

**Organización de Aviación Civil Internacional**  
**PROYECTO REGIONAL PNUD/OACI RLA/98/003**  
**Transición a los Sistemas CNS/ATM en las Regiones CAR y SAM**

**ESTUDIO DE LOS FLUJOS PRINCIPALES DE TRANSITO AEREO DEFINIDOS EN  
EL PLAN REGIONAL – TERCERA FASE Y PREPARACIÓN DE LA FASE IV**

**1. Introducción**

1.1 Al Proyecto RLA/98/003 se le encomendó, entre otras tareas, evaluar cada uno de los dieciocho flujos de tránsito aéreo, identificados por el GREPECAS y contenidos en el Plan de Navegación Aérea CAR/SAM, para la implantación de los sistemas CNS/ATM con miras a identificar los requisitos futuros, proponer soluciones técnicas y operacionales y realizar los análisis de costo/beneficio y sensibilidad para sustentar la introducción evolutiva de los medios y servicios CNS/ATM.

1.2 Las actividades para el análisis de los 18 flujos se organizaron en cuatro (4) Fases. Las primeras tres Fases, relacionadas principalmente con el estudio y análisis de los dieciocho flujos de tránsito, ya se ha completado; y se ha iniciado el trabajo de la Fase IV.

**2. Fases I, II y III**

2.1 El resultado del análisis llevado a cabo durante las Fases I, II y III estableció la base para los requisitos presentes y futuros y será utilizado en la determinación de los requisitos técnicos y operacionales.

2.2 El volumen de tránsito aéreo y demandas de horas punta se estableció a través de estudios llevados a cabo en los principales puntos de cada uno de los flujos. Esta información que contiene el horario de vuelos regulares y no-regulares, también incluye detalles sobre la disponibilidad de niveles de vuelo preferidos. El volumen de tránsito de todos los pares de ciudades principales se verificó con las guías oficiales de las aerolíneas.

2.3 Desde el inicio se notó que las aerolíneas tendrían beneficios inmediatos con la introducción temprana de las rutas RNAV y valores RNP. El Apéndice proporciona un resumen de los ahorros que podrían lograrse con la reducción de distancias y la mayor disponibilidad de niveles de vuelo preferidos. Para obtener la estimación del ahorro, se tuvieron que asumir ciertos parámetros a fin de facilitar el proceso de evaluación y poder realizarlo dentro del tiempo disponible.

2.4 Para algunas rutas oceánicas que son dependientes del clima, no fue posible efectuar una evaluación detallada, pero de acuerdo con el resultado de un estudio realizado en el Atlántico Norte por el Comité FANS, se estimó que podría lograrse una mejora en la eficiencia del 1.2% a 3%. Para mantener una estimación conservadora, se ha empleado el valor de 1.2%. Debe notarse que toda la estimación se ha revisado para tomar en consideración las fluctuaciones de precios y otros elementos que afectan el costo de las operaciones.

2.5 Durante la Fase III también se realizó un estudio sobre el estado actual de los recursos humanos y los medios de capacitación con miras a evaluar la cantidad y los perfiles profesionales del personal que se requerirá para la transición y el funcionamiento de los nuevos sistemas y servicios CNS/ATM. El resultado del estudio indica que la cantidad de personal es, en muchos Estados, insuficiente, incluso para el funcionamiento actual y que serán necesarios esfuerzos inmediatos no sólo para asegurar personal adicional que cubra los requerimientos actuales, sino también para los nuevos sistemas CNS/ATM, incluyendo el periodo de la transición, en el cual los sistemas convencionales y nuevos serán operados en paralelo.

2.6 Se llama la atención a la necesidad de asegurar que el perfil profesional del personal nuevo sea adaptable a los nuevos sistemas y procedimientos.

2.7 Aunque muchos Estados no respondieron a la encuesta del estudio, fue posible establecer un perfil aceptable de:

- Disponibilidad y requerimientos de personal ATM;
- Centros de capacitación ATM disponibles y futuros requerimientos de capacitación;
- La infraestructura actual de los ACC en las Regiones; y
- Disponibilidad y requerimientos de personal CNS.

2.8 Se requiere mayor esfuerzo para poner a punto el nivel de personal a lo largo de las diferentes fases de implantación y como tal, el proyecto, cuando sea necesario, hará actualizaciones de la información a fin de proporcionar mayor claridad en el proceso de la planificación y asistir en la determinación del nivel del personal y en los medios de capacitación relacionados.

### **3. Conclusión**

3.1 La evaluación de los flujos de tránsito se ha completado y, en cada caso, la introducción de las rutas RNAV y valores RNP proporcionaría los ahorros inmediatos a través de la reducción del tiempo de vuelo y la capacidad de volar a los niveles de vuelo preferidos. Además, debido a las condiciones de congestión de tránsito experimentadas en algunos flujos o parte de flujos, se necesitará implantar la Separación Vertical Mínima Reducida (RVSM) para aumentar la capacidad del espacio aéreo y permitir que más aviones puedan volar a, o cerca de, sus niveles de vuelo preferidos.

3.2 Las Fases I, II y III también han producido la información necesaria para elaborar “los Perfiles de Flujo de Tránsito”, que se utilizarán en el desarrollo de los escenarios, y “los Perfiles de Estado” para la planificación y negociaciones de las etapas de transición CNS/ATM con los proveedores de servicios y usuarios, incluyendo la selección de soluciones técnicas y operacionales, tales como las instalaciones y servicios a ser utilizados y el tiempo para su implantación.

**Organización de Aviación Civil Internacional**  
**PROYECTO REGIONAL PNUD/OACI RLA/98/003**  
**Transición a los Sistemas CNS/ATM en las Regiones CAR y SAM**

**APÉNDICE**

**RESULTADO DE LOS ESTUDIOS EFECTUADOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL  
PROYECTO RLA/98/003**

**1. Introducción**

1.1 En los párrafos siguientes se presenta un resumen del trabajo realizado durante las diferentes fases del Estudio, los resultados obtenidos y, según sea necesario, las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

**2. Fase I**

2.1 Durante la primera fase del estudio se desarrolló una metodología para la evaluación de los actuales y futuros flujos de tránsito. Asimismo, se desarrolló un programa de trabajo para establecer los costos de las operaciones de aeronaves (por bloques horarios) a fin de evaluar los ahorros operacionales derivados de rutas más directas, así como los ahorros que pudieran efectuarse al no reemplazar las ayudas a la navegación convencionales.

2.2 En esta fase del Estudio también se evaluó los flujos: Buenos Aires/Nueva York, Sao Paulo-Río de Janeiro/Miami y Sao Paulo-Río de Janeiro/Nueva York. Estos primeros flujos se tomaron como modelo para ratificar los procedimientos que se utilizarían para el análisis.

**2.3 Conclusiones y Recomendaciones**

2.3.1 Como resultado del término de la primera fase del estudio, se evidenció que podrían lograrse inmediatos y significativos beneficios mediante la implantación de rutas RNAV en los flujos de tránsito analizados. El ahorro anual estimado asociado a la introducción de rutas RNAV en los siguientes flujos sería:

<b>TF9</b>	<b>Sao Paulo, Río de Janeiro/Miami</b>	<b>\$6,056,746.00</b>
<b>TF10</b>	<b>Sao Paulo, Río de Janeiro/New York</b>	<b>\$2,284,511.00</b>
<b>TF11</b>	<b>Buenos Aires/New York</b>	<b><u>\$1,064,002.00</u></b>
	<b>Total Fase I</b>	<b>\$9,405,259.00</b>

2.3.2 Los ahorros indicados, a pesar de ser impresionantes, son estimaciones muy conservadoras de los ahorros potenciales, ya que la cantidad de vuelos utilizada en los cálculos resulta de las encuestas de tránsito efectuadas (Julio 1999) solamente en las rutas utilizadas más frecuentemente y no están ajustadas al mes de mayor movimiento que es diciembre.

2.3.3 Para proyecciones a largo plazo, sólo se podrá obtener un cálculo exacto de los beneficios y ahorros, cuando la consolidación de todos los requisitos esté completa (Fase IV),

pero sin embargo, estimaciones preliminares indican que se pueden lograr enormes ahorros cuando ya no se reemplacen las ayudas a la navegación y, consiguientemente, ya no sea necesario su mantenimiento y calibración. Las cifras que se presentan a continuación no toman en consideración la red de reserva mínima de ayudas a la navegación necesaria en caso de fallas catastróficas de los sistemas de navegación por satélite. Estas cifras serán ajustadas a medida que el Estudio avance. Por el momento, se estima que en las regiones CAR/SAM, los ahorros serían los siguientes:

<b>Suspensión del reemplazo de ayudas a la navegación</b>	<b>\$259,895,000.00</b>
<b>Mantenimiento/año</b>	<b>\$ 5,230,477.00</b>
<b>Inspección/calibración/año</b>	<b>\$ 13,640,000.00</b>

2.3.4 Teniendo en consideración el resultado de la Fase I del estudio y los beneficios inmediatos que se pueden alcanzar, se recomendó que el GREPECAS revisara el informe y tome las acciones pertinentes para la introducción temprana de rutas RNAV y valores RNP, así como efectuar comentarios y recomendaciones de los resultados del informe a fin de que este estudio responda al proceso de planificación de los sistemas CNS/ATM en las regiones CAR/SAM. En línea con lo anterior, se han efectuado las coordinaciones con los Estados y se han iniciado los ensayos pre-operacionales correspondientes.

### **3. Fase II**

3.1 La Fase II consistió en la evaluación de seis flujos de tránsito y el desarrollo de las herramientas para facilitar la planificación y el proceso de decisión. Estas herramientas permitirán que los planificadores establezcan los diferentes escenarios, definiendo las áreas a ser consideradas, seleccionen las soluciones técnicas y operacionales e implanten las opciones previstas. Estos escenarios serán procesados posteriormente mediante el modelo del Análisis de Costo/Beneficio (CBA) para evaluar la factibilidad del escenario y luego, mediante el programa de Análisis de Sensibilidad (SA), determinar cuáles son los elementos críticos en el proceso de implantación. Este ejercicio también contribuirá en la determinación de arreglos óptimos y fechas de implantación.

3.2 La ejecución de la Fase II se realizó durante los meses de abril y mayo de 2000, las encuestas de tránsito aéreo de los seis flujos se efectuaron del 19 de junio al 2 de julio de 2000 y los resultados se analizaron entre octubre y noviembre de 2000. Una vez más, se concluyó que podrían alcanzarse ahorros significativos mediante la introducción de rutas RNAV.

3.3 Los ahorros estimados que se derivan de la reducción del tiempo de vuelo (rutas más directas) y la reducción del consumo de combustible como consecuencia de que las aeronaves puedan volar a sus niveles de vuelo preferidos más frecuentemente, serían los siguientes:

<b>TF4</b>	<b>Sao Paulo, Río de Janeiro/Europa</b>	<b>\$32,544,789.00</b>
<b>TF6</b>	<b>Santiago, Lima/Los Angeles</b>	<b>\$ 937,755.00</b>
<b>TF7</b>	<b>Santiago, Lima/Miami</b>	<b>\$ 4,544,254.00</b>
<b>TF8</b>	<b>Sao Paulo, Río de Janeiro/Miami</b>	<b>\$ 3,650,202.00</b>
<b>TF12</b>	<b>Buenos Aires/Miami</b>	<b>\$ 6,087,665.00</b>
<b>TF15</b>	<b>México, Dallas, Houston, Miami</b>	<b>\$ 5,336,999.00</b>
	<b>Total Fase II</b>	<b>\$53,101,664.00</b>

3.4 Excepto por el flujo de tránsito entre Sudamérica y Europa (TF4), también en esta ocasión los ahorros son conservadores ya que junio no es el mes de mayor movimiento del año y con relación a los ahorros por consumo de combustible se asume que sólo 20% de los vuelos serían efectuados a niveles distintos al óptimo. Respecto al TF 4 mencionado, las rutas de este flujo no son necesariamente directas, ya que dependen de las condiciones del tiempo y la congestión del tránsito en el espacio aéreo europeo. Por lo tanto, los ahorros son sólo indicativos.

3.5 Durante el mismo período y en preparación para la Fase III se identificaron las rutas principales de los nueve flujos de tránsito restantes y se enviaron encuestas a los Estados concernientes. El estudio, que incluye 52 FIRs y unos 31 puntos de notificación, se llevó a cabo entre enero y febrero de 2001 y los resultados se analizaron durante los meses de mayo y junio de 2001.

### **3.6 Conclusiones y Recomendaciones**

3.6.1 Como resultado del término de la Fase II, se recomendó que los flujos analizados también sean considerados para la introducción de rutas RNAV y valores RNP y que el GREPECAS revise y comente sobre el desarrollo y utilización de las Herramientas de Planificación y Evaluación de los sistemas CNS/ATM (CNS/ATM PET) para el diseño y evaluación de escenarios de implantación en las regiones CAR/SAM.

## **4. Fase III**

4.1 Durante esta Fase se actualizó la documentación para reflejar los nuevos avances, incluyendo los detalles del proceso de planificación y revisión, las hipótesis utilizadas para las sugerencias y las fuentes de los datos recolectados. Estos elementos fueron documentados para facilitar la comprensión del informe, proporcionar un sistema de auditoría de las actividades y del proceso y, según sea necesario, permitir la modificación de las hipótesis utilizadas para las sugerencias o cálculos. Adicionalmente, el CNS/ATM PET ha sido mejorado incluyendo planillas de trabajo para el ingreso de datos, especialmente para los asuntos que no serán encaminados a una base de datos, tales como la infraestructura de los ACC y los recursos humanos.

4.2 Adicionalmente, se iniciaron los trabajos de la Fase IV relacionados con la consolidación de los requerimientos y el desarrollo de los escenarios de implantación. Para tal efecto, se preparó información preliminar sobre la secuencia de los eventos relacionados con la implantación gradual de los sistemas CNS/ATM en las regiones CAR/SAM. Esta secuencia se expresa como los pasos generales que serán elaborados posteriormente.

4.3 Durante la Fase III también se iniciaron los trabajos relacionados con los requerimientos de personal y capacitación para los nuevos sistemas y su impacto durante y después de la etapa de transición. Para asesorar a los Estados en su proceso de planificación, se llevó a cabo el Seminario sobre la Implantación de Instalaciones y Servicios CNS/ATM (Bogotá, Colombia del 10 al 14 de setiembre de 2001) con el propósito de revisar los sistemas y servicios disponibles, incluyendo las consideraciones para su implantación, operación y mantenimiento y por último, pero no menos importante, las implicaciones de costo.

4.4 Se efectuaron las encuestas sobre los nueve flujos de tránsito restantes durante la Fase III (28 de enero al 10 de febrero de 2001) y los resultados fueron analizados durante los

meses de abril y mayo de 2001. Para la mayoría de las rutas fijas, se utilizaron los métodos convencionales para la estimación de los ahorros, pero para el Norte de Sudamérica/Europa (TF13), esta metodología no fue aceptable ya que la mayoría de las rutas de vuelo dependen del tiempo. Entre los trabajos efectuados por el Comité Especial del Concejo (FANS), se efectuó un estudio sobre el Atlántico Norte para establecer los beneficios financieros que podrían derivarse de la transición a los sistemas CNS/ATM. El resultado del estudio indicó que a través de mejores comunicaciones, coordinaciones y procedimientos ATM, se podrían alcanzar ahorros entre 1.2% y 3%. Para este estudio, se ha utilizado el valor conservador de 1.2% para la estimación de los beneficios. Los ahorros estimados para los flujos analizados durante la Fase III son los siguientes:

<b>TF1</b>	<b>Santiago/Buenos Aires/Montevideo</b>	<b>\$ 3,148,568.00</b>
<b>TF2</b>	<b>Buenos Aires/Sao Paulo/Rio de Janeiro</b>	<b>\$ 1,988,415.00</b>
<b>TF3</b>	<b>Santiago/Sao Paulo</b>	<b>\$ 2,649,133.00</b>
<b>TF5</b>	<b>Lima/Sao Paulo/Rio de Janeiro</b>	<b>\$ 494,828.00</b>
<b>TF13</b>	<b>North South America/Europe</b>	<b>\$ 2,811,628.00</b>
<b>TF14</b>	<b>Mexico/Europe</b>	<b>\$ 3,347,273.00</b>
<b>TF16</b>	<b>Central America/Europe</b>	<b>\$11,211,868.00</b>
<b>TF17</b>	<b>South America/South Africa</b>	<b>\$ 704,652.00</b>
<b>TF18</b>	<b>Santiago/Easter Island/Papeete</b>	<b>\$ 56,853.00</b>
	<b>Total Fase III</b>	<b>\$26,413,218.00</b>

#### **4.5 Recomendación para la Fase III**

4.5.1 Como resultado del término de la Fase III, se recomienda que también se tengan en consideración los flujos de tránsito analizados durante esta fase en relación con la introducción de rutas RNAV y valores RNP.

4.5.2 Se debería tomar nota de que al estimar los ahorros anuales para cada par de ciudades, se asumió que la distancia RNAV sería igual a la distancia ortodrómica, lo cual es poco frecuente ya que al establecer rutas RNAV se deben tener en consideración los SIDs y STARs, las zonas montañosas, las áreas restringidas y otros. Por lo tanto, los ahorros son algo menores que los indicados, pero aún significativos.

#### **5. Otras observaciones y recomendaciones**

5.1 Durante el análisis de los resultados del estudio resaltaron otros factores importantes, tales como:

##### **5.2 Areas de congestión**

5.2.1 Mientras que el volumen de tránsito aéreo en la mayoría de las áreas en las regiones CAR/SAM es de bajo a mediano, la parte norte de las regiones, especialmente en los siguientes corredores, muestra niveles de tránsito bien elevados:

- México-Los Angeles;
- México-Dallas/Houston;
- Cuba/Venezuela-Miami;
- Sudamérica-Europa (Atlántico Sur); y

- Buenos Aires-Sao Paulo-Río de Janeiro.

5.2.2 Para aliviar la congestión y permitir que un mayor número de aeronaves opere a niveles de vuelo óptimos, debería efectuarse un estudio de factibilidad de la implantación de la Separación Vertical Mínima Reducida (RVSM) principalmente en esas áreas.

### **5.3 Recursos Humanos**

5.3.1 La transición a los sistemas CNS/ATM ocasionará nuevas demandas de recursos humanos, especialmente durante el período de transición, cuando será necesario que ambos sistemas, el convencional y el de nueva tecnología, operen en paralelo. El estudio revela que ya existe una carencia severa de personal capacitado y esta condición se agudizará a medida que el volumen de tránsito se incremente. Considerando el tiempo límite necesario para seleccionar y capacitar personal, se deberían tomar acciones para cubrir los requerimientos operacionales actuales inmediatamente y estar preparados para la transición a los sistemas CNS/ATM. (Ver Adjunto D)

### **5.4 Fase IV**

5.4.1 La Fase IV es denominada como la “Fase de la Consolidación”. Considerando que se podían alcanzar algunas mejoras inmediatas durante las primeras tres Fases mediante el establecimiento de rutas RNAV y la implantación de algunos elementos CNS/ATM, la gran transición a los sistemas CNS/ATM sólo sería posible una vez que los resultados de los análisis de los flujos de tránsito sean completados y sus requerimientos consolidados. Considerando que muchas ayudas a la navegación están siendo utilizadas para múltiples funciones, su reemplazo no puede ser considerado hasta que todas las funciones sean consolidadas. Por ejemplo, no sería posible considerar el reemplazo de un VOR/DME si esta misma radioayuda está siendo utilizada para la operación del TMA y/o como una ayuda a la navegación para otros flujos de tránsito que se cruzan. La Fase IV es donde se alcanzarán los mayores beneficios para los Estados cuando ya no se reemplacen las ayudas a la navegación convencionales, la reducción en los costos de operación y mantenimiento y la reducción, sino la eliminación, de las inspecciones en vuelo. A través del proyecto se proporcionan los estimados de los ahorros potenciales futuros. A medida que el proyecto avance y se disponga de mayor información, estos resultados serán ajustados y, por último, utilizados para elaborar los Análisis de Costo/Beneficio y de Sensibilidad para asegurar la factibilidad de las soluciones seleccionadas. Se espera completar esta fase durante el año 2002; asimismo debe tenerse en cuenta que parte de las tareas de la Fase IV han sido transferidas a las Fases V y VI en proceso de planificación.