



Organización de Aviación Civil Internacional

TERCERA REUNIÓN DEL GRUPO DE TAREA GESTIÓN DE AFLUENCIA DE TRÁNSITO AÉREO EN LAS REGIONES CAR/SAM DEL COMITÉ ATM DEL SUBGRUPO ATM/CNS DE GREPECAS (ATFM/TF/3)

(San Andrés, Colombia, 18 al 22 de junio de 2007)

Cuestión 1

del Orden del Día: Planes nacionales ATFM existentes en las Regiones CAR/SAM

ANÁLISIS DEMANDA/CAPACIDAD – AEROPUERTO “ELDORADO”

(Presentada por Colombia)

Resumen

Esta nota de estudio presenta el proceso realizado por el Grupo Procedimientos ATM de la UAEAC de Colombia para la determinación de la capacidad aeroportuaria del Aeropuerto “Eldorado”.

Objetivo

Cumplir con uno de los requerimientos operacionales de la base de datos ATFM relacionados con las operaciones del aeródromo.

Repercusión financiera

No aplica

Referencias

No aplica

1. INTRODUCCIÓN

Cada aeropuerto tiene un límite en cuanto al número de operaciones de aeronaves que el sistema de pista y calles de rodaje pueden acomodar. Este límite se identifica como la capacidad del aeródromo. La capacidad del aeródromo es evaluada en periodos de una hora para el sistema de pista/calles de rodaje. El análisis de Demanda/Capacidad busca identificar la capacidad del aeródromo y definir que mejoras, si existiesen, pueden ser necesarias para atender la demanda futura.

Para la determinación de la capacidad aeroportuaria existen varios métodos o modelos de tipo empírico, analítico, de colas y manuales.

Colombia ha desarrollado el análisis demanda/capacidad basado en el método estándar de la FAA.

2. ANÁLISIS DEMANDA/CAPACIDAD – AEROPUERTO “ELDORADO”

El método estándar de la FAA para la determinación de capacidad aeroportuaria y demora, para propósitos de planeamiento a largo plazo se encuentra en la “Advisory Circular (AC) 150/5060-5, Change 2, titulada “Airport Capacity and Delay”. Este método es derivado de los modelos por computador usados por la FAA para analizar la capacidad Aeroportuaria.

Debido a que el Aeropuerto y la capacidad horaria de sus componentes, varían de acuerdo a los constantes cambios de configuración operativa de las pistas, la mezcla de la flota que opera en ellas, la reglamentación ATC etc., fue necesario desarrollar algunos cálculos descritos en la metodología mencionada, que permitieron calcular la capacidad horaria de las pistas.

Dentro del análisis para la determinación de la capacidad aeroportuaria de las pistas se tienen en cuenta diversos factores descritos a continuación:

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL AERÓDROMO

Con el objeto de llevar a cabo de manera correcta el análisis de capacidad FAA se requirió identificar algunas condiciones operacionales y características del aeródromo. Los elementos que afectan la capacidad del aeródromo son:

- Configuración de pista;
- Índice de mezcla de aeronaves;
- Configuración de calles de rodaje;
- Características operacionales; y,
- Condiciones meteorológicas

Al analizar conjuntamente, los elementos mencionados se obtuvieron las bases para establecer la capacidad operacional del aeropuerto. A continuación se evaluó cada una de las características de capacidad respecto al aeropuerto “Eldorado”.

2.1.1. CONFIGURACIÓN DE PISTA

La configuración del aeródromo incluye dos pistas paralelas de 3800m de longitud, separadas 1400 m, con un escalonamiento de 1300m y con orientación NW/SW.

Este análisis se basa en que “la pista” incluye la superficie de aterrizaje y adicionalmente los diferentes segmentos de las trayectorias de aproximación utilizadas en común por todas las aeronaves.

2.1.2. ÍNDICE DE MEZCLA DE AERONAVES

Conociendo la mezcla de la flota que opera en el aeropuerto de acuerdo a estadísticas extractadas del sistema P.I.S.T.A. de la UAEAC, fue posible establecer un índice de mezcla tal como lo requiere el desarrollo del método FAA para calcular la capacidad del aeródromo. El cálculo del índice de mezcla se basa en el porcentaje relativo de las operaciones realizadas por cada una de las cuatro clases de aeronaves (A, B, C, D) de acuerdo a su MTOW.

La siguiente tabla muestra los aspectos físicos de las cuatro clases de aeronaves y su relación con los estándares en términos de clasificación por turbulencia de estela.

CLASE DE AERONAVES	MÁXIMO PESO CERTIFICADO PARA DESPEGUE	NÚMERO DE MOTORES	CLASIFICACIÓN POR TURBULENCIA DE ESTELA
A	12.500 lbs o menos 7000 kg o menos	Monomotores	S (Small) L (Light)
B		Multimotores	
C	12.500 – 300.000 lbs 7000 kg – 136000 kg	Multimotores	L (Large) M (Medium)
D	Mas de 300.000lbs Mas de 136000 kg	Multimotores	H (Heavy) H (Heavy)

La fórmula indicada en el método FAA para calcular el índice de mezcla es:

$$\%(C + 3D)$$

Donde:

C porcentaje de aeronaves categoría C,

D porcentaje de aeronaves categoría D.

Nota: Aeronaves categorías A y B no cuentan para el cálculo del índice de mezcla.

El cálculo de la mezcla de aeronaves se llevó a cabo registrando los datos solicitados en las siguientes tablas así:

AERONAVE		MEZCLA EN VFR		MEZCLA EN IFR	
DESCRIPCIÓN	CLASE	No. ops	% ops	No. Ops	% ops
MONOMOTORES	A	3	9	3	9
BIMOTORES LIVIANOS	B	3	9	3	9
TIPO TRANSPORTE	C	24	76	24	76
CABINA ENSANCHADA	D	2	6	2	6
TOTALES (No. Ops y % ops)		32	100	32	100

Rwy 13L

AERONAVE		MEZCLA EN VFR		MEZCLA EN IFR	
DESCRIPCIÓN	CLASE	No. ops	% ops	No. Ops	% ops
MONOMOTORES	A	1	3	1	3
BIMOTORES LIVIANOS	B	2	7	2	7
TIPO TRANSPORTE	C	24	80	24	80
CABINA ENSANCHADA	D	3	10	3	10
TOTALES (No. Ops y % ops)		30	100	30	100

Rwy 13R

El índice de mezcla determinado para el aeropuerto “Eldorado” es:

Pista 13L

$$\% (76+3(6)) = 94$$

Pista 13R

$$\% (80+3(10)) = 110$$

Nota: Se puede observar que teniendo un índice de mezcla creciente, la capacidad del aeródromo disminuirá paulatinamente. Esto es principalmente porque el ATC debe proveer una separación mayor entre las aeronaves categoría C y D, y las de otras categorías debido a la turbulencia de estela producida por las aeronaves de mayor tamaño.

2.1.3. CONFIGURACIÓN DE CALLES DE RODAJE

Basados en el criterio FAA para las calles de salida de pista apropiadamente localizadas, el factor de salida es maximizado cuando una pista tiene cuatro calles de salida dentro de un rango determinado por las aeronaves que utilizan la pista. Para un índice de mezcla de entre 81 y 120, y de acuerdo a la elevación del aeródromo este rango es entre 2377 m y 3328 m desde el umbral de aterrizaje.

Basados en el criterio FAA, tenemos que la pista 13L tiene una salida de pista, y la pista 13R tiene dos salidas de pista dentro del rango para arribos.

2.1.4. CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

Las características operacionales que pueden afectar significativamente la capacidad del aeródromo incluyen el porcentaje de arribos y el porcentaje de toques y despegues (T&G) o entrenamiento de pista.

2.1.4.1. Porcentaje de arribos

El porcentaje de arribos es la relación entre las operaciones de aterrizaje y el total de las operaciones en el aeropuerto.

Este porcentaje se considera debido a que de hecho una aeronave que aproxima a un aeropuerto para aterrizar requiere más tiempo de ocupación de pista que una aeronave que despegue. La metodología FAA aquí aplicada, provee una figura de arribos con porcentajes de 40, 50, ó 60 para el cálculo de la capacidad del aeródromo.

$$\% \text{ de arribos} = \frac{(A + \frac{1}{2} (T\&G))}{A + DA + (T\&G)} \times 100$$

Donde:

A = No. de aeronaves llegando en la hora.

DA = No. de aeronaves despegando en la hora.

T&G = No. de T&G en la hora.

Basados en los datos estadísticos se determinó que el porcentaje de arribos en el aeropuerto “Eldorado” es el siguiente:

Pista 13L.

$$\% \text{ de arribos} = \frac{(15 + \frac{1}{2} (0))}{15 + 17 + (0)} \times 100$$

$$\% \text{ de arribos} = 47$$

Pista 13R.

$$\% \text{ de arribos} = \frac{(14 + \frac{1}{2} (0))}{14 + 16 + (0)} \times 100$$

$$\% \text{ de arribos} = 47$$

2.1.4.2. Porcentaje de toques y despegues (T&G)

El porcentaje de toques y despegues juega un papel clave en la determinación de la capacidad aeroportuaria.

Los toques y despegues son contados como un aterrizaje y un despegue (dos operaciones) y son normalmente asociados con entrenamiento de pista.

*En el aeropuerto “Eldorado” no se realizan entrenamientos de pista.

2.1.5. DEMANDA – AEROPUERTO “ELDORADO”

Para el desarrollo del método FAA se llevó a cabo un análisis de la demanda de operaciones del aeropuerto “Eldorado” y su comportamiento en los últimos 2 años, para obtener la información requerida por el método aplicado.

Adicionalmente se analizó el crecimiento de la demanda y sus características. Lo que permite identificar futuros problemas de capacidad y los procesos a implementar para mantener el equilibrio con la demanda.

El incremento de la demanda en los dos últimos años ha sido de un 10% en las operaciones, el valor de demanda utilizado para este análisis fue de 62 operaciones.

2.1.6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Las condiciones meteorológicas influyen en la configuración operativa del aeródromo, teniendo en cuenta el viento y otras condiciones meteorológicas relacionadas. Por lo tanto, estas condiciones pueden afectar la capacidad del aeródromo. La utilización de la pista es determinada normalmente por condiciones de viento, mientras que la visibilidad determina el espaciamiento requerido entre aeronaves en secuencia de aproximación.

Basados en datos estadísticos las pistas 13R y 13L experimentan aproximadamente el 89 % de las operaciones anuales totales (aeronaves despegando y aterrizando). Esto debido a que la mayor parte del año, el viento prevaleciente tiene dirección SE/NW. Cabe anotar que la pista 13R cuenta con mínimos para aproximación ILS CAT II.

Existen tres medidas de techo de nubes y visibilidad reconocidas por la FAA para el cálculo de la capacidad aeroportuaria. Estas son:

- (VFR) – techo de nubes superior a 1,000 ft AGL y la visibilidad es 3 sm. (4837m) o más.
- (IFR) – techo de nubes es de 500 ft AGL o más pero inferior a 1,000 ft AGL y/o la visibilidad es de 1 sm (1609m) o más pero inferior a 3 sm (4837m).
- (PVC) - Visibilidad y techo de nubes reducidos – techo de nubes es inferior a 500 ft AGL y/o la visibilidad es inferior a 1 sm (1609m).

3. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE AERÓDROMO

Las características del aeródromo mencionadas anteriormente fueron utilizadas junto con la metodología desarrollada por la FAA para determinar la capacidad del aeródromo. Como ha sido mencionado previamente, esta metodología FAA genera como resultado la capacidad horaria de las pistas.

2.2. CAPACIDAD HORARIA DE LAS PISTAS

La capacidad horaria de las pistas mide el número máximo de aeronaves que pueden ser acomodadas por una configuración de pistas de aeropuerto en una hora. Basados en la metodología FAA, la capacidad horaria para las pistas es calculada analizando las figuras VFR e IFR apropiadas para una configuración de pista de aeropuerto. En esas figuras, el índice de mezcla de aeronaves y el porcentaje de arribos se

utilizan para calcular la capacidad horaria base. Adicionalmente se determina un factor de T&G basados en el porcentaje de operaciones T&G combinado con el índice de mezcla de aeronaves.

*El factor T&G en el aeropuerto “Eldorado” es 1 ya que en el aeropuerto “Eldorado” no se realizan entrenamientos de pista.

Estas figuras consideran además el factor de salida.

Tanto para condiciones VFR como para IFR, la capacidad horaria para pistas es calculada multiplicando la capacidad horaria base, el factor T&G, y el factor de salida. La ecuación es la siguiente:

$$\text{Capacidad horaria} = C^* \times T \times E$$

Donde:

C* = capacidad horaria base,

T = factor T&G,

E = factor de salida.

Un índice de mezcla de un aeropuerto puede cambiar sustancialmente el valor de la capacidad horaria base en las tablas de capacidad FAA.

Las figuras de capacidad utilizadas del manual FAA que corresponden a las pistas del aeropuerto “Eldorado” son las siguientes:

VFR Fig. 3-3

IFR Fig. 3-43

3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEMANDA/CAPACIDAD

ME T	CONF. DE PISTA		FIG. CA P.	MEZCLA ACFT.				% (C+3 D)	% A R R	% T & G	RWY EXT (00 m)			CAP. HORARI A BASE (C*)	FACT OR T&G (T)	FACTO R DE SALID AS (E)	CAP. HORARI A (C*T*E)
	DIA G.	No		% A	% B	% C	% D				LOC.	No	No				
13L VFR	—	1	3-3	9	9	7 6	6	94	47	0	26	1	56	1	0,89	50	
13L IFR	—	1	3-43	9	9	7 6	6	94	47	0	26	1	51	1	0,89	45	
13R VFR	—	1	3-3	3	7	8 0	1 0	110	47	0	25	31	2	57	1	0,93	53
13R IFR	—	1	3-43	3	7	8 0	1 0	110	47	0	25	31	2	51	1	0,94	48

3.1. CONCLUSION

CAPACIDAD HORARIA AEROPUERTO “ELDORADO” OPS/HR		
PISTA	VFR	IFR
13L	50	45
13R	53	48

Luego de determinar la capacidad horaria de las pistas se debe aplicar un factor de rendimiento de entre 0.6 y 0.9 que permite tener en cuenta factores que afectan la capacidad y que son de difícil medición y control.

4. OBSERVACIONES

Luego de haber analizado la demanda, determinado la capacidad horaria y hecho un seguimiento a la operación luego de la implementación del servicio ATFM para el Aeropuerto “Eldorado”:

- En determinados periodos de tiempo de operación del Aeropuerto “Eldorado” existen demandas sucesivas que exceden la capacidad produciendo demoras inaceptables.
- En determinados periodos de tiempo de operación del Aeropuerto “Eldorado” donde la demanda horaria es inferior a la capacidad horaria, se producen demoras en intervalos dentro la hora donde la demanda excede la capacidad.
- La magnitud y la programación de la demanda por parte de los operadores está relativamente irrestricta, en relación a la capacidad por hora y por intervalos de la hora.

5. ACCIÓN SUGERIDA

Se invita a la reunión a analizar la viabilidad para la aplicación del método FAA para la determinación de capacidad aeroportuaria y demora, para propósitos de planeamiento a largo plazo que se encuentra en la “Advisory Circular (AC) 150/5060-5, Change 2, titulada “Airport Capacity and Delay” en los aeropuertos de la región CAR/SAM.