



SAM/IG/2  
NE/04

**Organización de Aviación Civil Internacional  
Oficina Regional Sudamericana**

**SEGUNDO TALLER/REUNIÓN DEL GRUPO DE IMPLANTACIÓN SAM (SAM/IG/2)  
PROYECTO REGIONAL RLA/06/901**

**Lima, Perú, 3 al 7 de noviembre de 2008**

**Cuestión 2 del  
Orden del Día:**

**Implantación de la Navegación basada en la Performance (PBN) en la  
Región SAM**

**RESULTADOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS POR EL PROYECTO RLA/06/901 EN  
RELACIÓN A PBN**

(Presentada por el Experto PBN, Proyecto Regional RLA/06/901)

**Resumen**

Esta nota de estudio tiene como objetivo presentar los trabajos realizados por el Proyecto RLA/06/901 en relación a PBN, incluyendo el Proyecto de Implantación PBN para Operaciones en Ruta, Modelo de Proyecto de Implantación para Operaciones en TMA y Aproximación, así como los resultados de las tareas que deberían ser finalizadas durante la Reunión SAM/IG/2.

**Referencias:**

- Proyecto RLA/06/901
- Informe de la Reunión SAM/IG/1

**Objetivos estratégicos de la OACI:**

A: Seguridad operacional  
C: Protección del medio ambiente  
D: Eficiencia

**1 Antecedentes**

1.1 La Reunión SAM/IG/1 tomó nota de que la implantación de la PBN exigiría el desarrollo de material detallado de orientación para los Estados y Organismos Internacionales, involucrando, principalmente, tres aspectos:

- a) Análisis de la experiencia de otras regiones;
- b) Recopilación de datos y análisis del movimiento de tránsito aéreo, a fin de determinar los flujos principales;
- c) Recopilación de datos y análisis de la infraestructura de navegación aérea (comunicación, navegación, vigilancia, meteorología, AIS).

1.2 Con relación a lo acordado en la Primera Reunión del Comité de Coordinación del Proyecto RLA/06/901 (Lima Perú, 5 de diciembre de 2007) estas tareas podrán ser realizadas mediante la contratación de expertos en la materia. En ese sentido, la Reunión SAM/IG/1 concluyó que debería elaborarse un programa de trabajo, a fin de cumplir con las primeras tareas. El consultor debería analizar y procesar la información antes señalada y preparar un documento donde figure claramente la situación actual en los Estados participantes del Proyecto y -en la medida de lo posible- de todos los Estados de la Región SAM respecto a los asuntos anteriores. El programa de trabajo actualizado del consultor figura en el **Apéndice A** de esta Nota de Estudio y está alineado con las tareas 1.1 del Proyecto RLA/06/901.

## 2 **Discusión**

### 2.1 **Proyecto de Implantación PBN en Ruta – RNAV-5**

2.1.1 La implantación de la PBN para operaciones en Ruta exigirá una amplia participación de los Estados SAM y dependerá del desarrollo de tareas específicas, que estarán a cargo del Proyecto Regional RLA/06/901. En ese sentido, teniendo en cuenta la necesidad de armonización y correcta interpretación de cada una de las tareas relacionadas a la implantación PBN, el Proyecto RLA/06/901 desarrolló un Proyecto de Implantación PBN en Ruta, a fin de permitir una mejor comprensión de las actividades y resultados esperados. El objetivo fue definir claramente los productos a ser entregados, a fin de desglosar el gran volumen de trabajo en actividades específicas. Estas actividades serán utilizadas como fundamento para eventuales ajustes en el cronograma de los proyectos. El Proyecto de Implantación PBN en Ruta figura en el **Apéndice B** de esta nota de estudio.

2.1.2 El Proyecto de Implantación PBN establece un nuevo Plan de Acción, que fue modificado para adecuarse a los resultados del Seminario sobre PBN (Lima, 17-20 junio 2008) y al Manual PBN (Doc. 9613). Los cambios efectuados en el Plan de Acción no modificaron la esencia del plan de acción anterior y fue posible mantener las fechas de las tareas, establecidas en la Reunión SAM/IG/1. La propuesta del nuevo plan de acción se muestra en el **Adjunto 1 del Apéndice B** de esta nota de estudio.

### 2.2 **Tareas del Plan de Acción PBN en Ruta – RNAV 5 que deberían ser completadas en la Reunión SAM/IG/2**

2.2.1 Establecer y priorizar objetivos estratégicos (seguridad operacional, capacidad, medio ambiente, etc).

2.2.1.1 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 de impacto ambiental, etc. El concepto del espacio aéreo debe incluir detalles de

la organización práctica del espacio aéreo, basándose en las características de sus usuarios, así como en la infraestructura CNS/ATM disponible o a implantar. Mayores detalles sobre Concepto de Espacio Aéreo se encuentran en el Manual PBN, Volumen I, Capítulo 2.

2.2.1.2 En el caso del Proyecto de Implantación PBN en Ruta, es posible considerar dos estrategias de desarrollo del Concepto de Espacio Aéreo:

- a) *Implantación gradual de nuevas rutas, realineación y eliminación de rutas existentes:*  
Esa estrategia de implantación llevaría al desarrollo de diversos “pequeños” conceptos de espacio aéreo, uno para cada ruta a ser implantada, realineada o eliminada, o aún, un “paquete” coherente de implantación/realineación/eliminación de rutas.
- b) *Reestructuración completa de la red de rutas CAR/SAM, en un determinado volumen del espacio aéreo, por ejemplo, entre FL 290 y FL 410:*  
Esa estrategia demandaría el desarrollo de un concepto de espacio aéreo completo, incluyendo los puntos de entrada y salida de las principales TMA de la Región SAM.

2.2.1.3 Los objetivos estratégicos que deben ser atendidos por la implantación de la PBN para operaciones en ruta, fueron incluidos en el párrafo 1.1 del **Apéndice B** de esta nota de estudio y se someten a la consideración de la reunión para análisis, cambios juzgados necesarios y aprobación, a fin de finalizar la tarea.

2.2.2 Recolectar datos de tráfico para entender los flujos de tráfico en un espacio aéreo particular

2.2.2.1 Los datos de tráfico son esenciales para el desarrollo de un Concepto de Espacio Aéreo consistente. De esa manera, el Proyecto RLA/06/901 utilizó la recopilación de datos de la CARSAMMA, realizada en el período del 13 al 28 de enero de 2008. Esa muestra de tráfico es limitada a los niveles de vuelo RVSM (FL 290 al FL 410), teniendo en cuenta que fue establecida para la Evaluación de Seguridad RVSM. Tal limitación ha causado algunos problemas de análisis, como, por ejemplo, el caso de los vuelos en ruta en la TMA Sao Paulo, donde se encuentra uno de los flujos más importantes de Latino América, entre Río de Janeiro y Sao Paulo. En ese caso, la gran mayoría de los vuelos es realizado en el FL 280 y por eso no fue computado en la muestra analizada. Otro problema encontrado fue en la FIR Ezeiza, con los vuelos procedentes de/con destino al Brasil, principalmente Sao Paulo y Río de Janeiro, que no fueron incluidos en la muestra, probablemente porque los vuelos cruzan los límites de la FIR Ezeiza antes de alcanzar el FL 290.

2.2.2.2 En el **Adjunto 2 del Apéndice B** de esta nota de estudio fueron incluidos los gráficos que representan el movimiento de tránsito aéreo en las principales rutas ATS, por FIR. En el **Adjunto 3 del Apéndice B** de esta nota de estudio se muestra el volumen de tránsito entre los principales pares de ciudades de las FIR de la Región SAM. El trabajo completo de análisis sobre rutas ATS y pares de ciudades puede ser encontrado en la página web de la Oficina Regional Sudamericana. Las planillas excel empleadas pueden ser utilizadas para profundizar el análisis del movimiento de tránsito aéreo en las rutas ATS, a fin de identificar las rutas que necesitan ser realineadas o eliminadas. Esas planillas también pueden ser utilizadas para identificar los flujos regionales, así como para el trabajo de los Estados en la identificación del flujo de las principales TMA, teniendo siempre en cuenta que la muestra se limita al volumen de espacio aéreo entre FL 290 y FL 410.

2.2.2.3 La limitación de las muestras consideradas en el análisis de los flujos de tránsito aéreo impidieron una evaluación completa, teniendo en cuenta que a compartimentación por FIR no es adecuada para se obtener una visión general de la Región SAM. Además, al considerarse solamente los vuelos entre los FL 290 y 410, una significativa porción de tránsito aéreo no es evaluada y dificulta, particularmente, el análisis de las TMA. De esa forma, la reunión debería evaluar la necesidad de una nueva recopilación de datos y un sistema de conformación de base de datos de movimientos de tránsito aéreo.

2.2.3 Establecer formato de documentación en la página web de SAM PBN.

2.2.3.1 La web es un mecanismo importante de divulgación de la documentación PBN para todos los involucrados en su implantación. La reunión SAM/IG deberá decidir el formato de la página web, a fin de hacer posible la inserción de la documentación de soporte PBN. La Oficina Regional Sudamericana de la Organización de Aviación Civil Internacional, ya posee una página web para la PBN: <http://www.lima.icao.int/submenu1.asp?Url=/ICAOSAMNET/AirNav-eDocumentsMenu.asp> . Sin embargo, esta página parece estar “escondida” y no facilita el acceso a los involucrados en la implantación Regional PBN. La Oficina Regional SAM de la OACI estará a cargo de establecer el formato del sitio WEB SAM PBN.

2.2.4 Evaluar la implantación PBN en los sistemas automatizados ATC, considerando la enmienda 1 a los PANS/ATM (FPLSG).

2.2.4.1 Las modificaciones de los sistemas automatizados ATC para la aplicación de la PBN deben basarse en la enmienda 1 al PANS/ATM, resultado del trabajo del Grupo de Estudio sobre Planes de Vuelo de la Comisión de Aeronavegación de la OACI, cuya aprobación fue realizada en la 177 Sesión de la mencionada Comisión y entrará en vigencia en 15 de noviembre del 2012. La carta enviada a los Estados, informando la aprobación de la enmienda 1 al PANS/ATM, fue la AN 13/2.1-08/50, del 25 de junio del 2008. La enmienda puede ser obtenida en el sitio WEB de la Oficina SAM.

2.2.4.2 La enmienda en cuestión es compleja e involucra otros aspectos, además de la PBN. En ese sentido, será necesario adoptar una estrategia de modificación de los Sistemas Automatizados ATC, sea una modificación completa, que incluya todos los aspectos de la enmienda, o una modificación parcial, que atienda los requerimientos PBN. El Subgrupo ATM/CNS del GREPECAS creará un Grupo de Tarea específico para tratar ese tema.

2.2.4.3 Los requerimientos de cambios en los sistemas automatizados ATC dependerá de la complejidad del espacio aéreo considerado y puede involucrar desde la sencilla inserción de un código específico en la faja de progresión de vuelo del controlador, hasta un cambio más completo, que incluya símbolos o colores específicos en los “targets” de vigilancia ATS, así como un sistema que asigne a las aeronaves los procedimientos (ruta, SID, STAR, aproximación) correspondientes a la capacidad de navegación de la flota. Mayores consideraciones sobre el tema son hechos en el párrafo 5.1 del **Apéndice B** de esta nota de estudio.

2.2.5 Analizar los requisitos de aprobación de aeronaves, y operadores (pilotos, despachadores y personal de mantenimiento), según lo establecido en el manual PBN, y desarrollar la documentación necesaria.

2.2.5.1 Esta tarea estará a cargo del Proyecto RLA/99/901 (Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional) y será analizada en la nota de estudio específica.

2.2.6 Evaluar las regulaciones para el uso GNSS, y si fuera el caso, proceder a su publicación.

2.2.6.1 La aplicación del GNSS es clave para todas las especificaciones de navegación PBN, teniendo en cuenta que algunas aeronaves sólo cuentan con ese equipo para satisfacer la performance establecida, así como hay algunas especificaciones que sólo son atendidas por el GNSS.

2.2.6.2 La cuestión principal es la política del Estado en la aplicación del GNSS como medio de navegación. Para una utilización plena del sistema, es necesario que los Estados regulen su empleo como medio de navegación primario, y si es necesario imponer algunas restricciones operacionales, como, por ejemplo, exigir que el aeródromo tenga como alternativa aproximaciones “convencionales” (VOR, NDB, ILS). Otro aspecto que debe ser considerado, es la necesidad del establecimiento de un modo de reversión de navegación, en caso de pérdida de la señal GNSS, exigiendo que la aeronave esté equipada con los sistemas “convencionales” de navegación aérea.

2.2.6.3 Algunos Estados de la Región ya publicaron sus regulaciones para el uso del GNSS, que pueden ser utilizadas como ejemplo para que los otros Estados desarrollen su propia reglamentación. Los modelos de documentación están disponibles en la página web de la Oficina Regional Sudamericana. El status de la reglamentación de aplicación de la GNSS se muestra en el **Adjunto 7 del Apéndice B** de esta nota de estudio.

2.2.7 Elaborar modelo de AIC para notificar la planificación de la implantación de la PBN.

2.2.7.1 La notificación de la implantación de la RNAV-5 para operaciones en ruta es esencial, particularmente en el caso de que un volumen del espacio aéreo sea considerado exclusivo para aeronaves equipadas. En el **Apéndice C** de esa nota de estudio se adjunta un modelo de AIC para ser considerada por los Estados SAM en el desarrollo de la AIC que informará sobre la aplicación de la RNAV-5 para operaciones en ruta.

2.3 Status de las principales tareas que fueron iniciadas en la Reunión SAM/IG/1

2.3.1 Analizar la capacidad de navegación de la flota de aeronaves

2.3.1.1 El análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves dependerá de la información a ser recopilada por las autoridades de aviación civil y la IATA. En ese sentido, el Proyecto RLA/99/901 presentará una nota de estudio específica, con una encuesta a ser realizadas por las AAC, con el objetivo de conformar una base de datos de aprobación de las aeronaves de la Región SAM.

2.3.1.2 De manera similar al realizado con la RVSM, será esencial conocer no sólo la capacidad de navegación de la flota, pero también el número/porcentaje de operaciones aprobadas para la aplicación de navegación que se planifica implantar. Para lograr ese análisis, será necesario obtener información sobre el operador y tipo de aeronave que operan en la Región SAM. De esa manera, el Proyecto RLA/06/901 utilizó la muestra de tráfico de la CARSAMMA, recolectada en el período del 13 al 28 de enero de 2008, para desarrollar los gráficos de movimiento de tránsito aéreo por tipo/operador en cada FIR de la Región SAM, que se muestra en el **Adjunto 4 del Apéndice B** de esta nota de estudio. El análisis fue limitado a los vuelos realizados en los niveles de vuelo RVSM (FL 290 al FL 410), teniendo

en cuenta que la muestra fue establecida para la Evaluación de Seguridad RVSM. El trabajo completo de análisis sobre operador/tipo de aeronave puede ser encontrado en la página web de la Oficina Regional Sudamericana.

2.3.2 Analizar los medios de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra para atender las especificaciones de navegación y el modo de reversión de navegación.

2.3.2.1 Los detalles sobre los requerimientos CNS para la implantación de la RNAV-5 pueden ser encontradas en el párrafo 1.4 del **Apéndice B**. Una cuestión fundamental para la implantación será la evaluación de la cobertura VOR y DME en la Región SAM, a fin de identificar la suficiencia para soportar las operaciones RNAV-5. Si la cobertura no es adecuada en algún espacio aéreo específico, la implantación RNAV-5 podrá ser basada solamente en GNSS e INS. La reunión deberá discutir una estrategia de evaluación de la cobertura VOR y DME para soportar la Aplicación de Navegación RNAV-5.

2.4 Modelo de Proyecto de Implantación PBN en TMA y Aproximación.

2.4.1 De la misma manera que lo realizado para el Proyecto de Implantación PBN en Ruta, el Proyecto Regional RLA/06/901 desarrolló un Modelo de Proyecto de Implantación PBN en TMA y Aproximación, a fin de permitir una mejor comprensión de las actividades y resultados esperados. El objetivo fue definir claramente los productos a ser entregados, a fin de desglosar el gran volumen de trabajo en actividades específicas. Estas actividades serán utilizadas como fundamento para la elaboración del cronograma de los proyectos. El Modelo de Proyecto de Implantación PBN en TMA y Aproximación figura en el **Apéndice D** de esta nota de estudio.

2.4.2 El Modelo de Proyecto de Implantación PBN en TMA y Aproximación establece nuevos Modelos de Plan de Acción para TMA y Aproximación, que se incluyen, respectivamente, como **Adjunto 1 y Adjunto 2 al Apéndice D** de esta nota de estudio. Tales planes fueron modificados para adecuarse a los resultados del Seminario sobre PBN (Lima, 17-20 junio 2008) y al Manual PBN (Doc 9613). Los cambios efectuados en los modelos de Plan de Acción no modificaron la esencia del plan de acción anterior.

### 3 **Acción sugerida**

3.1 Se invita a la reunión a:

- a) Analizar, efectuar los cambios juzgados necesarios y aprobar lo siguiente:
  - i) Proyecto de Implantación PBN – Operaciones en Ruta, que se muestra en el Apéndice B de esta nota de estudio.
  - ii) Propuesta de AIC Inicial para la Implantación de la RNAV-5, que se presenta en el Apéndice C de esta nota de estudio.
  - iii) Modelo de Proyecto de Implantación PBN – Operaciones en TMA y Aproximación, que se adjunta como Apéndice D de esta nota de estudio.
- b) Evaluar las estrategias de elaboración del Concepto de Espacio Aéreo para Implantación de la RNAV-5 - Operaciones en Ruta, contenidas en el párrafo 2.2.1.2.

- c) Analizar la necesidad de conformación de una base de datos de movimientos de tránsito aéreo, con miras a identificar las rutas ATS que deben ser realineadas/eliminadas y los principales flujos para operaciones en ruta y TMA, conforme a lo indicado en el párrafo 2.2.2.3.
- d) Discutir una estrategia de implantación de la enmienda 1 al PANS/ATM, relacionada al Plan de Vuelo, con miras a implantar la automatización para la implantación de la PBN.
- e) Evaluar la información contenida en el adjunto 7 del apéndice B, status de la reglamentación de aplicación de la GNSS, y hacer las actualizaciones necesarias.
- f) Analizar o status actual da reglamentación GNSS en la Región SAM y proponer formas de implantar o sistema como medio de navegación aérea primario.
- g) Analizar la necesidad de conformación de una base de datos de movimientos de tránsito aéreo, con miras a identificar el porcentaje/número de operaciones aprobadas para las Aplicaciones de Navegación que se planifica implantar.
- h) Asignar la tarea de evaluación de la cobertura VOR y DME para dar soporte a las operaciones RNAV-5 del proyecto RLA/06/901.

\* \* \* \* \*

**APÉNDICE A**

**ACTIVIDADES DEL EXPERTO A REALIZARSE EN EL PROYECTO RLA/06/901 EN RELACIÓN CON LA PBN, A CORTO PLAZO**

<b>Resultados</b>	<b>Actividades</b>	<b>Parte responsable de cada actividad</b>
<p>1.1 Implantación de la navegación basada en la performance (PBN) – (GPIs 5, 7, 10, 11, 12 y 21).</p>	<p>1.1.1 Procesar y analizar la información, tomando conocimiento sobre la situación actual en los Estados y organizaciones participantes, en el siguiente orden de prioridad: RNAV-5, RNAV-1 y RNP APCH, con respecto a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Infraestructura de CNS disponible con la cobertura correspondiente y planes de instalaciones futuras;</li> <li>b) Características de los sistemas automatizados de ATM disponibles y planes futuros de automatización;</li> <li>c) Flota de aeronaves que operan en la red de rutas ATS de las regiones CAR y SAM y su capacidad de RNAV y RNP, incluyendo la capacidad para procedimientos de llegada basados en el sistema de gestión de vuelo (FMS) y planes futuros de los usuarios;</li> <li>d) Capacidad para la aprobación de aeronavegabilidad y de operaciones;</li> <li>e) Aeropuertos que pudieran obtener beneficios operacionales con el empleo de la RNAV y/o la RNP;</li> <li>f) Estado de implantación del WGS 84;</li> <li>g) SIDs y STARs existentes que conecten los aeropuertos internacionales a las rutas ATS;</li> <li>h) Simulación de operaciones en tiempo real y en tiempo acelerado;</li> <li>i) Análisis de costo-beneficio de las instalaciones y servicios;</li> <li>j) Modelos de evaluación de la seguridad operacional;</li> <li>k) Reglamentación del uso del GNSS (medio secundario, primario);</li> </ul>	<p>Experto ATM, OR</p>

<b>Resultados</b>	<b>Actividades</b>	<b>Parte responsable de cada actividad</b>
	<p>l) Documentación sobre la capacitación de controladores de tránsito aéreo;</p> <p>m) Evaluar impacto de la implantación PBN en los Sistemas Automatizados ATC</p> <p>n) Analizar los datos existentes sobre movimiento de tránsito aéreo, con miras a:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i. Análisis Costo- Beneficio</li><li>ii. Evaluación de la Capacidad de la Flota</li><li>iii. Identificación de los flujos principales</li><li>iv. Evaluación de la seguridad</li></ul> <p>o) Identificar la necesidad de recolección y análisis de datos adicionales.</p> <p>Fecha de inicio: semana 1 Duración estimada: 2 semanas</p>	

-----

**APÉNDICE B**

**PROYECTO DE IMPLANTACIÓN PBN**

**OPERACIONES EN RUTA**

**A CORTO PLAZO**

**REGIÓN SAM**

Introducción

Este documento tiene como objetivo detallar las actividades del Proyecto de Implantación de la Navegación Basada en la Performance, Operaciones En Ruta, en la Región Sudamericana, en Corto Plazo, con la aplicación de la RNAV-5. Además, el documento especifica los resultados que deberán ser obtenidos en cada una de las actividades del plan.

Las actividades del proyecto PBN para Operaciones en Ruta, en la Región SAM, serán desarrolladas por el proyecto RLA 06/901, con el soporte de los Estados y Organismos Internacionales. El Proyecto 99/901 ofrecerá soporte en la parte relacionada a la capacidad de navegación de la flota, así como en la documentación de aprobación de aeronaves y operadores.

El Plan de Acción para Operaciones en Ruta en Corto Plazo se muestra en el **Adjunto 1**.

## **Implantación PBN – Operaciones en Ruta – Corto Plazo**

### **1. Concepto de Espacio Aéreo**

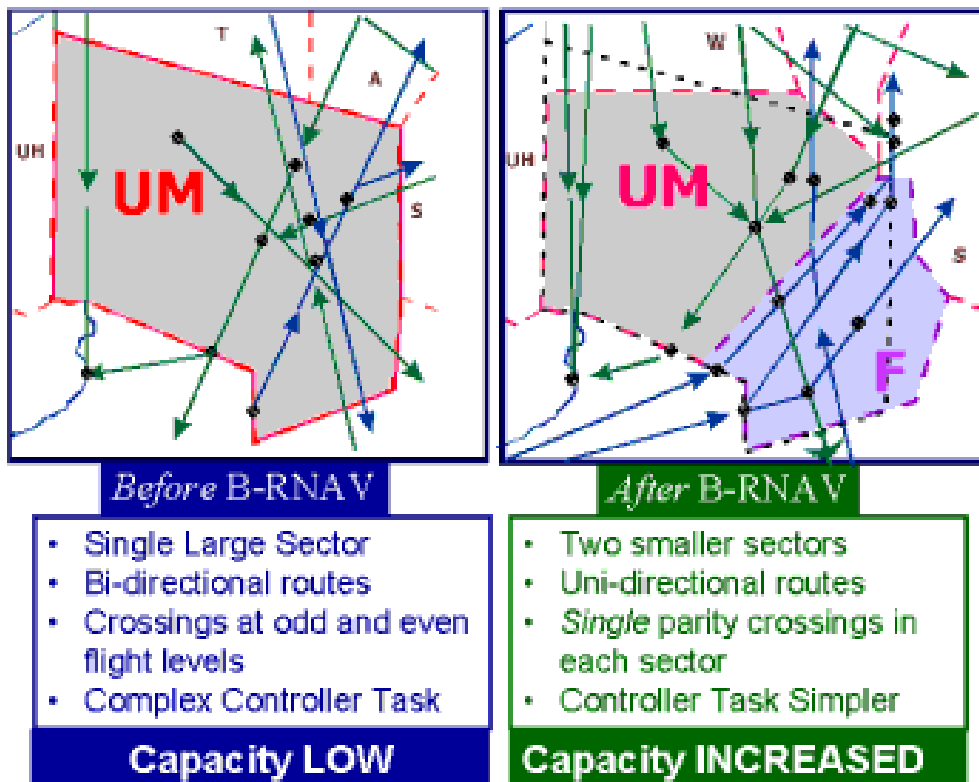
El Concepto de Espacio Aéreo proporciona el esquema de las operaciones dentro de un espacio aéreo y es desarrollado para satisfacer los objetivos estratégicos explícitos, tales como la mejora de la seguridad operacional, adecuación de los servicios suministrados al aumento del tráfico aéreo, la capacidad de mitigación del impacto ambiental, etc. El concepto del espacio aéreo debe incluir detalles de la organización práctica del espacio aéreo, basándose en las características de sus usuarios, así como en la infraestructura CNS / ATM disponible o a implantar. Mayores detalles sobre Concepto de Espacio Aéreo pueden ser encontrados en el Manual PBN, Volumen I, capítulo 2.

1.1. Establecer y priorizar los objetivos estratégicos (seguridad operacional, eficiencia, medio ambiente, etc).

La implantación de la RNAV-5 en la Región SAM atenderá, principalmente, a los siguientes Objetivos Estratégicos:

- a) Seguridad Operacional – Actualmente no existe un proceso formal de certificación de la aeronavegabilidad y aprobación operacional para el vuelo en las rutas RNAV de la Región SAM. La aplicación de la RNAV-5, que es la especificación de navegación menos exigente, en términos de equipos de bordo, permitirá una formalización y armonización del empleo de la RNAV en las rutas RNAV nuevas y existentes, así como las condiciones necesarias para una completa reestructuración de la red de rutas. De esa forma, será posible desarrollar una red de rutas menos compleja, reduciendo la carga de trabajo del controlador y, en consecuencia, aumentando la seguridad operacional.
- b) Capacidad – Teniendo en cuenta la reducción de la complejidad del espacio aéreo y la consecuente disminución de la carga de trabajo del controlador, habrá un aumento de la capacidad ATC de los sectores, permitiendo el vuelo de una mayor número de aeronaves.
- c) Costo-efectividad – La implantación de la PBN permitirá que un mayor número de aeronave vuele en sus perfiles óptimos de vuelo, ofreciendo a los usuarios una mejor relación costo-efectividad.
- d) Eficiencia – La aplicación de la RNAV-5 llevará a una mejor eficiencia operacional, teniendo en cuenta que permitirá:
  - ✓ Mejorías en la gestión del espacio aéreo, a través del re-posicionamiento de las intersecciones.
  - ✓ Mejor empleo del espacio aéreo disponible, por medio de un estructura de rutas que permita el establecimiento de:
    - Rutas más directas (dobles y paralelas, si necesario) para acomodar un mayor flujo de tránsito aéreo
    - Ruta de “bypass” para aeronaves que sobrevuelan TMA de alta densidad de tránsito aéreo.
    - Rutas alternativas o de contingencias
    - Establecimiento de posiciones óptimas de esperas en vuelo.
    - Rutas optimizadas de alimentación

- ✓ Reducción en las distancias voladas, resultando en economía de combustible.
  - ✓ Reducción del número de radio-ayudas a la navegación.
- e) Protección al Medio Ambiente – En consecuencia del incremento en la eficiencia y del ahorro de combustible, habrá una reducción en la emisión de gases nocivos en la atmósfera. Además, la aplicación de procedimientos específicos pueden contribuir para la reducción del ruido aeronáutico (ex. Continuous Descent Approach – CDA).
- f) Acceso y Equidad – La implantación de la PBN no deberá impedir el vuelo de aeronaves no aprobadas en determinado espacio aéreo, a menos que sea absolutamente necesario, en función de la densidad de tránsito aéreo. De esa forma, se espera que el acceso y la equidad sean atendidos.
- g) Interoperabilidad Global – La aplicación de la RNAV, conforme el previsto en el Manual PBN, garantizará la interoperabilidad global, a través de la aplicación de las especificaciones de navegación estándares, evitando la necesidad de obtención de varias aprobaciones de aeronaves y operadores para volar en espacios que utilizan la misma aplicación de navegación.
- h) Participación de la Comunidad ATM – El éxito de la implantación PBN dependerá de una efectiva participación de la comunidad ATM, con miras a garantizar que se atiende a los requerimientos operacionales de los diversos usuarios del espacio aéreo, así como de los proveedores de servicio.



1.2. Recopilar datos de tránsito aéreo para entender los flujos de tránsito aéreo en un espacio aéreo en particular

Los flujos de tránsito principales ya son atendidos por rutas RNAV nacionales e internacionales. Sin embargo, los operadores de aeronaves continúan solicitando nuevas rutas RNAV, que deben ser evaluadas desde del punto de vista de su aplicación, a fin de que sea posible privilegiar los flujos de tránsito aéreo principales. Es importante observar que la composición y mezcla de rutas RNAV y no RNAV torna el espacio aéreo complejo e impide una mejor gestión del tránsito aéreo en la Región SAM. El proceso de optimización de la red de rutas debe ser iniciado con la eliminación de las rutas no utilizadas y de las rutas “convencionales”, dependiendo del análisis de la capacidad de navegación de la flota, que será considerada en el párrafo 1.3 a seguir. Simultáneamente con la estrategia de implantación, eliminación y realineación de las rutas, deberá ser iniciado una actividad de completa reestructuración de la red de rutas de la región SAM. Esa actividad exigirá una conformación de una base de datos de movimientos de aeronaves, a fin de determinar, con precisión los flujos de tránsito aéreo de la región.

En el **Adjunto 2** se muestra las gráficas de la utilización de las principales rutas ATS en la Región, por FIR. En el **Adjunto 3** se presenta las gráficas de los pares de ciudades con la mayor cantidad de vuelos, por FIR. La muestra de tránsito aéreo empleada para la elaboración de las gráficas fue la correspondiente a la recopilación de datos de la CARSAMMA, en el período del 13 al 28 de Enero de 2008, para fin de la Evaluación de la Seguridad RVSM. De esa manera, solamente fueron considerados los vuelos entre FL 290 y 410. La información completa puede ser obtenida en la página WEB de la Oficina SAM.

1.3. Analizar la capacidad de navegación de la flota

La OACI esta desarrollando un sistema de registro global de certificados de operadores y las especificaciones operativas correspondientes. Ese registro permitirá el acceso a la información de cuales son las especificaciones operativas de cualquier aeronave comercial esté autorizada a realizar. Ese registro esta previsto para ser finalizado en 5 años.

Teniendo en cuenta las necesidades específicas de la Región SAM, será necesario conformar una base de datos regional PBN, antes del plazo establecido por la OACI, a fin de posibilitar la verificación de la capacidad PBN de las aeronaves, a partir del registro de cada aeronave que opera en la región.

Para la conformación de la base de datos arriba mencionada, deberá ser realizada una encuesta, a fin de posibilitar que las Autoridades de Aviación Civil (AAC) obtengan las informaciones necesarias.

Las AAC deberán completar la encuesta por fases, teniendo en cuenta la complejidad de buscar información PBN de todas las aeronaves que operan en la Región SAM. Esa encuesta deberá incluir una tabla específica para cada Especificación de Navegación, que posibilite una consulta fácil y directa de los operadores de aeronaves, para determinar si una determinada aeronave es elegible para una determinada Especificación de Navegación, solamente a través de la lista de aviónica instalada. Un ejemplo de la lista utilizada pela FAA puede ser encontrada en [http://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/avs/offices/afs/afs400/afs470/media/AC90-100compliance.xls](http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs470/media/AC90-100compliance.xls), que se aplica a las especificaciones de navegación RNAV 1 e 2.

A partir de la conformación de la Base de Datos de Aprobación PBN de Aeronaves y Operadores, será necesario confrontarla con el movimiento de tránsito aéreo de la región, a fin de determinar el número/porcentaje de operaciones que serían realizadas por aeronaves aprobadas para cada una de las especificaciones de navegación que se espera aplicar en corto plazo (RNAV-5, RNAV-1, RNP-APCH). De esa manera, será posible determinar la viabilidad de su implantación. Las gráficas de distribución del movimiento de tránsito aéreo, de los principales operadores y tipos de aeronaves, por FIR, se incluye como **Adjunto 4**. La información considerada también fue de la CARSAMMA, en el período de 13 al 28 de enero del 2008. La información completa puede ser obtenida en la página WEB de la Oficina SAM.

1.4. Analizar la infraestructura de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra para las especificaciones de navegación, para atender a la Especificación de Navegación y al modo de reversión de navegación.

La infraestructura de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra es fundamental para la RNAV-5, tanto para permitir la aplicación de dicha especificación de navegación, como para garantizar el modo de reversión de navegación, en caso de pérdida de la señal GNSS, teniendo en cuenta que:

- a) El nivel mínimo de disponibilidad e integridad requerido puede ser atendido por la instalación de un sólo sistema RNAV, compuesto por uno o más sensores, computadora RNAV, “control display unit” y navigation display (HSI, CDI, etc). Esto es aceptable desde que el sistema sea monitoreado por la tripulación y que en el evento de falla del sistema, la aeronave tenga la capacidad de navegar con base en sistemas de navegación ubicados en tierra (VOR, DME). Así las aeronaves deben volar dentro del volumen de servicio de uno de los sistemas de navegación ubicados en tierra, a fin de permitir la reversión del modo de navegación para un sistema “convencional”, en caso de necesidad de preservación de la seguridad operacional.
- b) Al tratarse de una especificación RNAV, que no exige sistemas de monitoreo y alerta de performance a bordo de la aeronave, el empleo de vigilancia ATS puede mitigar el requerimiento de un mayor espaciamiento entre rutas, con el objetivo de subsanar eventuales fallas de los sistemas de navegación, no detectados por la tripulación de vuelo.
- c) La comunicación directa entre controlador y piloto también es requerimiento fundamental para la implantación de la RNAV-5, teniendo en cuenta que por los motivos explicados en “a” y “b” anteriores, la reversión para otro sistema de navegación y/o la observación por el controlador de una eventual “salida” de la aeronave de su trayectoria prevista, hará necesario un contacto inmediato entre controlador y piloto.

Será necesaria una evaluación completa de la infraestructura de VOR/DME y DME/DME, con el fin de verificar si es posible aplicar la especificación de navegación RNAV-5, con el empleo de VOR/DME y/o DME/DME. La información actualmente disponible no permite ese análisis. Es importante resaltar que en los espacios aéreos en que dicha cobertura no esté disponible, la RNAV-5 podrá ser aplicada con el empleo del GNSS y del INS, sendo este último limitado a 2 horas de vuelo sin actualización del sistema.

1.5. Optimizar la estructura del espacio aéreo, a través de la reorganización de la red de rutas o por la implantación de nuevas rutas basándose en los objetivos estratégicos del Concepto de Espacio Aéreo, considerando “Airspace Modeling”, Simulaciones ATC (tiempo acelerado y/o tiempo real), “live trials”, etc.

La optimización de la estructura del espacio aéreo, a través de una reorganización completa de la red de rutas es la estrategia que va garantizar la eficiencia de las operaciones en ruta en la Región SAM. Sin embargo, esa estrategia no puede ser realizada en corto plazo, teniendo en cuenta la complejidad y extensión de la red de rutas. De esa forma, una estrategia en corto plazo debe ser la optimización de la red existente, a través de la implantación de nuevas ruta y, principalmente, la eliminación de las rutas RNAV o “convencionales” no utilizadas. A partir del análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves y de la infraestructura CNS, el SAM/IG podrá recomendar la aplicación de la RNAV-5 en forma excluyente, en un volumen de espacio aéreo, por ejemplo, entre FL 290 y FL 410. En el caso que esa aplicación sea posible, será consecuentemente también posible eliminar las rutas “convencionales” existentes e implantar nuevas rutas RNAV en mayor cantidad, a fin de sustituir las rutas eliminadas, así como hacer una revisión completa de las rutas RNAV existentes. Para lograr éxito en esa nueva estructura de rutas, será necesario el establecimiento de puntos bien definidos de salida y llegada en las principales TMA de la Región, con el fin de privilegiar los flujos de tránsito más importantes.

En el caso de una reestructuración completa de la red de rutas, el proyecto RLA 06/901 deberá considerar las siguientes herramientas:

- a) “airspace modeling”;
- b) Simulación en Tiempo Acelerado (FTS);
- c) Simulación en Tiempo Real (RTS);
- d) “live ATC trials”

Para modificaciones sencillas del espacio aéreo, por ejemplo: la implantación de una ruta RNAV, el empleo de esas herramientas no es necesario. Para cambios complejos en el espacio aéreo, el empleo de las mencionadas herramientas puede proveer información esencial para garantizar la eficiencia y la seguridad operacional. Mayores informaciones sobre esas herramientas pueden ser encontradas en el Manual PBN, Volumen I, parte “B”, punto 4.3.2.

La reorganización de la estructura de rutas y/o la implantación, realineación o eliminación de las rutas RNAV debe considerar una metodología específica, establecida en el documento Guía para Implantación de Rutas RNAV en las Regiones CAR/SAM, aprobada por la conclusión 12/7 del GREPECAS/12.

La implantación de rutas exige el establecimiento del espaciamiento de rutas (“route spacing”) y de separación entre aeronaves. En ese sentido, será necesario contratar expertos para la evaluación necesaria o aplicar un análisis comparativo, por ejemplo, con otros espacios aéreos. En Europa, los estudios realizados llevaron a los siguientes valores de espaciamiento de ruta, como puede ser verificado en el **Adjunto 5**:

- a) Sin carga de trabajo adicional para el controlador de tránsito aéreo:
  - ✓ 18 NM para rutas bidireccionales;
  - ✓ 16.5 NM para rutas unidireccionales; y

- ✓ 15 NM si las aeronaves en las rutas adyacentes (direcciones opuestas) no emplean los mismos niveles de crucero y el porcentaje de subidas y descensos es de 40% o menor.
- b) Una reducción en el espaciamiento de rutas para 10-15 NM es posible, desde que sea factible hacer un monitoreo a través de la vigilancia ATS y la capacidad de intervención del ATC este disponible.
- c) Donde la aplicación de un espaciamiento reducido fue considerado, fue necesario obtener datos para establecer la performance RNAV en las rutas RNAV-5 en Europa.

Los requerimientos de aprobación RNAV-5 permitirán que la mayoría de las aeronaves equipadas con sistemas RNAV sea capaz de atender los requisitos de aprobación. El empleo de la RNAV-5 no exige base de datos de navegación y no especifica el cumplimiento de la ARINC 424 “leg types”. La Especificación de Navegación RNAV-5 no atiende a los requerimientos para operaciones RNAV en TMA complejas. El empleo de la RNAV-5 será posible por encima de la MSA, dependiendo de los requerimiento de espaciamiento entre trayectorias en las TMA involucradas. El objetivo de los requisitos RNAV-5 es establecer la capacidad RNAV lo más pronto posible, sin que sea necesario cambios significativos en los equipos de bordo para la mayoría de las aeronaves.

## **2. Desarrollar un plan de medición de la performance, incluyendo emisiones de gas, seguridad operacional, eficiencia, etc.**

La Gestión de Transito Aéreo basada en Performance es estructurada en base al principio que las expectativas de la comunidad ATM podrán ser mejor atendidas por medio de la cuantificación de esas necesidades. Deberá ser, entonces, establecido un conjunto de objetivos, metas y indicadores de performance, que permita justificar, de forma objetiva, los proyectos que se orientan a la implantación de mejoras de performance del sistema de gestión de transito aéreo. Mayores detalles sobre la ATM Basada en Performance se presentan como **Adjunto 6**.

El estimado de la performance futura del sistema ATM será fundamental para orientar el proceso de planificación de las mejoras que serán implementadas. Las iniciativas de investigación y desarrollo deben ser organizadas a fin de propiciar el análisis del riesgo para las siguientes situaciones:

- a) consecuencias de mantener el status actual del sistema ATM, sin efectuar cualquier cambio. En ese caso, el sistema ATM estaría sujeto a los cambios fuera del campo de actuación del proveedor del servicio, tales como: crecimiento del transito aéreo, cambios en la composición de la flota, etc.; y
- b) consecuencias de la implantación de cambios que no proporcionen la mejora pretendida en la performance del sistema, dejando de atender las metas establecidas de performance.

En el caso de implantaciones sencillas, como es el caso de una ruta RNAV, las Áreas de Performance Principales (KPA) involucradas son la seguridad operacional, la eficiencia y la protección al medio ambiente. La seguridad operacional puede ser medida de una manera cualitativa, por medio de un “caso de seguridad operacional” (safety case). Esa posibilidad será mejor descrita en el punto específico de Evaluación de la Seguridad. La eficiencia y la protección al medio ambiente están intrínsecamente relacionadas, teniendo en cuenta que un aumento en la eficiencia normalmente resulta en una reducción

en el consumo de combustible, propiciando una reducción en la cantidad de emisiones de gases en la atmósfera. Como mínimo, la implantación de las rutas RNAV deben medir la expectativa de ahorro de tiempo de vuelo y de combustible. Es importante resaltar que no siempre la implantación de una ruta RNAV resultará en una reducción en el tiempo de vuelo, teniendo en cuenta que el objetivo de su implantación puede ser, por ejemplo, la simplificación de los flujos de entrada y salida de una TMA, propiciando una menor carga de trabajo para los controladores de tránsito aéreo y, en consecuencia, una mayor capacidad ATC. En ese caso puede ser posible también que una ruta más larga propicie las condiciones necesarias para el empleo de los procedimientos “de aproximación de descenso continuo” (Continuous Descent Approach) (CDA).

En las implantaciones más complejas, por ejemplo, una completa reestructuración de la red de rutas, la evaluación de la performance normalmente dependerá del empleo de herramientas específicas, tales como la Simulación en Tiempo Acelerado (FTS), porque será necesaria una evaluación completa del sistema, de forma integrada, que dificultaría una evaluación “manual”. Así, en caso que el SAM/IG decida por la completa reestructuración de la red de ruta, será necesario el análisis de alternativas para emplear las herramientas de evaluación necesarias.

Como mínimo, la implantación PBN debe considerar el ahorro en términos de tiempo de vuelo y consumo de combustible, así como la reducción de emisión de gases nocivos en la atmósfera. IATA ha desarrollado una planilla de cálculo de ahorro de combustible, que puede ser aplicado para medir la performance del sistema. Esta planilla puede ser obtenida en la Página WEB de la Oficina SAM.

### **3. Evaluación de la seguridad operacional**

3.1. Determinar qué metodología será usada para evaluar la seguridad en el espacio aéreo y espaciado de rutas, dependiendo de la especificación de la navegación, considerando el modelo de espacio aéreo, simulaciones ATC (tiempo acelerado y/o tiempo real), pruebas en vivo, etc.

La metodología de evaluación de seguridad del espacio aéreo puede ser cuantitativa o cualitativa. Un ejemplo de método cuantitativo es la evaluación de la seguridad aplicada a la implantación y post-implantación de la RVSM. Esos métodos cuantitativos son basados en Modelo de Riesgo de Colisión (CRM) y necesitan del empleo de expertos en áreas específicas, tales como Estadística y Matemática. La evaluación de la seguridad para la aplicación de la PBN en Ruta estará a cargo de la CARSAMMA. Sin embargo, esa evaluación de seguridad solamente se justificaría en caso de grandes cambios en el espacio aéreo, tales como una completa reestructuración de la red de rutas en un volumen significativo de espacio aéreo. Ejemplos de Modelos de Riesgo de Colisión empleados en el análisis de seguridad pueden ser encontrados en el DOC 9689 – Manual sobre Metodología de Planificación para Determinación de Mínimas de Separación.

Para la implantación de rutas aisladas sería más conveniente una evaluación cualitativa, basada en el juicio operacional. Ese tipo de evaluación debe ser documentada, a través de un “safety case”, basado en la metodología SMS. Un ejemplo de empleo sistematizado de esa metodología es el Doc. 9859, Manual de Gestión de la Seguridad Operacional de la OACI y el Doc CAP 760 (Guidance on the Conduct of Hazard Identification, Risk Assessment and the Production of Safety Cases), del Reino Unido. Este último documento puede ser encontrado en la siguiente dirección de la WEB: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP760.PDF>

Otro tema a ser considerado es la necesidad de cálculo del “espaciamiento de rutas” basado en las características específicas de un determinado espacio aéreo, tales como la “frecuencia de paso” (passing frequency), volumen de tránsito aéreo, desvíos laterales, etc. Ese método es basado en métodos cuantitativos, empleándose CRM.

3.2. Preparar un programa de recolección de datos para la evaluación de la seguridad operacional en el espacio aéreo.

Para la preparación del programa de recolección de datos, el SAM/IG deberá decidir por la estrategia de evaluación de seguridad, teniendo en cuenta si la evaluación será cuantitativa o cualitativa. En el caso de una completa reestructuración de la red de rutas, CARSAMMA deberá indicar los datos necesarios para la evaluación de seguridad y/o determinación del espaciamiento de rutas aplicable en la Región SAM.

3.3. Preparar evaluación preliminar de la seguridad operacional en el espacio aéreo.

La evaluación preliminar de la seguridad operacional deberá ser finalizada antes de la fecha de implantación, a fin de garantizar las condiciones necesarias para el inicio de la fase pre-operacional, normalmente por un plazo de un año.

3.4. Preparar evaluación final de la seguridad operacional en el espacio aéreo

La evaluación final de la seguridad operacional, normalmente es realizada un año después de la implantación, lo que garantizará el inicio de la fase operacional de una ruta o de la red de rutas.

#### **4. Establecer un proceso de toma de decisiones en colaboración (CDM)**

El proceso de toma de decisiones en colaboración tiene como objetivo garantizar que todos los actores involucrados en el proceso de implantación participen en las fases del proyecto, garantizando transparencia y adecuación a los intereses de todos los usuarios y proveedores de servicio.

4.1. Coordinar necesidades de planificación e implementación con los proveedores de servicio de navegación aérea, aeropuertos, reguladores, usuarios, operadores de aeronaves y autoridades militares

Las reuniones SAM/IG coordinan la mayoría de las necesidades de planificación e implementación, teniendo en cuenta la participación de la mayoría de los actores que deben participar del proceso. Sin embargo, los Estados participantes deben asegurar que los intereses de los actores que no son representados en las reuniones SAM/IG sean también considerados en la planificación y implantación, por ejemplo, aviación general, vuelos militares, proveedores de servicio de navegación aérea (cuando los representantes en el SAM/IG involucren solamente reguladores), etc.

4.2. Establecer fecha de implementación

La fecha de implantación es uno de los principales aspectos a ser considerado en el proyecto, teniendo en cuenta que debe ser, eventualmente, ajustado a los intereses de los diversos actores involucrados.

4.3. Establecer formato de documentación en sitio web CAR/SAM RNAV/RNP

La WEB es un mecanismo importante de divulgación de la documentación PBN para todos los actores involucrados en su implantación. La reunión SAM/IG deberá decidir el formato del sitio WEB, a fin de posibilitar la inserción de la documentación de soporte PBN. La Oficina Regional Sudamericana ya posee un sitio web para la PBN: <http://www.lima.icao.int/submenu1.asp?Url=/ICAOSAMNET/AirNav-eDocumentsMenu.asp>. Sin embargo, ese sitio web parece estar “escondido” y no facilita el acceso a los involucrados en la implantación Regional PBN.

4.4. Reportar avances de planificación e implementación a la oficina Regional correspondiente.

Los avances en la planificación e implementación a la Oficina Regional Sudamericana será realiza a través de los informes de las reuniones SAM/IG. Además, será necesario el establecimiento de un mecanismo que garantice la armonización de las implantaciones CAR y SAM. En la Sexta Reunión del Comité ATM del GREPECAS, algunos miembros de la Región CAR han indicado el interés de participar de las reuniones SAM/IG, a fin de realizar la implantación conjunta CAR/SAM, siguiendo el mismo modelo de la implantación RVSM. En ese sentido, la reunión SAM/IG/2 deberá evaluar la conveniencia de adopción de un mecanismo similar a la implantación RVSM para la implantación PBN en Ruta.

## **5. Sistemas automatizados ATC**

5.1. Evaluar la implementación PBN en los sistemas automatizados ATC, considerando la enmienda 1 al PANS/ATM (FPLSG).

La implantación de cambios en el sistema automatizado ATC, en función de la implementación de la PBN, está intrínsecamente relacionada a la necesidad que el controlador de tránsito aéreo pueda diferenciar las aeronaves equipadas y no equipadas para operaciones con base en especificaciones de navegación RNAV y RNP. Esa diferenciación es particularmente importante en entornos operacionales donde la separación entre aeronaves depende de la aprobación PBN de las aeronaves. Los cambios en los sistemas automatizados pueden variar en el grado de complejidad, desde la inserción de letras o códigos en las fajas de progreso de vuelo y/o en los “targets” en la pantalla radar, hacia un cambio completo que involucre colores diferenciadas o un análisis previo al ingreso del plan de vuelo en el sistema de procesamiento de plan de vuelo, para garantizar que solamente aeronaves aprobadas puedan llenar una ruta o procedimiento RNAV o RNP en el FPL.

Las modificaciones de los sistemas automatizados ATC deben considerar la enmienda 1 al PANS/ATM, resultado del trabajo del Grupo de Estudio sobre Planes de Vuelo de la Comisión de Aeronavegación de la OACI, cuya aprobación fue realizada en la 177 Sesión de la mencionada Comisión y entrará en vigencia en 15 de noviembre del 2012. La carta enviada a los Estados, informando la aprobación de la enmienda 1 al PANS/ATM fue la AN 13/2.1-08/50, del 25 de junio del 2008. La enmienda puede ser obtenida en el sitio WEB de la Oficina SAM.

La enmienda en cuestión involucra cambios significativos en la inserción de códigos alfanuméricos relativos a la aprobación RNAV y RNP, fundamentales para la implantación PBN. Considerando las limitaciones actuales del plan de vuelo, la mayoría de esos códigos serán insertados en la casilla 18. En resumen, los cambios relacionados a la PBN son los siguientes:

- a) El nombre de la casilla 10 del FPL pasa a ser “Equipos y Capacidades”;

- b) En la casilla 10, la letra “R” pasa a significar “Aprobación PBN”. Las especificaciones de navegación para las cuales la aeronave y operador son aprobados deben ser insertados en la casilla 18 del FPL, con los siguientes códigos:

**- RNAV SPECIFICATIONS**

- ✓ A1 - RNAV 10 (RNP 10)
- ✓ B1 - RNAV 5 all permitted sensors
- ✓ B2 - RNAV 5 GNSS
- ✓ B3 - RNAV 5 DME/DME
- ✓ B4 - RNAV 5 VOR/DME
- ✓ B5 - RNAV 5 INS or IRS
- ✓ B6 - RNAV 5 LORANC
- ✓ C1 - RNAV 2 all permitted sensors
- ✓ C2 - RNAV 2 GNSS
- ✓ C3 - RNAV 2 DME/DME
- ✓ C4 - RNAV 2 DME/DME/IRU
- ✓ D1 - RNAV 1 all permitted sensors
- ✓ D2 - RNAV 1 GNSS
- ✓ D3 - RNAV 1 DME/DME
- ✓ D4 - RNAV 1 DME/DME/IRU

**- RNP SPECIFICATIONS**

- ✓ L1 - RNP 4
- ✓ O1 - Basic RNP 1 all permitted sensors
- ✓ O2 - Basic RNP 1 GNSS
- ✓ O3 - Basic RNP 1 DME/DME
- ✓ O4 - Basic RNP 1 DME/DME/IRU
- ✓ S1 - RNP APCH
- ✓ S2 - RNP APCH with BARO-VNAV
- ✓ T1 - RNP AR APCH with RF (special authorization required)
- ✓ T2 - RNP AR APCH without RF (special authorization required)

- c) En la casilla 10, continúa siendo empleada la letra “G” para significar “Equipado con GNSS”. Las aumentaciones correspondiente deben ser insertada en la casilla 18 con el código NAV.

5.2. Implementar los cambios necesarios en los sistemas automatizados ATC

Los cambios en los sistemas automatizados ATC normalmente son procesos complejos, caros y demorados para la mayoría de los Estados. Así, solamente los cambios juzgados esenciales para la seguridad y eficiencia operacional deben ser implantados. En una implantación PBN en ruta, habría la posibilidad de dos escenarios principales:

- a) Mezcla de rutas RNAV y no RNAV – en ese escenario, el empleo del sistema Automatizado ATC serviría solamente para “fiscalizar” si la aeronave es efectivamente aprobada para volar en la ruta RNAV. Esa fiscalización podría ser hecha “offline”, a través de muestras de tránsito aéreo, comparadas con una base de datos de aeronaves aprobadas, de la misma manera que la CARSAMMA y los Estados hacen con las operaciones RVSM. Se considera en ese escenario que la separación entre aeronaves no es dependiente de la aprobación RNAV. En el caso de existencia de rutas RNAV en que la separación depende de la aprobación RNAV, sería necesario un mayor grado de automatización ATC, que indicase al controlador de tránsito aéreo las aeronaves aprobadas y no aprobadas RNAV.
- b) Espacios Aéreos RNAV excluyentes (con o sin excepciones especiales – Aeronaves de Estado, vuelos humanitarios, primera entrega, etc) – en ese escenario, el espaciamiento de rutas será dependiente de la aprobación RNAV de las aeronaves y la automatización ATC será esencial para indicar el status de aprobación de las aeronaves al controlador de tránsito aéreo.

## **6. Aprobación de aeronaves y operadores**

6.1. Analizar los requisitos de aprobación de aeronaves y operadores (pilotos, despachadores y personal de mantenimiento), según lo establecido en el manual PBN, y desarrollar la documentación necesaria.

Los requisitos generales de aprobación de aeronaves y operadores para RNAV-5 están previstos en el Manual PBN, Volumen II, parte B, capítulo 2. Los documentos existentes en el ámbito del EUROCONTROL y de la FAA son los siguientes:

- a) EUROCONTROL - AMC 20-4 - Airworthiness Approval and Operational Criteria for the Use of Navigation Systems in European Airspace Designated for Basic RNAV Operations.
- b) FAA – AC 90-96A - Approval of U.S. Operators and Aircraft to Operate under Instrument Flight Rules (IFR) in European Airspace Designated for Basic Area Navigation (B-RNAV) and Precision Area Navigation (P-RNAV).

6.2. Publicar las regulaciones nacionales para implementar la especificación de navegación RNAV-5

Las especificaciones de navegación contenidas en el Manual PBN identifican los requerimientos para la aprobación operacional y de aeronavegabilidad para el empleo de aplicaciones RNAV o RNP. El proceso de comprobación de conformidad con esos requerimientos debe ser previsto en regulaciones operacionales nacionales y pueden requerir una aprobación operacional específica.

El proyecto RLA/99/901 está desarrollando las Regulaciones Latino Americanas (LAR), cuyo objetivo es armonizar el proceso de aprobación operacional y de aeronavegabilidad en Latino América. Se espera disponer a la brevedad de documentación regional proporcionada a través de las LAR. La coordinación entre ese proyecto y el proyecto RLA 06/901 es fundamental para evitar la duplicidad de esfuerzos y para facilitar el trabajo de los Estados involucrados. Como mínimo, el proyecto RLA 99/901 podría ofrecer material guía para ser adoptado y publicado por los Estados.

Una opción ya empleada por los Estados CAR/SAM es la adopción de documentos de otros Estados y Organismos Internacionales, caso de la Interim Guidance 91 (RVSM) y Order 8400-12 (RNP-10).

6.3. Iniciar la aprobación de aeronaves y operadores

Con el objetivo de alcanzar la fecha establecida de implantación, los Estados deben iniciar el proceso de aprobación de aeronaves y operadores y el proyecto RLA 06/901 deberá verificar si todos los Estados efectivamente iniciarán tal proceso, a fin de armonizar las actividades de los Estados involucrados.

6.4. Establecer y mantener actualizada una base de datos de aeronaves y operadores aprobados

De manera similar al efectuado con la implantación RVSM, el SAM/IG deberá establecer una estrategia de conformación de la base de datos de aeronaves y operadores aprobados para operaciones RNAV-5, teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- a) En el caso de una completa reestructuración de la red de rutas, principalmente en el caso de un espacio aéreo excluyente, habrá una dependencia de un porcentaje mínimo de operaciones aprobadas RNAV-5. En ese sentido, la conformación de la base de datos es esencial para el análisis del porcentaje mínimo.
- b) Verificar se las aeronaves que vuelan en rutas RNAV son efectivamente aprobadas para operaciones RNAV-5.

6.5. Verificar las operaciones con un programa de monitoreo continuo (aeronave y procedimientos)

6.6.

La seguridad operacional debe ser asegurada con un programa continuo de verificación de las operaciones, a ser reglamentado por los Estados.

## 7. Normas y Procedimientos

7.1. Evaluar las regulaciones para el uso GNSS, y si fuera el caso, proceder a su publicación

La aplicación del GNSS es clave para todas las especificaciones de navegación PBN, teniendo en cuenta que algunas aeronaves sólo cuentan con ese equipo para satisfacer la performance establecida, así como hay algunas especificaciones que sólo son atendidas por el GNSS.

La cuestión principal es la política del Estado en la aplicación del GNSS como medio de navegación. Para una plena utilización del sistema, es necesario que los Estados regulen su empleo como medio de navegación primario, mismo (aunque?) que sea necesario imponer algunas restricciones operacionales, como, por ejemplo, exigir que el aeródromo de alternativa tenga aproximaciones “convencionales” (VOR, NDB, ILS). Otro aspecto que debe ser considerado es la necesidad del establecimiento de un modo de reversión de navegación, en caso de pérdida de la señal GNSS, exigiendo que la aeronave esté equipada con los sistemas “convencionales” de navegación aérea.

Los Estados de la Región ya publicaron algunas regulaciones para el uso del GNSS. El status actual de esas regulaciones en la Región SAM se muestra en el **Adjunto 7**. La reglamentación para el uso del GNSS es esencial para todas las aplicaciones de navegación.

El empleo del GNSS, como un medio de navegación para cumplir con los requerimientos de la RNAV-5, es fundamental, teniendo en cuenta que existen aeronaves que solamente poseen ese tipo de equipo RNAV. Por lo tanto, los Estados SAM deben evaluar la reglamentación del uso del GNSS y hacer los cambios que se juzguen necesarios.

7.2. Finalizar la implementación de WGS-84

7.3. Elaborar modelo de AIC para notificar la planificación de la implantación de la PBN

La AIC notificando la implantación de la PBN con cerca de 2 años de antelación permitirá un plazo suficiente para que los operadores de aeronaves obtengan una aprobación para operaciones RNAV-5.

7.4. Publicar la AIC notificando la planificación de implementación PBN

Los Estados deben publicar la AIC que notifica la planificación de la implementación de la PBN, basándose en el modelo desarrollado por el Proyecto RLA 06/901. Los Estados deberán publicarla en una fecha común a ser establecida en las reuniones SAM/IG.

7.5. Desarrollar Modelo de Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes

El Suplemento AIP contendrá las normas y procedimientos operacionales específicos para la aplicación de la RNAV-5. El Proyecto RLA 06/901 desarrollará un modelo a ser considerado por los Estados, basándose en las deliberaciones de las reuniones SAM/IG, a ejemplo del que fue hecho en la implantación RVSM.

7.6. Publicar Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes.

7.7. Los Estados deben publicar el Suplemento AIP, basándose en el modelo desarrollado por el Proyecto RLA/06/901. Los Estados deberán publicarlo en una fecha común a ser establecida en las reuniones SAM/IG.

7.8. Revisar el Manual de Procedimientos de las dependencias ATS involucradas

El Manual de Procedimientos de las dependencias ATS detallan su modo de operación, buscando una armonización de procedimientos operacionales aplicados por los controladores de tránsito aéreo. La aplicación de la RNAV-5 exigirá la revisión de esos procedimientos, considerándose, principalmente:

- a) Separación entre las aeronaves;
- b) Procedimientos de Contingencia;
- c) Nueva red de ruta o rutas implantadas, eliminadas y/o realineadas;
- d) Radioayuda esenciales al empleo de una determinada especificación de navegación;

- e) Nuevos modelos de encaminamiento del tránsito aéreo (Nueva circulación aérea), incluyendo rutas unidireccionales y bi-direccionales y la “alimentación” de las TMA.

7.9. Actualizar cartas de acuerdo entre unidades ATS

Las cartas de acuerdo entre unidades ATS deberán ser actualizadas (entre ACC o entre ACC y APP), a fin de reflejar la nueva estructura de espacio aéreo implantadas y los procedimientos mencionados en el párrafo anterior.

7.10. Desarrollar enmienda a la documentación regional, si fuera necesario

Las reuniones SAM/IG deberán evaluar si serán necesarias enmiendas a la documentación regional, en función de la implantación de la PBN para operaciones en ruta. Sin duda, la implantación, eliminación y realineación de ruta RNAV exigen enmienda al Plan Regional de Navegación Aérea –Volumen I –Básico (Doc. 8733). Sin embargo, la inserción de un capítulo específico para la aplicación de la RNAV-5 para operaciones en ruta, en los Procedimientos Suplementarios Regionales (Doc. 7030 – SUPPS) deberá ser evaluada, caso sea decidido una completa reformulación de la red de rutas, con la implantación de la RNAV-5. Un ejemplo de esa documentación es el capítulo 17 de la parte Europea del Doc. 7030 – SUPPS, que establece todos los procedimientos aplicables para el empleo de la BRNAV (RNAV-5). Ese capítulo del DOC 7030 se incluye como **Adjunto 8**.

7.11. Encaminar propuesta de enmienda al Doc. 7030, de ser necesario.

La Oficina Regional Sudamericana de la OACI encaminará las propuestas de enmienda al Doc. 7030, de ser necesario, en tiempo para que la fecha de implantación sea cumplida.

7.12. Revisar prácticas y procedimientos para mejorar la gestión de consumo de combustible y cuidado ambiental

Ese debe ser un objetivo a ser perseguido siempre durante las reuniones SAM/IG, en función de la política ambiental de la OACI y de los Estados SAM.

## **8. Capacitación**

8.1. Desarrollar un programa de capacitación y documentación para operadores (pilotos, despachadores y mantenimiento).

La documentación y capacitación que llevan a la aprobación operacional del operador de aeronaves normalmente hace parte del proceso de certificación operacional, que garantiza el empleo de una Aplicación de Navegación Aérea. Todo operador de aeronave debe desarrollar un programa de entrenamiento, a ser aprobado por la Autoridad de Aviación Civil, a fin de posibilitar su aprobación para el empleo de una Aplicación de Navegación Aérea. El Manual PBN, volumen II, parte B, contiene algunas orientaciones generales de entrenamiento para los Operadores de Aeronaves, para cada una de las Especificaciones de Navegación.

El proyecto 99/901 desarrollará un modelo de documento de capacitación de los operadores.

- 8.2. Desarrollar un programa de capacitación y documentación para controladores de tránsito aéreo y operadores AIS

El Manual PBN, volumen II, parte B, contiene algunas guías generales para el entrenamiento de controladores de tránsito aéreo, para cada una de las especificaciones de navegación.

El proyecto RLA/06/901 desarrollará un modelo de documento de capacitación de los controladores de tránsito aéreo y operadores AIS.

- 8.3. Desarrollar un programa de capacitación para reguladores (inspectores de seguridad operacional de la aviación)

Los Estados deben ofrecer el entrenamiento necesario a los inspectores de seguridad operacional de la aviación para que sean capaces de fiscalizar el cumplimiento de las normativas de aplicación de una especificación PBN.

- 8.4. Conducir programas de capacitación

Los Estados, Proveedores de Servicios y Operadores de Aeronaves deben conducir los programas de capacitación necesarios, dentro del plazo estipulado, a fin de garantizar la implantación en la fecha establecida.

- 8.5. Realizar seminarios orientados a los operadores, indicando los planes y los beneficios operacionales y económicos esperados

La realización de seminarios orientados a los operadores tiene la intención principal de instarlos a equipar sus aeronaves, en conformidad con las especificaciones de navegación establecidas, en un plazo adecuado, a través de la presentación de los objetivos y beneficios que serían alcanzados con la implantación planificada.

## **9. Decisión de implementación**

En este punto del Plan de Acción, es necesario contestar tres preguntas básicas:

- a) Los operadores de aeronaves están listos para la implantación? (9.1 y 9.2)
- b) El Proveedor del Servicio de Tránsito Aéreo está listo para la implantación? (9.1)
- c) La implantación es segura? (9.3).

Deberá ser realizada una reunión específica para evaluar esos tres puntos principales y llegar a una decisión final de implementación.

Al llegar a la decisión final, cada Estado debe publicar la documentación ATS pertinente, incluyendo el Trigger NOTAM, siete días antes de la fecha prevista para implantación, a fin de confirmarla.

- 9.1. Evaluar la documentación operacional disponible (ATS, OPS/AIR)
- 9.2. Evaluar el porcentaje de aeronaves y operadores aprobados (equipamiento conjunto involucrado)
- 9.3. Revisar resultados de la evaluación de la seguridad operacional
- 9.4. Publicar Trigger NOTAM

## **10. Sistema de monitoreo de la performance**

Después de la implantación de la Aplicación de Navegación, la Región SAM ingresará en la fase pre-operacional, por un plazo de 1 año. Al final de ese plazo, en caso que la evaluación sea positiva, será posible pasar a la fase operacional. En ese período debe ser establecido un programa de monitoreo post-implantación de las operaciones, con el objetivo principal de evaluar la seguridad operacional. Sin embargo, deberá ser implantado, también, un sistema de evaluación de la performance, conforme indicado en el ítem 2 del Plan de Acción. Tanto la evaluación de la seguridad como de la performance como un todo deberá ser ejecutado en forma permanente. Las reuniones SAM/IG deben discutir la viabilidad y la forma como implantar un programa de evaluación de la performance en base permanente.

- 10.1. Desarrollar un programa de monitoreo post-implantación de operaciones en Ruta
- 10.2. Ejecutar un programa de monitoreo post-implantación de operaciones en Ruta

**ADJUNTO 1 AL APÉNDICE B**

**PLAN DE ACCIÓN PBN EN RUTA (RNAV-5) A CORTO PLAZO  
(GPI 1, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 21, 23)**

<b>1.</b>	<b>Concepto de espacio aéreo</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
1.1	Establecer y priorizar objetivos estratégicos (seguridad operacional, capacidad, medio ambiente, etc)	Junio/2008	SAM/IG/2	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	
1.2	Recolectar datos de tráfico para entender los flujos de tráfico en un espacio aéreo particular.	Junio/2008	SAM/IG/2	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	
1.3	Analizar la capacidad de navegación de la flota de aeronaves	Junio/2008	SAM/IG/4	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901 y RLA/99/901)) Estados IATA	
1.4	Analizar los medios de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra para atender las especificaciones de navegación y al modo de reversión de navegación	Junio/2008	SAM/IG/3	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901 y RLA/99/901)) Estados	
1.5	Optimizar la estructura del espacio aéreo, reorganizando la red o implementando nuevas rutas basados en los objetivos estratégicos del concepto del espacio aéreo, considerando “airspace modeling”, simulaciones ATC (tiempo acelerado y/o tiempo real), pruebas en vivo, etc.	SAM/IG/2	SAM/IG/4	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901) Estados IATA	
<b>2.</b>	<b>Desarrollar plan de medición de la performance</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
2.1	Preparar un plan de medición de la performance, incluyendo emisiones de gas, seguridad operacional, eficiencia, etc.	SAM/IG/2	SAM/IG/4	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	

2. Desarrollar plan de medición de la performance	Inicio	Termino	Responsable	Observaciones
2.2 Conducir plan de medición de la performance	Nov/2010	Permanente	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901) Estados IATA	
3 Evaluación de la seguridad operacional	Inicio	Termino	Responsable	Observaciones
3.1 Determinar que metodología será usada para evaluar la seguridad en el espacio aéreo y espaciamento de rutas, dependiendo de la especificación de la navegación, considerando “airspace modeling”, simulaciones ATC (tiempo acelerado y/o tiempo real), pruebas en vivo, etc.	SAM/IG/2	SAM/IG/4	CARSAMMA	
3.2 Preparar un programa de reelección de datos para la evaluación de la seguridad operacional en el espacio aéreo	SAM/IG/2	SAM/IG/4	CARSAMMA	
3.3 Preparar la evaluación preliminar de la seguridad operacional en el espacio aéreo	SAM/IG/2	SAM/IG/4	CARSAMMA	
3.4 Preparar la evaluación final de la seguridad operacional en el espacio aéreo	SAM/IG/4	Nov/2010	CARSAMMA	
4 Establecer un proceso de toma de decisiones en colaboración (CDM)	Inicio	Termino	Responsable	Observaciones
4.1 Coordinar necesidades de planificación e implementación con los proveedores de servicio de navegación aérea, reguladores, usuarios, operadores de aeronaves y autoridades militares	SAM/IG/2	SAM/IG/4	SAM/PBN/IG Estados	
4.2 Establecer fecha de implementación	SAM/IG/1	SAM/IG/4	SAM/PBN/IG Estados	Los Estados deben analizar la viabilidad de la fecha tentativa en coordinación con los operadores nacionales y autoridades militares

<b>4</b>	<b>Establecer un proceso de toma de decisiones en colaboración (CDM)</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
4.3	Establecer formato de documentación en sitio WEB SAM PBN	SAM/IG/1	SAM/IG/2	Oficina Regional SAM	
4.4	Reportar avances de planificación e implementación a la oficina Regional correspondiente	SAM/IG/2	SAM/IG/4	SAM/PBN/IG Estados	

<b>5</b>	<b>Sistemas automatizados ATC</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
5.1	Evaluar la implementación PBN en los sistemas automatizados ATC, considerando la enmienda 1 a los PANS/ATM (FPLSG).	Junio/2008	SAM/IG/2	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	
5.2	Implementar los cambios necesarios en los sistemas automatizados ATC	SAM/IG/2	TBD	Estados	

<b>6</b>	<b>Aprobación de aeronaves y operadores</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
6.1	Analizar los requisitos de aprobación de aeronaves, y operadores (pilotos, despachadores y personal de mantenimiento), según lo establecido en el manual PBN, y desarrollar la documentación necesaria.	Junio/2008	SAM/IG/2	Proyecto Regional RLA/99/901- Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional	
6.2	Publicar las regulaciones nacionales para implementar la especificación de navegación RNAV-5	SAM/IG/2	SAM/IG/3	Estados	
6.3	Iniciar la aprobación de aeronaves y operadores	SAM/IG/3	SAM/IG/5	Estados	
6.4	Establecer y mantener actualizado un registro de aeronaves y operadores aprobados	SAM/IG/3	Permanente	CARSAMMA Estados	
6.5	Verificar la operación dentro del programa de monitoreo continuo (aeronave y procedimientos)	NOV/2010	Permanente	Estados	

<b>7</b>	<b>Normas y Procedimientos</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
7.1	Evaluar las regulaciones para el uso GNSS, y si fuera el caso, proceder a su publicación.	Junio/2008	SAM/IG/2	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901) Estados	
7.2	Finalizar la implementación de WGS-84	TBD	TBD		
7.3	Elaborar modelo de AIC para notificar la planificación de la implantación de la PBN	Junio/2008	SAM/IG/2	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	
7.4	Publicar la AIC notificando la planificación de implementación PBN	SAM/IG/2	SAM/IG/3	Estados	
7.5	Desarrollar Modelo de Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes	SAM/IG/4	SAM/IG/5	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	
7.6	Publicar Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes.	SAM/IG/5	SAM/IG/6	Estados	
7.7	Revisar el Manual de Procedimientos de las unidades ATS involucradas	SAM/IG/5	SAM/IG/6	Estados	
7.8	Actualizar cartas de acuerdo entre unidades ATS	SAM/IG/5	SAM/IG/6	Estados	
7.9	Desarrollar enmienda a la documentación regional, si necesario	SAM/IG/3	SAM/IG/4	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	
7.10	Encaminar propuesta de enmienda al Doc. 7030, de ser necesario.	SAM/IG/5	SAM/IG/6	Oficina Regional SAM	
7.11	Revisar prácticas y procedimientos para mejorar la gestión de consumo de combustible y cuidado ambiental	SAM/IG/1	Permanente	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	

<b>8. Capacitación</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
8.1 Desarrollar un programa de capacitación y documentación para operadores (pilotos, despachadores y mantenimiento)	SAM/IG/4	SAM/IG/5	Proyecto Regional RLA/99/901	
8.2 Desarrollar un programa de capacitación y documentación para controladores de tránsito aéreo y operadores AIS	SAM/IG/4	SAM/IG/5	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	
8.3 Desarrollar un programa de capacitación para reguladores (inspectores de seguridad operacional de la aviación)	SAM/IG/4	SAM/IG/5	Estados	
8.4 Conducir programas de capacitación	SAM/IG/5	SAM/IG/6	Estados	
8.5 Realizar seminarios orientados a los operadores, indicando los planes y los beneficios operacionales y económicos esperados	SAM/IG/1	SAM/IG/3	Estados	

<b>9. Decisión de implementación</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
9.1 Evaluar la documentación operacional disponible (ATS, OPS/AIR)	Julio/2010	N/A	Estados	
9.2 Evaluar el porcentaje de aeronaves y operadores (espacio aéreo no excluyente)	Julio/2010	N/A	Estados	
9.3 Revisar resultados de la evaluación de la seguridad operacional	Julio/2010	N/A	Estados	
9.4 Publicar trigger NOTAM	Nov/2010	N/A	Estados	

<b>10. Sistema de monitoreo de la performance</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
10.1 Desarrollar un programa de monitoreo post-implementación de operaciones en Ruta	SAM/IG/4	SAM/IG/5	SAM/PBN/IG (Proyecto RLA/06/901)	
10.2 Ejecutar un programa de monitoreo post-implementación de operaciones en Ruta	Nov/2010	Nov/2011	Estados	
<b>Fecha de implementación PrE-operacional</b>	Nov/2010	N/A		
<b>Fecha Definitiva de implementación</b>	Nov/2011	N/A		

-----

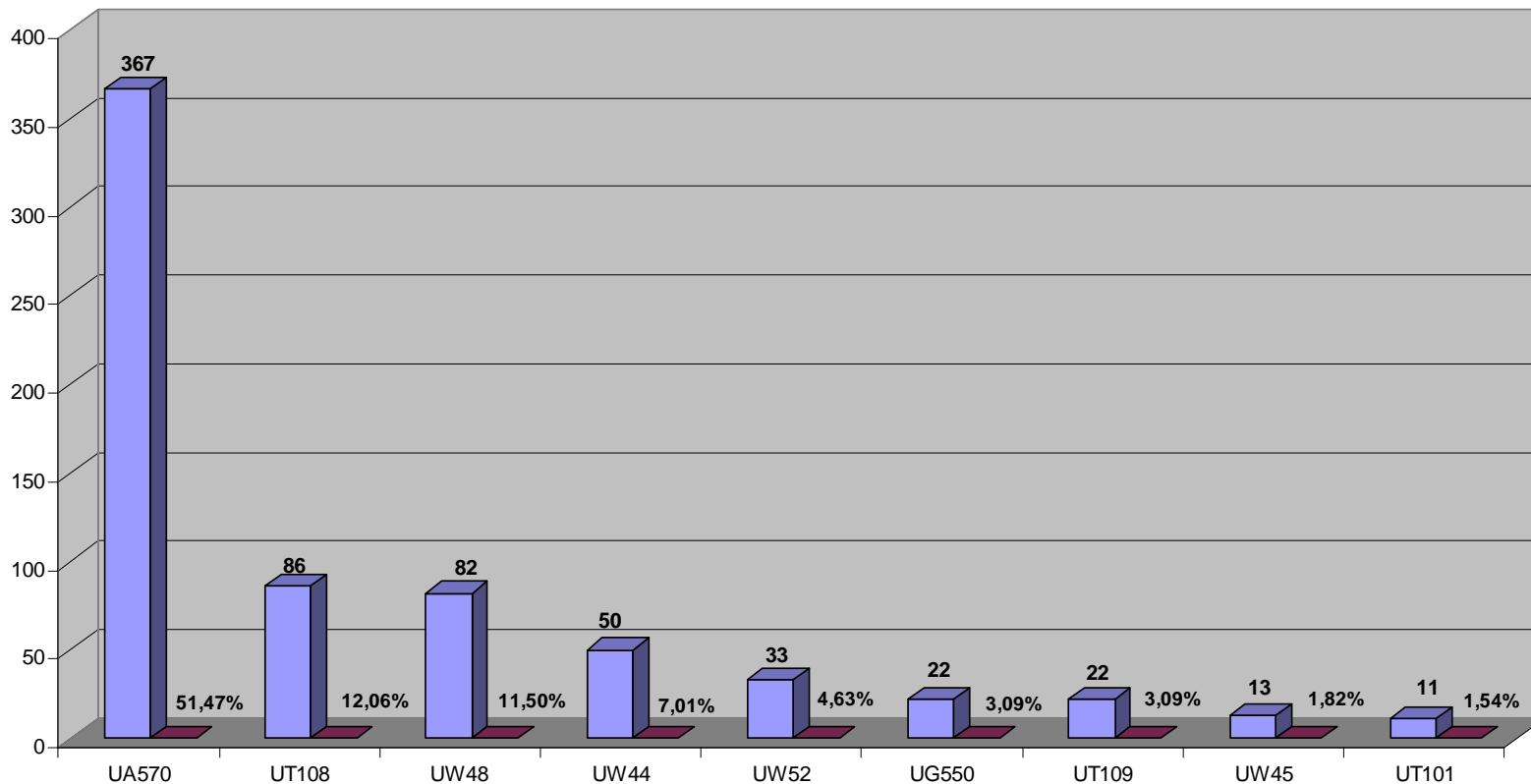
- ADJ2 /ATT2 - B1 -

**ADJUNTO 2 AL APÉNDICE B / ATTACHMENT 2 TO APPENDIX B**

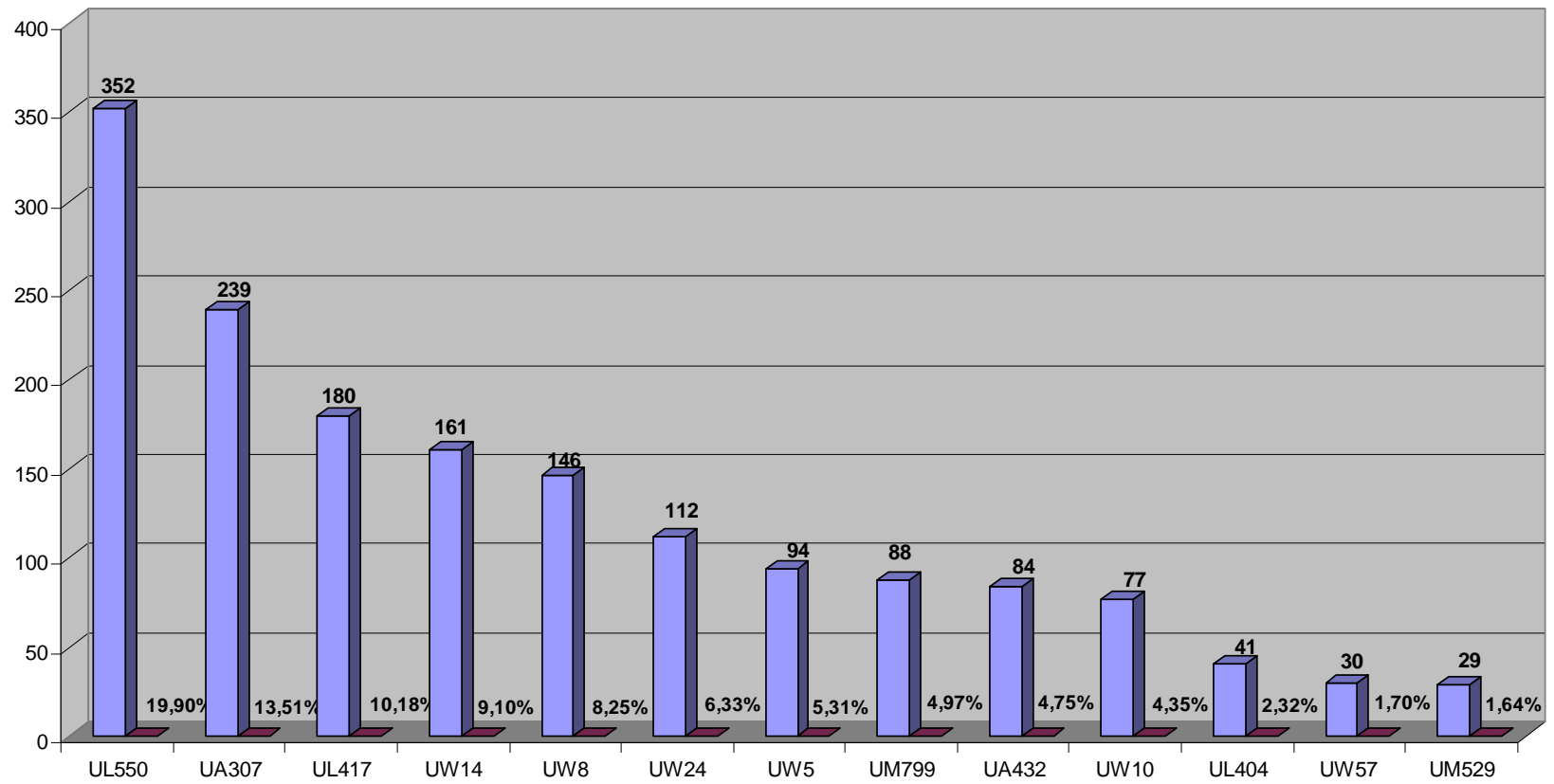
**ATS ROUTES – SAM REGION / RUTAS ATS - REGIÓN SAM**

**ARGENTINA**

**FIR COMODORO RIVADAVIA - RUTAS ATS**  
96% del tránsito de la muestra



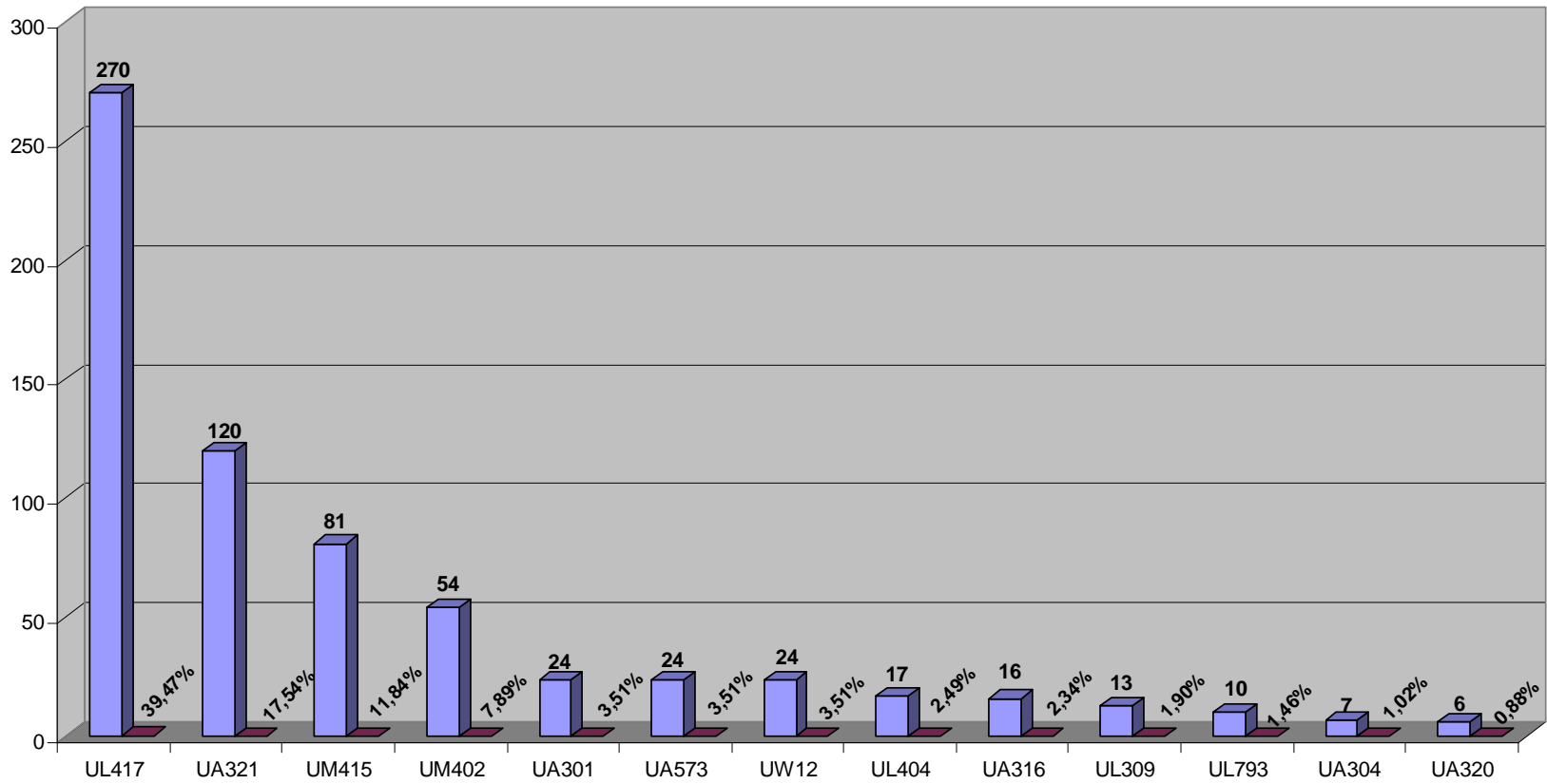
**FIR CORDOBA - RUTAS ATS**  
**92% del tránsito de la muestra**



- ADJ2 /ATT2 - B3 -

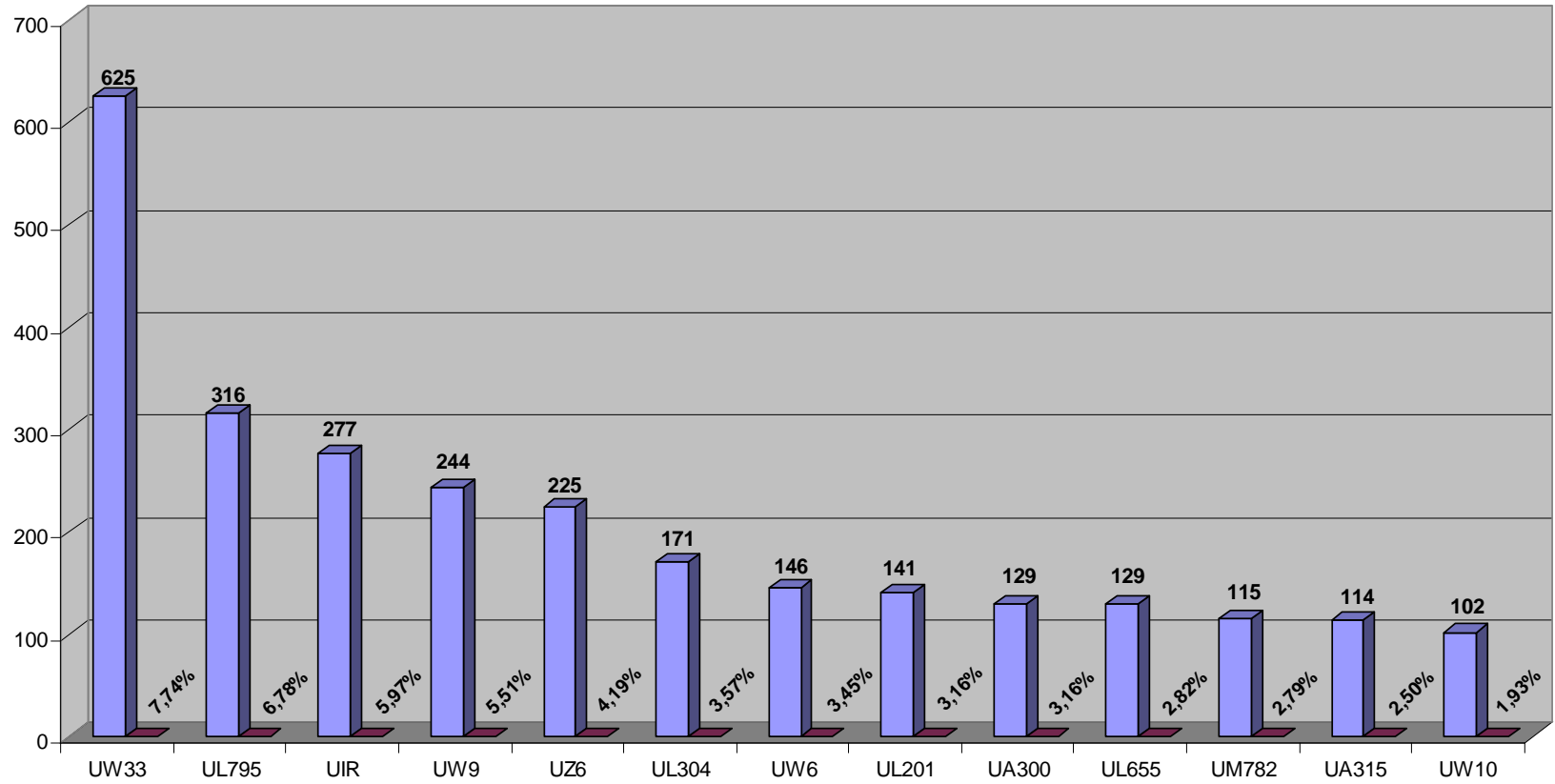
**BOLIVIA**

**FIR LA PAZ - RUTAS ATS**  
**97% del tránsito de la muestra**



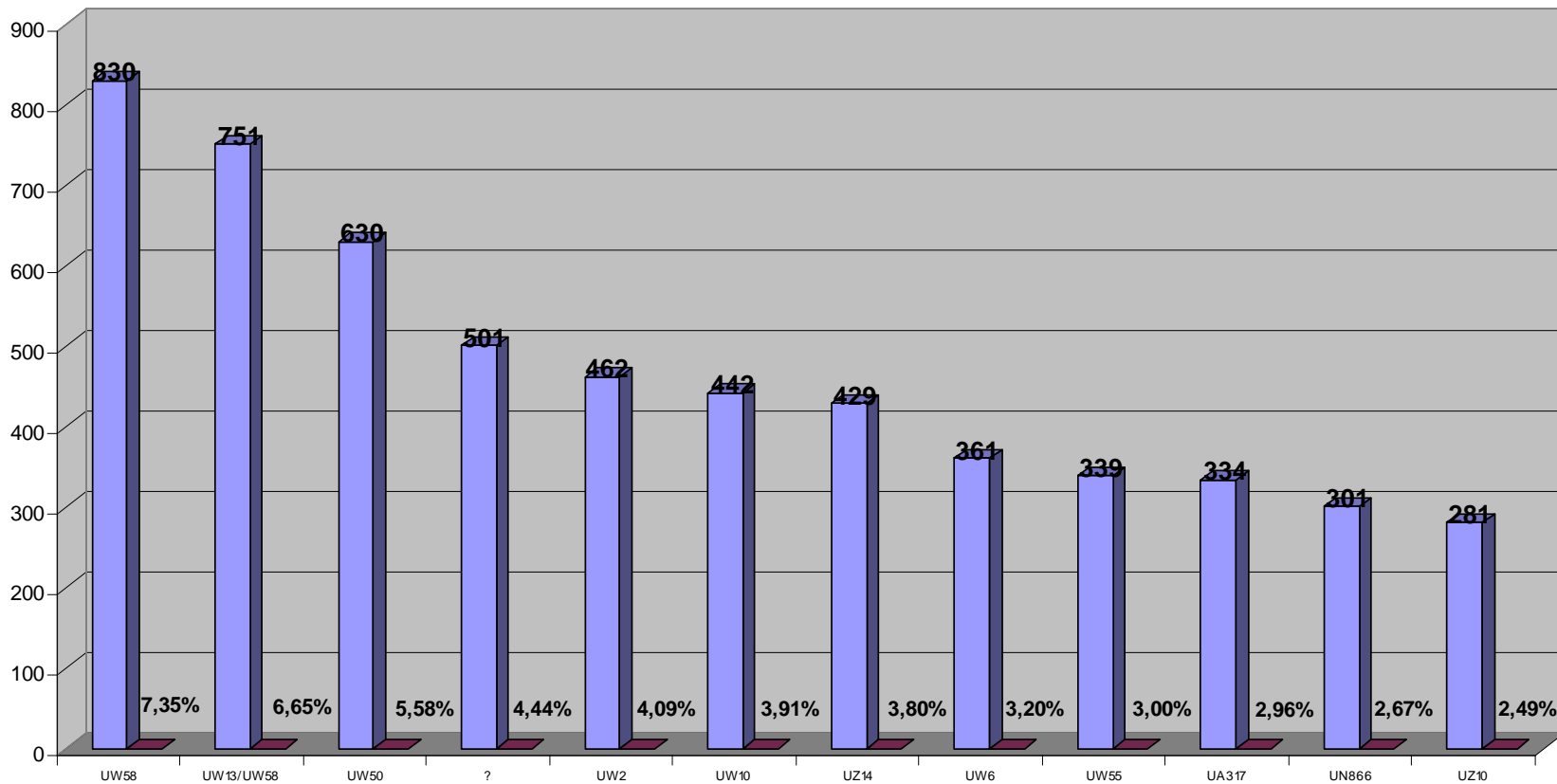
**BRAZIL / BRASIL**

**FIR Amazónica - RUTAS ATS**  
**67 % del tránsito de la muestra**

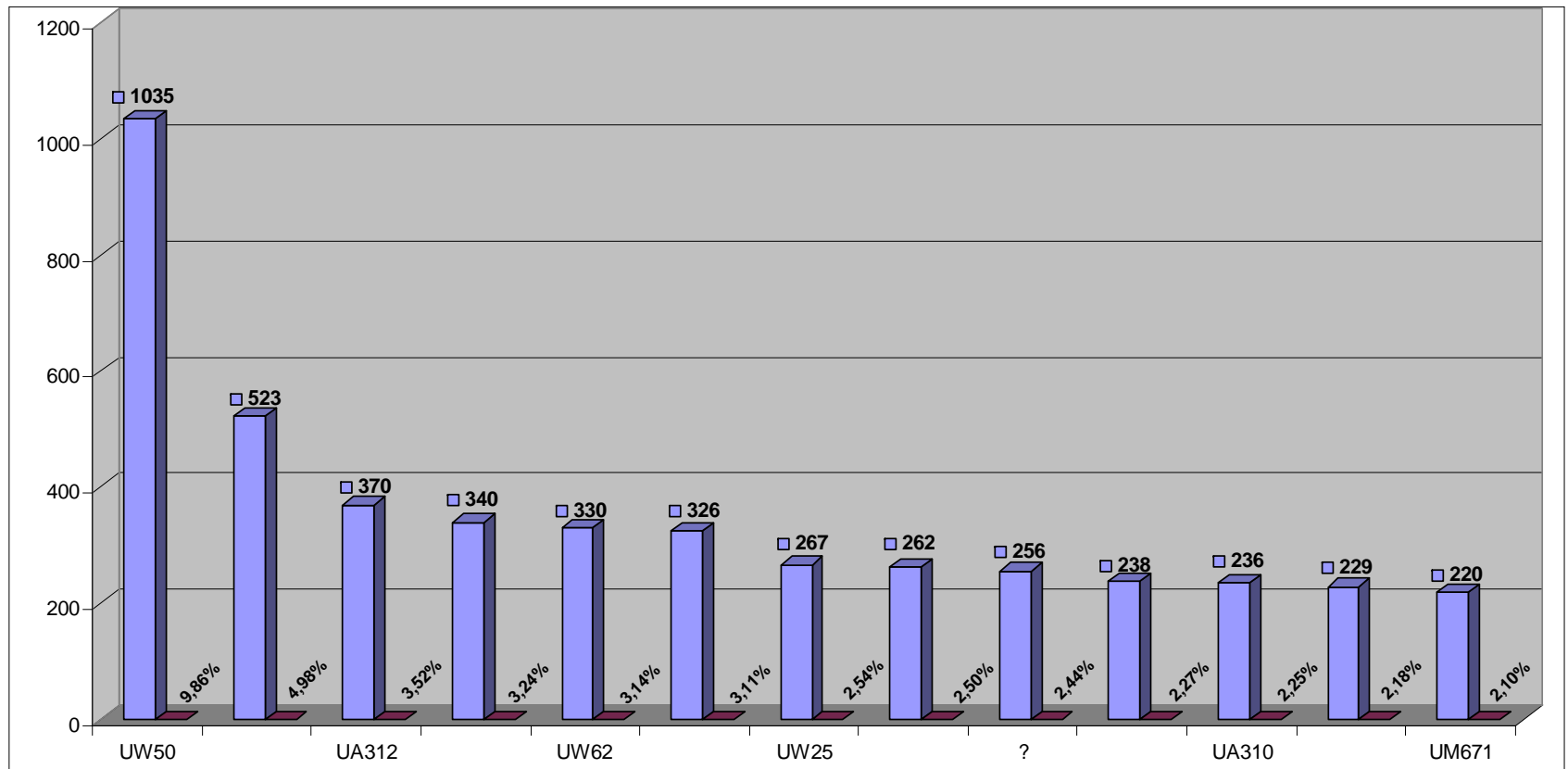


- ADJ2 /ATT2 - B5 -

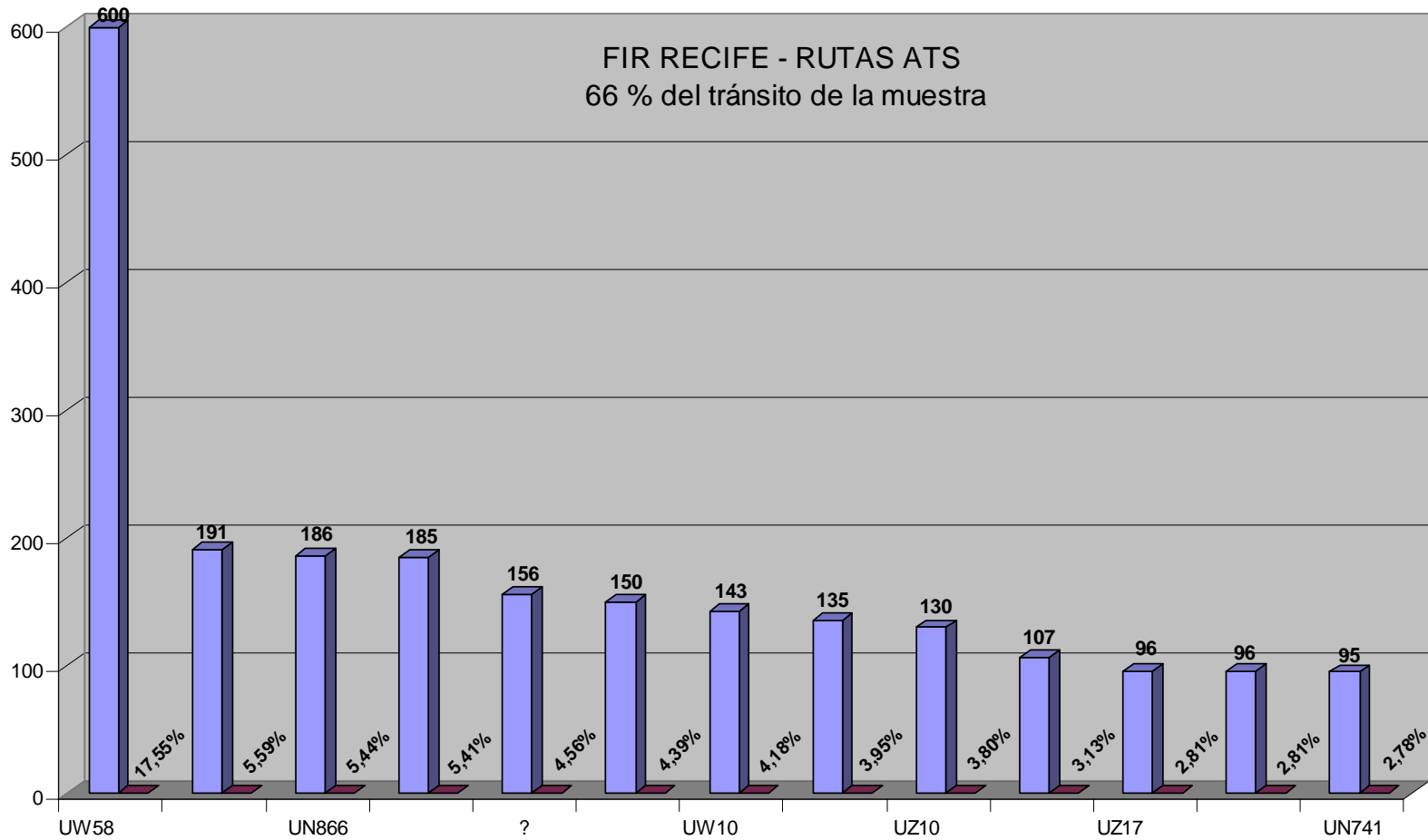
**FIR BRASÍLIA - RUTAS ATS**  
**50% del tránsito de la muestra**



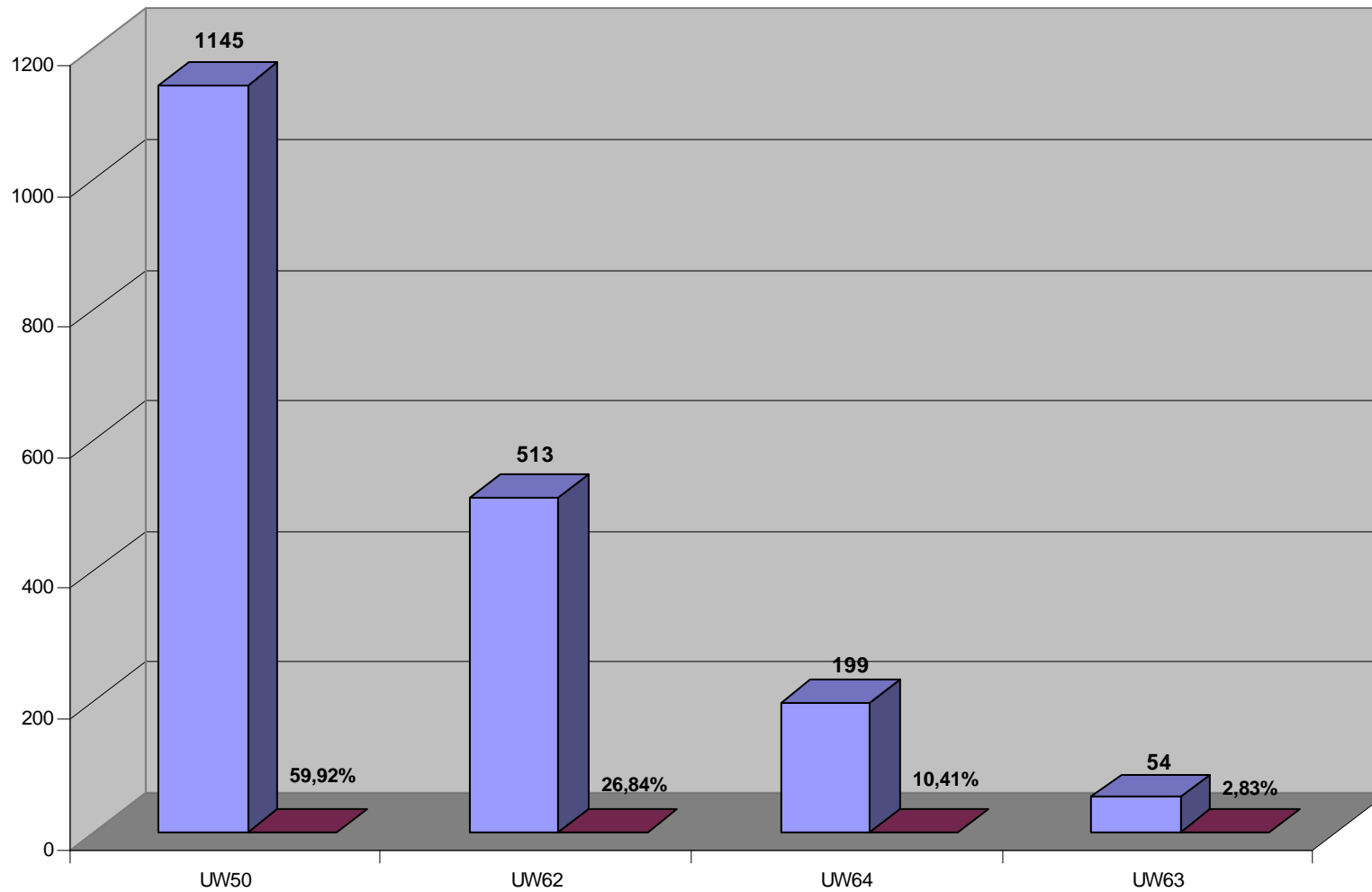
**FIR CURITIBA - RUTA ATS**  
**44% del tránsito de la muestra**



- ADJ2 /ATT2 - B7 -

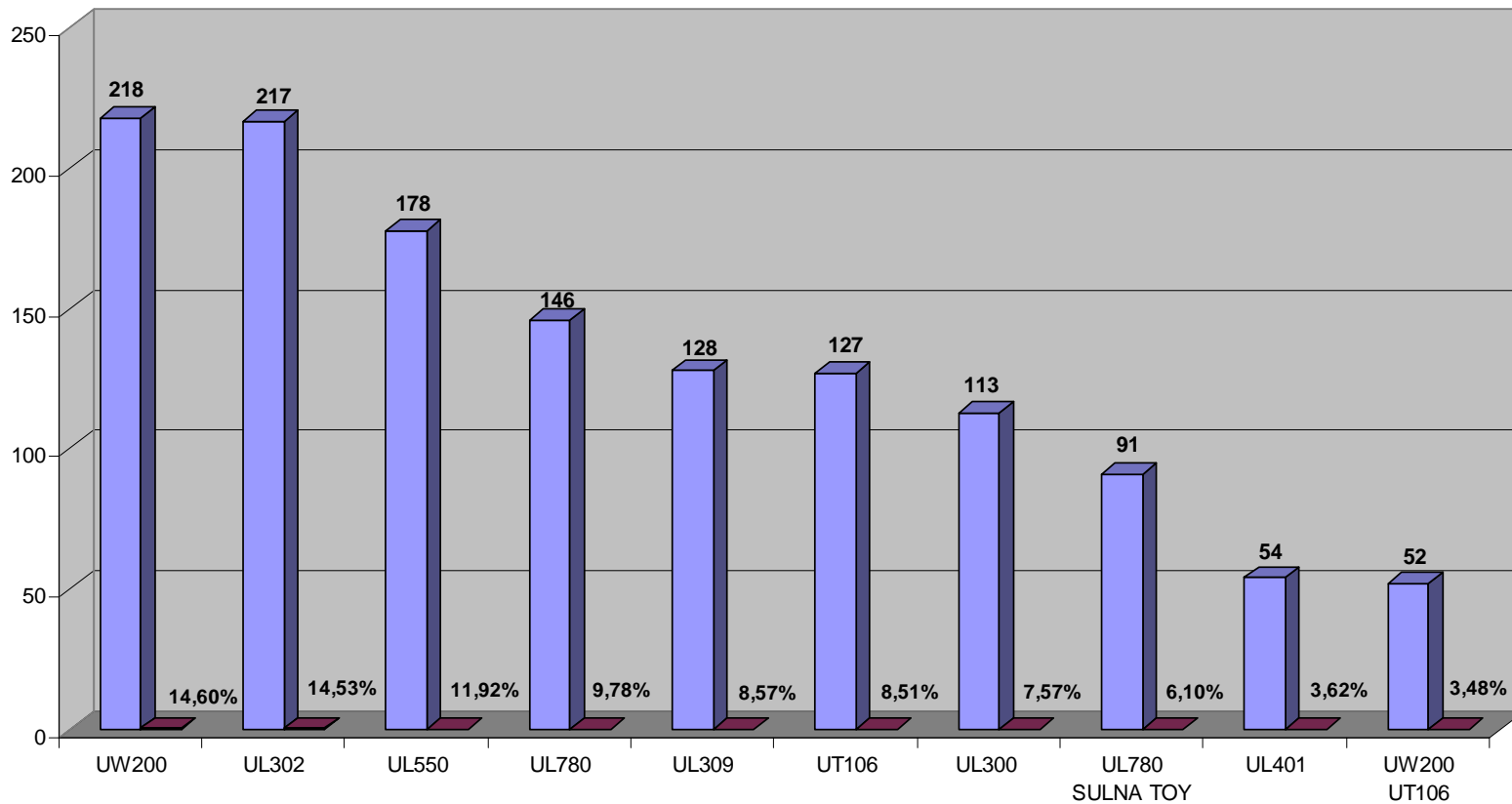


**TMA SÃO PAULO - RUTAS ATS**  
**100% del tránsito de la muestra**

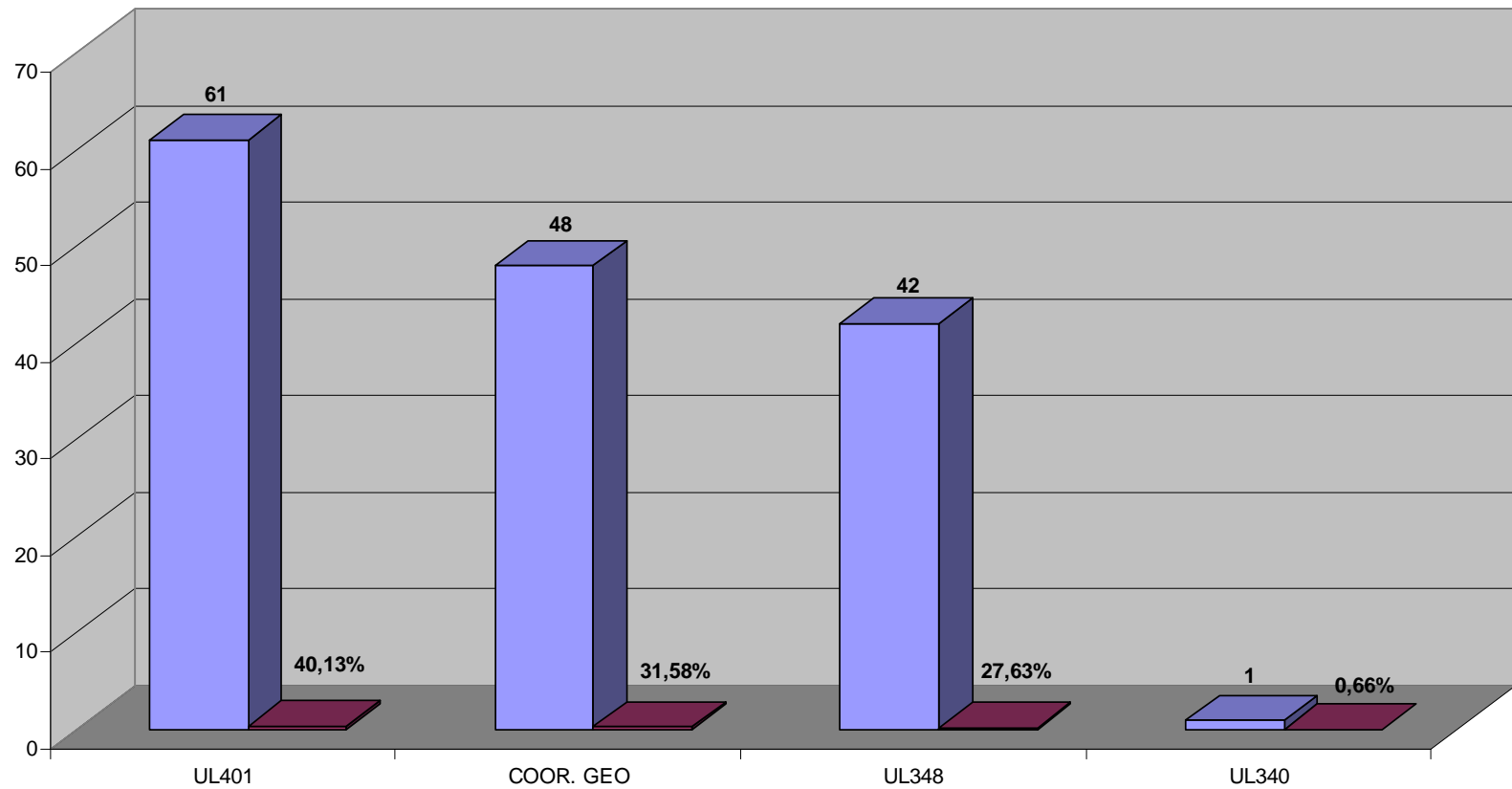


**CHILE**

**FIR ANTOFOGASTA - RUTAS ATS**  
**89% del tránsito de la muestra**

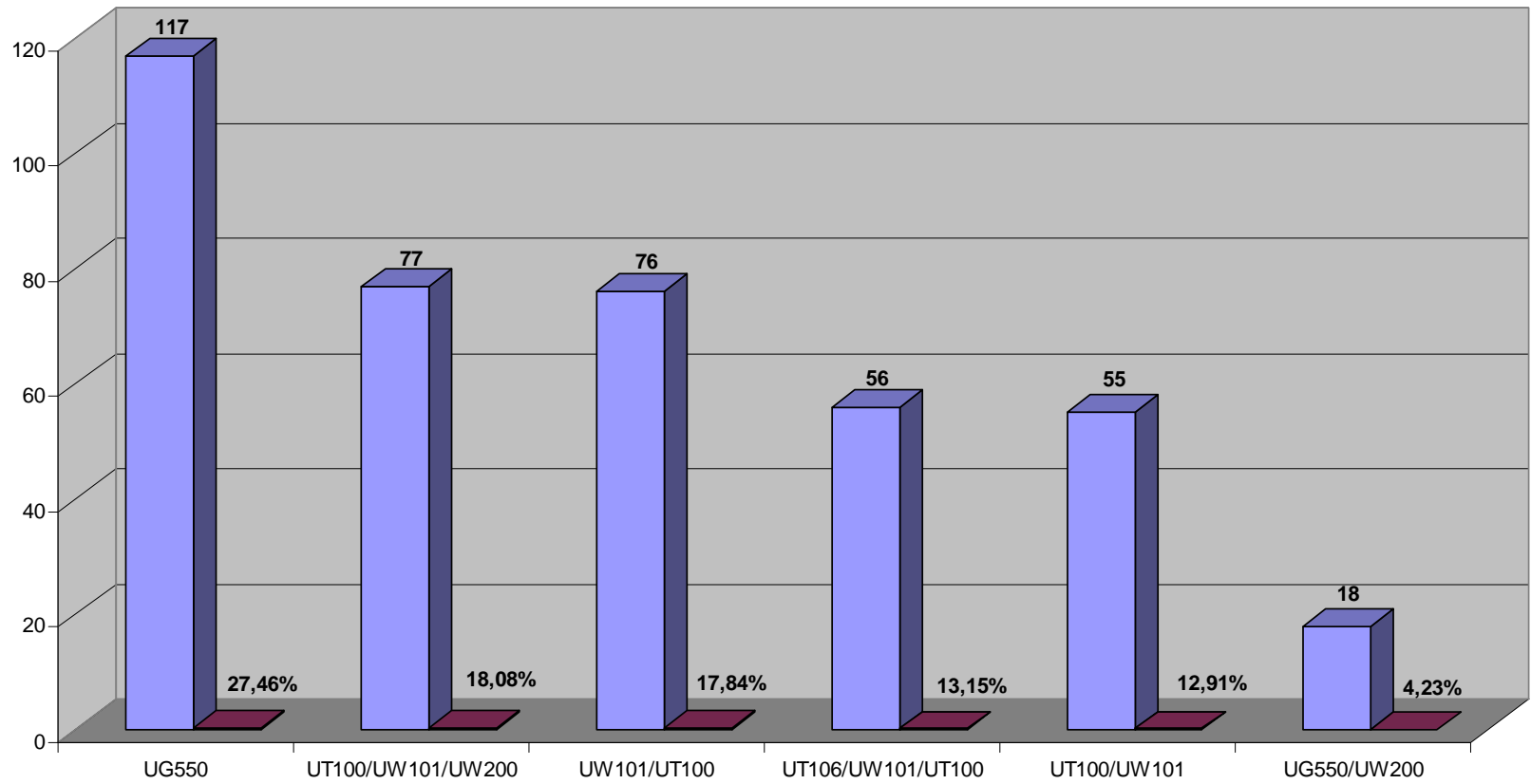


**FIR PASCUA - RUTAS ATS**  
**100% del tránsito de la muestra**

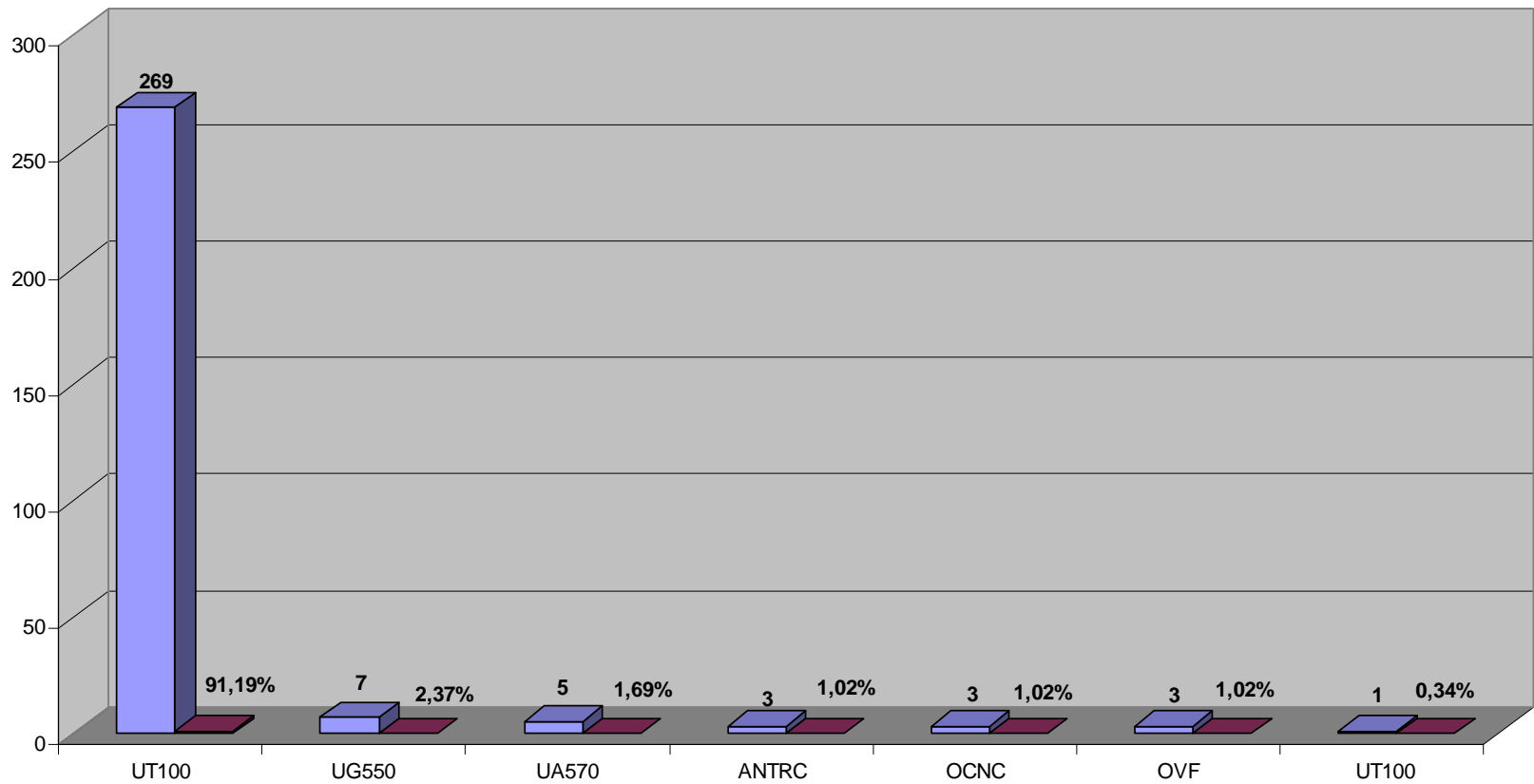


- ADJ2 /ATT2 - B11 -

**FIR PUERTO MONTT - RUTAS ATS**  
**94% del tránsito de la muestra**

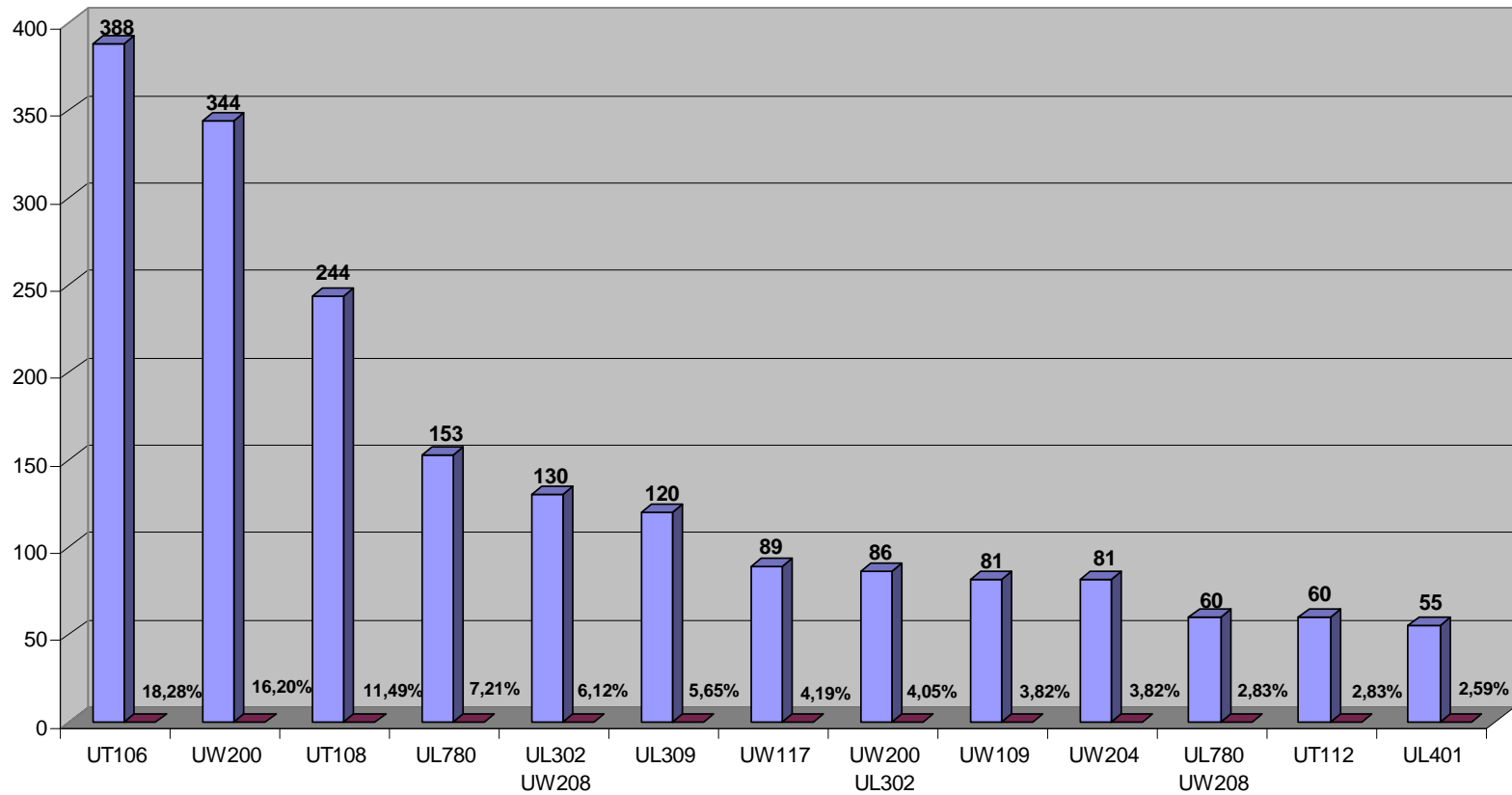


**FIR PUNTA ARENAS - RUTAS ATS**  
**98% del tránsito de la muestra**



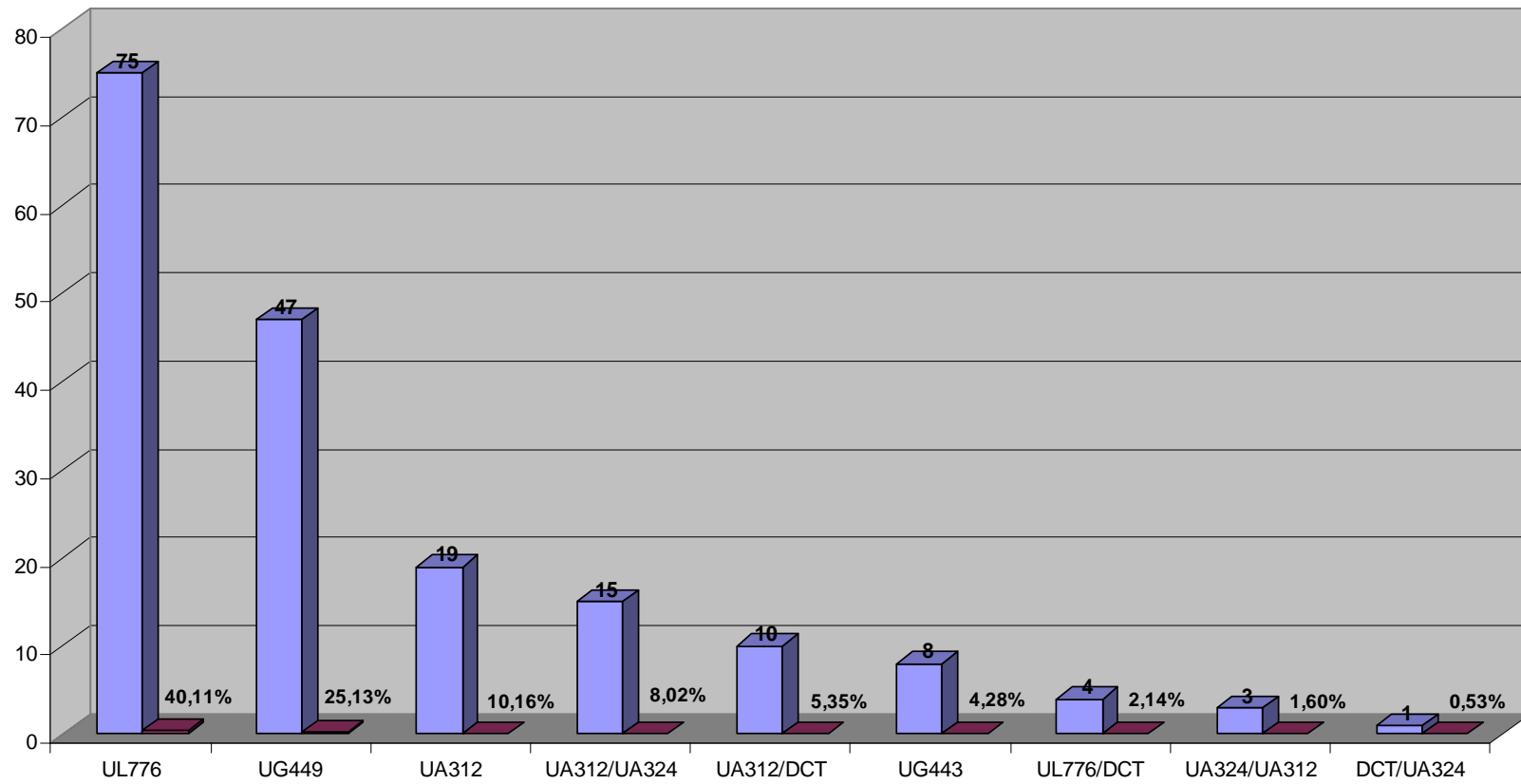
- ADJ2 /ATT2 - B13 -

**FIR SANTIAGO - RUTAS ATS**  
**89% del tránsito de la muestra**



**GUYANA**

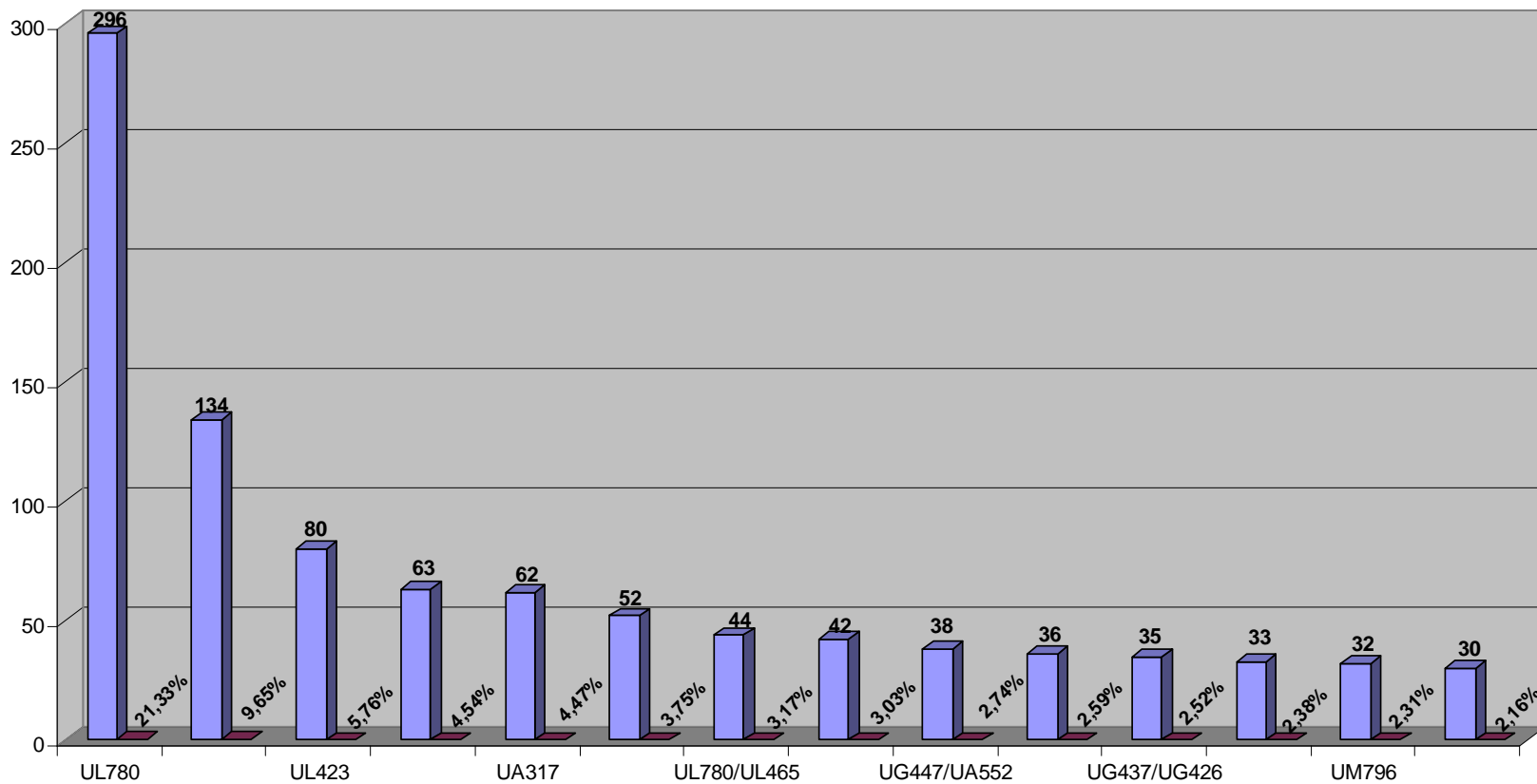
**FIR GEORGETOWN - RUTAS ATS**  
**97% del tránsito de la muestra**



- ADJ2 /ATT2 - B15 -

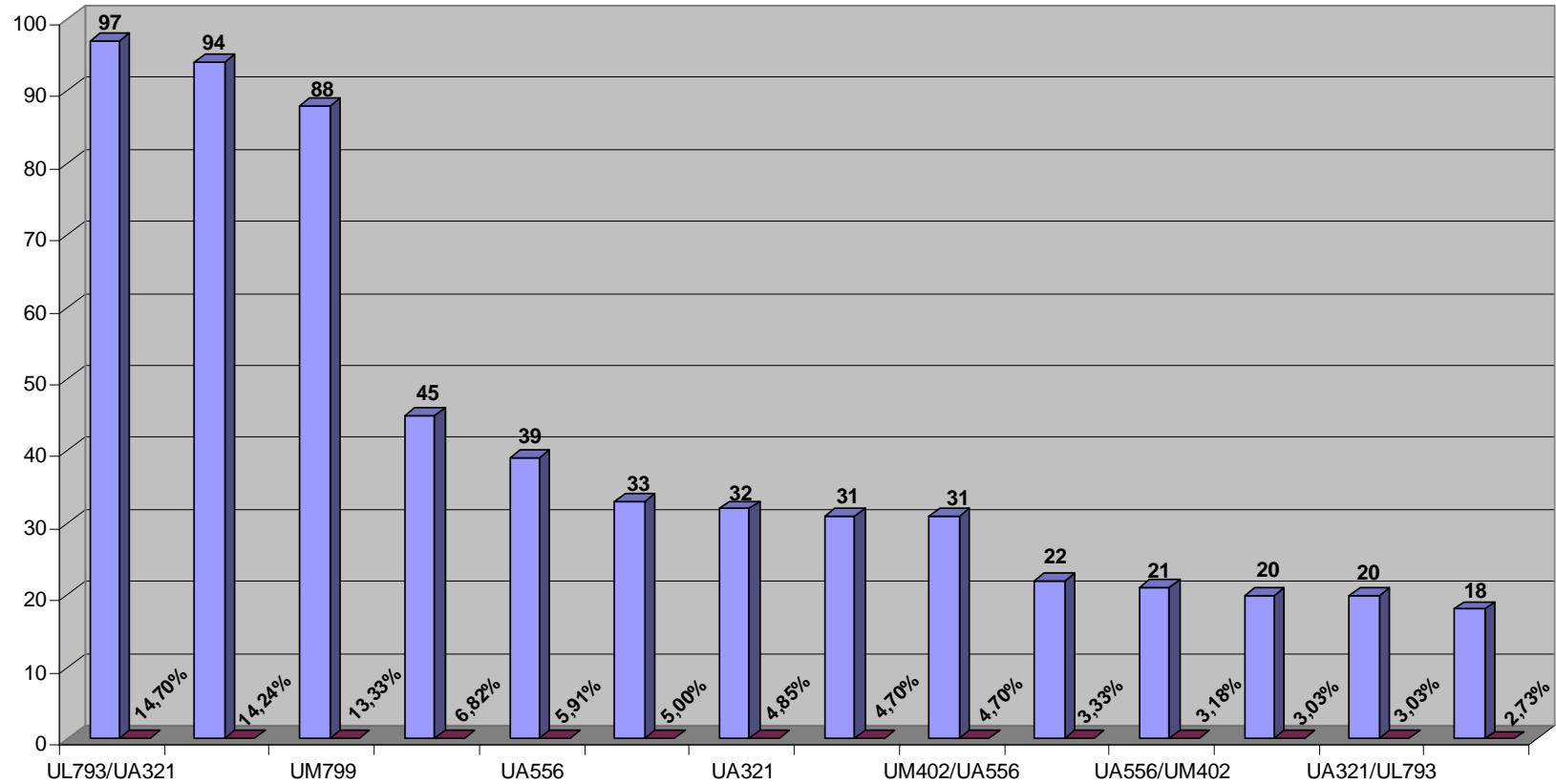
PANAMA

FIR PANAMA - RUTAS ATS  
70% del tránsito de la muestra



**PARAGUAY**

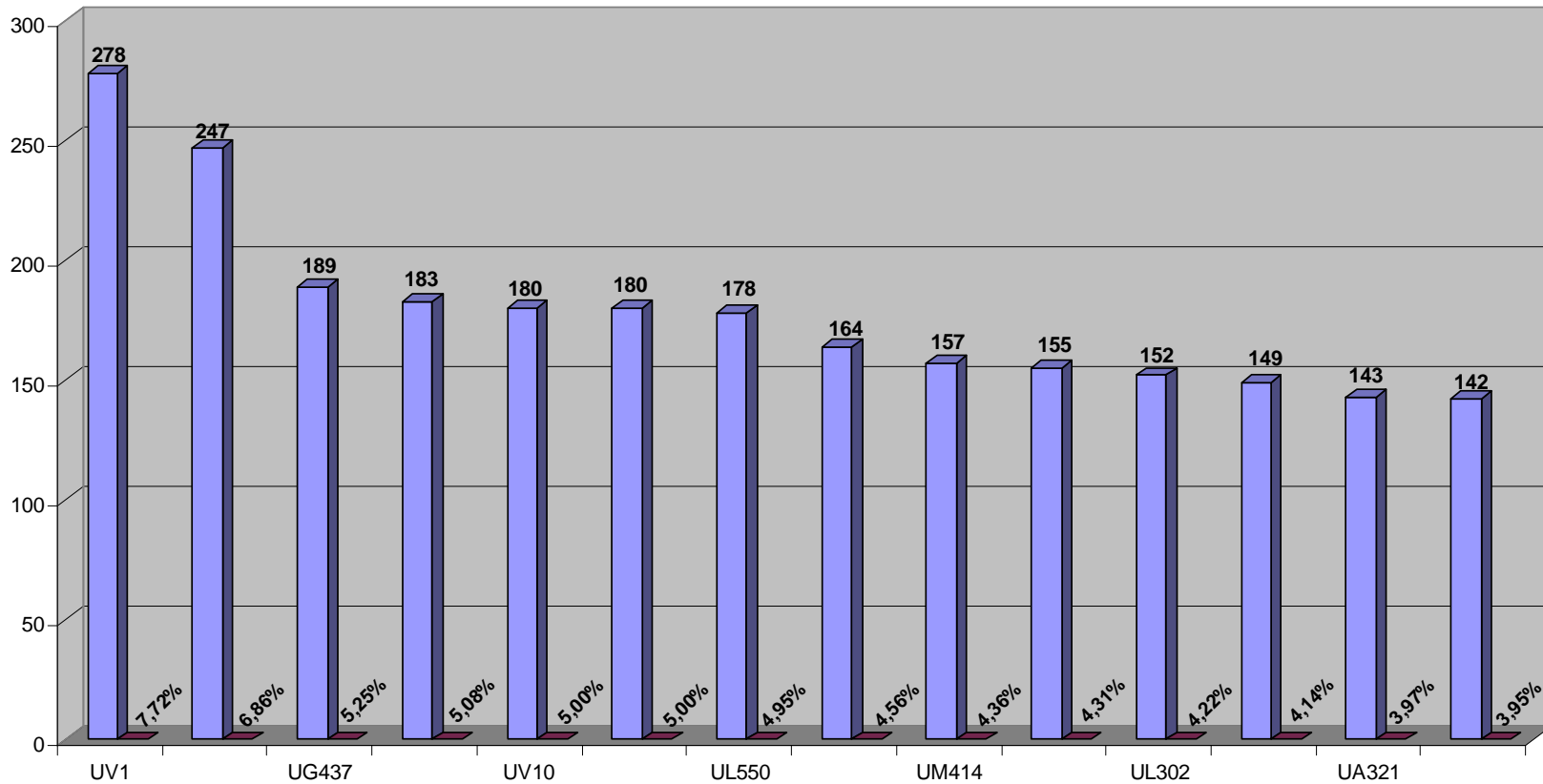
**FIR ASUNCIÓN - RUTAS ATS**  
**90% del tránsito de la muestra**



- ADJ2 /ATT2 - B17 -

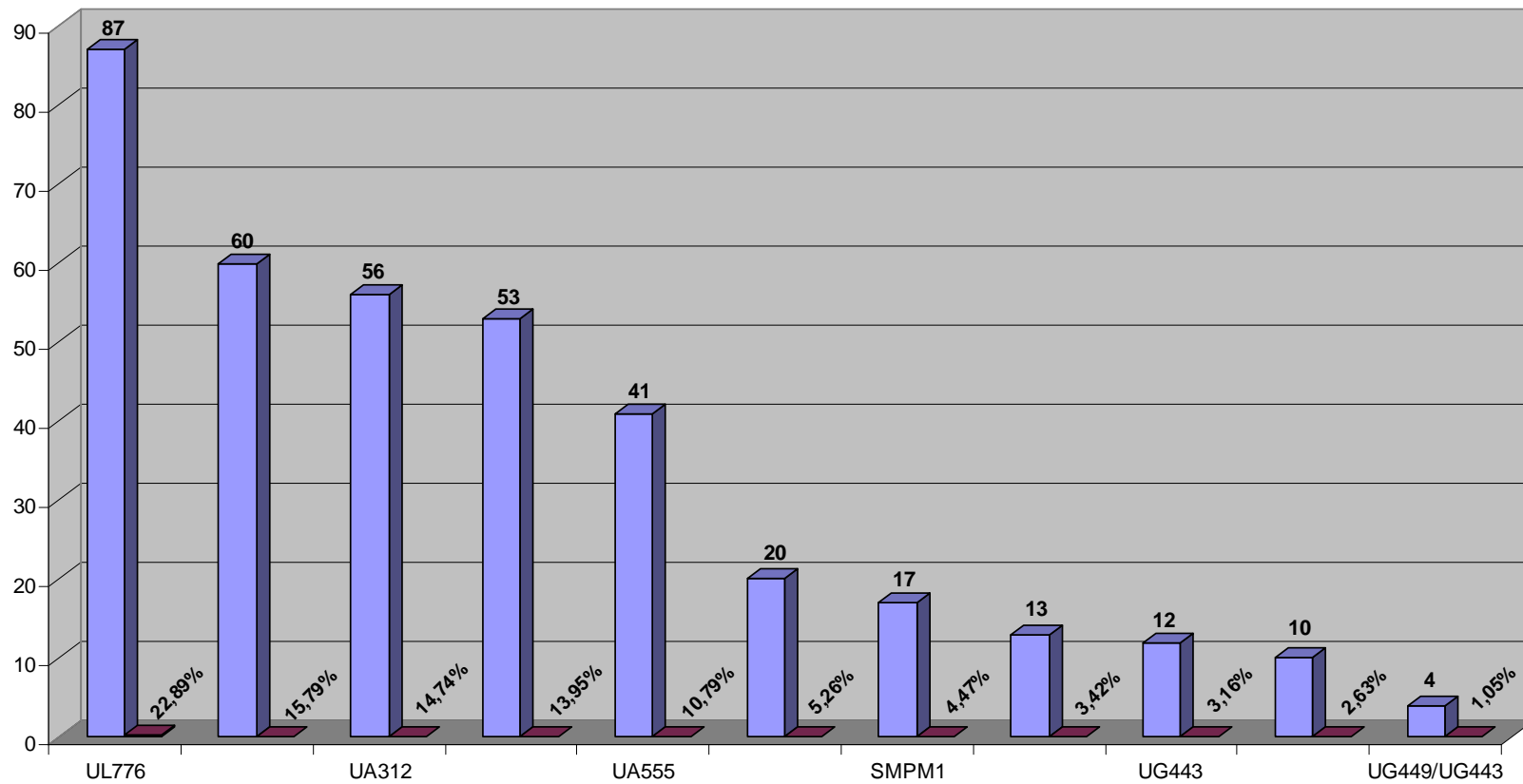
PERU

FIR LIMA - RUTAS ATS  
69% del tránsito de la muestra



**SURINAME**

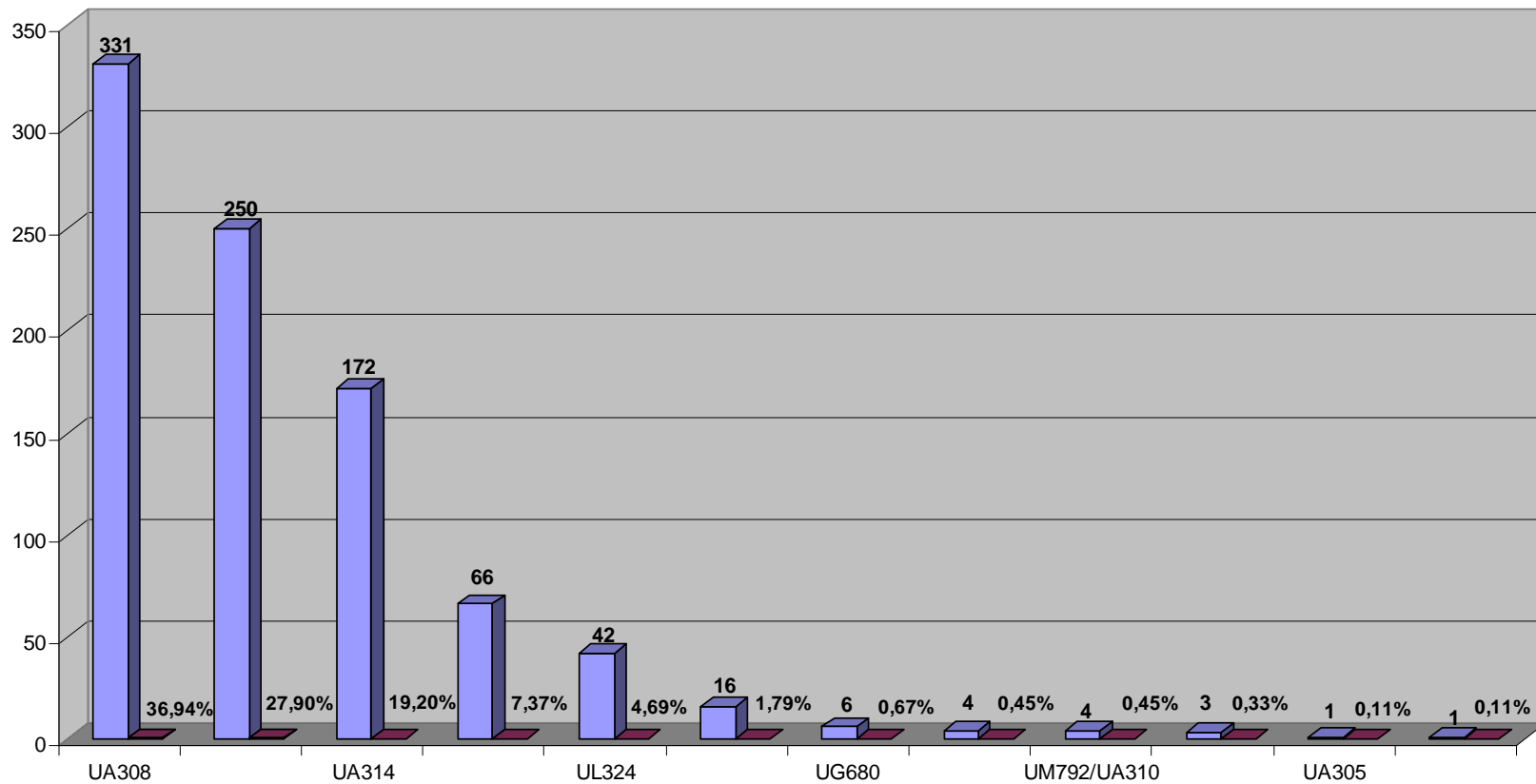
**FIR PARAMARIBO - ROTAS ATS**  
98% del tránsito de la muestra



- ADJ2 /ATT2 - B19 -

**URUGUAY**

**FIR MONTEVIDEO - RUTAS ATS**  
**100% del tránsito de la muestra**



-----

**ADJUNTO 3 AL APENDICE B / ATTACHMENT 3 TO APPENDIX B**

# Región SAM Pares de Ciudades

# SAM Region Pairs of Cities

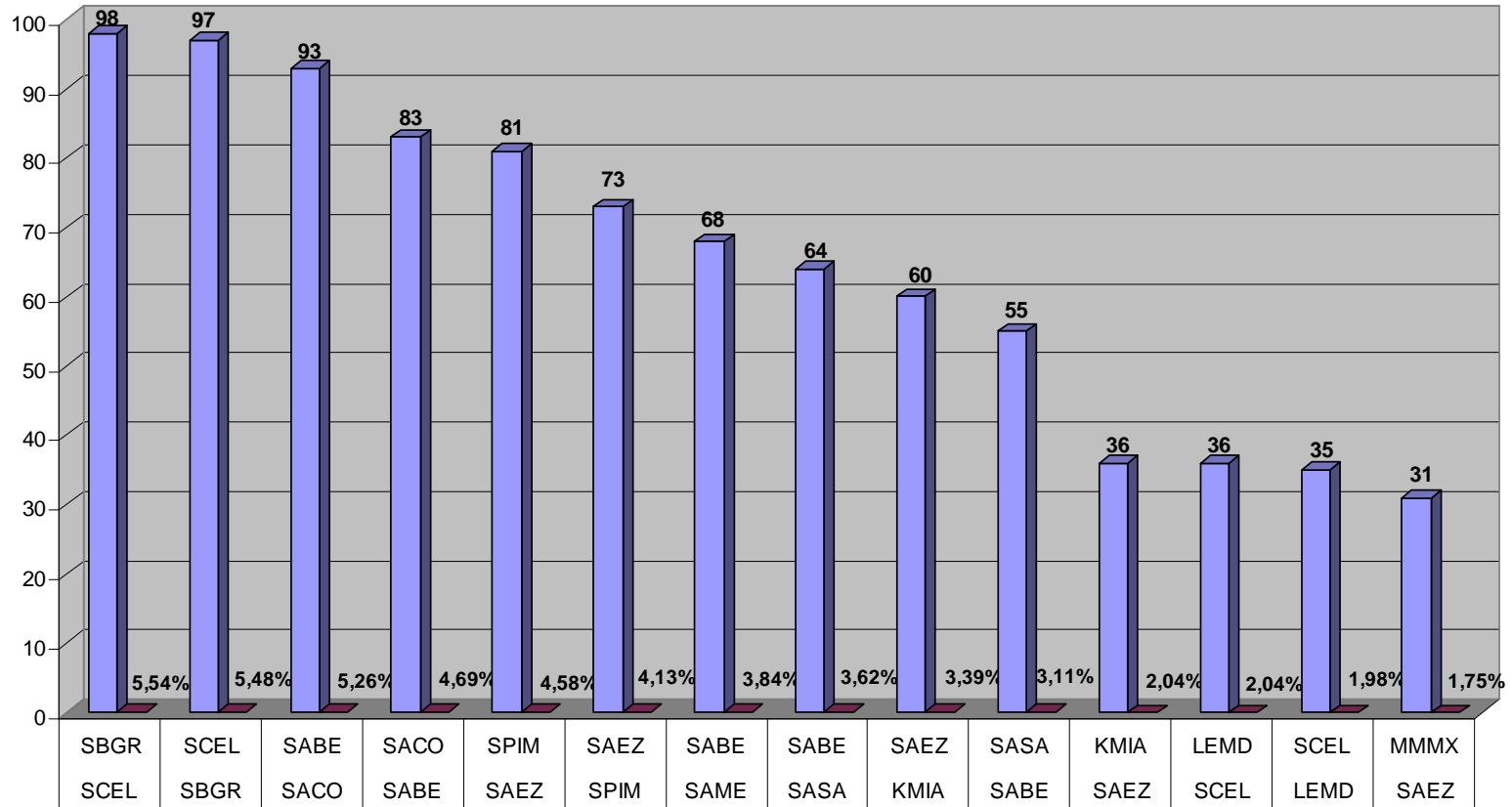
# ARGENTINA

- ADJ3 /ATT3- B3 -

**FIR COMODORO RIVADAVIA - Pares de Ciudades**  
**65% del tránsito de la muestra**

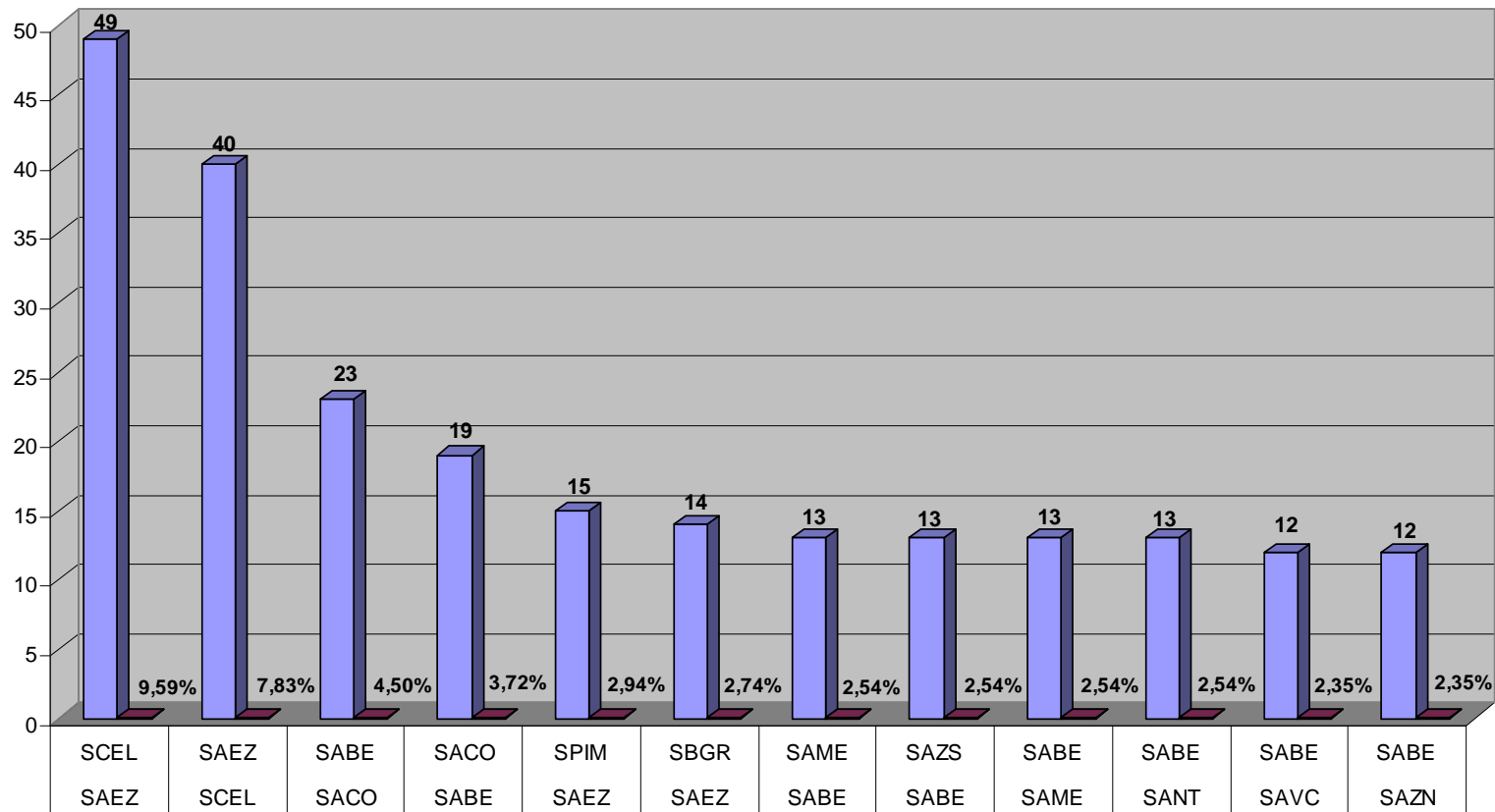


**FIR CORDOBA - Pares de Ciudades**  
**51% del tránsito de la muestra**

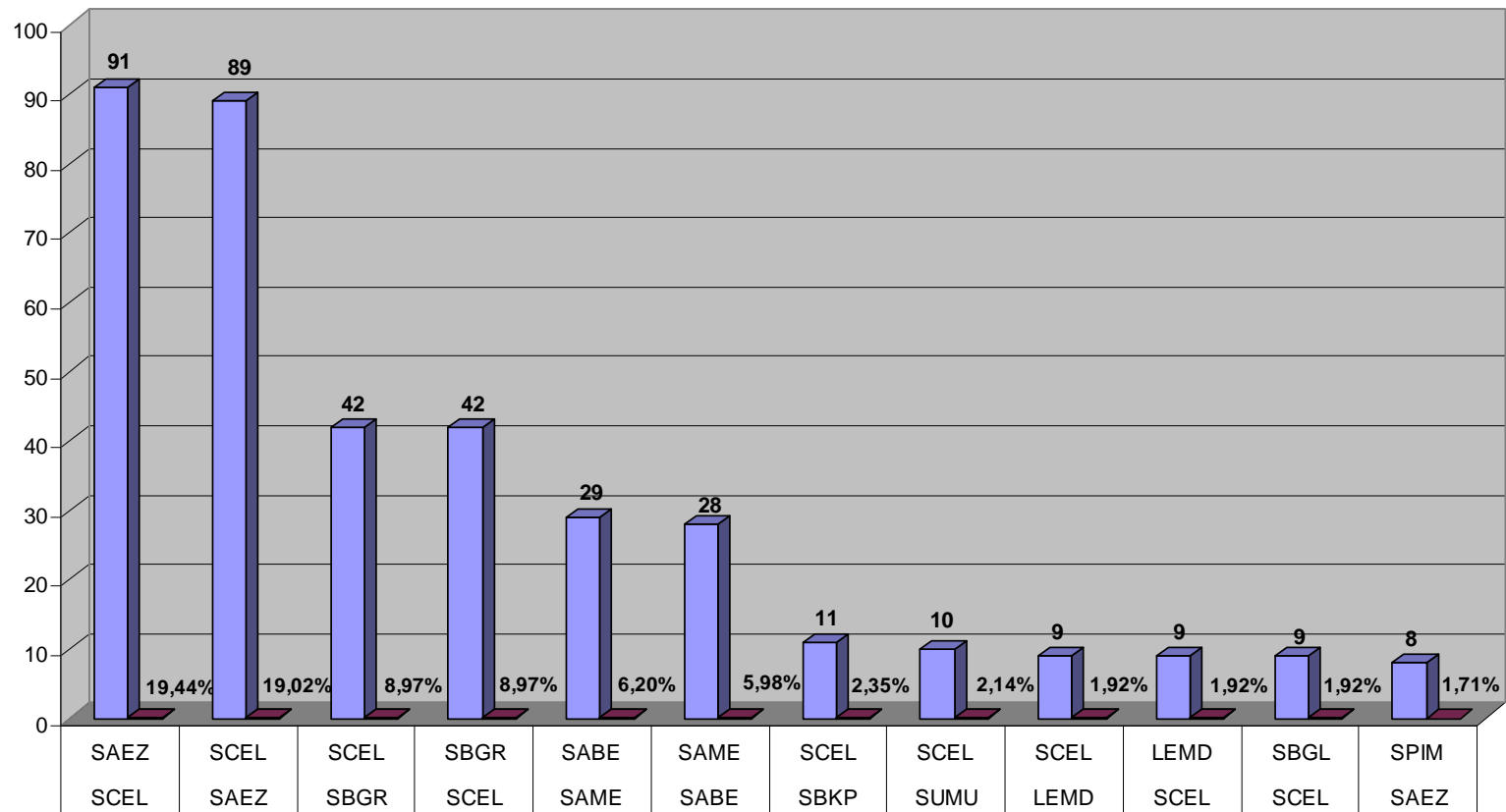


- ADJ3 /ATT3- B5 -

**FIR EZEIZA - Pares de Ciudades**  
**46% del tránsito de la muestra**

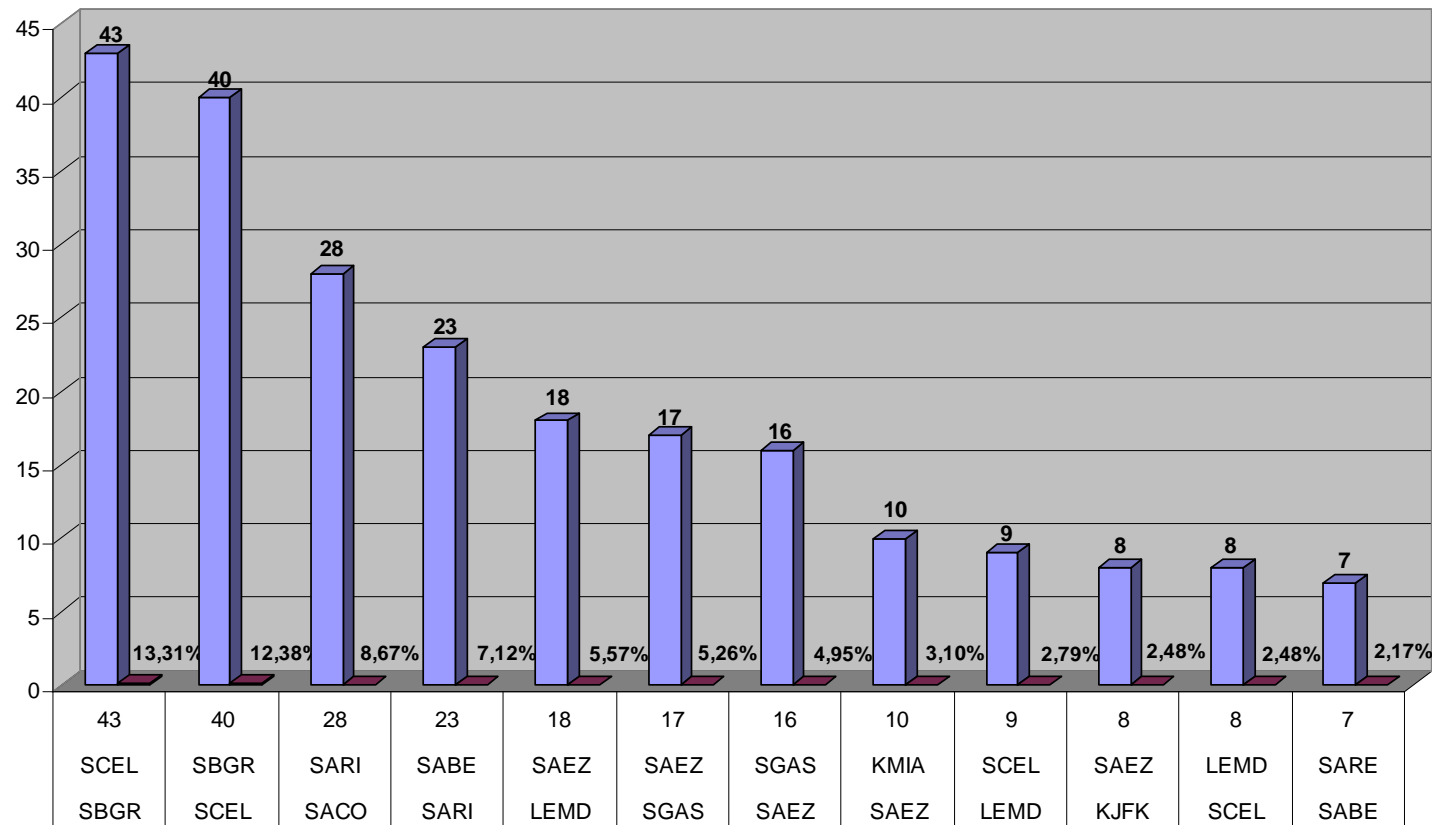


**FIR MENDOZA - Pares de Ciudades**  
**80% del tránsito de la muestra**



- ADJ3 /ATT3- B7 -

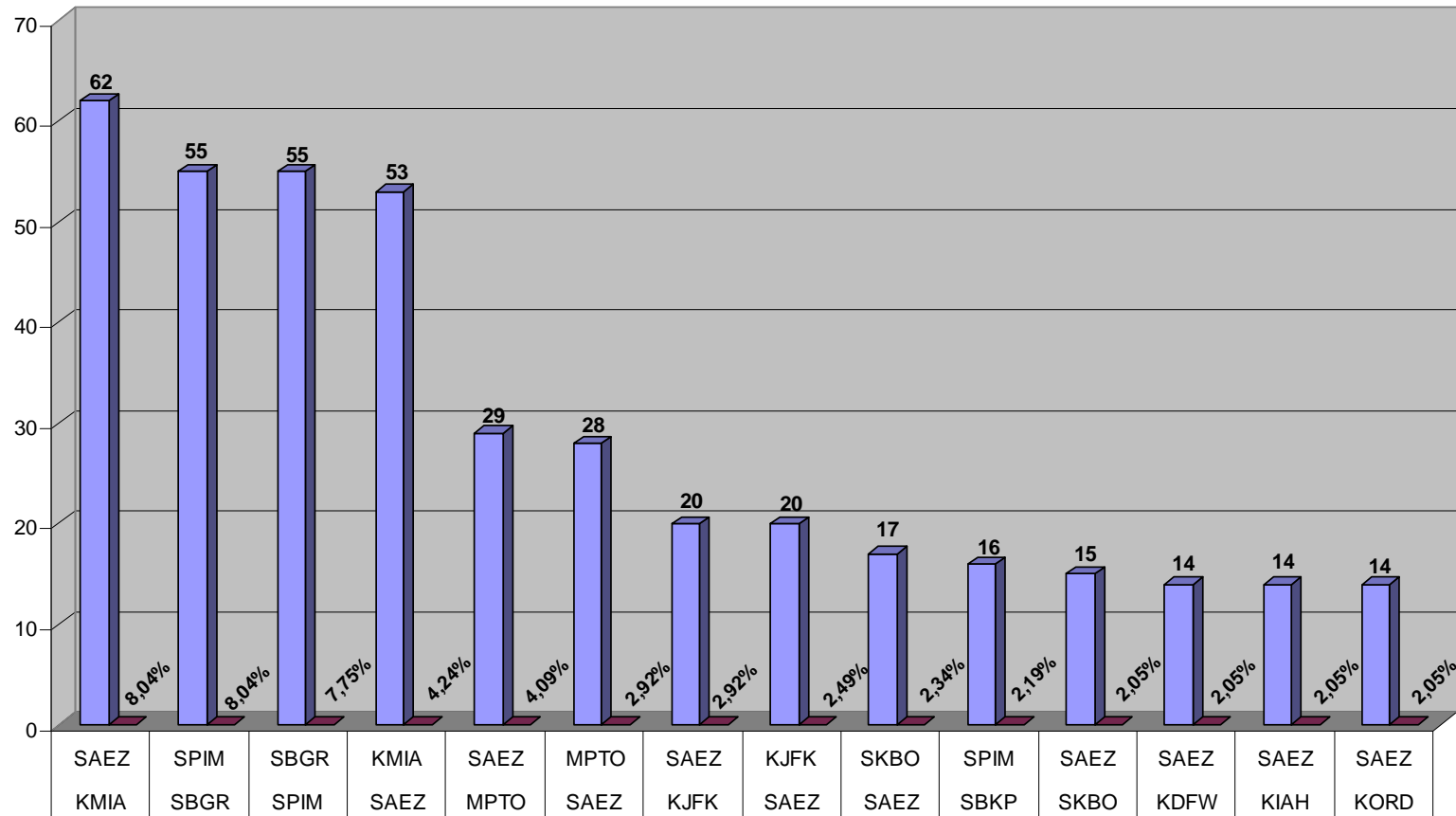
**FIR RESISTENCIA - Pares de Ciudades**  
**70% del tránsito de la muestra**



# BOLIVIA

- ADJ3 /ATT3- B9 -

**FIR LA PAZ - Pares de Ciudades**  
**60% del tránsito de la muestra**



SAM/IG/2NE-WP/04

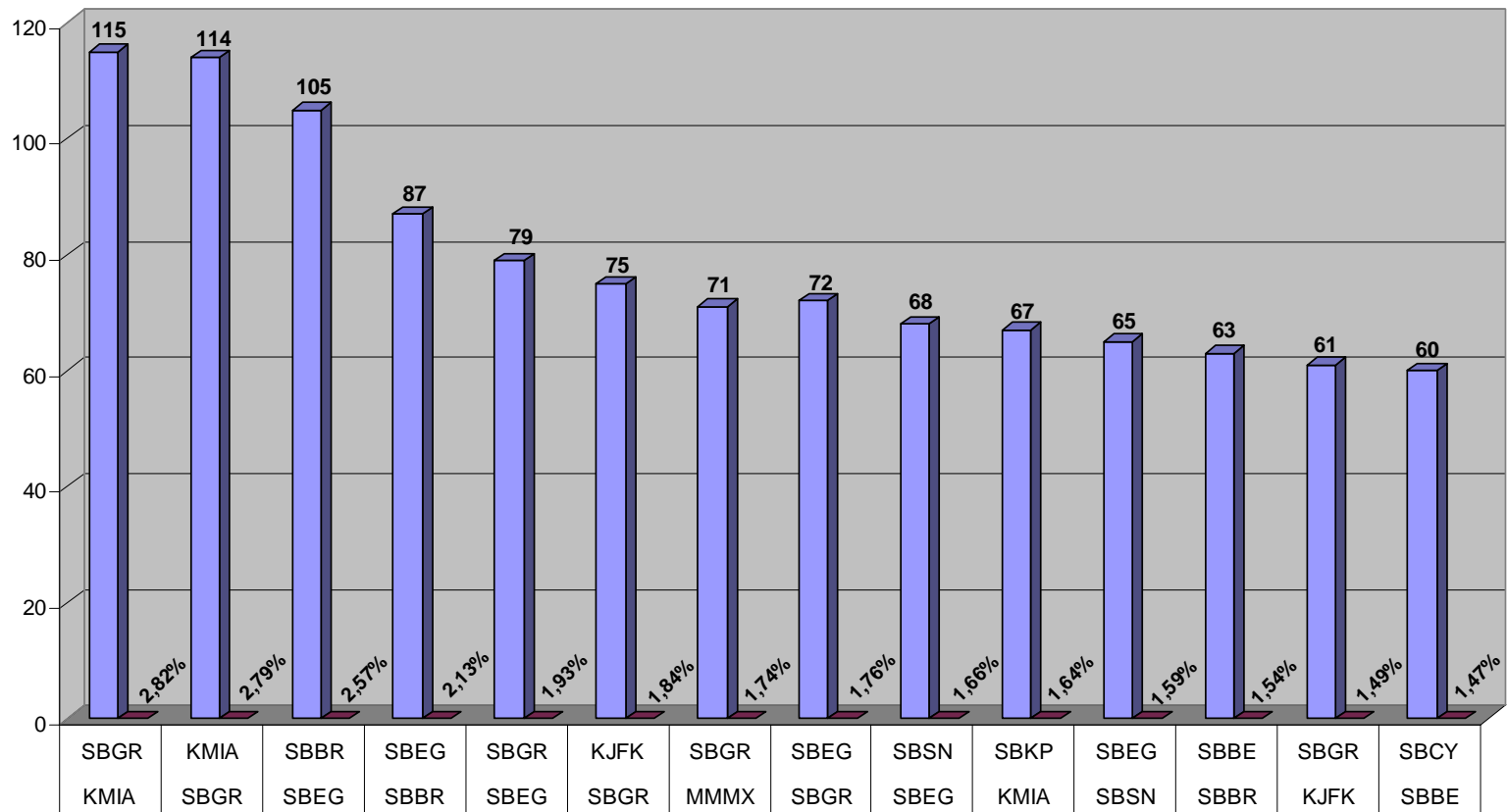
Adjunto 3 al Apéndice B/Attachment 3 to Appendix B

- ADJ3 /ATT3- B10 -

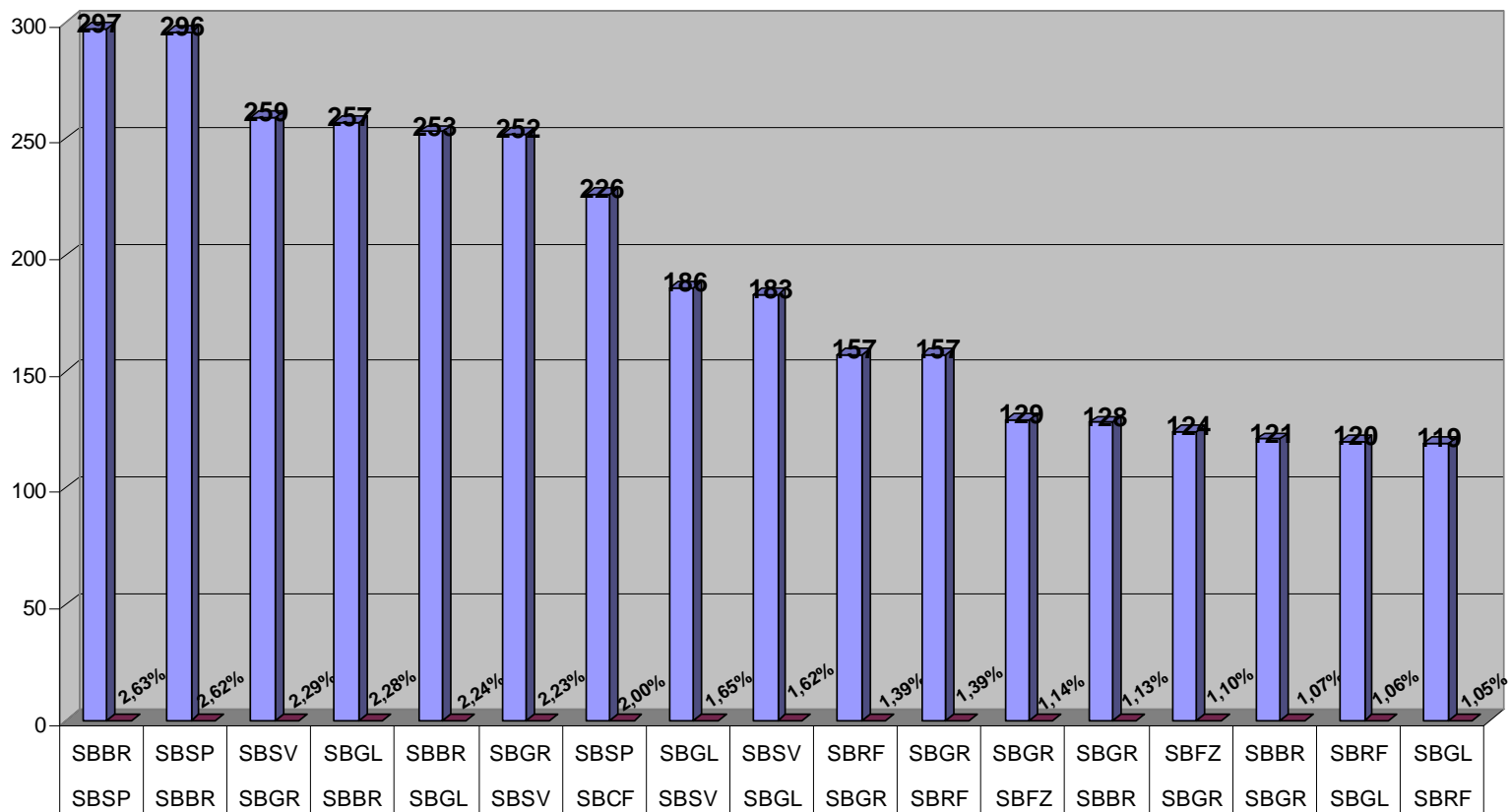
**BRAZIL**

- ADJ3 /ATT3- B11 -

**FIR AMAZONICA - Pares de Ciudades**  
**27% del tránsito de la muestra**

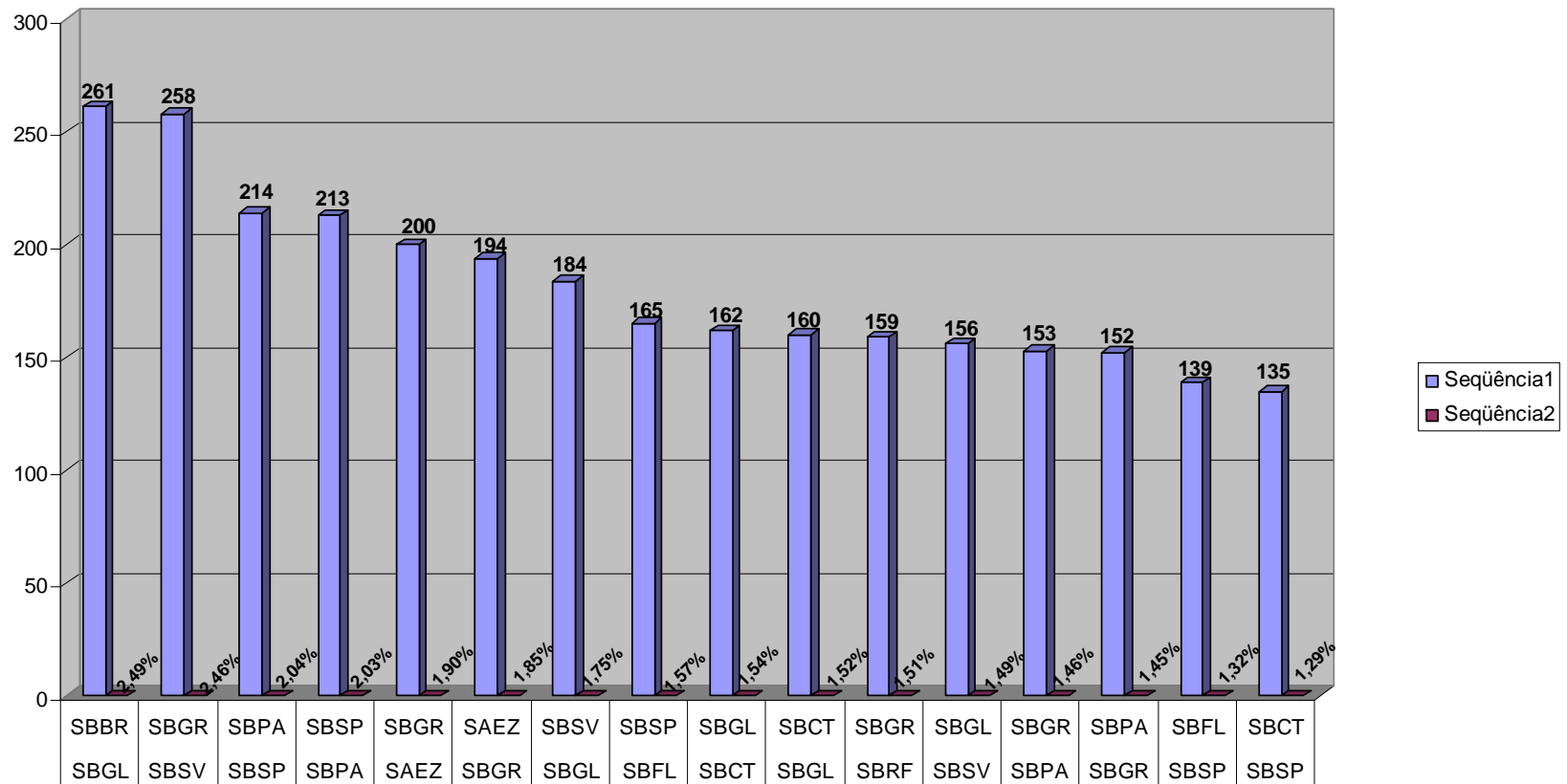


**FIR BRASÍLIA - Pares de Ciudades**  
**28% del tránsito de la muestra**

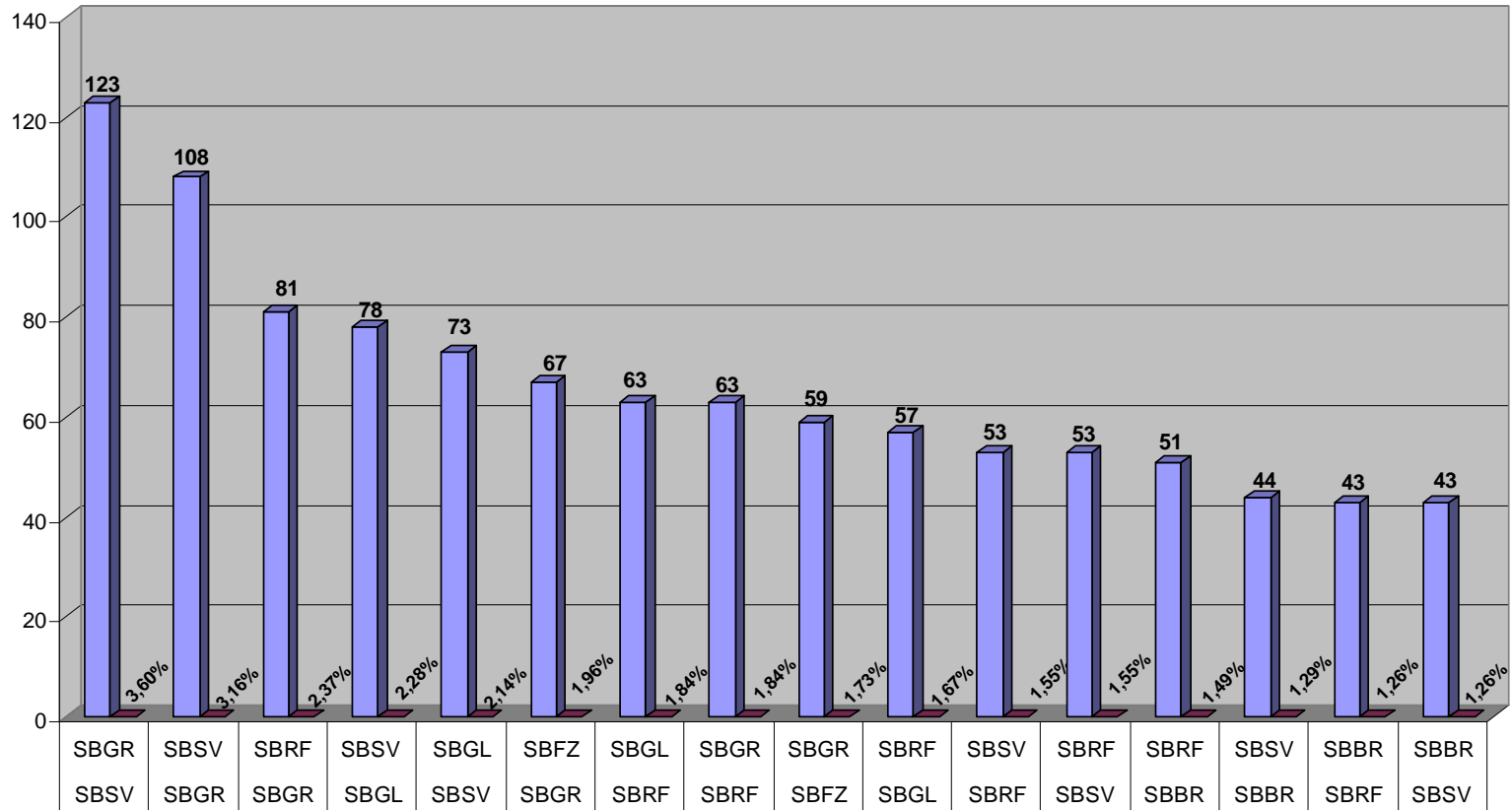


- ADJ3 /ATT3- B13 -

**FIR CURITIBA - PARES DE CIUDADES**  
**28% del tránsito de la muestra**

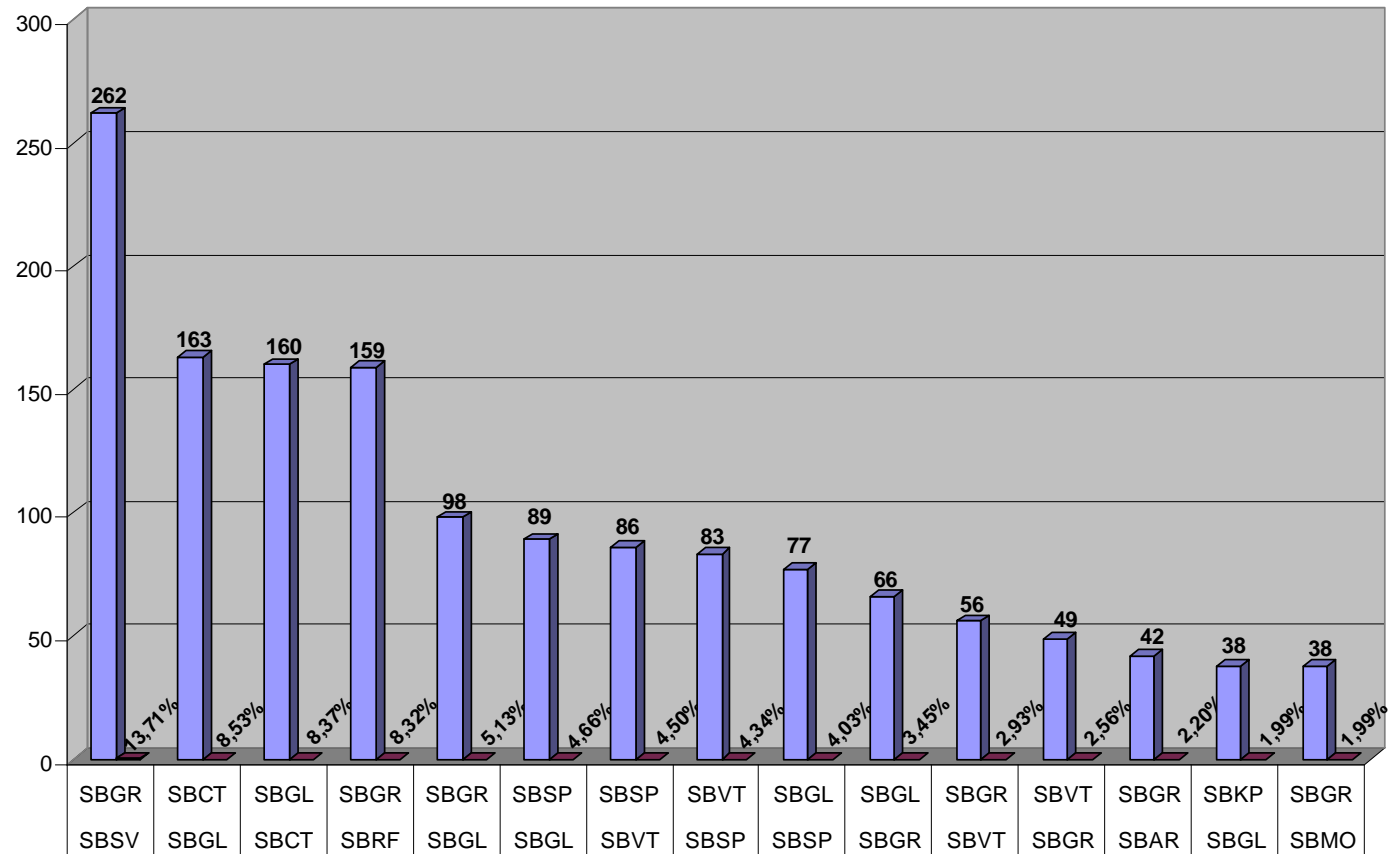


**FIR RECIFE - Pares de Ciudades**  
**31% del tránsito de la muestra**



- ADJ3 /ATT3- B15 -

**TMA SÃO PAULO - Pares de Ciudades**  
**76% del tránsito de la muestra**



SAM/IG/2NE-WP/04

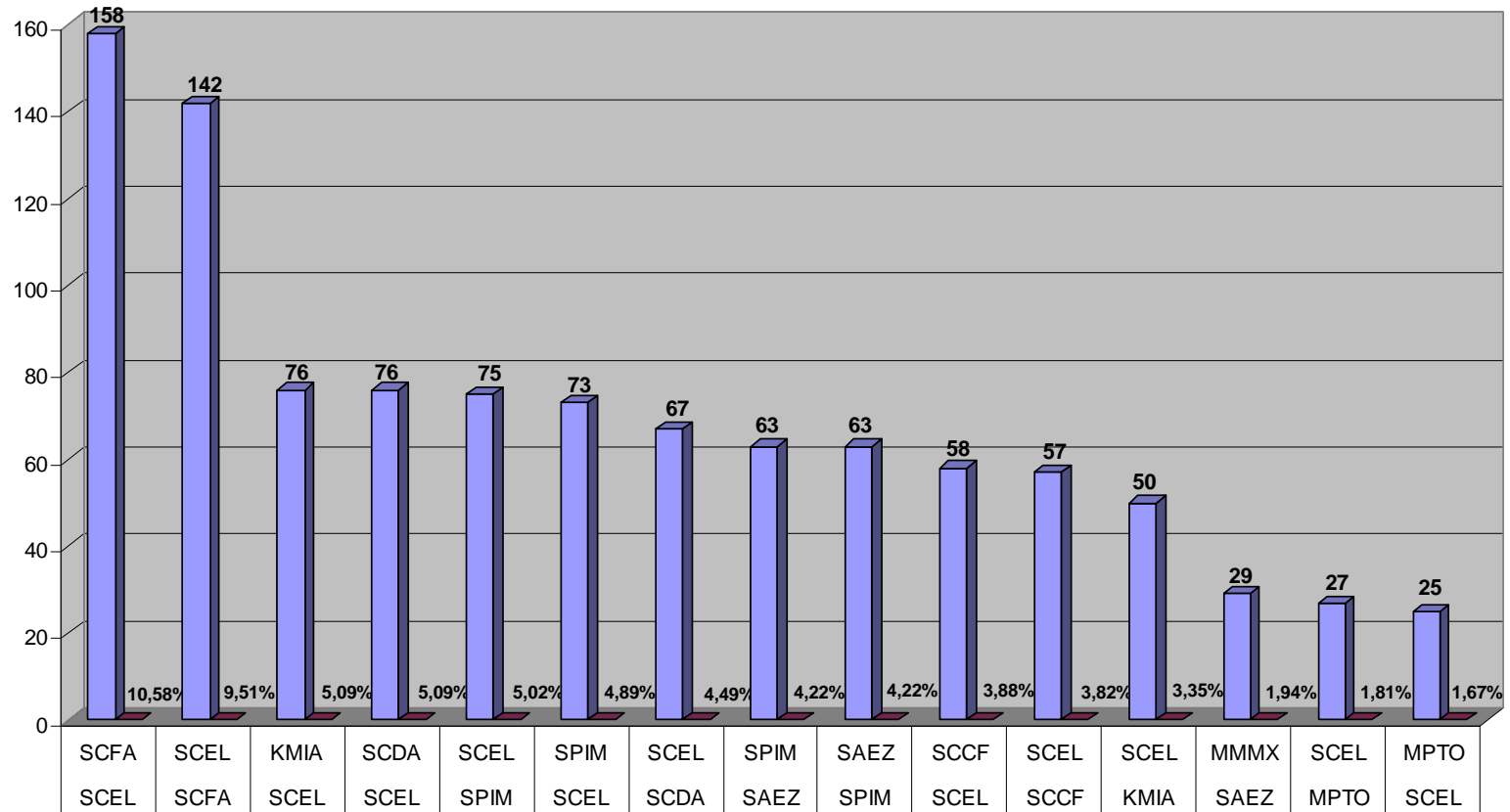
Adjunto 3 al Apéndice B/Attachment 3 to Appendix B

- ADJ3 /ATT3- B16 -

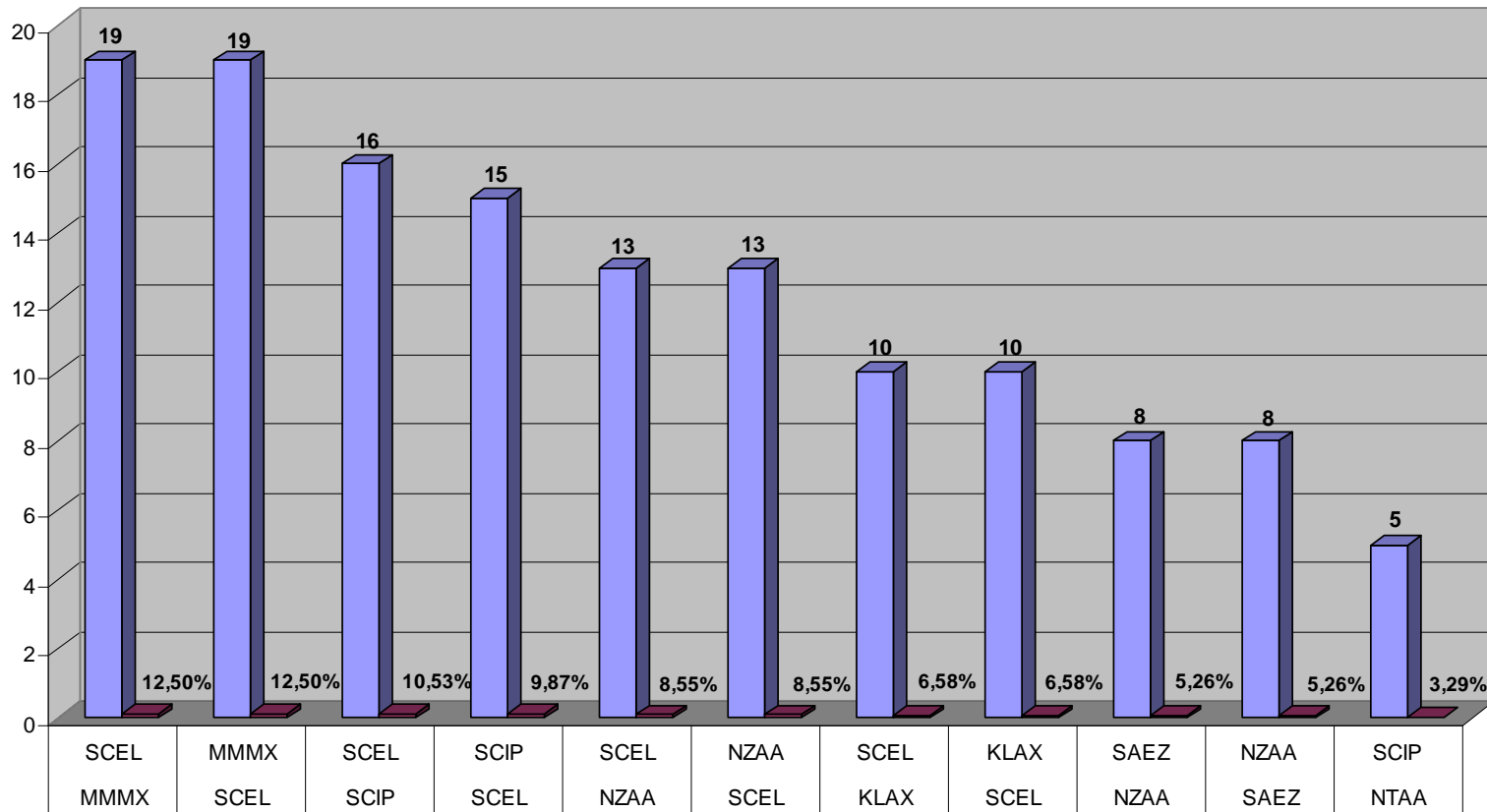
**CHILE**

- ADJ3 /ATT3- B17 -

**FIR ANTOFOGASTA - Pares de Ciudades**  
**70% del tránsito de la muestra**

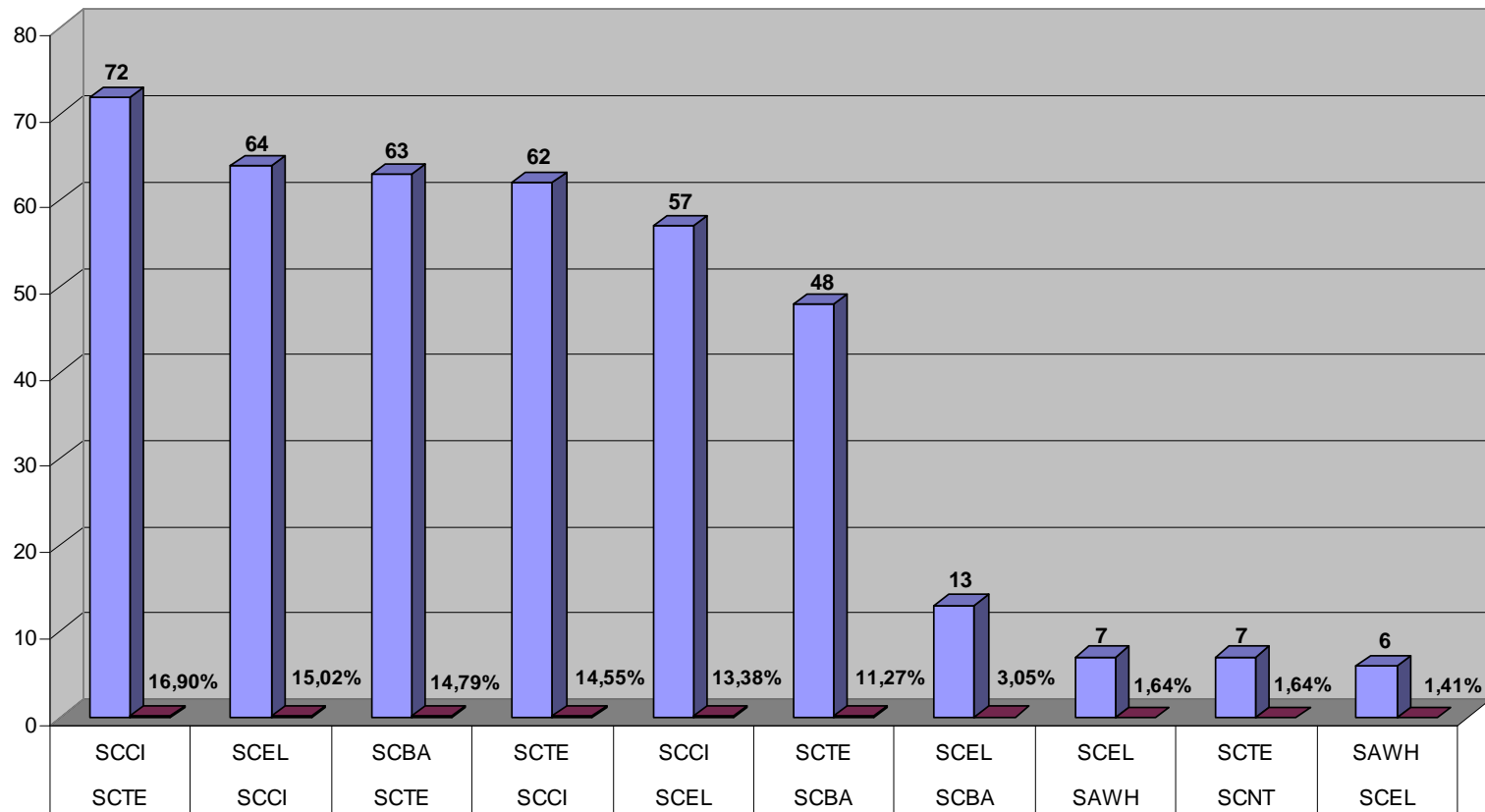


**FIR PASCUA - PARES DE CIUDADES**  
**89% del tránsito de la muestra**

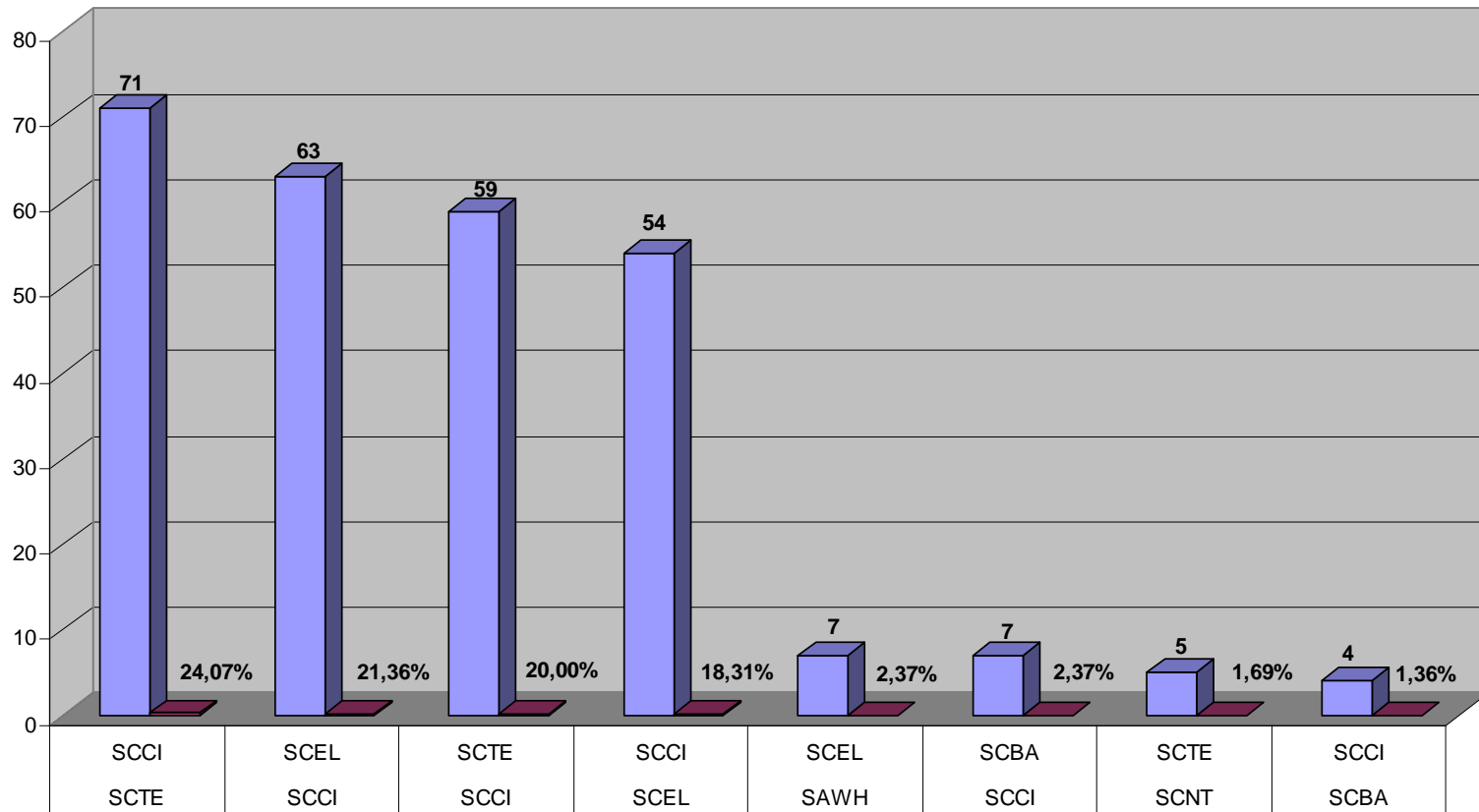


- ADJ3 /ATT3- B19 -

**FIR PUERTO MONTT - PARES DE CIUDADES**  
**94% del tránsito de la muestra**

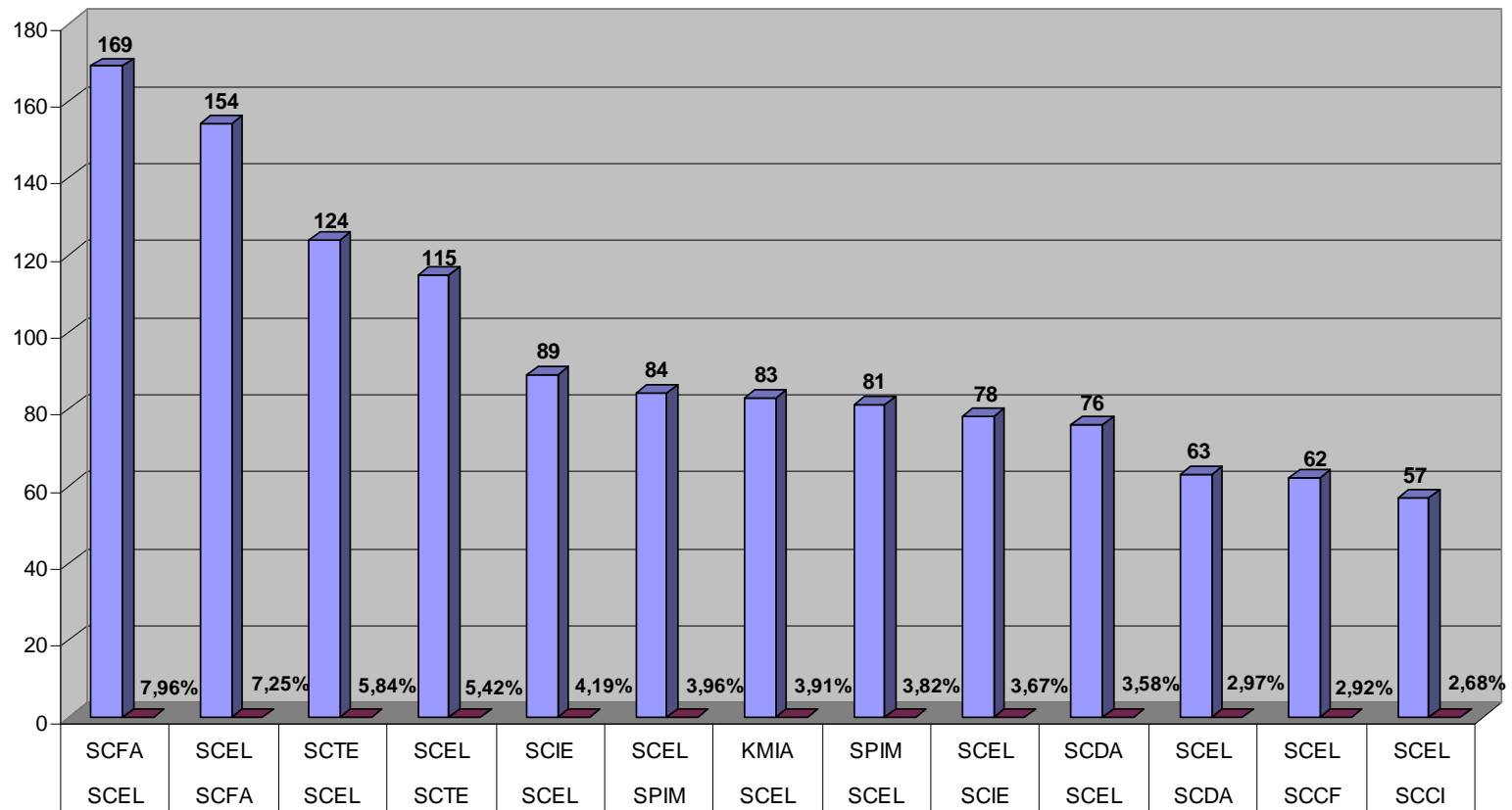


**FIR PUNTA ARENAS - PARES DE CIUDADES**  
**92% del tránsito de la muestra**



- ADJ3 /ATT3- B21 -

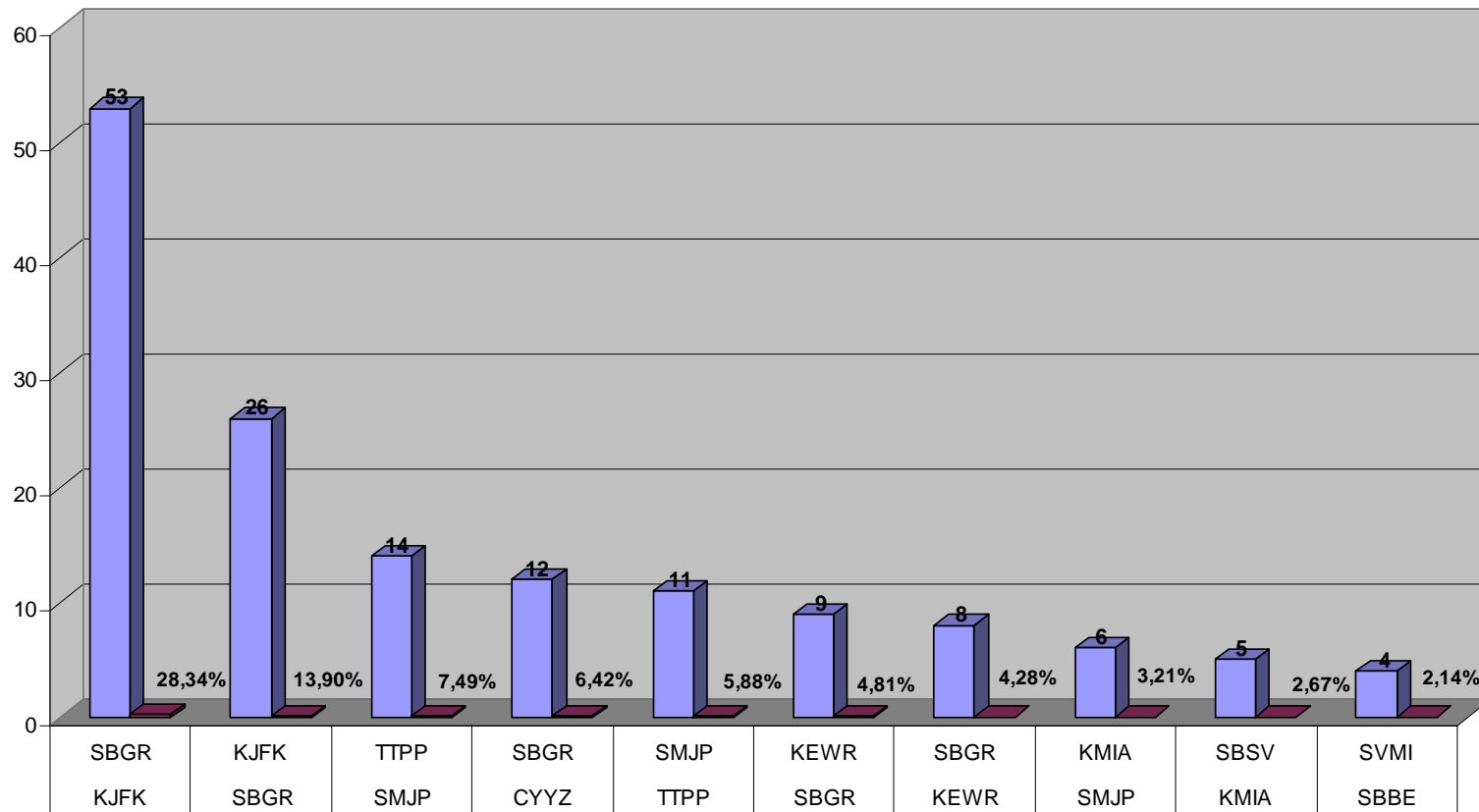
**FIR SANTIAGO - PARES DE CIUDADES**  
**58% del tránsito de la muestra**



GUYANA

- ADJ3 /ATT3- B23 -

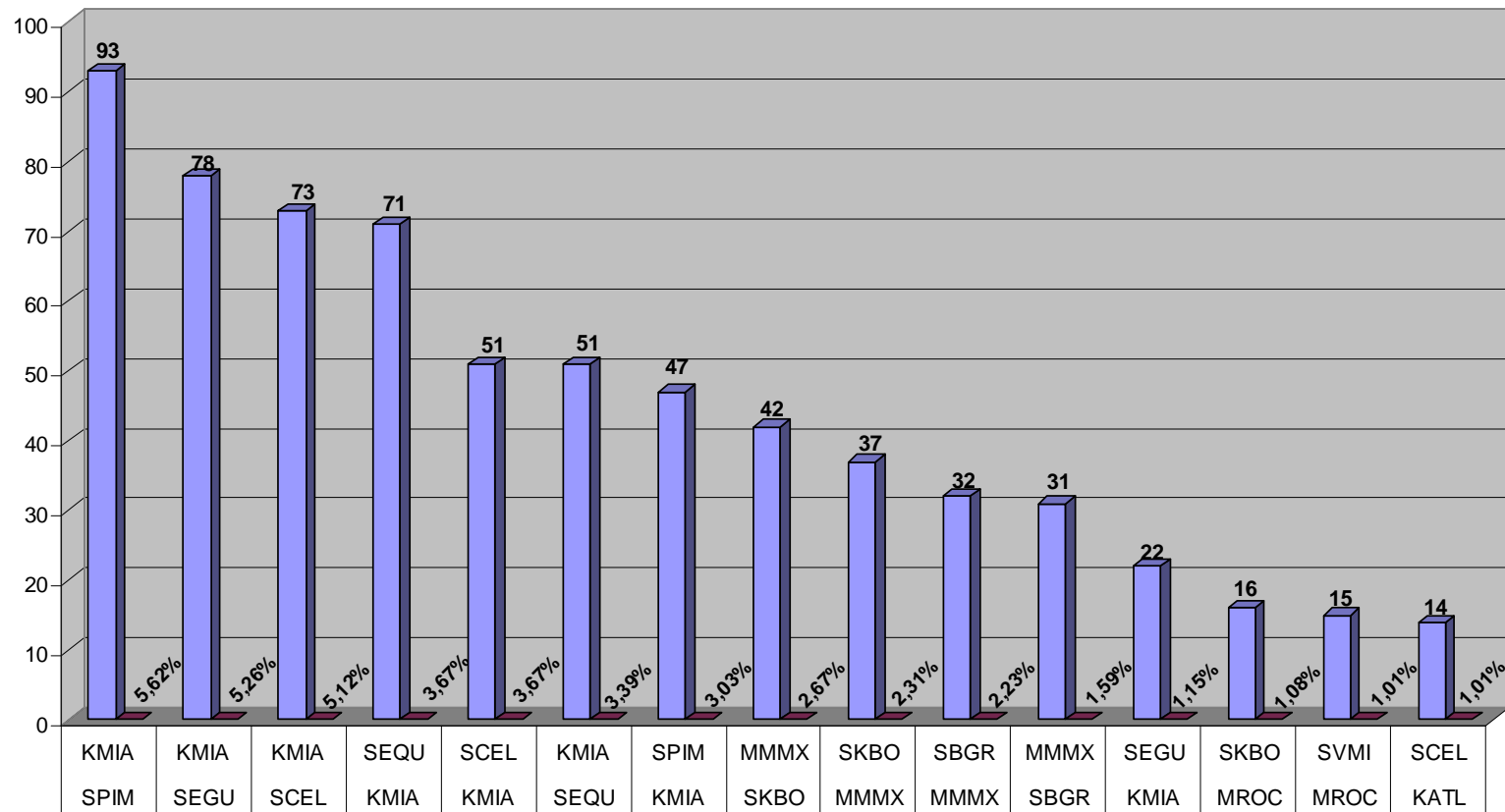
**FIR GEORGETOWN - PARES DE CIUDADES**  
**79% del tránsito de la muestra**



# PANAMA

- ADJ3 /ATT3- B25 -

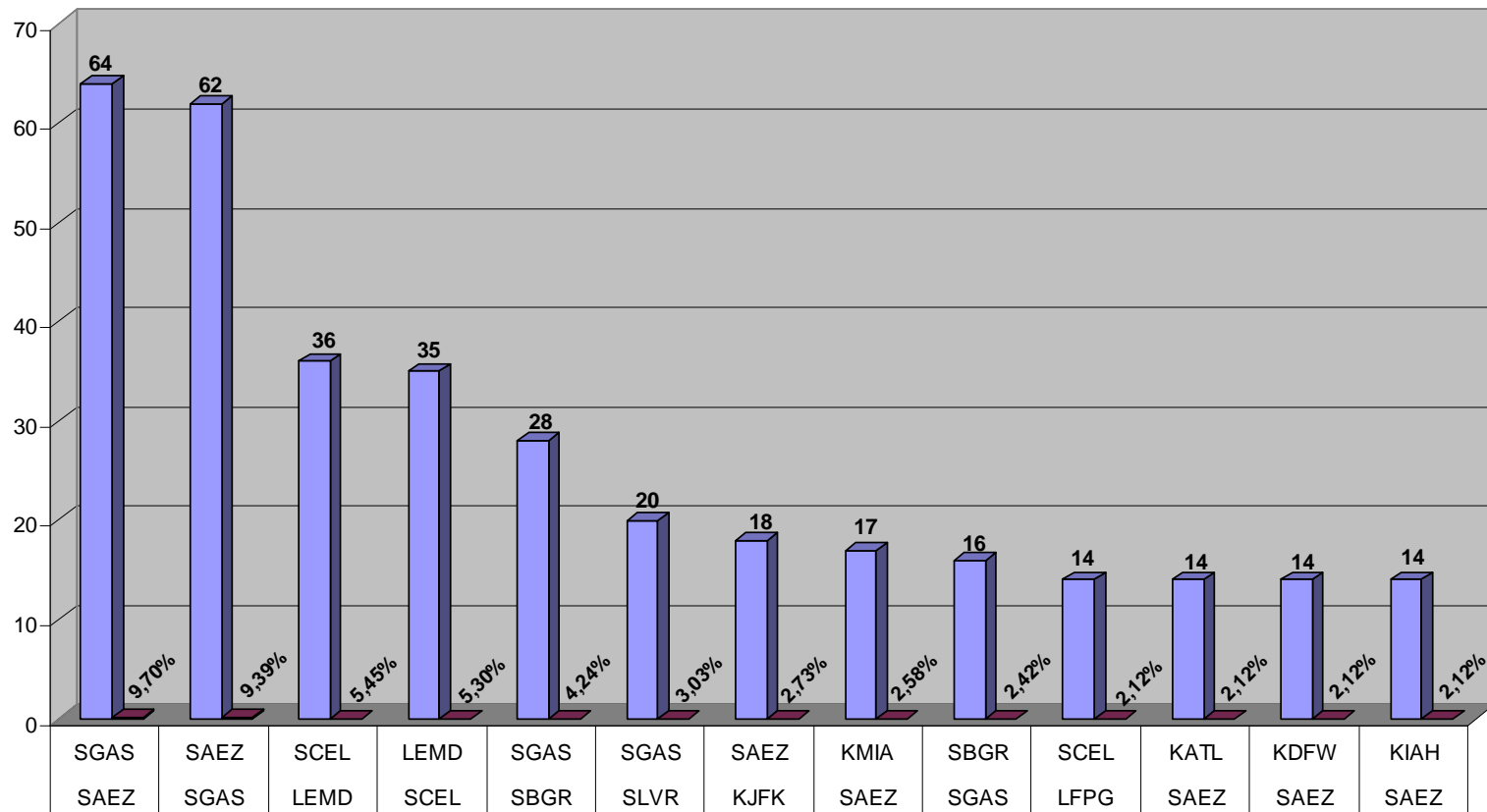
**FIR PANAMA - PARES DE CIUDADES**  
**48% del tránsito de la muestra**



# PARAGUAY

- ADJ3 /ATT3- B27 -

**FIR ASUNCIÓN - PARES DE CIUDADES**  
**53% del tránsito de la muestra**



SAM/IG/2NE-WP/04

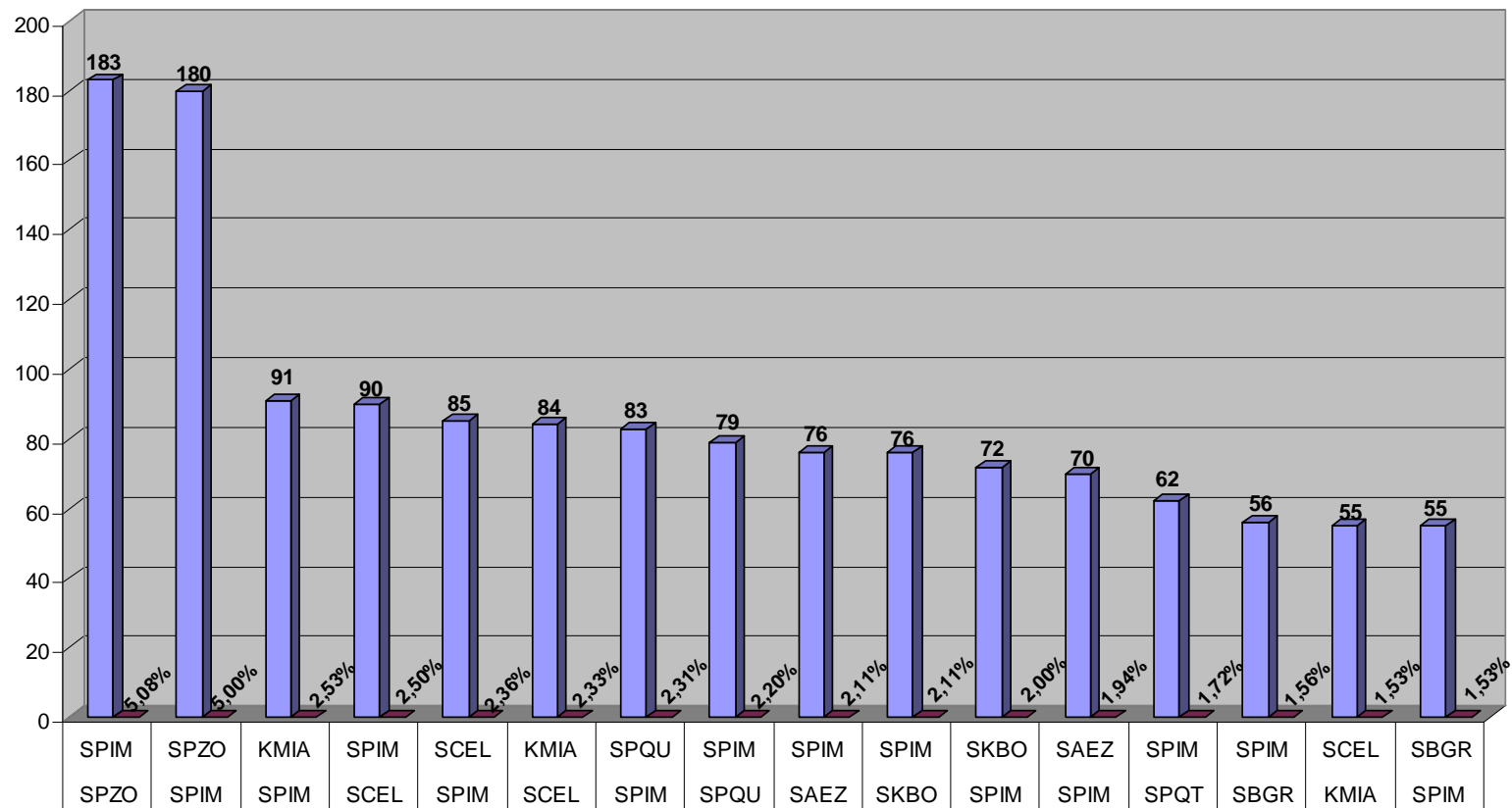
Adjunto 3 al Apéndice B/Attachment 3 to Appendix B

- ADJ3 /ATT3- B28 -

PERU

- ADJ3 /ATT3- B29 -

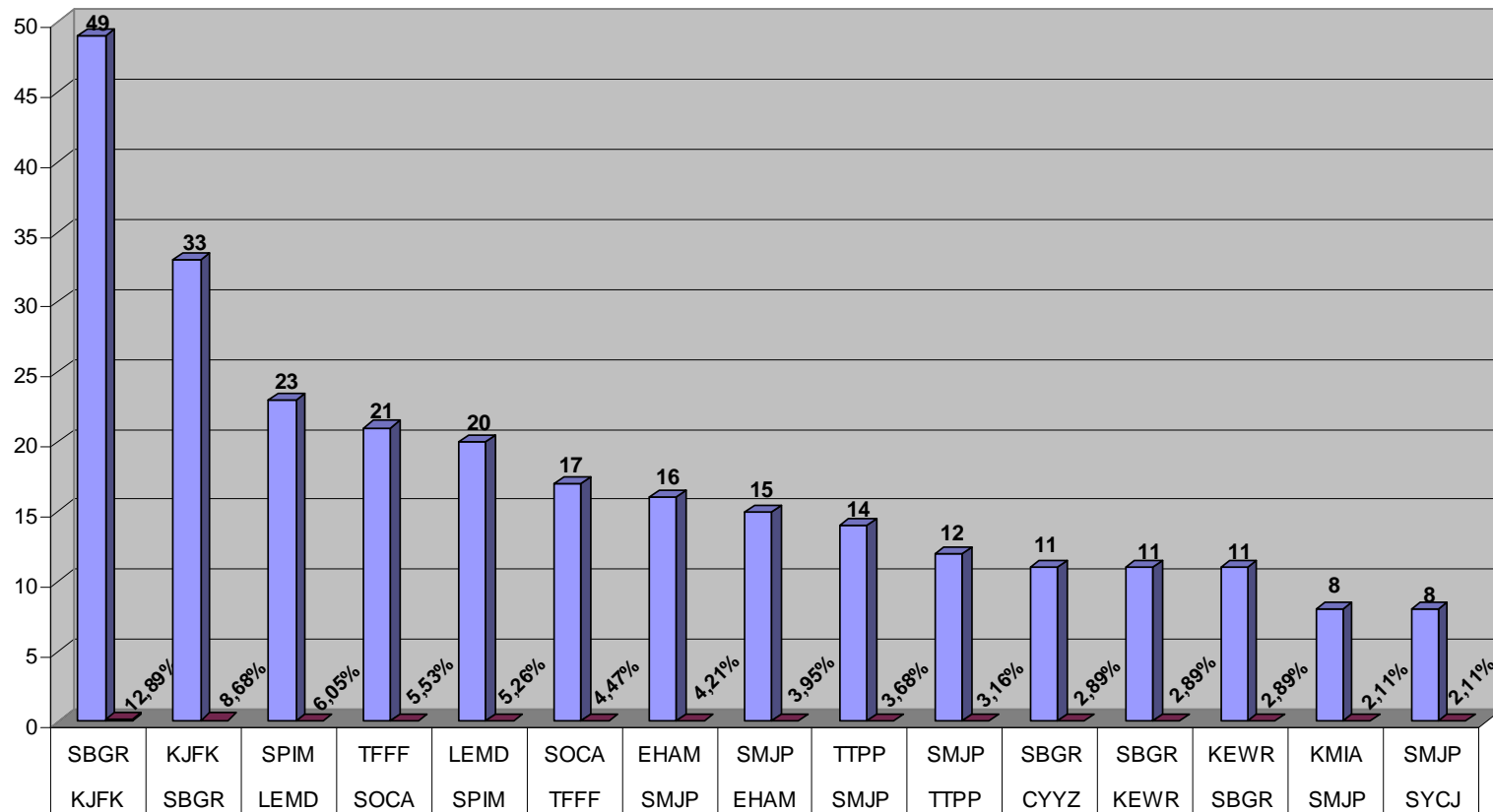
**FIR LIMA - PARES DE CIUDADES**  
**39% del tránsito de la muestra**



# SURINAME

- ADJ3 /ATT3- B31 -

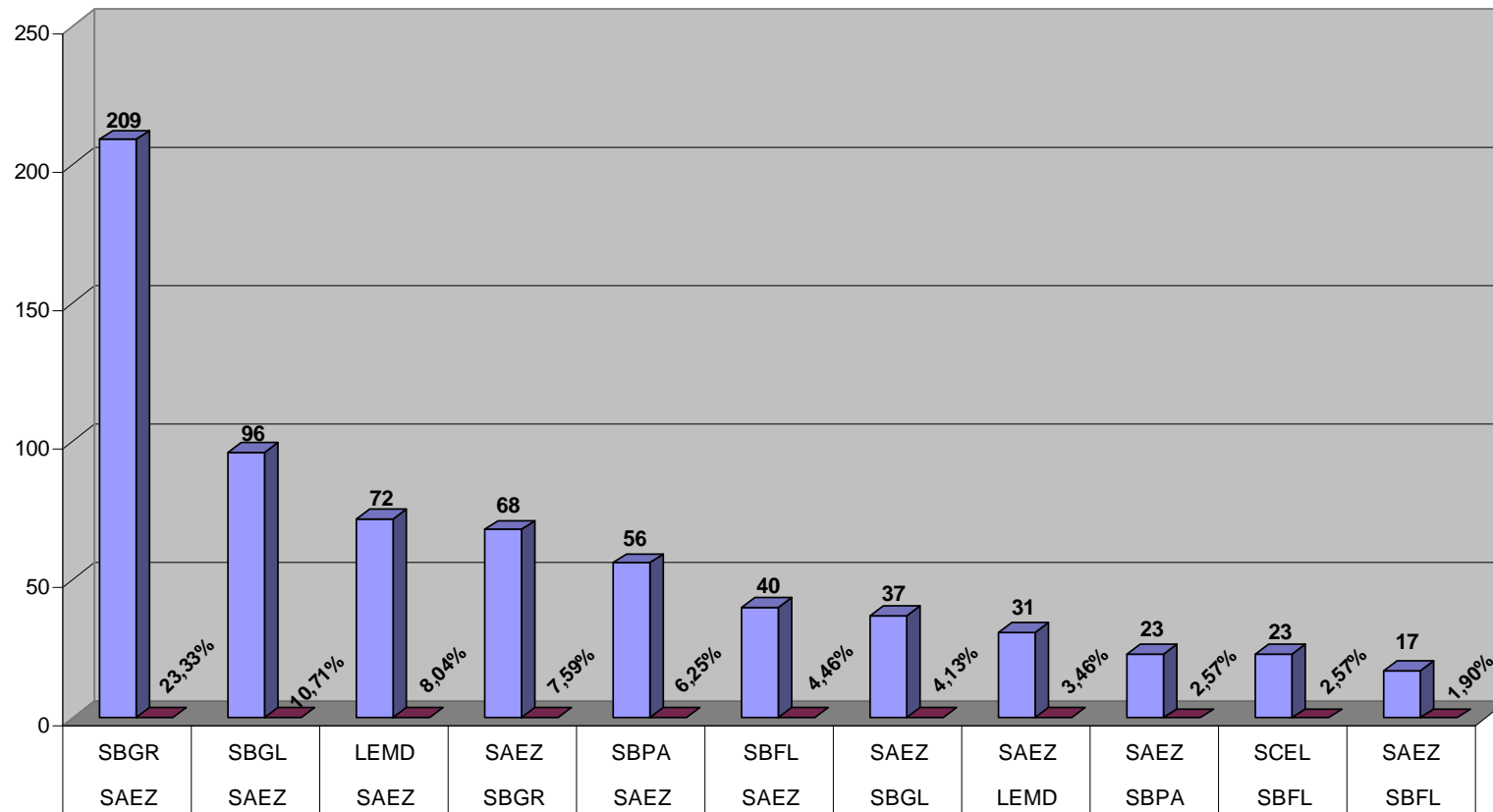
**FIR PARAMARIBO - PARES DE CIUDADES**  
**71% del tránsito de la muestra**



# URUGUAY

- ADJ3 /ATT3- B33 -

**FIR MONTEVIDEO - PARES DE CIUDADES**  
**75% del tránsito de la muestra**



**ADJUNTO 4 AL APENDICE B / ATTACHMENT 4 TO APPENDIX B**

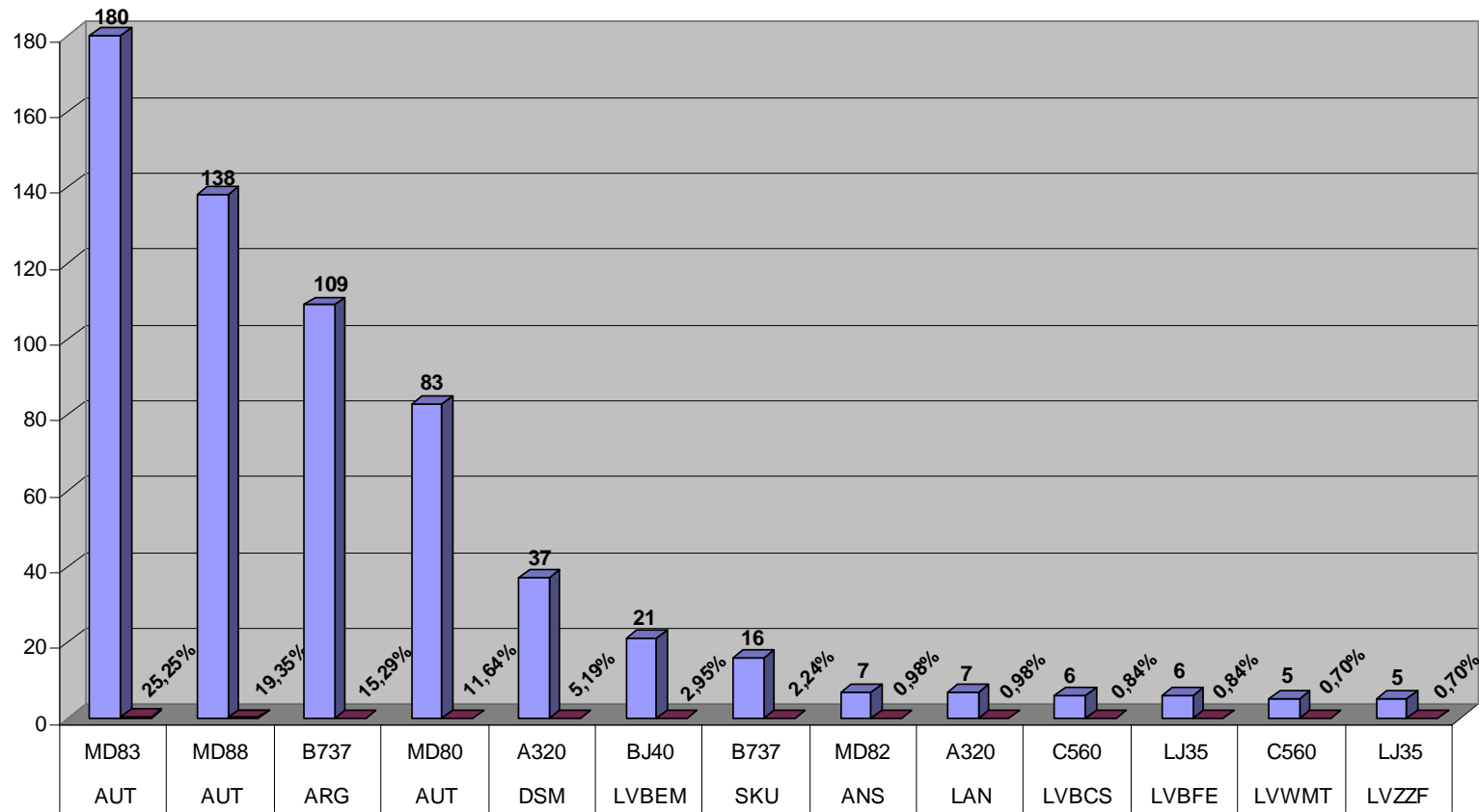
**Región SAM  
Aerolínea/Tipo/**

**SAM Region  
Airline/Type**

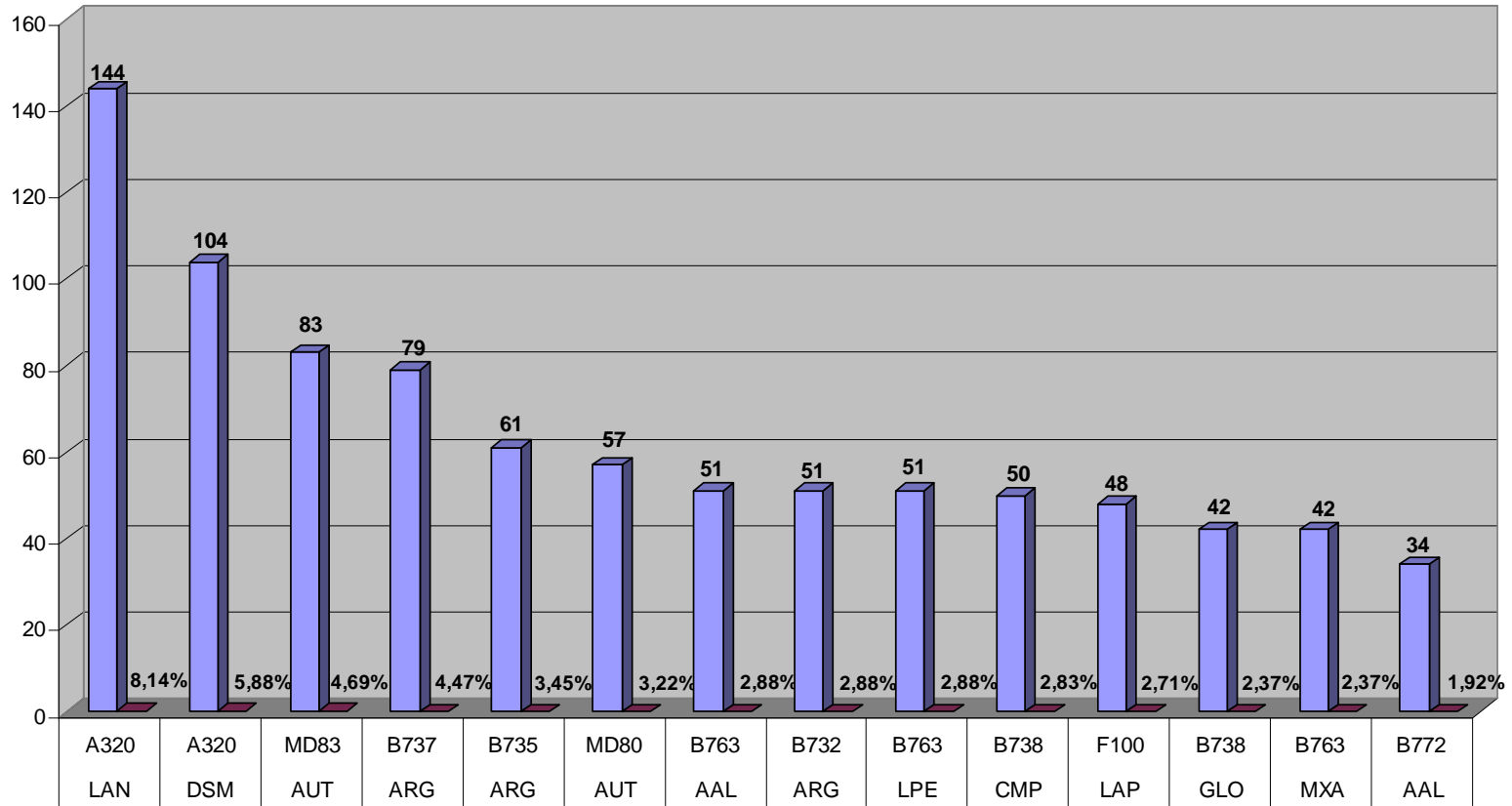
# ARGENTINA

- ADJ4 /ATT4 - B3 -

**FIR COMODORO RIVADAVIA - Aerolínea/Tipo**  
**87% del tránsito de la muestra**

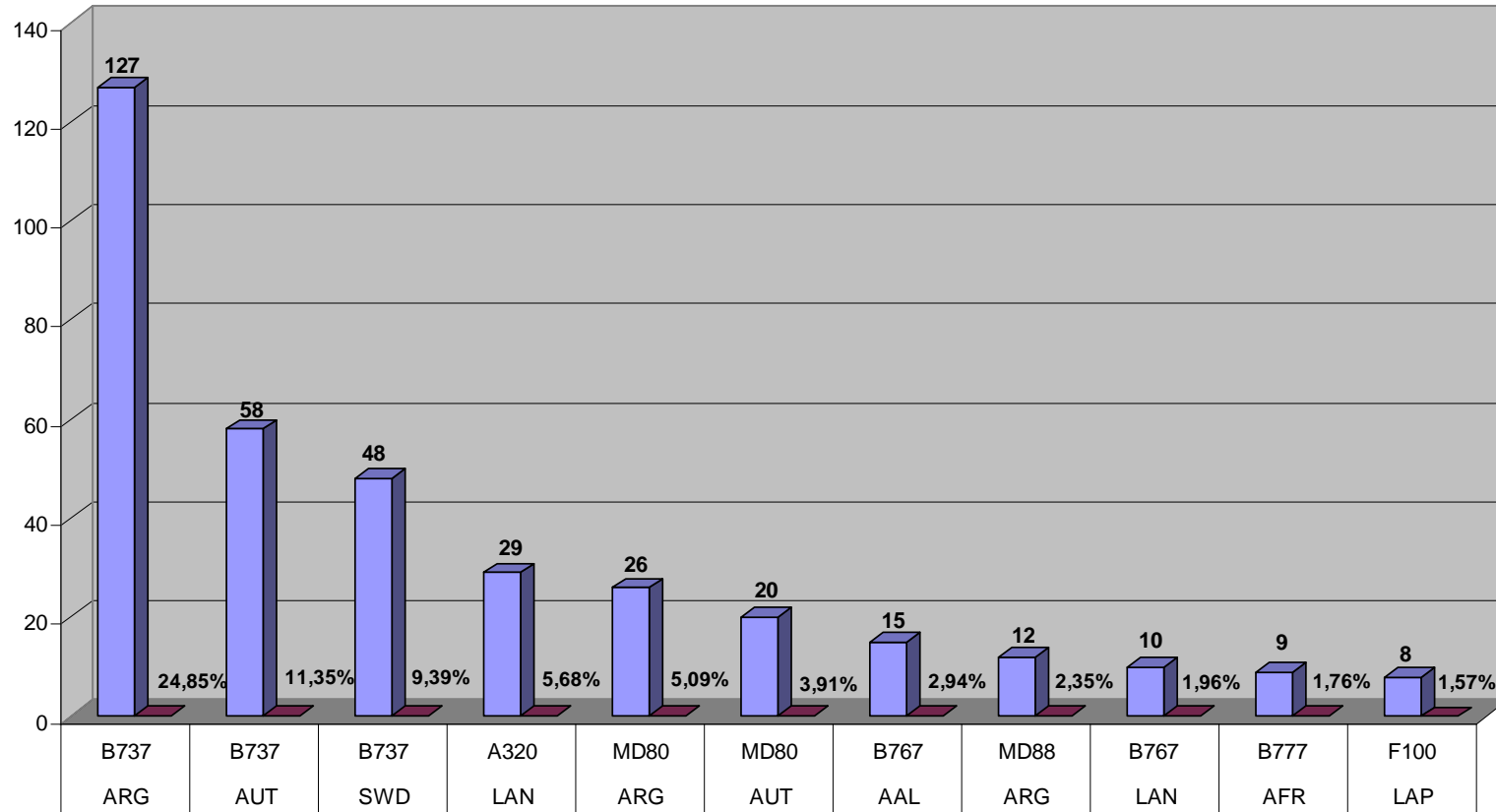


**FIR CORDOBA - Aerolínea/Tipo  
50% del tránsito de la muestra**

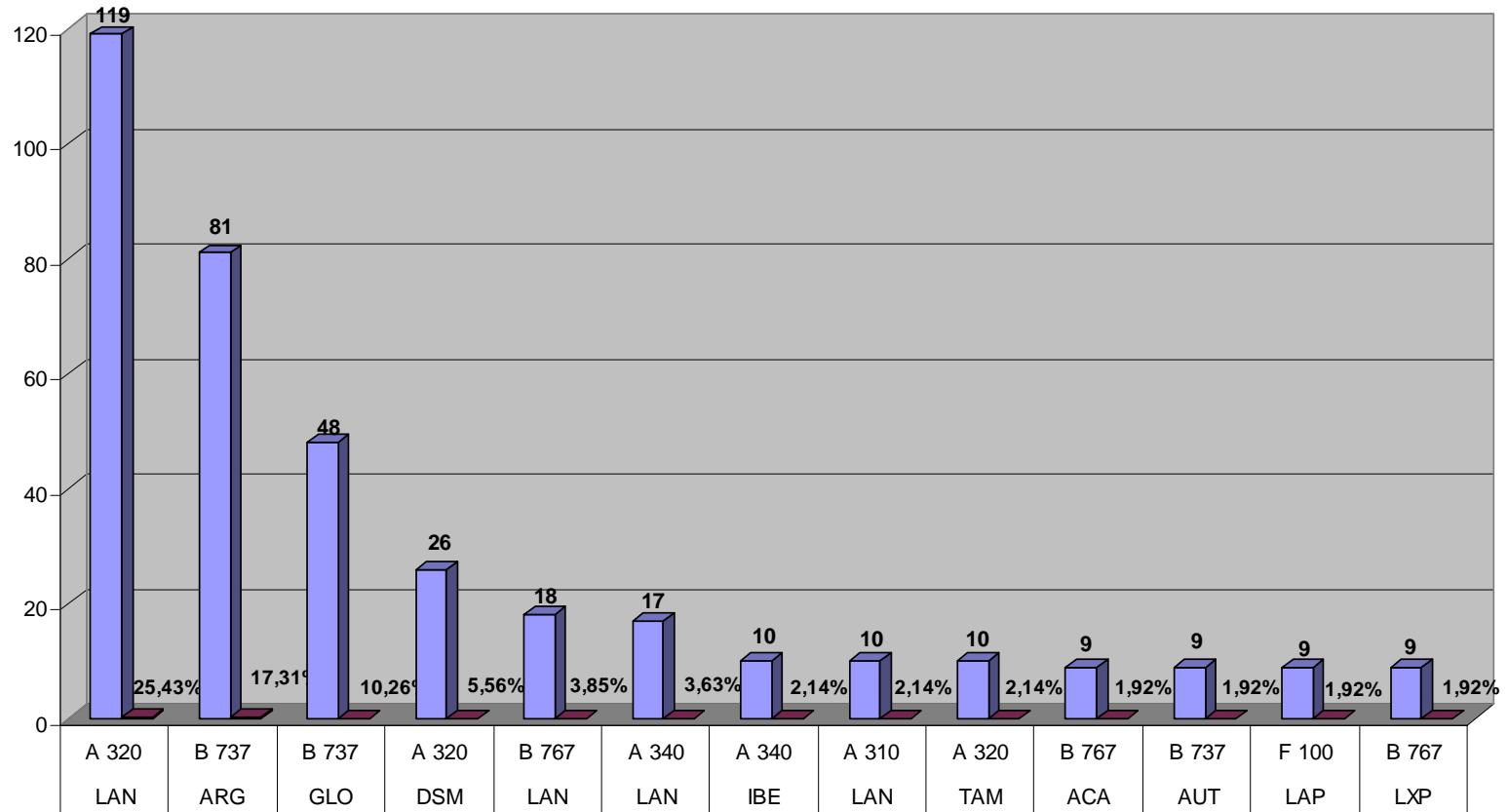


- ADJ4 /ATT4 - B5 -

**FIR EZEIZA - Aerolínea/Tipo**  
**71% del tránsito de la muestra**

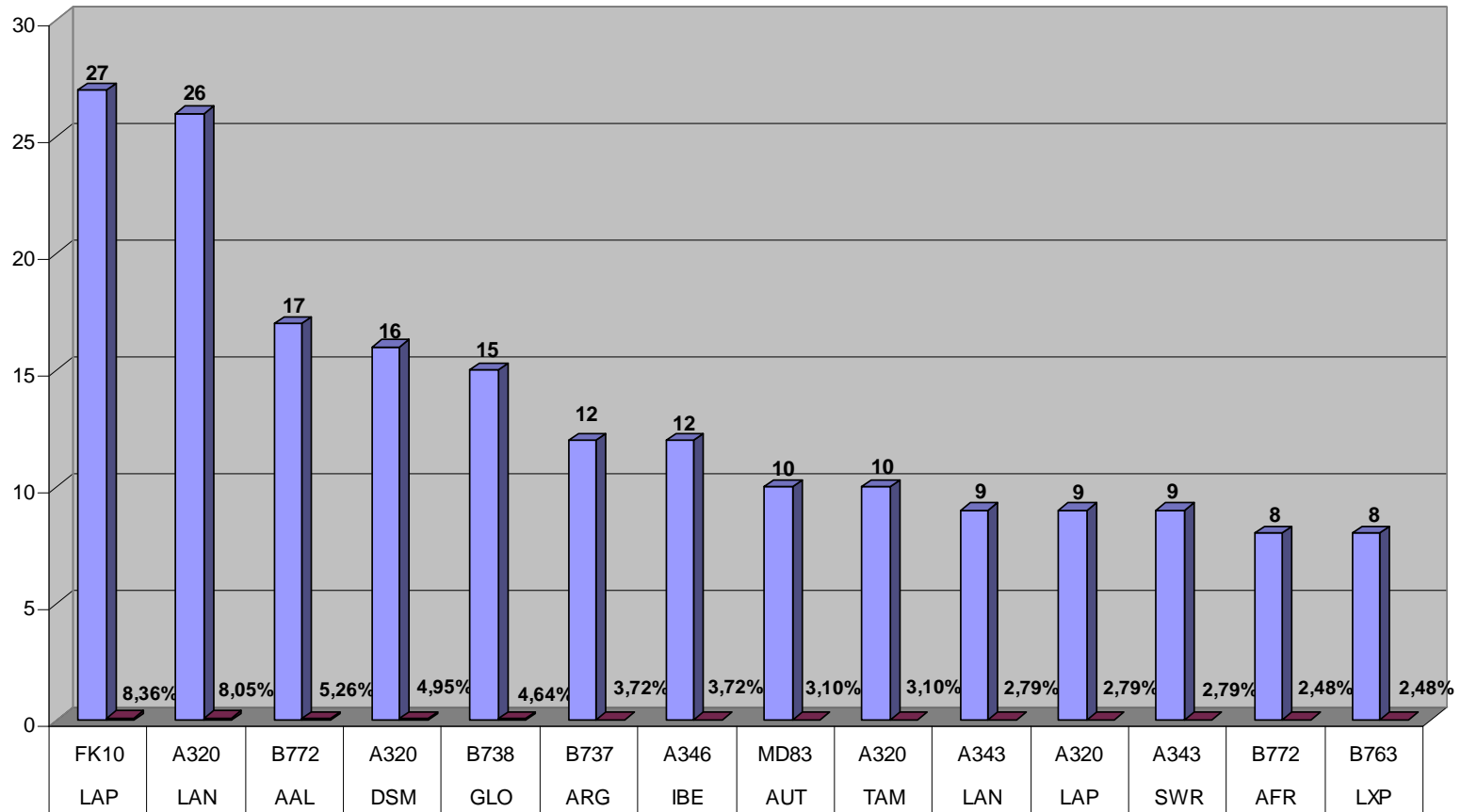


**FIR MENDOZA - Aerolínea/Tipo**  
**80% del tránsito de la muestra**



- ADJ4 /ATT4 - B7 -

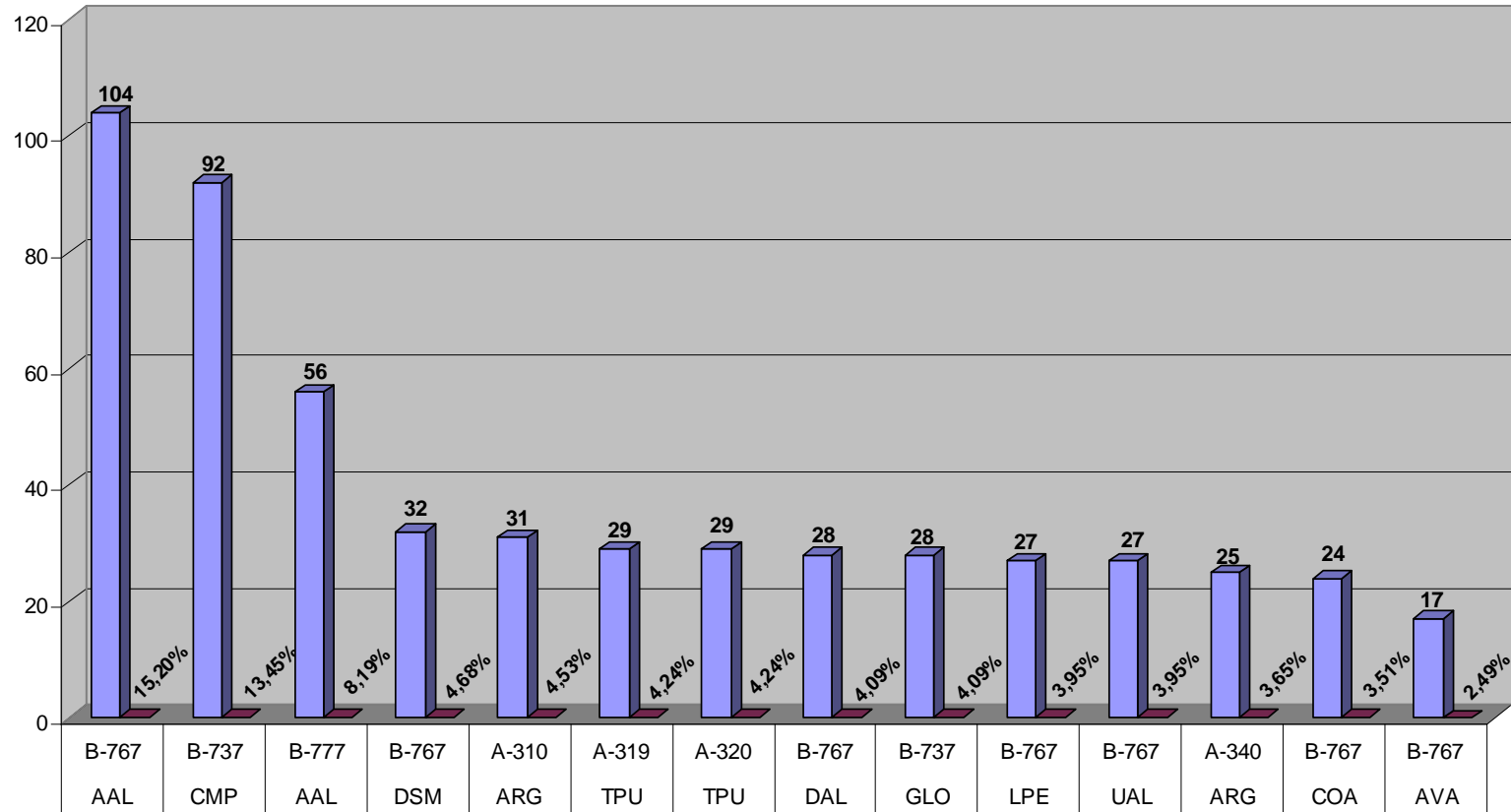
**FIR RESISTENCIA - Aerolínea/Tipo**  
**58% del tránsito de la muestra**



# BOLIVIA

- ADJ4 /ATT4 - B9 -

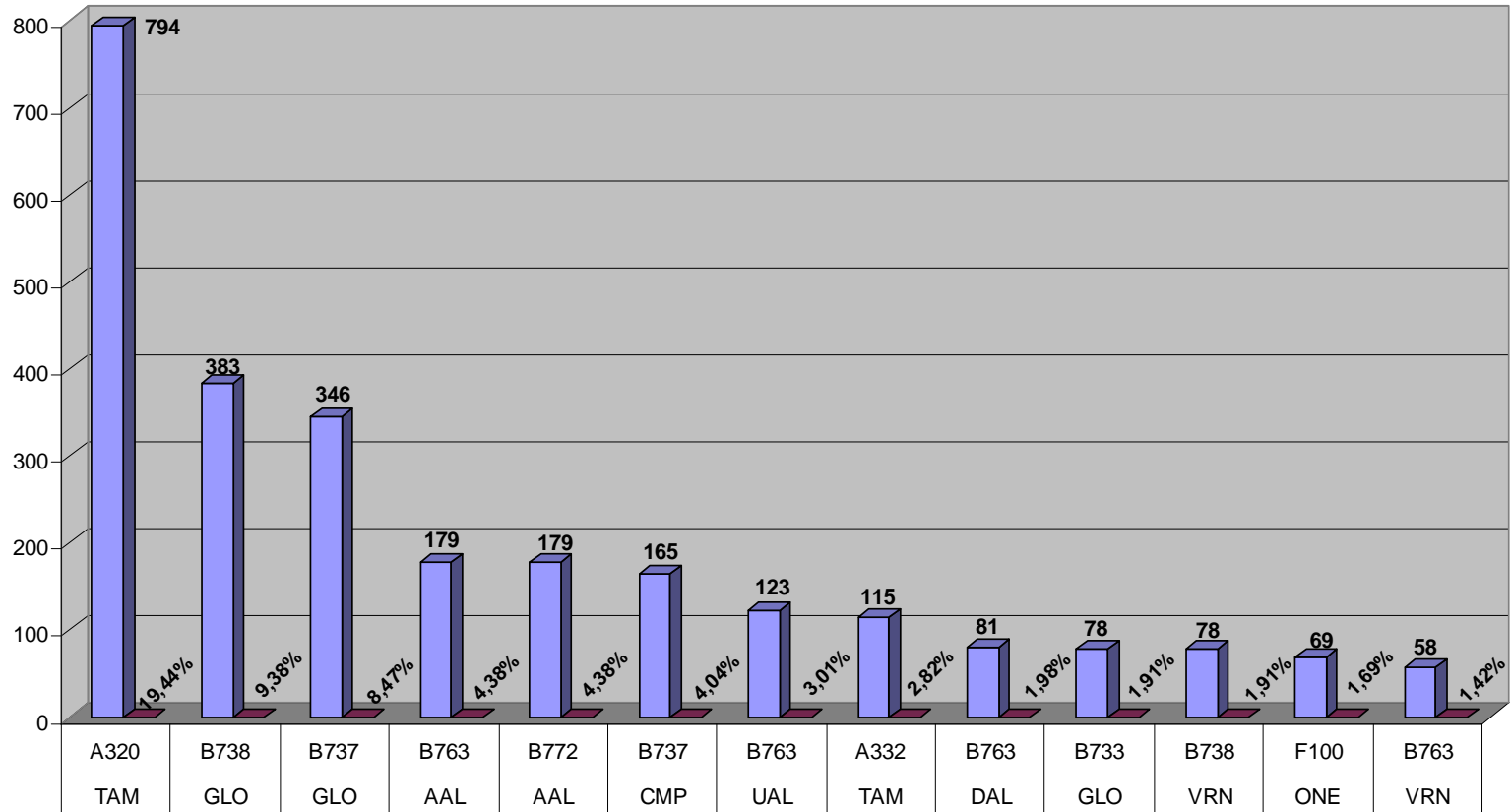
**FIR LA PAZ - Aerolínea/Tipo**  
**80% del tránsito de la muestra**



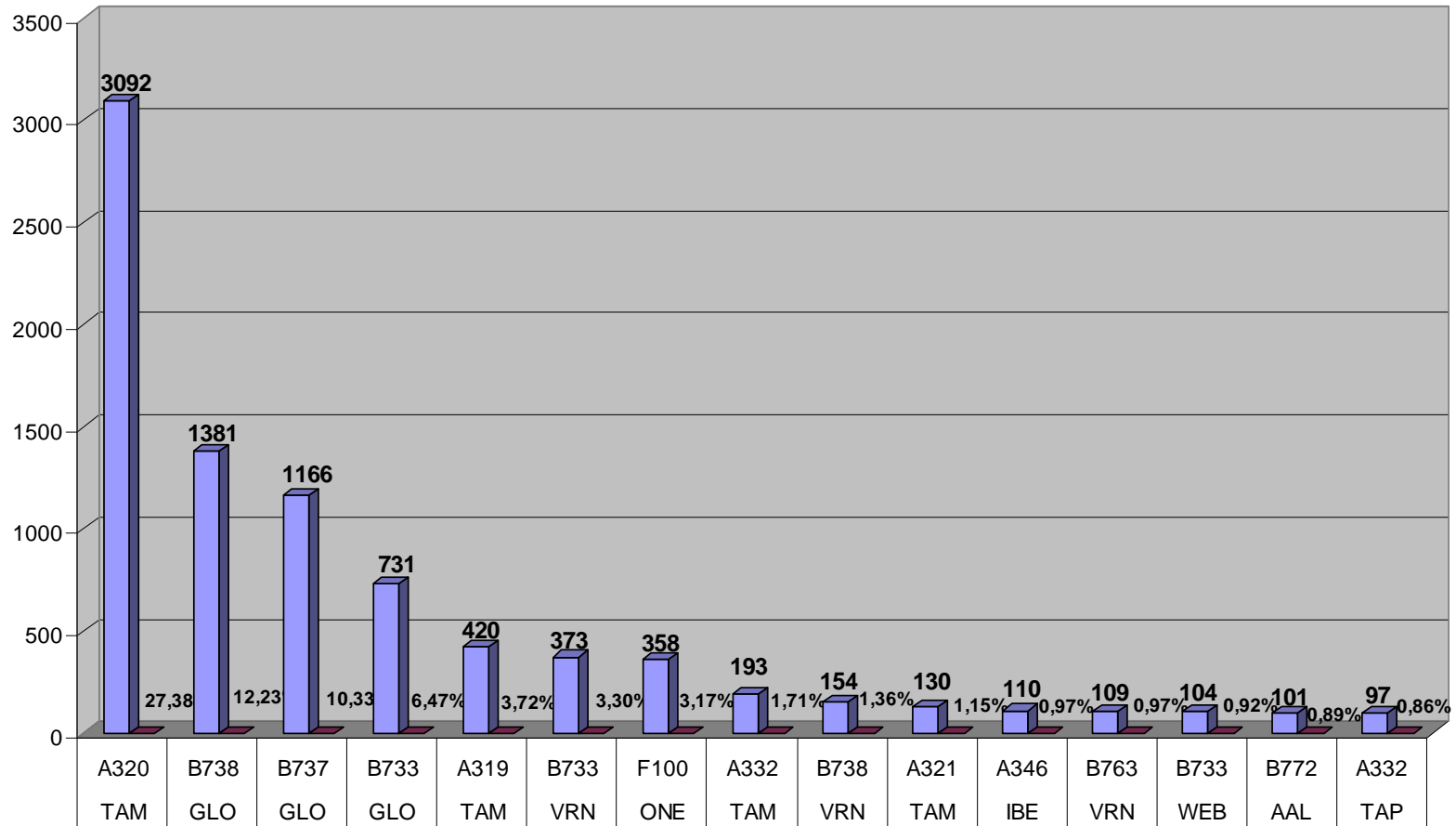
**BRAZIL**

- ADJ4 /ATT4 - B11 -

**FIR AMAZONICA - Aerolínea/Tipo**  
**65% del tránsito de la muestra**

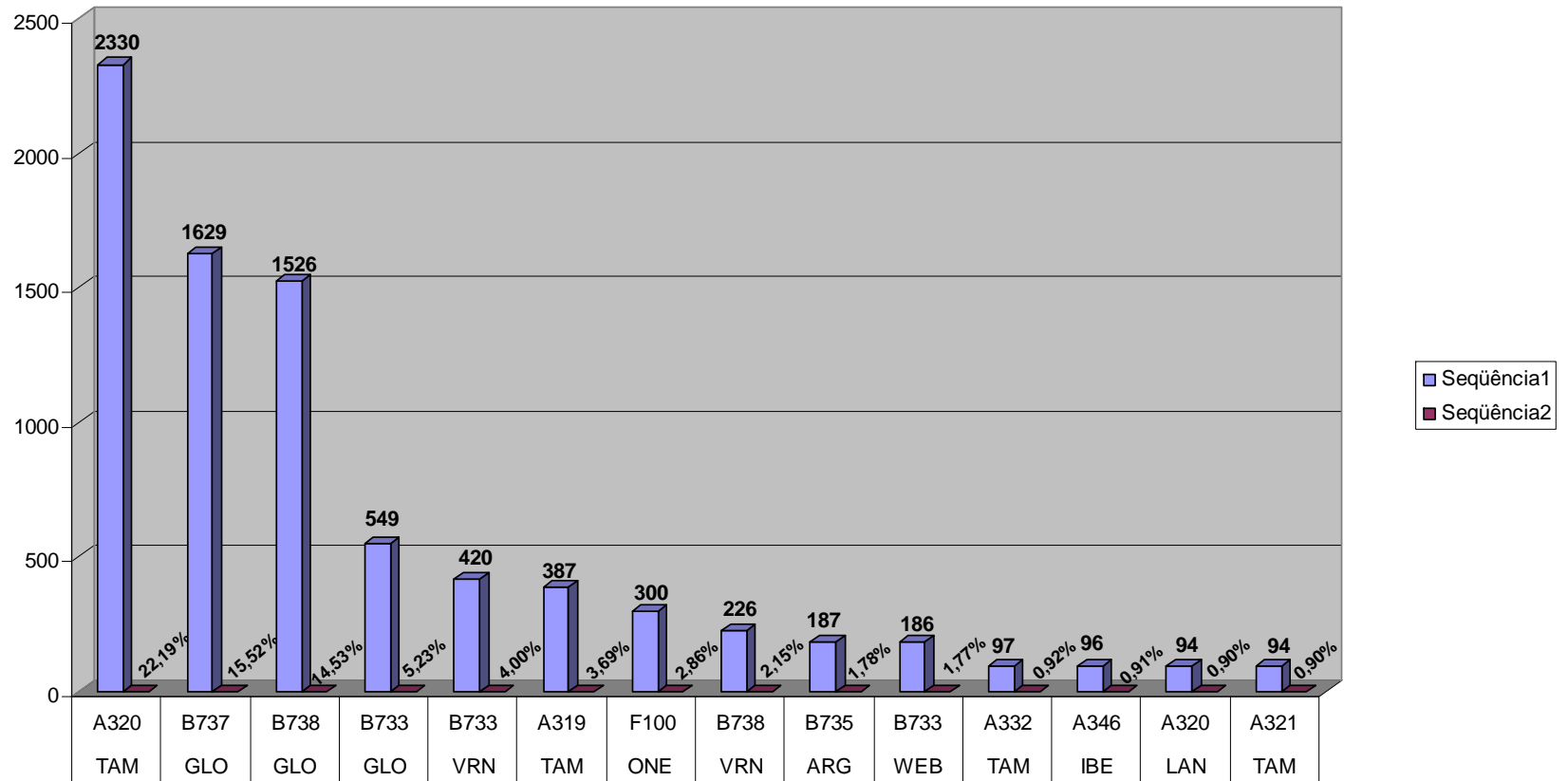


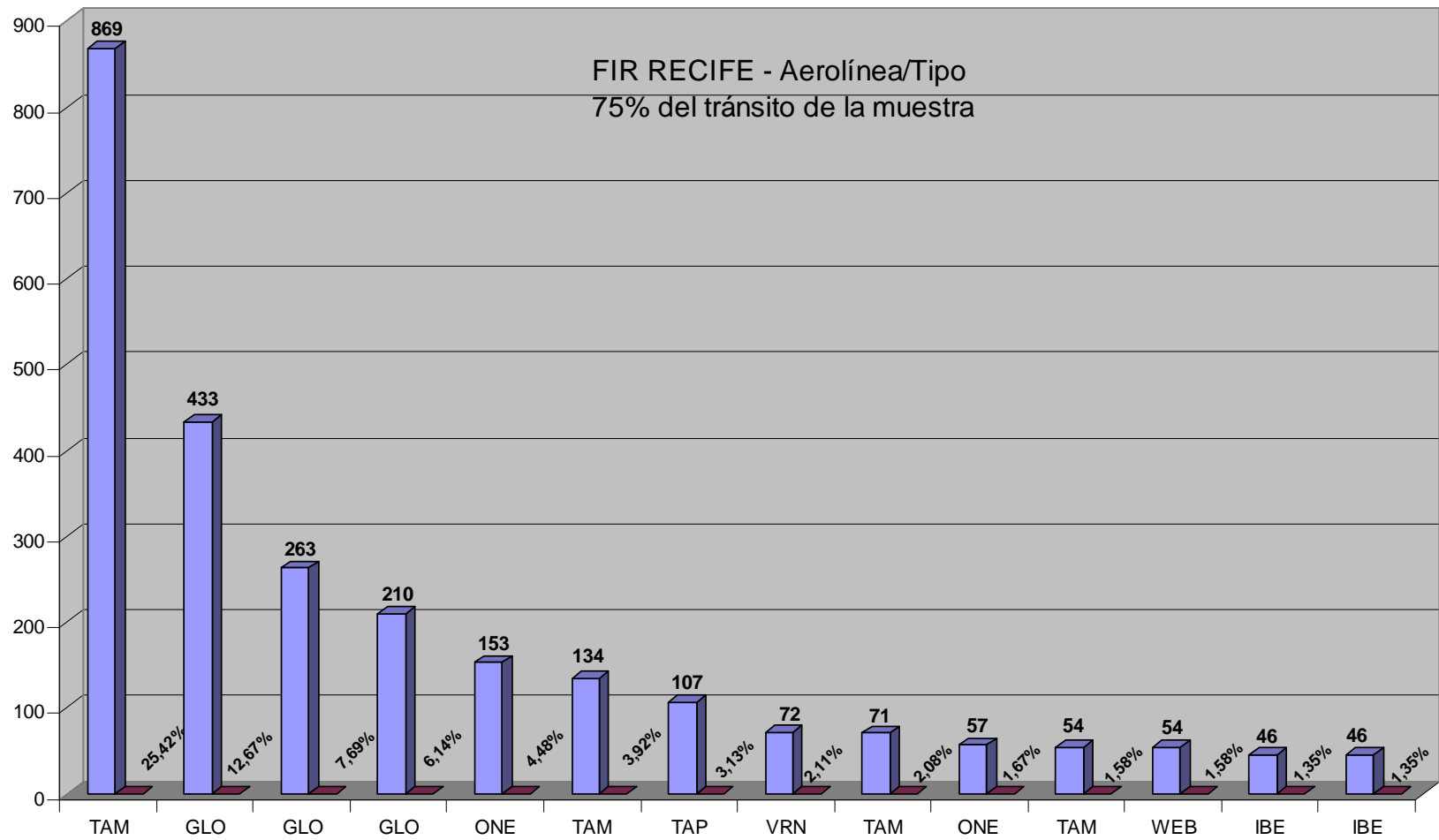
**FIR BRASILIA - Aerolínea/Tipo**  
**75% del tránsito de la muestra**



- ADJ4 /ATT4 - B13 -

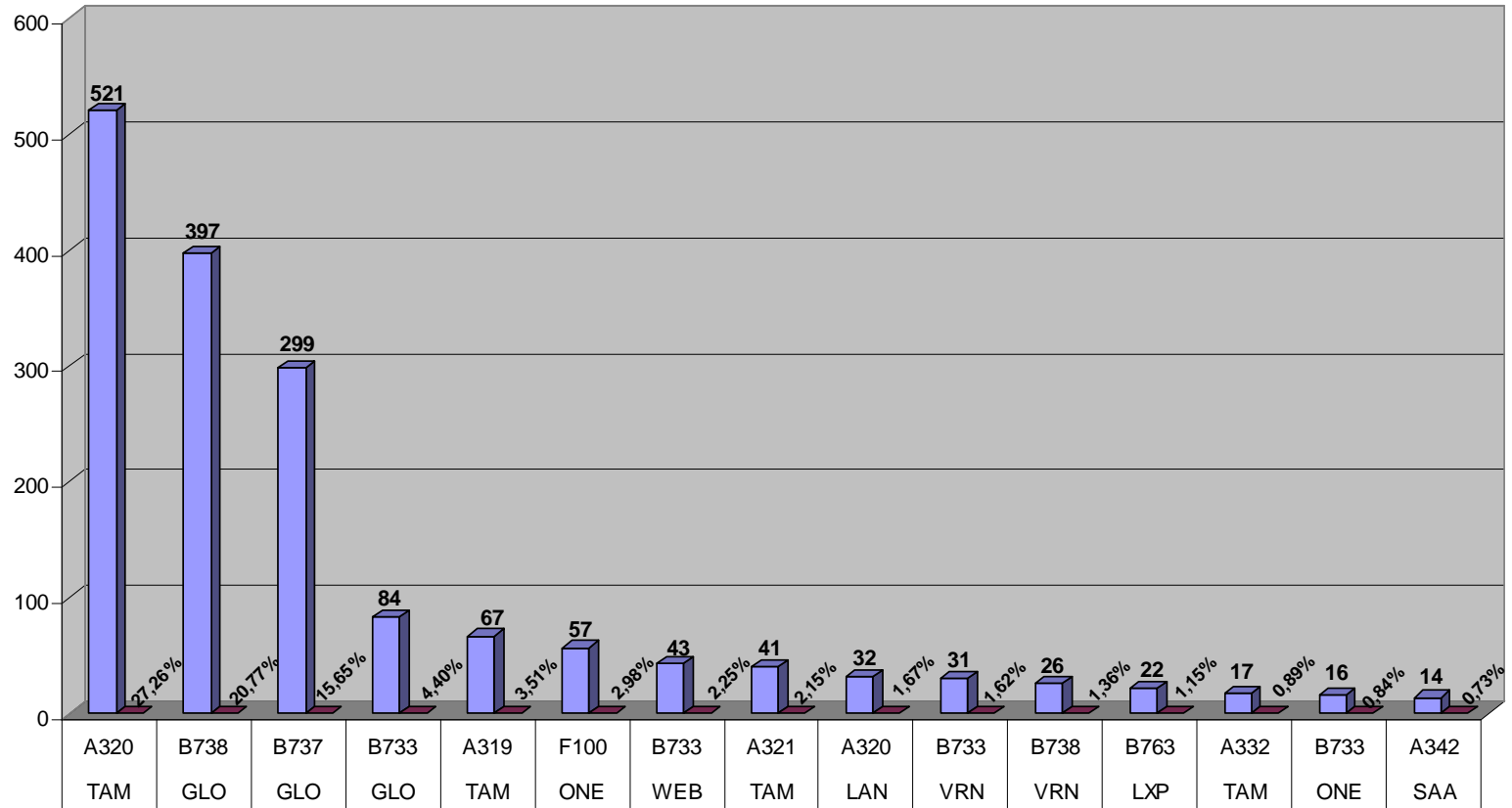
**FIR CURITIBA - Aerolínea/Tipo**  
**77% del tránsito de la muestra**





- ADJ4 /ATT4 - B15 -

**TMA SÃO PAULO - Aerolínea/Tipo**  
**87% del tránsito de la muestra**



SAM/IG/2NE-WP/04

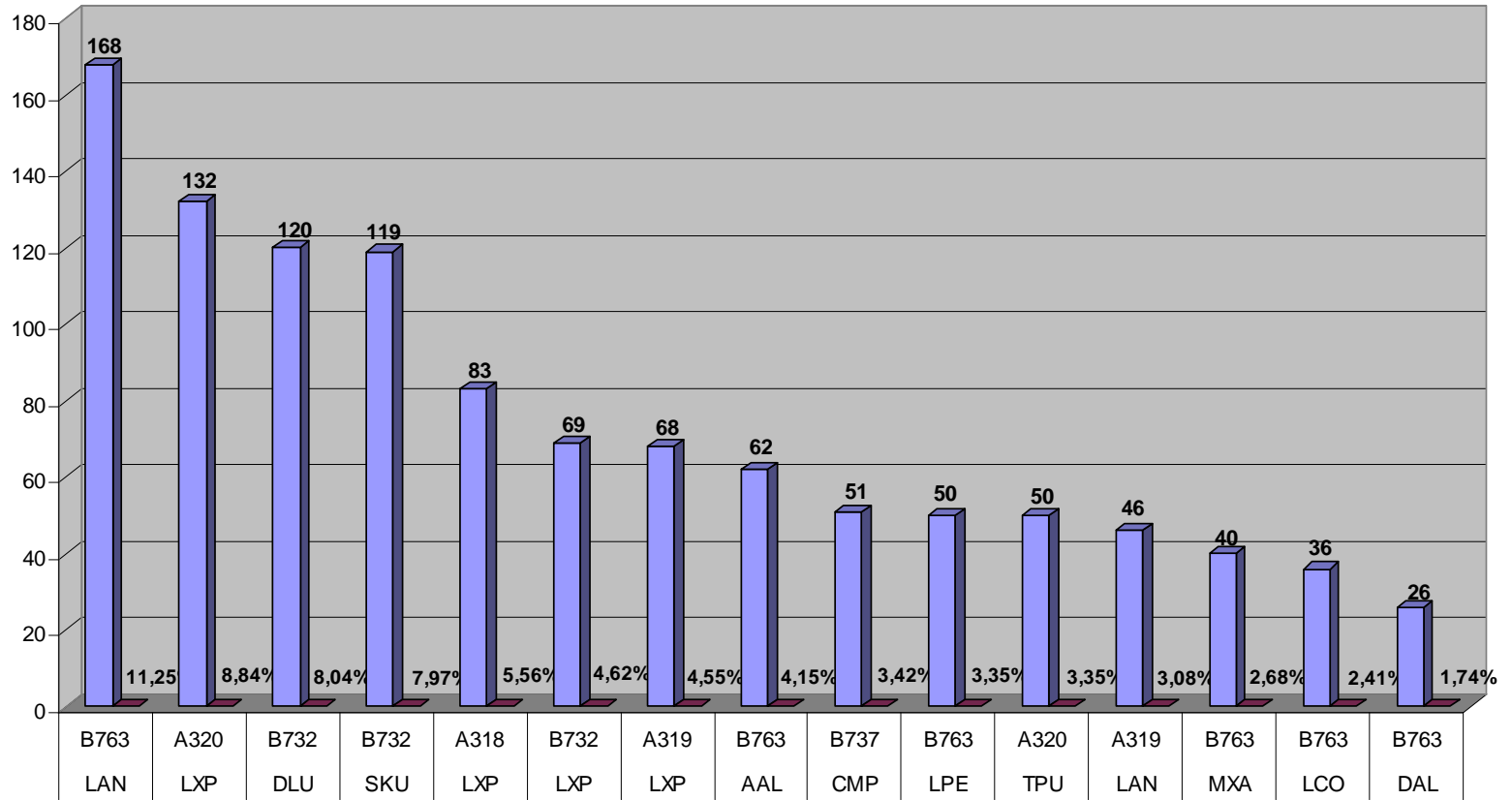
Adjunto 4 al Apéndice B/Attachment 4 to Appendix B

- ADJ4 /ATT4- B16 -

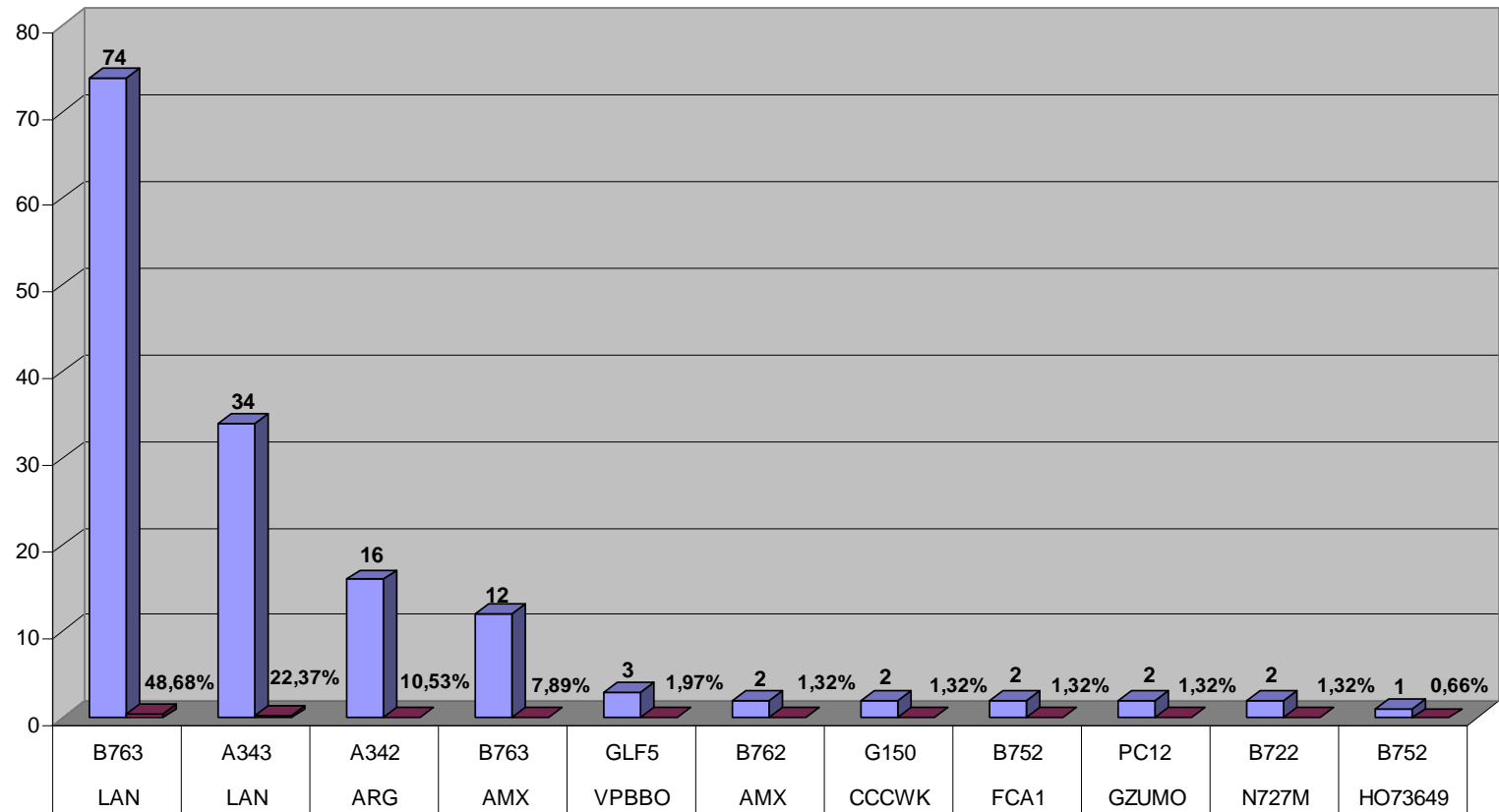
**CHILE**

- ADJ4 /ATT4 - B17 -

**FIR ANTOFOGASTA - Aerolínea/Tipo**  
**75% del tránsito de la muestra**

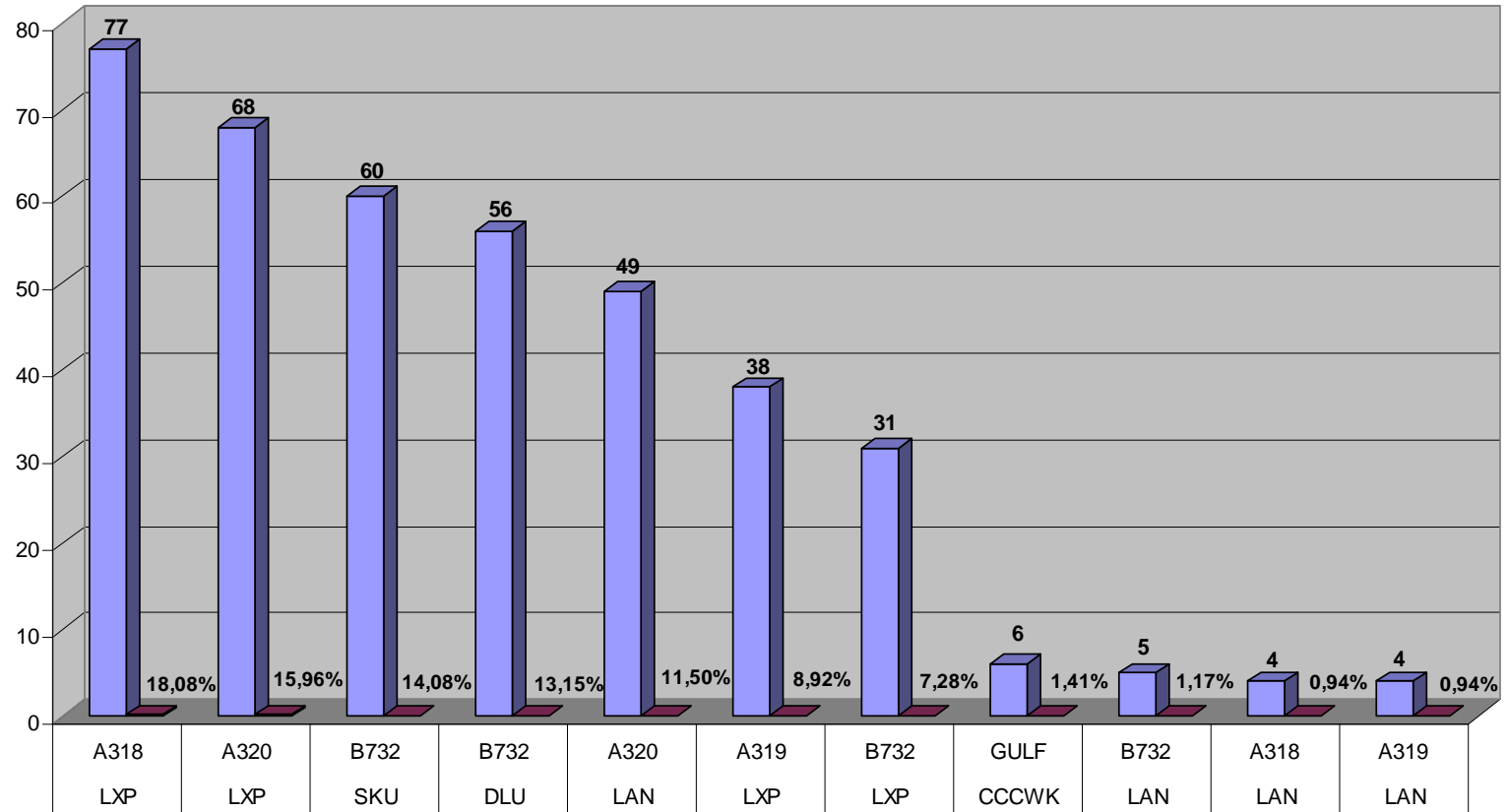


**FIR PASCUA - Aerolínea / Tipo**  
**99% del tránsito de la muestra**

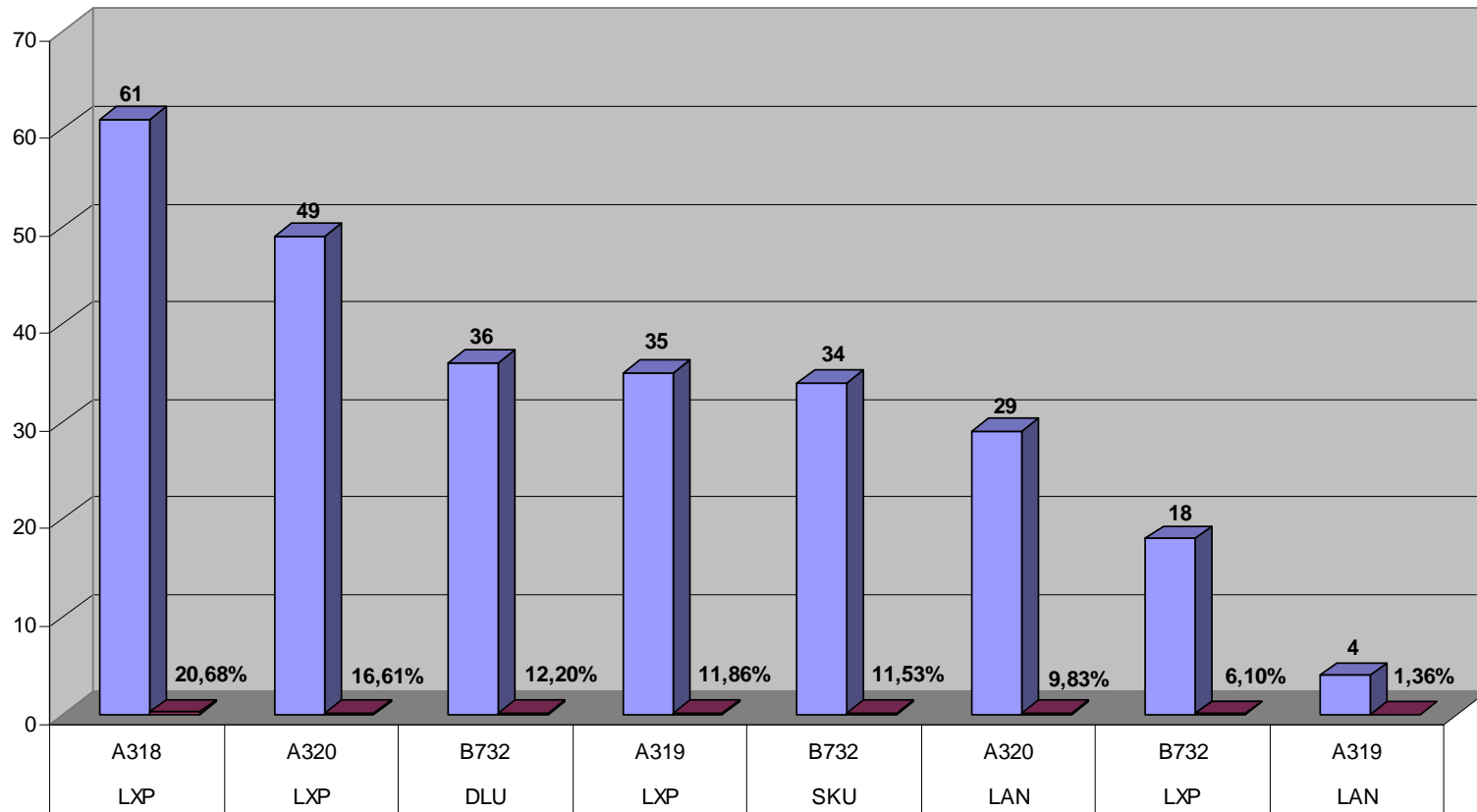


- ADJ4 /ATT4 - B19 -

**FIR PUERTO MONTT - Aerolíneas / Tipo**  
**93% del tránsito de la muestra**

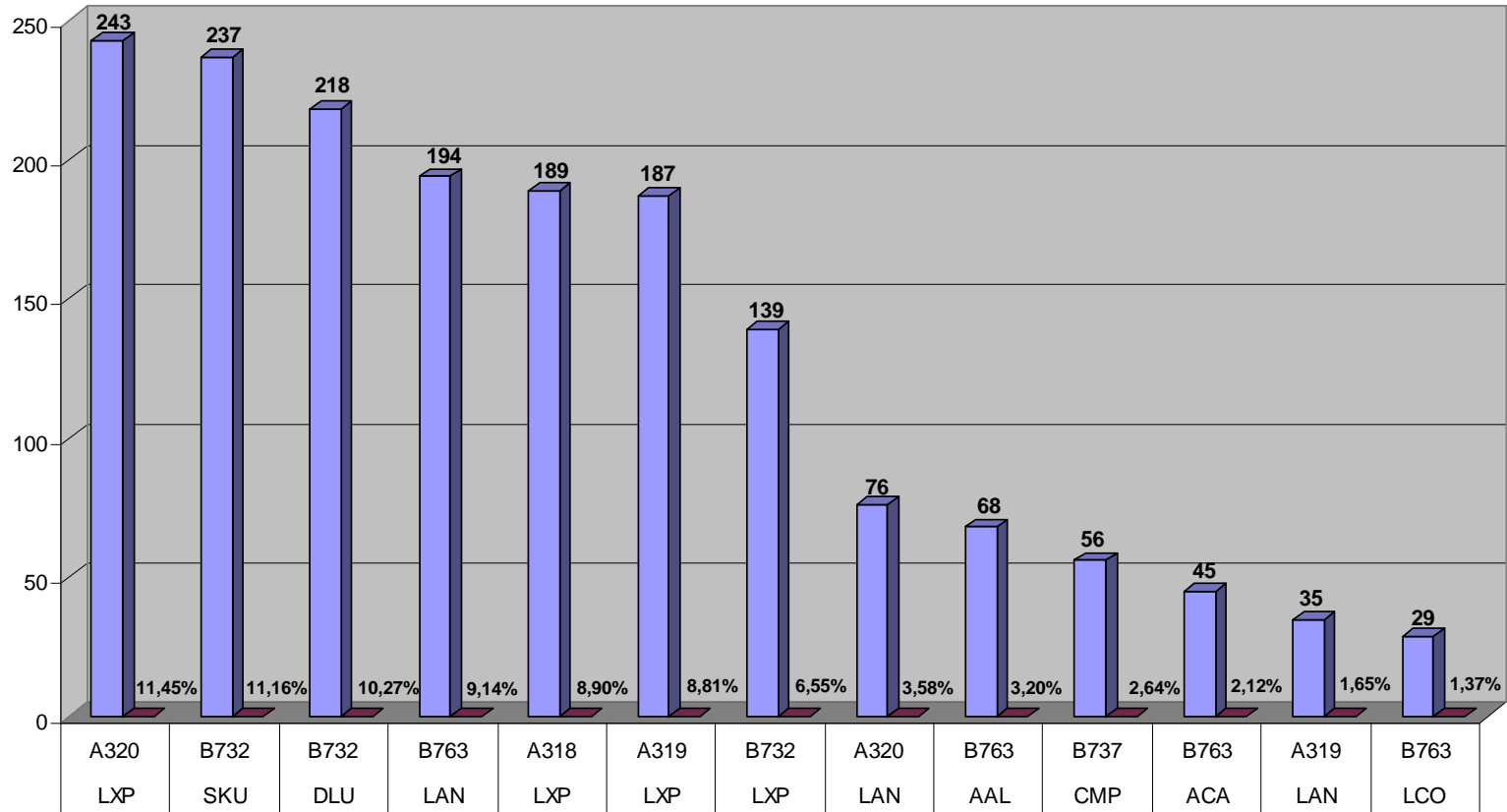


**FIR PUNTA ARENAS - Aerolínea / Tipo**  
**90% del tránsito de la muestra**



- ADJ4 /ATT4 - B21 -

**FIR SANTIAGO - Aerolíneas / Tipo**  
**81% del tránsito de la muestra**



SAM/IG/2NE-WP/04

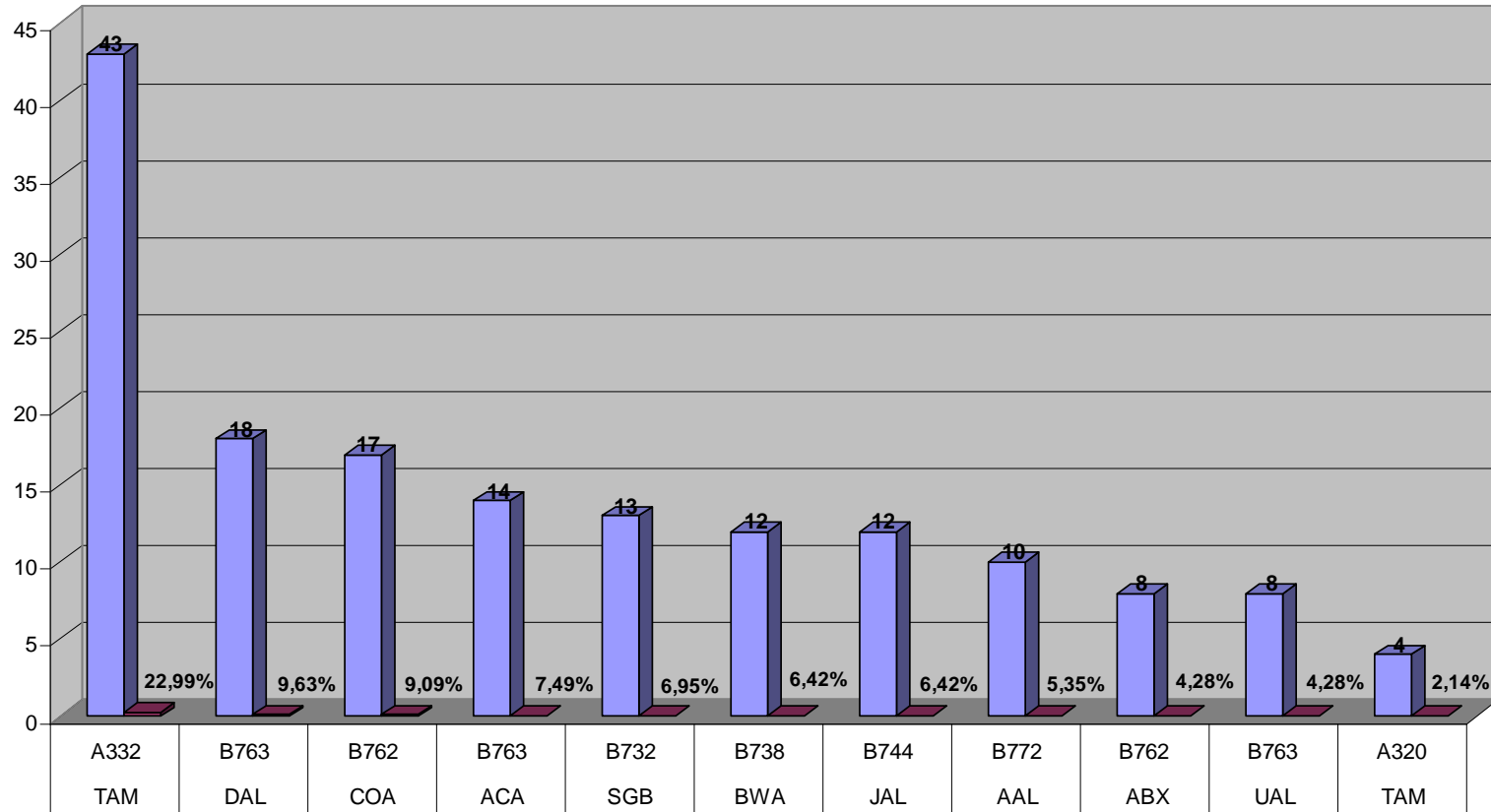
Adjunto 4 al Apéndice B/Attachment 4 to Appendix B

- ADJ4 /ATT4- B22 -

GUYANA

- ADJ4 /ATT4 - B23 -

**FIR GEORGETOWN - Aerolínea/Tipo**  
**85% del tránsito de la muestra**



SAM/IG/2NE-WP/04

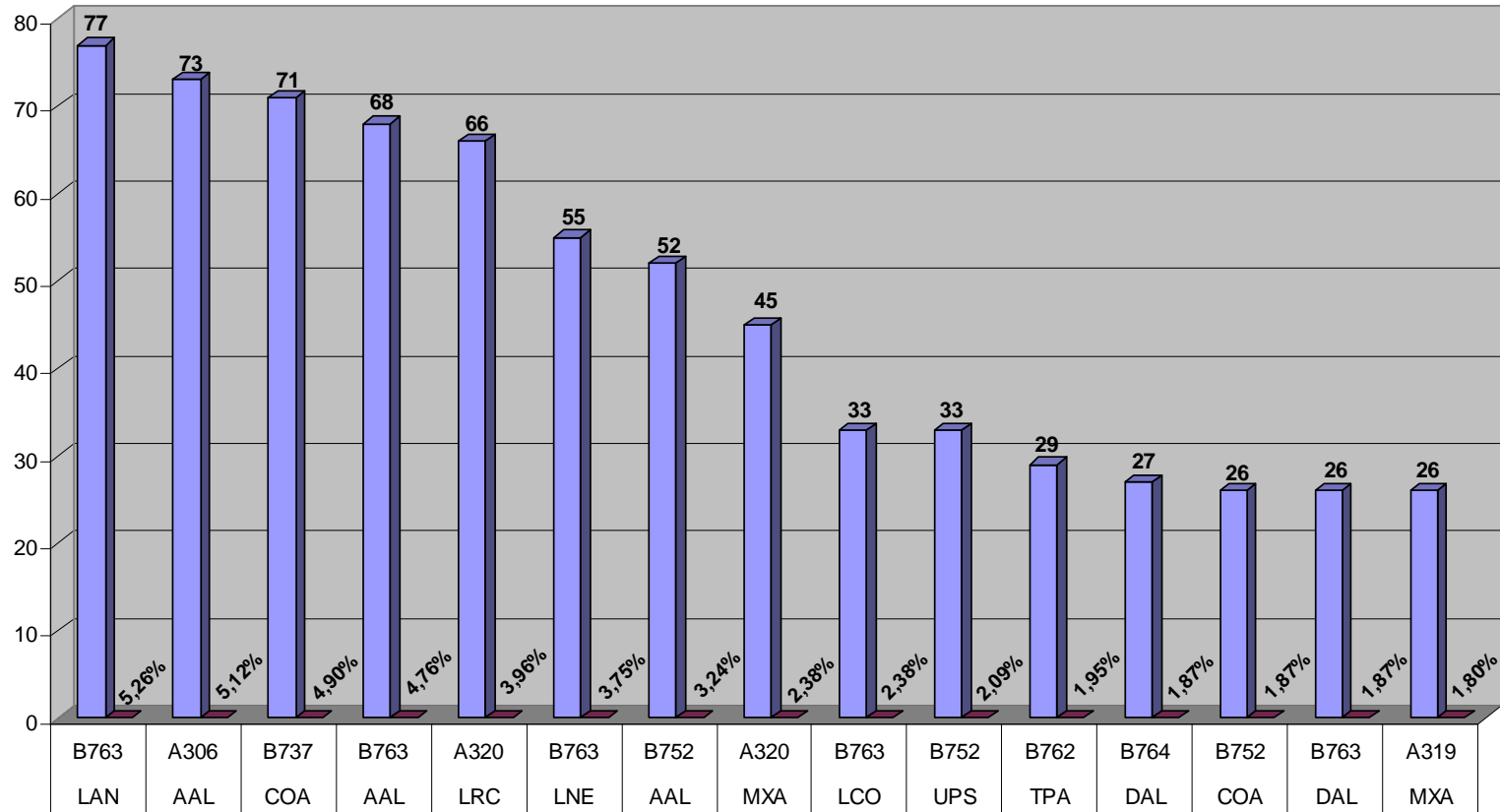
Adjunto 4 al Apéndice B/Attachment 4 to Appendix B

- ADJ4 /ATT4- B24 -

PANAMA

- ADJ4 /ATT4 - B25 -

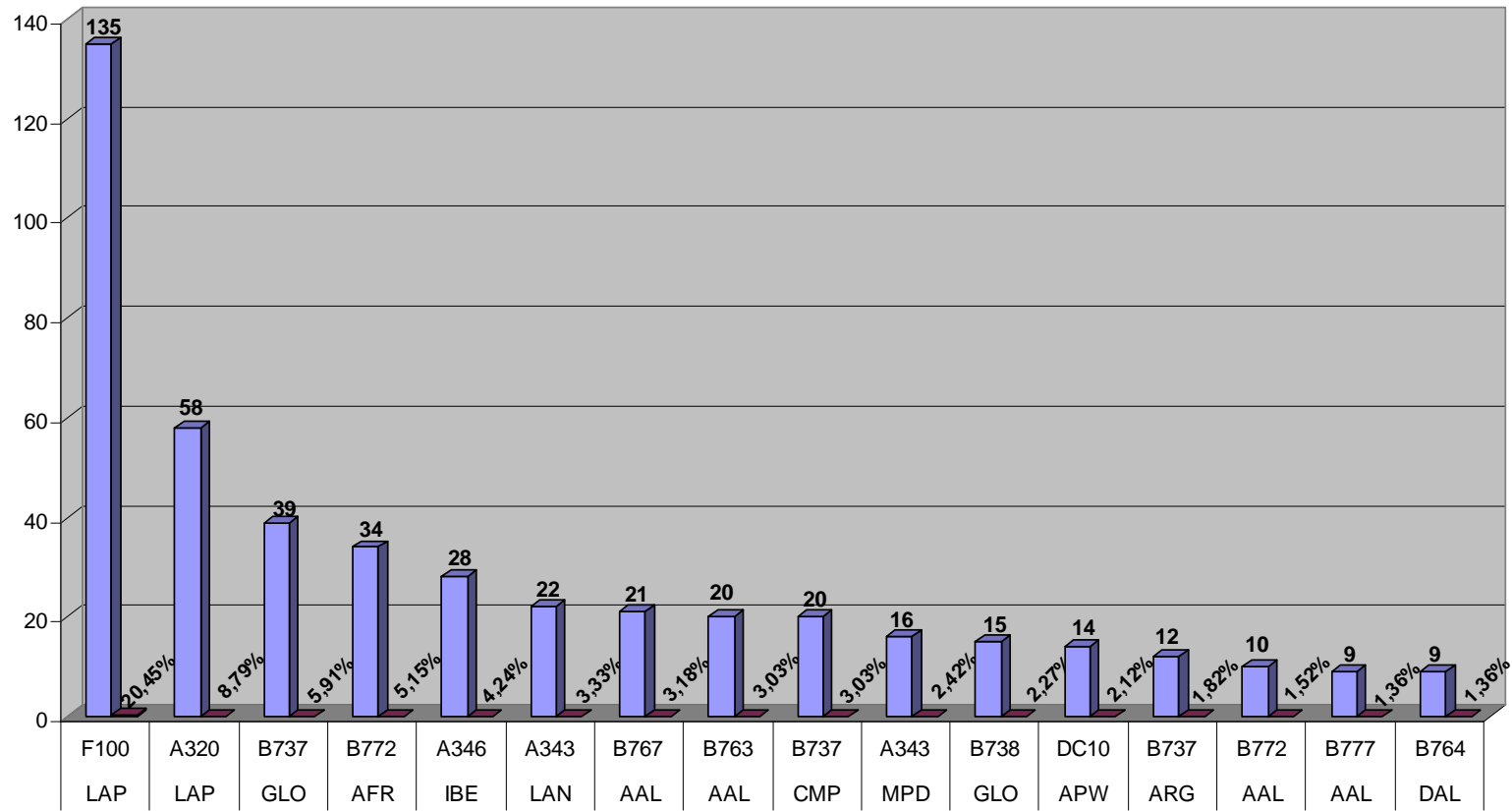
**FIR PANAMA - Aerolínea / Tipo**  
**51% del tránsito de la muestra**



# PARAGUAY

- ADJ4 /ATT4 - B27 -

**FIR ASUNCIÓN - Aerolínea / Tipo**  
**70% del tránsito de la muestra**



SAM/IG/2NE-WP/04

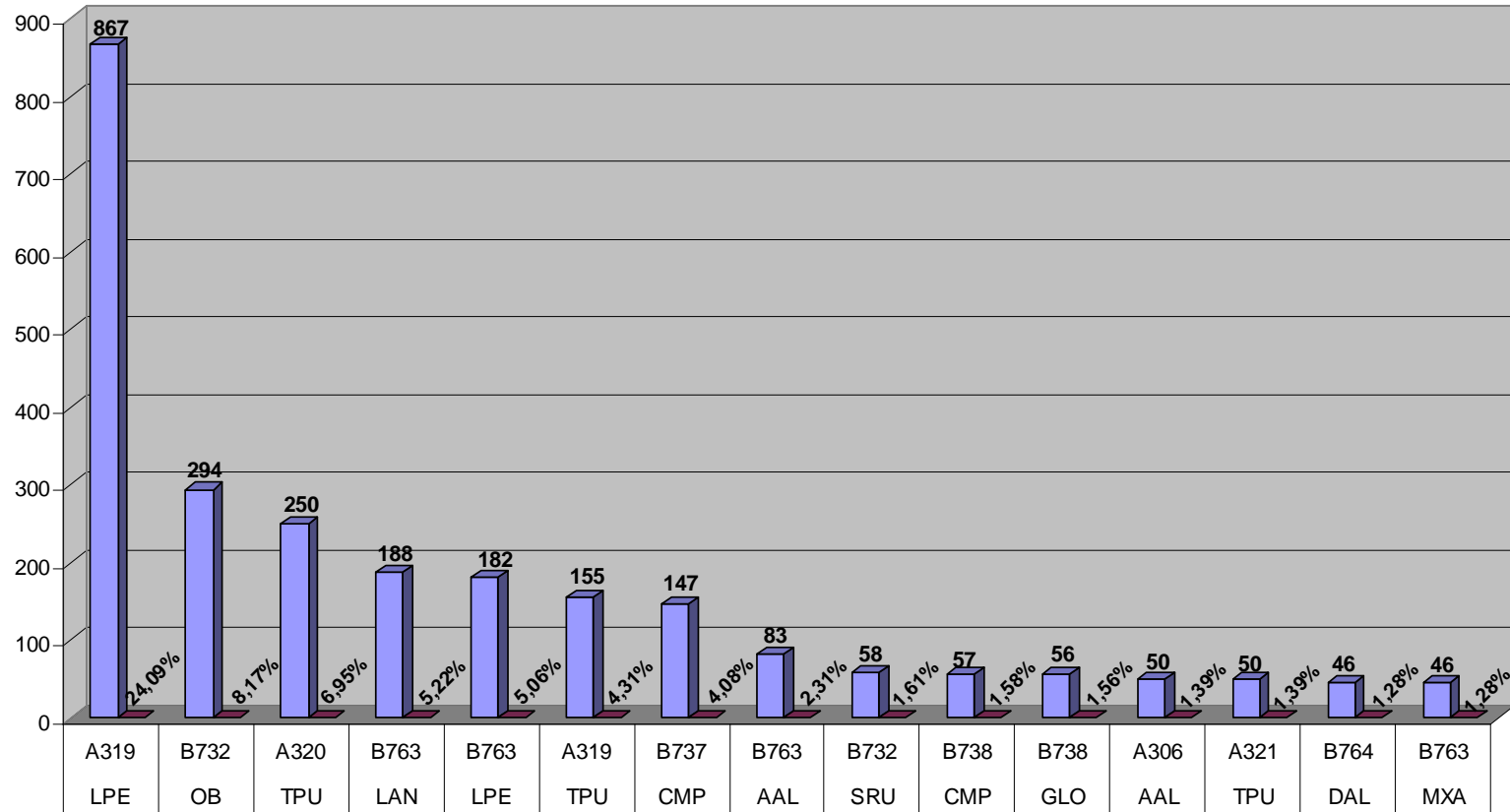
Adjunto 4 al Apéndice B/Attachment 4 to Appendix B

- ADJ4 /ATT4- B28 -

PERU

- ADJ4 /ATT4 - B29 -

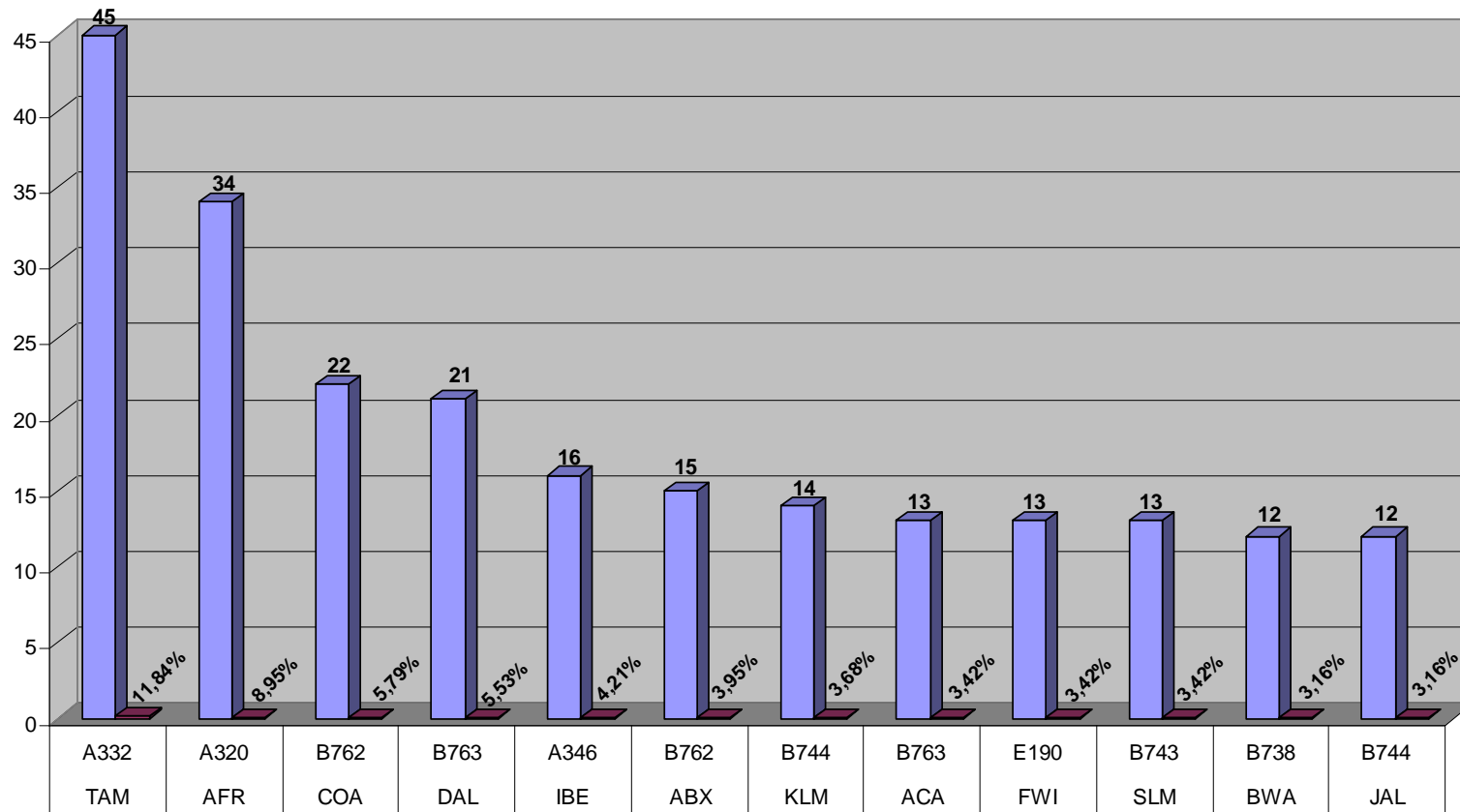
**FIR LIMA - Aerolínea / Tipo**  
**70% del tránsito de la muestra**



# SURINAME

- ADJ4 /ATT4 - B31 -

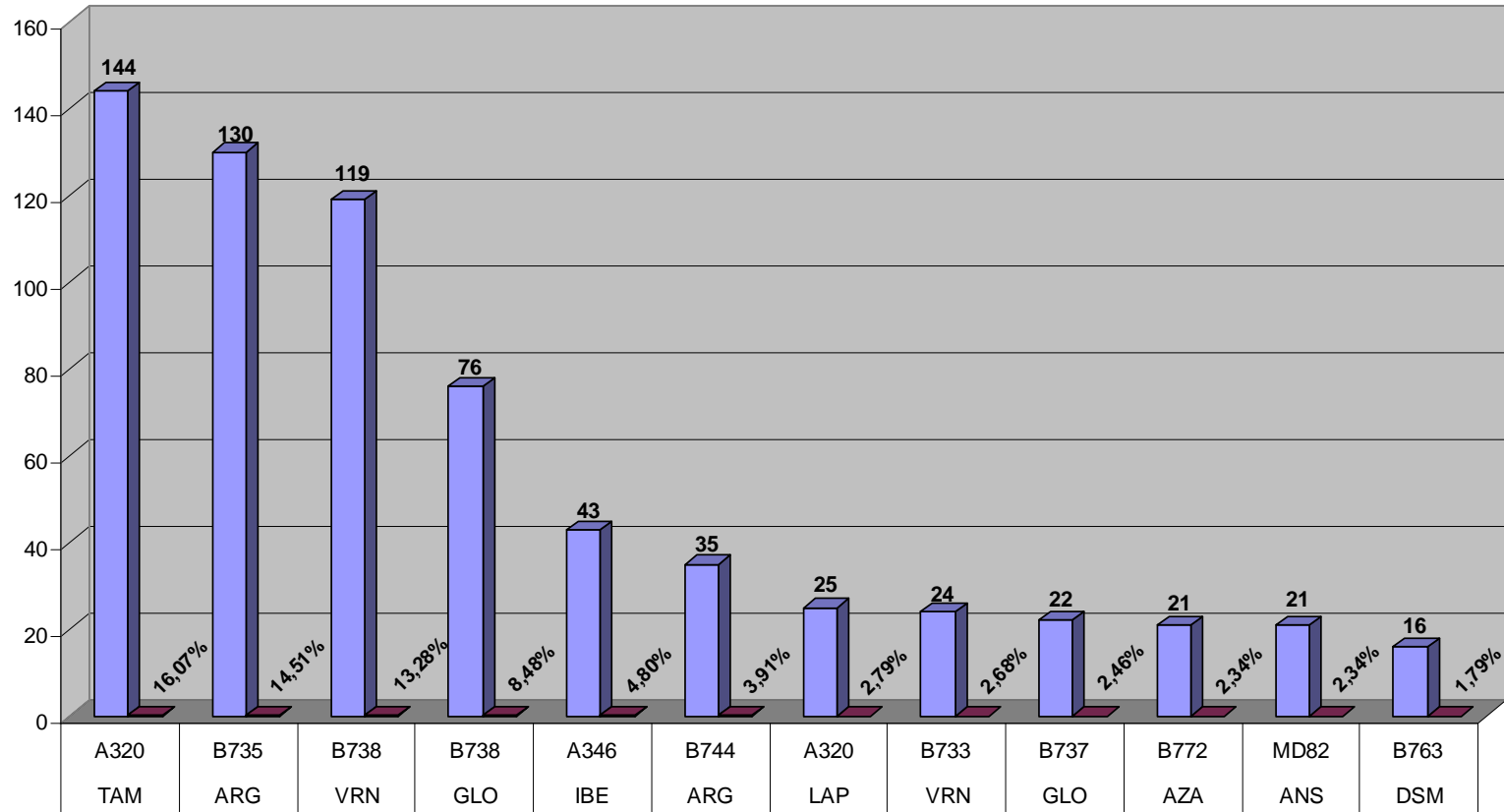
**FIR PARAMARIBO - Aerolínea / Tipo**  
**61% del tránsito de la muestra**



# URUGUAY

- ADJ4 /ATT4 - B33 -

**FIR MONTEVIDEO - Aerolínea / Tipo**  
**75% del tránsito de la muestra**





# **GUIDANCE TO STATES ON BASIC RNAV ROUTE SPACING**

(as approved by ANT/12, with slight editorial amendments)

## **1. INTRODUCTION**

1.1 This guidance material describes minimum spacings between parallel Basic RNAV route centre lines applicable in ECAC airspace. The basis for this material consists of existing ICAO material and additional studies performed by EUROCONTROL in the framework of EATCHIP.

## **2. REFERENCE MATERIAL**

### **2.1 ICAO Annex 11**

2.1.1 ICAO Annex 11, Attachment B contains guidance material on route spacing. §2.3 of the Attachment B refers to the spacing between parallel routes (RNAV/RNAV and RNAV/conventional).

### **2.2 EUROCONTROL studies**

2.2.1 EUROCONTROL safety studies into RNAV route spacing minima included theoretical collision risk assessments based solely on the navigation capability of the aircraft, as well as studies in which an ATC intervention capability and related theoretical radar controller intervention rates were calculated .

2.2.2 Results of these studies (including the applied assumptions) have been assessed on their operational merit and applicability, in order to ensure appropriate perception of the results.

### **2.3 ICAO Airspace Planning Manual**

2.3.1 In 1997 the ICAO Document “Airspace Planning Methodology for Determining Separation Minima” (also called the Airspace Planning Manual) will become available, which gives guidance on the aspects which influence the safety of route spacing and separation minima, and on how to take these aspects into account. The document does not include separation or route spacing minima which would be applicable world-wide, although examples of safety assessments have been included.

2.3.2 As many of the safety assessment aspects in the Manual were derived from European (and EUROCONTROL/EATCHIP) activities, the methods applied within European safety assessments can be considered to be compatible with the contents of the Airspace Planning Manual. However, the Airspace Planning Manual is to be considered as a valuable overview of methods which have been applied for air traffic separation safety assessments throughout the world, and as a possible basis for safety assessments for application in particular air traffic environments.

### **2.4 ECAC Strategy**

2.4.1 As reflected in the ECAC strategy, ECAC Airspace can be regarded as a radar environment, in which radar ATC service is provided. The provision of radar ATC service implies some form of radar monitoring of air traffic.

### **3. BASIC RNAV ROUTE SPACING IN ECAC AIRSPACE**

3.1 ICAO Annex 11 material gives guidance on RNAV route spacing in §2.3 of Attachment B. That paragraph refers to VOR parallel route spacing as being applicable also to RNAV parallel route spacing. Attachment A states that the VOR route spacing values should only be applied after study of the underlying safety assessment and assumptions. For application in ECAC airspace this has been carried out in the context of EUROCONTROL studies.

3.2 EUROCONTROL considerations (theoretical risk assessment as well as an operational appreciation of assumptions and application) have concluded that the following route spacings are applicable in ECAC Basic RNAV airspace, without any additional ATC workload for correcting deviations due to inaccuracies of the navigation system:

- 18 NM for opposite direction routes,
- 16.5 NM for same direction routes, and
- 15 NM if the aircraft on adjacent (opposite direction) routes are not assigned the same flight levels, and the percentage of climbing and descending traffic is 40% or less.

### **4. REDUCTION OF BASIC RNAV ROUTE SPACING**

4.1 Route spacing reductions to 10 - 15 NM are expected to be possible in ECAC Basic RNAV airspace by putting higher reliance on the radar ATC intervention capabilities. The circumstances in which such a reduction of route spacing is applied, will need to be assessed on a case by case basis.

4.2 It should be recognised that when route spacing is reduced through increased reliance on radar monitoring and radar intervention capabilities, acceptable ATC workload plays a primary role. This aspect depends largely on local ATC conditions, procedures and systems, and should therefore be subject to local appreciation, not different from existing operations and implicit responsibilities. In this context reference is made to material in ICAO Doc 4444 (PANS/RAC), PART VI on Radar Services, especially to §7.2: "Use of radar in the air traffic control service".

4.3 In support of the assessment of acceptable Basic RNAV route spacing in ECAC airspace, results from EUROCONTROL studies into the theoretical radar ATC intervention rate for RNP 5 RNAV route spacings have been presented as guidance in Appendix A.

4.3.1 The results of the theoretical studies should be seen in the light of the assumptions made. First of all, the actual navigation performance in ECAC Basic RNAV airspace is expected to be much better than the theoretical 100% RNP 5 performance, which will significantly reduce the required controller intervention rate. Secondly, the number of required interventions will be reduced if the aircraft on adjacent (opposite direction) routes are not assigned the same flight levels. Moreover, the theoretical ATC intervention modes to correct navigational deviations which have been assumed in the study may often not be required due to early anticipation of undesirable traffic situations and due to implicitly required interaction with air traffic as part of normal radar supported ATM.

4.3.2 It is expected that in those situations where a specific route spacing smaller than 15 NM is currently applied, the mere introduction of Basic RNAV in 1998 on that same route system will not involve a sudden increase in the number of required ATC

interventions, given that currently an estimated 80% of aircraft apply some form of RNAV navigation on the VOR/DME route network.

4.3.3 Nevertheless, an important aspect to be recognised is that the results of the study indicate that when in a Basic RNAV environment the route spacing is reduced towards 10 NM, the number of required interventions would rise significantly. Depending on the acceptability of this, States may consider the application of ATC supporting tools like deviation alerts.

## **5. VOR/DME VERSUS RNAV NAVIGATION**

5.1 One of the starting points for the requirements for Basic RNAV was that navigation performance of Basic RNAV would be similar to that currently achieved on VOR/DME defined routes. Considering this and several other reasons, RNP 5 was considered the appropriate RNP type to be associated with Basic RNAV in ECAC airspace. In general practice, however, it is expected that the navigation accuracy of Basic RNAV equipped aircraft is better than RNP 5. On the other hand it has been recognised that navigation solely through the use of RNAV equipment might show navigation errors which were not present when navigating on VOR/DME. These navigation errors include operational errors as related to the use of the on-board RNAV equipment. The safety assessment work undertaken by EUROCONTROL has indicated that the collision risk associated with closely spaced parallel routes is very sensitive to the frequency of these types of large errors and the efficiency with which ATC is able to detect and correct them. Currently not enough information on these errors is available.

5.2 Although, as stated previously (see §4.3.2), the introduction of RNAV in 1998 is not expected to introduce an instant increase in navigational errors, it is still deemed appropriate to define a method of obtaining data on actual RNAV performance in ECAC airspace. This data will be applied to assess the cause of errors and deviations, in order to take remedial action if required, e.g. by introducing flight deck and/or ATC procedures to prevent operational errors which are related to the use of RNAV equipment. Which method is best for this purpose is still under consideration by EUROCONTROL.

## **6. SUMMARY AND CONCLUSIONS**

6.1 The following route spacings are applicable in ECAC Basic RNAV (RNP 5) airspace, without any additional ATC workload for correcting deviations due to inaccuracies of the navigation system:

- 18 NM for opposite direction routes,
- 16.5 NM for same direction routes, and
- 15 NM if the aircraft on adjacent (opposite direction) routes are not assigned the same flight levels, and the percentage of climbing and descending traffic is 40% or less.

6.2 Route spacing reductions to 10 - 15 NM are expected to be possible in ECAC Basic RNAV airspace by putting higher reliance on the radar ATC intervention capabilities. The reduced route spacing to be used will have to be determined on a case by case basis, i.e. should be based on the capabilities of the individual ATC centres. Before implementation, States should verify that the route spacing does not unduly affect controller workload.

6.3 Data on actual RNAV performance is required to assess RNAV specific causes for navigation deviations, as a basis for defining remedial actions, if so required.

## APPENDIX A THEORETICAL ATC INTERVENTION RATES

This Appendix briefly outlines the results of a EUROCONTROL study into the theoretical ATC intervention rates in a Basic RNAV parallel route system. The study was performed to derive information on the effect which the reduction of route spacing may have on the required controller intervention rate.

The EUROCONTROL study into the theoretical intervention rate for Basic RNAV route spacing has been based on a number of assumptions. These assumptions include:

- 100% RNP 5 performing aircraft (i.e. 5 NM, 95%)
- The ATC sector contains a parallel route system of 100 NM in length
- The ATC sector contains 7 flight levels
- Aircraft are assigned the same flight levels on both (parallel) tracks
- The traffic flow is 25 aircraft per hour per track (divided over the 7 flight levels)
- Two intervention modes are considered:
  1. deviation mode:  
The controller intervenes to prevent an aircraft from entering the 5 NM wide middle zone between the two route centre lines.
  2. conflict mode:  
The controller intervenes to prevent a pair of aircraft to come within a 5 NM distance from each other.

The Table below contains the resulting theoretical ATC intervention rates, for route spacings of 10, 12 and 14 NM. Any change in the traffic flow or track length would produce a proportional change in intervention rates.

**Table** - Estimates of the ATC Intervention Rates (per hour) for closely spaced parallel B-RNAV/RNP5 Routes.

Track Spacing - →	10 NM	12 NM	14 NM
↓ Type of ATC Intervention ↓			
Conflict Mode - Same Direction	0.2 to 0.3	0.08 to 0.1	0.02 to 0.03
- Opposite Direction	3 to 5	1 to 1.5	0.3 to 0.5
Deviation Mode	11 to 16	6 to 10	3 to 5

Considering these results, due account should be taken of:

1. the fact that the underlying assumptions can be regarded as a worst case scenario, and
2. the comments in § 4.3 of the body of the guidance material.

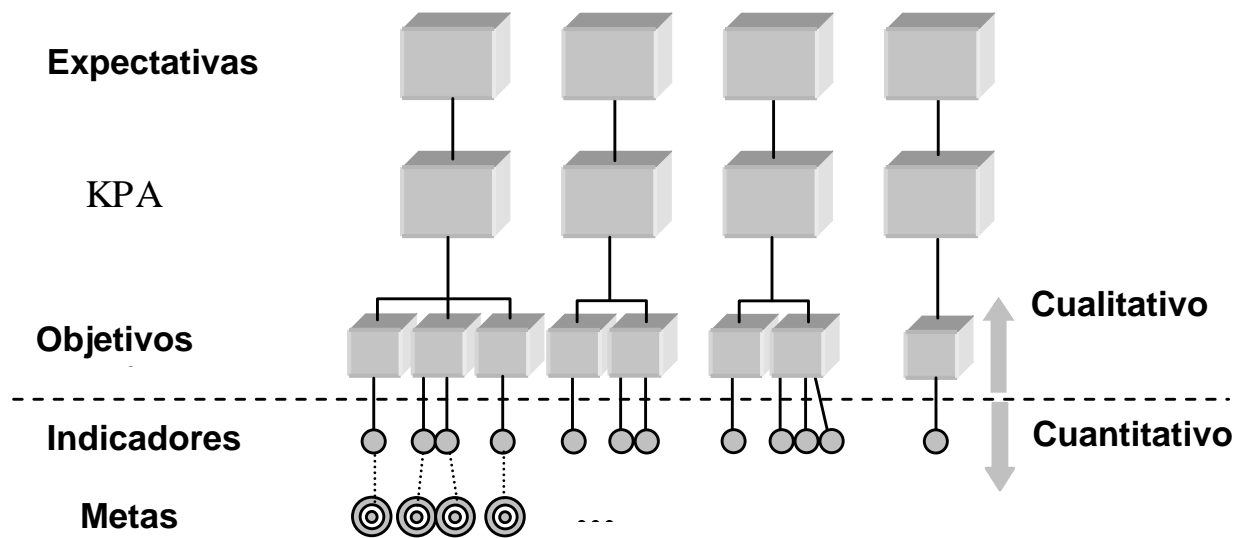
## ADJUNTO 6 AL APÉNDICE B

### ATM BASADA EN LA PERFORMANCE

La Gestión de Tránsito Aéreo basada en Performance es estructurada en base al principio que las expectativas de la comunidad ATM podrán ser mejor atendidas por medio de la cuantificación de esas necesidades. Deberá ser, entonces, establecido un conjunto de objetivos, metas y indicadores de performance, que permita justificar, de forma objetiva, los proyectos que se orientan a la implantación de mejoras de performance del sistema de gestión de tránsito aéreo.

Para la aplicación de la ATM basada en la performance, es necesario el establecimiento de mecanismos de evaluación y medida de las metas de performance. El proceso de transformación de las expectativas de la comunidad ATM en objetivos y metas está ilustrado en la figura abajo. Las siguientes Áreas Principales de Performance (KPA) son normalmente consideradas:

- a) acceso e equidad;
- b) capacidad;
- c) costo-efectividad;
- d) eficiencia;
- e) protección al medio ambiente;
- f) flexibilidad;
- g) interoperabilidad Global;
- h) participación de la Comunidad ATM;
- i) previsibilidad;
- j) seguridad operacional (Safety); e
- k) seguridad de la aviación (Security).



**Objetivo es atendido cuando el indicador atiende o excede la meta establecida**

### Proceso de Cuantificación de las Expectativas de la Comunidad ATM

Las KPA sirven de orientación general para la clasificación de las necesidades de mejoría de la performance, que serán atendidas por lo establecimiento de objetivos específicos de performance, adaptados a las necesidades específicas de cada Región/Estado. El alcance de tales objetivos deberá ser precisamente establecido, de forma tal que posibilite su expresión en eventos y cantidades, incluyendo una tendencia deseada para el indicador de performance (ej. Reducción del costo ATM por kilómetro volado).

Los objetivos de performance deberán ser expresados en términos cualitativos, hecho que ocurrirá en la definición de las metas que deberán ser alcanzadas. Un ejemplo típico de objetivo de performance es la “mejora de las llegadas en el horario planeado”, que puede ser uno de los objetivos de la KPA “Eficiencia”.

Los objetivos de performance deberán poseer las siguientes características:

- a) ser específicos, expresados en términos de objetivos y eventos que representen, efectivamente, el tránsito aéreo y el ambiente operacional;
- b) ser mensurables, de forma que posibilite su asociación a uno o más indicadores de performance claramente establecidos, haciendo posible el establecimiento de un proceso de recolección de datos y la comparación de resultados;
- c) ser posible, considerando los parámetros de tiempo y de recursos disponibles para su implantación;
- d) ser relevantes, debiendo ser definidos donde sean previstos problemas de performance y/o oportunidades para mejor atender las expectativas de la Comunidad ATM; y
- e) ser oportunos, debiendo ser alcanzados en el momento apropiado.

La gestión de la performance deberá ser realizada por medio de objetivos específicos de performance, que son medidos a través de indicadores de performance. Esos indicadores deben ser definidos con la finalidad de cuantificar el grado de cumplimiento con los objetivos de performance. Al describir los indicadores de performance, deben ser definidas las métricas que serán utilizadas y su forma de recolección. Un ejemplo de indicador de performance es el “retraso medio de llegada por vuelo en la apertura de las puertas de la aeronave”, que puede ser establecido para verificar el grado de cumplimiento del objetivo de performance “mejora de las llegadas en horario planeado”.

Para calcular ese objetivo de performance, deben ser obtenidos los datos del horario previsto y del horario real de apertura de las puertas de la aeronave en la llegada. A partir de esos datos, pueden ser determinados los valores de tiempo total de retraso (métrica de soporte), que dividido por el número de llegadas (métrica de soporte), hará posible el cálculo del indicador establecido.

Previsiones de demanda deberán ser utilizadas como parámetro de algunas metas de performance. La meta de capacidad para un determinado ambiente operacional (ACC, APP, volumen de espacio aéreo, etc), por ejemplo, dependerá de la previsión de la demanda. Tal previsión deberá producir la información necesaria para obtenerse un mejor entendimiento de las características del tránsito.

Esa previsión cualitativa es una importante herramienta para la planificación del sistema ATM. Las provisiones de demanda, que contienen solamente el número de vuelos y el tamaño de las aeronaves, basadas en el número de asientos, no son suficientes, por ejemplo, para analizar el impacto de las mejorías en la performance basadas en la instalación de equipos a bordo de las

## - ADJ6-B3 -

aeronaves. El análisis de la performance requerida en el futuro podrá exigir informaciones sobre la mezcla de aeronaves, sobre el porcentaje de la flota con equipos específicos instalados a bordo de aeronaves, entre otros.

Las previsiones de demanda podrán tener diferentes horizontes de tiempo y alcance. Esas características deberán ser direccionadas por los requerimientos establecidos en las metas de performance. La planificación de la capacidad de un ACC para el año siguiente podrá, por ejemplo, exigir una previsión de demanda más detallada, de aquella necesaria para el desarrollo de una planificación estratégica de 20 años. Dependiendo del horizonte de tiempo y de la región geográfica involucrada, los métodos de previsión podrán ser diferentes. Una previsión para el año siguiente, involucrando una única dependencia ATS, normalmente, aplicará métodos estadísticos puros, mientras una previsión destinada a la planificación de largo plazo, involucrando un país, utilizará un análisis económico específico y diferentes escenarios.

La performance actual del sistema deberá ser verificada en intervalos regulares, por medio de la medición de datos operacionales y por el cálculo de los indicadores de performance, con los siguientes propósitos:

- a) establecer la performance inicial del sistema (baseline); y
- b) controlar el progreso del cumplimiento de los objetivos de performance, por medio de la comparación de los indicadores de performance con las metas de performance establecidas.

## ADJUNTO 7 AL APENDICE B

### Status de la Reglamentación GNSS de los Estados SAM

#### ARGENTINA

Mediante la disposición CRA N 55/07 se aprueba el uso del GNSS para ser utilizado en vuelo VFR y vuelo IFR como medio de navegación primaria en rutas oceánicas, rutas ATS, TMA y Procedimientos de Aproximación de no Precisión (NPA). La resolución se encuentra publicada en la sección ENR 4-2 del AIP.

#### BOLIVIA

El Boletín Reglamentario n° DGAC/08/2002 (Uso operacional del Sistema de Posicionamiento Global - GPS) establece criterios operacionales para la utilización del GPS en el territorio Boliviano, como medio suplementario y primario a la navegación aérea.

#### BRASIL

Mediante el IAC 3512 91/121/135, en vigencia desde el 26 de abril de 2001, y el AIC 12/99, se publica orientaciones para utilización del equipamiento GPS en operaciones IFR en ruta, TMA y procedimientos de aproximación de no precisión en el Espacio Aéreo Brasileño. La documentación está sendo actualizada para cumplir con los requerimientos de la PBN. Los documentos mencionados pueden ser obtenidos en las siguientes direcciones de la WEB:

[http://www.aisweb.aer.mil.br/aisweb\\_files/publicacoes/aic\\_a/aic\\_1999\\_a12.pdf](http://www.aisweb.aer.mil.br/aisweb_files/publicacoes/aic_a/aic_1999_a12.pdf)  
<http://www.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC3512.pdf>

#### CHILE

Mediante la Resolución DGAC n 2474, de 18 de octubre de 2006, se publica la primera enmienda a la tercera edición de la DAP 0613 (Utilización Operacional del Sistema GPS), que establece los criterios operacionales para la utilización del sistema GPS en el Espacio Aéreo Chileno como un medio primario /suplementario de navegación aérea, según corresponda.

A través de la norma DAN 0805 (Resolución N° 0709 de fecha 19 de Abril del 2004), se reglamenta la instalación de sistemas GPS en aeronaves con matrícula chilena.

La norma DAN 06 21 (Resolución Exenta N° 1204 de fecha 31 de Mayo 2007), establece los requerimientos técnicos y operativos para la aprobación de los explotadores que deseen utilizar procedimientos RNAV/GNSS en TMA y Aproximaciones de no Precisión.

Los documentos mencionados pueden ser obtenidos en las siguientes direcciones de la WEB:

<http://www.dgac.cl/images/IMG/pdf/otros/dap/dap0613.pdf>  
<http://www.dgac.cl/images/IMG/pdf/otros/dan/DAN%2008%2005.pdf>  
<http://www.dgac.cl/images/IMG/pdf/otros/dan/dan0621.zip>

## **COLOMBIA**

A través de los AIC C06 y A01, del 10 de septiembre de 1996, Sistema de Posicionamiento Global, se establece criterios operacionales de utilización del GPS dentro del Espacio Aéreo Colombiano, como medio suplementario a la navegación aérea. El Reglamento Aeronáutico de Colombia, parte sexta, Gestión del Tránsito Aéreo, sección 6.10.3, establece las operaciones RNAV (GNSS), por medio de procedimientos normalizados de llegada y salida (STAR/SID) y aproximación por instrumentos de no precisión, en los siguientes aeropuertos: SKAS, SKUI, SKUC SKYP.

## **ECUADOR**

Mediante la circulación de información Aeronáutica del 14 de mayo de 2007, que sustituye la AIC 07/96, del 3 de diciembre de 1996, se establece la regulación sobre la aplicación del sistema GNSS. La circular establece el uso del GNSS en la navegación RNAV para procedimientos de llegada (STAR), salida instrumentales (SID) y aproximación de no precisión.

## **GUYANA**

A través del AIC del 25 de noviembre de 2004 se aprueba el uso del GPS en el espacio aéreo de la FIR Georgetown. El GPS puede ser usado para navegación IFR de salida, aproximación y en ruta.

## **GUYANA FRANCESA**

Mediante la resolución N° F-2007-01, que sustituye la resolución n° F-2005-01, se publica, el 26 de abril 2007, la reglamentación que permite la realización de aproximación de no precisión, por medio de equipos RNAV GNSS.

## **PANAMA**

El 15 de marzo de 2007 se publica el AIC 04/07, Criterios Operacionales de Utilización del GNSS en el Espacio Aéreo Panameño. El propósito de la circular es establecer los criterios para la utilización del GPS como medio de navegación primario en el espacio aéreo que cubre el territorio nacional y sus aguas jurisdiccionales, principalmente la implantación de las STAR y SID desarrolladas para los aeropuertos internacionales de Howard y Tocumen.

## **PARAGUAY**

El 12 de mayo del 2000 se publica la Resolución 169/2000 en la cual se autoriza la utilización del sistema mundial de determinación de la posición (GPS) en la República del Paraguay.

## **PERU**

A través del AIC 02/96, del 17/05/96, titulado 'sistema GPS' se autoriza el uso del GPS como medio suplementario.

## **SURINAME**

El 31 de marzo de 2008 se publica el suplemento AIP 01/08 sobre el uso del GPS como medio primario de navegación IFR en la FIR de Paramaribo.

## **URUGUAY**

En el espacio aéreo bajo jurisdicción de la Republica de Uruguay se puede utilizar el GPS como medio suplementario a la navegación en ruta y como medio primario para la navegación en el espacio aéreo oceánico. Existe un NOTAM, emitido por un plazo de 60 días, habilitando el uso del GPS como medio primario en área continental.

## **VENEZUELA**

AIC A01/C01, del 2 de Enero de 1997 establece los criterios operacionales de utilización del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en el espacio aéreo superior (FIR/UTA Maiquetía), como medio suplementario a la navegación.

## APENDICE C

### MODELO DEL AIC INICIAL PARA LA IMPLANTACIÓN RNAV-5

<b>Teléfono:</b> <b>Fax:</b> <b>E-mail:</b> <b>Sitatex:</b> <b>Telex:</b>	<b>ESTADO</b>  <b>SERVICIO DE INFORMACIÓN AERONAUTICA</b>	<b>AIC N°</b>  <b>FECHA</b>
---	---	-----------------------------------

#### 1. **Introducción**

1.1. El continuo crecimiento de la aviación torna necesaria una ampliación de la capacidad del espacio aéreo y destaca la necesidad de la utilización óptima del espacio aéreo disponible. La mejora de la eficiencia operativa derivada de la aplicación de la Navegación de Área (RNAV) se ha traducido en el desarrollo de aplicaciones de la navegación en diversas regiones y en todas las fases de vuelo.

1.2. Al planificarse las aplicaciones de la navegación en rutas específicas o dentro de un determinado espacio aéreo, es necesario definir los requisitos en forma clara y concisa. Esto es para asegurar que la tripulación de vuelo y el ATC conocen la capacidad y limitaciones del sistema de navegación (RNAV) y para garantizar que el desempeño del sistema RNAV es adecuado para las características del espacio aéreo.

1.3. La actual utilización de los sistemas RNAV es realizada en una forma similar a los sistemas convencionales basados en tierra. Un sistema RNAV normalmente es identificado y su desempeño es evaluado a través de una combinación de análisis y ensayos en vuelo. El concepto de espacio aéreo es desarrollado sobre la base de la información de desempeño del equipo RNAV, tornando necesario identificar se distintos modelos de equipo son apropiados para empleo en un espacio aéreo en particular.

1.4. Para evitar este tipo de especificaciones RNAV prescriptivas, basado en el desempeño de los equipos de navegación, que resultan en retrasos en la introducción de las nuevas capacidades del sistema RNAV y mayores costos para el mantenimiento adecuado y certificación, la OACI desarrolló el Concepto de Navegación Basada en la Performance (PBN).

1.5. El concepto especifica los requisitos de desempeño del sistema RNAV, en términos de exactitud, integridad, disponibilidad, continuidad y funcionalidad, necesarias para las operaciones propuestas en el contexto de un concepto de espacio aéreo en particular. El concepto PBN representa un cambio de la navegación basada en los sistemas para la navegación basada en la performance. La aplicación de la PBN ofrece las siguientes ventajas:

- a) Reduce la necesidad de mantener las rutas y procedimientos basados en sistemas específicos y, en consecuencia, reduce los costos asociados;
- b) Evita la necesidad de desarrollo de operaciones basadas en sistemas específicos, a cada nueva evolución de los sistemas de navegación, lo que tendría costos prohibitivos;
- c) Permite un uso más eficiente del espacio aéreo (economía de combustible, reducción del ruido); y

- d) Facilita el proceso de aprobación operacional para los operadores, aplicándose un conjunto limitado de especificaciones de navegación, destinados a la utilización mundial.

1.6. El Manual sobre Navegación Basada en la Performance (Doc. 9613) de la OACI establece diversas Especificaciones de Navegación que pueden ser aplicada a nivel mundial. Dentro de las características del tránsito aéreo en la Región Sudamericana, para operaciones en ruta, el empleo de la RNAV-5 es la más adecuada, teniendo en cuenta que los requerimientos de aprobación permitirán que la mayoría de las aeronaves equipadas con sistemas RNAV sea capaz de atender los requisitos de aprobación. El empleo de la RNAV-5 no exige base de datos de navegación, no especifica el cumplimiento de la ARINC 424 “leg types” y no exige sistemas dobles de navegación aérea. El objetivo de la implantación de la RNAV-5 es optimizar el empleo de la capacidad RNAV de las aeronaves, lo más pronto posible, sin que sea necesario cambios significativos en los equipos de bordo para la mayoría de las aeronaves.

## 2. Propósito

- 2.1. Esa AIC sirve como Nota de Intención para implantar la RNAV-5 en la FIR \_\_\_\_\_, en \_\_\_\_ de noviembre de 2010.

## 3. Área de aplicación

- 3.1. La RNAV-5 será aplicada en todas las rutas RNAV de la FIR \_\_\_\_\_

## 4. Operaciones RNAV-5 dentro de la FIR \_\_\_\_\_.

- 4.1. A partir del \_\_ de noviembre de 2010, solamente las aeronaves aprobadas RNAV-5 (aprobación de aeronavegabilidad y de operaciones) tendrán autorización para operar en las rutas RNAV de la FIR \_\_\_\_\_

4.2. La RNAV-5 será implantada en la FIR \_\_\_\_\_ de acuerdo con los Acuerdos Regionales de Navegación Aérea. La aprobación de aeronavegabilidad y de operaciones será realizada por el Estado del Operador o por el Estado de Registro, conforme sea el caso, basando-se en las Reglamentaciones Nacionales. Tales reglamentaciones serán basadas en el contenido de la Especificación de Navegación RNAV-5, prevista en el Manual sobre PBN (Doc. 9613).

4.3. La documentación y información reciente sobre la implantación de la RNAV-5 en la Región SAM de la OACI puede encontrarse en el siguiente sitio WEB de la Oficina Sudamericana de la OACI: <http://www.lima.icao.int/submenu1.asp?Url=/ICAOSAMNET/AirNav-eDocumentsMenu.asp>.

4.4. Para consultas sobre el proceso de aprobación de las aeronaves y operadores, sobre asuntos ATC relacionados, o información adicional, se puede acceder a los siguientes contactos:

- (Los Estados deben colocar aquí los contactos RNAV-5 de cada proveedor ATS)
- ICAO Lima

**APÉNDICE D**

**PROYECTO DE IMPLANTACIÓN PBN**  
**OPERACIONES EN TMA Y APROXIMACIONES**  
**CORTO PLAZO**  
**REGIÓN SAM**

### Introducción

Este documento tiene como objetivo detallar las actividades del Modelo de Proyecto de Implantación de la Navegación Basada en la Performance, Operaciones en TMA y Aproximación, en la Región Sudamericana, en Corto Plazo, con la aplicación de la RNAV-1 / RNP APCH / RNP AR. Además, el documento especifica los resultados que deberán ser obtenidos en cada una de las actividades del plan.

Los Estados deberán desarrollar sus propios proyectos de implantación de la PBN para Operaciones en TMA y Aproximación, basándose en el Modelo de Proyecto PBN para Operaciones en TMA y Aproximación. Los Estados SAM tendrán el soporte del Proyecto RLA/06/901, a través del desarrollo de Material de Orientación. El Proyecto RLA/99/901 ofrecerá soporte en la parte relacionada a la capacidad de navegación de la flota, así como en la documentación de aprobación de aeronaves y operadores.

El Plan de Acción para Operaciones en TMA en Corto Plazo se muestra en el **Adjunto 1** y el Plan de Acción para Aproximación en Corto Plazo se muestra en el **Adjunto 2**.

## **Implantación PBN – Operaciones en TMA y Aproximación – Corto Plazo**

### **1. Concepto de Espacio Aéreo**

El Concepto de Espacio Aéreo proporciona el esquema de las operaciones dentro de un espacio aéreo. El Concepto de Espacio Aéreo es desarrollado para satisfacer los objetivos estratégicos explícitos, tales como la mejora de la seguridad, el aumento del tráfico aéreo y la capacidad de mitigación de impacto ambiental etc. El concepto del espacio aéreo debe incluir detalles de la organización práctica del espacio aéreo, basándose en las características de sus usuarios, así como en la infraestructura CNS/ATM disponible o a implantar. Mayores detalles sobre Concepto de Espacio Aéreo pueden ser encontrados en el Manual PBN, Volumen I, capítulo 2.

En el caso de operaciones en TMA, el concepto de espacio aéreo deberá abarcar la implantación de SID y STAR, que eviten conflictos entre llegadas y salidas, así como favorezcan en vuelo de las aeronaves en sus perfiles óptimos, con la aplicación de aproximaciones con descenso continuo (Continuous Descent Approach – CDA).

Las STAR deben conectarse, en la medida del posible, a los procedimientos de aproximación IFR basados en RNP APCH c/ Baro-VNAV o, caso existan claros beneficios operacionales, basados en RNP AR.

- 1.1. Establecer y priorizar los objetivos estratégicos (seguridad operacional, eficiencia, medio ambiente, etc)

La implantación de la RNAV-1, RNP APCH y, en algunos casos, RNP AR en la Región SAM atenderá, principalmente, a los siguientes Objetivos Estratégicos:

- a) Seguridad Operacional – La aplicación de la RNAV-1 en las TMA permitirá la separación entre trayectorias de llegada y salida, evitando los conflictos entre aeronaves. El empleo de la RNP APCH con APV/Baro-VNAV y/o RNP AR reducirá el riesgo del “Collision Flight into Terrain” (CFIT)..
- b) Capacidad – El empleo de SID/STAR RNAV-1 permitirá la reducción de la utilización de vectores radares y, en consecuencia, la reducción de la complejidad del espacio aéreo y disminución de la carga de trabajo del controlador, proporcionando un aumento de la capacidad ATC de los sectores y permitiendo el vuelo de un mayor número de aeronaves.
- c) Costo-efectividad – La implantación de la PBN permitirá que un mayor número de aeronave vuele en sus perfiles óptimos de vuelo, principalmente a través del empleo de la CDA, ofreciendo a los usuarios una mejor relación costo-efectividad.
- d) Eficiencia – La aplicación de la RNAV-1 llevará a una mejor eficiencia operacional, teniendo en cuenta que el establecimiento de puntos de llegada y salida bien definidos permitirá la reestructuración de la red de rutas que lleguen/salen de la TMA, reduciendo el tiempo de vuelo. La interacción entre STAR y Aproximación ofrecerá condiciones para el establecimiento de trayectorias óptimas de llegada desde la fase en ruta hasta la aproximación final.

- e) Protección al Medio Ambiente – En consecuencia del incremento en la eficiencia y del ahorro de combustible, habrá una reducción en la emisión de gases nocivos en la atmósfera. Además, la aplicación del CDA contribuirá para la reducción del ruido aeronáutico.
- f) Acceso y Equidad – La implantación de procedimiento de aproximación RNP APCH y/o RNP AR permitirá el acceso a los aeródromos, en condiciones meteorológicas adversas. La implantación de la PBN no deberá impedir el vuelo de aeronaves no aprobadas en determinado espacio aéreo, a menos que sea absolutamente necesario, en función de la densidad de tránsito aéreo. De esa forma, se espera que el acceso y la equidad sean atendidos.
- g) Previsibilidad – La precisión de la navegación RNAV-1 tornará las trayectorias de las aeronaves más previsibles, facilitando la separación entre aeronaves y reduciendo la necesidad de intervención del controlador de tránsito aéreo para eventuales salidas de las aeronaves de sus trayectorias. La previsibilidad también será incrementada por la integración entre STAR y aproximaciones.
- h) Interoperabilidad Global – La aplicación de la RNAV y de la RNP, conforme el previsto en el Manual PBN, garantizará la interoperabilidad global, a través de la aplicación de las especificaciones de navegación estándares, evitando la necesidad de obtención de varias aprobaciones de aeronaves y operadores para volar en espacios que utilizan la misma aplicación de navegación.
- i) Participación de la Comunidad ATM – El éxito de la implantación PBN dependerá de una efectiva participación de la comunidad ATM, con miras a garantizar que se atiende a los requerimientos operacionales de los diversos usuarios del espacio aéreo, así como de los proveedores de servicio.

#### 1.2. Recopilar datos de tránsito aéreo para entender los flujos de tránsito aéreo

El análisis de los flujos principales de llegadas y salida de las TMA es esencial para priorizar los pares de ciudades que poseen mayor cantidad de vuelos. Las planillas excel empleadas en el análisis de flujos para la implantación PBN en Ruta, pueden ser obtenidas en la página WEB de la Oficina SAM y aplicadas para el análisis de los flujos en las principales TMA de la Región SAM. Sin embargo, es importante considerar que la muestra de tránsito aéreo empleada fue la correspondiente a la recopilación de datos de la CARSAMMA, en el período del 13 al 28 de Enero de 2008, para fin de la Evaluación de la Seguridad RVSM. De esa manera, solamente fueron considerados los vuelos entre FL 290 y 410.

#### 1.3. Analizar la capacidad de navegación de la flota

El trabajo de la OACI y del Proyecto RLA/99/901, mencionado en el Proyecto de Implantación PBN en Ruta, abarcará las especificaciones de navegación PBN para TMA.

Para las especificaciones RNAV-1 y RNAV-2 existe una lista completa de aeronaves y avionicos, elaborada por la FAA, que puede ser utilizada para el análisis de la capacidad de la flota para tales especificaciones. Esa lista puede ser encontrada en [http://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/avs/offices/afs/afs400/afs470/media/AC90-100compliance.xls](http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs470/media/AC90-100compliance.xls).

D-5

Para la especificación RNP APCH, deberá ser evaluada la capacidad de navegación basada en GNSS, adecuada para la aproximación.

Para la especificación RNP AR, a capacidad de navegación de las aeronaves deberá ser evaluada con base en requerimientos operacionales claramente establecidos, teniendo en cuenta la flexibilidad de los valores de precisión en varios segmentos de la aproximación, normalmente entre 0,3 y 0,1, así como en función de las funcionalidades requeridas para un aeropuerto específico, por ejemplo: “radius to fix (RF) legs”.

Las planillas excel empleadas en el análisis de flujos para la implantación PBN en Ruta, pueden ser obtenidas en la página WEB de la Oficina SAM y aplicadas para el análisis de la capacidad de la flota que vuela en las principales TMA de la Región SAM. La información completa puede ser obtenida en la página WEB de la Oficina SAM.

- 1.4. Analizar la infraestructura de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra para las especificaciones de navegación, para atender a la Especificación de Navegación y al modo de reversión de navegación.

La infraestructura de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra es fundamental para la RNAV-1, tanto para permitir la aplicación de dicha especificación de navegación, como para garantizar el modo de reversión de navegación, en caso de pérdida de la señal GPS. Al tratarse de una especificación RNAV, que no exige sistemas de monitoreo y alerta de performance a bordo de la aeronave, el empleo de vigilancia ATS puede mitigar el requerimiento de un mayor espaciamiento entre rutas, con el objetivo de subsanar eventuales fallas de los sistemas de navegación no detectados por la tripulación de vuelo.

Será necesaria una evaluación de la infraestructura para la navegación DME/DME, con el fin de verificar si es posible aplicar la especificación de navegación RNAV-1 o si sería necesario adoptar una de las siguientes medidas:

- a) Utilizar el sistema inercial para cubrir eventuales “gaps” en la cobertura DME. En este caso será necesario evaluar si la flota de aeronaves que opera en la TMA cuenta con el sistema inercial.
- b) Evaluar el costo-beneficio de implantar estaciones DME, a fin de proporcionar la cobertura adecuada para operaciones DME/DME. Esta opción dependerá del porcentaje de aeronaves que solamente cuentan con la navegación DME/DME y de la política del Estado cuanto al sistema de back-up, en caso de pérdida de la señal GNSS.
- c) Aplicar solamente el GNSS para cumplir con los requerimientos de la RNAV-1, considerando los aspectos mencionados en a) y b) anteriores.

Para las aproximaciones RNP APCH o RNP AR no es requerida vigilancia ATS. Sin embargo, dependiendo de la complejidad del espacio aéreo e de la mezcla de operaciones de aeronaves aprobadas y no aprobadas, el uso de la vigilancia ATS podrá ser requerida.

- 1.5. Optimizar la estructura del espacio aéreo, a través de la implementación de nuevos SID y STARS y Diseñar los procedimientos de aproximación por instrumentos (RNP APCH/APV Baro-VNAV o RNP AR), basados en los objetivos estratégicos del concepto del espacio aéreo, considerando “airspace modeling”, simulaciones ATC (time acelerado y/o tiempo real), pruebas en vivo, etc.

La optimización de la estructura del espacio aéreo será lograda a través de la implantación de SID y STAR RNAV-1, que proporcionará trayectorias y puntos de llegada bien definidos en la TMA, evitando los conflictos de tránsito aéreo, así como proporcionando en vuelo de los usuarios en sus perfiles óptimos de vuelo. Para los espacios aéreos más complejos, los Estados deben considerar el empleo de las siguientes herramientas:

- a) “airspace modeling”;
- b) Simulación en Tiempo Acelerado (FTS);
- c) Simulación en Tiempo Real (RTS);
- d) “live ATC trials”

Para modificaciones sencillas del espacio aéreo, por ejemplo: la implantación de una SID y/o STAR, el empleo de esas herramientas no es necesario. Para cambios mayores, en espacios aéreos complejos, el empleo de las mencionadas herramientas puede proveer información esencial para garantizar la eficiencia y la seguridad operacional. Mayores informaciones sobre esas herramientas pueden ser encontradas en el Manual PBN, Volumen I, parte “B”, punto 4.3.2.

La implantación de SID y STAR en una configuración óptima exige el establecimiento del espaciamiento entre trayectorias de salida y/o llegada en la TMA. En ese sentido, el Estado deberá tener personal capacitado para efectuar la evaluación necesaria o aplicar un análisis comparativo, por ejemplo, con otros espacios aéreos. En el ámbito del Panel de Separación y Seguridad del Espacio Aéreo (SASP) están siendo realizados estudios para la aplicación de las áreas de protección del los procedimientos IFR del Doc. 8168 para separación entre aeronaves. En caso de aprobación de esa propuesta, el establecimiento de la separación adecuada entre aeronaves en TMA será facilitado. Es importante resaltar que ya existen países que aplican esa metodología de separación entre aeronaves.

**2. Desarrollar un plan de medición de la performance, incluyendo emisiones de gas, seguridad operacional, eficiencia, etc.**

La Gestión de Tránsito Aéreo basada en Performance es estructurada en base al principio que las expectativas de la comunidad ATM podrán ser mejor atendidas por medio de la cuantificación de esas necesidades. Deberá ser, entonces, establecido un conjunto de objetivos, metas y indicadores de performance, que permita justificar, de forma objetiva, los proyectos que se orientan a la implantación de mejoras de performance del sistema de gestión de tránsito aéreo. Mayores detalles sobre la ATM Basada en Performance se presentan como **Adjunto 6 del Apéndice B**.

El estimado de la performance futura del sistema ATM será fundamental para orientar el proceso de planificación de las mejoras que serán implementadas. Las iniciativas de investigación y desarrollo deben ser organizadas a fin de propiciar el análisis del riesgo para las siguientes situaciones:

- a) consecuencias de mantener el status actual del sistema ATM, sin efectuar cualquier cambio. En ese caso, el sistema ATM estaría sujeto a los cambios fuera del campo de actuación del proveedor del servicio, tales como: crecimiento del tránsito aéreo, cambios en la composición de la flota, etc.; y
- b) consecuencias de la implantación de cambios que no proporcionen la mejora pretendida en la performance del sistema, dejando de atender las metas establecidas de performance.

En el caso de implantaciones sencillas, como es el caso de una SID o STAR, las Áreas de Performance Principales (KPA) involucradas son la seguridad operacional, la eficiencia y la protección al medio ambiente. La seguridad operacional puede ser medida de una manera cualitativa, por medio de un “caso de seguridad operacional” (safety case). Esa posibilidad será mejor descrita en el punto específico de Evaluación de la Seguridad. La eficiencia y la protección al medio ambiente están intrínsecamente relacionadas, teniendo en cuenta que un aumento en la eficiencia normalmente resulta en una reducción en el consumo de combustible, propiciando una reducción en la cantidad de emisiones de gases en la atmósfera. Como mínimo, la implantación de las SID/STAR debe medir la expectativa de ahorro de tiempo de vuelo y de combustible. Es importante resaltar que no siempre la implantación de una SID/STAR resultará en una reducción en el tiempo de vuelo, teniendo en cuenta que el objetivo de su implantación puede ser, por ejemplo, la simplificación de los flujos de entrada y salida de una TMA, propiciando una menor carga de trabajo para los controladores de tránsito aéreo y, en consecuencia, una mayor capacidad ATC. En ese caso puede ser posible también que una ruta más larga propicie las condiciones necesarias para el empleo de los procedimientos “de aproximación de descenso continuo” (Continuous Descent Approach) (CDA).

En una completa reestructuración de las TMA más complejas, la evaluación de la performance normalmente dependerá del empleo de herramientas específicas, tales como la Simulación en Tiempo Acelerado (FTS), porque será necesaria una evaluación completa del sistema, de forma integrada, que dificultaría una evaluación “manual”.

Como mínimo, la implantación PBN debe considerar el ahorro en términos de tiempo de vuelo y consumo de combustible, así como la reducción de emisión de gases nocivos en la atmósfera. IATA ha desarrollado una planilla de cálculo de ahorro de combustible, que puede ser aplicado para medir la performance del sistema. Esta planilla puede ser obtenida en la Página WEB de la Oficina SAM.

### **3. Evaluación de la seguridad operacional**

- 3.1. Determinar que metodología será usada para evaluar la seguridad en el espacio aéreo y espaciado de rutas, dependiendo de la especificación de la navegación, considerando el modelo de espacio aéreo, simulaciones ATC (tiempo acelerado y/o tiempo real), pruebas en vivo, etc.

La metodología de evaluación de seguridad del espacio aéreo puede ser cuantitativa o cualitativa. Un ejemplo de método cuantitativo es la evaluación de la seguridad aplicada a la implantación y post-implantación de la RVSM. Esos métodos cuantitativos son basados en Modelo de Riesgo de

Colisión (CRM) y necesitan del empleo de expertos en áreas específicas, tales como Estadística y Matemática. Sin embargo, esa evaluación de seguridad solamente se justificaría en caso de grandes cambios en el espacio aéreo, tales como una completa reestructuración de las TMA más complejas. Ejemplos de Modelos de Riesgo de Colisión empleados en el análisis de seguridad pueden ser encontrados en el Doc 9689 – Manual sobre Metodología de Planificación para Determinación de Mínimas de Separación.

Para la implantación de una SID y/o STAR o para la aplicación PBN en TMA de menor complejidad podría ser aplicada una evaluación cualitativa, basada en el juicio operacional. Ese tipo de evaluación debe ser documentada, a través de un “safety case”, basado en la metodología SMS. Un ejemplo de empleo sistematizado de esa metodología es el Doc. 9859, Manual de Gestión de la Seguridad Operacional de la OACI y el Doc CAP 760 ( Guidance on the Conduct of Hazard Identification, Risk Assessment and the Production of Safety Cases), del Reino Unido. Este último documento puede ser encontrado en la siguiente dirección de la WEB: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP760.PDF> .

La evaluación de seguridad para la aplicación de procedimientos RNP APCH y RNP AR puede considerar el análisis cualitativo mencionado no párrafo anterior, teniendo en cuenta que la implementación de nuevos procedimientos de aproximación normalmente no involucra cambios significativos en el espacio aéreo.

- 3.2. Preparar un programa de recolección de datos para la evaluación de la seguridad operacional en el espacio aéreo

Para la preparación del programa de recolección de datos, el Estado deberá decidir por la estrategia de evaluación de seguridad, teniendo en cuenta si la evaluación será cuantitativa o cualitativa. En el caso de una completa reestructuración de TMA complejas, el Estado deberá recolectar los datos necesarios para la evaluación de seguridad y/o determinación del espaciamiento de rutas aplicable en la región SAM.

- 3.3. Preparar evaluación preliminar de la seguridad operacional en el espacio aéreo

La evaluación preliminar de la seguridad operacional deberá ser finalizada antes de la fecha de implantación, a fin de garantizar las condiciones necesarias para el inicio de la fase pre-operacional, normalmente por un plazo de un año.

- 3.4. Preparar evaluación final de la seguridad operacional en el espacio aéreo

La evaluación final de la seguridad operacional, normalmente es realizada un año después de la implantación, lo que garantizará el inicio de la fase operacional.

#### **4. Establecer un proceso de toma de decisiones en colaboración (CDM)**

El proceso de toma de decisiones en colaboración tiene como objetivo garantizar que todos los actores involucrados en el proceso de implantación participen en las fases del proyecto, garantizando transparencia y adecuación a los intereses de todos los usuarios y proveedores de servicio.

4.1. Coordinar necesidades de planificación e implementación con los proveedores de servicio de navegación aérea, aeropuertos, reguladores, usuarios, operadores de aeronaves y autoridades militares. Los Estados deben garantizar la participación de los principales actores (stakeholders) interesados en la planificación e implementación de la PBN en TMA. Deben participar, desde el principio del proceso de planificación, representantes de las aerolíneas, de la aviación general, de la aviación militar, proveedores de servicio de navegación aérea, reguladores, etc.

4.2. Establecer fecha de implementación

La fecha de implantación es uno de los principales aspectos a ser considerado en el proyecto, teniendo en cuenta que debe ser, eventualmente, ajustado a los intereses de los diversos actores involucrados.

4.3. Establecer formato de documentación en sitio web PBN del Estado

La WEB es un mecanismo importante de divulgación de la documentación PBN para todos los actores involucrados en su implantación. Los Estados deberían establecer un sitio WEB adecuado para facilitar el proceso de divulgación de las actividades PBN.

4.4. Reportar avances de planificación e implementación a la oficina Regional correspondiente

Los Estados deben reportar los avances en la planificación e implementación a la Oficina Regional Sudamericana, a fin de garantizar la armonización necesaria entre los Estados SAM, así como propiciar el intercambio de experiencias y lecciones aprendidas.

## **5. Sistemas automatizados ATC**

5.1. Evaluar la implementación PBN en los sistemas automatizados ATC, considerando la enmienda 1 al PANS/ATM (FPLSG).

La implantación de cambios en el sistema automatizado ATC, en función de la implementación de la PBN, está intrínsecamente relacionada a la necesidad que el controlador de tránsito aéreo pueda diferenciar las aeronaves equipadas y no equipadas para operaciones con base en especificaciones de navegación RNAV y RNP. Esa diferenciación es particularmente importante en entornos operacionales no excluyentes, en que son permitidos vuelos de aeronaves aprobadas y no aprobadas para una determinada especificación de navegación aérea. Los cambios en los sistemas automatizados pueden variar en el grado de complejidad, desde la inserción de letras o códigos en las fajas de progreso de vuelo y/o en los “targets” en la pantalla radar, hacia un cambio completo que involucre colores diferenciados o un análisis previo al ingreso del plan de vuelo en el sistema de procesamiento de plan de vuelo, para garantizar que solamente aeronaves aprobadas puedan llenar una ruta o procedimiento RNAV o RNP en el FPL.

Las modificaciones de los sistemas automatizados ATC deben considerar la enmienda 1 al PANS/ATM, resultado del trabajo del Grupo de Estudio sobre Planes de Vuelo de la Comisión de Aeronavegación de la OACI, cuya aprobación fue realizada en la 177 Sesión de la mencionada Comisión y entrará en vigencia en 15 de noviembre del 2012. La carta enviada a los Estados, informando la aprobación de la enmienda 1 al PANS/ATM fue la AN 13/2.1-08/50, del 25 de junio del 2008. La enmienda puede ser obtenida en el sitio WEB de la Oficina SAM.

La enmienda en cuestión involucra cambios significativos en la inserción de códigos alfanuméricos relativos a la aprobación RNAV y RNP, fundamentales para la implantación PBN. Considerando las limitaciones actuales del plan de vuelo, la mayoría de esos códigos serán insertados en la casilla 18. En resumen, los cambios relacionados a la PBN son los siguientes:

- a) El nombre de la casilla 10 del FPL pasa a ser “Equipos y Capacidades”;
- b) En la casilla 10, la letra “R” pasa a significar “Aprobación PBN”. Las especificaciones de navegación para las cuales la aeronave y operador son aprobados deben ser insertados en la casilla 18 del FPL, con los siguientes códigos:

**- RNAV SPECIFICATIONS**

- ✓ A1 - RNAV 10 (RNP 10)
- ✓ B1 - RNAV 5 all permitted sensors
- ✓ B2 - RNAV 5 GNSS
- ✓ B3 - RNAV 5 DME/DME
- ✓ B4 - RNAV 5 VOR/DME
- ✓ B5 - RNAV 5 INS or IRS
- ✓ B6 - RNAV 5 LORANC
- ✓ C1 - RNAV 2 all permitted sensors
- ✓ C2 - RNAV 2 GNSS
- ✓ C3 - RNAV 2 DME/DME
- ✓ C4 - RNAV 2 DME/DME/IRU
- ✓ D1 - RNAV 1 all permitted sensors
- ✓ D2 - RNAV 1 GNSS
- ✓ D3 - RNAV 1 DME/DME
- ✓ D4 - RNAV 1 DME/DME/IRU

**- RNP SPECIFICATIONS**

- ✓ L1 - RNP 4
- ✓ O1 - Basic RNP 1 all permitted sensors
- ✓ O2 - Basic RNP 1 GNSS
- ✓ O3 - Basic RNP 1 DME/DME
- ✓ O4 - Basic RNP 1 DME/DME/IRU
- ✓ S1 - RNP APCH
- ✓ S2 - RNP APCH with BARO-VNAV
- ✓ T1 - RNP AR APCH with RF (special authorization required)
- ✓ T2 - RNP AR APCH without RF (special authorization required)

- c) En la casilla 10, continúa siendo empleada la letra “G” para significar “Equipado con GNSS”. Las aumentaciones correspondiente deben ser insertada en la casilla 18 con el código NAV/

## 5.2. Implementar los cambios necesarios en los sistemas automatizados ATC

Los cambios en los sistemas automatizados ATC normalmente son procesos complejos, caros y demorados para la mayoría de los Estados. Así, solamente los cambios juzgados esenciales para la seguridad y eficiencia operacional deben ser implantados. En una implantación PBN en TMA, habría la posibilidad de los siguientes escenarios principales:

- a) Mezcla de SID/STAR convencionales y RNAV-1 – en ese escenario, el empleo del sistema Automatizado ATC serviría para que el controlador pueda asignar el procedimiento adecuado con suficiente antelación, dependiendo de la capacidad de la aeronave. Además, el sistema propiciará las condiciones necesarias para “fiscalizar” si la aeronave es efectivamente aprobada para volar las SID/STAR RNAV-1. Esa fiscalización podría ser hecha a través de muestras de tránsito aéreo, comparadas con una base de datos de aeronaves aprobadas. En el caso de que la separación entre aeronaves dependa de la aprobación RNAV, sería necesario un mayor grado de automatización ATC, que indicase al controlador de tránsito aéreo las aeronaves aprobadas y no aprobadas RNAV.
- b) SID STAR RNAV-1 y encaminamiento de aeronaves no aprobadas por intermedio de vectores radares – Similar al escenario anterior, el controlador de tránsito aéreo debe conocer con antelación el status de la aprobación RNAV de la aeronave, a fin de proveer los vectores radares a las aeronaves no equipadas.
- c) Espacios Aéreos RNAV excluyentes (con o sin excepciones especiales – Aeronaves de Estado, vuelos humanitarios, primera entrega, etc) – en ese escenario, el espaciado de rutas será dependiente de la aprobación RNAV de las aeronaves y la automatización ATC será esencial para indicar el status de aprobación de las aeronaves al controlador de tránsito aéreo.

## 6. Aprobación de aeronaves y operadores

- 6.1. Analizar los requisitos de aprobación de aeronaves y operadores (pilotos, despachadores y personal de mantenimiento), según lo establecido en el manual PBN, y desarrollar la documentación necesaria.

Los requisitos generales de aprobación de aeronaves y operadores para RNAV-1 están previstos en el Manual PBN, Volumen II, parte B, capítulo 3. Los documentos existentes en el ámbito del EUROCONTROL y de la FAA son los siguientes:

- a) EUROCONTROL – TGL-10 - Airworthiness and Operational Approval for Precision RNAV Operations in Designated European Airspace
- b) FAA – AC 90-100A – U.S. Terminal and En Route Area Navigation (RNAV) Operations.

Los requisitos generales de aprobación de aeronaves y operadores para RNP APCH están previstos en el Manual PBN, Volumen II, parte C, capítulo 5. Los documentos existentes en el ámbito del EUROCONTROL y de la FAA son los siguientes:

- a) EASA –AMC-20 Series – Airworthiness approval and operational criteria for RNP Approach (RNP APCH) operations (en fase de desarrollo).
- b) FAA AC 20-138A - Airworthiness Approval of Navigation or Flight Management Systems Integrating Multiple Navigation Sensors.
- c) FAA AC 20-130A - Airworthiness Approval of Global Navigation Satellite System (GNSS) Equipment
- d) TSO C115b - Airborne Area Navigation Equipment Using Multi-Sensor Inputs

Los requisitos generales de aprobación de aeronaves y operadores para RNP AR están previstos en el Manual PBN, Volumen II, parte C, capítulo 6. El documento existente en el ámbito de la FAA es lo siguiente:

- a) FAA AC 90-101 - Guidance for RNP Procedures with Special Aircraft and Aircrew Authorization Required

6.2. Publicar las regulaciones nacionales para implementar las especificación de navegación RNAV-1, RNP APCH y RNP AR

Las especificaciones de navegación contenidas en el Manual PBN identifican los requerimientos para la aprobación operacional y de aeronavegabilidad para el empleo de aplicaciones RNAV o RNP. El proceso de comprobación de conformidad con esos requerimientos debe ser previsto en regulaciones operacionales nacionales y pueden requerir una aprobación operacional específica.

El proyecto RLA/99/901 esta desarrollando las Regulaciones Latino Americanas (LAR), cuyo objetivo es armonizar el proceso de aprobación operacional y de aeronavegabilidad en Latino América. Se espera disponer a la brevedad de documentación regional proporcionada a través de las LAR. La coordinación entre ese proyecto y el proyecto RLA 06/901 es fundamental para evitar la duplicidad de esfuerzos y para facilitar el trabajo de los Estados involucrados. Como mínimo, el proyecto RLA 99/901 podría ofrecer material guía para ser adoptado y publicado por los Estados.

Una opción ya empleada por los Estados CAR/SAM es la adopción de documentos de otros Estados y Organismos Internacionales, caso de la Ínterin Guidance 91 (RVSM) y Order 8400-12 (RNP-10).

6.3. Iniciar la aprobación de aeronaves y operadores

Con el objetivo de alcanzar la fecha establecida de implantación, los Estados deben iniciar el proceso de aprobación de aeronaves y operadores y el proyecto RLA 06/901 deberá verificar si todos los Estados efectivamente iniciarán tal proceso, a fin de armonizar las actividades de los Estados involucrados.

- 6.4. Establecer y mantener actualizado una base de datos de aeronaves y operadores aprobados

De manera similar al efectuado con la implantación RVSM, los Estados deberán establecer una estrategia de conformación de la base de datos de aeronaves y operadores aprobados para operaciones RNAV-1, RNP APCH y RNP AR, teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- a) En el caso de una completa reestructuración de las TMA, principalmente en el caso de un espacio aéreo excluyente, habrá una dependencia de un porcentaje mínimo de operaciones aprobadas RNAV-1. En ese sentido, la conformación de la base de datos es esencial para el análisis del porcentaje mínimo.
- b) Verificar se las aeronaves que vuelan en rutas RNAV son efectivamente aprobadas para operaciones RNAV-1, RNP APCH y RNP AR.

- 6.5. Verificar las operaciones con un programa de monitoreo continuo (aeronave y procedimientos)

La seguridad operacional debe ser asegurada con un programa continuo de verificación de las operaciones, a ser reglamentado por los Estados.

## **7. Normas y Procedimientos**

- 7.1. Evaluar las regulaciones para el uso GNSS, y si fuera el caso, proceder a su publicación

La aplicación del GNSS es clave para todas las especificaciones de navegación PBN, teniendo en cuenta que algunas aeronaves sólo cuentan con ese equipo para satisfacer la performance establecida, así como hay algunas especificaciones que sólo son atendidas por el GNSS.

La cuestión principal es la política del Estado en la aplicación del GNSS como medio de navegación. Para una plena utilización del sistema, es necesario que los Estados regulen su empleo como medio de navegación primario, mismo que sea necesario imponer algunas restricciones operacionales, como, por ejemplo, exigir que el aeródromo de alternativa tenga aproximaciones “convencionales” (VOR, NDB, ILS). Otro aspecto que debe ser considerado es la necesidad del establecimiento de un modo de reversión de navegación, en caso de pérdida del señal GNSS, exigiendo que la aeronave esté equipada con los sistemas “convencionales” de navegación aérea.

Los Estados de la Región ya publicaron algunas regulaciones para el uso del GNSS. El status actual de esas regulaciones en la Región SAM se muestra en el **Adjunto 7 del Apéndice B**. La reglamentación para el uso del GNSS es esencial para todas las aplicaciones de navegación.

El empleo del GNSS, como un medio de navegación para cumplir con los requerimientos de la RNAV-1, es fundamental, teniendo en cuenta que existen aeronaves que solamente poseen ese tipo de equipo RNAV y que podrá haber TMA que no dispongan de suficiente cobertura DME para la navegación basada en ese sistema. Por lo tanto, los Estados SAM deben evaluar la reglamentación del uso del GNSS y hacer los cambios que se juzguen necesarios.

Para las Especificaciones de Navegación RNP APCH y RNP AR, el GNSS es el único sistema que atiende a los requerimientos establecidos en el Manual PBN.

7.2. Finalizar la implementación de WGS-84

7.3. Validación en tierra y Inspección en Vuelo de SID, STAR y Aproximación

La elaboración de procedimientos IFR RNAV o RNP deben seguir una serie de pasos desde el origen de los datos hasta la publicación final y subsecuente codificación para empleo en la Base de Datos de los Sistemas de Navegación. El apéndice B de la parte B del Volumen 1 del Manual PBN contiene informaciones acerca de la validación en tierra de los procedimientos IFR. En cada fase del diseño de procedimiento IFR debe haber un control de calidad, con el fin de obtener los necesarios niveles de precisión e integridad. Los procedimientos de control de calidad son detallados en el Doc. 8168 – PANS-OPS, Volumen II, Part 1, Sección 2, Capítulo 4 (Quality Assurance).

Los procedimientos y las radio ayudas en las cuales los procedimientos son basados deben ser inspeccionados en vuelo. En términos de flyability del procedimiento, el Estado debe considerar el uso de simuladores de vuelo, a fin de chequear si las aeronaves más críticas de un determinado espacio aéreo/aeródromo pueden ser atendidas adecuadamente por los procedimientos propuestos.

7.4. Establecimiento de Requerimientos y Procedimientos de Validación de la Base de Datos de Navegación

La integridad de la Base de Datos de los Sistemas de Navegación es un elemento clave de la seguridad operacional en un entorno en que se aplica en la PBN, dependiendo de los requerimientos de la Especificación de Navegación. De esa manera, la integridad de la base de datos debe estar conformada de acuerdo con lo previsto en los documentos DO 200A y/o EUROCAE ED 76 (Proceso de Garantía de Calidad de Datos). El Estado debe emitir una “Letter of Acceptance” (LOA), a fin de documentar que el proveedor de base de datos atiende a los requerimientos del DO 200A y/o EUROCAE ED 76 o aceptar las LOA emitidas por otros Estados o Organismos Internacionales (FAA o EUROCONTROL).

7.5. Elaborar modelo de AIC para notificar la planificación de la implantación de la PBN

La AIC notificando la implantación de la PBN con cerca de 2 años de antelación permitirá un plazo suficiente para que los operadores de aeronaves obtengan una aprobación para operaciones RNAV-1, RNP APCH y/o RNP AR.

7.6. Publicar la AIC notificando la planificación de implementación PBN

Los Estados deben publicar la AIC que notifica la planificación de la implementación de la PBN.

7.7. Desarrollar Modelo de Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes

El Suplemento AIP contendrá las normas y procedimientos operacionales específicos para la aplicación de la RNAV-1, RNP APCH y/o RNP AR.

7.8. Publicar Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes.

7.9. Revisar el Manual de Procedimientos de las dependencias ATS involucradas

El Manual de Procedimientos de las dependencias ATS detallan su modo de operación, buscando una armonización de procedimientos operacionales aplicados por los controladores de tránsito aéreo. La aplicación de la RNAV-1 exigirá la revisión de esos procedimientos, considerándose, principalmente:

- a) Separación entre las aeronaves;
- b) Procedimientos de Contingencia;
- c) Nuevos Procedimientos SID/STAR/Aproximación
- d) Radioayuda esenciales al empleo de los procedimientos SID, STAR y Aproximación. En el caso de la aproximación, ese punto normalmente se aplica a los casos en que la aproximación frustrada es basada en un radio-ayuda en tierra.
- e) Nuevos modelos de encaminamiento del tránsito aéreo (Nueva circulación aérea), incluyendo procedimientos SID/STAR/Aproximación utilizados, vectores radares, si fuera el caso y sistemática de “alimentación” de las TMA.

7.10. Actualizar cartas de acuerdo entre unidades ATS

Las cartas de acuerdo entre unidades ATS deberán ser actualizadas (entre ACC o entre ACC y APP), a fin de reflejar la nueva estructura de espacio aéreo implantada, de ser el caso y los procedimientos mencionados en el párrafo anterior.

7.11. Revisar prácticas y procedimientos para mejorar la gestión de consumo de combustible y cuidado ambiental

Ese debe ser un objetivo a ser perseguido siempre durante las reuniones SAM/IG, en función de la política ambiental de la OACI y de los Estados SAM.

## **8. Capacitación**

8.1. Desarrollar un programa de capacitación y documentación para operadores (pilotos, despachadores y mantenimiento)

La documentación y capacitación que llevan a la aprobación operacional del operador de aeronaves normalmente hace parte del proceso de certificación operacional, que garantiza el empleo de una Aplicación de Navegación Aérea. Todo operador de aeronave debe desarrollar un programa de entrenamiento, a ser aprobado por la Autoridad de Aviación Civil, a fin de posibilitar su aprobación para el empleo de una Aplicación de Navegación Aérea. El Manual PBN, volumen II, parte B y C contiene algunas orientaciones generales de entrenamiento para los Operadores de Aeronaves, para cada una de las Especificaciones de Navegación.

8.2. Desarrollar un programa de capacitación y documentación para controladores de tránsito aéreo y operadores AIS

El Manual PBN, volumen II, parte B y C, contiene algunas guías generales para el entrenamiento de controladores de tránsito aéreo, para cada una de las especificaciones de navegación.

8.3. Desarrollar un programa de capacitación para reguladores (inspectores de seguridad operacional de la aviación)

Los inspectores de seguridad operacional de la aviación deben recibir el entrenamiento necesario para que sean capaces de fiscalizar el cumplimiento de las normativas de aplicación de un especificación PBN.

8.4. Conducir programas de capacitación

Los Estados, Proveedores de Servicios y Operadores de Aeronaves deben conducir los programas de capacitación necesarios, dentro del plazo estipulado, a fin de garantizar la implantación en la fecha establecida.

8.5. Realizar seminarios orientados a los operadores, indicando los planes y los beneficios operacionales y económicos esperados

La realización de seminarios orientados a los operadores tiene la intención principal de instarlos a equipar sus aeronaves, en conformidad con las especificaciones de navegación establecidas, en un plazo adecuado, a través de la presentación de los objetivos y beneficios que serían alcanzados con la implantación planificada.

**9. Decisión de implementación**

En este punto del Plan de Acción, es necesario contestar tres preguntas básicas:

- a) El operador de aeronaves está listo para la implantación? (9.1 y 9.2)
- b) El Proveedor del Servicio de Transito Aéreo está listo para la implantación? (9.1)
- c) La implantación es segura? (9.3).

Deberá ser realizada una reunión específica para evaluar esos tres puntos principales y llegar a una decisión final de implementación.}

Al llegar a la decisión final, cada Estado debe publicar la documentación ATS pertinente, incluyendo el Trigger NOTAM, siete días antes de la fecha prevista para implantación, a fin de confirmarla.

9.1. Evaluar la documentación operacional disponible (ATS, OPS/AIR)

9.2. Evaluar el porcentaje de aeronaves y operadores aprobados (equipamiento conjunto involucrado)

9.3. Revisar resultados de la evaluación de la seguridad operacional

9.4. Publicar Trigger NOTAM

**10. Sistema de monitoreo de la performance**

Después de la implantación de la Aplicación de Navegación, la TMA ingresará en al fase pré-operacional, por un plazo de 1 año. Al final de ese plazo, en caso que la evaluación sea positiva, será posible pasar a la fase operacional. En ese período debe ser establecido un programa de monitoreo post-implimentación de las operaciones, con el objetivo principal de evaluar la seguridad operacional. Sin embargo, deberá ser implantado, también, un sistema de evaluación de la performance, conforme indicado en el ítem 2 del Plan de Acción. Tanto la evaluación de la seguridad como de la performance como un todo deberá ser ejecutado en forma permanente.

- 10.1. Desarrollar un programa de monitoreo post-implimentación de operaciones en TMA y Aproximación
- 10.2. Ejecutar un programa de monitoreo post-implimentación de operaciones en TMA y Aproximación

**ADJUNTO 1 AL APÉNDICE D**

**PLAN DE ACCIÓN PBN EN TMA (RNAV-1) A CORTO PLAZO  
(GPI 1, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 21, 23)**

<b>1. Concepto de espacio aéreo</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
1.1 Establecer y priorizar objetivos estratégicos (seguridad operacional, capacidad, medio ambiente, etc)			Estados	
1.2 Recolectar datos de tráfico para entender los flujos de tráfico del espacio aéreo en TMA			Estados	
1.3 Analizar la capacidad de navegación de la flota de aeronaves en la TMA			Estados	
1.4 Analizar los medios de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra para atender las especificaciones de navegación y al modo de reversión de navegación			Estados	
1.5 Optimizar la estructura del espacio aéreo, a través de la implementación de nuevos SID y STARS, basados en los objetivos estratégicos del concepto del espacio aéreo, considerando “airspace modeling”, simulaciones ATC (tiempo acelerado y/o tiempo real), pruebas en vivo, etc.			Estados	
<b>2. Desarrollar plan de medición de la performance</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
2.1 Preparar plan de medición de la performance, incluyendo emisiones de gas, seguridad operacional, eficiencia, etc.			Estados	
2.2 Conducir plan de medición de la performance			Estados	
<b>3 Evaluación de la seguridad operacional</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
3.1 Determinar que metodología será usada para evaluar la seguridad en el espacio aéreo y espaciamento de rutas, dependiendo de la especificación de navegación, considerando el “airspace modeling”, simulaciones ATC (tiempo acelerado y/o tiempo real), pruebas en vivo, etc.			Estados	
3.2 Preparar un programa de recolección de datos para la evaluación de la seguridad operacional en el espacio aéreo			Estados	

<b>3</b>	<b>Evaluación de la seguridad operacional</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
3.3	Preparar la evaluación preliminar de la seguridad operacional en el espacio aéreo			Estados	
3.4	Preparar la evaluación final de la seguridad operacional en el espacio aéreo			Estados	

<b>4</b>	<b>Establecer un proceso de toma de decisiones en colaboración (CDM)</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
4.1	Coordinar necesidades de planificación e implementación con los proveedores de servicio de navegación aérea, reguladores, usuarios, operadores de aeronaves y autoridades militares			Estados	
4.2	Establecer fecha de implementación			Estados	
4.3	Establecer formato de documentación en sitio web PBN SAM			Estados	
4.4	Reportar avances de planificación e implementación a la oficina Regional correspondiente			Estados	

<b>5</b>	<b>Sistemas automatizados ATC</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
5.1	Evaluar la implementación PBN en los sistemas automatizados ATC, considerando la enmienda 1 a los PANS/ATM (FPLSG).			Estados	
5.2	Implementar los cambios necesarios en los sistemas automatizados ATC			Estados	

<b>6. Aprobación de aeronaves y operadores</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
6.1 Analizar los requisitos de aprobación de aeronaves, y operadores (pilotos, despachadores y personal de mantenimiento), según lo establecido en el manual PBN, y desarrollar la documentación necesaria.			Estados	
6.2 Publicar las regulaciones nacionales para implementar las especificación de navegación RNAV-1			Estados	
6.3 Iniciar la aprobación de aeronaves y operadores			Estados	
6.4 Establecer y mantener actualizado un registro de aeronaves y operadores aprobados			Estados	
6.5 Verificar la operación dentro del programa de monitoreo continuo (aeronave y procedimientos)			Estados	

<b>7. Normas y Procedimientos</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
7.1 Evaluar las regulaciones para el uso GNSS, y si fuera el caso, proceder a su publicación.			Estados	
7.2 Finalizar la implementación de WGS-84			Estados	
7.3 Validación en tierra y Inspección en Vuelo de SID y/o STAR			Estados	
7.4 Establecimiento de Requerimientos y Procedimientos de Validación de la Base de Datos de Navegación			Estados	
7.5 Elaborar modelo de AIC para notificar la planificación de la implantación de la PBN			Estados	
7.6 Publicar la AIC notificando la planificación de implementación PBN			Estados	
7.7 Desarrollar Modelo de Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes			Estados	
7.8 Publicar Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes.			Estados	
7.9 Revisar el Manual de Procedimientos de las unidades ATS involucradas			Estados	
7.10 Actualizar cartas de acuerdo entre unidades ATS			Estados	

<b>7. Normas y Procedimientos</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
7.11 Revisar prácticas y procedimientos para mejorar la gestión de consumo de combustible y cuidado ambiental			Estados	

<b>8. Capacitación</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
8.1 Desarrollar un programa de capacitación y documentación para operadores (pilotos, despachadores y mantenimiento)			Estados	
8.2 Desarrollar un programa de capacitación y documentación para controladores de tránsito aéreo y operadores AIS			Estados	
8.3 Desarrollar un programa de capacitación para reguladores (inspectores de seguridad operacional de la aviación)			Estados	
8.4 Conducir programas de capacitación			Estados	
8.5 Realizar seminarios orientados a los operadores, indicando los planes y los beneficios operacionales y económicos esperados			Estados	

<b>9. Decisión de implementación</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
9.1 Evaluar la documentación operacional disponible (ATS, OPS/AIR)			Estados	
9.2 Evaluar el porcentaje de aeronaves y operadores aprobados (espacio aéreo no excluyente)			Estados	
9.3 Revisar resultados de la evaluación de la seguridad operacional			Estados	
9.4 Publicar trigger NOTAM			Estados	

<b>10. Sistema de monitoreo de la performance</b>	<b>Inicio</b>	<b>Termino</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>
10.1 Desarrollar un programa de monitoreo post-implementación de operaciones en TMA			Estados	
10.2 Ejecutar un programa de monitoreo post-implementación de operaciones en TMA			Estados	
<b>Fecha de implementación pre-operacional</b>			Estados	
<b>Fecha definitiva de implementación</b>			Estados	

-----

**ADJUNTO 2 AL APÉNDICE D**

**PLAN DE ACCIÓN PBN APROXIMACIÓN  
GPI 1, 12, 16, 21, 23**

<b>1. Concepto de espacio aéreo</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
1.1 Establecer y priorizar los objetivos estratégicos (Seguridad operacional, capacidad, Medio ambiente, etc.)			
1.2 Analizar la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en el aeropuerto			
1.3 Analizar medios de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra para atender las especificaciones de navegación y al modo de reversión de navegación			
1.4 Diseñar los procedimientos de aproximación por instrumentos (RNP APCH/APV Baro-VNAV o RNP AR), basados en el objetivo estratégico del concepto del espacio aéreo, considerando “airspace modeling”, simulaciones ATC (tiempo acelerado y/o tiempo real), pruebas en vivo, etc.			
<b>2. Desarrollar un plan de medidas de performance</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
2.1 Preparar un plan de medidas de performance, incluyendo la emisión de gas, seguridad operacional, eficiencia, etc.			
2.2 Aplicar el plan de medidas de performance			
<b>3. Procedimiento de evaluación de la seguridad operacional</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
3.1 Determinar la metodología que será empleada para la evaluación de la seguridad operacional, dependiendo de la especificación de la navegación, considerando “airspace modeling”, simulaciones ATC (aceleradas y/o en tiempo real), pruebas en vivo, etc.			
3.2 Preparar un programa de recolección para la evaluación de la seguridad operacional del espacio aéreo			
3.3 Preparar evaluación preliminar de la seguridad operacional para la aplicación de lo (s) procedimiento (s)			
3.4 Preparar evaluación final de la seguridad operacional para la aplicación de lo (s) procedimiento (s)			

<b>4</b>	<b>Establecer proceso de toma de decisiones en colaboración (CDM)</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
4.1	Coordinar necesidades de planificación e implementación con los proveedores de servicios de navegación aérea, reguladores, usuarios, operadores de aeronave y autoridades militares			
4.2	Establecer fecha de implementación			
4.3	Establecer formato y documentación de la pagina web PBN SAM			
4.4	Reportar avances de planificación e implementación a la Oficina Regional SAM			

<b>5</b>	<b>Sistemas automatizados ATC</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
5.1	Evaluar la implementación PBN en los sistemas automatizados ATC, considerando la enmienda 1 a los PANS/ATM (FPLSG).			
5.2	Implementar los cambios necesarios en los sistemas automatizados ATC			

<b>6.</b>	<b>Aprobación de aeronave y operador</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
6.1	Analizar los requisitos de aprobación de aeronaves, y operadores (pilotos, despachadores y personal de mantenimiento), según lo establecido en el manual PBN, y desarrollar la documentación necesaria.			
6.2	Publicar las regulaciones nacionales para implementar las especificación de navegación			
6.3	Iniciar la aprobación de aeronaves y operadores			
6.4	Establecer y mantener actualizado un registro de aeronaves y operadores aprobados			
6.5	Verificar la operación dentro del programa de monitoreo continuo (aeronave y procedimientos)			

<b>7. Normas y procedimientos</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
7.1 Evaluar las regulaciones para el uso GNSS, y si fuera el caso, proceder a su publicación.			
7.2 Finalizar la implementación de WGS-84			
7.3 Validación en tierra y Inspección en Vuelo de los Procedimientos de Aproximación			
7.4 Establecimiento de Requerimientos y Procedimientos de Validación de la Base de Datos de Navegación			
7.5 Elaborar modelo de AIC para notificar la planificación de la implantación de la PBN			
7.6 Publicar la AIC notificando la planificación de implementación PBN			
7.7 Desarrollar Modelo de Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes			
7.8 Publicar Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo las contingencias en vuelo correspondientes.			
7.9 Revisar el Manual de Procedimientos de las unidades ATS involucradas			
7.10 Actualizar cartas de acuerdo entre unidades ATS			
7.11 Revisar prácticas y procedimientos para mejorar la gestión de consumo de combustible y cuidado ambiental			

<b>8. Capacitación</b>	<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
8.1 Desarrollar un programa de capacitación y la documentación para operadores (pilotos, despachadores y mantenimiento)			
8.2 Desarrollar un programa de capacitación y la documentación para controladores de tránsito aéreo y operadores AIS			
8.3 Desarrollar un programa de capacitación para reguladores (inspectores de seguridad operacional)			

8.4	Conducir programas de capacitación			
8.5	Realizar seminarios orientados a los operadores, indicando los planes y los beneficios operacionales y económicos esperados			

<b>9. Decisión para la implementación</b>		<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
9.1	Evaluar la documentación operacional disponible (ATS, OPS/AIR)			
9.2	Evaluar el porcentaje de aeronaves y operaciones aprobadas (espacio aéreo no excluyente)			
9.3	Revisar los resultados de evaluación de la seguridad operacional			

<b>10. Monitoreo de la performance del sistema</b>		<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>	<b>Notas</b>
10.1	Desarrollar un programa de monitoreo de las Operaciones de Aproximación post-implementación			
10.2	Ejecutar programa de monitoreo de las Operaciones de Aproximación post-implementación			
<b>Fecha de implementación pre-operacional</b>				
<b>Fecha definitiva de implementación</b>				

-----