



**Cuestión 6 del**

**Orden del Día: Análisis sobre la protección del medio ambiente y desarrollo sostenible del transporte aéreo**

**b) Ahorro de combustible y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>**

**IMPLANTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN PERFORMANCE EN BRASIL**

(Nota presentada por Brasil)

| RESUMEN  |   |
|--|---|
| Esta nota de estudio presenta el proyecto de implementación PBN en Brasil, que es la principal herramienta disponible para la economía de combustible y consecuente reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub> , contribuyendo para el desarrollo sostenible del transporte aéreo nacional e internacional. |   |
| <b>Referencias:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Resolución A37-11, de la 37ª Asamblea de la OACI;</li><li>- Doc 9613 – Manual PBN; y</li><li>- Doc. 9883 – Manual sobre Performance Global del Sistema de Navegación Aérea.</li></ul>  |   |
| <b>Objetivos estratégicos de la OACI:</b>  | <i>A – Seguridad operacional</i><br><i>C - Protección del medio ambiente y desarrollo sostenible del transporte aéreo</i> |

**1. Introducción**

1.1 La 11ª Conferencia de navegación aérea recomendó que la OACI abordara y avanzara, con carácter urgente, las cuestiones relacionadas con la introducción de la navegación de área (RNAV) y la performance de navegación requerida (RNP).

1.2 En el Plan mundial de navegación aérea se han identificado Iniciativas del Plan mundial (GPI) para concentrarse en la incorporación de capacidades avanzadas de navegación de aeronaves en la infraestructura de sistemas de navegación aérea y la optimización del área de control terminal por medio de mejores técnicas de diseño y gestión, de la implantación de SID y STAR con RNP y RNAV y para ofrecer operaciones de aeronaves más eficientes, en términos de ahorro de combustible, mediante procedimientos de llegada basados en FMS

1.3 La resolución A36/23 de la 36ª Asamblea, ratificada por la resolución A37/11 de la 37ª Asamblea, instó a todos los Estados a implantar rutas de servicios de tránsito aéreo (ATS) y procedimientos de aproximación con RNAV y RNP de conformidad con el concepto PBN de la OACI definido en el Manual sobre la navegación basada en la performance.

1.4 Las reuniones del Grupo de Implantación SAM (SAM/IG), de acuerdo con las mencionadas resoluciones de las Asambleas de la OACI, ha desarrollado un proceso de implantación PBN, con guías de orientación y modelos de proyectos de implantación, entre otros, que tienen como objetivo garantizar la armonización de la implantación PBN en Sudamérica.

1.5 Teniendo en cuenta las orientaciones emanadas de la OACI, Brasil ha implantado la PBN en las TMA de Brasilia y Recife, con miras a optimizar la estructura del espacio aéreo, así como ganar experiencia suficiente para que tal implantación fuera posible en espacios aéreos más complejos, como, por ejemplo, las TMA Rio de Janeiro y São Paulo.

## **2. Implementación de la PBN en las TMA Rio de Janeiro y São Paulo**

### **2.1 Concepto de Espacio Aéreo**

2.1.1 El Concepto de Espacio Aéreo proporciona el esquema de las operaciones dentro de un espacio aéreo y es desarrollado para satisfacer los objetivos estratégicos explícitos, tales como la mejora de la seguridad operacional, adecuación de los servicios suministrados al aumento del tráfico aéreo, la capacidad de mitigación del impacto ambiental, etc. El concepto de espacio aéreo debe incluir detalles de la organización práctica del espacio aéreo, basándose en las características de sus usuarios, así como en infraestructura CNS / ATM disponible o a implantar.

2.1.2 La implantación de la PBN en las TMA Rio de Janeiro y São Paulo atenderá a los siguientes Objetivos Estratégicos:

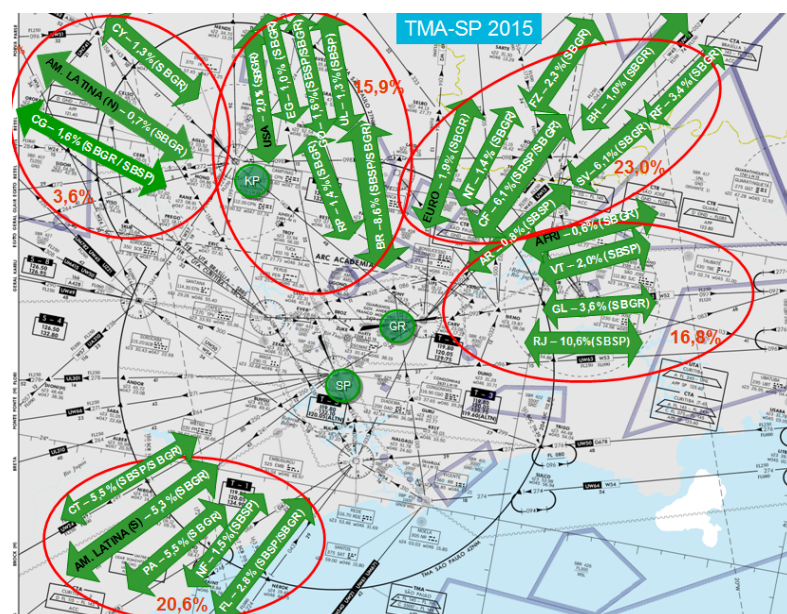
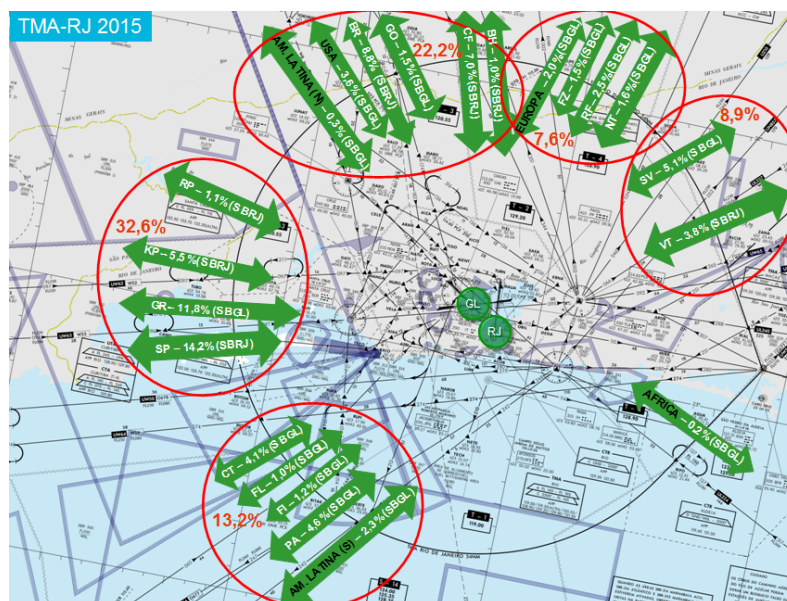
- a) Seguridad Operacional
- b) Capacidad
- c) Eficiencia
- d) Protección al medio ambiente
- e) Acceso

### **2.2 Análisis dos flujos de tránsito aéreo**

2.2.1 En el contexto del Proyecto de implantación PBN han sido identificados los principales flujos de tránsito en las TMA Rio de Janeiro y São Paulo, tanto en términos históricos, como considerando su crecimiento futuro hasta el año de 2015.

2.2.2 Los principales flujos de tránsito deben ser considerados en la planificación de la estructura del espacio aéreo, a fin de que sean priorizados, en términos de definición de las rutas entre aeropuertos y de los procedimientos de navegación aérea, IAC, STAR y SID.







## 2.4 Análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en las TMA

2.4.1 Con base en los datos estadísticos y de la característica de la flota ha sido evaluada la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que operan en las TMA-RJ y TMA-SP y calculado el porcentaje de operaciones a ser beneficiado por el proyecto PBN, conforme resumen abajo:

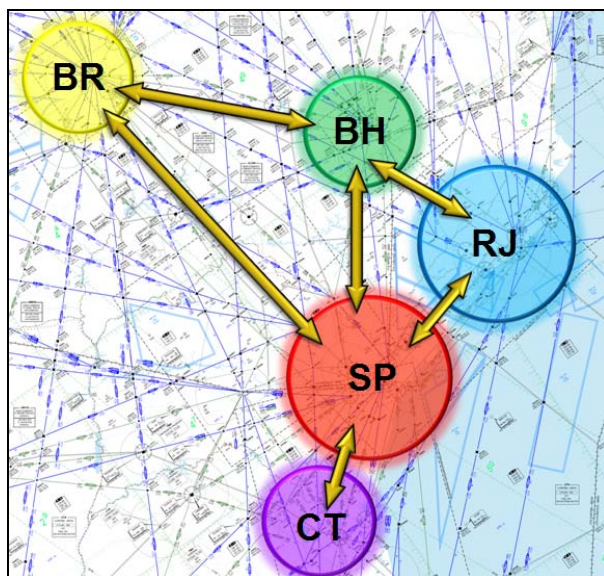
|        | Capacidad RNAV |                      |
|--------|----------------|----------------------|
|        | GNS            | GNS/DME/DME/INERCIAL |
| SBGL   | 81%            | 89%                  |
| SBRJ   | 60%            | 69%                  |
| TMA-RJ | 69%            | 79%                  |
| SBGR   | 83%            | 96%                  |
| SBSP   | 72%            | 72%                  |
| SBKP   | 87%            | 88%                  |
| TMA-SP | 76%            | 85%                  |

**Tabla 1:** Resumen del porcentaje de operaciones a ser beneficiado por el proyecto PBN en las TMA

## 2.5 Elaboración de la nueva estructura de rutas

2.5.1 Con base en los datos estadísticos del proyecto PBN, han sido identificados los flujos de tránsito entre los principales aeropuertos del país y en las terminales TMA-RJ y TMA-SP para el año de 2015.

2.5.2 De ese modo, considerando el concepto PBN en área Terminal, han sido observados los flujos ideales de entrada y salida, no solamente entre las TMA SP y RJ, como también de las principales TMA del entorno: Curitiba, Brasília, Belo Horizonte (figura 5). El escenario ideal de la estructura de rutas servirá de base para la elaboración del concepto de espacio aéreo (STAR y SID) de esas TMA.



**Figura 5 – Principales flujos entre las TMA SP y RJ**

### 2.5.3 Reestructuración de la red de rutas

2.5.3.1 A partir de todos los resultados encontrados, el estudio ha sido direccionado para la reestructuración de la red de rutas localizadas dentro del polígono que comprende las TMA SP, RJ, BR, BH y VT (figura 6).

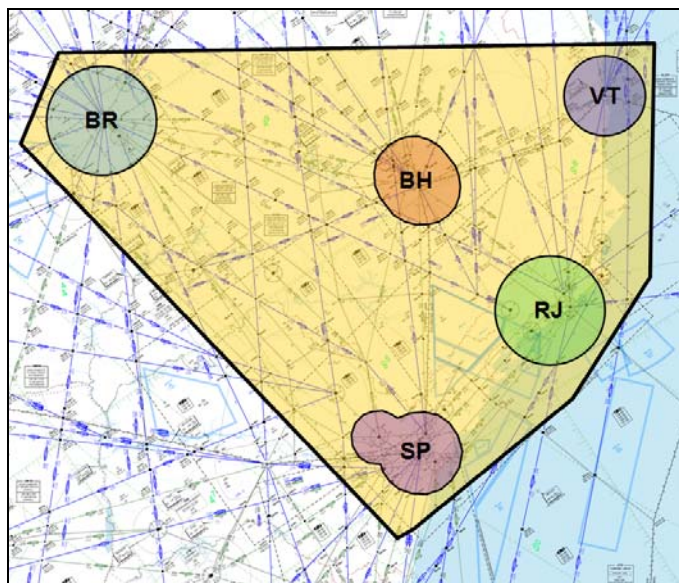


Figura 6 – Polígono que comprende las alteraciones de rutas

2.5.3.2 De esa forma, con la reestructuración de rutas RNAV 5, se puede observar una disminución en la complejidad del espacio aéreo en ruta, generada actualmente por el elevado número de cruces, comparándose las figuras 7 y 8.

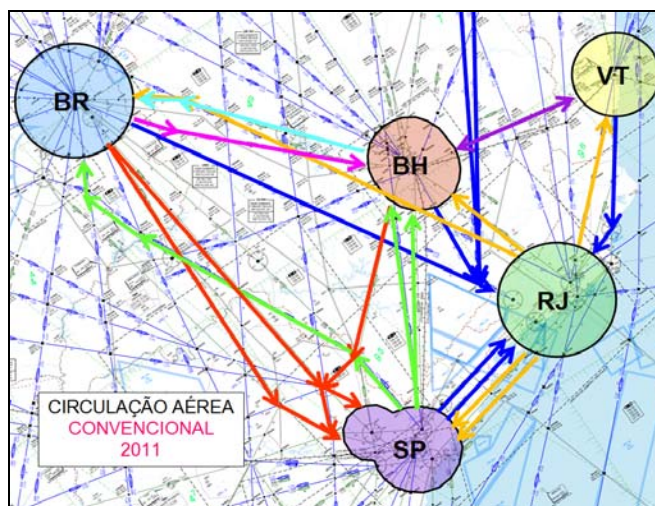


Figura 7 – Rutas con origen/destino entre las TMA antes de la reestructuración

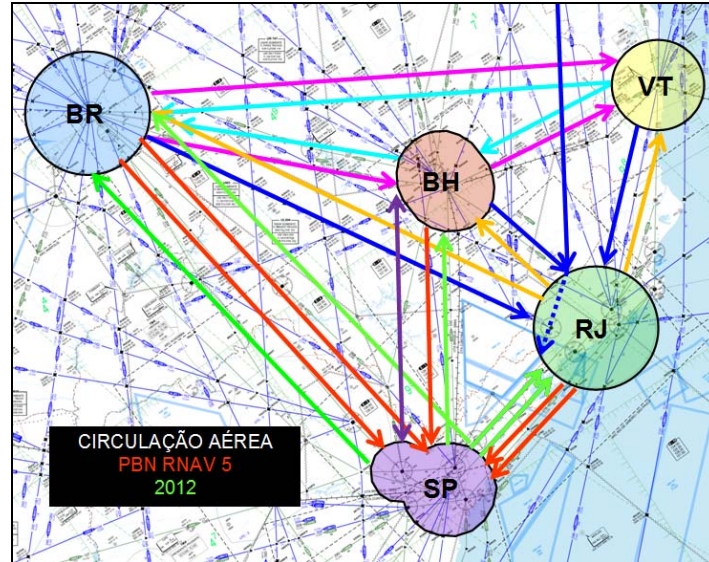


Figura 8 – Rutas con origen/destino entre las TMA después de la reestructuración

2.5.3.3 La fecha de entrada en vigor de esa reestructuración ha sido programada para marzo de 2012 (figura 8), o sea, aproximadamente un año antes de la aplicación del concepto de espacio aéreo PBN en las TMA-RJ y TMA-SP. Tal anticipación permitirá una mejor gestión de los recursos, en términos de capacitación y producción de todas las informaciones aeronáuticas necesarias, además de permitir una mejor dilución de todo el volumen de alteraciones en los procedimientos en ruta y en TMA.

## 2.6 Versión inicial del Concepto de Espacio Aéreo de la TMA Rio de Janeiro

2.6.1 La concepción de la nueva circulación aérea de la TMA RJ, con base en el Concepto de Navegación Basada en Performance, ha sido desarrollada con base en los objetivos estratégicos del proyecto y en algunas premisas que se enumeran a continuación:

- a) Aumento de la capacidad de navegación aérea RNAV de la flota;
- b) Crecimiento del tránsito aéreo en un horizonte de 5 años;
- c) Circulación aérea independiente entre los 2 principales aeropuertos de la TMA-RJ (SBGL y SBRJ); y
- d) Nueva puerta de entrada en el sector NE de la TMA-RJ.

2.6.2 En función de la proximidad entre los dos principales aeropuertos de la TMA-RJ (cerca de 5 NM) y de la existencia de obstáculos naturales en el entorno operacional, la circulación aérea se reviste de significativa complejidad, haciéndose necesario el establecimiento de diversos patrones operacionales, que crean dependencias entre los tipos de operación en los dos aeropuertos, que son determinadas, principalmente, por las condiciones meteorológicas reinantes.



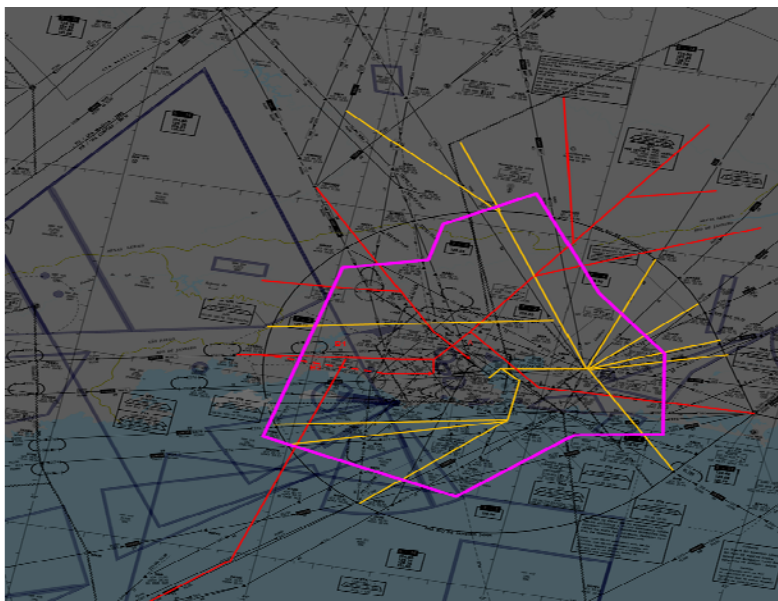


Figura 9 – versión inicial concepto espacio aéreo TMA-RJ

## 2.7 Versión inicial del Concepto de Espacio Aéreo de la TMA São Paulo

2.7.1 La concepción de la nueva circulación aérea de la TMA-SP, con base en el Concepto de Navegación Basada en Performance, ha sido desarrollada con base en los objetivos estratégicos del proyecto y en algunas premisas enumeradas a continuación:

- a) Aumento del movimiento de tránsito aéreo en el Aeropuerto de Campinas;
- b) Aumento de la capacidad de navegación aérea RNAV de la flota;
- c) Crecimiento del tránsito aéreo en un horizonte de 5 años;
- d) Circulación independiente entre los 3 grandes aeropuertos de la TMA-SP (SBGR, SBSP y SBKP);
- e) Nueva puerta de entrada en el sector NE de la TMA-SP; y
- f) Absorción del APP-SJ por el APP-SP;

2.7.2 De ese modo, el estudio para la TMA de mayor movimiento del país agrega elevado grado de complejidad, en función de las siguientes variables:

- a) Tres grandes aeropuertos con participación de movimientos y de flujo entre pares de ciudades y entre pares de aeropuertos muy distintos entre sí, que dificulta la formación de sectores de salida y llegada;
- b) Proximidad entre los principales aeropuertos, lo que dificulta la elaboración de procedimientos en los perfiles óptimos de vuelo;
- c) Topografía accidentada que perjudica la planificación de salidas y llegadas, así como cobertura de frecuencia y estaciones basadas en tierra;
- d) Mix de aeronaves que operan en esos aeropuertos muy heterogéneos, creando la necesidad de elaboración de procedimientos con perfiles distintos.

2.7.3 Considerando la participación de los tres grandes aeropuertos de la TMA (Guarulhos, Congonhas y Campinas) se puede observar claramente una división homogénea entre Guarulhos y Congonhas, entretanto, en los últimos cinco años, se constata el crecimiento de la participación de Campinas y un ligero descenso en los dos otros aeropuertos.



2.7.4 De esa forma, la concepción de la circulación para la TMA SP ha considerado tal crecimiento, así como los flujos de mayor movimiento entre esos aeropuertos y los principales aeropuertos del país, además de las principales conexiones internacionales.

2.7.5 A partir de esos datos, la circulación aérea ha sido planificada de forma a atender rutas más directas para esos aeropuertos, minimizando los posibles cruces, de forma que las rutas de salida y llegada fuesen distintas para cada aeropuerto.

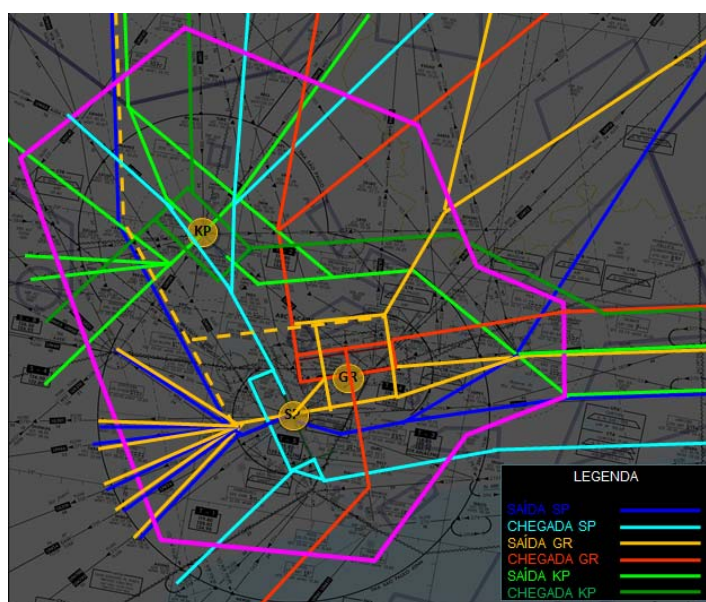


Figura 10 – versión inicial concepto espacio aéreo TMA-SP

## 2.8 Realizar Simulación ATC (Tiempo Acelerado y Tiempo Real) y Utilización de Simuladores de Vuelo

2.8.1 La siguiente fase de la etapa de desarrollo del concepto de espacio aéreo de la TMA-RJ y de la TMA-SP contempla la realización de las simulaciones necesarias para optimizar las posibilidades de éxito del proyecto.

2.8.2 La Simulación ATC en tiempo acelerado tendrá como objetivo principal la verificación de las métricas relacionadas a la sostenibilidad del transporte aéreo, especialmente con respecto a la reducción del tiempo de vuelo, de la economía de combustible y de la reducción de la emisión de gases nocivos en la atmosfera. Además, esa simulación también tendrá como objetivo la compatibilización de la capacidad ATC con la demanda existente y proyectada de tránsito aéreo, por medio de la verificación de la adecuación de la propuesta de sectorización.

2.8.3 La simulación en tiempo real será realizada, principalmente, para verificar la carga de trabajo atribuida al controlador de tránsito aéreo, en función del nuevo modelo operacional, a fin de verificar, también, la adecuación de la sectorización propuesta.

2.8.4 La utilización de los simuladores de vuelo tendrá como objetivo la verificación de la adecuación de las restricciones de niveles en las SID y STAR, considerando la performance de la mayoría de los usuarios de las TMA-RJ y TMA-SP, a fin de posibilitar el uso de las Operaciones con Descenso Constante y minimizar las restricciones de las subidas de las aeronaves.

## 2.9 **Proceso de Decisión Colaborativa (CDM)**

2.9.1 Para garantizar la eficacia del proceso de decisión colaborativa relacionado con la implementación PBN en las TMA-RJ y TMA-SP han sido creados dos fórums específicos para la presentación, discusión y aprobación de los diversos productos del proyecto.

2.9.2 El fórum interno está formado por las organizaciones del Departamento de Controle del Espacio Aéreo (DECEA) y abarca los encargados por la provisión de los servicios de navegación aérea.

2.9.3 El fórum externo está formado por los PSNA acrecido de los representantes de las empresas aéreas, de la aviación general, de la aviación militar y de la industria como un todo.

2.9.4 Hasta la presente fecha, han tenido lugar tres reuniones del fórum interno y dos del fórum externo, en las cuales los diversos accionistas involucrados han podido discutir las propuestas presentadas, contribuyendo para su perfeccionamiento, y aprobarlas con las modificaciones juzgadas necesarias, que resultaron en los productos presentados en la presente nota de estudio.

## 3. **Conclusión**

3.1 La reestructuración de las rutas en el entorno de las TMA SP y RJ permitirá, además de rutas más directas entre pares de aeropuertos, la disminución de conflictos en los sectores de los ACC BS y CW. Esos beneficios se pueden obtener por medio de rutas paralelas RNAV 5 en todo el espacio superior.

3.2 Tal reestructuración causará menor impacto en la fase de reestructuración de los procedimientos de las TMA SP y RJ, visto que el volumen de informaciones y alteraciones será dividido en etapas distintas, con tiempo hábil para que los usuarios y controladores puedan adaptarse al nuevo escenario además de los límites de la TMA.

3.3 Las TMA Rio de Janeiro y São Paulo debido a las particularidades de volumen de tránsito y proximidad de grandes aeropuertos, asociada a la topografía local, presentan un elevado grado de complejidad, y su reestructuración necesita ser implantada con vistas a absorber el crecimiento de tránsito previsto hasta 2015.

3.4 A partir de la reestructuración de la red de rutas, ha sido posible establecer puertas de entrada/salida por medio de la elaboración de SID/STAR para los aeropuertos principales. Dicha elaboración ha tomado en consideración las directrices para planificación de espacio aéreo en área terminal, tales como: utilización del concepto “four corner”, agrupamiento de STAR, dispersión de SID, límites de TMA y sectores con vistas a englobar los necesarios procedimientos ATS.

3.5 La estructura de procedimientos en TMA en el concepto PBN ha seguido los objetivos estratégicos establecidos para el proyecto, contemplando los avances en términos de seguridad operacional, capacidad, eficiencia y protección al medio ambiente, además de permitir que fuesen concebidos procedimientos convencionales de forma a coexistir con los procedimientos RNAV/RNP.

3.6 De esa forma, las próximas fases del proyecto de Simulación en Tiempo Acelerado (STA) y Simulación en Tiempo Real (STR) podrán validar la planificación aquí descrita o, todavía, permitir que se lleven a cabo los ajustes necesarios para la optimización de su implantación.

3.7 Se esperan resultados significativamente positivos en términos de reducción de distancia y tiempo volados y, en consecuencia, del consumo de combustible y de emisión de gases nocivos en la atmosfera. Tales resultados serán estimados durante la fase de simulación y medidos en la fase de monitoreo post implementación.

4. **Acción sugerida**

4.1.1.1 Se le invita a la Reunión a:

- a) Tomar nota de las informaciones proporcionadas en esta nota de estudio sobre el Proyecto de Implantación PBN en las TMA Rio de Janeiro y São Paulo; y
- b) Considerar la planificación presentada en esta nota de estudio en el proceso de implantación PBN en la Región Sudamericana.