



Agenda item 2: Navigation systems developments

- 2.2 Follow up on the planning/implementation activities of the SBAS and GBAS augmentation systems in the CAR/SAM Regions

STATUS OF STUDIES AND WORKS IMPLEMENTED BY PROJECT RLA/03/902

(Paper presented by the Members of the SACCSA Project:
Bolivia, Chile, Colombia, Cuba, Spain, Venezuela and COCESNA)

SUMMARY

This working paper presents information related to project RLA/03/902, summarizing the results of studies and works executed/planned by the Project up to date.

References:

- Reports of Project RLA/03/902 meetings RCC/5 and RCC/6
- ICAO Global Navigation Plan (Doc. 9750)
- GREPECAS/13 and GREPECAS/14 meeting reports
- Annex 10, Volume I

1. Background

1.1 During ATM/CNS/SG/04 meeting, the implementation of Project RLA/03/902 was proposed with the objective to: *“Develop and plan technical, financial, operational and institutional aspects of a SBAS system for the CAR/SAM”*. This initiative was approved by GREPECAS/12 and, through its conclusions 12/45 and 12/46, Project RLA/03/902 initiation was established and States were invited to adhere.

1.2 Initially, the Project was subscribed by Colombia, Cuba, Spain and COCESNA; subsequently, the adherences from Chile, Venezuela and Bolivia was confirmed. Other States as Argentina, Costa Rica, Paraguay and Dominican Republic have expressed their support and interest in participating in this project.

1.3 GREPECAS/13 meeting, when considering that the FAA information regarding that the WAAS extension to South America would not be possible; and that according to studies carried out

by Project RLA/03/902 would not either be practical to extend EGNOS to the CAR/SAM Regions, formulated Conclusion 13/84 – *Studies for a CAR/SAM regional SBAS solution*, through which GREPECAS urged to continue with GNSS introduction in an evolutionary and coordinated manner in conformity with ICAO Global Plan, as well as studies for a regional CAR/SAM SBAS solution and the application of other augmentations, having in consideration also that additional benefits could contribute to justify costs to achieve the last goal of GNSS transition, in which conventional ground aids would be eliminated.

1.4 As a result of works and actions undertaken by Project RLA/03/902, the CNS Committee, through its GNSS Task Force, has contributed to the formulation of the following agreements from the part of GREPECAS:

- Conclusion 13/85 – *Foster the use of GNSS in diverse sectors of the States*, through which States/Territories/International Organizations were urged to promote the use of GNSS in the different sectors of their respective country, and communicate the results of studies on SBAS augmentation solution.
- Decision 14/55 – *APV I capability as a minimum performance requirement for CAR/SAM regional SBAS implementation*, through which GREPECAS recommended that SBAS Solutions proposed for CAR/SAM regions should be aimed to reach at least APV I capacity.

2. Works and Activities of Project RLA/03/902

2.1 As part of coordination and execution of work planned within Project RLA/03/902, the Project has held two coordination meetings since the last CNS Committee meeting:

- The Fifth Meeting of the Coordination Committee (RCC/5) of Project RLA/03/902, held in San Jose, Costa Rica, from 3 to 6 September 2007.
- The Sixth Meeting of the Coordination Committee (RCC/6) of Project RLA/03/902, held in Regal Pacific Hotel, in Santiago de Chile, Chile, from 17 to 18 April 2007.

Appendices A and B of this working paper present a summary of these meetings.

2.2 Taking into account ICAO Air Navigation Global Plan (Doc. 9750), Initiative (IPM) 21 – *Navigation Systems* describes the global strategy to achieve benefits on these systems at the short, medium and long term through the evolution of performance based navigation supported on GNSS and on autonomous navigation systems (inertial)/conventional ground aids, and GREPECAS referred conclusions, as well as paragraph c) of GREPECAS Conclusion 13/84, the Project has planned the necessary actions to maintain informed the GREPECAS mechanism on results and progress of the same, adopting conclusions correspondingly (**Conclusion RCC/5/SACCSA/09 – Support of project RLA/03/902 to GREPECAS mechanism –cycle 2008**, through which it was convened that the SACCSA Project should support the work of the GREPECAS mechanism during Cycle 2008, which should include information and proposals to continue the GNSS implementation based on obtained results to be presented during the next meeting of the GREPECAS mechanisms, and **Conclusion RCC6/SACCSA/07 – Elaboration of working papers for GREPECAS/15** where Project RLA/03/902 convenes on the presentation of the respective working papers).

Project activities and results since RCC/5 meeting

2.3 Activities carried out since the RCC/5 meeting until the present are being detailed in the respective appendices corresponding to RCC/5 and RCC/6. On the same way, results of Project Phase II are being provided in **Appendix C** to this working paper.

2.4 Likewise, **Appendix D** to this working paper presents the results of ionospheric assessments and studies carried out by the SACCSA Project.

2.5 During the RCC/5 meeting, Project planned activities were analysed taking into account global and regional guidelines and regulations, as well as development of GNSS activities in the CAR/SAM regions, concluding on the revision of tasks and project execution programme in conformity with SARPS and ICAO guidance material (GM) on GNSS evolution.

2.6 Based on SACCSA Phase II results, it had been tentatively considered that SBAS SACCSA augmentation solution was viable, and, in consequence, the definition of a third phase was required in order to give continuity to works already initiated and to establish a definite viability of the Project at the technical as well as financial levels. This new Phase would cover all those studies and assessments that could have not been covered during Phase II, due to budgetary reasons or because of assessments carried out that open the door for new studies to contribute to consolidated and guaranteed results. In this regard, **Conclusion RCC6/SACCSA/02** – Results of Project RLA/03/902 Phase II was formulated.

2.7 The GNSS advanced course held in Mexico City was comprehensive and covered satisfactorily GNSS aspects, for which the Project formulated a Conclusion for the use of training activities on GNSS offered by the Project to States/Territories/International Organizations, ref. **Conclusion RCC6/SACCSA/01** – Training activities of Project RLA/03/902.

2.8 On the same way, the Project agreed on **Conclusion RCC6/SACCSA/04** – Phase III Activities, to be executed in two parts:

- Parte A, only covering present work packages related to the ionosphere studies (PT 3000 and PT4000), PT5000, PT 6000 (AENA in-kind support) and those related to personnel training that will unify in one package (PT 11000 and PT 12000).
- Part B, covering the rest of the PTs different to those included in Phase III A, which would be executed subsequently to Phase IIIA.

In **Appendix E** to this working paper, detailed activities contemplated in Project Phase III are being presented.

2.9 The Project agreed on the need of a wider participation of other States/Territories/International Organizations in Project RLA/03/902 and of the commitment of the region to continue with SBAS system activities.

2.10 The SACCSA Project actively participated in the development of the Third Meeting of the GNSS Task Force, in which the results of the different work packages of the project were shared, covering technical, financial, operational and institutional aspects for a SBAS system in the CAR/SAM regions, as well as the results of studies carried out on the ionosphere.

3. Suggested actions

3.1 The Meeting is invited to:

- a) take note of the information contained in this working paper;
- b) analyse results achieved by the Project and its contribution on information and judgement elements aimed at decision making;
- c) evaluate estimated benefits of the Project and of the need to complete within Phase III the works that have been initiated;
- d) support the need of wider participation of other States/Territories/International Organizations in Project RLA/03/902, and the region's commitment to continue with SBAS system activities;
- e) suggest other actions considered adequate.

APENDICE A/APPENDIX A

RESUMEN RCC/5

La Quinta Reunión del Comité de Coordinación (RCC/5) del Proyecto RLA/03/902 “*Transición al GNSS/SBAS en las Regiones CAR/SAM*” – *Solución de Aumentación para Centroamérica, Caribe y Sudamérica, SACCSA.* ” se llevó a cabo en el Auditorio del Centro Nacional de Alta Tecnología de Costa Rica (CeNAT), en San José, Costa Rica, del 3 al 6 de septiembre de 2007.

Se realizó la revisión y aprobación del Informe de la Cuarta Reunión del Comité de Coordinación (RCC/4) del Proyecto RLA/03/902, celebrada en la Oficina Regional de la OACI para Sudamérica, Lima, Perú, del 29 al 30 de septiembre de 2006, así como revisión de la situación financiera del Proyecto.

La Reunión tomó nota de la información sobre el estado de las Normas y Métodos Recomendados (SARPS) y material de orientación de la OACI sobre el GNSS y el trabajo del NSP suministrada por el Sr. Alessandro Capretti, Oficial Técnico CNS de la OACI en Montreal y el Secretario del Grupo de expertos de sistemas de navegación (NSP) de la OACI. En este sentido y producto de la revisión efectuada por la Reunión RCC/5, se concluyó (**CONCLUSIÓN RCC/5/SACCSA/02**) que las tareas y el programa de ejecución del Proyecto han sido revisados y están en conformidad con los SARPS y material de orientación (GM) de la OACI sobre la evolución del GNSS.

Se tomó nota de la descripción sobre algunos procedimientos basados en la utilización del GBAS que están preparando en el aeropuerto de Malaga, España, incluyendo sus consideraciones operacionales.

La Reunión tomó nota de las actividades realizadas desde la Reunión RCC/4 hasta la RCC/5, las cuales corresponden a la ejecución de la Fase II. Estas actividades esencialmente son las siguientes:

1. Presentación de los resultados del Proyecto en la segunda reunión del Grupo de Tarea GNSS, celebrada en Lima, Perú, del 11 al 12 de noviembre de 2006.
2. Presentación de los resultados del proyecto en la Quinta Reunión del Comité CNS, del Subgrupo CNS/ATM, del GREPECAS, celebrada en Lima, Perú, del 13 al 17 de noviembre de 2006.
3. Chile se adhirió al Proyecto en diciembre de 2006.
4. Se completaron los informes de los borradores de los PT 1000, 2000 y 3000.
5. Se realizó el análisis ionosférico; se realizaron simulaciones en el PT 3600 para determinar las prestaciones que se alcanzarían.
6. Se elaboraron especificaciones del sistema conforme al PT5000.
7. Se ha realizado el resto de los PT siguientes:
 - 7000 – Institucional
 - 8000 – Formación de personal
 - 9000 – Financiero
 - 10000 – Identificación y definición de fases
 - 12000 – Preparación de la reunión RCC/5
8. En marzo de 2007 se contrató al Grupo GESA, Universidad Nacional de la Plata, Argentina, estudios sobre las afectaciones de la ionófera.
9. Se presentó información a la reunión GREPECAS/14, celebrada en San José, Costa Rica, 16 – 20 de abril de 2007.
10. Venezuela se adhirió al Proyecto en julio de 2007.
11. Se solicitó a las Oficinas Regionales de la OACI, NACC y SAM sus colaboraciones para la organización de la RCC/5.

12. Se realizaron las coordinaciones pertinentes con la DGAC de Costa Rica y se convocó la Reunión RCC/5 del Proyecto RLA/03/902, en San José, Costa Rica, del 3 al 6 de septiembre de 2007.
13. Se solicitó a todas las empresas contratadas que presentaran los resultados de los paquetes de trabajo respectivos.
14. Se ha organizado el Curso Avanzado GNSS, que se celebró, en la Oficina regional NACC de la OACI, en la Ciudad de México, México, del 5 al 9 de noviembre de 2007.

Los informes de los resultados de los estudios realizados fueron presentados por los representantes de las empresas que han ejecutado los paquetes de trabajo. En los apéndices B y C del Informe de la Quinta Reunión de Coordinación del Proyecto se ofrece el resumen de los resultados de cada paquete de trabajo.

Debido a la falta de la totalidad del presupuesto necesario han quedado pendientes de ejecución los PT siguientes:

11000: Identificación de la situación industrial de la Región

6000: Análisis del modelo MTSAT

Resultados de los paquetes de trabajo de la fase II del Proyecto RLA/03/902 – SACCSA, se formulo la siguiente **CONCLUSIÓN RCC/5/SACCSA/03**:

Que los Estados/Organizaciones Internacionales,

- a) tomen nota del resumen de los resultados de los paquetes de trabajo de la Fase II del Proyecto RLA/03/902 que se presenta en el Apéndice B de este Informe;
- b) noten que de acuerdo a estos resultados basados en modelos definidos y desarrollados, se considera que tentativamente es viable la solución de aumentación SBAS SACCSA; y
- c) se precisa definir una tercera fase que de continuidad a los trabajos iniciados, con la finalidad de completarlos y establecer demostraciones para confirmar la viabilidad técnica-financiera del Proyecto SACCSA.

La Reunión concordó que en base a los resultados obtenidos en la Fase II del SACCSA, 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 deberá cubrir 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.

La Reunión enfocó la Fase III de SACCSA con el propósito de completar los estudios y análisis realizados en la Fase II, así como a establecer una demostración de SACCSA que permita corroborar que los supuestos y modelos definidos / desarrollados en la Fase II son válidos, permitiendo tomar a los Estados/Organizaciones de las regiones CAR/SAM la decisión final sobre la idoneidad o no de implementar el sistema, así como la forma de hacerlo. En esta decisión, intervendrían todos los Estados/Organizaciones Internacionales, siendo necesario llegar a disponer de un mínimo de quórum, dado el alcance regional del estudio y la necesidad de que se llegue a un acuerdo entre Estados adyacentes.

En este sentido se definieron las tareas a cubrirse en la Fase III y se tomo la información de los aportes adicionales por parte de los Miembros del Proyecto, Chile y Colombia, para el logro de estas actividades identificando el ofrecimiento de Costa Rica para apoyar el desarrollo regional e implementación nacional del GNSS mediante el apoyo, la coordinación y cooperación internacional del Proyecto RLA/03/902.

De igual forma la Reunión convino que el Proyecto debería invitar a que participen en el Proyecto otras Organizaciones Internacionales de las regiones CAR/SAM que representan a los usuarios del espacio aéreo, a otras instancias de la aviación civil, a otros sectores de los Estados, así como proveedores de servicios de telecomunicaciones aeronáuticas que podrían apoyar a la obtención de beneficios del GNSS.

Como parte del objetivo del Proyecto, la Reunión convino que el Proyecto SACCSA debe apoyar la labor del mecanismo del GREPECAS durante el Ciclo 2008, que deberá incluir informaciones y propuestas a ser presentadas en las próximas reuniones del Grupo de Tarea GNSS, del Comité CNS; del Subgrupo ATM/CNS/6 y GREPECAS/15.

Por la experiencia de Colombia, y en congruencia con la CONCLUSION GREPECAS 13/85 - *Promoción de la utilización del GNSS en diversos sectores de los Estados*, la reunión convino la siguiente Conclusión:

RCC/5/SACCSA/10 – ORIENTACIÓN PARA EL ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL GNSS EN MÚLTIPLES SECTORES DE LOS ESTADOS

Que, con el propósito de ampliar la obtención de los beneficios del GNSS sobre la determinación de la posición, tiempo y navegación satelital:

- a) se insta a los Estados a establecer Grupos nacionales multisectoriales sobre el GNSS;
- y
- b) el Proyecto RLA/03/902 elabore orientaciones para los Estados sobre aplicaciones del GNSS a otros sectores de los Estados, tales como: transporte terrestre, la agricultura, localización de llamadas de emergencia, marítimo, pesca y otros sectores.

APENDICE B/APPENDIX B

RESUMEN RCC/6

La Sexta Reunión del Comité de Coordinación (RCC/6) del Proyecto RLA/03/902 “*Transición al GNSS/SBAS en las Regiones CAR/SAM*” – *Solución de Aumentación para Centroamérica, Caribe y Sudamérica, SACCSA*” se llevó a cabo en el Hotel Regal Pacific, en Santiago de Chile, Chile, del 17 al 18 de abril de 2008.

La Reunión tomo nota de la versión final del Informe de la Quinta Reunión del Comité de Coordinación (RCC/5) del Proyecto RLA/03/902, celebrada en la CENAT, en San José, Costa Rica, del 3 al 6 de septiembre de 2007, se revisaron el estado de las conclusiones vigentes de anteriores reuniones y se efectuó la revisión de la situación financiera del Proyecto.

La Reunión tomo nota de las actividades realizadas desde la reunión RCC/5, según se describe a continuación:

1. Se organizó y se llevó a cabo el Curso Avanzado GNSS, en la Ciudad de México, del 5 al 9 de noviembre de 2007.
2. Se elaboró el Informe de la Reunión RCC/5 y se envió a los Estados/Organizaciones Miembros del Proyecto, solicitándoles comentarios. También, fue distribuido a los participantes en la reunión RCC/5.
3. De conformidad con el ofrecimiento formulado por Chile en la reunión RCC/5, establecieron las respectivas coordinaciones con Chile para organizar la sede de la Reunión RCC/6 en Santiago para abril de 2008.
4. Se proporcionó información a Ecuador sobre el Proyecto conforme a lo solicitado por este Estado.
5. El Grupo GESA de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina finalizó la tarea que le fue encomendada, como fue el de estudiar un algoritmo para SBAS de corrección ionosférica en la Región Caribe, Centro y Sudamérica”.
6. De conformidad con la Conclusión RCC/5/SACCSA/07 de la Reunión RCC/5, fue enviada en abril de 2008 una carta de invitación a otras organizaciones internacionales de las Regiones CAR/SAM, tales como la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC), IATA, IFALPA, la Organización de Estados Americanos (OEA), así como ARINC y SITA invitándolos a participar activamente en el Proyecto RLA/03/902 – SACCSA, de tal manera que contribuyan a la obtención de beneficios para el GNSS en la aviación civil y demás sectores de la economía de los Estados.
7. Se estableció la coordinación entre las Oficinas Regionales de OACI, NACC y SAM para la organización de la RCC/6.
8. Se elaboró y se envió a los Estados/Organizaciones Internacionales el Orden del Día preliminar, la programación y la carta de invitación para la reunión RCC/6. Se convocó la reunión RCC/6 para los días 17 y 18 de abril de 2008.
9. Se coordinó la realización del Seminario sobre los Efectos Ionosféricos en el GNSS llevado a cabo en Santiago de Chile del 14 al 16 de abril, en el cual se hicieron varias presentaciones y se dieron varias conferencias de los resultados obtenidos por el Proyecto en el tema de la ionosfera, así como los avances del Proyecto en esta materia.
10. Se elaboró el Documento de Proyecto (PRODOC) para la Fase III del Proyecto y fue distribuido a los Estados/Organizaciones Internacionales.
11. En atención al ofrecimiento de Costa Rica para apoyar el Proyecto SACCSA con logística e instituciones para promover el desarrollo regional y la implementación del GNSS que facilite la utilización del GNSS por múltiples sectores del Estado, Conclusión

RCC/SACCSA/06, se remitió una nota al Estado de Costa Rica invitándola a integrarse al Proyecto y a tomar las acciones correspondientes, a fin de que se logre este objetivo.

12. Se remitieron notas a los Estados de Chile y Colombia en respuesta a su ofrecimiento de las estaciones de referencia y al laboratorio de navegación satelital respectivamente, con el fin de contabilizar estos recursos dentro de las actividades de FASE III del proyecto.
13. El estado de Bolivia, a través de la carta NA 160/CNS017/08, ha manifestado su adhesión al Proyecto RLA/03/902, designando a su vez al Sr. Jaime Yuri Álvarez Miranda como punto focal de Bolivia para las actividades de este Proyecto.
14. Se elaboró la documentación para la Reunión RCC/6.
15. Se elaboró la documentación preliminar correspondiente para presentar los resultados obtenidos, el avance y propuestas del Proyecto en la Tercera reunión del Grupo de Tarea GNSS, que se celebrará en Lima, Perú del 2 al 3 de junio de 2008.

La Reunión concluyó que el curso Avanzado GNSS realizado en la Ciudad de México fue muy completo y cubrió satisfactoriamente los aspectos GNSS, por lo cual formulo la siguiente Conclusión:

CONCLUSIÓN RCC6/SACCSA/01 – ACTIVIDADES FORMATIVAS DEL PROYECTO RLA/03/902

Sobre los beneficios y aprovechamiento de las actividades formativas del Proyecto RLA/03/902:

- a) Que los Estados/Organizaciones Internacionales tomen nota de los beneficios que se obtienen con las actividades formativas dentro del proyecto.
- b) Que a través del proyecto y mediante el mecanismo de GREPECAS, se inste a los Estados a participar en los cursos de capacitación, con el fin de asegurar la debida asistencia a las actividades pedagógicas que desarrolle el proyecto, además de beneficiarse de los importantes ahorros de costes que supone la formación conjunta dentro del Proyecto, frente a una capacitación individualizada.

La Reunión fue informada por los Miembros del estado del equipamiento de las estaciones de referencia del Proyecto RLA/00/009 ofrecidas para ser empleadas en el Proyecto RLA/03/902.

La Reunión tomó nota del Informe Final correspondiente al “*Estudio para un algoritmo SBAS de corrección ionosférica en la Región Caribe, Centro y Sudamérica*”, realizado por el Grupo de Geodesia Espacial y Aeronomía (GESA) de la Facultad de Ciencias Astronómica y Geofísica de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, resaltándose las conclusiones alentadoras a este análisis de la ionosfera.

La Reunión acordó la conveniencia de considerar los aspectos a profundizar del estudio de la GESA dentro del Volumen 3, Actividad A3 - *Monitoreo y análisis del comportamiento ionosférico* que está programada en la Fase III-A.

Bajo la revisión y coordinación del Programa de Actividades para la Fase III del Proyecto, la Reunión recordó que en la RCC/5, se concluyó que de acuerdo a los resultados obtenidos (basados en modelos definidos y desarrollados), se consideraba que tentativamente, es viable la solución de aumentación SBAS SACCSA; y que por consiguiente, se precisa definir una Tercera Fase (Fase III) que dé continuidad a los trabajos iniciados, con la finalidad de completarlos y establecer demostraciones para confirmar la viabilidad técnica-financiera del Proyecto SACCSA. En este sentido la Reunión convino la siguiente Conclusión:

CONCLUSIÓN RCC6/SACCSA/02 – RESULTADOS DE FASE II DEL PROYECTO RLA/03/902

Basado en los resultados de la fase II donde se vislumbra la factibilidad de implementar un SBAS en las regiones CAR/SAM, pendiente de completar los análisis técnicos, fundamentalmente a nivel de ionosfera, se precisa concretar los mismos antes de tomar la decisión de implantar dicho sistema.

De esta revisión, la Reunión convino que:

1. dentro de estas actividades los paquetes de trabajo relacionados con el análisis de la ionosfera son prioritarios en su ejecución (PT3000.- Red de monitorización para analizar el comportamiento ionosférico y cómo corren los modelos definidos para la región y PT4000 Completar los estudios de la fase actual, cerrando temas tales como la ionosfera, comunicaciones, topología de red terrena, etc.)
2. el PT 4600 sobre la optimización de las comunicaciones se posterga su realización para el 2010.
3. el PT 5000 se aplazaría en el tiempo hasta octubre de 2009. El documento Organización Multinacional Regional es un documento muy importante y es algo que se debe desarrollar desde el comienzo.
4. los paquetes de capacitación se mantienen en el proyecto. El Plan de Formación (PT 11100) se mantiene. En vista de que los PT 11000 y 12000 se relacionan a actividades de formación, ambos se agruparían en un solo PT denotado “Talleres y Seminarios”.
5. con el fin de ser más precisos en los alcances de las actividades para la Fase III se planteo como meta solamente la realización de los PT 3000, PT4000, PT 5000 “Acordar los emplazamientos de las instalaciones críticas” (PT5100 “Coordinación y soporte a los análisis técnicos de emplazamientos”) y la parte de formación (PT11000.- Primeros entrenamientos sobre el sistema. Formación a alto nivel y PT12000 – Seminarios).
6. el PT 6000 “Organizar a los Estados/ Instituciones para poder abordar el sistema y contactar con las entidades crediticias correspondientes” se desarrollará a lo largo de los años 2008 y 2009, cuya realización será por parte de AENA como aporte en especie al Proyecto.
7. en abril del 2010 se terminarían todos los paquetes. El paquete 7000 queda supeditado a los resultados.
8. para aprovechamiento del curso GNSS avanzado impartido en noviembre del 2007, al cual no pudieron asistir varios Estados, se decidió repetir su impartición. Además de este primer curso se impartirán los otros dos cursos nuevos.
9. la ejecución de la Fase III 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,

Se debatió 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, por lo cual la Reunión estimo conveniente condicionar el desarrollo de la Fase III a la respuesta de los Estados CAR SAM al mecanismo de GREPECAS (próxima reunión GREPECAS/15), en el contexto del compromiso para la realización de la fase III en el marco del potencial desarrollo de un sistema SBAS para las regiones CAR/SAM.

La Reunión agradeció la participación de la Universidad Distrital de Colombia con su presentación sobre los estudios de ionosfera que ha desarrollado, y su ofrecimiento de vinculación al Proyecto

con Estudios de ionosfera para la Fase III. Colombia informó que la UAEAC suscribió un convenio institucional con dicha universidad para desarrollar actividades de investigación al respecto.

La Reunión acordó las acciones y tareas para informar al mecanismo de GREPECAS sobre los resultados y avances logrados por el Proyecto.

APENDICE C/APPENDIX C

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

SACCSA se plantea como respuesta a las conclusiones de GREPECAS abordando, en su planteamiento, aspectos técnicos, financieros, institucionales y organizativos con lo que engloba en un único proyecto todos los aspectos que influyen en el mismo.

Para ello, se pretende complementar y dar nuevas ideas y planteamientos junto a otros proyectos realizados en las regiones CAR/SAM, pero con una perspectiva de definición de sistema, es decir, industrial e i+d.

Para ello, se analizaran soluciones para la resolución o mitigación de problemas desde un punto de vista técnico y de sistema. Por ejemplo, la ionosfera, sobre la base de estudios de tipo científico / académico, se tratará de solucionar con el desarrollo de algoritmos de mitigación, extrapolación y reducción de efectos no deseados, complementados con conceptos de operación de sistema y de usuario.

En cuanto a las prestaciones de referencia se han tomado las correspondientes a APV 1, tal y como se establece en la Decisión GREPECAS 14/55.

DESCRIPCIÓN DE SACCSA

SACCSA se estructura en torno a doce paquetes de trabajo:

- 1.- Recabar información de los proveedores de servicio y usuarios.
- 2.- Definir los requisitos del sistema.
- 3.- Estudio solución SBAS propio.
- 4.- Análisis modelo ionosférico.
- 5.- Especificaciones SBAS propio.
- 6.- Especificaciones SBAS modelo MTSAT (si hay presupuesto).
- 7.- Consideraciones sobre gestión / operación / explotación.
- 8.- Recursos humanos y capacitación.
- 9.- Viabilidad económica y financiera.
- 10.- Planificación de actividades.
- 11.- Análisis de posicionamiento industrial.
- 12.- Seminarios.

Estos paquetes de trabajo cubren los diferentes aspectos que se deben de tener en cuenta cuando se pretende abordar un proyecto de estas características, y pretenden sentar las bases en torno a las cuales se pueden definir los requisitos y modelos para el lanzamiento de un programa de desarrollo e implantación SBAS en las regiones CAR/SAM.

La Fase II de SACCSA duro un total de 18 meses, de los que seis se dedicaron a organizar y estructurar el proyecto y 12 a su realización. Tras su finalización se realizo un seminario de presentación de resultados y acciones.

En el adjunto a esta nota se ofrece el detalle de los resultados obtenidos en cada uno de los paquetes de trabajo.

CONCLUSIONES

De los resultados de los trabajos de la FASE II del Proyecto se concluye lo siguiente:

- a) SACCSA se muestra como un sistema viable desde el punto de vista técnico y financiero. Aún es necesario realizar nuevos estudios desde el punto de vista ionosférico y topología de la red terrena, incluyendo análisis en tiempo real y desarrollo de modelos propios adecuados a la región. Esto es especialmente importante para los modelos degradados con alta actividad ionosférica y con centelleo.
- b) El objetivo de APV I es alcanzable en un elevado porcentaje del área de cobertura, no así APV II, donde se ve condicionado por la red de estaciones de referencia y la imposibilidad de colocar nuevas estaciones en zonas óptimas (ausencia de islas en áreas oceánicas), y donde la cobertura se reduce al 65%.
- c) La integridad se cumple en todo el área de cobertura tanto para APV I como APV II.

APENDICE D/APPENDIX D

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS SOBRE IONOSFERA REALIZADOS EN EL PROYECTO RLA/03/902 SACCSA

Descripción del Análisis

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:

- a) 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).
- b) 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 estudios realizados:

1 Comportamiento Global de la Ionosfera: Análisis de Máximos en las Regiones CAR/SAM

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

2 Comportamiento Global de la Ionosfera: Análisis del gradiente espacial

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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.

- d) 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).

3 Comportamiento Global de la Ionosfera: Análisis del gradiente temporal

- a) 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).
- b) 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.

4 Análisis de la Distorsión de la Función de Mapeo

- a) 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).
- b) 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.
- c) 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.

5 Análisis de variaciones ionosféricas en Slant: Análisis del RoT

- a) Los años de alta actividad solar muestran valores medios, RMS y percentiles más altos del RoT que en baja actividad.
- b) Son los meses cercanos a los equinoccios los que muestran valores medios más altos del RoT.
- c) Para altas elevaciones (por encima de los 80°) el comportamiento del RoT está definido por la acción de la radiación solar, tanto en altas como en bajas latitudes.
- d) 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.
- e) 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.
- f) 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.
- g) 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.

- h) 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°).
- i) 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.
- j) 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.
- k) 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

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
 8. 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.
 9. 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.
 10. 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.

Estudio para un Algoritmo SBAS de Corrección Ionosférica en la Región Caribe, Centro y Sudamérica

1. El objetivo de este estudio consistió en caracterizar y evaluar las dificultades de representación y modelado que la ionosfera de la región Caribe, Centro y Sur América presenta para un esquema de correcciones del tipo SBAS
2. El Informe final de este Estudio está compuesto por dos partes. La Primera Parte trata sobre los *“Procesos físicos en la atmósfera terrestre y señales GNSS”* y la Segunda Parte constituye el *“Informe Técnico”*:

RESULTADOS Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

1. La primera parte del estudio describe la variedad y diversidad de fenómenos que ocurren en la atmósfera terrestre y la forma en que ellos afectan la propagación de las señales GNSS. El estudio expresa que *“...Los sistemas de aumentación, además de mejorar la precisión en la determinación de la posición en cualquier instante, deben también proveer información para calcular cotas a los errores que se comenten. Por esta razón, todo sistema debe estar basado en un conocimiento profundo de la atmósfera terrestre que contemple tanto las variaciones temporales como espaciales que ella introduce en la transmisión de las señales GNSS”*.
2. El informe expresa en su segunda parte, entre otros aspectos, que *“Los resultados obtenidos en el estudio son muy alentadores. Tanto la capacidad de predicción de la corrección y como de su integridad mostrada por los resultados es muy alta...En el 84% de los casos analizados la integridad fue satisfactoria y estuvo entre el 99 y 100% de predicción”*.

3. El informe manifiesta que, “...el estudio muestra puntos en los que es *necesario* profundizar y al mismo tiempo marca direcciones para futuros estudios. Entre esos temas figuran principalmente:
 - la necesidad de una mejora del algoritmo de predicción de correcciones e integridad propuesto sobre la región centro y noreste de Brasil, la distribución del TEC muestra el comportamiento más complejo, ya sea desde un punto de vista de la variación geográfica como desde el punto de vista temporal.
 - Es también en esta región donde los efectos de centelleo, que es un tema no investigado en este trabajo, tienen mayor frecuencia de ocurrencia.”
4. El informe expresa que “de los resultados obtenidos surge también la necesidad de la puesta en funcionamiento de un experimento piloto, aunque sea de una dimensión reducida, que abarque por ejemplo una región limitada, en donde un par de estaciones de monitoreo GPS permanente, una funcionando como estación de control y la otra como estación usuario, simulen en tiempo real el funcionamiento de un sistema de aumentación. Al mismo tiempo, este experimento servirá para evaluar el efecto que el nivel creciente de actividad solar, y consecuentemente del nivel de ionización de la ionosfera, esperable para los próximos años, tiene sobre un sistema de aumentación para la región”.
5. Finalmente, el Informe al referirse al experimento piloto propuesto expresa que “...La información, tanto los datos como los resultados producidos a partir de este experimento serán de importancia clave para el futuro desarrollo de un sistema de aumentación en esta región”.

APENDICE E/APPENDIX E

DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES PARA LA FASE III DE SACCSA

1. Introducción

1.1 Como resultado del análisis de las tareas del Proyecto durante la 6ta. Reunión del Comité de Coordinación de Proyecto (RCC 6) de SACCSA, se acordó dividir la FASE III en dos fases, al objeto de optimizar los costes de esta fase.

1.2 La lógica aplicada ha sido la de realizar primero los estudios ionosféricos y técnicos, al objeto de determinar la factibilidad de implantación del sistema. Si el resultado es positivo, se abordarán las actividades de tipo regulatorio y financiero APRA determinar la viabilidad económica del Proyecto.

2. Estructuración de los Paquetes de Trabajo

2.1 Los Paquetes de trabajo quedarán distribuidos de la siguiente forma:

FASE III A

PT 1000: Red de monitorización y control de la misma, para analizar el comportamiento ionosférico y cómo corren los modelos definidos para las regiones CAR/SAM.

PT 2000: Completar los estudios de la fase actual, cerrando temas como las comunicaciones, ionosfera, topología de red terrena, etc.

PT 3000: Acordar los emplazamientos de las instalaciones críticas: Centros de control (3), infraestructura de apoyo (1), estaciones de acceso a los GEOS (4 – 6).

PT 4000: Aspectos institucionales que permita a los Estados / Instituciones poder abordar el sistema y contactar con las entidades crediticias correspondientes.

PT 5000: Actividades de soporte a la futura implantación del GNSS en las regiones CAR/SAM.

PT 6000: Talleres y Seminarios (se incluye la RCC 7, 8 y 9).

FASE III B

PT 7000: Definición de actividades de soporte a la validación / certificación del sistema.

PT 8000: Analizar otras opciones complementarias en zonas de prestaciones pobres o limitadas.

PT 9000: Estudio Coste / beneficio y Financiación.

PT 10000: Seminarios (se incluye la RCC 10 y 11).

El plazo de ejecución será de 36 meses.