



**Cuestión 4 del  
Orden del Día:**

**Marco de desempeño para la planificación e implantación de la navegación  
aérea a nivel regional: Revisión de los programas y proyectos**

**4.1 Proyectos del Programa PBN;**

**AVANCE Proyecto RLA/03/902 – “Transición al GNSS/SBAS en las Regiones CAR/SAM –  
SACCSA” – Fase III**

(Presentada por Proyecto SACCSA)

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	
Avance del Proyecto SACCSA detallando actividades realizadas, avance de los Paquetes de Trabajo, situación financiera, resultados y conclusiones.	
<i>Objetivos Estratégicos:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seguridad Operacional</li><li>• Capacidad y eficiencia de la navegación aérea</li><li>• Protección del medio ambiente</li></ul>
<i>Referencias:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documento de Proyecto RLA/03/902 Revisión O</li><li>• Informe de la Novena Reunión del Comité de Coordinación del Proyecto Regional RLA/03/902 (Lima, Perú, 01 al 04 de Julio de 2013)</li></ul>

**1. Introducción**

1.1 Los ensayos realizados con los sistemas WAAS (Wide Area Augmentation System) y EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), determinaron que su extensión no era factible a la Región CAR/SAM por el comportamiento ionosférico particular que en esta Región se experimenta, lo cual sugirió el desarrollo de un sistema SBAS (Satellite Based Augmentation System) con algoritmos adaptados a la necesidades de las Regiones CAR/SAM denominado Proyecto Regional RLA/03/902 “Solución de Aumentación para el Caribe, Centro y Sur América” – SACCSA con el objetivo central de *Desarrollar y Planificar los aspectos Técnicos, Financieros, Operacionales e Institucionales de un Sistema SBAS para las Regiones CAR/SAM*. Como se muestra en la Figura 1, el proyecto ha tenido varias fases, desarrollándose actualmente la Fase III, con la cual se completará la ejecución del Proyecto.

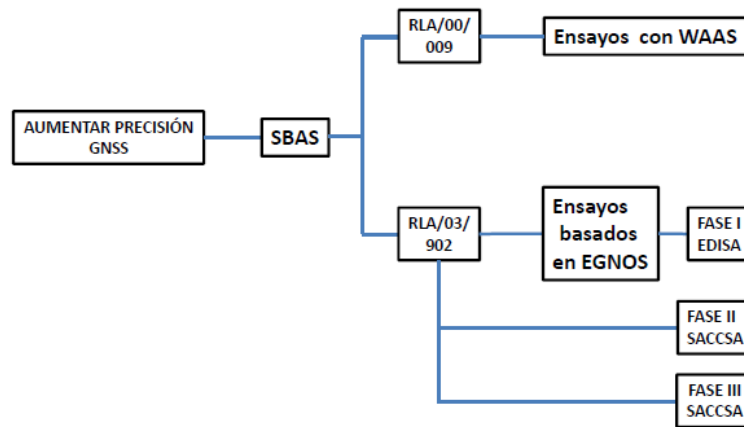


Figura 1  
Origen y Fases de SACCSA

## 2. Actividades Relevantes del Proyecto

2.1 Durante la Fase III se han desarrollado varias actividades, presentadas en forma gráfica en la Figura 2 en donde se resaltan los Paquetes de Trabajo (PT) ya contratados y finalizados como parte del proyecto.

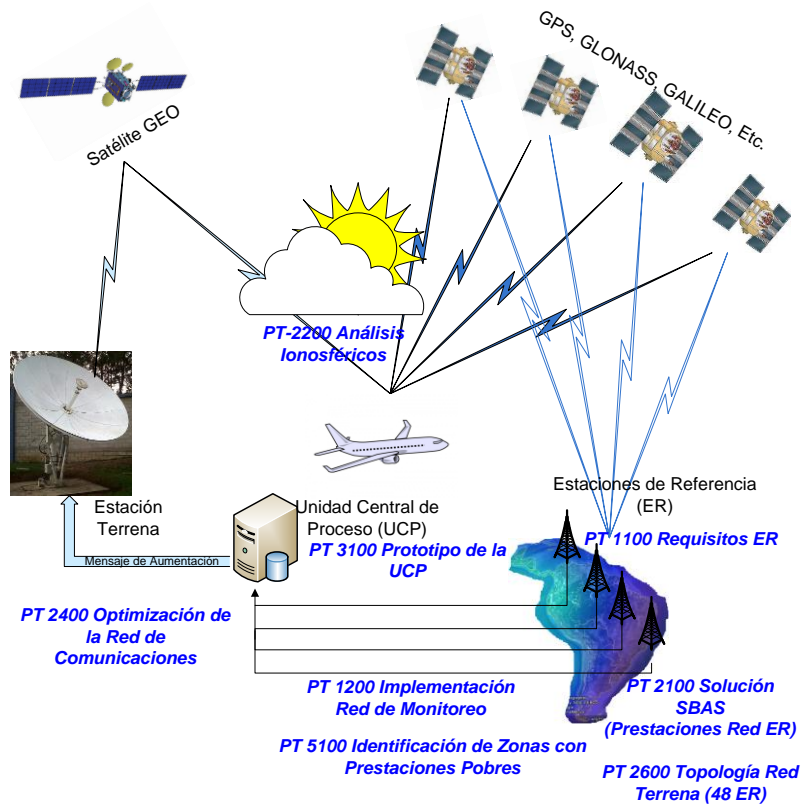
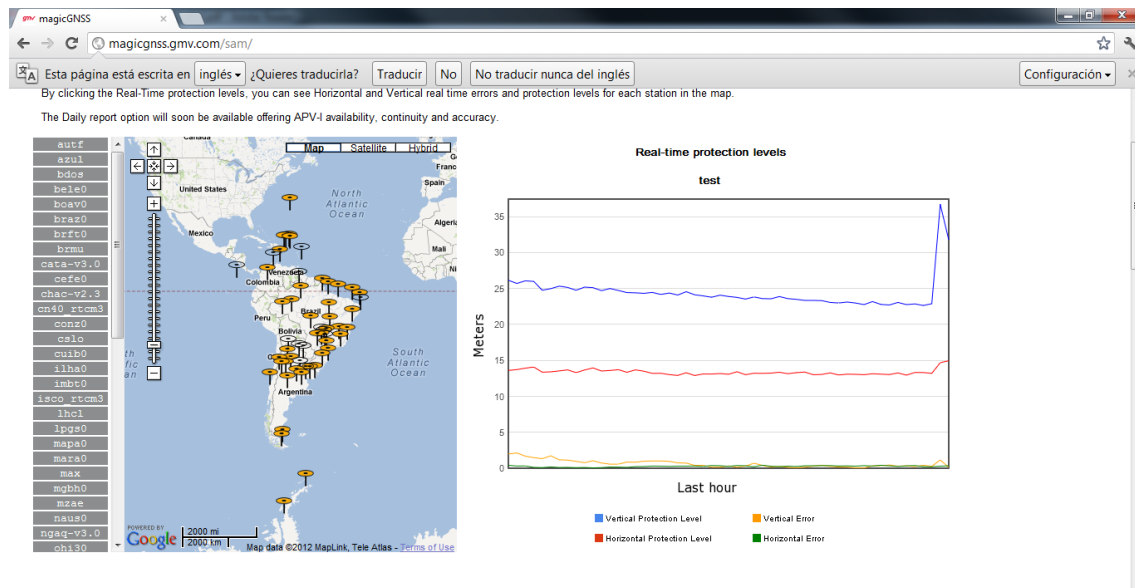


Figura 2  
Esquema Fase III

El avance de actividades se presenta con mayor detalle en el apartado 3.

2.2 En atención con las recomendaciones 6/5 *ICAO work program to support global navigation satellite system evolution* y 6/9 *Ionosphere and space weather information for future global navigation satellite system implementation* de la 12va Conferencia de Navegación Aérea (ICAO Doc. 10007), el Proyecto SACCSA de forma general ha realizado las siguientes actividades:

- Formación en Sistemas GNSS para a través de cursos y/o seminarios realizados en México y Costa Rica.
- Contratación y Ejecución de diversos paquetes de Trabajo a través de los cuáles se han definido los elementos de un sistema SBAS para las Regiones CAR/SAM, información del comportamiento ionosférico y definición de algoritmos ionosféricos para implementar un sistema SBAS en las Regiones CAR/SAM, compatibilidad con otros sistemas SBAS, definición de necesidades de comunicaciones para la operación del sistema y definición de la Red Terrestre de Estaciones de Referencia. Todo esto se describe más adelante en el apartado de avance de paquetes de trabajo.
- Durante la RCC/7 realizada en Bariloche, Argentina, se emitió una señal SBAS real en la región CAR/SAM con algoritmos SACCSA utilizando la plataforma magicSBAS de GMV y el satélite Geostacionario de Inmarsat. Mayores detalles en Apéndice 1 y en [http://www.icao.int/publications/journalsreports/2012/6703\\_en.pdf](http://www.icao.int/publications/journalsreports/2012/6703_en.pdf)
- La empresa GMV, contratista del Proyecto, habilitó una plataforma que en tiempo real analiza las prestaciones de SACCSA a través de la herramienta magicSBAS y MagicGemini de GMV, aprovechando para el efecto Estaciones de Referencia instaladas para otros propósitos por Universidades, Institutos Geográficos, Etc. Los resultados están disponibles a través del siguiente enlace: <http://magicgnss.gmv.com/sam/>, en donde se puede observar en tiempo real los errores horizontal y vertical, así como los niveles de protección asociados (Figura 3).



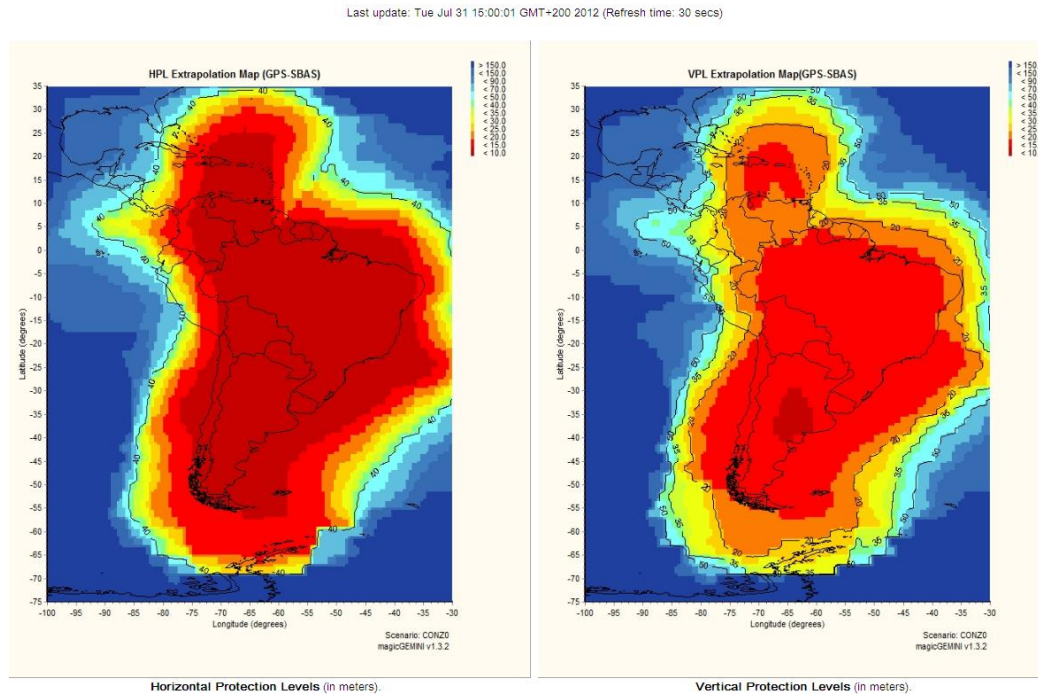


Figura 3

Nota: las prestaciones dependen la disponibilidad de datos existente y no hay garantía de servicio ya que dicha plataforma no ha sido contemplada por el proyecto

2.3 Desde la Novena Reunión del Comité de Coordinación del Proyecto, se han concretado las siguientes actividades:

- Traspaso de la coordinación técnica: Aeropuerto Españoles y Navegación Aérea (AENA), además del aporte económico brindó un importante apoyo en especie como lo fue la Coordinación Técnica del Proyecto, sin embargo, ante la imposibilidad de continuar brindando este aporte, el Proyecto aprobó aceptar el también valioso apoyo de Colombia para desarrollar esta tarea. Para el efecto, el personal designado por Colombia, en conjunto con personal de AENA y la empresa GMV (contratista del proyecto), del 19 al 23 de Mayo 2014, realizaron el traspaso de la coordinación técnica, abordando los siguientes temas:
  - i. Estado del Proyecto y su Documentación
  - ii. Actuaciones llevadas a cabo durante la coordinación Técnica de AENA
  - iii. Revisión de Paquetes de Trabajo entregados y pendientes
  - iv. Estado Financiero
  - v. Aspectos Institucionales
- Contratación de los siguientes paquetes de trabajo: Una vez formalizado el traspaso, la Coordinación Técnica procedió a la aprobación para la contratación de los siguientes paquetes de trabajo:
  - PT 1300: Operación de la Red de Monitorización
  - PT 3200: Operación del Prototipo de la Unidad Central de Procesamiento
  - PT 5000: Solución para zonas con Prestaciones Pobres
  - PT 6300: Operación y Mantenimiento del Portal WEB, entre otros.

- Atendiendo la CONCLUSIÓN RCC/9/SACCSA/02, se sometió a consideración de los Miembros del Proyecto los diferentes escenarios de contratación de paquetes de trabajo para finalizar el proyecto según la disponibilidad presupuestaria. De acuerdo a las respuestas recibidas, se determinó contratar solo el último grupo de tareas y *se proceder al cierre del proyecto durante la Décima Reunión del Comité de Coordinación a realizarse tentativamente en Octubre de 2014 en Colombia y durante lo cual se contempla un Taller GNSS Avanzado y la Presentación de Resultados finales del proyecto.*
- De acuerdo a la CONCLUSIÓN RCC/9/SACCSA/10 se remitió la versión final del Documento de Proyecto, en su versión O, que se ajusta a la situación actual del proyecto y las conclusiones de la última reunión del comité de coordinación.
- El 14 de Enero 2014, vía teleconferencia los Miembros del Proyecto abordaron temas relativos al Estado Actual del Proyecto, el estado de la Transferencia de la Coordinación Técnica y el Cronograma del Proyecto, estableciendo los siguientes acuerdos:
  1. Enviar comentarios o firma del Prodoc RLA03902 - Rev O a más tardar el 31 de enero del 2014.
  2. Actualizar el cronograma de actividades e informar a los miembros/ Oficinas Regionales de la OACI para los arreglos pertinentes
  3. Preparación de Nota Informativa del Proyecto.

### **3. Revisión de los Paquetes de Trabajo**

3.1 La Figura 2 resalta los que ya han sido contratados y finalizados, sin embargo, la siguiente Tabla 1 muestra en detalle los que han sido contratados y finalizados, los que están contratados y pendientes de finalizar y los que no se realizaran por acuerdo de los miembros del Proyecto.

				Impacto
Actividad	PT	Sub-Actividad	Situación Actual	
Red de monitorización y control de la misma	1100	Definición de la Red de Monitorización	Contratado y Terminado	Se determinaron los requisitos de Estaciones de Referencia.
	1200	Implementación de la Red de Monitorización		Se definió el centro de Captura de los datos que serán obtenidos a través de las Estaciones de Referencia.
	1300	Operación de la Red de Monitorización		Pendiente Finalizar.
Profundización en la definición del sistema	2100	Análisis Técnico de la Solución SBAS	Contratado y Terminado	Aprovechando resultados de fases anteriores se completaron los estudios, se estudiaron las diferentes opciones y a partir de ello se plantea la Solución SBAS más adecuada a la Región para cumplir los requisitos de precisión Horizontal y Vertical para APV-I, con niveles de confianza entre el 95% y el 99% en aspectos de precisión.
	2200	Análisis Ionosféricos		En armonía con la Recomendación 6/9 sugiere "coordinar actividades a nivel regional y mundial en materia de caracterización ionosférica para la implantación armonizada del sistema mundial de navegación por satélite", se analizó de forma detallada el comportamiento ionosférico en escenarios con pérdida de señal GPS, la distribución de Burbujas (deplecciones) Ionosféricas, la hipótesis de ionósfera monocapa en Sistemas SBAS y el impacto ionosférico en futuros sistemas SBAS.
	2300	Verificación de las Especificaciones del Sistema	No se Realizará	No será posible verificar especificaciones y soluciones de SACCSA
	2400	Optimización de la Red de Comunicaciones	Contratado y Terminado	Se analizaron diferentes topologías de red determinando que la que la solución para SACCSA se debería basar en lo siguiente: o Subred entre las ERS y los CPCs: una red satelital basada en tecnología MF-TDMA, con terminales integrados en cada ERS, con una topología en dos estrellas, una cubriendo el área CAR y otra el área SAM. o Subred entre las EAS y los CPCs: una red terrenautizando tecnología MPLS, que está disponible en el área SACCSA. Podría prescindirse de esta subred si las EAS se ubicasen en el mismo emplazamiento que los CPCs. o Subred entre los CPCs: una red terrena utilizando tecnología MPLS
	2500	Comportamiento de la UCP con Datos Reales	Pendiente Finalizar.	Pendiente Contratar
	2600	Topología de la Red Terrena	Contratado y Terminado	SE determinó que necesario optimizar la red de Estaciones de Referencia (ERS) para que sin exceder las 48 estaciones ( <b>Figura 4</b> ), se logre una distribución homogénea de las mismas dentro del área de servicio.
	2700	Actualización del Mapa Interactivo	No se Realizará	Mapa Interactivo no Actualizado
	2800	Servicio de Consultoría sobre la Solución SBAS	Contratado y Terminado	Recomendación 6/5 sugiere un plan para "atender la interoperabilidad entre constelaciones y los sistemas de aumentación actuales y futuros de los sistemas mundiales de navegación por satélite":
Prototipo de la UCP de SACCSA y su operación	3100	Desarrollo y Preparación del Prototipo de la UCP	Contratado y Terminado	Se definió el Prototipo de la Unidad Central de Proceso (UCP) que se encargará del cálculo de los mensajes SBAS, además, se determinó el Segmento de apoyo de SACCSA.
	3200	Operación del Prototipo de la UCP	Pendiente Finalizar.	Pendiente Contratar
Definición de actividades de soporte a la validación y certificación del sistema	4000	Definición de actividades de soporte a la validación y certificación del sistema	No se Realizará	No se dispondrá de referencia ni guías para validar SACCSA
Análisis de opciones complementarias en zonas de prestaciones pobres o limitadas	5100	Identificación de Zonas con Prestaciones Pobres	Contratado y Terminado	Se determinó que SACCSA puede cumplir los requisitos de Precisión, Integridad y Disponibilidad llegando al APV-I tanto en condiciones nominales como degradadas por actividad solar, sin embargo, se identificaron regiones en el Sur de Argentina y la Región costera del Noreste de Brasil para las cuales el requisito de Disponibilidad se ve limitada para APV-I, principalmente debido a la falta de monitorización ionosférica en dichas regiones.
	5200	Aprovisionamiento Herramienta de Simulación	Pendiente Finalizar.	Pendiente Contratar
	5300	Comparar soluciones en Zonas con Prestaciones Pobres	Pendiente Finalizar.	Pendiente Contratar
Mejoras a la Página WEB de SACCSA	6100	Definición de requisitos del portal WEB	Contratado y Terminado	Se definió el portal en el URL <a href="http://www.rlasacsa.com">http://www.rlasacsa.com</a> , incluyendo requisitos de acceso. El portal incluye Documentos de OACI, Contenidos de SACCSA, Contenidos de EDISA, enlaces, Etc.
	6200	Implementación del portal WEB	Contratado y Terminado	Se plantearon los requisitos para Implementación del Portal WEB que permitirá difundir información de SACCSA a través de Internet.
	6300	Operación y Mantenimiento del Portal WEB	Pendiente Finalizar.	Pendiente Contratar
Documentación			No se Realizará	La información se recibirá solo en formato electrónico.
Gestión			Pendiente Finalizar.	El proyecto es Gestionado desde su inicio hasta su finalización.
Aspectos institucionales	7000	Aportación en Especie de AENA	Sin Información	Sin Información.
Tareas:				
Contratadas y Finalizadas				
Pendientes de Finalizar				
No se realizan por Acuerdo de los Miembros del Proyecto.				

Tabla 1

## 3.2

Como apéndice 1 a esta nota, se incluye una descripción del Proyecto SACCSA en el entorno mundial.

#### 4. Actividades de Cierre del Proyecto

Tentativamente para Octubre 2014, se contempla realizar en Colombia, la Décima y última Reunión del Comité de Coordinación (RCC/10), durante la cual y como se indicó en el punto 2.3, se realizará el cierre del proyecto y mediante un Taller se informará a los Miembros los resultados finales.

#### 5. Conclusiones

5.1 Los Estudios realizados con el Proyecto, permite establecer que **con una adaptación específica a las regiones ecuatoriales, un sistema SBAS (APV-I) sería viable en la región CAR/SAM acorde con las especificaciones indicadas en el anexo 10 de OACI, Volumen I:**

- Se cumplen los requisitos de APV-I (HAL=40m. VAL=50m) en la mayor parte de la región CAR/SAM.
- Posibilidad de **LPV-200** (HAL=40m, VAL=35m), parcial con cierto riesgo
- Hay zonas de prestaciones limitadas en condiciones degradadas (máximo solar) dónde **se han evaluado diferentes soluciones como elementos de contingencia.**
- T Alerta: 6 seg.; Integridad:  $1.2 \times 10^{-7}$  por aprox.
- Precisión: Se cumplen con suficiente margen los requisitos de precisión para aplicaciones aeronáuticas Precisión (95%): 16m(H)/20m(V); Disponibilidad: 99%-99.999% .

5.2 La implantación de un Sistema SBAS en la región CARSAM en Banda L1 adecuado a las condiciones ionosféricas particulares de las latitudes ecuatoriales, resultaría viable si se tienen en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Uso de modelos ionosféricos ajustados a la región.
- Uso combinado de constelaciones GPS y GLONASS/Galileo para la mejora de la cobertura de la región y de la estimación ionosférica para el sistema SBAS en L1. GLONASS/Galileo se utilizaría a nivel interno de sistema (algoritmos ionosféricos).
- Necesidad de safety case para el próximo máximo solar. Esto es un elemento claramente diferenciador de otras soluciones existentes en SBAS (WAAS, EGNOS, GAGAN)
- Redundancia de estaciones en zona ecuatorial (+4-5 estaciones) total 50-52 ERS
- Uso de conceptos de operación asociados a la inclusión de mecanismos para asegurar el comportamiento del sistema en condiciones extremas ionosféricas como elementos de contingencia que es necesario evaluar.
- En el largo plazo, implementación de un sistema SBAS doble-frecuencia con un backup mono frecuencia por motivos ionosféricos (centelleo va a afectar más a la doble frecuencia que a la mono frecuencia). Por lo tanto, la mejor estrategia de implementación será un diseño mono frecuencia escalable a multifrecuencia y multiconstelación.
- Evaluar el desarrollo del prototipo test-bed de SACCSA para el próximo máximo solar para empezar a obtener beneficios de la tecnología SBAS y mitigar riesgos.
- En vista de los análisis ionosféricos realizados, resulta importante que los Estados interesados en implementar sistemas SBAS realicen un análisis de viabilidad específico.