



**Cuestión 2 del  
Orden del Día: Optimización del espacio aéreo SAM**

**OPTIMIZACION DEL ESPACIO AEREO COLOMBIANO**

(Presentada por Colombia)

**RESUMEN**

- a. Esta nota informativa presenta el avance en la implantación del PBN para el espacio aéreo de Colombia
- b. Acciones para normalizar la separación longitudinal de aeronaves en ruta
- c. Coordinación de la versión 4 de la red de rutas SAM
- d. Avances sobre Planes de Contingencia ATS

**Referencias:**

- Carta de navegación Publicadas en el AIP Colombia

**1. Antecedentes**

1.1 En el marco de la Décimo tercera Reunión de Autoridades de Aviación Civil de la Región Sudamericana (RAAC/13) “**DECLARACIÓN DE BOGOTÁ**”, se establecieron las metas y compromisos para alcanzar los objetivos de navegación aérea.

**2. Análisis**

A continuación, se presenta el estado actual en la implementación del PBN para el espacio aéreo de Colombia:

**AVANCE EN LA IMPLANTACIÓN REGIONAL PBN**

2.1 *Salidas Normalizadas por Instrumentos (SID)*: establecidas bajo el concepto de navegación basada en el rendimiento (PBN) y diseñadas para los aeropuertos Internacionales de Colombia. A la fecha se tiene un avance del 75%.

2.2 *Llegadas Normalizadas por Instrumentos (STAR)*: realizadas bajo el concepto de navegación basada en el rendimiento (PBN) y diseñadas para los aeropuertos Internacionales de Colombia. A la fecha se tiene un avance del 86%.

2.3 *Operaciones con Ascenso Continuo (CCO)*: en salidas diseñadas para aeropuertos Internacionales. A la fecha se tiene un avance del 43%.

2.4 *Operaciones con Descenso Continuo (CDO):* en llegadas y salidas, diseñadas para los aeropuertos Internacionales. A la fecha se tiene un avance del 43%.

2.5 *Rutas PBN en Espacio Aéreo Superior:* Diseñadas en los espacios aéreos controlados de las FIR Barranquilla (SKEC) y FIR Bogotá (SKED). A la fecha se tiene un avance del 62%

2.6 *Rutas PBN en Espacio Aéreo Inferior:* diseñadas en los espacios aéreos controlados de las FIR Barranquilla (SKEC) y FIR Bogotá (SKED). A la fecha se tiene un avance del 6%

2.7 *Procedimientos de aproximación RNP AR APCH:* diseñados para aeropuertos Internacionales. A la fecha se tiene un avance del 78%

2.8 *Procedimientos de Aproximación con Guía Vertical (APV) y con guía lateral (LNAV):* diseñados para aeropuertos Internacionales. A la fecha se tiene un avance del 61%

2.9 *Procedimientos de aproximación PBN con Guía Lateral Únicamente (LNAV):* diseñados para aeropuertos Internacionales. A la fecha se tiene un avance del 90%, tal como se muestra en la siguiente tabla:

| PORCENTAJE ALCANZADO                    | 75%<br>2018 | 86%<br>2018 | 43%<br>2018             | 6%<br>2018                          | 62%<br>2018                         | 78%<br>2018                | 61%<br>2018                            | 90%<br>2018                            |
|---|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|--|
| AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE COLOMBIA | SID PBN     | STAR PBN    | CCO/ CDO EN SIDS/STAR S | RUTAS PBN EN ESPACIO AEREO INFERIOR | RUTAS PBN EN ESPACIO AEREO SUPERIOR | PROCED. DE APP RNP AR APCH | PROCED. DE APP CON GUIA VERTICAL (APV) | PROCED. DE APP CON GUIA LATERAL (LNAV) |

En la siguiente tabla se indican los avances discriminados por cada Aeropuerto Internacional:

| AEROPUERTOS INTERNACIONALES DE COLOMBIA | SID PBN | STAR PBN | CCO/ CDO EN SIDS/STAR S | RUTAS PBN EN ESPACIO AEREO INFERIOR | RUTAS PBN EN ESPACIO AEREO SUPERIOR | PROCED. DE APP RNP AR APCH | PROCED. DE APP CON GUIA VERTICAL (APV) | PROCED. DE APP CON GUIA LATERAL (LNAV) |
|---|---------|----------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|--|
| AD. BOGOTA                              | 100%    | 100%     | 70%                     | N/A                                 | N/A                                 | 100%                       | 80%                                    | 100%                                   |
| AD.MEDELLIN                             | 95%     | 95%      | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 30%                                    | 100%                                   |
| AD CALI                                 | 80%     | 80%      | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | 100%                       | 100%                                   | 100%                                   |
| AD CARTAGENA                            | 80%     | 100%     | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 100%                                   | 100%                                   |
| AD BARRANQUILLA                         | 70%     | 90%      | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 50%                                    | 100%                                   |
| AD SAN ANDRES                           | 20%     | 100%     | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 100%                                   | 100%                                   |
| AD BUCARAMANGA                          | 60%     | 80%      | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 80%                                    | 80%                                    |
| AD PEREIRA                              | N/A     | 100%     | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 30%                                    | 100%                                   |
| AD SANTAMARTA                           | 100%    | 100%     | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | 100%                       | 50%                                    | 100%                                   |
| AD CUCUTA                               | 30%     | 10%      | 10%                     | N/A                                 | N/A                                 | 10%                        | 10%                                    | 10%                                    |
| AD ARMENIA                              | 80%     | 80%      | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 30%                                    | 100%                                   |
| AD LETICIA                              | 100%    | 100%     | 80%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 100%                                   | 90%                                    |
| AD RIOHACHA                             | 80%     | 80%      | 40%                     | N/A                                 | N/A                                 | N/A                        | 30%                                    | 90%                                    |
| TMA FIR SKED-SKEC                       | N/A     | N/A      | N/A                     | 6%                                  | N/A                                 | N/A                        | N/A                                    | N/A                                    |
| UTA FIR SKED-SKEC                       | N/A     | N/A      | N/A                     | N/A                                 | 62%                                 | N/A                        | N/A                                    | N/A                                    |

ACLARACIONES DE LA TABLA ANTERIOR

- Los aeropuertos de Medellín, Cartagena, Barranquilla, San Andrés, Bucaramanga, Pereira Armenia, Leticia y Riohacha no requieren Procedimientos de aproximación RNP AR APCH, ya que con los procedimientos RNP APCH publicados se satisfacen las necesidades operacionales, sin tener mayor exigencia para los operadores aéreos, al no tener que certificar su flota en especificaciones de navegación más avanzadas.
- Referente a los aeropuertos de Medellín, Pereira, Armenia, y Riohacha que no tienen publicados procedimientos de aproximación con guía vertical (APV), se informa que estos procedimientos estarán diseñados y publicados en el segundo semestre de 2019.
- Para el Aeropuerto de San Andrés, se tiene planificado el rediseño de este espacio aéreo incluyendo las salidas RNAV por las dos (2) cabeceras de pista, estimando culminar este diseño para el segundo semestre de 2020.
- Para el Aeropuerto de Bucaramanga se encuentran los procedimientos de salida, llegada y Aproximación PBN en fase de validación, estimando ser publicados en el primer semestre de 2019 y así cumplir con el 100% de los objetivos propuestos.
- El Aeropuerto de Cúcuta presenta procedimientos PBN mínimos, sin embargo, es nuestro principal objetivo en términos de diseño de procedimientos RNAV/RNP, por tal razón se encuentran en fase de diseño para las principales pistas de este aeropuerto, y se estima tener publicados los procedimientos para el segundo semestre de 2019. Permitiendo elevar los porcentajes a valores cercanos al 90% en todas las metas propuestas.
- En lo que respecta a la optimización de rutas en Colombia, se observa que de un total de 92 rutas que componen la red de rutas ATS al interior de las FIR Bogotá y FIR Barranquilla, 57 rutas (62%) corresponden a rutas PBN y 35 rutas (38%) corresponden a rutas convencionales, reflejando un avance significativo teniendo en cuenta que la Región lograba para el año 2014 un 38% de rutas PBN, de esta manera se refleja un avance sustancial en los últimos cuatro (4) años.

En la siguiente tabla se presenta cuadro comparativo entre los indicadores porcentuales de la región SAM presentados en 2014 y los indicadores porcentuales de Colombia en 2018, por medio del cual se ve reflejados los avances de la estructura del espacio aéreo en materia de navegación PBN.

| REGION SAM (DECLARACION DE BOGOTA 2014) VRS ESPACIO AEREO COLOMBIANO (2018) |         |          |         |                                  |                                |            |      |
|---|---------|----------|---------|----------------------------------|--------------------------------|------------|------|
| PORCENTAJE ALCANZADO  | SID PBN | STAR PBN | CCO/CDO | RUTAS PBN ESPACIO AEREO SUPERIOR | PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACION |            |      |
|   |         |          |         |                                  | RNP AR APCH                    | APV y LNAV | LNAV |
| REGION SAM 2014   | 48%     | 48%      | 12%     | 38%                              | 3%                             | 11%        | 47%  |
| COLOMBIA 2018   | 70%     | 86%      | 43%     | 62%                              | 78%                            | 34%        | 90%  |

### DESIGNACIÓN DEL MÓDULO FRTO (FREE ROUTE OPERATIONS)

2.10 Con el Objeto de permitir el uso del espacio aéreo junto con un enrutamiento flexible ajustado a patrones de tráfico específicos, esto permitirá mayores posibilidades de enrutamiento, reduciendo una posible congestión en las rutas troncales y los puntos de cruce saturados, arrojando como resultado reducción de emisión de gases contaminantes CO2 y de consumo de combustible.

### CONSIDERACIONES DE APLICABILIDAD

2.11 Es aplicable principalmente en ruta, mejora la seguridad operacional, beneficia a los operadores aéreos y a los Estados. Entre mayor sea el espacio aéreo considerado, mayor será el beneficio, principalmente para el uso flexible del espacio aéreo. El beneficio se origina con la creación de flujos generales o flujos individuales. La aplicación de flujos se crea en la medida de lo posible siempre que la evolución de tráfico aéreo lo permita. Este tipo de operación se pueden introducir comenzando por las más simples.

2.12 Es así como Colombia mediante la implementación de tres (3) trayectorias de rutas mejoradas, dio inicio a este proyecto siendo los pioneros en la región CAR SAM. Consecuencia de este ejercicio, a continuación, se presentan los resultados de ahorro de CO2 y combustible.

| DIRECT FLIGHTS   |                           |       |       |       |       |                          |        |        |        |        |
|------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
| DIRECT           | FUEL SAVINGS IN KILOGRAMS |       |       |       |       | CO2 SAVINGS IN KILOGRAMS |        |        |        |        |
|                  | JAN                       | FEB   | MAR   | APR   | MAY   | JAN                      | FEB    | MAR    | APR    | MAY    |
| BAQ-BUTAL-BOKAN  | 474                       | 904   | 2268  | 2130  | 226   | 1.333                    | 2.847  | 7.144  | 6.688  | 7.119  |
| UGUPI-OROSA      | 20000                     | 21070 | 19711 | 21011 | 20000 | 63.052                   | 66.371 | 62.09  | 65.974 | 63.000 |
| ENPUT-LOBUL      | 2000                      | 2314  | 1068  | 1544  | 6468  | 6.307                    | 7.29   | 3.364  | 4.848  | 13.967 |
| Total            | 22474                     | 24288 | 23047 | 24685 | 26694 | 70.692                   | 76.508 | 72.598 | 77.51  | 84.086 |
| ESTIMATED YEARLY | <b>288000</b>             |       |       |       |       | <b>876000</b>            |        |        |        |        |

FUENTE: KLM COMPANY /SR. ROCCO: FLIGHT TACTICAL SERVICES

Bajo este mismo modelo, en la siguiente tabla se ilustra el ahorro de CO2 y combustible previsto con los flujos individuales previstos para el primer trimestre de 2019 en espacio aéreo de Colombia, con base en acuerdos bilaterales.

| DCT(s)                      | CITY PAIR | WEEKLY FLTS | EST. USE | SAVINGS/FLT (KGS FUEL) | EST. ANNUAL SAVINGS (KGS FUEL) | EST. ANNUAL SAVINGS CO2 (KGS) |
|-----------------------------|-----------|-------------|----------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| AMBAS-BOGAL                 | AMS-PTY   | 7           | 20%      | 225                    | 16380                          | 51597                         |
| BOGAL-AMBAS                 | PTY-AMS   | 7           | 15%      | 225                    | 12285                          | 38698                         |
| AMBAS-RHC-ELB               | AMS-BOG   | 4           | 33%      | 350                    | 24024                          | 75676                         |
| RHC (BAQ)-AMBAS             | CTG-AMS   | 4           | 25%      | 375                    | 19500                          | 61425                         |
| AMBAS-RHC-ELB-UGALU-RNG     | AMS-UIO   | 7           | 15%      | 150                    | 8190                           | 25799                         |
| TCO-RNG-UGALU-ELB-RHC-AMBAS | GYE-AMS   | 7           | 33%      | 250                    | 30030                          | 94595                         |
| SKCG-SATMI                  | CTG-AMS   | 4           | 75%      | 125                    | 19500                          | 61425                         |
| (PORDI-)PAY-ILMUX           | AMS-LIM   | 7           | 40%      | 175                    | 25480                          | 80262                         |
| ILMUX-PAY(-PORDI)           | LIM-AMS   | 7           | 25%      | 175                    | 15925                          | 50164                         |
| LOGIR-PABON-PUL             | AMS-LIM   | 7           | 20%      | 325                    | 23660                          | 74529                         |
| PUL-PABON-LOGIR             | LIM-AMS   | 7           | 15%      | 325                    | 17745                          | 55897                         |
| EST. SAVINGS TOTAL          |           |             |          |                        | <b>212719</b>                  | <b>670065</b>                 |

FUENTE: KLM COMPANY /SR. ROCCO: FLIGHT TACTICAL SERVICES

## **ACCIONES PARA NORMALIZAR LA SEPARACION LONGITUDINAL DE AERONAVES EN RUTA**

2.13 Colombia tiene implementada la separación longitudinal de aeronaves en ruta a 40 Millas náuticas con las FIR adyacentes de la región Sudamérica (SAM) como Panamá, Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela. Respecto a la FIR Brasil se acordó mantener separación longitudinal de 20 Millas Náuticas para el tránsito sale de la FIR Bogotá hacia las FIR de Brasil (Manaos y Portobello) siempre que los equipos de comunicaciones y vigilancia operen normalmente en términos de fiabilidad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad.

## **ANALISIS POST IMPLANTACION DE LA VERSION 4 DE LA RED DE RUTAS SAM**

2.14 Se ha completado la implementación de optimización de rutas ATS donde se ha puesto en operación 3 nuevas rutas RNAV, la realineación de 2 y la eliminación de 2 entre convencionales y RNAV que no eran utilizadas, logrando una reducción de combustible y de contaminación de CO2 en la atmosfera y el diseño de la optimización de rutas que tiene como objetivo final una reestructuración del espacio aéreo de control superior en Colombia a mediano plazo.

## **AVANCES SOBRE PLANES DE CONTINGENCIA ATS**

2.15 Los planes de contingencia de las FIR SKEC Y SKED están en revisión final y serán publicados en diciembre de 2018.

-----