



Organización de Aviación Civil Internacional

Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM (GREPECAS)

**Decimoquinta Reunión del Grupo Regional de Planificación y Ejecución**

**CAR/SAM (GREPECAS/15)**

Río de Janeiro, Brasil, 13 al 17 de octubre del 2008

GREPECAS/15 – NE/29

11/09/08

**Cuestión 2 del  
Orden del Día:**

**Actividades a nivel mundial e inter-regional**

**2.1 Actividades CNS/ATM a nivel inter-regional e intra-regional**

**PERFORMANCE DE LAS COMUNICACIONES EN REGIONES OCEANICAS Y REMOTAS Y  
EL TRABAJO DEL EQUIPO SOBRE MEJORAS SATCOM EN EL SISTEMA DE  
NAVEGACION AEREA DEL FUTURO (FANS SIT)**

(Presentada por Estados Unidos)

**RESUMEN**

Esta nota de estudio presenta la perspectiva de la Administración Federal de Aviación (FAA) de Estados Unidos con respecto a los problemas relacionados con la provisión de los servicios de comunicación de datos satelitales y con la performance de los enlaces de datos que han afectado el servicio. La nota presenta un resumen del efecto positivo que ha tenido el trabajo del FANS SIT durante el último año y las recomendaciones para mejorar la Performance Requerida de Comunicación (RCP) deseada para las operaciones 30/30nm.

**1. Introducción**

1.1 El Sistema de Navegación Aérea del Futuro (FANS-1) fue desarrollado por Boeing, Honeywell y ARINC a principios de la década de 1990 como una mejora en las comunicaciones/vigilancia para el 747-400 en áreas oceánicas y remotas. Posteriormente, fue introducido en la flota de Airbus como FANS-A, de conformidad con el documento FANS-1 mantenido por Boeing, y ahora se le conoce como FANS1/A. Los servicios de comunicación de datos fueron introducidos en las operaciones oceánicas del Pacífico Sur en 1995, utilizando tecnología de enlace de datos FANS 1/A.

1.2 Las aplicaciones basadas en el FANS 1/A incluyen la notificación de instalaciones ATS (AFN), las comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto (CPDLC), y el contrato de vigilancia dependiente automática (ADS-C). Estas aplicaciones permiten una mayor flexibilidad en el control de tránsito aéreo (ATC), así como una separación oceánica reducida y brindan una plataforma para los siguientes servicios emergentes:

- i) Procedimientos ADS-C en estela – Separación reducida a 15 millas náuticas para el ascenso y descenso a través de una aeronave bloqueadora;
- ii) Llegadas personalizadas – Perfil de llegada optimizado enviado por enlace ascendente a la aeronave y alimentado al FMS;
- iii) Gestión de puntos de recorrido – Gestión del espaciamiento en vuelo utilizando el FANS para el envío de los tiempos controlados en puntos estratégicos; y,
- iv) Optimización de las trayectorias 4-D – Las mejoras frecuentes a los perfiles de vuelo son enviadas por enlace ascendente a través de CPDLC.

1.3 De acuerdo con las normas de la OACI, la introducción del servicio de enlace de datos satelitales para las comunicaciones y la vigilancia ha permitido a las dependencias ATC la introducción de normas de separación oceánica reducida (por ejemplo, 50nm en sentido longitudinal y 30nm en sentido lateral/30nm en sentido longitudinal [30/30]) que exigen un nivel mínimo de performance en las comunicaciones y la vigilancia. También hay otros imperativos estratégicos (por ejemplo, la eliminación de las comunicaciones orales de alta frecuencia (HF) de terceros) que aumentan la demanda de los sistemas existentes y exigen un nivel mínimo de disponibilidad y una performance consistente en el sistema de comunicaciones de datos que no se están alcanzando en la actualidad.

## **2. Discusión**

2.1 Las interrupciones y la performance inconsistente en el servicio de enlace de datos satelitales han reducido la confianza que tienen el proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP) y las líneas aéreas en el servicio de extremo a extremo. Entre septiembre de 2006 y agosto de 2007, el Centro de Oakland (ZOA) sufrió 38 interrupciones no planificadas en el servicio de comunicaciones. Aún cuando la investigación realizada por el FANS SIT reveló que muchas de las interrupciones en la sub-red satelital fueron de muy corta duración, el ATC informó que 31 de esas interrupciones tuvieron una duración de diez minutos o más. Las interrupciones de más de diez minutos exigen la aplicación de normas de mayor separación, lo cual puede requerir la emisión de una cantidad considerable de re-autorizaciones a través de comunicaciones de respaldo. Por ello, el FANS SIT ha tenido que centrar su trabajo en la reducción del tiempo de recuperación de la sub-red satelital en caso que una gran cantidad de aeronaves se vea obligada a desconectarse y volver a conectarse con la misma estación terrena de tierra (GES) – considerando que la meta alcanzable es de 1000 aeronaves en el lapso de cinco minutos.

2.2 Durante los últimos dos años, Airways Corporation New Zealand, Airservices Australia y la FAA han realizado ensayos operacionales con 50nm en sentido longitudinal y 30/30. En octubre de 2005, Airservices Australia y Airways New Zealand suspendieron los ensayos en el Pacífico Sur durante dos meses debido a problemas de disponibilidad a través del GES de Perth.

2.3 En diciembre de 2005, la FAA realizó ensayos operacionales con una norma de separación 30/30 en el Sector de Control Oceánico 3 de Oakland. En marzo de 2007, estos ensayos operacionales fueron restringidos al ascenso/descenso debido a problemas con el hilo de comunicaciones en el GES de Perth. A fines de marzo de 2007, la FAA tomó la determinación de ampliar los ensayos 30/30 a toda la región de información de vuelo (FIR) de Oakland; no obstante, la ampliación se mantuvo restringida debido a problemas con el enlace de datos satelitales. Un patrón de performance inconsistente e interrupciones periódicas en la GES de Perth generó una pérdida sustancial de eficiencia durante los ensayos.

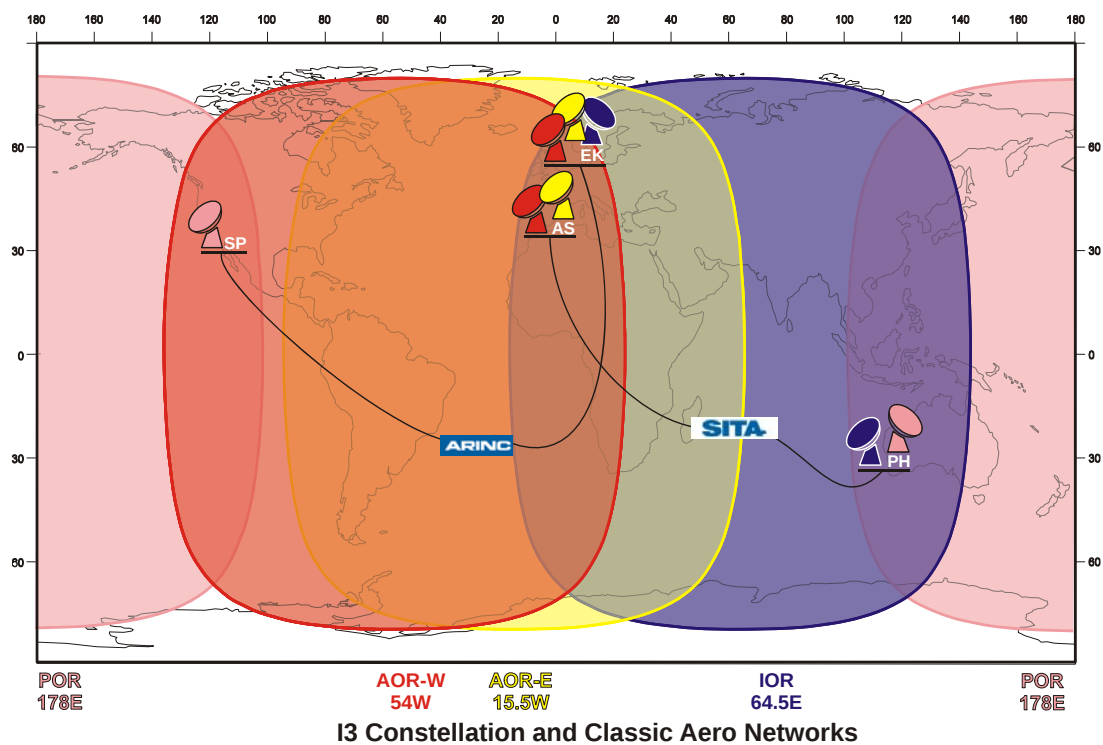
2.4 El cierre del GES de Goonhilly redujo drásticamente la capacidad del sistema de comunicaciones satelitales de recuperarse de fallas individuales en la GES. Este hecho generó preocupación en la Región del Atlántico Septentrional (NAT) con respecto a la performance de los

servicios satelitales utilizados para las comunicaciones del ATC. Asimismo, ambos proveedores de servicios de comunicaciones de enlace de datos satelitales (ARINC y SITA) indicaron que ninguno de ellos tenía medios o capacidad suficientes como para actuar como respaldo en caso de una falla catastrófica de las otras GES.

2.5 La disponibilidad del servicio a través de “GES alternas” se ha visto afectada por el cierre de las siguientes GES:

- i) Ventosa, en Singapur, 2003;
- ii) Yamaguchi, en Japón, marzo de 2006;
- iii) Goonhilly, en el Reino Unido, febrero de 2007; y
- iv) Southbury, en Estados Unidos, marzo de 2008 (cuando las operaciones aéreas en la Región del Océano Atlántico - Oeste [AORW] fueron transferidas de Southbury a la estación terrestre de Eik, convirtiéndola en una estación de tres regiones oceánicas).

2.5.1 Actualmente, todos los satélites se enlazan únicamente a cuatro GES (Eik, Aussaguel, Santa Paula y Perth), y cada uno de éstos está conectado ya sea a SITA o a ARINC. Sin embargo, cada región oceánica cuenta con el apoyo de dos GES.



| <b>Datalink service provision (March 27<sup>th</sup> 2008 onwards)</b> |             |            |              |              |            |            |
|------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|--------------|--------------|------------|------------|
|                                                                        | <b>LESO</b> | <b>CSP</b> | <b>AOR-E</b> | <b>AOR-W</b> | <b>POR</b> | <b>IOR</b> |
| <b>Eik</b>                                                             | Vizada      | Arinc      | X            | X            |            | X          |
| <b>Santa Paula</b>                                                     | Vizada      | Arinc      |              |              | X          |            |
| <b>Aussaguel</b>                                                       | Vizada      | SITA       | X            | X            |            |            |
| <b>Perth</b>                                                           | Stratos     | SITA       |              |              | X          | X          |

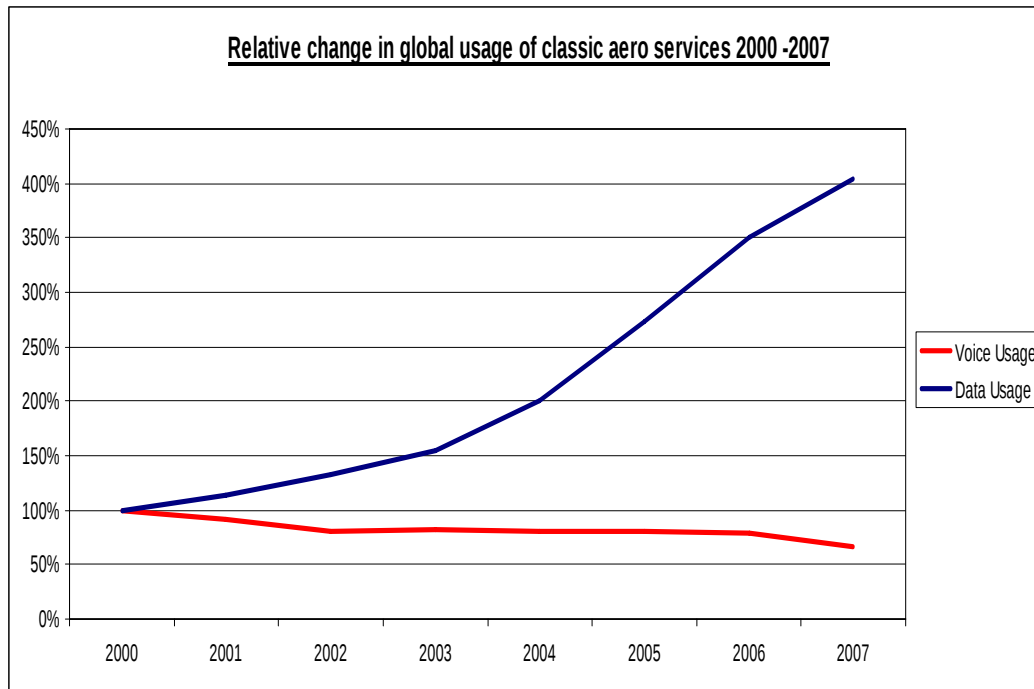
2.6 El 15-16 de noviembre de 2007, se convocó a una reunión especial del Grupo sobre Planeamiento de Sistemas Atlántico Septentrional (NAT SPG Especial 2007) con el fin de abordar específicamente la pérdida de redundancia dual GES en la Región NAT y en otros lugares debido al cierre de las GES. La reunión NAT SPG Especial 2007 analizó los siguientes temas:

- i) Los requisitos técnicos para garantizar la redundancia GES;
- ii) El costo de garantizar la redundancia GES;
- iii) Los requisitos de comunicaciones para implantar y mejorar el nivel y eficiencia de los servicios;
- iv) Los efectos en la infraestructura HF;
- v) Los requisitos de monitoreo;
- vi) El costo de no hacer nada, tomando en cuenta el aumento proyectado del tránsito y los “Cielos Abiertos”; y
- vii) Los incentivos para cumplir con los requisitos de comunicaciones, como el uso del FANS únicamente con GES redundante.

2.7 Además de las inquietudes en cuanto a la disponibilidad, también hay una preocupación en relación a la capacidad. La red de enlaces de datos es compartida por los mensajes para los servicios de seguridad operacional y los mensajes que contienen información de rutina. Existe la expectativa de un incremento en la demanda de mensajes tanto para los servicios de seguridad operacional como de rutina. Conforme se vaya implantando la separación reducida en diversas regiones, las tasas de notificación ADS aumentarán la demanda significativamente.

2.8 Actualmente, en la Región NAT, 55% de la flota utiliza la notificación de puntos de recorrido (WPR) del Sistema de Gestión de Vuelo (FMS) o ADS-C FANS 1/A. En la Región del Pacífico, 80% de la flota en el Pacífico Sur y 60% en el Pacífico Central utiliza CPDLC y ADS-C basados en FANS 1/A.

2.9 En los últimos tres años, el flujo de datos de los Sistemas de Direccionamiento e Informe para Comunicaciones de aeronaves (ACARS) ha aumentado 13% al año. Con los Cielos Abiertos y la separación mínima reducida, SITA calcula que el crecimiento será de 20% al año para fines de 2009. Existen instructivas europeas para que los servicios de enlaces de datos permitan una mayor capacidad. Las tendencias históricas y los actuales planes sugieren que la demanda del servicio seguirá en aumento.



2.10 Actualmente, sólo dos GES prestan servicio en la Región NAT (Aussaguel y Eik), pero ninguna tiene la capacidad de soportar todo el tráfico actual de enlaces de datos de la Región NAT. Si una de las dos fallara, gran cantidad de aeronaves con enlaces de datos tendrían que regresar a las comunicaciones orales HF, o recurrir a la otra GES. Si bien un porcentaje de las aeronaves podría hacer la transferencia a la otra GES, una serie continua de solicitudes de ingreso al sistema seguiría cargando a la GES que está operativa. Con la actual configuración, esto afectaría la eficiencia del servicio que brinda dicha GES a las conexiones de aeronave existentes.

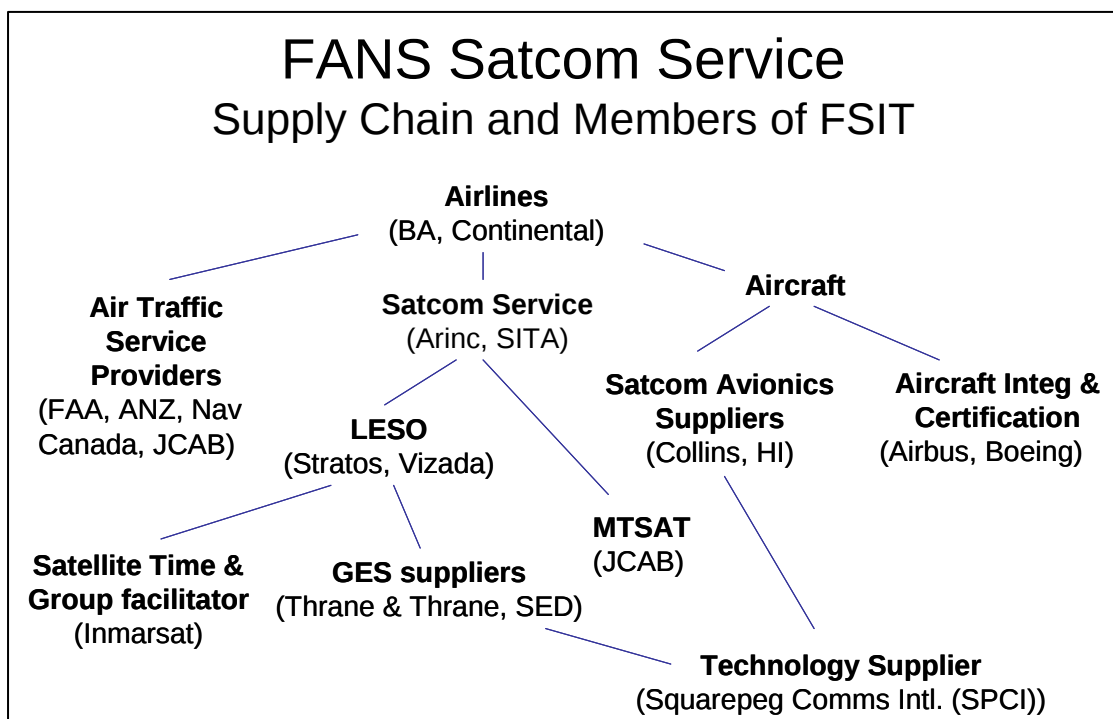
2.11 El insuficiente respaldo aeronáutico afecta la capacidad de los proveedores de servicios de comunicaciones de alcanzar los objetivos de performance especificados en los Acuerdos de Nivel de Servicio. Los objetivos de performance del sistema fueron desarrollados en base a la red ACARS y a las GES que ya existían, y esto se ha visto afectado por el cierre de las GES. Una “actualización” de la tecnología GES (que se describe a continuación) ha mitigado los problemas de performance asociados con el soporte físico original de las GES, pero, debido a los costos resultantes de la adición de unidades de canal y, en algunos casos, el cambio de la arquitectura GES para tener una mayor capacidad en caso de fallas, aún existe un importante obstáculo para pasar a la siguiente etapa de mejoras en la performance.

2.12 Las recientes mejoras en la red satelital incluyen un contrato de desarrollo entre Inmarsat y Nera, ahora *Thrane & Thrane* (T&T) para una nueva generación de unidades de canal y otras mejoras computarizadas asociadas con las GES. Todos los explotadores de las GES adquirieron un programa de mejoras (Aviso de cambio “CN94”) de T&T, que incluía mejoras en las siguientes estaciones:

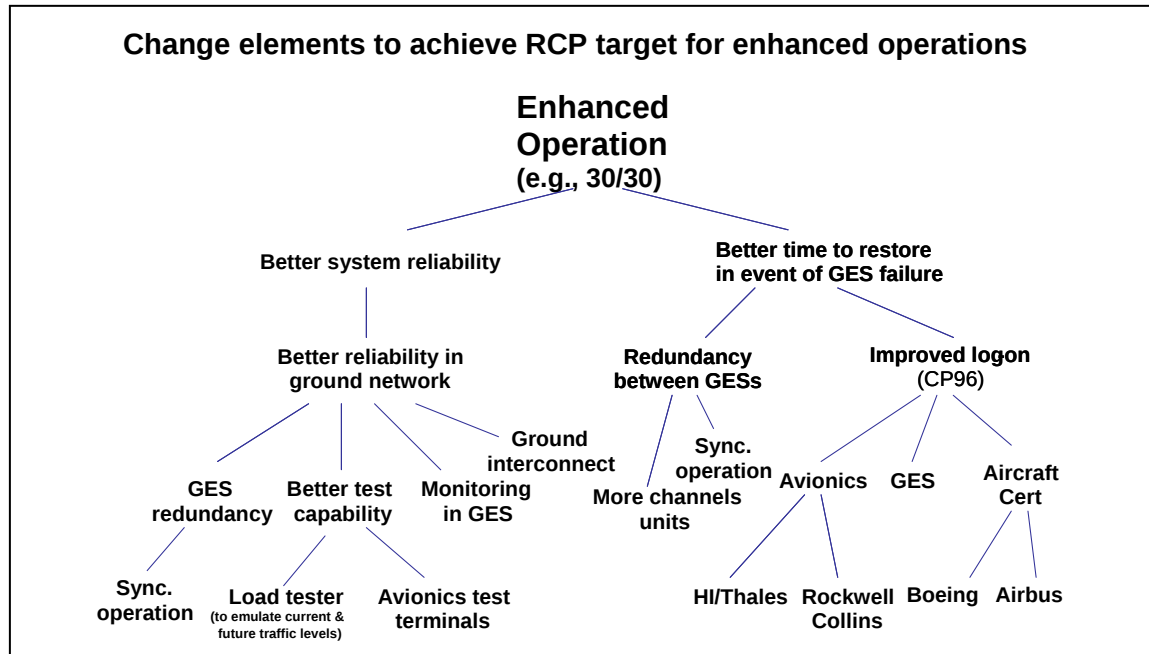
- i) GES de Aussaguel, que se completó en marzo de 2007;
- ii) GES de Perth, que se completó en abril de 2007;
- iii) Mejora en la GES de Eik, que se espera completar en octubre de 2007; y
- iv) Mejora en la GES de Santa Paula, que se completó en noviembre de 2007.

2.12.1 Además, los proveedores de las GES han instalado o están en vías de instalar la conectividad de respaldo para superar cualquier problema en la red terrenal (en algunos casos, se está brindando actualmente tres “niveles” de redundancia). Las mejoras en Aussaguel y Perth permitieron obtener la conectividad de respaldo para solucionar los problemas de la red terrenal e introdujeron la redundancia en los componentes de las GES; no obstante, a pesar de estas mejoras, aún persiste la degradación de la performance y las interrupciones de más de diez minutos.

2.13 En respuesta a las continuas inquietudes de las partes involucradas con respecto a la performance de los enlaces de datos SATCOM, Inmarsat alentó la formación del Equipo de Mejoras SATCOM del FANS (FSIT). Las partes interesadas del gobierno y la industria fueron invitadas a contribuir en la evaluación de los cambios viables a corto, mediano y largo plazo en el sistema para mejorar la performance de la red de enlaces de datos SATCOM tanto del FANS como del centro de operaciones de las líneas aéreas (AOC). Las partes interesadas representadas en este grupo incluyen (pero no se limitan) a la FAA, Inmarsat, ARINC, SITA, Continental, British Airways, Boeing, Airbus, Japan Civil Aviation Bureau (JCAB), T & T, SED, SPCI, Honeywell, Rockwell Collins, Stratos, Vizada, la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA), Airways New Zealand, Airservices Australia, NAV CANADA y la OACI.



2.14 El FSIT/1 analizó las necesidades e inquietudes generales de los usuarios con respecto al servicio, y durante su segunda y tercera reuniones, logró rápidos avances en la definición de la Performance de Comunicación Requerida (RCP) para Operaciones Mejoradas (por ejemplo, 30/30 y otras reducciones de separación/mejoras de servicio). El FSIT analizó de qué manera las mejoras en cada uno de los elementos del sistema podría contribuir al logro de la RCP para reducir la separación y mejorar el servicio:



2.15 Hasta la fecha, se ha llevado a cabo cuatro reuniones entre mayo de 2007 y junio de 2008. Durante la cuarta reunión del FSIT, realizada en 2008, el grupo analizó los siguientes temas clave:

- i) la evolución de los requisitos de performance, incluyendo las interrupciones de servicio y la latencia;
- ii) un mejor monitoreo de extremo a extremo; y
- iii) mejoras en el soporte lógico de la GES, incluyendo la disponibilidad a través de la arquitectura redundante automatizada.

2.15.1 Asimismo, el FSIT analizó formas de alcanzar las metas de performance, incluyendo la redundancia entre las GES, una mejor confiabilidad en la red/GES y la planificación de la capacidad.

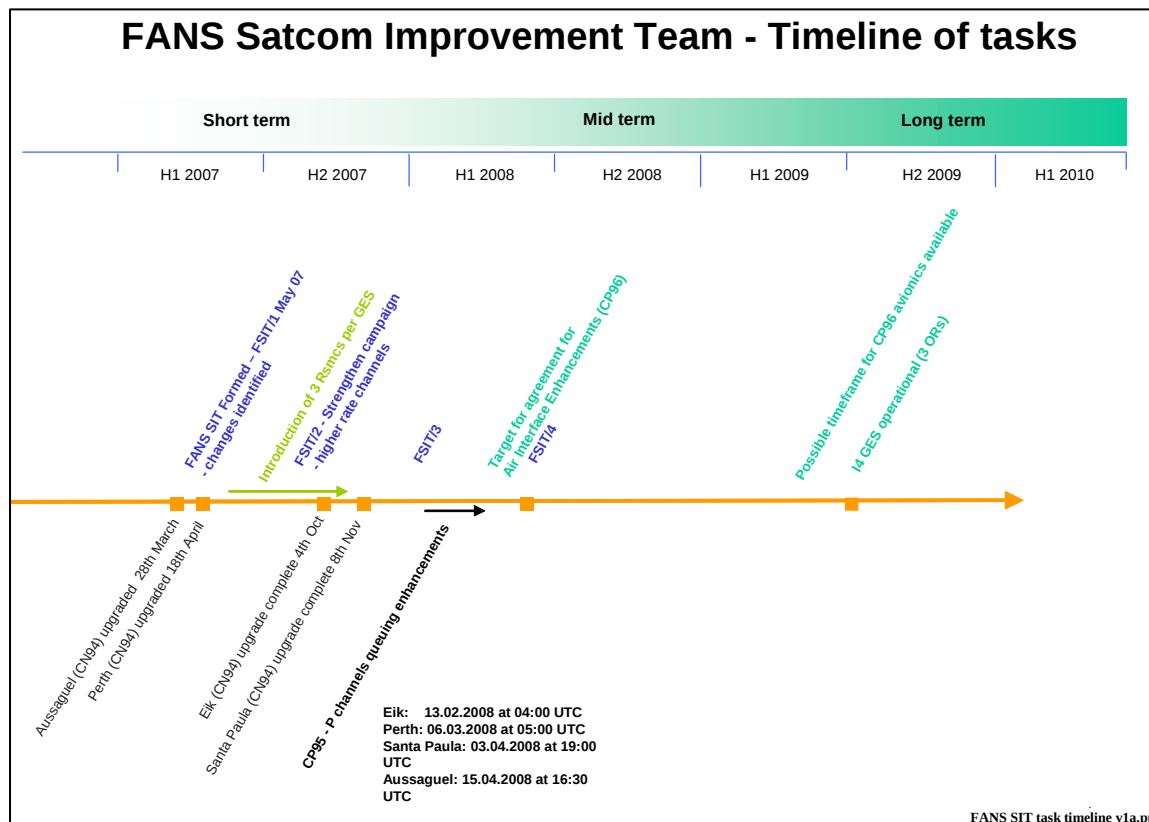
2.16 Durante el transcurso del año, el grupo logró su objetivo de evaluar los cambios a corto, mediano y largo plazo en el sistema mundial, en apoyo de las aplicaciones avanzadas ATS, e implantar los cambios que se pudo. Gracias a los aportes de los socios, se logró lo siguiente:

- i) Implantar mejoras CN94 en todas las otras GES;
- ii) Introducir canales adicionales de conexión (con una nueva técnica de acceso/carga), acelerando el proceso de conexión;
- iii) Perfeccionar la secuencia de conexión (reducción en los re-ingresos, gestión de la unidad de señalización del canal de enlace ascendente);
- iv) Mejorar notablemente la latencia de los mensajes luego del inicio de la campaña para trasladar las estaciones terrenas de a bordo (AES) a canales de mayor velocidad;
- v) Eliminar la necesidad de que las AES tengan que enviar una segunda unidad de señalización con la identificación del vuelo en la secuencia de conexión y que la GES necesite esto para un acuse de conexión exitosa, nuevamente acelerando la secuencia de conexión;

- vi) Análisis SP y mejoras en la redundancia del hilo de comunicaciones terrenas; y
- vii) Definición de una propuesta mejorada de cambio en la interfaz aérea (CP96) para lograr la meta de conexión de 1000 aeronaves en 5 minutos.

2.17 Este es un gran logro que genera flexibilidad en el sistema general. Los cambios implantados han reducido, por lo menos a la mitad, el tiempo requerido para que una aeronave se vuelva a conectar luego de una interrupción en la GES.

2.18 A continuación, se presenta el cronograma de estas mejoras:



2.19 A través del FSIT, Inmarsat se ha comprometido a instalar tres nuevas GES para brindar servicios de seguridad en los enlace de datos (FANS-1/A) a través de los satélites Inmarsat-4 una vez que éstos sean reubicados en nuevos emplazamientos. Si se tiene éxito en el lanzamiento de la flota Inmarsat-4 F3 y en la re-despliegue de la flota Inmarsat-4, la intención, en colaboración con la JCAB, es aumentar a 8 la cantidad total de satélites capaces de brindar los servicios de seguridad de enlace de datos (i.e. “7+1”). La fecha propuesta en que estaría disponible la nueva GES de Inmarsat es julio de 2009.

2.20 El FSIT reconoce que el mayor problema que los involucrados en los enlaces de datos aún tienen que abordar es la posibilidad de respaldo mutuo entre las dos GES de cada región oceánica en caso de una falla catastrófica/interrupción prolongada de cualquiera de ellas. Un elemento clave en este tema son los cambios arquitectónicos en la GES, en apoyo de la constelación Inmarsat-3 existente. Durante el FSIT/4, T&T presentó información y costos relacionados con el desarrollo requerido para llevar a cabo estos cambios, así como el costo para la GES de introducir un cambio a una nueva interfaz aérea avanzada (originalmente designado como Propuesta de Cambio “CP96”). Esto permitirá que 1000

aeronaves se conecten en cinco minutos. Ya se ha iniciado las pruebas de integración de la Versión de Soporte Lógico 15.0, tal como se le conoce, e incluirá todas las mejoras definidas por el SIT FANS hasta la fecha.

2.21 T&T también presentó el costo estimado de implantar los cambios arquitectónicos requeridos en la GES para lograr un respaldo en las regiones oceánicas (es decir, el uso de una arquitectura de Computadoras de Datos Sincrónicas, en contraste con una arquitectura asincrónica que se utiliza actualmente en Santa Paula y Eik).

Implantación de computadoras de datos sincrónicas:

- Santa Paula (Región del Océano Pacífico [POR]) – 0.45 millones; y
- Eik (Región del Océano Indico [IOR], Región del Océano Atlántico, Este, Oeste [AORE, AORW]) – 1.38 millones.

2.22 T&T explicó que, una vez que todas las GES estuvieran operando en modo sincrónico, se podría introducir tres niveles distintos de respaldo para casos de falla:

- Solución 1 ó “completa” – igual cantidad de unidades de canales en cada una de las dos ‘medias cadenas TAD’ del GES
- Solución 2 ó “unilateral” – una mitad (una cadena TAD dentro del GES es mucho más grande que la otra)
- Solución 3 ó “parcial” – la capacidad de utilizar la capacidad que esté disponible en la cadena de respaldo TAD en la otra mitad del GES

2.22 Los costos de estas soluciones se muestran a continuación:

- i) Solución 1 – canales de respaldo disponibles en ambas computadoras de datos;
- ii) Solución 2 – canales de respaldo disponibles en una computadora de datos; y
- iii) Solución 3 – uso de la capacidad libre de la computadora de datos pasiva.

| Solución 1    |              | Solución 2    |               | Solución 3   |              |
|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| POR           | 1.3 millones | POR           | 0.95 millones | POR          | 0.2 millones |
| IOR           | 1.7 millones | IOR           | 1.1 millones  | IOR          | 0.2 millones |
| AORE/AOR<br>W | 2.3 millones | AORE/AOR<br>W | 1.4 millones  | AORE/AORW    | 0.4 millones |
| Total         |              | Total         |               | Total        |              |
| 5.3 millones  |              | 3.45 millones |               | 0.8 millones |              |

2.23 Como resultado del trabajo del SIT FANS para definir estos costos y el costeo anticipado de la interfaz aérea avanzada “CP96,” el grupo desarrolló una hoja de cálculo que definía las opciones de costo para todas las mejoras – ver el Apéndice A.

### 3. Conclusión

3.1 La implantación del monitoreo mejorado, la CP96 y la Solución 1 ofrecerá la mejor redundancia para casos de falla, la más rápida conexión, así como capacidad de monitoreo. Si se opta por las Soluciones 2 ó 3, se brinda la capacidad de conmutación en caso de falla, pero limitada por grado. Debido a que la CP96 también involucra un cambio en la AES, cabe notar que los fabricantes de aviónica que deseen implantar el cambio incurrirían en costos. Se supone que también habría costos de re-

certificación para el fabricante de la aviónica. Actualmente, lo que se busca determinar son los costos para el fabricante de la célula, aunque se ha incluido algunos estimados gruesos en la hoja de cálculo.

3.2 Cabe también notar que la aviónica existente sería anticuada – compatible con la solución CP96, pero para las AES que no tienen capacidad CP96, la performance de conexión sería significativamente inferior (el efecto general sobre la capacidad del sistema es muy difícil de evaluar, ya que dependerá de una serie de factores, como el equilibrio entre las AES que han sufrido cambios y las que no, la cantidad y velocidad de las unidades de canal disponibles para la conexión, etc.).

3.3 El FSIT/4 concluyó que, con financiación, se podría lograr la deseada RCP para las operaciones 30/30nm, sujeto a que las líneas aéreas realicen un cambio de soporte lógico sin costo, conjuntamente con mejoras a la infraestructura terrestre. Inmarsat propone reformular el CP/CN 96 como “CN 30/30 – Cambios en la Unidad de Datos Satelitales (SDU) para lograr operaciones FANS 30/30nm,” aclarando así qué cambio en el servicio permite la modificación del soporte lógico. Se estima que el financiamiento total necesario para realizar todas las mejoras es de US \$15-20 millones, que cubre los cambios en la infraestructura terrestre y el suministro del boletín de servicio por parte de Honeywell y Rockwell/Collins (y respaldado por Boeing y Airbus) para las mejoras en el soporte lógico de la aviónica relacionada con las comunicaciones satelitales. Se solicita que todas las partes brinden sus estimados de costo para confirmar/perfeccionar el total.

3.4 Finalmente, el FSIT/4 convino que, sin el financiamiento necesario, no se podría seguir trabajando para hacer las mejoras necesarias para satisfacer los requisitos de performance RCP 30/30 y, de esa manera, de no estar disponible, no habría necesidad que el FSIT siga trabajando.

#### **4. Acción por el GREPECAS**

4.1 Se invita a los Estados a:

- a) Tomar nota de los servicios de enlace de datos satelitales para comunicaciones y vigilancia que se utilizan actualmente para la AFN, las CPDLC y la ADS-C, y que han permitido a las dependencias ATC introducir normas de separación oceánica reducida de 50NM en sentido longitudinal y ensayos operacionales 30/30. Asimismo, la comunicación satelital brinda la plataforma para los procedimientos avanzados ATM, incluyendo procedimientos en estela ADS-C, llegadas personalizadas, gestión de puntos de recorrido, y optimización de trayectorias 4-D.
- b) tomar en cuenta que el uso de las comunicaciones satelitales para CPDLC y ADS-C seguirá en aumento a una tasa estimada de aproximadamente 20% al año. Se requiere nuevas inversiones para contar con infraestructura adicional para satisfacer la creciente demanda de servicios de enlace de datos.
- c) reconocer la urgente necesidad de identificar y brindar un mecanismo de financiación que permita las inversiones necesarias para modernizar y mantener la infraestructura de comunicaciones por satélite, a fin de apoyar el crecimiento de la aviación en las Regiones CAR/SAM, así como el desarrollo e implantación de procedimientos ATM avanzados.

-----

## APÉNDICE A

**EVALUACION DEL COSTO INICIAL DE EFECTUAR CAMBIOS AVANZADOS EN LAS  
INTERFACES AEREAS, UN MEJOR MONITOREO Y UN RESPALDO EN CASO DE FALLAS  
EN LAS REGIONES OCEANICAS**

| FANS SIT#4 - Cost Estimates for FANS Improvements     |              |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | 000s         |              |                                                         |                             | Brief description of line item                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Synchronous TAD</b>                                |              |              |                                                         |                             | TAD architecture is pre-requisite for recommended redundancy method                                                                                                                                                                     |
| Santa Paula                                           |              | \$450        |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| Eik                                                   |              | \$1,380      |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       |              | \$1,830      |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       | <b>Sol 1</b> | <b>Sol 2</b> | <b>Sol 3</b>                                            | <b>Sol 4</b>                |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Backup</b>                                         |              |              |                                                         | I4s                         | These are the sync-TAD options for backup and give varying degrees of capability (1 is best option)                                                                                                                                     |
| POR                                                   | \$1,300      | \$950        | \$200                                                   |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| IOR                                                   | \$1,700      | \$1,100      | \$200                                                   |                             | Sol 4 - the option of using I4 GESs                                                                                                                                                                                                     |
| AORE/W                                                | \$2,300      | \$1,400      | \$400                                                   |                             | N.B. This is not fully costed.                                                                                                                                                                                                          |
|                                                       | \$5,300      | \$3,450      | \$800                                                   | 0                           |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Release 15 (incl GES CP96)</b>                     |              |              |                                                         |                             | Ensures that I-3 GES include all the FANS SIT improvements                                                                                                                                                                              |
| Perth/Aussaguel                                       | \$1,000      |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| Eik/Santa Paula                                       | \$1,000      |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       | \$2,000      |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Misc</b>                                           |              |              |                                                         |                             | Enables sync-TAD operation for Sol 3 at Vizada GESs                                                                                                                                                                                     |
| Vizada/SITA/Arinc<br>(additions for backup for sol 3) | \$1,600      |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       |              |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       | \$1,600      |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>CP96</b>                                           |              |              |                                                         |                             | Enables 1000 a/c to log-on to a GES in 5 mins. 'ACARS 270' - refers to an avionics change to indicate to the pilot when the satcom link to the GES is available but ACARS is 'no-comm'. This is being considered for inclusion in CP96. |
| Collins ext cost                                      | \$0          |              | Does not include ACARS 270 change and is time limited   |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| HI ext cost                                           | \$1,500      |              | Inmarsat estimate                                       |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| Airbus recert                                         |              |              | Large uncertainty - will be large if flight test needed |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| Boeing recert                                         |              |              | Large uncertainty - will be large if flight test needed |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       | \$1,500      |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Better Test</b>                                    |              |              |                                                         |                             | Ensures that I-3 GES upgrades can be thoroughly tested at representative (high) operational loading levels, and that test terminals are available on the development site                                                               |
| Load tester                                           | \$500        |              | Est                                                     |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| Terminals x 2                                         | \$300        |              | Est                                                     |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       | \$800        |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Better Monitoring</b>                              |              |              |                                                         |                             | Ensures that DP/SP monitoring utilises near real-time satellite subnetwork data                                                                                                                                                         |
| Inmarsat - INMS & UEP                                 | \$300        |              | to be shared among participating ACSEs (nominally 8)    |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| T&T (incl rel 15)                                     |              |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       | \$300        |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                       | Sol1         | Sol 2        | Sol 3                                                   | Sol 4 - may not be suitable |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Est. Sum ex</b>                                    |              |              |                                                         |                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
| Airbus/Boeing recert                                  | \$13,330     | \$11,480     | \$8,830                                                 | \$6,430                     |                                                                                                                                                                                                                                         |

- FIN -