



Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina Regional Sudamericana - Proyecto RLA/03/902
Transición al GNSS/SBAS en las Regiones CAR/SAM –SACCSA – Fase III
Novena Reunión del Comité de Coordinación (RCC/9)
Lima, Perú, 1 al 4 de julio de 2013

Cuestión 6 del
Orden del Día: Otros asuntos

**PLAN DE IMPLANTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE PRUEBAS
SBAS / SACCSA EN LAS REGIONES CAR/SAM**

(Presentada por la Secretaría)

RESUMEN

Esta nota de estudio presenta el Plan de implantación de una plataforma de pruebas SBAS/SACCSA en las regiones CAR/SAM, que amplía el alcance aprobado en la Conclusión 16/4 del GREPECAS. Es una actualización a la Nota de Estudio presentada en la RCC08, adaptada a la situación actual y para maximizar el coste-beneficio de la misma.

Objetivos Estratégicos	<i>Esta nota de estudio se relaciona con los Objetivos estratégicos: A. Seguridad operacional C. Protección al medio ambiente y desarrollo sostenible del transporte aéreo</i>
-------------------------------	--

1. Introducción

1.1 Durante la Séptima Reunión del Comité de Coordinación (RCC/7) del Proyecto RLA/03/902 – SACCSA, celebrada en San Carlos de Bariloche, Argentina, del 11 al 15 de octubre de 2010, se realizó una demostración en tiempo real mediante la emisión de una señal SBAS / SACCSA a través del GEO INMARSAT 3F4 PRN 122, y usando el centro de proceso SBAS de GMV, magicSBAS; datos de observación GPS, procedentes de redes de receptores GPS de tipo IGS, SIRGAS (IGS, IBGE, UNESP, RAMSAC, PRSN, etc). El resultado fue altamente satisfactorio y ha dado pie a que se puedan plantear pasos encaminados a llegar a disponer de una plataforma de pruebas SBAS / SACCSA en estas regiones, tal y como fue planteado y acordado por la reunión mediante la conclusión siguiente:

CONCLUSIÓN

**RCC/7/SACCSA/10 – IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE PRUEBAS SBAS
– SACCSA**

Que, reconociendo la conveniencia y beneficios de implantar una plataforma de pruebas SBAS – SACCSA en las regiones CAR/SAM que permita cubrir los objetivos indicados bajo el párrafo II.9 de este Informe,

- a) *el Proyecto RLA/03/902 elabore un Plan de implantación de una plataforma de pruebas SBAS – SACCSA, definiendo la infraestructura requerida, costes y otros aspectos asociados; y*
- b) *consecuentemente, la OACI invite a los Estados y Organizaciones Internacionales de estas regiones a participar en la plataforma mencionada.*

1.2 Ante esto, la OACI solicitó al coordinador técnico del proyecto que se realice una evaluación sobre la posibilidad de implementar una plataforma de pruebas en las regiones CAR/SAM.

1.3 Asimismo, en GREPECAS 16, con respecto a SACCSA aprobó la Conclusión y los párrafos siguientes:

GREPECAS:
CONCLUSIÓN 16/4

APOYO A LA FINALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y PARTICIPACIÓN EN LA IMPLANTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE PRUEBAS DEL PROYECTO RLA/03/902 SACCSA

En vista de los primeros resultados obtenidos por el Proyecto SACCSA – Fase III-A y su contribución a la implantación del PBN, y con la finalidad de apoyar la finalización de este Proyecto, se alienta a los Estados/Territorios/Organizaciones Internacionales de las Regiones CAR/SAM a:

- a) *facilitar/coordinar con sus autoridades nacionales correspondientes, el acceso y provisión de datos para el Proyecto SACCSA de las redes con estaciones receptoras GPS de un segundo con acceso FTP o NTRIP y con archivos RINEX; y*
- b) *tomando en cuenta los objetivos indicados en el Apéndice B a la Cuestión 2 del Orden del Día del informe de la Reunión CNS/ATM/SG/2, considerar participar en la implantación de una plataforma de pruebas SBAS-SACCSA notificando a las Oficinas Regionales de la OACI a más tardar el **30 de junio de 2011**.*

2. Propuesta de una plataforma de pruebas SBAS / SACCSA

2.1 En el desarrollo de todo sistema SBAS, se requiere disponer de una plataforma de pruebas o test-bed donde probar y analizar las soluciones a aplicar e introducir las mejoras necesarias para lograr el correcto funcionamiento del sistema. Adicionalmente este test-bed permitiría empezar a obtener beneficios del SBAS ya a corto plazo.

2.2 En el caso de las regiones CAR/SAM, esto es aún más importante si tenemos en cuenta las peculiaridades de la región, respecto a otras regiones con SBAS en latitudes medias, como por ejemplo el comportamiento de la ionosfera y el impacto en el SBAS en situaciones de máximo solar incluyendo en los satélites GEO y la correspondiente recepción de la señal L1 procedente de los mismos, lo que hace que esta plataforma adquiera un carácter pionero en lo realizado hasta ahora con los SBAS existentes.

2.3 Los objetivos básicos que se persiguen son:

- Comenzar a obtener beneficios del SBAS a corto plazo (aviación y multimodal), antes de la implantación del sistema operacional.
- Demostrar la viabilidad técnica de la solución SACCSA.
- Analizar el funcionamiento de los algoritmos y soluciones SACCSA, realizando las pruebas, correcciones y/o modificaciones que sean oportunas y demuestren la viabilidad técnica de la implantación del sistema.
- Disponer de una plataforma que permita analizar de forma real el impacto de la ionosfera sobre el conjunto de elementos de un sistema SBAS (Estaciones de Referencia, GPS, GEO, comunicaciones), en situaciones complejas como las que se verán en la etapa de mayor actividad, entre los años 2012 al 2013, del presente ciclo solar, demostrando el grado de funcionamiento del algoritmo ionosférico de SACCSA.
- Disponer de un pre sistema que producto de las pruebas y el análisis de su desempeño pueda dar paso al sistema operacional definitivo.
- Dar la oportunidad a los Estados y las Organizaciones Internacionales para familiarizarse con el sistema, desarrollando aplicaciones multimodales abiertas (no SoL) lo que permitirá comenzar a obtener beneficios del SBAS, en base a un servicio abierto no SoL para usuarios multimodales, monofrecuencia y bifrecuencia.
- Desarrollar procedimientos aeronáuticos LPV, que se puedan volar con aviones equipados al respecto (receptores red label).
- Minimizar los riesgos de la implantación del sistema final.
- Contribuir a determinar el mejor modelo de gestión del sistema.
- Fomentar el uso de las tecnologías SBAS en las regiones CAR/SAM tanto a nivel aviación como a nivel multi-modal
- Tener una plataforma multi-frecuencia y multi-constelación que permita analizar las ventajas y la comparación con diferentes tecnologías futuras como la multi-frecuencia (L1/L5) y la multi-constelación.
- Aprovechar las infraestructuras existentes en las regiones CAR/SAM para proporcionar un valor añadido gracias a la aplicación de la tecnología SBAS
- Desarrollar y proporcionar un servicio de mejora de la precisión basado en SBAS

2.4 En esta plataforma se podrán integrar algunas de las soluciones más novedosas que propone SACCSA, como es el uso de multiconstelación a nivel del segmento terreno (uso de receptores GPS y GLONASS), y que supone un importante salto en relación a los sistemas SBAS actualmente en servicio o desarrollo.

Descripción de la plataforma de pruebas

2.5 Para lograr estos objetivos, el Proyecto RLA/03/902 ha propuesto implementar una plataforma de pruebas SBAS / SACCSA que sea representativa del sistema final, y que permita garantizar el desarrollo y buen funcionamiento del sistema definitivo. Esta plataforma de pruebas debe conjugar una operación y un servicio similar a un sistema real, pero bajo la premisa del menor coste posible; teniendo en cuenta tanto los costes de equipamiento, como los de operación.

2.6 La plataforma se compondrá de:

- Una carga de navegación en un GEO.
- Una estación de acceso al satélite GEO.
- Unidad de Proceso UCP.
- Red de comunicaciones.
- Al menos de 24 Estaciones de Referencia, localizadas en los emplazamientos definidos para SACCSA que se muestran en la figura siguiente, o lo más próximo posible a los mismos.
- Centro de recopilación y grabación de datos para análisis y estudios estadísticos.
- Centro de soporte.
- Operación por un periodo de dos años.

2.7 En la reunión RCC08 de SACCSA se presentaron varias soluciones (básica, intermedia y avanzada). En esta nota de estudio se propone ir a una solución equivalente a la intermedia con un concepto diferente de operaciones.

2.8 La solución propuesta se basa en utilizar elementos ya existentes que cumplan con los requisitos mínimos del test-bed, tanto a nivel de redes de receptores como de estaciones de acceso al GEO. Se partiría del uso de MagicSBAS y una estación de acceso de INMARSAT (a confirmar disponibilidad) o una ya existente dentro de la huella de visibilidad del satélite, usando las redes de receptores disponibles en las Regiones CAR/SAM. Adicionalmente se propone el despliegue de nuevas estaciones de referencia para mejorar la disponibilidad y la garantía de servicio en los países que estén interesados en el Test-bed. Esta alternativa permitiría dar un servicio mínimamente garantizado. Es importante notar que las Estaciones de Monitorización, se podrán emplear más allá de los ensayos, ya que tras estos se podrán utilizar como estaciones de monitorización de prestaciones, tanto de GPS/GLONASS, como de SACCSA (Caso de implementarse). Estas estaciones serán básicas para la implantación de la PBN basada en la navegación GNSS (SBAS), ya que permitirá a los Estados conocer las prestaciones que proporciona el GPS en todo momento. Por este motivo, una posible solución sería que cada Estado compre sus estaciones dentro del proceso general, quedando bajo su propiedad. Como es lógico, el modelo de estación será único, y se basará en las resultantes de la adjudicación de suministro de las mismas, por lo que su adquisición se podría hacer a través del TCB, ya que se podrían comprar la totalidad de las estaciones para distribuirlas posteriormente, lo que saldrá más barato que el suministro de una o dos estaciones a cada Estado contratante.

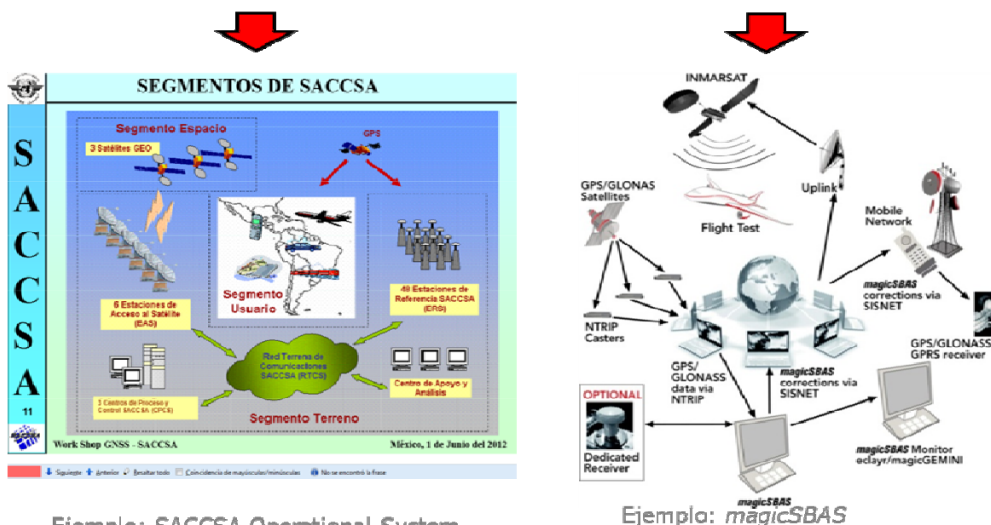
2.9 Se propone a su vez un concepto de operaciones flexible que permita reducir los costos a la vez que seguir obteniendo los beneficios por lo que se propone unas operaciones mixtas: por internet más un periodo por emisión de GEO.

2.10 A continuación se describe a alto nivel cada uno de los elementos propuestos del sistema y las hipótesis consideradas:

- Una **carga de navegación** en un satélite geoestacionario (GEO). En este caso el satélite de INMARSAT 4F4 (a 54W)
- Una **estación de acceso al satélite GEO** (estación *uplink*): Se propone el uso de una estación ya existente de INMARSAT dentro de la huella de visibilidad del satélite.
- **Estaciones de referencia:** Se propone reutilizar al máximo las estaciones de referencia públicas existentes en aquellos lugares donde existan y cumplan los requisitos necesarios para el Test-bed. En caso de que un país desee asegurar sus prestaciones deberá o bien llegar a un compromiso de disponibilidad de las estaciones con el proveedor, o bien deberá instalarse sus propias estaciones de referencia adicionales. Teniendo en cuenta el comportamiento de la plataforma existente de magicSBAS, y basado en la experiencia de GMV, se recomienda la instalación de 8 o 10 estaciones de referencia en toda la región CAR/SAM.
- **Red de comunicaciones:** Se asume que las comunicaciones se realizarán a través de Internet. Esta hipótesis conlleva la existencia de una línea de comunicaciones adecuada que permita al menos el envío de los 250 bit/segundo básicos para el funcionamiento de la plataforma de prueba y de todo sistema SBAS. En el caso de no disponer de la misma se podría proveer como parte del test-bed a través de proveedores locales.
- **Unidad Central de Proceso** (*magicSBAS*). La Unidad Central de Proceso es la que se encarga de calcular los mensajes SBAS (correcciones a GPS y su correspondiente integridad), incluyendo correcciones e satélite y modelo ionosférico. Es realmente en corazón de un sistema SBAS. Este Unidad Central de Proceso incluye los algoritmos de SACCSA que han sido adaptados a las condiciones ionosféricas de la región CAR/SAM. La Unidad Central de Proceso se compone de HW y SW. Se propone instalar esta Unidad de Proceso (*magicSBAS*) en uno de los Estados participantes en SACCSA.
- **Centro de análisis de prestaciones** (*magicgemini*). Este elemento es el que compone el Centro de Soporte que es el encargado principal de analizar las prestaciones del Sistema. Está basado en el producto *magicGEMINI*. Se propone instalar junto con *magicSBAS* en las instalaciones de AEROCIVIL. *magicGEMINI* puede funcionar en post-procesado y en tiempo real, permitiendo un control óptimo del GNSS.

2.11 La siguiente figura muestra un esquema de los principales elementos de un sistema SBAS operacional y de la plataforma de pruebas (prototipo en la figura) aquí propuesta:

SISTEMA OPERACIONAL VS. TEST-BED/PROTOTIPO



2.12 Dado que la plataforma de pruebas puede representar un amplio arco de precios, y teniendo en cuenta que los costes principales de la operación son los derivados del alquiler de la carga de navegación del GEO, se propone un concepto de operaciones flexible de modo que se pueda obtener el máximo beneficio minimizando los costes. Para ello se propone una operación de la plataforma durante un periodo de **dos años**, de los que:

- **6 meses** con emisión del GEO
- **18 meses** sin emisión del GEO.

2.13 La duración del periodo de emisión del GEO depende de las necesidades de los países, pudiéndose aumentar o disminuir según se considere oportuno.

Notas:

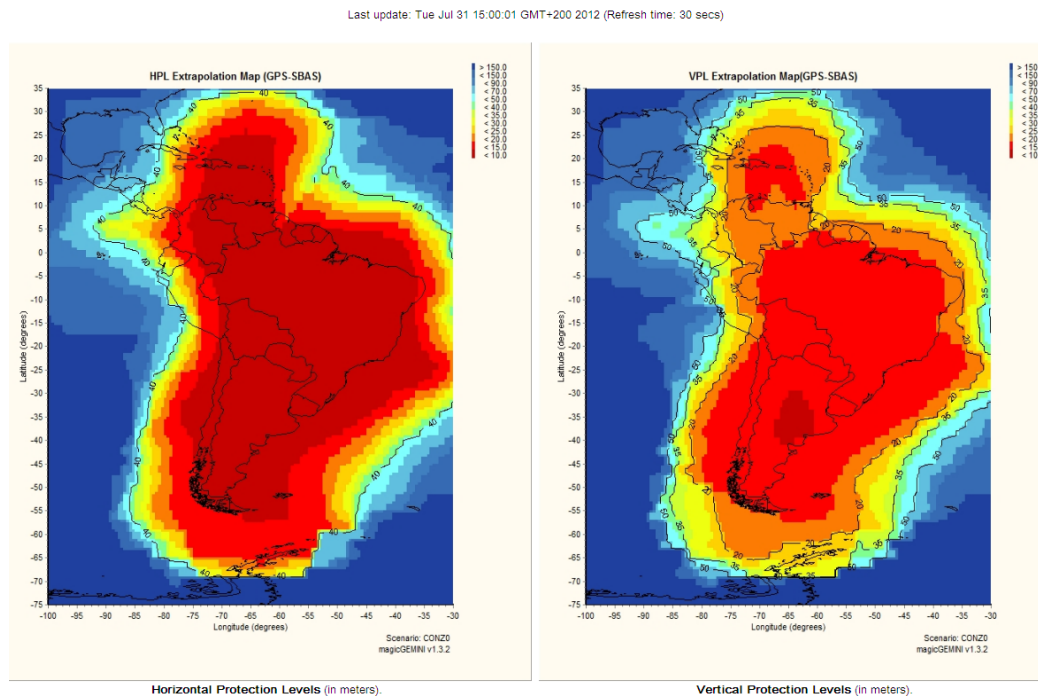
- El código PRN asignado al satélite 3F4 ya no es válido. Ahora el procedimiento es que el service provider (SACCSA-ICAO) tiene que pedir el PRN ya no lo hace el operador de satélite. Inmarsat ofrece la ayuda en estas gestiones. Esto aplica a la emisión por GEO.
- MT0: mensaje “do not use” se usará para el Test-Bed y así asegurar el Safety. Se debe coordinar con FAA (WAAS) y EC (EGNOS) para las emisiones del GEO, tal y como se hizo para la demostración en Argentina. Esto aplica a la emisión por GEO.

Prestaciones Esperables del Test-Bed

2.14 Esta sección incluye las prestaciones esperables del Test-bed de SACCSA propuesto en esta Nota de Estudio.

2.15 GMV tiene una plataforma de magicSBAS + magicGEMINI corriendo en tiempo real en la región CAR/SAM con los algoritmos de SACCSA. Esta plataforma incluye a su vez una plataforma web donde se pueden ver los resultados de las prestaciones obtenidas en tiempo real: <http://magicgnss.gmv.com/sam/>.

2.16 A modo de ejemplo se muestran a continuación las prestaciones, en términos de disponibilidad, que se obtendrían en la región SACCSA mediante la implantación de un sistema SBAS adaptado a la región.



2.17 Disponibilidad horizontal (izquierda) y vertical (derecha) obtenida en SACCSA para el 31/07/2012, con la red de estaciones utilizadas en SACCSA.

Financiación de la plataforma de pruebas

2.18 La Plataforma de Pruebas SACCSA es un paso necesario e importante antes de que se decida el lanzamiento de la implantación del sistema definitivo, y es una consecuencia de los trabajos que se han desarrollado en la FASE II y los que ese están desarrollando en la FASE III. En dicha plataforma, se podrá comprobar el funcionamiento de las soluciones propuestas y de los algoritmos en desarrollo.

2.19 Esto hace que la Plataforma sea una consecuencia del proyecto SACCSA; y por tanto, es una actividad complementaria, ligada a los trabajos actualmente en desarrollo, pero con un presupuesto independiente y adicional del actualmente en curso dentro de la FASE III.

2.20 A la hora de financiar la Plataforma de Pruebas, debemos separar los costes de equipamiento o gastos de capital (CAPEX - **CAPital EXpenditures**) y los gastos operativos (OPEX). Analicemos ambos costes:

CAPEX

2.21 Estos costes hacen referencia al coste del equipamiento necesario para la implantación de la plataforma de pruebas, e incluyen básicamente elementos de hardware/software (HW/SW) e infraestructura de instalación si así fuese necesario.

2.22 En este apartado, los elementos a tener en cuenta son:

- Estaciones de Referencia del Test-bed de SACCSA
- Red de Comunicaciones
- Prototipo UCP (Unidad Central de Proceso- magicSBAS)
- Centro de soporte o análisis de prestaciones.
- Estaciones de acceso al satélite e infraestructura asociada a GEO

2.23 El modelo de estación de referencia será único, con lo que los costes de ingeniería se diluyen e impactan menos en el coste final. Dado que estas estaciones quedarían en propiedad de los Estados, se propondría que cada Estado / Organización Internacional adquiriera las estaciones que les corresponde en base a recursos propios y presupuesto externo al Proyecto. Esto sería también aplicable a otros elementos del sistema, como puede ser el Prototipo de UCP o el Centro de Soporte, en el caso de que un Estado desee tener alguno de ellos en su territorio.

2.24 El resto de los elementos, son comunes a la Plataforma de Pruebas, por lo que se tendrán que costear sobre el presupuesto del Proyecto.

OPEX

2.25 Aquí se incluyen los costes operacionales del sistema, y que cursarán de forma periódica a lo largo de su vida útil con las correspondientes variaciones anuales según se establezca en los correspondientes contratos. Entre otros, aquí figuraría:

- Alquiler de la carga GEO (6 meses)
- Operación y alquiler de la Estación de acceso al satélite (6 meses)
- Alquiler licencia UCP con emisión GEO (magicSBAS)
- Operación de prototipo UCP: con y sin emisión de GEO
- Operación del centro de soporte: con y sin emisión de GEO

- Red de comunicaciones
- Ingeniería
- Gestión del sistema

Garantías y protección del servicio

2.26 La participación en el Proyecto RLA/03/902 SACCSA y/o la Plataforma de Pruebas es abierta para todos los Estados y Organizaciones Internacionales que lo deseen; para aquellos no interesados en participar y obviamente en no recibir sus señales, en la Unidad central de proceso (UCP) se podrá anular los IGPs de los Estados no contratantes, con lo que solo verían la señal L1 del GEO; pero no las correcciones dadas por el sistema, con lo que no podrán usarlo. Esto constituye un elemento de garantías y protección del servicio, por cuanto sólo estará disponible sobre los Estados participantes.

Estrategia de Implantación

2.27 Teniendo en cuenta que uno de los mayores objetivos es maximizar el balance coste-beneficio de la plataforma de pruebas, se recomienda la implantación de la plataforma de pruebas SACCSA de una forma gradual y por lo tanto minimizar los riesgos de la propia inversión.

Hoja de ruta

2.28 El objetivo de esta sección es dar una visión a largo plazo de la implementación de SACCSA y la relación con el Test-bed de SACCSA. Esto es vital para lograr la sostenibilidad del proyecto desde un punto de vista más amplio y no sólo desde el concepto del test-bed.

2.29 Esta sección incluye las recomendaciones para la aproximación del desarrollo de un SBAS en SACCSA. El Roadmap que proponemos se basa en los siguientes aspectos:

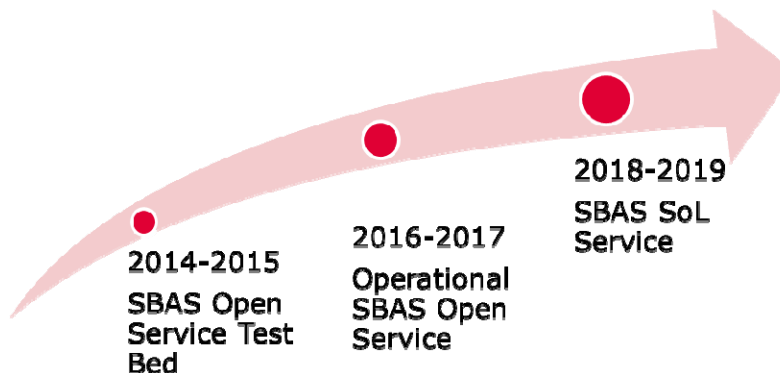
- Que sea rápido de implementar, de bajo coste y que contemple un desarrollo temprano de un Open Service para empezar a obtener beneficios ya desde el corto plazo.
- Transferencia de tecnología al cliente
- Aproximación incremental en varios sentidos:
 - o Incorporando socios locales
 - o Re-definición incremental dependiendo de las necesidades del cliente: posibilidad de incluir nuevos servicios
- Solución Multimodal ampliando el abanico usuarios drásticamente
- Interoperable con otros SBAS (EGNOS, WAAS) pero manteniendo independencia y soberanía.

2.30 Basado en esta aproximación se propone el siguiente roadmap

- Etapa #1: SBAS Open Service – SACCSA Test-Bed. Con los siguientes objetivos:
 - o Consolidación de los requisitos de misión del SBAS (Open Service and SoL-Safety of Life)
 - o Evaluación de la viabilidad del SBAS
 - o Revisión de la definición del SBAS (SoL) ya propuesta en SACCSA, en caso de que fuese necesario

- o Definición detallada de un SBAS OS (Open Service)
- o Despliegue de un SBAS Open Service Test-Bed
- Etapa #2: SBAS Operational SACCSA Open Service. Basado en Etapa #1 (Test-bed)
 - o Fase C1: Definición detallada de SBAS Open Service
 - o Fase D1: Qualificación y producción de SBAS Open Service
 - o Fase E1: Despliegue SBAS OS. Pre-operaciones hasta aceptación formal
- Etapa #3: SBAS SoL Service. Basado en Etapa #1 (Test-bed) y Etapa #2 (SBAS OS operacional)
 - o Fase C2: Definición detallada de SBAS SoL
 - o Fase D1: Qualificación y producción de SBAS SoL
 - o Fase E1: Despliegue SBAS SoL. Pre-operaciones hasta aceptación formal

2.31 La siguiente figura muestra una visión esquemática del roadmap propuesto (fechas tentativas):



2.32 Las principales ventajas de esta aproximación gradual son las siguientes:

- Etapa #1: SBAS Test-bed. magicSBAS
 - o Permite tener una plataforma de ingeniería de diseño. A nivel aeronáutico permitirá el desarrollo de procedimientos, capacitación, demostraciones, aplicaciones, etc. Podrán volarse los procedimientos definidos.
 - o Definición y desarrollo de la metodología Safety (CON-OPS, FHA, PSSA) a aplicar en el desarrollo e implantación de futuros procedimientos LPV basados en SACCSA.
 - o Adaptación del modelo ionosférico.
 - o Permite dar servicio de forma casi inmediata
 - o Uso por usuarios multimodales para el desarrollo de sus propias aplicaciones y servicios.
 - o Y sobre todo permite la creación de una comunidad de usuarios de forma muy temprana

- Etapa #2: SBAS OS Operacional.
 - o Es la infraestructura crítica para el Servicio SoL.
 - o Safety critical assessment para definir SBAS SoL
 - o Vuelo de procedimientos experimentales LPV de referencia
 - o Usuarios de aplicaciones multimodales
 - o Garantía de servicio de la provisión del servicio SBAS OS.
 - o Evolución incremental de la infraestructura de la Etapa #1 (magicSBAS) centrándose en los siguientes elementos:
 - Estaciones de referencia, Comunicaciones, evolución de algoritmos e infraestructura del centro de procesado (CPCS)
- Etapa #3: SBAS SoL Operacional
 - o Redundancia de infraestructura para cumplir los requisitos de Safety of Life:
 - 48-50 estaciones de referencia dedicadas
 - 2-3 CPCS
 - 2-3 GEOs
 - Red de comunicaciones: redundancia interna para cumplir requisitos de disponibilidad, integridad y continuidad
 - 2 Centro de Soportes
 - 4-6 EAS (2 por GEO): Estaciones de uplink

3. Conclusión

3.1 La implantación de la plataforma de pruebas SACCSA permitirá a los Estados y las Organizaciones Internacionales una pronta familiarización con las señales SBAS pudiendo desarrollar aplicaciones y servicios no SoL, en el ámbito multimodal y basadas en SACCSA, con lo que podrían obtener un retorno de inversión, ya que los servicios son comercializables, al igual que las aplicaciones, de esta manera los usuarios no aeronáuticos se podrían beneficiar prontamente.

3.2 A nivel aeronáutico, se podrán diseñar procedimientos LPV y volarlos con receptores “red label” (no olvidemos que el mensaje MT0 debe estar activado) o con las soluciones propuestas para la explotación del test-bed, lo que permitirá ir diseñando procedimientos y ver las mejoras que se obtienen. Esto permitirá tener desarrollada toda la metodología para el diseño e implantación de procedimientos LPV una vez que entre en servicio el Sistema SACCSA SoL.

4. Acciones sugeridas

4.1 Se invita a los Estados a:

- a) Tomar nota de lo indicado en esta NE.
- b) Analizar la posibilidad de implantación de dicha plataforma y participación en su ejecución y desarrollo.
- c) Incentivar en sus Estados la aplicación y usos aeronáuticos y multimodales en base a la Plataforma, obteniendo los beneficios derivados de dichos usos.