



**Cuestión 3 del  
Orden del Día:**

**Cuestiones sobre Navegación Aérea**

**3.2 Revisión de los Temas y Asuntos sobre ATM/CNS, AGA, AIM y desarrollos del  
SMS**

**SISTEMA DE AUMENTACION PARA EL CARIBE, CENTRO Y SUDAMERICA  
(SACCSA) PROYECTO RLA/03/902**

(Nota presentada por la Secretaria)

**RESUMEN**

Esta nota de estudio presenta información relacionada con el proyecto RLA/03/902, resumiendo los resultados de los estudios realizados y los trabajos contemplados hasta la fecha por parte del Proyecto.

**Referencias:**

- Informes de las reuniones RCC/5 y RCC/6 del Proyecto RLA/03/902
- Plan mundial de navegación aérea de la OACI (Doc. 9750)
- Informes de las reuniones GREPECAS/13 y GREPECAS/14
- Anexo 10, Volumen I

**1. Antecedentes**

1.1 El Plan mundial de navegación aérea (Doc. 9750) de la OACI, en su iniciativa del plan mundial (IPM) 21 – *Sistemas de Navegación* describe la estrategia global para alcanzar beneficios a corto, mediano y largo plazo de esos sistemas a través de la evolución de la navegación basada en la performance apoyada en el GNSS y en los sistemas de navegación autónomos (inerciales)/ ayudas terrestres convencionales.

1.2 Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) es el sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye una o más constelaciones de satélites, receptores de aeronave y vigilancia de la integridad del sistema con el aumento necesario en apoyo de la performance de navegación requerida en la operación prevista. Dentro de este concepto, uno de los elementos es el Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS), sistema de aumentación de amplia cobertura por el cual el usuario recibe información de aumentación transmitida por satélite.

1.3 De los actuales sistemas SBAS operativos y próximos a operar, se ha informado de lo siguiente: 1) la FAA informó que la extensión del Sistema SBAS de Estados Unidos (WAAS) hacia Sudamérica no sería practicable; y 2) que de acuerdo a los estudios realizados por el Proyecto RLA/03/902 tampoco sería práctico extender el sistema SBAS Europeo (EGNOS) hacia las Regiones CAR/SAM. Por lo cual GREPECAS formuló la Conclusión 13/84 – *Estudio para una solución SBAS regional CAR/SAM*, mediante la cual el GREPECAS instó a continuar la introducción del GNSS de manera evolutiva y coordinada en conformidad con el Plan mundial de la OACI, así como los estudios para una solución SBAS regional CAR/SAM y la aplicación de otras aumentaciones, teniendo en cuenta también que los beneficios añadidos puedan contribuir a justificar los costes para alcanzar la última meta de la transición del GNSS, en la que se eliminarían las ayudas terrestres convencionales.

## **2. Proyecto RLA/03/902 SACCSA**

2.1 El proyecto RLA/03/902 denotado “Sistema de Aumentación para el Caribe, Centro y Sudamérica” (SACCSA) tiene como el objetivo de: “*Desarrollar y planificar los aspectos técnicos, financieros, operacionales e institucionales, de un sistema SBAS para las regiones CAR/SAM*”. Iniciativa aprobada por GREPECAS/12 a través de sus conclusiones 12/45 y 12/46.

2.2 Inicialmente, el Proyecto fue suscrito por Colombia, Cuba, España y COCESNA, adhiriéndose posteriormente Chile, Venezuela y Bolivia. Otros Estados como Argentina, Costa Rica, Paraguay y República Dominicana han mostrado su apoyo e interés en participar en el mismo.

2.3 Como resultados de los trabajos y acciones emprendidas por el Proyecto RLA/03/902, resultados que se analizan dentro del mecanismo del GREPECAS, se han formulado los siguientes acuerdos de parte de GREPECAS:

- Conclusión 13/85 – *Promoción de la utilización del GNSS en diversos sectores de los Estados*, mediante la cual instó a los Estados/Territorios/Organizaciones Internacionales que promuevan la utilización del GNSS en diversos sectores de su respectivo país y divulguen los resultados de los estudios de la solución de aumentación SBAS.
- Decisión 14/85 – *Capacidad APV I como mínimo requerimiento de performance para la implantación del SBAS regional CAR/SAM*, mediante esta Decisión, GREPECAS orientó que las soluciones SBAS que sean propuestas para las regiones CAR/SAM deberían ser encaminadas para alcanzar por lo menos la capacidad APV I.

### ***Trabajos y Actividades del Proyecto RLA/03/902***

2.4 El Proyecto RLA/03/902 ha realizado una primera fase de ensayos y una fase II de análisis de todos los aspectos requeridos (técnicos, financieros, operacionales e institucionales) para la implementación, operación y explotación de un Sistema SBAS propio, a través de la asignación de diferentes paquetes de trabajo (PTs) y habiendo realizado varias reuniones de coordinación.

2.5 En el **Apéndice** a esta nota se ofrece un resumen de los resultados de la FASE II de este proyecto, entre lo cuales se resalta el inicio de los estudios ionosféricos para la caracterización y modelaje de la ionosfera y su afectación en el desempeño del GNSS.

2.6 En base a los resultados obtenidos en la Fase II del SACCSA, se consideraba que tentativamente, es viable la solución de aumentación SBAS SACCSA y que por consiguiente, se precisa definir una tercera fase que de continuidad a los trabajos ya iniciados y los complete, al

objeto de establecer la viabilidad definitiva del Proyecto, tanto a nivel técnico como financiero. Esta nueva Fase cubrirá todos aquellos estudios y análisis que no han podido ser cubiertos en la Fase II, bien por motivos presupuestarios, bien como consecuencia de los análisis realizados y que abren las puertas a nuevos estudios que contribuyan a llegar a resultados consolidados y garantizados.

2.7 De igual forma el Proyecto RLA/03/902 aporta capacitación y actividades formativas en el área GNSS para los miembros del proyecto como por ejemplo el curso Avanzado GNSS para la preparación y formación de los técnicos, usuarios y demás personal implicado en un sistema SBAS.

2.8 La ejecución de la Fase III se realizara en dos partes:

- Parte A, abarcará solamente los actuales paquetes de trabajo relacionados al estudio de la ionosfera (PT 3000 y PT4000), el PT5000, el PT 6000 (aportación en especie de AENA) y los afines a la formación del personal que se unirán en un solo paquete (PT 11000 y PT 12000).
- Parte B de la FASE III cubrirá los restantes PTs distintos a los de la Fase III A, se ejecutara posteriormente a la Fase IIIA,

2.9 Por los beneficios y cobertura para toda la Región CAR/SAM tanto para el ámbito aeronáutico como de otros sectores de la economía relacionados a la explotación del GNSS, el Proyecto convino en la necesidad de mayor participación de otros demás Estados/Territorios/Organizaciones Internacionales en el Proyecto RLA/03/902 y el compromiso de la región para continuar con lo referido al sistema SBAS.

### **3. Acción sugerida**

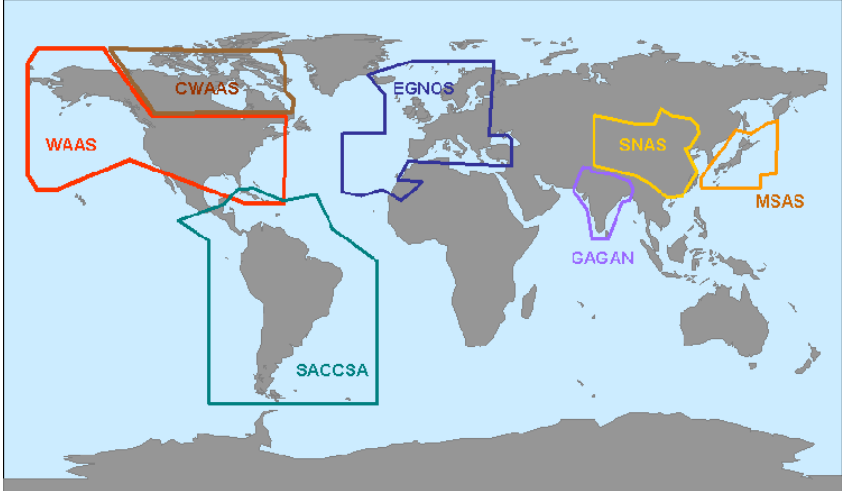
3.1 Se invita a la Reunión a tomar nota de la información suministrada.

-----

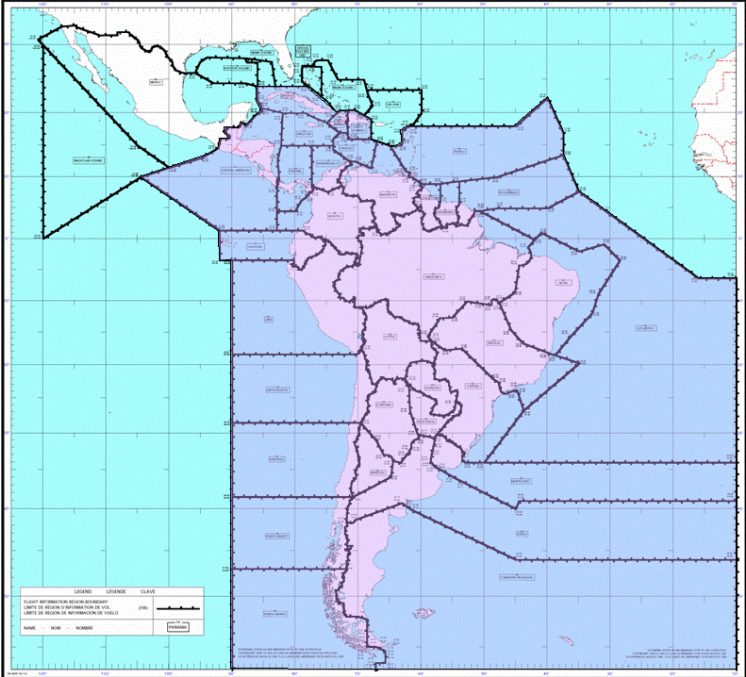
APENDICE

**RESULTADOS DE LA FASE II DEL PROYECTO RLA/03/902 SACCSA**

Una vez realizados los primeros análisis, se han definido las áreas de servicio y en consecuencia, la posición de SACCSA en el contexto global. En este sentido, y de acuerdo a la interoperabilidad entre sistemas, SACCSA quedaría ubicado de la siguiente forma:



En cuanto al área de servicio, comprendiendo tanto la zona oceánico con mejora del Ranging, así como la zona continental con mejora de prestaciones, sería:



La arquitectura será la usada para cualquier sistema SBAS, quedando configurada de la siguiente forma:



## **TOPOLOGÍA DE ESTACIONES DEL SISTEMA**

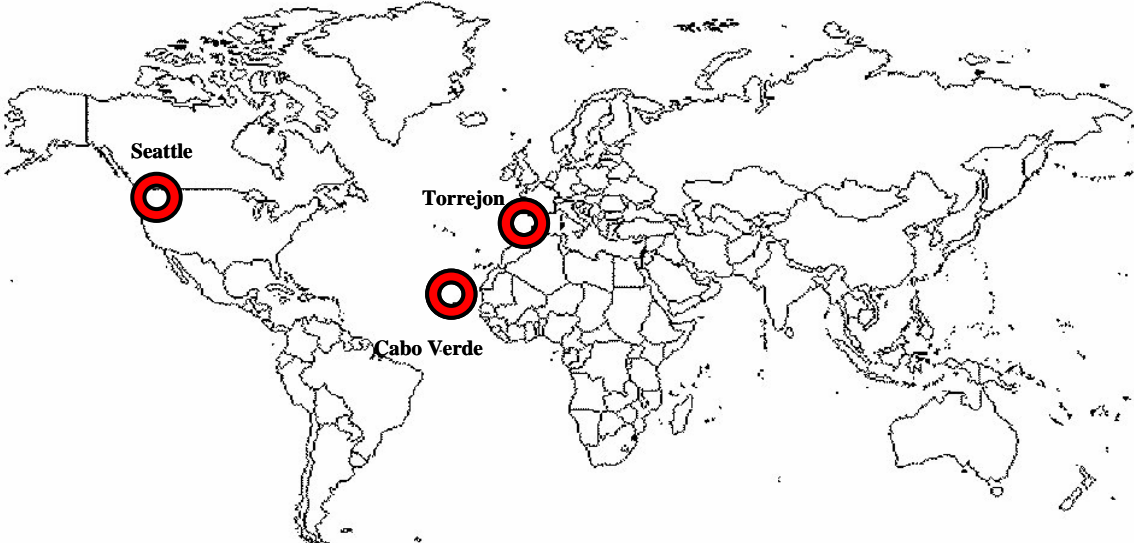
La topología indicada, se refiere a las Estaciones de Referencia SACCSA (ERS), no figurando las Estaciones de Acceso al Satélite (EAS) ni los Centros de Proceso y Control SACCSA (CPCS).

En total, habrá 48 ERS, distribuidas en dos bloques:

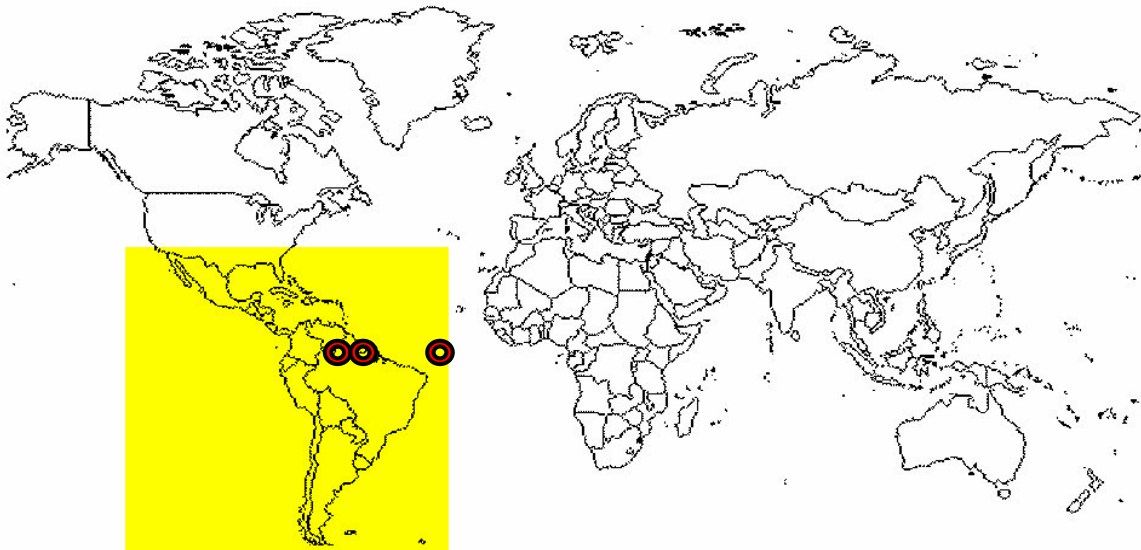
- Un bloque de 45 ERS localizadas dentro de la zona de cobertura, y dedicada al cálculo de parámetros del sistema.



- Un bloque de 3 ERS localizadas fuera de la zona de cobertura y que se dedicarán a orbitografía lejana.



En cuanto a los satélites, se han seleccionado tres satélites de la zona con posiciones tipo, para poder realizar las simulaciones. Son propuestas sobre posiciones orbitales conocidas y óptimas, pero que a la hora de implantar el sistema, no coincidirá, ya que habrá que buscar satélites equipados con cargas de navegación, y los indicados no lo incorporan en la actualidad (aunque tienen planes para su implantación en próximos lanzamientos de sustitución).



## **RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS DIFERENTES PAQUETES DE TRABAJO**

Los diferentes Paquetes de trabajo han generado una amplia documentación de más de 2800 páginas distribuidas en 9 tomos. En esta sección, veremos un resumen de lo realizado en cada Paquete de trabajo.

### **PT 1000: RECABAR INFORMACIÓN DE LOS PROVEEDORES DE SERVICIO Y USUARIOS**

Bajo esta PT se ha recabado información sobre el estado actual del Sistema de Navegación Aérea en las Regiones CAR/SAM. Para ello, se ha elaborado una base de

datos con información del FASID y los AIP, reflejando la información de forma global y por Estados. Esta base de datos se ha realizado en formato Excel.

Así mismo, se ha incluido una relación de equipamiento de las aeronaves que operan en las regiones, con sus capacidades en navegación y comunicaciones. Estos datos han sido proporcionados por IATA.

### **PT 2000: MAPA INTERACTIVO Y ANÁLISIS PRELIMINAR DE PRESTACIONES SACCSA**

Representa el mapa interactivo que permite consultar la base de datos del PT 1000 de una forma gráfica y dinámica, pudiendo seleccionar las diferentes radioayudas y aeropuertos y tener acceso a los datos de los mismos. Si se desea, se pueden consultar los datos globales de un Estado. En relación al SBAS, el mapa permite acceder a los datos de prestaciones horizontales y verticales en las regiones CAR/SAM.

Para el análisis preliminar de prestaciones SACCSA, se han elaborado dos topologías de redes de Estaciones de Referencia SACCSA para el análisis preliminar de prestaciones. La primera fue un acercamiento para fijar datos y conceptos y ver donde existen “huecos”, con la segunda se optimiza dicha topología para obtener las mejores prestaciones y poder alimentar los trabajos del PT 3600. La herramienta utilizada es POLARIS, que simula un volumen de servicio SBAS bajo parámetros lineales y globales.

### **PT N° 3000: ESTUDIO DE UN SBAS PROPIO**

### **PT N° 3100 DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE LA SOLUCIÓN SBAS PROPIO**

Bajo este PT, se ha realizado un análisis preliminar de los componentes de SACCSA, así como la razón del por que es necesario dicha arquitectura. Se comprueba que SACCSA deberá contar con:



- Al menos 48 Estaciones de Referencia SACCSA (ERS).
- 2 o 3 Centros de Proceso y Control SACCSA (CPCS).
- 2 o 3 GEOs.
- 4 a 6 Estaciones de Acceso al Satélite (EAS). Son dos por satélite.
- Una Red Terrena de Comunicaciones SACCSA (RTCS).
- Un Segmento de Apoyo SACCSA (SAS).

En esta descripción se observa de forma gráfica y de alto nivel la interconexión entre los diferentes elementos y el concepto funcional a alto nivel del conjunto del sistema.

### **PT3200-5100: CENTRO DE PROCESAMIENTO SACCSA**

Se han descrito los requisitos de misión del la UCP, que se detallan a continuación:

- Proporcionar Mensajes SBAS a través del GEOAugmentación constelaciones GNSSCorrecciones Ionosféricas: tiempo casi-real
- Mejorar PrecisiónProporcionar IntegridadAsegurar Disponibilidad y Continuidad

#### **La Unidad Central de Procesamiento genera**

- Correcciones de orbita y reloj para las constelaciones para las cuales el sistema SBAS esté definido
- Información acerca del retraso ionosférico
- Información de integridad para cada satélites
- Información de integridad para las correcciones ionosféricas.
- Alarmas (para satélites individualmente y puntos de la malla ionosférica)
- Posición para el satélite geostacionario (GEO efemérides).
- Parámetros de tiempo propio del sistema SBAS/ diferencia con el tiempo UTC.

**La Unidad Central de Procesamiento se divide en:**

- **CE: Centro de Elaboración** , que se encarga de Calcular y generar cada segundo el mensaje SBAS con las correcciones e información de integridad
- **CC: Centro de Chequeo**, que se encarga de verificar la exactitud de los mensajes SACCSA generados en el centro de procesamiento.

**PT 3300 - ANÁLISIS DE LAS COMUNICACIONES**

Este paquete de trabajo cubre:

- La definición de los requisitos preliminares que han de cumplir las comunicaciones a establecer entre los diferentes elementos del sistema que se desplegarían para proporcionar las prestaciones requeridas en el área CAR/SAM
- La identificación de la infraestructura de telecomunicaciones existente y prevista en el área durante el despliegue del sistema, con el fin de poder identificar a su vez las alternativas para la implementación de las comunicaciones.
- La identificación de las alternativas existentes que serán analizadas en próximos paquetes de trabajo y que, desde un punto de vista técnico, mejor pudieran cumplir los requisitos de comunicaciones de SACCSA.

**PT 3400.-. SATÉLITE: CARGA ÚTIL DE NAVEGACIÓN**

En este PT se ha realizado un análisis preliminar de las características de las cargas útiles de navegación y los posibles escenarios de implantación de las mismas.

**Escenario A**

En este escenario se extrae la señal del enlace ascendente después de los amplificadores de bajo nivel de ruido del repetidor del satélite. Luego la señal pasa a un

repetidor específico de SBAS convirtiendo las señales de las frecuencias del enlace ascendente C/Ku, a las frecuencias de transmisión, las del enlace descendente.

### **Escenario B**

En este escenario se extrae la señal del enlace ascendente después de los convertidores de frecuencias del repetidor del satélite. Luego la señal pasa a un repetidor específico de SBAS convirtiendo de nuevo las señales de las frecuencias del enlace ascendente C/Ku, a las frecuencias de transmisión, las del enlace descendente

### **Escenario C**

En este escenario se extrae la señal del enlace ascendente después de los amplificadores de bajo nivel de ruido del repetidor del satélite. Luego la señal pasa a un repetidor específico de SBAS convirtiendo las señales de las frecuencias del enlace ascendente C/Ku, a las frecuencias de transmisión, las del enlace descendente

### **Escenario D**

En este escenario se extrae la señal del enlace ascendente después de los amplificadores de bajo nivel de ruido del repetidor del satélite. Luego la señal pasa a un repetidor específico de SBAS convirtiendo las señales de las frecuencias del enlace ascendente C/Ku, a las frecuencias de transmisión, las del enlace descendente

La elección de un escenario u otro dependerá del tipo de satélite elegido y su posición orbital. Como consecuencia de ello, se han realizado análisis de cuatro subescenarios para la definición del acomodo y configuración de la carga de navegación.

También se han analizado las coberturas, diseños de la carga de navegación y su acomodo en el satélite.

## **PT 3500 - ANÁLISIS DE ELEMENTOS Y EMPLAZAMIENTOS**

## **Objetivos**

- La definición de criterios de selección de emplazamiento para cada tipo de elemento del Segmento Terreno.
- La definición de los requisitos generales de localización exigidos al sistema SBAS SACCSA, para la determinación futura de las ubicaciones geográficas óptimas.
- La definición de requisitos en el área CAR/SAM para las Estaciones de Referencia (ERS), Estaciones de Acceso al Satélite GEO (EAS) y del Centro de Proceso y Control SACCSA (CPCS).

## **Actividades realizadas**

- Este paquete de trabajo ha re completado sus actividades. Las actividades realizadas en el período, cuyo resultado se incluye en la nota técnica, han sido las siguientes:
- Identificación de las necesidades específicas de las Estaciones de Referencia para la solución SBAS propio en el área CAR/SAM, estableciendo el conjunto de requisitos aplicables a estos elementos
- Identificación de las necesidades específicas de las Estaciones de Acceso al Satélite para la solución SBAS propio en el área CAR/SAM, estableciendo el conjunto de requisitos aplicables a estos elementos.
- Identificación de las necesidades específicas del Centro de Proceso y Control para la solución SBAS propio en el área CAR/SAM, estableciendo el conjunto de requisitos aplicables a estos elementos.

## **PT3600: PRESTACIONES DE UN SISTEMA SBAS SACCSA**

A continuación se muestran, como resumen de la presentación del PT3600 realizada, las conclusiones que surgen de los análisis realizados:

- Los Análisis realizados dentro de este paquete de trabajo están basados en datos simulados bajo condiciones ionosféricas semi-reales, en el sentido que se basan en un entorno simulado tipo End-to-end donde existe un entorno de control respecto al escenario ideal para validar conceptos de integridad. Estos escenarios se basan en ficheros ionosféricos tipo IONEX como salida del análisis exhaustivo de la Ionosfera realizado en el PT4000. Se han definido dos tipos de escenarios:
- Nominal, que representa un escenario típico de actividad solar alta para años baja-media actividad
- Degradado, que representa un escenario típico de actividad solar alta años alta actividad
- El Centelleo y la error asociado a la aproximación de monocapa no se ha tenido en cuenta en este análisis
- Se han analizado las prestaciones tanto a nivel usuario como a nivel pseudorrango (satelite e ionosfera)
- Las conclusiones que se derivan a continuación son válidas para los algoritmos de EGNOS
- Hay que resaltar la necesidad de extrapolar los resultados a nivel usuario teniendo en cuenta el análisis ionosferico realizado en el PT4000.

## **Conclusiones**

Las conclusiones a nivel de prestaciones de un sistema SBAS propio en la región son las siguientes:

- Se cumplen los requisitos de Integridad, Precisión, Continuidad y Disponibilidad en el caso Nominal
- Se cumplen los requisitos de Integridad y Precisión en toda la región para el caso Degradado
- Existe una degradación de las prestaciones de Disponibilidad en el caso degradado para algunas regiones
- Falta de un ajuste específico de los algoritmos ionosféricos con los que se ha hecho el análisis.

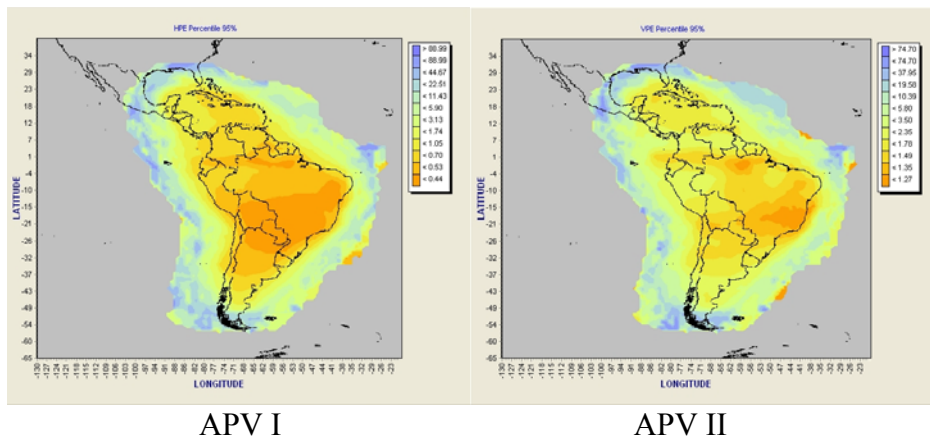
- Resultados pueden mejorar significativamente una vez hecho el ajuste necesario.
- La causa más relevante de la degradación de las prestaciones de disponibilidad en algunas zonas se debe a la Ionosfera. El problema no es tanto que no hay una buena precisión en la estimación de las ionosfera si no que existe un problema de monitorización de ésta. Para monitorizar la Ionosfera (IGP), tal y como están los algoritmos de ionosfera en la actualidad, se necesitan al menos 3 IPPs en las cercanías de cada IGP, por lo que en algunas zonas estas condiciones no se cumplen.
- Existen varias formas de mejorar las prestaciones en las zonas donde la disponibilidad está degradada y para el caso de condiciones ionosféricas extremas:
- Optimizar la configuración de la Red de Estaciones para minimizar este efecto => Introducir más estaciones en las zonas con problemas intentando mejorar así la monitorización de la Ionosfera en la zona. Notar que una posibilidad que se pretende indagar en la siguiente fase es utilizar las estaciones exteriores que se utilizan para órbitas para mejorar las condiciones de monitorización de la Ionosfera con el fin de mantener los costes (en cuanto a número de estaciones).
- Modificar los algoritmos de la UCP para mejorar la disponibilidad. A priori se plantean lo siguiente:
- Relajar las condiciones de monitorización de la Ionosfera. Como se ha observado en el análisis realizado en este documento gran parte de los problemas de disponibilidad están asociados a la falta de monitorización de la ionosfera y en particular en algunos casos a la falta del número mínimo de observaciones válidas en la cercanía de un IGP. Se propone ajustar las condiciones de monitorización de los IGPs a la zona y permitir un aumento de la monitorización aunque aumentando también los niveles de protección de modo que se asegure la integridad cuando hay baja observabilidad. Hay que tener en cuenta que siempre existe un equilibrio

entre Integridad y Disponibilidad, de modo que una mejora en la integridad supone una posible degradación en la disponibilidad y viceversa.

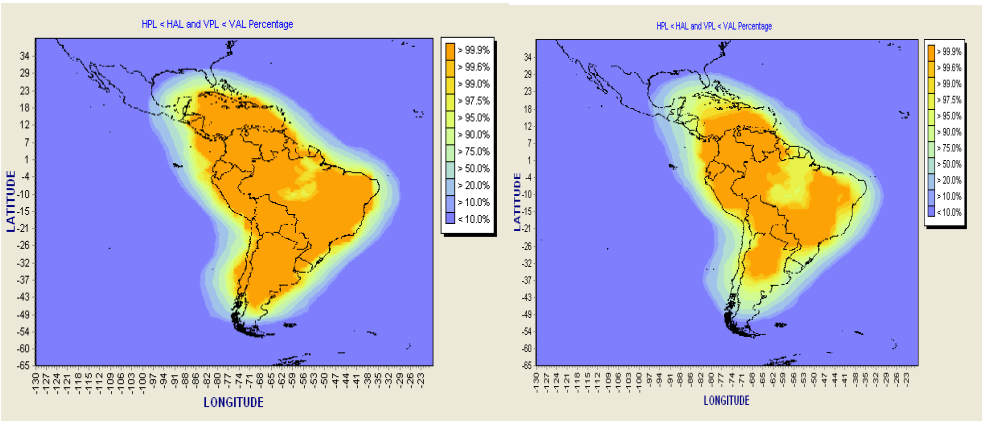
- Ajustar los chequeos ionosféricos a regiones ecuatoriales teniendo en cuenta el análisis realizado en el estudio ionosférico del PT4000. Esto supondría una pequeña re-ingeniería del CPF (o UCP de SACCSA) centrada en modificar ciertos parámetros que definen algunos chequeos internos al CPF. Esto se podría proponer como parte de las actividades a realizar dentro de la siguiente fase de SACCSA.

A modo de ejemplo, las prestaciones que se obtienen en un escenario nominal son:

## PRECISION



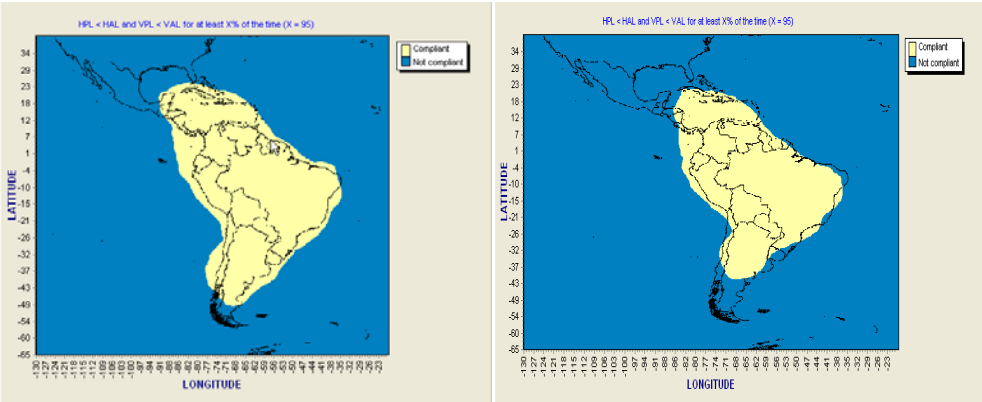
## DISPONIBILIDAD



APV I

APV II

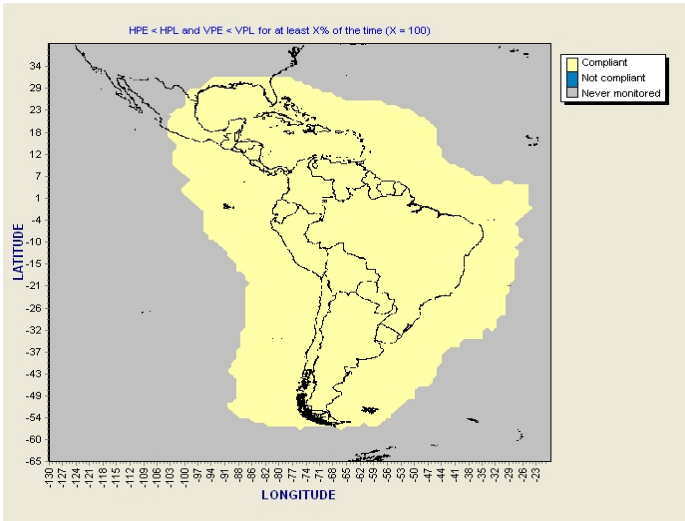
DISPONIBILIDAD



APV I

APV II

INTEGRIDAD





### **Recomendaciones:**

Se propone realizar un conjunto de análisis (trade-offs) teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Red de estaciones de SACCSA.
- Readaptación del Área de Servicio SACCSA teniendo en cuenta los países que finalmente van a suscribir el proyecto.
- Hacer una valoración de la necesidad de incluir un módulo de órbitas.
- Hacer una experimentación a nivel de los algoritmos ionosféricos dentro de la UCP para adaptar los algoritmos ionosféricos a las características de la zona.
- Se recomienda una Extrapolación exhaustiva de los resultados a nivel usuario teniendo en cuenta:
  - Centelleo => ruido, pérdida de señal
  - Hipótesis de Mono-capa (Función de Mapeo Ionosférico)
  - Esta extrapolación se basaría en un Service Volume de modo que sea sencillo hacer el trade-off

### **PT4000: ESTUDIO IONOSFÉRICO**

El objetivo de esta sección es hacer un resumen de los análisis realizados y sacar una serie de conclusiones, teniendo en cuenta el objetivo final del paquete de trabajo.

#### **Resumen del análisis realizado:**

Se ha realizado un análisis teórico de la Ionosfera Ecuatorial, principalmente centrado en el impacto de las características especiales de la ionosfera de esta región en las prestaciones de un sistema SBAS.

Para ello, se ha definido una estrategia para analizar la Ionosfera desde un punto de vista de sistema SBAS, es decir, se ha profundizado en el análisis de aquellos puntos que se consideran de interés desde el punto de vista de prestaciones de un SBAS. Hay que resaltar que la estrategia que se ha seguido en SACCSA con respecto a la ionosfera supone, además de presentar un análisis ionosférico desde un punto de vista científico, avanzar un paso más y ver el impacto que producen los efectos ionosféricos a nivel sistema SBAS.

Se ha analizado un periodo de casi siete años (2000-2006) de datos reales basados en IGS, para caracterizar de una forma completa la Ionosfera durante al menos medio ciclo solar. Para ello se han realizado dos tipos de procesado o análisis:

- los que se basan en la información ionosférica recogida en ficheros tipo IONEX. Este tipo de análisis se basa en procesar una gran cantidad de ficheros IONEX para hacer un análisis estadístico de la componente vertical de la ionosfera (análisis global).
- los basados en el procesado y análisis de datos “crudos” (RINEX de observación y navegación) que alimentan a los algoritmos ionosféricos y cuyas salidas son analizadas.

### **Resumen de conclusiones**

A continuación se recogen las principales características extraídas del análisis ionosférico realizado para los distintos análisis realizados:

#### Comportamiento Global de la Ionosfera: Análisis de Máximos en la Region CAR/SAM

- Los valores máximos de  $vTEC$  obtenidos en baja actividad solar son aproximadamente un 50% inferiores a los observados en alta actividad solar.

### Comportamiento Global de la Ionosfera: Análisis del gradiente espacial

- De los gradientes máximos de vTEC en las direcciones N/S y E/O, es el correspondiente a la dirección Norte-Sur (gradiente en latitud) el que muestra en general valores más elevados.
- En el caso del mapa global de máximos de vTEC en dirección N/S se pueden distinguir claramente 4 franjas de máximos de gradiente espacial de vTEC en dirección N/S alrededor del ecuador geomagnético. Esas franjas señalan las pendientes máximas de los picos norte y sur de las anomalías ionosféricas.
- Como era de esperar, en longitud no existe una distribución clara (al menos en primer orden) de los gradientes espaciales de vTEC, por lo que se puede deducir que el comportamiento ionosférico (variación espacial) en media no depende claramente de la longitud.
- El RMS, media y valores máximos de los gradientes de vTEC son máximos en los años de más alta actividad solar del periodo analizado, mientras que de nuevo los valores mínimos aparecen en el año 2006 (año de mínima actividad solar de los analizados).

### Comportamiento Global de la Ionosfera: Análisis del gradiente temporal

- Los máximos gradientes temporales de vTEC se obtienen en los años de alta actividad solar (2000, 2001 y 2002) y durante los meses de marzo y octubre (equinoccios).
- Las crestas ionosféricas de ambos hemisferios geomagnéticos no son simétricas en cuanto a sus gradientes temporales, al igual que los valores máximos de vTEC en ambos picos. Es el pico del hemisferio norte geomagnético el que muestra valores más altos del mínimo, máximo, media y RMS de los máximos de gradiente temporal de vTEC.

### Análisis de la Distorsión de la Función de Mapeo

- Las prestaciones de la función de mapeo disminuyen claramente al aumentar la actividad solar. Existe también una dependencia clara de las prestaciones de la Función de Mapeo Ionosférico respecto al mes del año (los máximos en esta zona aparecen en los equinoccios, en los meses de marzo y octubre).
- Existe una tendencia clara, para bajas elevaciones, de tener mayores errores en la Mapping Function para las estaciones que se encuentran en la región  $\pm 20^\circ$  del ecuador geomagnético.
- Se observan dos máximos en relación con la distorsión de la MP sobre las 14:00 y las 22:00, siendo este último mayor. Este comportamiento se ve ampliado a bajas elevaciones.

### Análisis de variaciones ionosféricas en Slant: Análisis del RoT

- Los años de alta actividad solar muestran valores medios, RMS y percentiles más altos del RoT que en baja actividad.
- Son los meses cercanos a los equinoccios los que muestran valores medios más altos del RoT.
- Para altas elevaciones (por encima de los  $80^\circ$ ) el comportamiento del RoT está definido por la acción de la radiación solar, tanto en altas como en bajas latitudes.
- Las estaciones fuera de bajas latitudes muestran un comportamiento claramente definido por la variación solar diaria, con máximos en las horas centrales del día y en bajas elevaciones. El comportamiento para las estaciones ecuatoriales muestra además un aumento del RoT en las primeras horas de la noche (20-02 LT), síntoma de la presencia de centelleos, característica de dichas regiones.
- Los valores medios del RoT en las horas centrales del día y bajas elevaciones son apreciablemente más altos en latitudes altas que en las cercanías del ecuador geomagnético.

- Son los años de alta actividad solar (y en especial el año 2002) los que muestran valores máximos y mínimos (en valor absoluto) más elevados de la variación del contenido electrónico. Los valores absolutos son más elevados en el rango horario de las 20-02 LT. Es este rango horario el más propicio para la aparición de fenómenos de centelleo ionosférico.
- Son los meses cercanos a los equinoccios los que muestran valores máximos y mínimos en valor absoluto más elevados de la variación del contenido electrónico. En este caso, los valores medios de nuevo son más elevados en el rango horario de las 20-02 LT. A su vez es en este rango donde se muestran mayores diferencias en los valores observados del RoT entre los meses equinocciales y los correspondientes a verano e invierno.
- Las estaciones que no corresponden a bajas latitudes muestran unos valores máximos del RoT en el rango horario 20-24 LT y para bajas elevaciones. El comportamiento para las estaciones ecuatoriales muestra este mismo comportamiento pero no solamente para bajas elevaciones (lo cual podría deberse a efectos de multipath o bien a la influencia de los centelleos ionosféricos producidos en el camino de los rayos de baja latitud que atraviesan las regiones de baja latitud) sino para todo el posible rango de elevaciones (30°-90°).
- Estaciones fuera del rango  $\pm 20^\circ$  de latitud geomagnética: Para toda hora, el valor máximo del RoT aumenta a medida que disminuye la elevación.
- Estaciones dentro del rango  $\pm 20^\circ$  de latitud geomagnética: El rango horario 22-02 LT claramente no sigue el comportamiento citado en el punto anterior: en este caso el valor máximo del RoT es independiente de la elevación.
- La mayor parte de las irregularidades ionosféricas (posiblemente centelleos ionosféricos) que se producen en la región CAR/SAM se concentran en los meses de Marzo y Octubre y durante una franja limitada de tiempo al día de 20h a 2h, considerando que en el resto de casos el impacto en las prestaciones se puede considerar menor.

## Impacto en SBAS

- Teniendo en cuenta que en un sistema SBAS se actualiza la información ionosférica como máximo cada 5 minutos (ver MOPS), el peor usuario será aquel que aplique la información de la ionosfera que llegó 5 minutos antes. Por lo tanto el error promedio (utilizando los resultados del RMS de los máximos del gradiente temporal de  $vTEC$ ) que se podría cometer para un usuario en L1 (monofrecuencia) es de 0,17m. Se puede concluir que en promedio (considerando los valores del RMS del máximo del gradiente temporal) no sería necesario aumentar la frecuencia de mensajes ionosféricos para un SBAS propio en la región CAR/SAM. No obstante, de lo observado en el comportamiento de los máximos valores del máximo del gradiente temporal de  $vTEC$  se deduce que conviene tenerlos en cuenta a nivel CPF (o UCP en SACCSA), de modo que si el sistema detecta un gradiente temporal del  $vTEC$  excesivo se aumenten los parámetros de integridad para cubrir ese caso. Esto implica una reingeniería a nivel CPF y, en el caso de EGNOS, aunque esto ya está tenido en cuenta, se recomienda ajustarlo a las características de la ionosfera de la zona descritas en esta nota técnica.
- Teniendo en cuenta que la separación de puntos en el mallado ionosférico definido en MOPS es de 5 grados (excepto en latitudes polares) y que el refresco de mensajes ionosféricos en un sistema SBAS es de 5 minutos, se puede concluir que el error espacio-temporal promedio (teniendo en cuenta los valores del RMS de los máximos correspondientes) en vertical asociado al retardo ionosférico para la frecuencia L1 es de 0.41 m en baja actividad solar, y de 0.69 m en condiciones de alta actividad solar. De nuevo en este caso convendría tener en cuenta el comportamiento de los máximos de los gradientes espaciales y temporales de  $vTEC$  a fin de asegurar la integridad para cualquier usuario del área de servicio SACCSA, teniendo en cuenta las características de los mensajes SBAS. Notar que esto implicaría una reingeniería a nivel UCP.

- La degradación de la función de mapeo para elevaciones por encima de 40° en zonas localizadas alrededor del ecuador geomagnético se considera despreciable en relación al impacto en las prestaciones de un sistema SBAS en la región CAR/SAM.
- Hay degradación significativa de las prestaciones de la función de mapeo entre 20° a 30° de elevación y principalmente en las prestaciones de integridad para elevaciones inferiores a 30°. Esto implica la necesidad de una reingeniería de los algoritmos Ionosféricos de SBAS para tener en cuenta este efecto y garantizar la integridad para todas las elevaciones.
- Las prestaciones de la Función de Mapeo están más degradadas en horas diurnas que en nocturnas, teniendo un tiempo de latencia de unas dos horas respecto al atardecer.
- Puede existir una limitación en la aplicación de los estándares tipo MOPS para usuarios en la región CAR/SAM. Esta degradación se puede solucionar o modificando dichos estándares para particularizarlos a la región o modificando el propio sistema SBAS para cubrir estas limitaciones, por ejemplo utilizando frecuencias L1 y L2.
- La probabilidad de variaciones rápidas de la Ionosfera que afecten a la señal sin suponer pérdida de la misma (como por ejemplo el efecto del centelleo ionosférico) en las regiones CAR/SAM es como máximo de un 2,5% para épocas de alta actividad solar en horas localizadas entre 20h-02h. Mientras que es de alrededor del 0,3% para épocas de baja actividad solar en horas localizadas entre 20h-02h.
- Las prestaciones de los algoritmos de saltos de ciclo pueden verse afectadas, y en consecuencia el preprocesado de la UCP, ya que estas variaciones rápidas producidas por los centelleos pueden confundirse con falsos saltos de ciclo, por lo que los filtros de suavizado se reiniciarían sin necesidad de ello.
- No se ha tenido en cuenta en este análisis el efecto del centelleo ionosférico u otras irregularidades de la ionosfera sobre las líneas de vista de los satélites geoestacionarios.

- Los porcentajes de ocurrencia de irregularidades ionosféricas sin pérdida de señal asociada, como centelleos para satélites GPS (o variaciones rápidas de la ionosfera) no impiden la implantación de un SBAS propio en la región, aunque pueden degradarse las prestaciones localmente en intervalos de tiempo localizados. Hay que tener en cuenta que no se ha tenido en cuenta el efecto del centelleo ionosférico en los satélites geoestacionarios por lo que esta conclusión se considera preliminar. Además, convendría realizar un estudio exhaustivo del porcentaje de pérdida de señal asociado a irregularidades ionoféricas, para analizar el impacto de esta falta de información en el sistema SBAS: A ello hay que añadir el hecho de que los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo están asociados a un ciclo solar determinado, pudiendo existir en el futuro otros ciclos solares que superen los valores de irregularidades ionosféricas y otros indicadores ionosféricos aquí presentados.

## **PT 5000: ESPECIFICACIONES DE LA SOLUCIÓN SBAS PROPIO**

### **PT 5100 ESPECIFICACIONES PARA LA UNIDAD CENTRAL DE PROCESO DEL SISTEMA SACCSA**

Ver PT 3200-5100

### **PT5200: Especificaciones del Segmento de Apoyo SACCSA**

Esta tarea no estaba planificada inicialmente, pero en el transcurso del desarrollo de los trabajos y definiciones, se vio la necesidad de la misma, por lo que se incluyó en este apartado.

- El Segmento de Apoyo comprende los subsistemas de proceso de datos encargados de:
- validar el sistema



- monitorizar sus prestaciones
- analizar las anomalías que pudieran ocurrir
- realizar las estadísticas necesarias para mantener informes de explotación
- ayudar en la definición de especificaciones de nuevas aplicaciones de usuario
- permitir la cualificación de dichas aplicaciones conforme a los requisitos que se imponga sobre ellas
- ayudar en la certificación del sistema y proporcionar un interfaz con organismos de información aeronáutica para generar notas de servicio del sistema.
- Además, llevarán las labores de archivado y acceso a los datos de navegación relevantes para el proceso.
- Los subsistemas que integran este segmento serían los siguientes:
  - Subsistema de análisis de prestaciones a nivel usuario (SAU): Se encarga del análisis de parámetros en el dominio de la posición relacionados con la Precisión, Disponibilidad, Integridad y Continuidad del Servicio. Se fundamenta en la monitorización de posiciones, errores, niveles de protección y límites de alerta, e incluiría una herramienta de trayectografía precisa para estimar la posición de diferentes receptores con exactitud.
  - Subsistema de análisis de prestaciones a nivel sistema (SAS): Se encarga del análisis de prestaciones a nivel de pseudorange, especialmente sobre la precisión e integridad de la señal, monitorizando parámetros tales como el SREW, el GIVD error, el UDRE y el GIVE.
- Los subsistemas anteriores integrarían los llamados ‘elementos de análisis aplicado’, y estarían instalados en un CPCS.
  - Elemento de monitorización de eventos (EME). Su misión es la de comprobar de modo continuo, si las prestaciones de un conjunto de estaciones se mantienen conforme a lo requerido. Su labor se concentra en la detección de anomalías y en la generación de estadísticas diarias de prestaciones de navegación.

- Elemento generador de NOTAM (SACNOTAM): A partir de un predictor de disponibilidad de servicio, y junto con un módulo de monitorización en tiempo real, este elemento será capaz de proporcionar la información necesaria a autoridades de información aeronáutica (AIS), para generar notas de predicción de indisponibilidad de servicio (NOTAM) en aeródromos del área de influencia de SACCSA.
- Los subsistemas anteriores se podrían llamar ‘elementos de análisis orientados a operaciones’, y, por defecto, se consideran ubicados en el CPCS.
  - Subsistema de archivado y acceso a datos (SAAD). Comprenden este subsistema:
    - Un elemento de captura y archivado de datos internos al UCC.
    - Un elemento de captura y archivado de datos externos (por Internet).
    - Un sistema de archivado extenso (tanto de datos internos al UCC, como externos y de resultados de los subsistemas de análisis y simulación).
    - Un interfaz genérico con el exterior (por Internet), a través del cual usuarios registrados podrían obtener medidas, mensajes e información adicional del sistema.
- Este subsistema agrupa los que llamaremos ‘elementos de archivado y diseminación’ y estaría situado en el CPCS.
  - Subsistema de simulación (SSim): Se encarga de proporcionar los resultados de escenarios de simulación para probar modos nominales o degradados, tanto en las fases de validación como en las de dimensionamiento de aplicaciones de usuario específicas. Compondrán este subsistema:

- Un elemento de simulación exhaustiva ('end-to-end').
- Un elemento de macromodelado sobre todo el área de cobertura ('service volume').
- Además, en el CPCS se situaría también la Plataforma de Integración y Validación (PIV). Ésta se encarga de realizar la validación de los distintos subsistemas de SACCSA, y para ello se apoya en el SSim y en el SAS; esta plataforma sólo tiene sentido en la fase de desarrollo y validación, así como en la puesta en marcha de las posibles actualizaciones de la Señal en el Espacio.
- Por último, con base en un CPCS pero desplegados de acuerdo a las necesidades puntuales de experimentación, hay que considerar diversos Elementos de Recolección de Datos. Comprende este grupo los receptores y medios de adquisición de datos y control necesarios para monitorizar prestaciones en localizaciones determinadas. Se pueden subdividir estos elementos en:
  - Equipos embarcados.
  - Equipos locales (en tierra).
- Los tres últimos elementos integrarían los llamados 'elementos de apoyo a la validación, experimentación y puesta en operación' de SACCSA.

## **PT 5300 - ESPECIFICACIÓN DEL SEGMENTO DE CONTROL**

### **Objetivos**

Las actividades dentro del paquete de trabajo PT5300 tienen como objetivos:

- La definición de la arquitectura de este segmento
- La especificación de los elementos de monitorización y control del sistema

### **Actividades realizadas**

- Las actividades efectuadas en este período han sido las siguientes:

- Revisión de la información sobre el Centro de Proceso y Control SACCSA de la documentación de los PTs 3000.
- Descripción general del Segmento de Control.
- Especificación funcional del segmento de control, definiendo de una manera descendente las funciones que el Segmento de Control ha de realizar, y que posteriormente se ubicarán tanto en la Unidad Central de Control del Centro de Control SACCSA, como en los elementos remotos para el control local de éstos.
- Especificación de la arquitectura lógica (funcional) para la Unidad Central de Control y los elementos de control de las estaciones remotas.
- Especificación de la arquitectura física para la Unidad Central de Control. Entre las posibles opciones, se ha asumido que el segmento de control incluye las funciones de planificación de la operación del sistema, y que la UCC agrupará tanto estas funciones de planificación de misión, como las de monitorización y control (técnico) del sistema. Durante esta fase las características de los elementos del segmento de control se definen hasta el nivel necesario para demostrar que los requisitos pueden satisfacerse, y para permitir una estimación de costes (PT9000), sin establecer otros detalles constructivos. Se excluye la definición los elementos de soporte a la operación (administrativo, logístico, etc.), por no pertenecer al núcleo del sistema y requerir una definición de requisitos de entrada no disponibles en esta momento.

## **PT 5400 - ESPECIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES TERRENAS**

### **Objetivos**

Los objetivos específicos de este PT 5400 se enmarcan dentro de los objetivos generales antes enunciados para el PT5000, y permitirán:

- Identificar los requisitos del sistema que afectan a las estaciones terrenas (Estaciones de Referencia SACCSA, ERS y de Acceso al Satélite, EAS).

- Definir y analizar las diferentes alternativas posibles para la topología de la red de estaciones.
- Especificar la arquitectura de las Estaciones de Referencia SACCSA, ERS.
- Especificar la arquitectura de las Estaciones de Acceso al Satélite, EAS.

### **Actividades realizadas**

- Las actividades efectuadas en este período han sido las siguientes:
- Revisión de la información relevante sobre las ERS y EAS de la documentación de los PTs 3000.
- Descripción general de las Estaciones de Referencia SACCSA, ERS.
- Descripción general de las Estaciones de Acceso al Satélite, EAS.
- Desarrollo parcial de la especificación funcional de las ERS y EAS, donde se han definido sus requisitos funcionales y técnicos.
- Definición de requisitos de interfaz tierra-satélite (EAS↔GEO).
- Se han realizado cálculos preliminares balance de enlace de las EAS.
- Desarrollo de la especificación completa de las ERS y EAS, completando su especificación funcional y describiendo su arquitectura física

### **PT 5600: CARGA ÚTIL DE NAVEGACIÓN SBAS**

Se analizan los diferentes escenarios definidos en el PT 3400, y se establecen los cálculos de balance de enlaces bajo los diferentes condicionantes meteorológicos. Esto, que en el caso de la banda L1/L5 no es muy significativo, tiene una gran importancia en el caso de los enlaces ascendentes y la elección de usar la banda C o Ku.

Se realiza una descripción de diseño de la carga útil y los diferentes elementos que la componen, incluyendo los cálculos de masa y consumo de potencia (esto es importante a la hora de establecer el coste del satélite y el de lanzamiento).

Se han analizado los requisitos del interface del satélite:

- Eléctricos
- Mecánicos
- Térmicos
- Compatibilidad electromagnética
- Radiación
- Telemetría y comando.

Finalmente, se analiza el plan de gestión y suministro de la carga útil y su acomodación en el satélite. Desde el punto de vista de costes, se realiza una primera estimación en base al alquiler de los diferentes componentes.

## **PT 5700 - OTRAS OPCIONES DE SATÉLITE**

### **Objetivos**

El PT5700 analiza las alternativas potenciales que pudieran permitir la ubicación de la carga de navegación que el sistema necesita.

Aunque la hipótesis actual de partida es que dicha carga estará ubicada en un satélite de comunicaciones en órbita geoestacionaria, es necesario realizar una búsqueda de alternativas con el fin de analizar la viabilidad de soluciones alternativas, también basadas en satélites GEO, pero utilizados en misiones diferentes de las de comunicaciones o dependientes de instituciones públicas.

### **Actividades realizadas**

Las actividades efectuadas en este período han sido las siguientes:

- Revisión de la información relevante sobre la carga de navegación de la documentación de los PTs 3000.
- Recopilación de los sistemas de satélites geoestacionarios que no se utilizan para una misión de comunicaciones por satélite.
- Análisis de los requisitos referentes a la carga de navegación.
- Identificación de misiones gubernamentales o pertenecientes a agencias públicas, que siendo de comunicaciones o no, fuesen capaces de albergar cargas de navegación con los requisitos establecidos para esta solución SBAS propio.
- Exploración de las posibilidades de ubicación de la carga de navegación en los satélites de las misiones identificadas

## **PT 7000: CONSIDERACIONES SOBRE GESTIÓN, OPERACIÓN Y EXPLOTACIÓN**

Se han analizado las diferentes opciones de Gestión de SACCSA, considerando la opción Pública, Público – Privado y Privada, llegando a la conclusión de que la opción óptima pasa por la gestión pública.

Se revisan, bajo la premisa de gestión pública, la creación de las figuras del Gestor, Operador y Explotador de SACCSA, incluyendo en la explotación modos de recuperación de costes, teniendo en cuenta que el sistema es multimodal y dará servicios a otros usuarios no aeronáuticos.

En el apartado de la operación del sistema, se muestran dos modelos de operados bajo las premisas integradas y cedidas, con el impacto en la estructura y el personal que componga el operador.

## **PT 8000: RECURSOS HUMANOS Y CAPACITACIÓN**

### **PT 8100: ANÁLISIS DE NECESIDADES Y NIVELES DE CAPACITACIÓN EN GNSS**

En este PT se realizaron las tareas necesarias para:

- Definir las necesidades de recursos humanos generales por la implantación de un sistema SBAS en la Región CAR/SAM.
- Determinar la cualificación inicial y el nivel de capacitación necesario de los recursos humanos de cada elemento del sistema SACCSA.

Para ello se llevaron a cabo 4 fases:

- En la primera fase se analizó cuales eran los objetivos y la misión de SACCSA.
- En la segunda fase, se identificaron las tareas que tendrían que desarrollarse, y se agruparon éstas en unidades, obteniendo como resultado una propuesta de estructura de la organización que se encargaría de la operación y mantenimiento del sistema.
- En la tercera fase se realizó un análisis de la citación existente en la región CAR/SAM. Para ello, se realizaron unos cuestionarios que fueron cumplimentados por personal de la región CAR/SAM.
- Por último, teniendo en cuenta el nivel existente en la región y el nivel necesario se identificaron una serie de cursos necesarios que sería conveniente que se desarrollaran para implantar, operar y mantener un posible sistema de aumentación.



## **PT 8200: NECESIDADES DE PLANTILLA PARA LA OPERACIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS**

Se ha definido la estructura de una Unidad SACCSA con las funciones, niveles y capacitaciones requeridas.

Se describe la relación de tareas a desarrollar por cada uno de los puestos y perfiles, así como las funciones y responsabilidades de cada puesto.

Se realiza una división de puestos en base a:

- Unidades administrativas.
- Segmento de Apoyo (SAS).
- Unidad central de proceso (UCP).
- Unidad central de control (UCC).

Se estima que el total de personas necesarias es de 28.

## **PT 8300 DEFINICIÓN DE LA RED DE CENTROS DE ENTRENAMIENTO, CAPACITACIÓN Y DEMOSTRACIÓN**

El objetivo de este PT consistió en establecer una red de centros de entrenamiento, capacitación y demostración donde se lleve a cabo el proceso formativo necesario para la operación de la futura red SACCSA.

Para conseguir esto se realizaron las siguientes actuaciones:

- **PT8310:** Búsqueda de centros de entrenamiento, capacitación y demostración. En este subpaquete se analizaron distintos centros existentes en la región CAR/SAM. Para ello, se realizaron una serie de cuestionarios que fueron cumplimentados por los centros previamente identificados. La información obtenida, se analizó obteniéndose una clasificación de dichos centros, respecto a una serie de requisitos previamente definidos.
- **PT8320:** Niveles de capacitación de los diferentes centros. Teniendo en cuenta el análisis realizado en el PT 8310, y las actividades identificadas en el PT 8100, se propuso cómo debería ser el sistema de formación de SACCSA, en concreto, se propuso que debería existir un “Centro de Referencia” y “Centros Asociados”. Asimismo, se realizó una estimación de los costes que la formación identificada conllevarían, tanto desde el punto de vista de desarrollo del material necesario, como desde el punto de vista de impartición de la misma.

#### **PT 8400: MODALIDADES DE ENTRENAMIENTO, ON - LINE Y PRESENCIAL**

En este PT se definieron las modalidades de los diferentes tipos de cursos a impartir, de cara a optimizar los recursos empleados y a hacer más eficiente la capacitación de cada participante.

Los criterios empleados para asignar las diferentes modalidades de capacitación a cada acción formativa fueron:

- Ventajas en coste de desarrollo de los materiales y de la impartición asociada, así como la facilidad/complejidad de la actualización.
- Dispersión geográfica de los asistentes y su disponibilidad
- Tipo y complejidad de la materia.

Asimismo, se realizó una estimación de costes relacionada con la puesta en operación de un sistema de formación a distancia.

## **PT 9000: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA**

### **PT 9100: ESTIMACIÓN DE COSTES DE LAS DIFERENTES OPCIONES**

Se ha realizado la estimación de los costes de SACCSA en base a tres escenarios:

- Bajo, en donde se puede reutilizar gran parte de los conocimientos y algoritmos de otros sistemas, como WAAS o EGNOS. Este escenario es el menos probable por los desarrollos necesarios en la ionosfera.
- Medio, donde se realizan desarrollos propios a nivel de algunos algoritmos, pero se mantiene una reutilización del conocimiento disponible en los otros sistemas.
- Alto: donde se realizan modificaciones importantes y se desarrollan algoritmos y elementos dedicadas. Este es el escenario más lógico en las regiones CAR/SAM.

Dentro del presupuesto, se han tenido en cuenta los costes de las comunicaciones, alquiler de una carga de navegación y operaciones durante el primer año.

A modo de resumen, los costes obtenidos, en unidades de cuenta 2006, han sido:

- Bajo: 230.000.000 USD
- Medio: 260.000.000 USD
- Alto: 295.000.000 USD

## **PT N° 9200 MODELOS DE RECUPERACIÓN DE COSTES**

En este PT, se analizan los posibles modelos de recuperación de costos, analizando tres modelos:

- SACCSA como consorcio ANSPs
- SACCSA como entidad privada independiente de los ANSPs
- SACCSA como OMR

Se muestran ejemplo de tarificación de ruta y aproximación de diferentes Estados así como las fórmulas aplicadas en España.

Ante la opción de entidad privada, se analiza la necesidad de crear modelos de reglamentación económica y de regulación de precios, así como el concepto de prima de servicios o sanción por incumplimiento

En el caso de las OMR, se plantea desde la perspectiva de una OMR dedicada a SACCSA e independiente del resto del SNA, con sus funciones derechos y características, todo ello basado en la documentación aprobada por el Grupo de Tarea de Aspectos Institucionales

## **PT 9300 MODELOS DE FINANCIACIÓN, IDENTIFICACIÓN DE ENTIDADES FINANCIERAS Y CONDICIONES DE CADA UNA DE ELLAS PARA SOLICITAR FINANCIACIÓN**

Bajo este PT, se analizan los posibles modelos y vías de financiación disponibles, en base a la financiación pública, público privada y privada.

Se ven las condiciones de instituciones multilaterales, como es el caso del Banco Mundial i sus instrumentos financieros:

- IBRD
- IDA
- IFC
- MIGA

Por otro lado, se analizan las condiciones del Banco Interamericano del Desarrollo BID con el tipo de préstamos a que se dedican y los objetivos de los mismos. En el mismo sentido, se ha analizado la Corporación Interamericana de Inversiones (CII).

#### **PT9400: ANÁLISIS PRELIMINAR COSTE BENEFICIO**

El PT 9400 es un estudio preliminar coste/beneficio utilizando los datos iniciales del proyecto. Tiene por objetivo el identificar y analizar los costes y los beneficios del proyecto SACCSA, dar resultados en términos económicos VAN de Valor Actual Neto (VAN) y facilitar la toma de decisiones sobre el futuro del proyecto.

En el estudio se compara un escenario SACCSA consistente en la implantación de un SBAS propio, interoperable con otros sistemas semejantes de otras regiones frente a la denominada línea base, que constituye la alternativa de continuar con el sistema actual, realizando las tareas necesarias para mantener la operatividad actual

Utilizando unas hipótesis muy conservadoras, los beneficios para el Proveedor SACCSA y ANSPs provienen del ahorro de costes por reducción de infraestructura, mientras que para los usuarios del espacio aéreo el único beneficio que se han cuantificado ha sido el uso de mínimos de aproximación más bajos.

Se ha creado un modelo económico basado en la metodología EMOSIA (Eurocontrol) y su adaptación al modelo de navegación aérea español desarrollado por Aena (MEDINA).

La conclusión más importante es que SACCSA es económicamente viable (valor actual neto positivo) siempre que cuente con el apoyo de organismos externos al propio proveedor que asuman parte de los costes operacionales para la puesta en marcha del sistema.

Los elementos más sensibles del modelo económico desarrollado son el ahorro de costes operacionales en primer lugar, seguido del ahorro de costes de implementación

Es necesario analizar mas en profundidad los beneficios alcanzables en la zona CAR/SAM e implicar a las partes interesadas (proveedores, aerolíneas, industria,..) para revisar las hipótesis y crear otras nuevas sobre equipamiento de aeronaves y situación futura de la infraestructura terrena.

#### **PT N° 10000 PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES**

Se muestran las actividades necesarias para poder abordar la realización de SACCSA una vez que se haya tomado la decisión de su lanzamiento.

Destacar que se plantea la necesidad de crear una Oficina de Proyecto que se encargue de coordinar y armonizar todas las actividades, con dos áreas, una de tipo legal, financiero, institucional y otra técnica.

En cuanto a las fases, estas se resumen, y pendientes de ser ampliadas, en:

- Licitación
- Evaluación y adjudicación
- Revisión Crítica de la Propuesta y replanteo
- Desarrollo inicial y fijación de criterios
- Implantación de un demostrador del sistema
- Despliegue del sistema
- Ensayos de sistema
- Validación técnica
- Certificación
- Entrega y aceptación