPath GBAS SLS-4000, certificada por la FAA y configurada con el modelo de riesgo de latitudes medias, en el Aeropuerto Internacional de Río de Janeiro (SBGL).

1.5 El propósito de esta instalación fue estudiar el impacto de la ionosfera en la operación de la estación SLS-4000 durante el ciclo solar 24.

1.6 Además, durante este período, también se recogieron las señales de GPS en las frecuencias L1 y L2 de las estaciones ubicadas en todo el territorio brasileño que se han utilizado para proporcionar datos para evaluación del modelo de riesgos instalado en la estación de SLS-4000.

2 Análisis

2.1 El sistema GBAS, de conformidad con el Anexo 10, Volumen 1 de la OACI, permite la realización de aproximaciones de precisión de Categoría I con el incremento de los valores de precisión e integridad de las señales GPS.

2.2 Este sistema tiene varias ventajas en comparación con el ILS como servicios simultáneos a múltiples cabeceras con diferentes ángulos de aproximación, posibilidad de desplazamiento del punto de aterrizaje, aproximación en curva y la reducción significativa de las áreas críticas y sensibles.

2.3 El Brasil, en su programa de implantación de las nuevas tecnologías CNS / ATM, llamado SIRIUS (<http://www.decea.gov.br/sirius/>), prevé el uso de esta tecnología en sus aeropuertos.

2.4 De acuerdo con la planificación para la implantación de GBAS en Brasil, se instaló, en junio de 2011, una estación SLS-4000 SmartPath, de la empresa Honeywell, en SBGL (Río de Janeiro), para servir como banco de pruebas durante el ciclo solar número 24.

2.5 Esta estación se configura con un modelo de riesgo ionosférico desarrollado por la Universidad de Stanford para su uso en las latitudes medias (<http://waas.stanford.edu/~wwu/papers/gps/PDF/LeeIONGNSS06.pdf>).

2.6 La SLS-4000 es la única estación GBAS que cuenta con certificación y está en operación CAT I en los aeropuertos de Newark (EE.UU.), Houston (EE.UU.), Málaga (España), Bremen (Alemania) y Sydney (Australia), todos situados en latitudes medias.

2.7 Desde su instalación en el aeropuerto SBGL, la SLS-4000 mostró una disponibilidad inferior a la requerida, y fue necesario desactivar los monitores internos para que se pudiera recoger datos de forma continua. (Es importante destacar que esta estación no ha estado disponible para su uso por la aviación, sirviendo sólo como un banco de pruebas).

2.8 Situado en una región de baja latitud, el aeropuerto SBGL tiene una intensa actividad ionosférica, así como los países situados entre 20°N y 20°S (aproximadamente) del ecuador geomagnético (Fig. 1), especialmente en los períodos de máxima actividad solar.

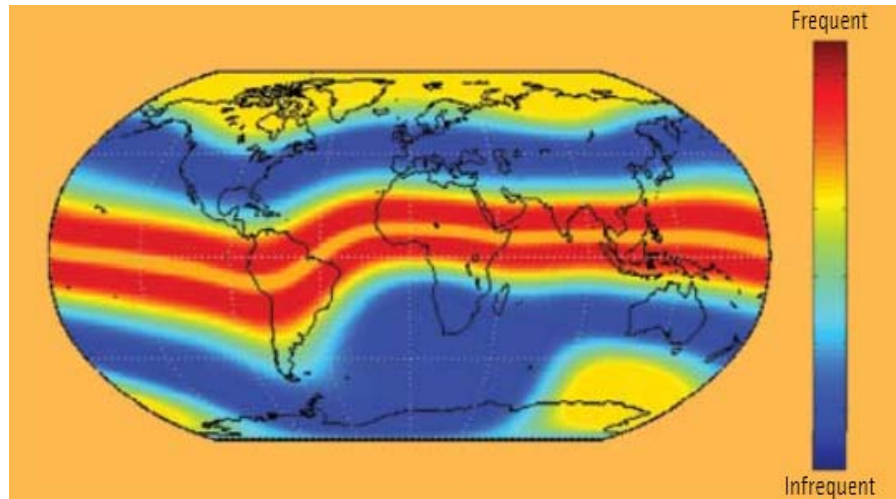


Fig. 1 – Frecuencia de las perturbaciones en la ionosfera

2.9 A fin de evaluar el impacto real de la ionosfera en el sistema GBAS en las latitudes bajas, el Instituto de Control del Espacio Aéreo (ICEA), agencia de investigación del DECEA, desarrolló un trabajo conjunto con la FAA, la Universidad de Stanford, el Instituto Nacionales de Investigación Espacial (INPE), Boston College, NAVTAC, KAIST y las empresas Fundación Mirus Tecnología y SDTP.

2.10 Para desarrollar este trabajo, fueron utilizados los datos recogidos de la estación SLS-4000, así como de más de 110 estaciones GPS L1 y L2 instaladas en todo Brasil (Fig. 2).

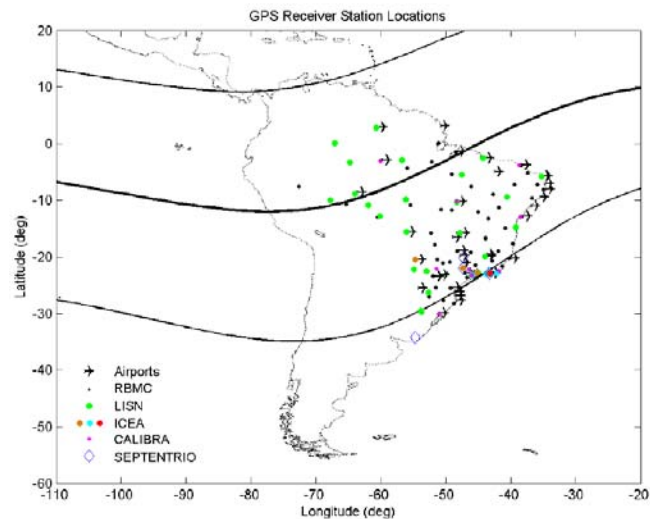


Fig. 2 – Red de estaciones GPS

2.11 Los datos fueron recogidos durante el período de máxima actividad de ciclo solar 24 (Fig. 3) que, sin embargo, fue la menor actividad de los últimos 100 años (Fig. 4).

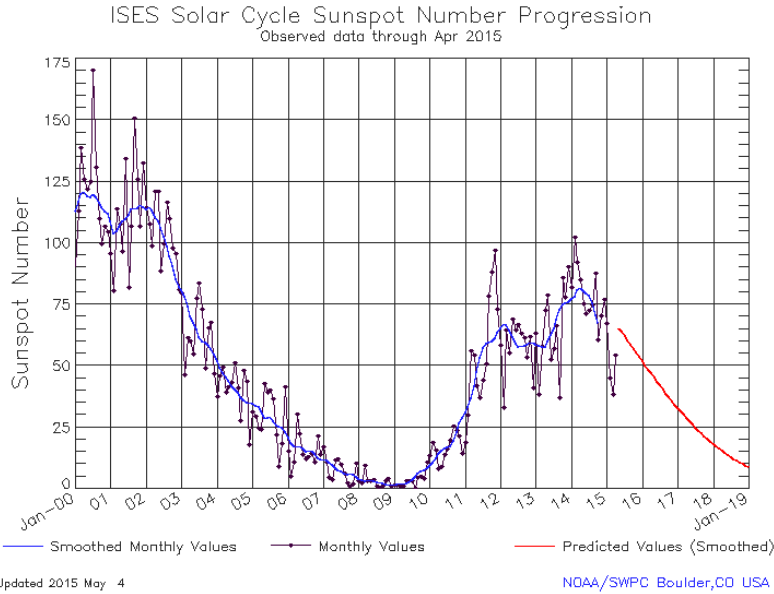


Fig. 3 - Ciclo solar 24 (<http://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>)

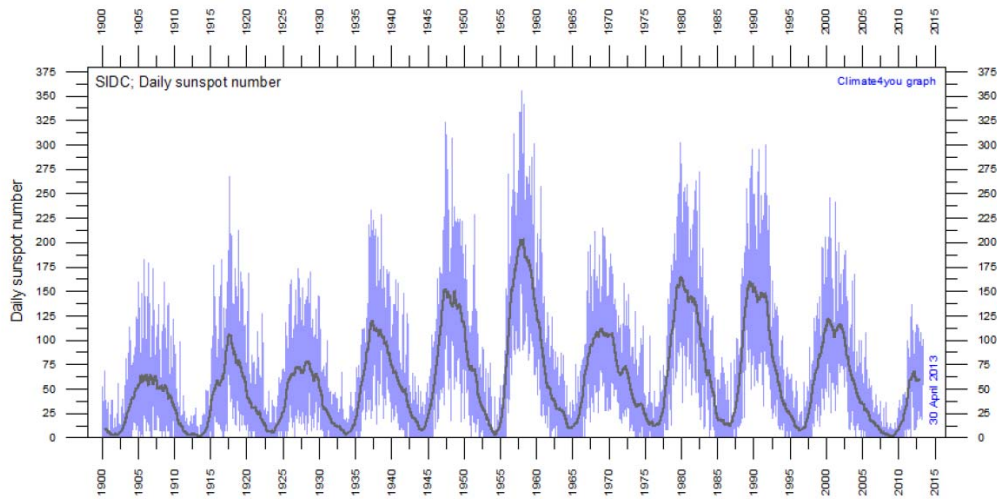


Fig. 4 – Variabilidad de manchas solares de 1900 al presente

2.12

Para el desarrollo del trabajo se dieron los siguientes pasos:

- Identificación de los datos pertinentes para ser recogidos por las estaciones de la red de datos GPS en Brasil;
- Identificación de los días de interés sobre la base de los índices de Kp y Dst y el parámetro de centelleo de banda L (S4);
- Tratamiento de los datos relativos a los días de interés;
- Identificación y caracterización de la ionosfera en latitudes bajas;
- Validación del modelo de riesgo.

2.13 El modelo de riesgo para las latitudes medias fue desarrollado a partir del modelo que tiene en cuenta la perturbación ionosférica como un frente en forma de cuña con una determinada velocidad, el ancho y gradiente. (Fig. 5).

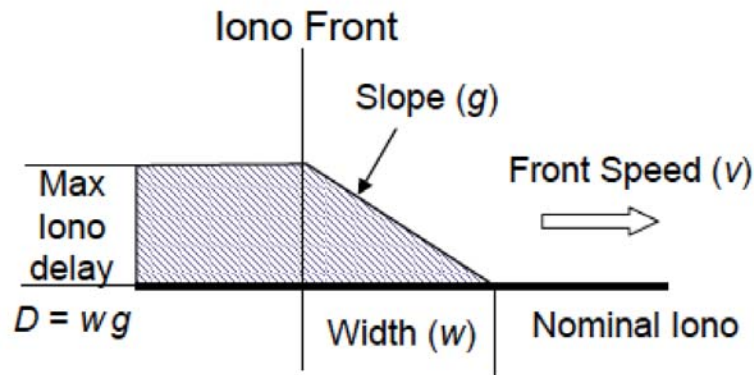


Fig. 5- Modelo de la tormenta ionosférica

2.14 Utilizando este modelo, la situación más crítica de la operación sería una aeronave en aproximación recibiendo una corrección de la estación GBAS a partir de informaciones del satélite GPS cuyas señales han sufrido diferentes retardos ionosféricos a la aeronave y a la estación de tierra (Fig. 6).

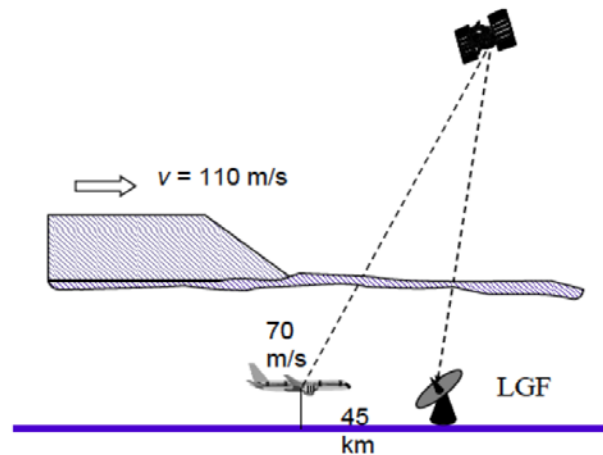


Fig. 6 – Amenaza ionosférica al GBAS

2.15 Es de destacar que esta es una situación crítica para proyectos de estaciones que no son capaces de detectar variaciones de la ionosfera como una función de la distancia (como en el caso de SLS-4000), que les obliga a tener un modelo de amenaza ionosférica que es capaz para absorber las variaciones dentro de un rango de valores predefinidos.

2.16 El modelo de riesgo para las latitudes medias se desarrolló a partir de los datos recogidos en los Estados Unidos y presenta los límites de la Fig. 7.

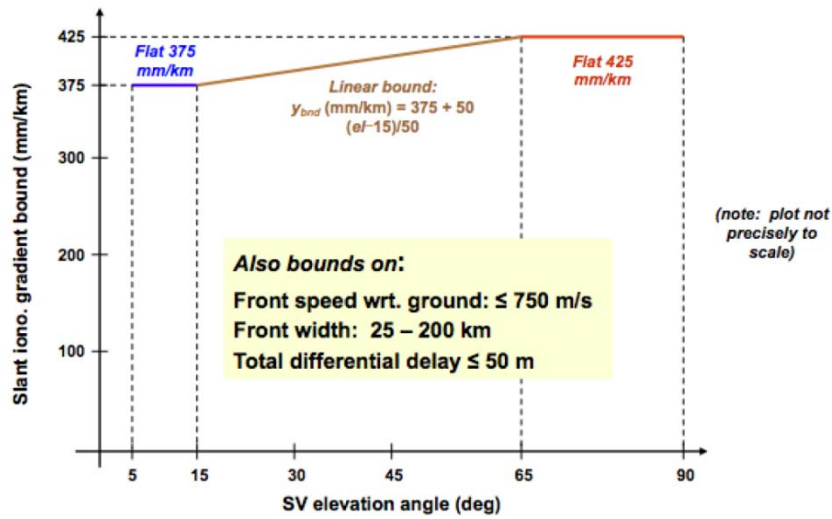


Fig. 7 – Modelo de riesgo para medias latitudes

2.17 Para evaluar la posibilidad de utilizar el modelo de riesgo de latitudes medias en el SBGL, fueron identificados los 123 días con el peor comportamiento de la ionosfera (identificados a partir de los índices de Kp, Dst y S4) entre 2011 y 2014.

2.18 A partir de estos datos, se identificó que varios puntos medidos estaban fuera del modelo de riesgo CONUS (Estados Unidos Continental) instalado en la estación SLS-4000 (Fig. 8), lo que puede representar un comprometimiento de la integridad y disponibilidad de la estación.

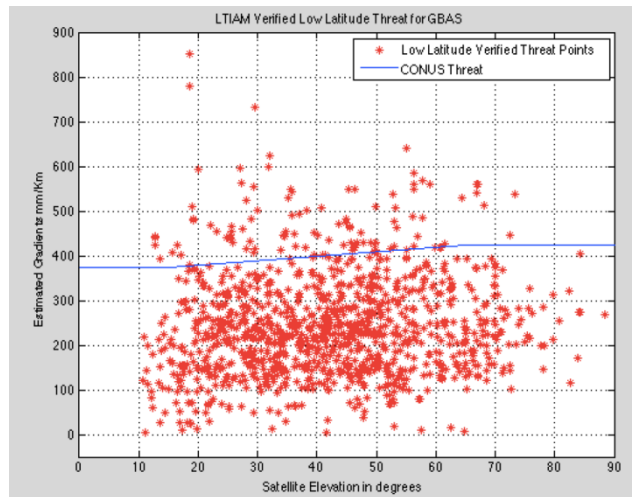


Fig. 8 – Amenaza ionosférica en Rio de Janeiro

2.19 Como resultado, también, se observó que entre 5h y las 21h (hora local) la ionosfera se comporta dentro del modelo de latitudes medias. (Fig. 9).

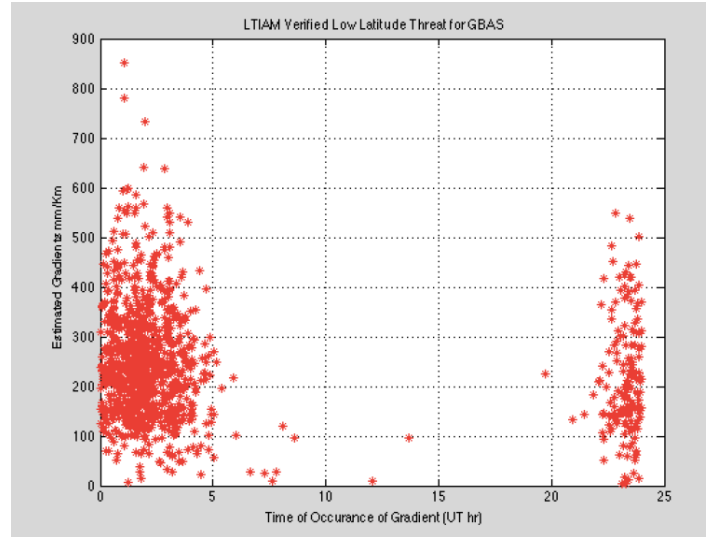


Fig. 9 - Distribución horaria de los eventos de la ionosfera

2.20 De los resultados obtenidos, Brasil identificó que en el momento, la estación SLS-4000 no podrá ser utilizada en su totalidad para operaciones CAT I en las regiones de baja latitud y continuará la investigación en colaboración con las universidades y la empresa Honeywell, buscando desarrollar un modelo de riesgo aplicable a estas regiones.

3. Acciones sugeridas

3.1 Se invita la Reunión a:

- a) Tomar nota de la información presentada; y
- b) discutir los resultados obtenidos y de sus impactos en el uso de GBAS en latitudes bajas.

– FIN –