

**ANALISIS DEL SECTOR SUPERIOR NE DE LA REGION DE INFORMACION DE  
VUELO BOGOTA CON EL FIN DE DETERMINAR LA CAPACIDAD DE TRANSITO  
AEREO**

**MARGIE CATALINA ORTÍZ RODRÍGUEZ**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA AERONÁUTICA  
BOGOTÁ  
DICIEMBRE 2013**

**ANALISIS DEL SECTOR SUPERIOR NE DE LA REGION DE INFORMACION DE  
VUELO BOGOTA CON EL FIN DE DETERMINAR LA CAPACIDAD DE TRANSITO  
AEREO**

**MARGIE CATALINA ORTÍZ RODRÍGUEZ**

**Trabajo de Grado para obtener el Título de Ingeniero Aeronáutico**

**Director  
Cnel. Augusto Rey Pinzón**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA AERONÁUTICA  
BOGOTÁ  
DICIEMBRE 2013**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma de jurado**

---

**Firma del jurado**

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por ser el inspirador para cada uno de mis pasos; a mis padres por ser la guía en el sendero de cada acto que realizo hoy, mañana y siempre; a mis hermanos, por ser el incentivo para seguir adelante.

A mi familia, ustedes queridos abuelitos, tíos y primos, porque de una u otra forma, con su apoyo moral me han incentivado a seguir adelante, a lo largo de toda mi vida.

*“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers*

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco infinitamente a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera por iluminarme en el sendero de mi vida.

Le doy gracias a mis padres por el apoyo incondicional en cada momento, por la motivación y acompañamiento en cada paso de mi vida, porque gracias a ellos hoy día veo realizados mis sueños, por su esfuerzo y dedicación a lo largo de todos estos años.

A mis Hermanos, tíos, abuelos y primos gracias por haber fomentado en mi el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mis amigos por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que llevaré en mi corazón.

A mis maestros en especial al profesor Jairo Medina que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida.

Gracias al Cnel. Augusto Rey por haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi proyecto de grado con él, por el apoyo recibido para la realización de este proyecto y sus sabios consejos.

Le agradezco la confianza y apoyo al Ing. Medardo Figueroa y Controlador Jaime Díaz por ser un ejemplo de desarrollo profesional a seguir, por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su valiosa amistad.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>16</b>
<b>1.1 MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>16</b>
1.1.1 ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LA AFLUENCIA DEL TRANSITO AEREO	16
1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS AÉREOS	17
1.1.3 TIPO VUELO	18
1.1.4 CAPACIDAD DEL ESPACIO AÉREO	19
1.1.5 MEDICIÓN Y CÁLCULO DE CAPACIDAD	20
1.1.6 MODELO DORATASK	20
1.1.7 ESPACIO AEREO UTA BOGOTÁ SECTOR NE	22
1.1.8 RUTAS ATS	23
<b>1.2 MARCO HISTORICO</b>	<b>29</b>
<b>1.3 MARCO INSTITUCIONAL</b>	<b>30</b>
<b>1.4 MARCO LEGAL</b>	<b>31</b>
1.4.1 LEY 12 DEL 23 DE OCTUBRE DE 1947 CONVENIO SOBRE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL	31
1.4.2 DUBLÍN, MARZO DE 1946	32
1.4.3 RAC (REGLAMENTO AERONAUTICO COLOMBIANO) PARTE SEXTA GESTION DEL TRANSITO AEREO.	33
<b>1.5 MARCO GEOGRÁFICO</b>	<b>34</b>
1.5.1 FIR/UTA BOGOTA	34
<b>2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>40</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>41</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>42</b>
4.1 OBJETIVO GENERAL	42
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	42
<b>5. METODOLOGIA</b>	<b>43</b>
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	43
5.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA	43
5.3 TECNICA DE OBSERVACIÓN	47
<b>6. PRESENTACION Y DESCRIPCION DE LA PROPUESTA</b>	<b>48</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>8. RECOMENDACIONES</b>	<b>51</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> NIVELES MÍNIMOS VFR _____	<b>19</b>
<b>Tabla 2</b> CARACTERISTICAS ZONA RESTRINGIDA PALANQUERO _____	<b>28</b>
<b>Tabla 3.</b> CARACTERISTICAS TÉCNICAS FIR BOGOTÁ _____	<b>34</b>
<b>Tabla 4.</b> AREAS TERMINALES SECTOR NE UTA BOGOTÁ _____	<b>35</b>

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> FORMULARIO SEGUIMIENTO INFRAESTRUCTURA _____	53
<b>ANEXO 2</b> .COMUNICACIONES _____	54
<b>ANEXO 3</b> .TAREAS OBSERVABLES _____	55
<b>ANEXO 4</b> .TIEMPO PROMEDIO DE COMUNICACIONES _____	56
<b>ANEXO 5</b> .TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL SECTOR _____	57

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICA 1.</b> SERVICIO MÓVIL AERONÁUTICO FIR BOGOTÁ _____	22
<b>GRÁFICA 2.</b> ESPACIO AÉREO UTA BOGOTÁ SECTOR ACC NE COORDENADAS WGS-84 _____	23
<b>GRÁFICA 3.</b> RUTAS RNAV 5 NE FIR UTA BOGOTÁ. _____	25
<b>GRÁFICA 4.</b> RUTAS NIVEL SUPERIOR NE FIR/UTA BOGOTÁ. _____	26
<b>GRÁFICA 5.</b> ESPACIO AÉREO SUPERIOR Y TMAS _____	27
<b>GRÁFICA 6.</b> TMA YOPAL _____	36
<b>GRÁFICA 7.</b> TMA CÚCUTA _____	37
<b>GRÁFICA 8.</b> TMA BUCARAMANGA _____	38
<b>GRÁFICA 9.</b> TMA VILLAVICENCIO _____	39

## LISTA DE SIGLAS Y ACRONIMOS

<b>ATC</b>	Control de Tránsito Aéreo.
<b>ATFCM</b>	Gestión de la Afluencia y capacidad del tránsito aéreo.
<b>ATM</b>	Gestión de Tránsito Aéreo
<b>ATS</b>	Servicio de Tránsito Aéreo.
<b>CAR/SAM</b>	Regiones Caribe y Sudamérica.
<b>CNS</b>	Comunicación Navegación y Vigilancia.
<b>CNS/ATM</b>	Comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión del tránsito aéreo.
<b>ETMS.</b>	Sistema ampliado de Gestión de Tránsito Aéreo que forma parte del Esquema ATFM de la UAEAC.
<b>FIR</b>	Región de información de vuelo
<b>FMP</b>	Puesto de gestión de afluencia
<b>FMU</b>	Unidad de gestión de afluencia de tránsito aéreo.
<b>FIR</b>	Región de información de vuelo
<b>GREPECAS</b>	Grupo regional CAR/SAM de planificación y ejecución.
<b>IFR</b>	Regla de vuelo por instrumentos
<b>OACI</b>	Organización de Aviación Civil Internacional
<b>TMI</b>	Iniciativa de gestión del tránsito
<b>UAEAC</b>	Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil
<b>VHF.</b>	Muy Alta Frecuencia de radio. (Very High Frequency).
<b>VFR.</b>	Reglas de Vuelo Visual.

## GLOSARIO

**Área de control.** Espacio aéreo controlado que se extiende hacia arriba desde un límite especificado sobre el terreno.

**Área de control Terminal.** Área de control establecida generalmente en la confluencia de rutas ATS en las inmediaciones de uno o más aeródromos principales.

**Control de tráfico aéreo.** Servicio operado por la autoridad competente para promover un flujo de tráfico aéreo oportuno, seguro y ordenado.

**Gestión de afluencia del tránsito aéreo (ATFM).** Servicio establecido con el objetivo de contribuir a una circulación segura, ordenada y expedita del tránsito aéreo asegurando que se utiliza al máximo posible la capacidad ATC, y que el volumen de tránsito es compatible con las capacidades declaradas por la autoridad ATS competente.

**Navegación de aérea (RNAV).** Método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación referidas a la estación, o dentro de los límites de las posibilidades de las ayudas autónomas o de una combinación de ambas.

**OACI.** La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es un organismo de las Naciones Unidas. Integrada por 190 Estados contratantes. Su Sede se encuentra en Montreal y cuenta además con oficinas regionales en Bangkok, Dakar, El Cairo, Lima, México, Nairobi y París. Su función principal es regularizar el Transporte Aéreo Internacional para hacerlo seguro, eficaz y económico.

**Publicación de información aeronáutica (AIP).** Publicación expedida por cualquier Estado, o con su autorización, que contiene información aeronáutica, de carácter duradero, indispensable para la navegación aérea.

**Ruta ATS.** Ruta especificada que se ha designado para canalizar la corriente del tránsito según sea necesario para proporcionar servicios de tránsito aéreo.

**Servicio de tránsito aéreo.** Expresión genérica que se aplica, según el caso, a los servicios de información de vuelo, alerta, asesoramiento de tránsito aéreo, control de tránsito aéreo (servicios de control de área, control de aproximación o control de aeródromo).

**Vuelo controlado.** Todo vuelo que está supeditado a una autorización del control de tránsito aéreo.

**Vuelo IFR.** Vuelo efectuado de acuerdo con las reglas de vuelo por instrumentos.

**Vuelo VFR.** Vuelo efectuado de acuerdo con las reglas de vuelo visual.

## RESUMEN

El Estado Colombiano ha designado a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil como autoridad ATS competente y responsable en el suministro de los servicios de Tránsito Aéreo de manera exclusiva en el espacio aéreo soberano o aquel que le sea asignado a Colombia.

El responsable en el suministro de los servicios de tránsito aéreo, más allá de cumplir con los diversos requisitos de la OACI, necesita crear un mecanismo que proporcione una capacidad suficiente que satisfaga la demanda del tránsito aéreo en las horas pico.

Por eso es de suma importancia que las dependencias involucradas en la Planificación, Organización y Control del espacio Aéreo Colombiano puedan tener una visión general de los factores que están interfiriendo en la capacidad del Sistema.

Para atender la demanda, los órganos ATC generalmente se dividen en sectores y los controladores son responsables por la seguridad de los vuelos en cada sector. Se puede decir que la capacidad ATC es el número de vuelos que pueden ser gestionados por los controladores de ese órgano ATC en un espacio de tiempo.

Para llevar a cabo la Determinación de la Capacidad en el espacio aéreo Colombiano especialmente en el sector NE UTA Bogotá se tuvo en cuenta la Circular Reglamentaria “Metodología de Medición y Cálculo para la Determinación de Capacidad de los sectores ATC de los Centros y Salas de Control Radar” .

Para el análisis de capacidad del espacio aéreo NE UTA Bogotá se focalizó la capacidad del sistema ATC puntualizando conceptos que son fundamentales como indicadores para el Cálculo de la Capacidad ,como lo es la carga de trabajo y la importancia de las tareas Observables que realiza el controlador aéreo.

El modelo usado para analizar la carga de trabajo es DORATASK en donde la carga de trabajo es calculada por la suma del tiempo empleado por el controlador para llevar a cabo todas las tareas necesarias asociadas con el flujo de Tránsito.

La capacidad del sector entonces, se determina por la carga total de las tareas más un parámetro que indica la cantidad de tiempo necesario para la recuperación del controlador.

## INTRODUCCION

Con el aumento del volumen del tránsito aéreo, se hace necesario definir las reales tasas de crecimiento y su aplicabilidad de esos índices en el Sistema de Gestión de Tránsito Aéreo.

Se hace necesario entonces definir un balance entre los concepto de demanda y capacidad del sistema. La necesidad de equilibrio entre esos dos elementos ha generado el desarrollo de diversos métodos de cálculos de capacidad.

La capacidad se ve afectada por muchos factores como la organización del espacio aéreo, los procedimientos operacionales, la tecnología y los factores humanos.

El anexo 11 define la “capacidad declarada” como la medida de la capacidad del sistema ATC o cualquiera de sus sistemas o puestos de trabajo para proporcionar servicios a las aeronaves durante el desarrollo de las actividades normales. Se expresa como el numero de aeronaves que entran a una porción del espacio aéreo en un periodo de determinado, y teniendo en cuenta los factores que puedan afectar en volumen de trabajo del controlador.

Seguidamente el documento 4444 ATM Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea en el Capítulo 3 punto 3.1.4.1 establece que la autoridad ATC competente debería examinar periódicamente del ATS en relación con la demanda del tránsito y debería prever el uso flexible del espacio aéreo para mejorar la eficiencia de las operaciones y aumentar la capacidad.

## **1. MARCO DE REFERENCIA**

### **1.1 MARCO CONCEPTUAL**

#### **1.1.1 ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LA AFLUENCIA DEL TRANSITO AEREO**

“La finalidad del ATFCM es lograr un equilibrio entre la demanda del tránsito aéreo y la capacidad del sistema, con el fin de garantizar un óptimo y eficiente espacio aéreo. El termino ATFCM se aplica a toda actividad relacionada con la organización y el control de la afluencia del tránsito aéreo, de forma que no solamente asegure una actividad segura, ordenada y expedita, sino también que la totalidad del tránsito sea compatible con la capacidad del sistema de control del tránsito aéreo.

El termino ATC se aplica a la posibilidad del sistema ATC o de cualquier de sus subsistemas o puestos de operación de proporcionar servicio a las aeronaves en condiciones normales de actividad, y se expresa en función del número de aeronaves que entran a una parte especificada del espacio aéreo en un determinado periodo de tiempo.

Para poder gestionar este equilibrio entre la demanda y la capacidad es necesario conocer cuál es la demanda actual y la demanda pronosticada, analizar las consecuencias que la demanda esperada tendrán sobre la capacidad actual, identificar las limitaciones del sistema actual y las posibles mejoras, identificar las prioridades y desarrollar un plan de mejoramiento.

Es necesario promover la seguridad del tránsito aéreo, brindar suficiente capacidad para satisfacer la demanda del tránsito normal, asegurando la máxima utilización del espacio aéreo logrando la explotación óptima del mismo.

Para efectos de lograr una máxima utilización del espacio aéreo se debe lograr entre otros, una efectiva coordinación entre los sectores civil y militar, compartiendo el espacio aéreo actual sobre el territorio nacional teniendo en cuenta los diversos

Equipos, niveles de operación, tiempos de operación y los diversos componentes del ATC”.<sup>1</sup>

### 1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS AÉREOS<sup>2</sup>

Los espacios aéreos se clasifican y designan de conformidad con lo siguiente:

**Clase A.** Solo se permiten vuelos IFR, todos los vuelos están sometidos al servicio de control de tránsito aéreo y separados entre sí.

**Clase B.** Se permiten vuelos IFR y VFR, todos los vuelos están sometidos al servicio de control de tránsito aéreo y separados entre sí.

**Clase C.** Se permiten vuelos IFR y VFR, todos los vuelos están sometidos al servicio de control de tránsito aéreo y los vuelos IFR están separados de otros vuelos IFR y de los vuelos VFR. Los vuelos VFR están separados de los vuelos IFR y reciben información de tránsito con respecto a otros vuelos VFR.

**Clase D.** Se permiten vuelos IFR y VFR y todos los vuelos están sometidos al servicio de control de tránsito aéreo, los vuelos IFR están separados de otros vuelos IFR y reciben información de tránsito con respecto a los vuelos VFR, los vuelos VFR reciben información de tránsito con respecto a todos los demás vuelos.

**Clase E.** Se permiten los vuelos IFR y VFR, los vuelos IFR están sometidos al servicio de control de tránsito aéreo y separado de otros vuelos IFR. Todos los vuelos reciben información de tránsito en la medida de lo posible.

**Clase F.** Se permiten los vuelos IFR y VFR, todos los vuelos IFR participantes reciben un servicio de asesoramiento de tránsito aéreo y todos los vuelos reciben servicio de información de vuelos si lo solicitan.

**Clase G.** Se permiten los vuelos IFR y VFR y reciben servicio de información de vuelo si lo solicitan.

---

<sup>1</sup> Organización de Aviación Civil Internacional OACI. Documento 4444. Gestión del Tránsito Aéreo.

<sup>2</sup> AIP Colombia. <http://www.aerocivil.gov.co/AIS/E-AIP/AIP%20Generalidades/En%20Ruta/05%20ENR%201.4.pdf>

### **1.1.3 TIPO VUELO**

**REGLAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS (IFR).** Las aeronaves estarán dotadas de instrumentos adecuados y de equipo de navegación apropiado a la ruta que hayan de volar.

#### **NIVELES MINIMOS**

Excepto cuando sea necesario para el despegue o aterrizaje, o cuando lo autorice expresamente la autoridad ATS competente, los vuelos IFR se efectuarán a un nivel que no sea inferior a la altitud mínima de vuelo establecida. En aquellas partes donde tal altitud no se haya establecido:

- Sobre terreno elevado o áreas montañosas a un nivel de por lo menos 2.000 ft (600 m) por encima del obstáculo más alto que se halle dentro de un radio de 8 Km con respecto a la posición estimada de la aeronave.
- En cualquier otra parte distinta de la especificada en “a.”, a un nivel de por lo menos 1.000 ft (300 m), por encima del obstáculo más alto que se halle dentro de un radio de 8 Km con respecto a la posición estimada de la Aeronave en vuelo.<sup>3</sup>

**REGLAS DE VUELO VISUAL (VFR).** Los vuelos VFR se realizarán de forma que la aeronave vuele en condiciones de visibilidad y de distancia de las nubes que sean iguales o superiores a las indicadas en la tabla siguiente:<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> AIP Colombia. <http://www.aerocivil.gov.co/ais/e-Aip/aip%20generalidades/en%20ruta/04%20enr%201.3.pdf>

<sup>4</sup> AIP Colombia. <http://www.aerocivil.gov.co/AIS/AIP/AIP%20Generalidades/En%20Ruta/03%20ENR%201.2.pdf>

**TABLA 1 NIVELES MÍNIMOS VFR**

	<b>A***</b>	<b>B C D E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>Clase de espacio aéreo</b>			Por encima de 900 m (3.000 ft) AMSL o por encima de 300 m (1.000 ft) sobre el terreno, de ambos valores el mayor.	A 900 m (3.000 ft) AMSL o por debajo, o a 300 m (1.000 ft) sobre el terreno, de ambos valores el mayor.
<b>Distancia de las nubes</b>	1.500 m horizontalmente a 300 m (1.000 ft) verticalmente			Libre de nubes y a la vista de la superficie
<b>Visibilidad de vuelo</b>	8 Km a 3.050 m (10.000 ft) AMSL o por encima 5 Km por debajo de 3.050 m (10.000 ft) AMSL			5 Km **

**FUENTE: AIP COLOMBIA**

### **1.1.4 CAPACIDAD DEL ESPACIO AÉREO**

La capacidad del espacio aéreo no es ilimitada pero sin duda puede ser optimizada, y depende de muchos factores como la capacidad del sistema ATC, números de sectores, espacios aéreos segregados, recursos humano disponibles, entrenamiento, estandarización de procedimientos, infraestructura de CNS, grado de automatización e incluso el equipamiento y tipos de aeronaves.

La utilización actual del espacio aéreo no se considera óptima o flexible por cuanto existe una variación entre la capacidad actual del sistema ATC y la demanda de los operadores de Aviación o usuarios del espacio aéreo, en especial durante los tiempos de máximo movimiento de tránsito aéreo. Esta inflexibilidad podría obedecer o estar relacionada a la actual estructura fija de rutas, las deficiencias de los sistemas de CNS, entre otros.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> (unidad administrativa especial aeronáutica civil de Colombia). metodología de medición y cálculo para la determinación de capacidad de los sectores ATC de los centros y salas de control radar. circular técnica reglamentaria 006. <<http://www.aerocivil.gov.co/ais/circsso/documents/ci%20006%20-%20v2.pdf>>

### 1.1.5 MEDICIÓN Y CÁLCULO DE CAPACIDAD

Para el análisis de capacidad del espacio aéreo, es necesario focalizar este en la capacidad del sistema ATC puntualizando algunos conceptos que son fundamentales a tener en cuenta como indicadores para el cálculo de la capacidad en los sectores ATC, como es la carga de trabajo del controlador y la importancia de las tareas observables y no observables que realiza el controlador aéreo.

El conocimiento de la capacidad de los sectores de tránsito aéreo o de los puestos de operación ATC es necesario por dos razones:

1. Para la planificación a largo plazo para anticipar cualquier disminución de la capacidad futura.
2. Conocer la disminución de la capacidad para limitar el tránsito sin sobrecargar el sistema ni perjudicar excesivamente a los explotadores.

### FORMULA DE CAPACIDAD

$$N = F * T / (n * tm)$$

**N:** Es el número de aeronaves que pueden ser controladas simultáneamente por un controlador de tránsito aéreo.

**F:** Factor de Disponibilidad del Controlador.

**d:** Distancia promedio recorrida por las aeronaves en el sector.

**n:** Número de Comunicaciones para cada aeronave en el sector.

**tm:** Tiempo medio de duración de cada mensaje.

**Vm:** Velocidad medio de las aeronaves en el sector.

### 1.1.6 MODELO DORATASK

En lo relacionado a la metodología para aplicar, cobran mayor relevancia la labor propuesta por la Dirección de Investigación y Análisis Operacional del Reino Unido (Metodología DORATASK, para calcular la capacidad de los sectores ATC en ruta – Dora Interim Report 8818, para sectores de área terminal Dora Interim Report 8916, y el método MBB desarrollado por Alemania. La esencia de estos dos métodos se

focalizo en medir el tiempo necesario para la realización de todas las actividades de control y comparar ese tiempo con el tiempo total disponible.

La medida de capacidad más apropiada sería la afluencia de tránsito horaria sostenible en lugar de las afluencias diarias o anuales.

El modelo Doratask se centra en la evaluación de la carga de trabajo del controlador el cual consta de tres elementos fundamentales que son:

1. El tiempo en tareas ordinarias y de resolución de conflictos (observables)
2. El tiempo en tareas no observables o de planificación
3. y el tiempo a tareas no específicas (observables, no observables) o tiempo de recuperación, pero que se considera fundamental para la operación segura del sector.

Aunque la carga de trabajo se determina sin la sumatoria del tiempo consumido para el tiempo de recuperación, por lo tanto la capacidad se considera como el nivel de la carga de trabajo que deja al controlador un margen seguro para la recuperación.

Las tareas observables son aquellas que pueden registrarse y cronometrarse como:

- La radiotelefonía y las comunicaciones telefónicas,
- El llenado de fichas de progreso de vuelo,
- y las coordinaciones.

Hace referencia a las tareas no observables, cuando el controlador considera la aplicación de medidas suplementarias debido a la presencia de aeronaves que no están en su frecuencia pero que requieren su atención, por lo tanto la vigilancia de la pantalla radar y la planificación de medidas futuras resultan fundamentales en el trabajo del controlador.

Para medir la capacidad de los sectores de las dependencias ATC de la FIR El Dorado, se utilizaran el método y formula de Muestreo Aleatorio Simple para Población Finita y el método y formula de Muestreo Aleatorio Simple para Población Infinita; estas técnicas son seleccionadas con el objetivo de dar cumplimiento a los criterios previstos en la CIRCULAR REGLAMENTARIA C.I 006 de Fecha 21 de Diciembre de 2009, “METODOLOGIA DE MEDICION Y CALCULO PARA LA DETERMINACION DE CAPACIDAD DE LOS SECTORES ATC DE LOS CENTROS Y SALAS DE CONTROL RADAR”.<sup>6</sup>

### 1.1.7 ESPACIO AEREO UTA BOGOTÁ SECTOR NE

GRÁFICA 1. SERVICIO MÓVIL AERONÁUTICO FIR BOGOTÁ



Fuente: PROCEDIMIENTOS ATM

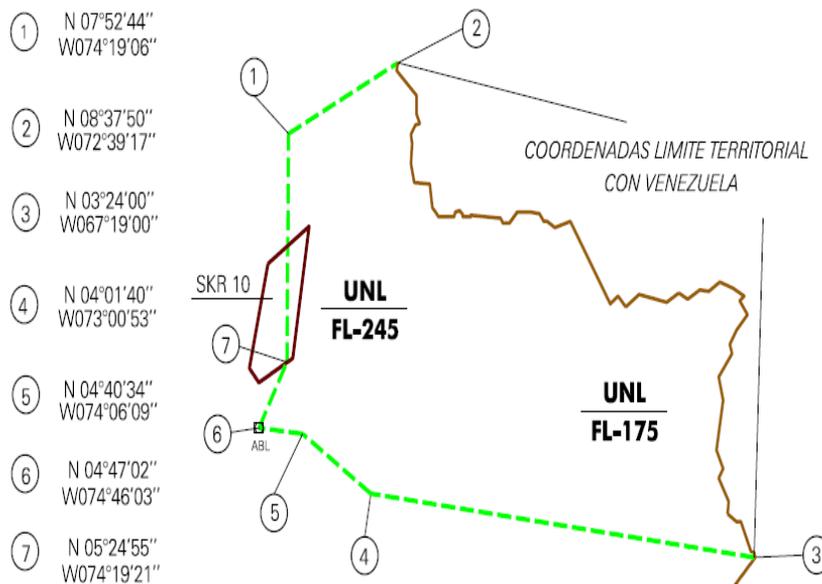
<sup>6</sup> (unidad administrativa especial aeronáutica civil de Colombia). metodología de medición y cálculo para la determinación de capacidad de los sectores ATC de los centros y salas de control radar.circular técnica reglamentaria 006. <<http://www.aerocivil.gov.co/ais/circsso/documents/ci%20006%20-%20v2.pdf>>

El sector NE FIR/UTA Bogotá es un espacio aéreo clase A, Éste permite vuelos IFR y proporciona a todos los vuelos servicio de control de tránsito aéreo y están separados unos de otros, La frecuencia es 128.6 MHz y su frecuencia alterna es 121.5 MHz

En el sector NE FIR/UTA Bogotá los límites verticales dentro de las TMA'S es desde 245 FT y los límites verticales por fuera de las TMA'S es desde 175 FT.

Las coordenadas en el sector ACC NE están delimitadas de la siguiente forma:

**GRÁFICA 2.ESPACIO AÉREO UTA BOGOTÁ SECTOR ACC NE COORDENADAS WGS-84**



**Fuente: PROCEDIMIENTOS ATM**

### 1.1.8 RUTAS ATS<sup>7</sup>

“La determinación de las rutas ATS está de acuerdo con lo establecido por OACI en el Anexo 11 y el Documento 8168:

### RUTAS QUE FORMAN PARTE DE LAS REDES REGIONALES DE RUTAS ATS

#### NIVEL INFERIOR

- A
- B

<sup>7</sup> AIP Colombia

- G
- R

#### NIVEL SUPERIOR

- UA
- UB
- UG
- UR

#### NAVEGACIÓN DE ÁREA (RNAV)

- M
- UL
- UM

### **RUTAS QUE NO FORMAN PARTE DE LAS REDES REGIONALES DE RUTAS ATS**

#### NIVEL INFERIOR

- W
- V

#### NIVEL SUPERIOR

- UW

#### NAVEGACIÓN DE ÁREA (RNAV)

- Z
- UQ
- UZ

Las rutas ATS están presentadas en el siguiente orden:

- Rutas ATS Nivel Inferior
- Rutas ATS Nivel Superior
- Rutas ATS Navegación de Área (RNAV)”

**Navegación de aérea (RNAV).** Método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación referidas a la estación, o dentro de los límites de las posibilidades de las ayudas autónomas o de una combinación de ambas.

**RNAV 5:** Las operaciones RNAV-5 se basan en el uso de equipo los cuales automáticamente determina la posición de la aeronave mediante la entrada de uno o una combinación de los diferentes tipos de sensores de posición, junto con los medios

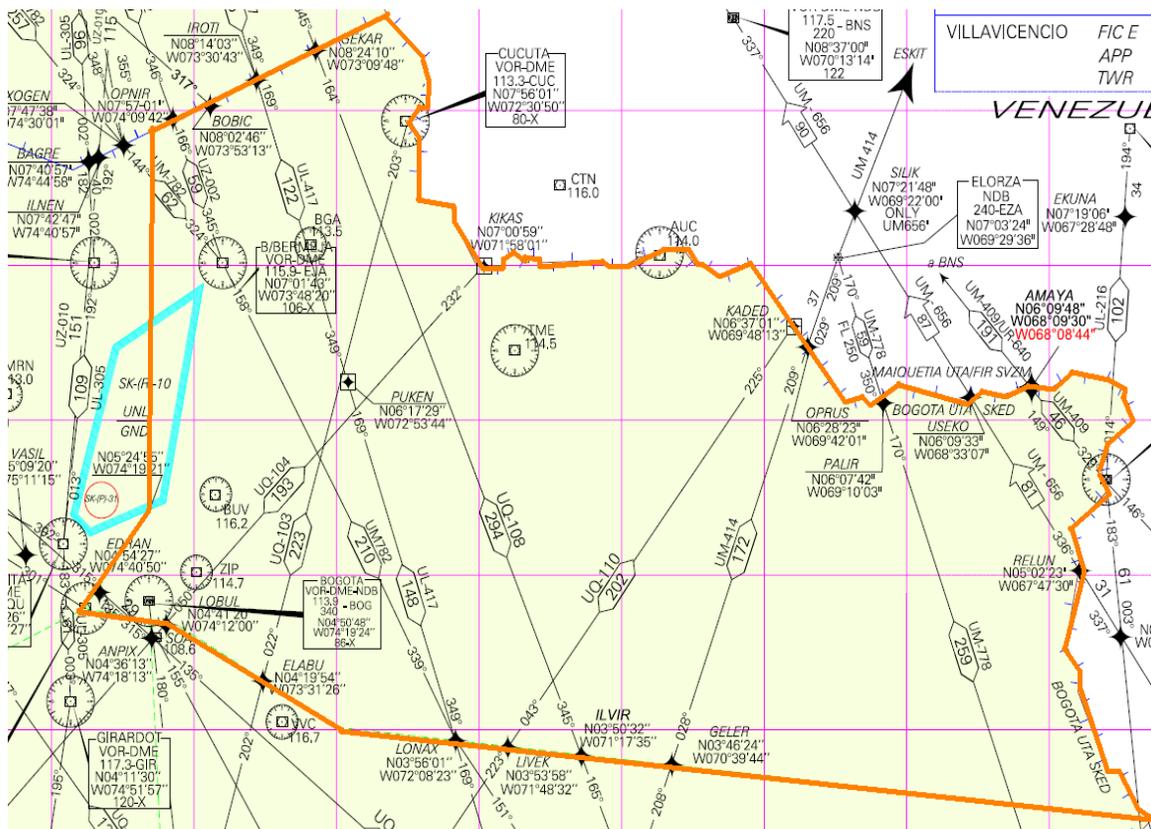
para establecer y seguir una trayectoria deseada. Las aeronaves autorizadas a operar en rutas declaradas RNAV 5 estarán dotadas, como mínimo, de equipo RNAV de abordaje que satisfaga una precisión de la navegación lateral y longitudinal en ruta de  $\pm 5$  NM ( $\pm 9,26$  KM) o mejor el 95% del tiempo total del vuelo.<sup>8</sup>

## RUTAS DESIGNADAS EN EL ESPACIO AÉREO NE FIR UTA BOGOTÁ

Las Rutas RNAV 5 que comprenden el espacio aéreo NE FIR/UTA Bogotá son:

➔ UM-782, UZ-002, UL-417, UQ-104, UQ-103, UQ-108, UQ-110, UQ-117, UM-414, UM-778, UM-656.

GRÁFICA 3. RUTAS RNAV 5 NE FIR UTA BOGOTÁ.



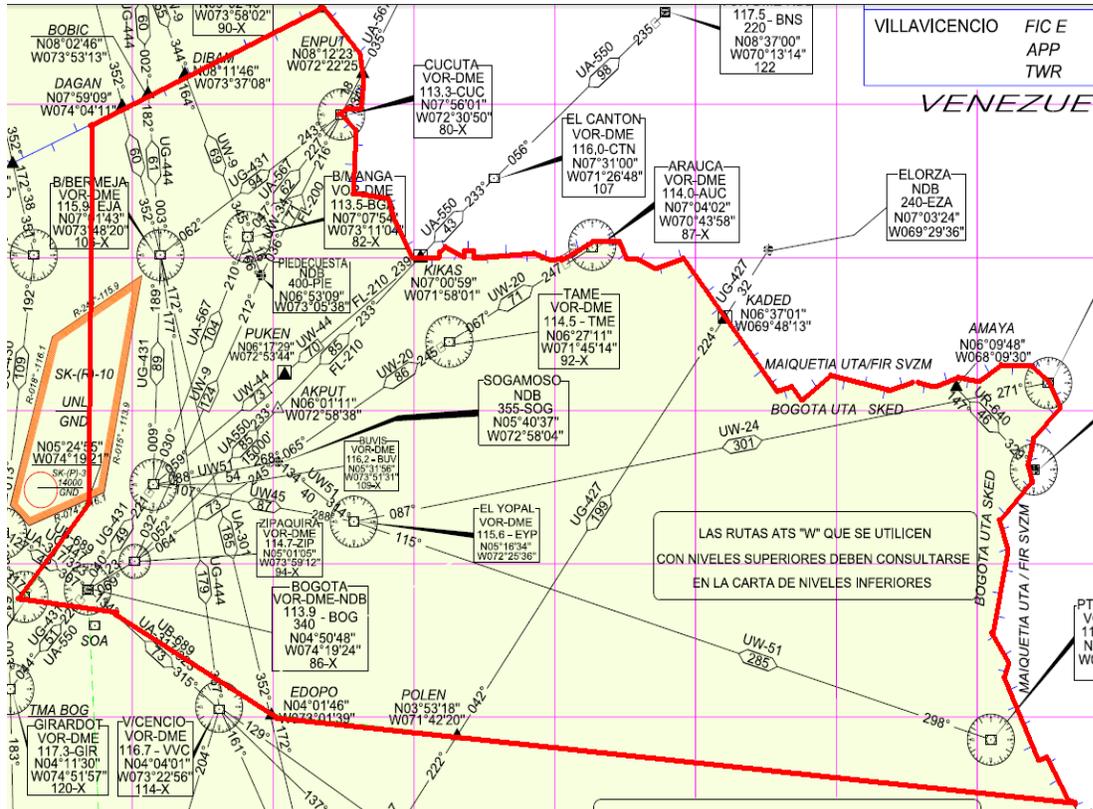
Fuente: AIP COLOMBIA

<sup>8</sup> AIP Colombia

**Las Rutas NIVEL SUPERIOR que comprenden el espacio aéreo NE FIR/UTA Bogotá son:**

→ UG-444,UW-9,UG-431,UA-567,UA-567,UW-20,UA550,UW-44,UA-301,UG-427,UR-640,UW-34.

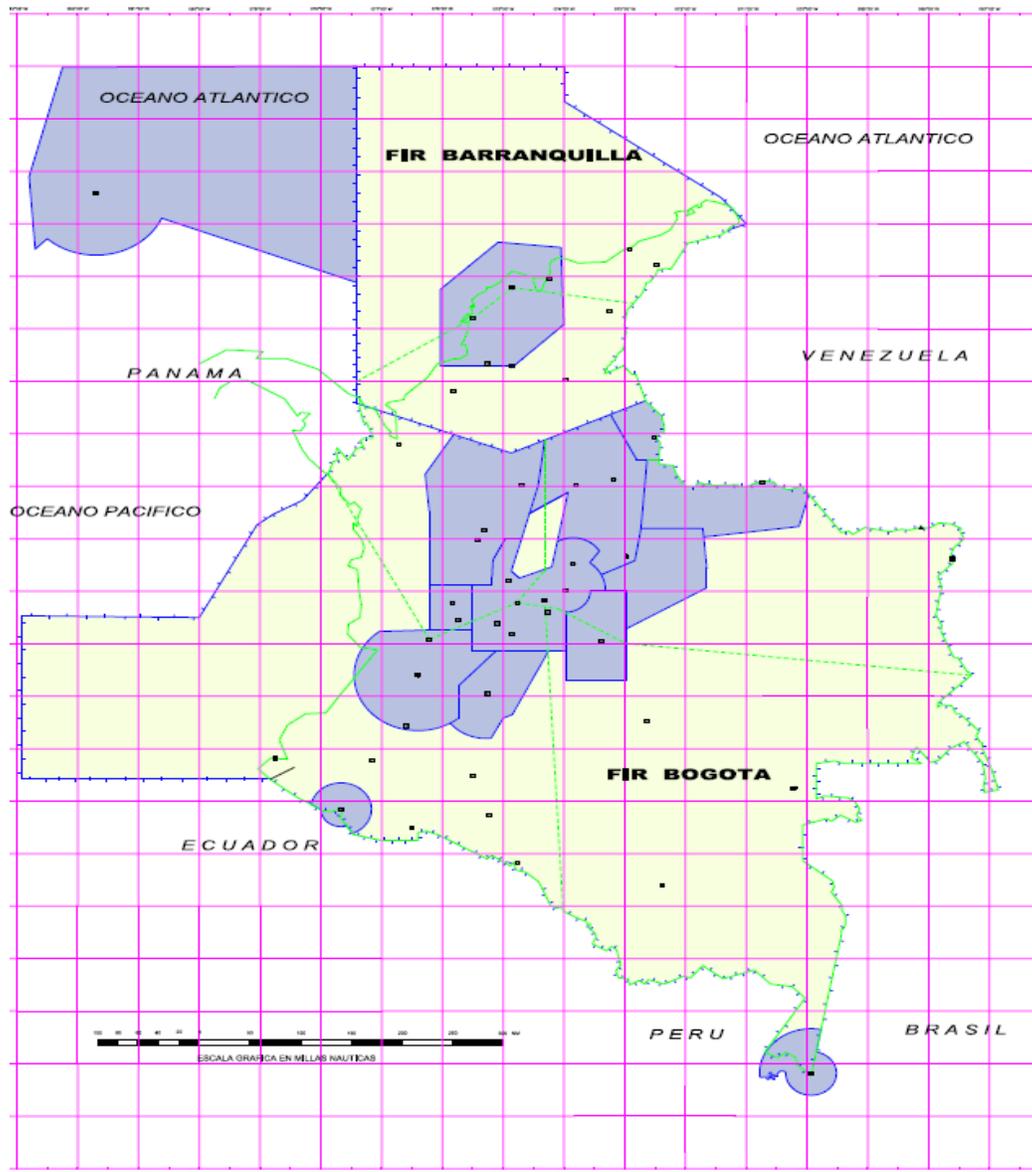
**GRÁFICA 4.RUTAS NIVEL SUPERIOR NE FIR/UTA BOGOTÁ.**



Fuente: AIP COLOMBIA

**1.1.9 Área de control Terminal.** Área de control establecida generalmente en la confluencia de rutas ATS en las inmediaciones de uno o más aeródromos principales.

**GRÁFICA 5.ESPACIO AÉREO SUPERIOR Y TMAS**



Fuente: AIP COLOMBIA

## ZONAS RESTRINGIDAS SECTOR NE FIR/UTA BOGOTÁ

- Palanquero Control: 122.4 MHz
- TWR: GERMAN OLANO torre/tower:126.3MHz

Tabla 2 CARACTERISTICAS ZONA RESTRINGIDA PALANQUERO

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>SKP31</b>
LÍMITES VERTICALES	GNG / 14000
LÍMITES LATERALES	<p>Espacio aéreo conformado de la siguiente manera:</p> <p>Circunferencia de 7 NM centradas en el VOR - DME \ PAL</p>
FRECUENCIA DE CONTROL	122,4 MHz, Palanquero Control
HORARIO DE OPERACIÓN	24 Horas
FINALIDAD	Zona Militar de Defensa Nacional.
CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN	<p>1- Espacio Aéreo administrado y controlado por la Fuerza Aérea.</p> <p>2- Riesgo de interceptación en caso de Penetración Inadvertida.</p> <p>3- El ingreso a esta área es autorizado por el Comando de la Fuerza Aérea (COFAC).</p> <p>4- Se prohíbe el sobrevuelo de todo tipo de aeronaves dentro de los Límites verticales y laterales del área sin la debida autorización.</p>

Fuente: AIP COLOMBIA

## 1.2 MARCO HISTORICO

Los Sistemas CNS/ATM de la OACI recibieron el respaldo de la Décima Conferencia de Navegación Aérea realizada en 1991 en la sede de la OACI en Montreal, Canadá. Ese mismo año, el Grupo Regional CAR/SAM de Planificación y Ejecución (GREPECAS) empezó a trabajar con miras a la aplicación regional de los servicios de navegación aérea.

Durante la Décimo Primera Conferencia de Navegación Aérea (AN-Conf./11, Montreal, septiembre de 2003), los Estados apoyaron y aprobaron el nuevo Concepto Operacional Mundial ATM de la OACI, el cual promueve la implantación de un sistema de gestión de servicios que permite tener un espacio aéreo regional operacionalmente continuo mediante la aplicación de una serie de funciones ATM.

De acuerdo con los principios de orientación establecidos por el Consejo de la OACI con respecto a la facilitación de la armonización inter-regional, los planes regionales para la implantación de los sistemas CNS/ATM en las Regiones deberían ser elaborados de conformidad con los perfiles generales definidos en el Plan Mundial de Navegación Aérea para los Sistemas CNS/ATM. Luego de un cuidadoso análisis de los principios de orientación de este Plan Mundial, el GREPECAS los adoptó e incorporó características inherentes a las Regiones CAR/SAM, usando como base las definiciones de Áreas Homogéneas y Flujos de Tránsito Principales. Las Áreas Homogéneas son aquellas porciones del espacio aéreo con requerimientos ATM y grados de complejidad similares, mientras que los flujos de tránsito principales son espacios aéreos donde existe una cantidad significativa de tránsito aéreo.

Consecuentemente, el GREPECAS consideró que la implantación temprana de la ATFM deberá garantizar una afluencia óptima de tránsito aéreo hacia ciertas áreas o a través de las mismas, durante períodos en los cuales la demanda excede o se espera exceda la capacidad disponible del sistema ATC. Por lo tanto, un sistema ATFM debería reducir las demoras de las aeronaves, tanto en vuelo como en tierra, y evitar la sobrecarga del sistema. El sistema ATFM deberá ayudar al ATC a alcanzar sus objetivos y lograr una utilización más efectiva del espacio aéreo y de la capacidad

aeroportuaria disponible. La ATFM también debería garantizar que la seguridad de las operaciones aéreas no se vea comprometida en caso de existir niveles inaceptables de congestión de tránsito aéreo y, al mismo tiempo, garantizar una gestión efectiva del tránsito aéreo sin necesidad de imponer restricciones innecesarias a la afluencia.

La Reunión ATFM/5 analizó el proyecto de Manual ATFM a ser aplicado en las FMU/FMP de la Región, el cual contenía principios de orientación relacionados con la implantación de la ATFM, tales como demanda y capacidad, herramientas de gestión del tránsito, iniciativas de gestión del tránsito (TMI), Comunicaciones y coordinación, organización y estructura, medición de la performance del sistema, toma de decisiones en colaboración, terminología común ATFM, y cuyo objeto era brindar orientación con respecto a la ATFM.<sup>9</sup>

### **1.3 MARCO INSTITUCIONAL**

Acogiendo las recomendaciones del Capítulo 3 del DOC 4444 ATM OACI y las conclusiones de las reuniones del Grupo de Tarea Gestión de la Afluencia de Tránsito Aéreo en las Regiones CAR/SAM del Comité ATM del Subgrupo CNS/ATM de GREPECAS, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil implementó, a partir del 01 de Mayo de 2007, oficialmente el Servicio Gestión de Afluencia de Tránsito Aéreo.

La Unidad ATFM de Colombia se establecerá dentro del Centro de Control de Bogotá, con autoridad suficiente para realizar la planificación del flujo y se podrá apoyar en el sistema ETMS u otros desarrollos proveídos por el área funcional de vigilancia de la Dirección de Telecomunicaciones y ayudas a la Navegación Aérea.

El servicio ATFM se compondrá de la unidad central, pero podrá contar con el apoyo de puestos de gestión de afluencia establecidos en cada ACC o servicio de Aproximación dentro de la región o área de aplicación.

---

<sup>9</sup>Manual de gestión de afluencia del tránsito aéreo para las regiones Caribe/Sudamérica

El servicio ATFM busca fundamentalmente mejorar el equilibrio entre la demanda y la capacidad de los espacios aéreos más congestionados del país tomando como punto de partida el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá.

A partir del 15 de Mayo de 2008 se inició la prestación del servicio ATFM desde las nuevas instalaciones de la Unidad de Gestión de Afluencia de Tránsito Aéreo - Colombia (FMU – COLOMBIA) con el objetivo principal de regular el tránsito IFR que propongá operar en el sistema de espacio aéreo colombiano.

La FMU COLOMBIA a partir del 15 de Marzo de 2012 amplía el servicio ATFM para el tránsito IFR que propongá salir del aeropuerto internacional Eldorado, por tal motivo y en aplicación de la fase de planificación pre táctica de la ATFM, se modifica el tiempo de antelación para la presentación de PLAN DE VUELO bajo reglas IFR.

La FMU COLOMBIA ampliará el servicio ATFM a los diferentes espacios aéreos y aeropuertos ubicados al interior de la FIR BOGOTA y de la FIR BARRANQUILLA en la medida que la demanda de tránsito o la infraestructura aeroportuaria lo amerite.<sup>10</sup>

## **1.4 MARCO LEGAL**

### **1.4.1 LEY 12 DEL 23 DE OCTUBRE DE 1947 CONVENIO SOBRE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL**

El control del tránsito aéreo era casi desconocido en 1944. Hoy día, el control del tránsito aéreo, los servicios de información de vuelo y de alerta, que en conjunto forman los servicios de tránsito aéreo, son uno de los elementos terrestres de apoyo esenciales para la seguridad y eficiencia de las actividades del tránsito aéreo en el mundo. El Anexo 11 al Convenio de Chicago define los servicios de tránsito aéreo y especifica cuáles son las normas y métodos recomendados de carácter mundial a ellos aplicables.

El espacio aéreo del mundo se divide en regiones de información de vuelo (FIR) continuas, dentro de las cuales se prestan servicios de tránsito aéreo. En algunos

---

<sup>10</sup> AIP COLOMBIA [www.aerocivil.gov.co/AIS/E-AIP/AIP%20Generalidades/En%20Ruta/10%20ENR%201.9.pdf](http://www.aerocivil.gov.co/AIS/E-AIP/AIP%20Generalidades/En%20Ruta/10%20ENR%201.9.pdf)

casos, las regiones de información de vuelo abarcan grandes zonas sobre los océanos con escasa densidad de tránsito aéreo, dentro de las cuales sólo se prestan servicios de información y de alerta. En otras regiones de información de vuelo, buena parte del espacio aéreo es controlado, es decir, se presta dentro de él un servicio de control de tránsito aéreo además de los servicios de información de vuelo y de alerta.

El objetivo primordial de los servicios de tránsito aéreo, como se define en el Anexo, es impedir que se produzcan colisiones entre las aeronaves, sea en el rodaje en el área de maniobras, en el despegue, el aterrizaje, en ruta o en el circuito de espera en el aeródromo de destino. El Anexo se ocupa también de los medios necesarios para conseguir un tránsito aéreo expedito y ordenado y de proporcionar asesoría e información para la realización segura y eficiente de los vuelos, y del servicio de alerta para las aeronaves en peligro. Las disposiciones de la OACI prevén que para lograr estos objetivos hay que establecer centros de información de vuelo y dependencias de control del tránsito aéreo.<sup>11</sup>

#### **1.4.2 DUBLÍN, MARZO DE 1946**

Los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo, provienen de la evolución progresiva de los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Control de tránsito aéreo, formulados por el Comité de control de tránsito aéreo de la Conferencia internacional sobre la organización del servicio de ruta del Atlántico septentrional (Dublín, marzo de 1946).<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> ANEXO 11 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional

<sup>12</sup> Documento 4444 OACI

### **1.4.3 RAC (REGLAMENTO AERONAUTICO COLOMBIANO) PARTE SEXTA GESTION DEL TRANSITO AEREO.**

Para todos los efectos, la gestión del tránsito aéreo (ATM) se divide en servicios de tránsito aéreo (ATS), gestión de la afluencia del tránsito aéreo (ATFM) y gestión del espacio aéreo (ASM), siendo ATS el elemento principal.<sup>13</sup>

El Sistema Nacional del Espacio Aéreo abarca una red compleja de sistemas interconectados, incluyendo el recurso humano que lo opera, mantiene y utiliza, así como los procedimientos y certificaciones detallados que abarcan a todos los aeropuertos, las instalaciones del control del tráfico aéreo, los equipo y sistemas que funcionan al alrededor del mismo con el objeto de proporcionar servicios seguros y eficientes.

Los servicios de tránsito aéreo gestionarán el espacio aéreo de la República de Colombia en estrecha coordinación con la Fuerza Aérea Colombiana teniendo en cuenta el facilitar el cumplimiento de su misión; el Sistema Nacional del Espacio Aéreo será compartido en la medida de lo posible para alcanzar los fines del Estado en materia aeronáutica y espacial.

Los ATS, incluyendo los servicios de información de vuelo y alerta, pueden ser proporcionados por una oficina de control de aproximación o una torre de control de aeródromo y, en el caso de una aeronave en ruta, por un centro de control de área o un centro de información de vuelo.

La presente Parte Sexta fue adoptada mediante Resolución N° 02289 del 17 de Mayo de 2007, Publicada en el Diario Oficial Número 46.638 del 24 de Mayo de 2007 y se incorpora a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia - RAC<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Resolución n° 02289 del 17 de mayo de 2007, publicada en el diario oficial número 46.638 del 24 de mayo de 2007 y se incorpora a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia – RAC.

<sup>14</sup>RAC PARTE SEXTA GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO

<http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/PARTE%20SEXTA%20-%20Gesti%C3%B3n%20de%20Tr%C3%A1nsito%20A%C3%A9reo.pdf>

## 1.5 MARCO GEOGRÁFICO

### 1.5.1 FIR/UTA BOGOTA

Los límites y características técnicas de esta área de control se encuentran descritas en el AIP Colombia (ENR 2.1.1 del 08 – Marzo – 12), siendo su límite inferior de 245 y límite superior de UNLD encontrándose las siguientes clases de espacios aéreos así:

Tabla 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS FIR BOGOTÁ

<b>Espacio Aéreo</b>	<b>Sector</b>	<b>Nivel Vuelo</b>	<b>Clase Espacio Aéreo</b>	<b>Tipo Vuelo</b>
FIR BOG	NE	FL245/UNL	A	IFR
FIR BOG	SE	FL245/UNL	A	IFR
FIR BOG	NW	FL245/UNL	A	IFR
FIR BOG	SW	FL245/UNL	A	IFR

Fuente: AIP COLOMBIA

Dentro de la FIR/Bogotá se encuentran los espacios aéreos en el nivel inferior TMA's, las cuales se describen a continuación

Tabla 4. AREAS TERMINALES SECTOR NE UTA BOGOTÁ

Espacio Aéreo	Sector	Nivel Vuelo	Clase Espacio Aéreo	Tipo Vuelo	Sometido ATC
<b>TMA-BOGOTA</b>	Sector Norte	11.500 ft / FL 245	A	IFR	SI
	Sector Central	11.500 ft / 15.500 ft	A	IFR	SI
	Sector Sur Salidas	11.500 ft / 15.500 ft	A	IFR	SI
	Sector Sur Llegadas	11.500 ft / 15.500 ft	A	IFR	SI
<b>TMA-B/MANGA</b>	Bucaramanga Aproximación	1.500 ft / 14.500 ft 14.500 ft / 17.500 ft 17.500 ft / FL 245	G,D,A	VFR /IFR	SI
<b>TMA-CALI</b>	Cali Aproximación	1.500 ft / 17.500 ft 17.500 ft / FL 245	D,A	VFR /IFR	SI
<b>TMA AMAZONAS</b>	Amazonas Aproximación	1.500 ft / 17.500 ft 17.500 ft / FL 195	D,A	VFR /IFR	SI
<b>TMA-MEDELLIN</b>	Medellín aproximación	9500 ft AGL/13500 ft AGL 13500 ft AGL / 17.500 ft 17.500 ft/ FL 245	D,C,A	IFR	SI
<b>TMA-NVA</b>	Neiva aproximación	1.500 ft / 17.500 ft 17.500 ft / FL 245	D,A	VFR /IFR	SI
<b>TMA-V/CENCIO</b>	Villavicencio Aproximación	1.500 ft AGL/17.500 ft AGL 17.500 ft AGL/FL-245	D,A	VFR /IFR	SI
<b>TMA CUCUTA</b>	Sector Norte	1.500 ft / 17.500 ft 17.500 ft / FL 245	D,A	VFR /IFR	SI
	Sector Sur	1.500 ft / 17.500 ft 17.500 ft / FL 245	D,A	VFR /IFR	SI
<b>TMA PEREIRA</b>	Pereira aproximación	1.500 ft AGL/17.500 ft 17.500 ft/ FL 195	D,A	VFR /IFR	SI
<b>TMA YOPAL</b>	Yopal Aproximación	2.000 ft / 17.500 ft 17.500 ft / FL 245	D,A	IFR	SI

Fuente: AIP COLOMBIA

# TMA EN EL ESPACIO AEREO NE FIR/UTA BOGOTÁ

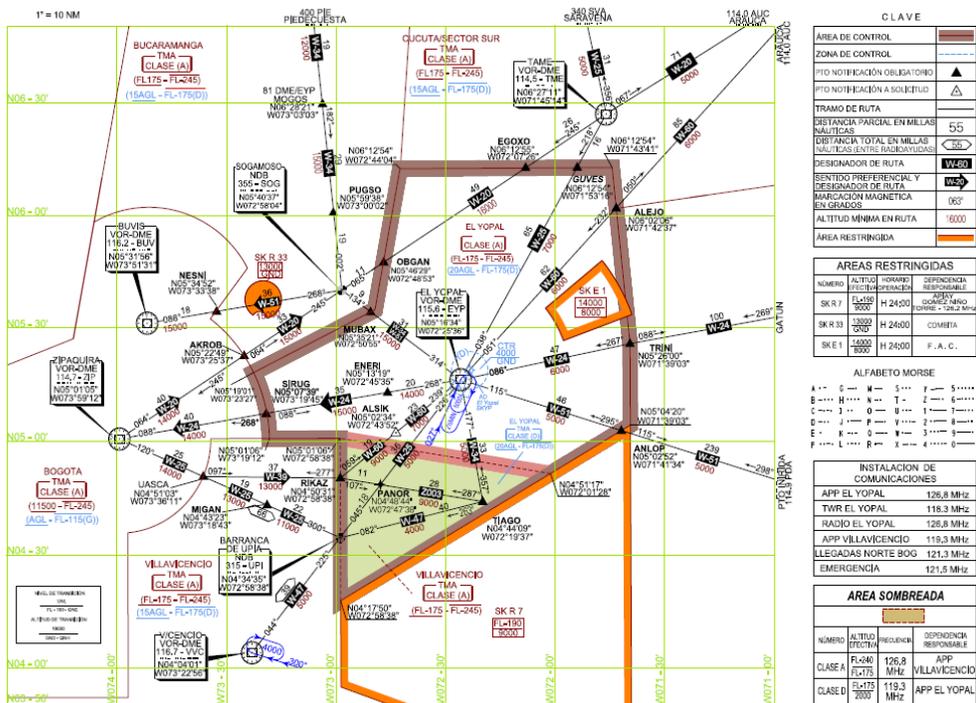
Las Áreas de control terminal que se encuentran en el sector NE son las siguientes:

## TMA EL YOPAL

Polígono formado por la unión de las siguientes coordenadas:  
 06 12 54 N 072 44 04 W, 06 12 54 N 071 43 41 W,  
 06 02 06 N 071 42 37 W, 05 26 00 N 071 39 03 W,  
 05 04 20 N 071 39 03 W, 04 17 50 N 072 58 38 W,  
 05 01 06 N 072 58 38 W, 05 01 06 N 073 19 12 W  
 Continuar con arco de 40 NM centrado en VOR ZIP a  
 05 19 01 N 073 23 27 W, 05 35 21 N 072 50 55 W.  
 Línea recta hasta el punto de origen.  
 2.000 ft / 17.500 ft    D  
 17.500 ft / FL 245    A

APP EL YOPAL                    126.8 MHz  
 El Yopal Aproximación  
 (ES / EN)  
 1100-0200 Lunes - Viernes  
 1100-0400 Sábados,  
 Domingos y Festivos

GRÁFICA 6.TMA YOPAL



FUENTE: AIP COLOMBIA

# TMA CÚCUTA

El area de control terminal Cúcuta se divide en dos sectores así:

## SECTOR NORTE

08 22 04 N 073 14 30 W, 08 37 50 N 072 39 17 W  
siguiendo por la frontera con Venezuela hasta  
07 30 18 N 072 28 17 W, 07 30 18 N 072 38 52 W,  
07 30 18 N 072 48 44 W.  
línea recta al punto de origen.

1.500 ft / 17.500 ft    **D**  
17.500 ft / FL 245    **A**

SECTOR NORTE CÚCUTA  
Cúcuta Aproximación Norte  
(ES / EN)  
1000-0500

119.9 MHz

## SECTOR SUR

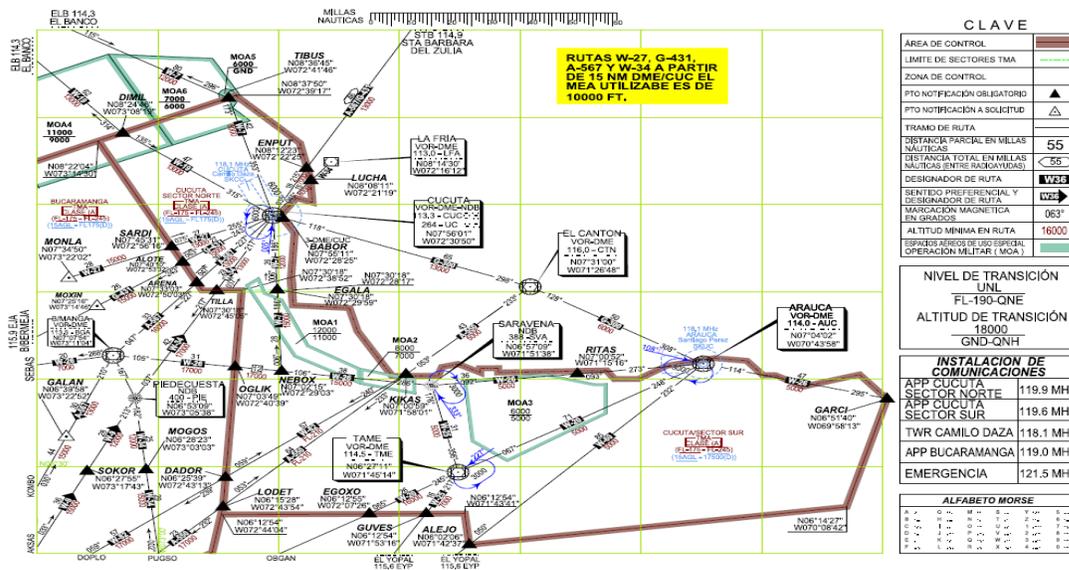
07 30 18 N 072 28 17 W  
siguiendo por la frontera con Venezuela hasta  
06 51 40 N 069 58 13 W, 06 14 27 N 070 08 42 W,  
06 02 06 N 071 42 37 W, 06 12 54 N 071 43 41 W,  
06 12 54 N 072 44 04 W, 07 30 18 N 072 38 52 W,  
línea recta al punto de origen.

1.500 ft / 17.500 ft    **D**  
17.500 ft / FL 245    **A**

SECTOR SUR CÚCUTA  
Cúcuta Aproximación Sur  
(ES / EN)  
1000-0500

119.6 MHz

## GRÁFICA 7.TMA CÚCUTA



FUENTE: AIP COLOMBIA

# TMA BUCARAMANGA

## Polígono 1.

Polígono formado por la unión de las siguientes coordenadas: 08 22 04 N 073 14 30 W, 07 30 18 N 072 48 44 W, 07 30 18 N 072 38 52 W, 06 12 54 N 072 44 04 W, 06 07 42 N 072 45 01 W, 05 46 09 N 073 25 06 W, continuar con arco de 30 NM centrado en VOR BUJ a 05 58 04 N 074 06 14 W, 06 53 38 N 073 56 00 W, 06 29 38 N 074 34 42 W, 07 01 15 N 074 26 11 W, 07 08 12 N 074 25 58 W, 07 52 44 N 074 19 06 W, línea recta hasta el punto de origen.

1.500 ft / 17.500 ft D  
17.500 ft / FL 245 A

## Polígono 2.

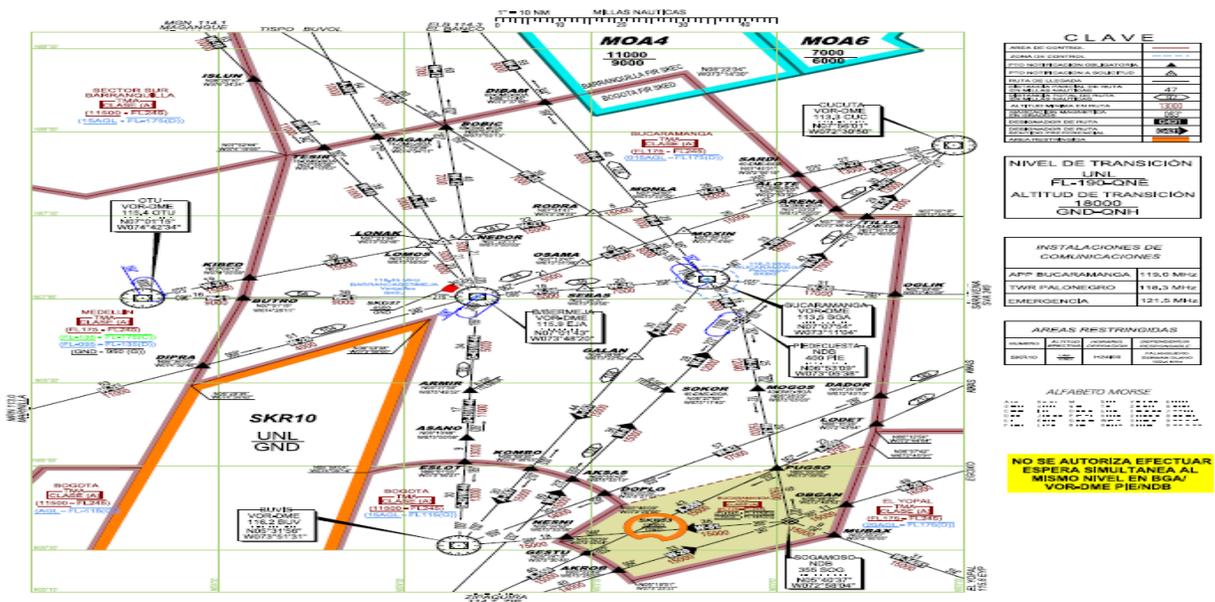
Polígono formado por la unión de las siguientes coordenadas: 06 07 42 N 072 45 01 W, 05 35 21 N 072 50 55 W, 05 19 01 N 073 23 27 W, continuar con arco de 40 NM centrado en VOR ZIP a 05 32 59 N 073 35 04 W, 05 46 09 N 073 25 06 W, Línea resta hasta el punto de origen.

1.500 ft / 14.500 ft G  
14.500 ft / 17.500 ft D  
17.500 ft / FL 245 A

APP BUCARAMANGA  
Bucaramanga Aproximación  
(ES/EN)  
1100-0500

119.0 MHz  
118.3 MHz

# GRÁFICA 8.TMA BUCARAMANGA



FUENTE: AIP COLOMBIA

# TMA VILLAVICENCIO

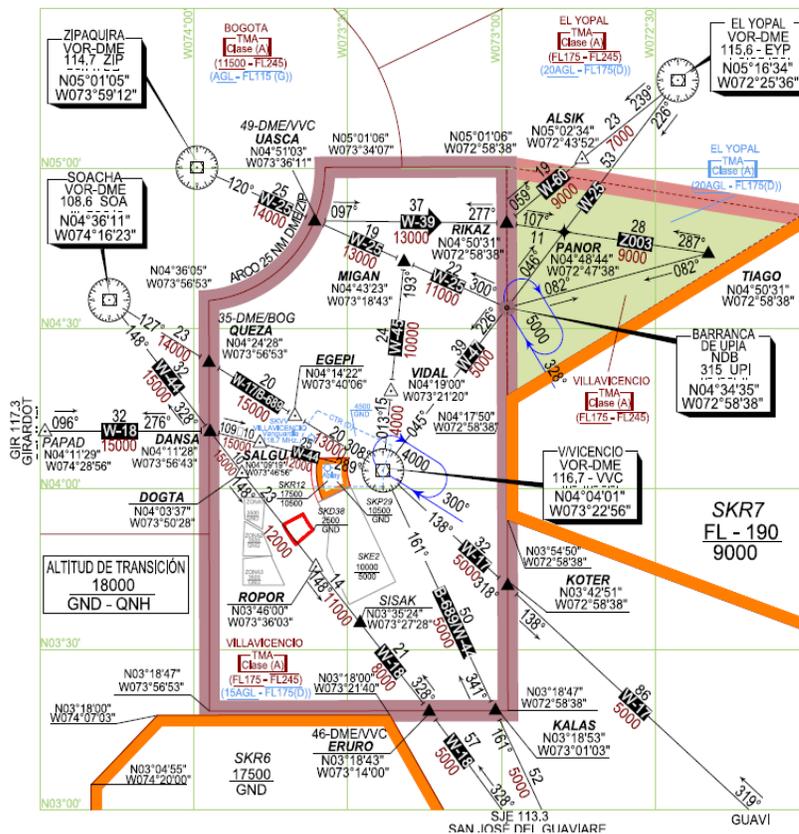
05 01 06 N 073 34 07 W; 05 01 06 N 072 58 38 W;  
 03 18 47 N 072 58 38 W; 03 18 47 N 073 56 53 W;  
 04 36 05 N 073 56 53 W, Continuar con arco de 25 NM,  
 centrado en 05 01 05 N 073 59 12 W VOR/DME ZIP  
 hasta punto de origen.

1.500 ft AGL/17.500 ft AGL D  
 17.500 ft AGL/FL-245 A

## APP VILLAVICENCIO

Villavicencio Aproximación 119.3 MHz  
 (ES / EN) 127.0 MHz Sector Oriente  
 1100-2300 127.3 MHz Sector Sur

GRÁFICA 9.TMA VILLAVICENCIO



CLAVE	
AREA DE CONTROL	[Symbol]
ZONA DE CONTROL	[Symbol]
PTO NOTIFICACION OBLIGATORIA	[Symbol]
PTO NOTIFICACION A SOLICITUD	[Symbol]
RUTA DE LLEGADA	[Symbol]
DISTANCIA PARCIAL DE RUTA EN MILLAS NAUTICAS	55
DISTANCIA TOTAL DE RUTA EN MILLAS NAUTICAS	55
ALTITUD MINIMA EN RUTA	13000
MARCCACION MAGNETICA EN GRADOS	063°
DESIGNADOR DE RUTA	W-25
DESIGNADOR DE RUTA SENTIDO PREFERENCIAL	[Symbol]
AREA RESTRINGIDA	[Symbol]

AREAS RESTRINGIDAS			
NUMERO	ALTITUD EFECTIVA	HORARIO OPERACION	DEPENDENCIA RESPONSABLE
SKR6	17500 GND	H24:00	APIAY TORNADO 120.5 Mhz
SKR7	FL-190 9000	H24:00	APIAY TORNADO 120.5 Mhz
SKR12	17500 10500	H24:00	APIAY GOMEZ NIÑO Torre 126.2 Mhz
SKP29	10500 GND	H24:00	APIAY GOMEZ NIÑO Torre 126.2 Mhz

INSTALACION DE COMUNICACIONES	
APP VILLAVICENCIO	119.3 MHz.
TWR VANGUARDIA	118.7 MHz.
VILLAVICENCIO ESTE	127.0 MHz.
INFORMACION SUR ESTE	127.3 MHz.
EMERGENCIA	121.5 MHz.

AREA SOMBRADA			
NUMERO	ALTITUD EFECTIVA	FRECUENCIA	DEPENDENCIA RESPONSABLE
CLASE A	FL-245 2000	119.3 MHz	APP VILLAVICENCIO
CLASE D	FL-245 2000	119.3 MHz	APP EL YOPAL

ALFABETO MORSE	
A	· - · - ·
B	· - · - · - ·
C	· - · - · - · - ·
D	· - · - · - · - · - ·
E	· - · - · - · - · - · - ·
F	· - · - · - · - · - · - · - ·
G	· - · - · - · - · - · - · - · - ·
H	· - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
I	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
J	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
K	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
L	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
M	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
N	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
O	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
P	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
Q	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
R	· - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - · - ·
S	· - ·
T	· - ·
U	· - ·
V	· - ·
W	· - ·
X	· - ·
Y	· - ·
Z	· - ·
0	· - ·
1	· - ·
2	· - ·
3	· - ·
4	· - ·
5	· - ·

FUENTE: AIP COLOMBIA

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

GREPECAS consideró que la implantación temprana de la ATFM deberá garantizar una afluencia óptima de tránsito aéreo hacia ciertas aéreas o a través de las mismas, durante periodos en los cuales la demanda excede o se espera exceda la capacidad disponible del sistema ATC.

El sistema ATFM deberá ayudar al ATC a alcanzar sus objetivos y lograr una utilización más efectiva del espacio aéreo y la capacidad aeroportuaria disponible

La Reunión ATFM/5 analizó el proyecto de Manual ATFM a ser aplicado en las FMU/FMP de la Región SAM, el cual contenía principios de orientación relacionados con la implantación de la ATFM, tales como demanda y capacidad, herramientas de gestión del tránsito, iniciativas de gestión del tránsito (TMI), comunicaciones y coordinación, organización y estructura, medición de la performance del sistema, toma de decisiones en colaboración, terminología común ATFM, y cuyo objeto era brindar orientación con respecto a la ATFM.

También se consideró necesario que, durante todo el proceso de implantación, los procedimientos sean desarrollados en forma conjunta por las dependencias ATFM en Colombia a fin de evitar poner en riesgo la seguridad operacional.

Esto implica el establecimiento de una estrategia regional e inter-regional para facilitar y armonizar todo el proceso de implantación, contemplándose dentro de sus estrategias la determinación de la capacidad aeroportuaria y de sectores ATC los cuales deberían lograrse mediante el desarrollo de las metodologías de medición y cálculo reconocidas.

¿Al Determinar la capacidad en el sector superior NE en la FIR Bogotá contribuiría a optimizar los procedimientos de control de tránsito aéreo, en una adecuada Gestión de Espacio Aéreo?

### 3. JUSTIFICACIÓN

La finalidad del Servicio de Gestión de Afluencia de Tránsito Aéreo y Capacidad (ATFCM) es la de lograr balancear la demanda solicitada con la capacidad declarada a fin de evitar sobrecargas en el sistema de tránsito aéreo, logrando de esta manera una mejora en la optimización del espacio aéreo y aeropuertos; permitiendo así que las aeronaves cumplan con sus horarios de partida, llegada, vuelen sin desperdicio de combustible y puedan utilizar al máximo la capacidad de la infraestructura aeronáutica disponible con un mejor aprovechamiento del espacio aéreo ,dentro de los patrones internacionales de seguridad de vuelo. De igual manera el servicio ATFCM tiene como misión detectar puntos focales susceptibles de ser analizados como objeto de mejora para la gestión de capacidad correspondiente a las necesidades de la demanda de tránsito aéreo.<sup>15</sup>

Por lo tanto la ATFM también debe garantizar que la seguridad de las operaciones aéreas no se vea comprometida en caso de existir niveles inaceptables de congestión de tránsito aéreo y, al mismo tiempo, garantizar una gestión efectiva del tránsito aéreo sin necesidad de imponer restricciones innecesarias a la afluencia<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Metodología de medición y cálculo para la determinación de capacidad de los sectores ATC de los centros y salas de control radar.

<sup>16</sup> Manual ATFM CAR/SAM

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar y determinar la capacidad de tránsito aéreo en el espacio aéreo superior NE de la Región de Información de vuelo BOGOTA

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar las tareas observables y comunicaciones controlador – controlador en el puesto de trabajo.
- Organizar y clasificar los datos obtenidos durante las actividades de medición en las instalaciones de las dependencias de control
- Determinar la capacidad final del sector NE de la Región de Información de vuelo BOGOTÁ.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se sitúa en investigación descriptiva ya que los datos que se recogen, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego se analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento

### 5.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

#### 1. Muestreo Aleatorio Simple para Población Finita

Se define como la cantidad mínima de controladores a ser observados en el sector seleccionado para la toma de datos y/o de estudio.

Para la toma de la muestra se utiliza la técnica de muestreo aleatorio simple para la población finita del modelo o método Doratask.

$$\text{Formula: } n = \frac{Z^{\infty/2} \cdot p \cdot q \cdot N}{(E) \cdot (N-1) + Z^{\infty/2} \cdot p \cdot q}$$

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza elegido (95%) expresado con  $Z^{\infty/2} = 1.96$

P= Población que pertenece a la categoría de interés

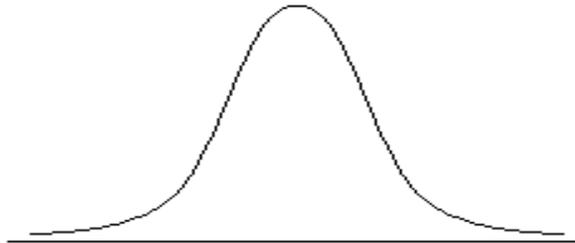
q= Población que no pertenece a la categoría de interés ( $q=1-p$ )

N= Tamaño de la población

E= Error máximo permitido

## 2. Nivel de Confianza Elegido

El nivel de confianza de la muestra se refiere al área de la curva normal definida a partir de los desvíos – estándar con respecto a su promedio.



- Desvió – estándar 68.3% de representatividad
- Desvió - estándar 95.5% de representatividad, y
- Desvió – estándar 99.7% de representatividad

Los valores de confianza más utilizados y los valores de z correspondientes pueden ser encontrados.

<b>Grado de Confianza</b>	<b>A</b>	<b>Valor Criterio <math>Z_{2\alpha/2}</math></b>
90%	0.10	1.645
<b>95%</b>	<b>0.05</b>	<b>1.96</b>
99%	0.01	2.575

El nivel de confianza que se tomara para el estudio es de 95% de confiabilidad y el error máximo permitido será del 5%

## 3. Población que pertenece a la categoría de Interés

Se refiere a la probabilidad que un controlador sea observado en un día, donde:

- Un día en el centro de control nivel superior está dividido = 4 turnos de servicio.

Por lo tanto la probabilidad del controlador a ser observado en uno de los turnos es:

**Formula:**

$$P: \frac{\text{Número de Turnos}}{\text{Tamaño de la Población (N)}} \times \text{Cantidad de Sectores}$$

Por lo tanto;

El Centro de Control Bogotá es considerado que cuenta con sesenta y cuatro (64) controladores que pertenecen a la población total y que prestan en el ACC Bogotá, y los cuales prestan sus servicios en cuatro turnos diarios pudiendo asumir posiciones en cualquiera de los cuatro (4) sectores.

Por lo tanto se obtiene;

$$P = \frac{4}{64} \times 4 = 0,25 = 25\%$$

Por consiguiente y considerando los siguientes valores como:

Nivel de Confianza	= 95 %
Error Máximo Permitido	= 5%
Tamaño de la Población	= 64 Controladores
Probabilidad de ser Observado	= 0,25 o 25%

Y utilizando la técnica de Muestreo Aleatorio Simple para Población Finita se determina la cantidad mínima de controladores a ser observados, aplicando la siguiente fórmula:

**Formula:** 
$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(E) \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde;

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,25 \cdot 0,75 \cdot 64}{0,05 (64-1) + 1,96^2 \cdot 0,25 \cdot 0,75} = 60 \text{ ATCO's}$$

El tamaño de la muestra con respecto a la población (94%) se justifica por el tamaño de la población, considerado pequeño.

En consideración de la muestra obtenida (60 ATCO's) podrán ser divididos por los cuatro sectores (4) existentes, ósea, en cada sector deberán ser observados, por los menos 15 controladores.

### **5.3 TECNICA DE OBSERVACIÓN**

La Técnica que se utilizó durante el desarrollo de este Proyecto fue la técnica de observación ya que es un procedimiento de recolección de datos e información que consiste en utilizar los sentidos para observar hechos y realidades sociales presentes y a la gente donde desarrolla normalmente sus actividades.

## **6. PRESENTACION Y DESCRIPCION DE LA PROPUESTA**

### **ETAPA PREVIA**

Para la determinación de la capacidad es necesario iniciar para tener conocimiento sobre el ambiente operacional Coordinaciones limites verticales y horizontales, comunicaciones niveles de vuelo tener conocimiento sobre la fraseología que utilizan, la estructuración de las rutas ambiente de trabajo carga de trabajo, horas pico una vez obtenido este conocimiento se llevara a cabo el cronograma de actividades en donde se plasmara el desarrollo de este proceso.

### **ETAPA DE DESARROLLO**

#### **TOMA DE MUESTRA**

Una vez determinado el ambiente operacional, se lleva a cabo el levantamiento de información o de las muestras y para lo cual se deben tener en cuenta las causas que puedan generar desviaciones en las mismas como la Ineficiencia de las ayudas a la navegación, Restricción del uso de la infraestructura de pista, Deficiencia de procedimientos y Condiciones meteorológicas, y para este proceso es necesario indagar a la Unidad de Flujo a través de las dependencias CNS ,AGA Y Meteorología información que es suministrada (Ver Anexo 1).

#### **RECOPIACION DE LOS DATOS**

La recopilación de datos se centra en Tiempos de Comunicaciones Controlador-Piloto, Tiempo de Comunicaciones de coordinación y Tiempos de Comunicación en las tareas observadas.

Mediante Sistemas Digitales con las que cuenta la entidad (U.A.E.A.C) se lleva a cabo la verificación de Comunicaciones a través del RED BOX y la verificación de Tiempo de Permanencia en el Sector que se realiza en el PLAYBACK (Ver Anexo 1), (Ver Anexo 2), (Ver Anexo 3), (Ver Anexo 4), (Ver Anexo 5).

## **ORGANIZACIÓN Y REGISTRO DE DATOS**

La información levantada en campo es estructurada en formatos establecidos para tal fin a través de las tablas en Excel. (Ver Anexo 1), (Ver Anexo 2), (Ver Anexo 3), (Ver Anexo 4).

## **TRATAMIENTO Y VERIFICACIÓN DE LOS DATOS**

Una vez pasado los datos en digital se deberán realizar un escrutinio de los datos para que estos no se vayan a pasar de la media establecida.

## **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

En el análisis y resultados se realiza una verificación de las diferentes variables de la Fórmula y a su vez se detallará el Factor de Disponibilidad para control radar.

## **DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD**

Se determinó la capacidad en el sector NE FIR Bogotá del máximo de aeronaves simultáneas que pueden ser controladas y el máximo de aeronaves controladas en una franja de 60 minutos

## **7. CONCLUSIONES**

- Mejorar los niveles de seguridad operacional.
- Satisfacer la demanda actual y futura del sistema.
- Mejorar los niveles actuales de regularidad, eficacia y eficiencia del uso del espacio aéreo y las operaciones aeroportuarias.
- Aumentar la disponibilidad de horarios y perfiles de vuelo para el beneficio de la comunidad aeronáutica nacional e internacional.

## 8. RECOMENDACIONES

Realizar un Estudio de Capacidad a los otros espacios aéreos como son:

- Área superior sectores (SE,NW,SW) FIR Bogotá
- Área Inferior sectores que incluyen todos los TMA'S existentes
- FIR Barranquilla en el área superior e inferior y los TMA'S Norte y Sur.
- Realizar un re diseño del espacio aéreo colombiano acorde a los resultados obtenidos del estudio de Capacidad para obtener una mejora continua en la prestación de los servicios de tránsito aéreo.
- Mantener el más alto nivel de servicio de gestión de la afluencia del tránsito aéreo y la capacidad para permitir la utilización de la capacidad máxima determinada,  
Identificando desequilibrios entre demanda y capacidad en los sistemas ATC.
- Diseñar indicadores de eficiencia en la prestación de servicios de tránsito aéreo, con el fin de mantener actualizados los valores de capacidad.
- Utilizar dicha información para recomendar medidas que deriven en la obtención de capacidad adicional o un uso efectivo de la existente.

## BIBLIOGRAFIA

- ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL OACI. Manual de gestión de Afluencia del tránsito aéreo para las regiones Caribe/Sudamérica. 2010. Disponible en Internet: <http://www.lima.icao.int/edocuments/ATM/ATFM/2ATFM%20Manual%20S pa%20MAR10.pdf>
- U.A.E.A.C (UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA). Metodología de medición y cálculo para la determinación de capacidad de los sectores ATC de los centros y salas de control radar. Circular técnica reglamentaria 006. Disponible en Internet: <http://www.aerocivil.gov.co/AIS/CircSSO/Documents/CI%20006%20-%20V2.pdf>
- ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL OACI. Documento 4444. Gestión del tránsito aéreo. Disponible en internet: <http://www.capi.com.co/manuales/radio.pdf>
- RAC PARTE SEXTA GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO Disponible en internet: <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/PARTE%20SEXTA%20-%20Gesti%C3%B3n%20de%20Tr%C3%A1nsito%20A%C3%A9reo.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1 FORMULARIO SEGUIMIENTO INFRAESTRUCTURA

FORMULARIO DE SEGUIMIENTO INFRAESTRUCTURA

FIR:	TIPO DE NOVEDAD				OTRA, Cual		MUESTRA		
	C	N	S	DESCRIPCION DE LA NOVEDAD	Motivo	DESCRIPCION DE LA NOVEDAD	CONSECUTIVO	HORA INICIO	HORA FINAL



### ANEXO 3.TAREAS OBSERVABLES

Titulo: TIEMPO CONTROLADOR TITULAR														
FECHA:		FIR:		SECTOR FIR:		CONSECUTIVO:								
HORA INICIO (HORA UTC):		HORA FINAL (HORA UTC):		POSICION:										
TIEMPO PROMEDIO DE LAS TAREAS OBSERVABLES														
Tareas Observables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Num Observaciones.	TIEMPO TOTAL
FPV	ELECTRONICA:													
	FISICA:													
	FISICA:													
	FISICA:													
	FISICA:													
	FISICA:													
ETQ														
ETQ														
ETQ														
CP														
NUMERO DE CONTACTOS Y TIEMPO EN LA TRANSFERENCIA/REVISION(seg) ENTRE SECTORES EXTERNOS E INTERNOS DEL ACC														
DEPENDENCIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Num comunicaciones	TIEMPO TOTAL



