

**COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE GERENCIAMENTO DA NAVEGAÇÃO AÉREA**



CÁLCULO DE CAPACIDAD DE SECTOR DE ÓRGANO ATC

1. DISPOSICIONES PRELIMINARES

1.1 FINALIDAD

La presente nota tiene por finalidad proveer a los alumnos conocimientos sobre cálculo de capacidad ATC, según la metodología aplicada en Brasil, a fin de que puedan determinar la capacidad de los sectores de control de órgano ATC.

NOTA : Los criterios establecidos, en este capítulo, no se aplicarán a las Torres de Control y a los órganos ATC que utilicen el sistema CPDLC (Controller Pilot Data Link Communications).

1.2 OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS

- a) discutir los diversos conceptos relacionados con la capacidad ATC . (Cp)
- b) identificar los factores que componen la fórmula utilizada en el cálculo de capacidad ATC. (Cp)
- c) definir el número máximo de aeronaves controladas por un ATCO. (Cp)
- d) ejecutar un levantamiento de los factores que componen la fórmula matemática. (Ap)

1.3 ÁMBITO

La presente nota se destina al Curso de Capacidad, impartido por el Instituto de Control del Espacio Aéreo.

1.4 ELABORACIÓN Y REVISIÓN

Elaborada por el May Esp CTA Julio Cezar Pereira Rosa en 2011.

1.5 GRADO DE SEGURIDAD

El presente documento posee carácter ostensivo.

1. INTRODUCCIÓN

Los órganos ATC dependiendo de la necesidad operacional pueden ser divididos en sectores, y los controladores (ATCOs), son responsables por la seguridad de los vuelos en cada sector. En las áreas donde hay una gran demanda, es necesario establecer límites para cada sector, a fin de que el tránsito en la región no sobrepase ese límite. Se puede decir que la capacidad ATC es el número de vuelos que puede ser gestionado por los controladores de aquel órgano ATC. Generalmente, un factor de restricción a la capacidad del sistema es la carga de trabajo del controlador. Bajo esa óptica, se ha establecido un método de cálculo de capacidad para órgano ATC a través de la carga sobre el ATCO.

El método utilizado sirve para determinar capacidad de sector de APP y ACC y está basado en la evaluación de tareas ejecutadas por el controlador en los momentos de gran volumen de tránsito, el cual se presenta a seguir.

Se puede atenuar esa carga con acciones que visen una mejor gestión de factores que por ventura estén causando impacto en la operación y produciendo reflejo, directa e indirectamente, en el trabajo del ATCO.

1.1 CONCEPTUACIONES

EFFECTIVO DE APOYO ATC

Efectivo de ATCO necesario al desempeño de las actividades de apoyo ATC del órgano ATC.

EFFECTIVO OPERACIONAL

Total de personal, militares y/ civiles, necesario al desempeño de los servicios operacionales inherentes al Órgano operacional ATC. El efectivo operacional y función de las posiciones operacionales, de la carga de trabajo y de la carga horaria del órgano operacional.

EQUIPO OPERACIONAL

Total de ATCOs habilitados y necesarios al desempeño de las actividades ATC, inherentes al órgano ATC.

INSTANTE PICO DE TRÁNSITO

Periodo en que ocurre el mayor número de tránsitos simultáneos, considerándose el intervalo mínimo de 3 minutos.

JUICIO OPERACIONAL

Evaluación de la influencia de los factores temporarios que podrán alterar capacidad del sector operacional.

ÓRGANO ATC

Órgano operacional responsable por la prestación de los servicios de control de tránsito aéreo, además de los servicios de información de vuelo y de alerta.

Son órganos ATC: Los Centros de Control de Área Radar y No Radar (ACC), los Controles de Aproximación Radar y No Radar (APP) y las Torres de Control (TWR) del SISCEAB.

2 CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CONTROL SIMULTÁNEO

2.1 OBJETIVO

Establecer las directrices básicas para el cálculo del número de aeronaves que puedan ser controladas simultáneamente por un Controlador de Tránsito Aéreo.

NOTA: Los criterios establecidos, en este capítulo, no se aplicarán a las Torres de Control.

2.2 CONSIDERACIONES PRELIMINARES

La evaluación del volumen de tránsito aéreo atribuido a las Posiciones de un APP y ACC será efectuada con base en:

- a) movimiento de la media de los instantes pico (APP y ACC); y
- b) carga máxima de movimientos simultáneos que se atribuye a cada Controlador de Tránsito Aéreo, aisladamente.

Las posiciones operacionales de control de tránsito aéreo serán destinadas en número suficiente para hacer frente al movimiento del instante pico. En ese periodo, todas las posiciones estarán activadas. Siempre que el tránsito permita (por la noche, por ejemplo), se recomiendan los agrupamientos de sectores y las rotaciones entre los controladores. De esa forma, será factible reducir el número de controladores en actividad en esos periodos.

El resultado del modelo matemático establecido podrá sufrir variaciones para más el para menos en virtud de varios factores ocasionales tales como:

- a) inoperancias en las comunicaciones;
- b) condiciones meteorológicas adversas;
- c) operación de aeronave presidencial;
- d) operación militar;
- e) aeronaves en emergencia;
- f) grado de habilidad del controlador; y

- g) en caso que la configuración momentánea del tránsito aéreo tenga baja complejidad (ej.: posicionamiento de las aeronaves dentro del sector, en las proximidades de los puntos de transferencia)
- h) Densidad del tránsito aéreo

Tales factores deben ser analizados rigurosamente, pues determinan valores de capacidad diferentes si son considerados desde el punto de vista de los factores de naturaleza permanente. Los factores de naturaleza temporal deben ser evitados pues causarían desvíos en los valores de capacidad. Tales valores deben ser considerados en un segundo momento para un juicio operacional, realizado por el supervisor durante la fase de la operación a nivel de consola.

2.3 CAPACIDAD DE LOS CONTROLADORES DE TRÁNSITO AÉREO

2.3.1 CONTROL DE APROXIMACIÓN

El número de aeronaves que pueden ser objeto de control simultáneo por una Posición Operacional de un APP es apreciablemente menor que el atribuido a una Posición Operacional de un ACC. Eso ocurre porque en las áreas terminales, las aeronaves se encuentran en una fase más compleja de vuelo, es más elevado el número de cruces de trayectorias y la proximidad de otros aeródromos, así como las combinaciones de pista que se utilizan en un dado momento tienden a dificultar la afluencia de tránsito aéreo.

Por lo tanto, la división de responsabilidades entre un ACC y el correspondiente APP debe ser establecida para permitir la utilización próxima de la capacidad total disponible del control de tránsito aéreo.

2.3.2 CENTRO DE CONTROL DE ÁREA

El número de aeronaves que pueden ser objeto de control simultáneo por una posición Operacional de un ACC, depende, en media, de la estructura y de la utilización de las rutas ATS abarcadas por el sector. En el caso de un sector en que la mayoría del tránsito aéreo realiza vuelo nivelado y opera a lo largo de las rutas ATS con sentido único, la capacidad del Controlador es considerablemente superior a aquella de un sector que posee varios puntos de cruce, donde son frecuentes los cambios de niveles y que se tenga que establecer separaciones con tránsitos en sentidos contrarios.

2.4 NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO (N)

El número de aeronaves que pueden ser controladas simultáneamente por un controlador de tránsito aéreo es función directa o inversa de algunos factores, a seguir considerados:

a) funciones directas:

- (1). factor de disponibilidad del Controlador (f);
- (2). distancia media recorrida por las aeronaves en el sector (d).

b) funciones inversas:

- (1). número de comunicaciones para cada aeronave en el sector(n);
- (2). tiempo medio de duración de cada mensaje (tm);
- (3). velocidad media de las aeronaves en el sector (Vm).

2.4.1 FACTOR DE DISPONIBILIDAD DEL CONTROLADOR

Se define como "FACTOR DE DISPONIBILIDAD" del Controlador, el porcentaje de tiempo dedicado exclusivamente a las comunicaciones (transmisión/recepción) con las aeronaves. Así, no están incluidos en este parámetro, los tiempos consumidos con las demás actividades relacionadas directamente con el control, tales como: relleno de FPV, coordinación entre Órganos/sectores, identificación de blancos, transferencias, y, todavía, todo el tiempo destinado a la distribución y planificación consideradas.

Podemos identificar una relación directa entre este factor y la capacidad de control simultáneo de aeronaves, eso es, cuanto mayor el "factor de disponibilidad" (f) de un Controlador, mayor su capacidad de control simultáneo. Observamos, también, que ese factor se presentará con un porcentaje mayor a medida que son optimizados los sistemas de tratamiento de plan de vuelo, envío de mensajes ATS, identificación de blancos, correlación de pistas/planes de vuelo, visualización de niveles de vuelo (MODO C), transferencias automáticas de control ("hand-off") y, principalmente, cuando las condiciones técnicas de las "consolas" permitan la activación de la Posición Asistente de Controlador. En ese caso, todo el trabajo de coordinación será ejecutado por el Asistente. Para una mejor comprensión de la interacción de ese factor con

las demás actividades de control, consideremos la carga de trabajo de un Controlador como la sumatoria de los tiempos consumidos con:

- a) comunicación (transmisión/recepción) o "f";
- b) actividades manuales (relleno de "strips") y coordinación; y
- c) planificación y distribución del tránsito.

Tomándose como objetivo una mejor capacidad de control simultáneo de aeronaves en un determinado sector, debemos direccionar nuevos esfuerzos para un aumento de "f". Como podemos desprender, eso será posible con la aplicación de medidas que resulten en un menor compromiso del controlador con las actividades b) y c) arriba listadas.

Básicamente, esas medidas involucran estandarización y automatización de procedimientos, mejorías técnicas y, especialmente, el empleo del RADAR.

Investigaciones realizadas sugieren que se debe alcanzar una disponibilidad mínima del 40% del tiempo del controlador, para el control convencional, y el 60% para el Control Radar.

2.4.2 DISTANCIA RECORRIDA POR LAS AERONAVES EN EL SECTOR (d)

La distancia media recorrida por las aeronaves en el sector es función de las trayectorias y de los procedimientos de ruta o terminal establecidos para cada sector.

2.4.3 NÚMERO DE COMUNICACIONES PARA CADA AERONAVE EN EL SECTOR (n)

El número de comunicaciones debe ser restricto al mínimo necesario para el entendimiento Piloto/Controlador. De ahí viene la importancia de una "clearance" (autorización) completa y emitida con suficiente antelación para la planificación del vuelo.

2.4.4 TIEMPO MEDIO DE DURACIÓN DE CADA MENSAJE (tm)

Los mensajes deben ser emitidos de manera objetiva, sin largas explicaciones, que son perjudiciales al entendimiento Piloto/Controlador.

2.4.5 VELOCIDAD MEDIA DE LAS AERONAVES EM EL SECTOR (Vm)

Las velocidades medias en Áreas Terminales se ajustan, según las normas para velocidades máximas; en ruta, se recomienda, cuando necesario, sectorizar el espacio aéreo de la FIR en Espacios Aéreos Superior e Inferior, donde las aeronaves presentan desempeños equilibrados.

2.5 MODELO MATEMÁTICO

El modelo matemático elaborado se apoya en una evaluación global de todos los factores descritos en 2-4.

Para simplicidad del modelo $N = \frac{f.d}{n.t_m.V_m}$, se admite:

- a. valores medios de la duración de las comunicaciones y de las velocidades;
- b. mismo grado de disponibilidad del canal de comunicaciones en todas las subdivisiones de tiempo de mismo intervalo, donde:

$N =$ número máximo de aeronaves controladas simultáneamente, por un Controlador;

$f =$ factor de disponibilidad del Controlador, en porcentaje;

$d =$ distancia media, recorrida por las aeronaves en el sector, en millas náuticas;

$n =$ número medio de comunicaciones de cada aeronave en el sector;

$t_m =$ tiempo medio de duración de cada mensaje, en segundos;

$V_m =$ velocidad media de las aeronaves, en nudos.

2.5.1 MODELO MATEMÁTICO SIMPLIFICADO

Observando el modelo matemático original, $N = \frac{f.d}{n.t_m.V_m}$, verificamos que: $\frac{d}{n.t_m.V_m} = T$

Como consecuencia, quedaremos con el modelo simplificado, $N = \frac{f.T}{n.t_m}$,
donde:

$T =$ tiempo medio de permanencia de las aeronaves en el sector, en segundos.

2.5.2 INSTRUCCIONES PARA LEVANTAMIENTO DE LAS VARIABLES f, tm, n, T

2.5.3 FACTOR DE DISPONIBILIDAD DEL CONTROLADOR (f)

Ejecución - Efectuar levantamiento de los intervalos de tiempo durante los cuales el controlador ejecuta las tareas de coordinación, relleno de "Strips", o cualesquier otras necesarias al desempeño de su función, excepto comunicaciones con aeronaves (transmisión/recepción). Este período será sustraído del tiempo observado y el resultado obtenido, representado en porcentaje, será el "Factor de Disponibilidad" considerado.

Muestreo - mínimo de 30 (treinta) intervalos representativos de horarios de pico de tránsito y, caso sea posible, con diferentes controladores.

Valor considerado - Media aritmética de los resultados obtenidos.

Ejemplo:

DÍA	CONTROLADOR	INSTANTE PICO OBSERVADO			TIEMPO DISPONIBLE (SEG)	f (%)
		INICIO (HS MIN)	TÉRMINO (HS MIN)	TOTAL (SEG)		
01	A	10:00	10:05	300	213	71
03	B	19:30	19:42	720	432	60
04	C	19:55	19:58	180	150	83,3
05	D	20:15	20:19	240	187	77,91
05	D	20:30	20:40	600	384	64
06	E	21:50	21:58	480	332	69,17
06	E	22:00	22:07	420	270	64,28
09	F	15:00	15:04	240	171	71,25
09	F	10:10	10:19	540	340	62,96
09	G	18:00	18:13	780	546	70
FACTOR DE DISPONIBILIDAD MEDIA DEL CONTROLADOR: 69,38						

2.5.4 TIEMPO MEDIO DE DURACIÓN DE CADA MENSAJE (tm)

Ejecución - Efectuar levantamiento del tiempo consumido por el Controlador en las tareas de comunicación y recepción con una aeronave,

durante todo su sobrevuelo, desde su entrada hasta su salida del sector de control que está siendo evaluado.

Muestreo – mínimo de 30 (treinta) observaciones para cada Controlador que opera en la Posición considerada, en horarios de pico de tránsito.

Valor considerado - Media aritmética de los valores obtenidos.

Ejemplo:

OBSERVACIÓN	TRANSMISIÓN / RECEPCIÓN (Seg)				
	CONTROLADOR				
	A	B	C	D	E
1	10	8	9	6	8
2	12	9	7	9	10
3	11	10	6	10	11
4	8	8	10	11	9
5	5	7	11	12	12
6	7	6	12	13	7
7	9	5	13	9	12
8	10	13	9	7	13
9	13	15	8	6	15
10	15	10	8	5	10
MEDIA ARITIMÉTICA POR CONTROLADOR	10	9,1	9,3	8,8	10,7

Tiempo medio de duración de cada mensaje = 9,58

2.5.5 NÚMERO MEDIO DE COMUNICACIONES DE CADA AERONAVE EN EL SECTOR (n)

Ejecución - Efectuar levantamiento del número medio de comunicaciones Controlador / aeronave en el sector durante todo su sobrevuelo, desde su entrada hasta su salida del sector de control que está siendo evaluado.

Muestreo – mínimo de 30 (treinta) observaciones en el sector, para cada Controlador, en los horarios de mayor movimiento.

Valor

considerado- Media aritmética de los valores obtenidos. Ejemplo:

NÚMERO DE COMUNICACIONES (TRANS / RECEP)				
AERONAVE	CONTROLADOR			
	A	B	C	D
1	4	3	5	5
2	5	4	6	6
3	6	3	7	7
4	4	2	8	6
5	3	4	7	4
6	7	5	8	6
7	6	3	6	6
8	5	2	7	7
9	6	5	8	6
10	5	4	7	6
MEDIA POR CONTROLADOR	5,1	3,5	6,9	5,9
NÚMERO MEDIO DE COMUNICACIONES CON CADA AERONAVE EN EL SECTOR: 5,35				

2.5.6 CÁLCULO DEL TIEMPO MEDIO DE PERMANENCIA DE LAS AERONAVES EN EL SECTOR (T)

Ejecución - Efectuar el levantamiento de los tiempos de permanencia de las aeronaves bajo control en el sector, del momento de recepción del(s) tránsito(s) hasta la transferencia para otro sector/órgano.

Muestreo - Todas las observaciones de aeronaves controladas en el sector en el(s) periodo(s) pico considerado(s), preferencialmente en horarios variados y con Controladores diferentes.

Valor considerado - Media aritmética de los valores considerados, en segundos.

Ejemplo:

Cálculo de “T”

OBSERVACIONES (INST.PICO)	AERONAVES	TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL SETOR		TIEMPO EN EL SECTOR(min)
		ENTRADA	SALIDA	
1	A	19:20	19:28	8
	B	19:22	19:32	10
	C	19:18	19:30	12
	D	19:10	19:17	7
2	A	09:10	09:17	7
	B	08:50	09:02	12
	C	09:05	09:17	12
	D	09:20	09:28	08
	E	09:30	09:45	15
	F	09:31	09:41	10
3	A	02:40	02:46	6
	B	02:30	02:40	10
	C	02:36	02:48	12
	D	02:25	02:36	11
	E	02:22	02:28	6
	F	02:42	02:48	6
4	A	22:12	22:22	10
	B	22:06	22:18	12
	C	22:15	22:25	10
	D	22:02	22:13	11
	E	22:09	22:24	15
TIEMPO MÉDIO EN SEGUNDOS(T) = 10 Min 60 = 600 seg				

2.5.7 CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO (N)

El cálculo del número máximo de aeronaves bajo control simultáneo de un Controlador de Tránsito Aéreo, o "N" debe ser efectuado a través del modelo matemático simplificado, o sea:

$$N = \frac{f \cdot T}{n \cdot t_m}$$

Ejemplos:

Para las variables f, n, t_m y T, atribuimos los siguientes valores medios para un sector de APP Radar, sin y con asistente:

Sector de APP Radar sin Asistente:

$$f=60\%$$

$$n=6$$

$$t_m=15\text{seg.}$$

$$T=12 \text{ min.}$$

$$N = \frac{0,60 \cdot 12'}{6 \cdot 15''} = \frac{0,60 \cdot (12 \cdot 60)}{6 \cdot 15''} = \frac{0,60 \cdot 720''}{90''} = 4,8$$

Sector de APP Radar con Asistente:

$$f=70\%$$

$$n=6$$

$$t_m=15\text{seg.}$$

$$T=12 \text{ min.}$$

$$N = \frac{0,70 \cdot 12'}{6 \cdot 15''} = \frac{0,70 \cdot (12 \cdot 60)}{6 \cdot 15''} = \frac{0,70 \cdot 720''}{90''} = 5,6$$

Llegamos a los valores de N = 4,8, para el sector sin Asistente, y de N =5,6, para el sector con Asistente, y podemos deducir que la capacidad máxima de control simultáneo es de 5 aeronaves en sector sin Asistente y de 6 aeronaves en el sector con Asistente.

NOTA 1: Para valores decimales de $N < 5$ –redondear para el entero inferior.

NOTA 2: Para valores decimales de $N \geq 5$ –redondear para el entero superior

Ejemplos: $N=4,8$ corresponde $N = 5$

$N=5,6$ corresponde $N = 6$

$N= 6,2$ corresponde $N = 6$

NOTA 3: El conteo de los tránsitos VFR (controlados/no controlados, que vengán a recibir el servicio de información de vuelo y alerta) será considerado, así como los tránsitos IFR en el cálculo del modelo matemático.

2.6 CÁLCULO DEL NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO EN OPERACIÓN EN EL RADAR (N)

En los casos de sectores en operación no radar, se utilizará el modelo matemático de la misma forma que ha sido utilizado para operación radar, cuando se encontrarán, entonces, los valores para cada sector.

2.7 CÁLCULO DEL NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO EN SECTORES AGRUPADOS (N)

En los casos de sectores agrupados se utilizará el modelo matemático, considerando los sectores agrupados como se fuesen un único sector y para tanto deberán ser observados los horarios picos de movimiento para el levantamiento de los parámetros, llegándose a un número “n agrupado”. Se debe resaltar que en habiendo efectivo operacional para des-agrupamiento de los sectores, tal medida deberá ser empleada, entretanto, caso sea necesario un control con los sectores agrupados se debe aplicar el número (n agrupado) con posibilidad de incrementos tras análisis del Supervisor/Jefe de Equipo.

2.8 CONSIDERACIONES FINALES

Es de fundamental importancia que haya una perfecta comprensión de las variables atribuidas al modelo matemático, utilizado en el cálculo de N. Solamente un espíritu

crítico y un análisis imparcial con relación a los resultados alcanzados en el levantamiento de esas variables, permitirán a los Jefes de los Órganos Operacionales identificar, con la necesaria anticipación, los puntos de estrechamiento operacional de sus Órganos.

Las observaciones de factores ocasionales, tales como, inoperancias en las comunicaciones, condiciones meteorológicas adversas, operación de aeronave presidencial, operación militar, aeronaves en emergencia etc., pueden influir en los resultados de forma indeseable y conducir a conclusiones que no retraten la realidad.

El levantamiento del número de aeronaves controladas simultáneamente por un controlador en un dado sector debe ser efectuado por equipos habilitados y conocedores de las características del local a ser evaluado. La periodicidad de los levantamientos debería ser suficiente para contemplar los casos de modificaciones de la circulación aérea, sectorización, instalación/inoperancia de la infraestructura de la navegación y creación de subidas y descensos.

3 DISPOSICIONES FINALES

La carga de trabajo del controlador de tránsito aéreo es uno de los más importantes factores para el establecimiento de la capacidad ATC. Por consiguiente, cuanto mayor el conocimiento de los factores relacionados y sus implicaciones mejor será su adecuación y ajuste a la operación real del órgano ATC, a través de su número máximo.

ANEXO 2

FORMULARIOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS EN LOS ÓRGANOS ATC

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministerio de la Aeronáutica. Departamento de Control del Espacio Aéreo (DECEA). ICA 100-22 [*Rio de Janeiro*] *Serviço de Gerenciamento de Fluxo de Tráfego Aéreo, de 2007.*

BRASIL. Ministerio de la Aeronáutica. Departamento de Control del Espacio Aéreo (DECEA). ICA 100-30 [*Rio de Janeiro*], *Capacidade de Setor ATC, de 2008.*

BÉLGICA. EUROCONTROL – CFMU . Air Traffic Flow & Capacity Management Strategy.

<http://www.eurocontrol.int>.

ÍNDICE

1.1 CONCEPTUACIONES.....	4
EFECTIVO DE APOYO ATC.....	4
2 CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CONTROL SIMULTÁNEO	6
2.1 OBJETIVO.....	6
2.2 CONSIDERACIONES PRELIMINARES.....	6
2.3 CAPACIDAD DE LOS CONTROLADORES DE TRÁNSITO AÉREO.....	7
2.3.1 CONTROL DE APROXIMACIÓN.....	7
2.3.2 CENTRO DE CONTROL DE ÁREA.....	7
2.4 NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO (N).....	8
2.4.1 FACTOR DE DISPONIBILIDAD DEL CONTROLADOR.....	8
2.4.2 DISTANCIA RECORRIDA POR LAS AERONAVES eN EL SECTOR (d).....	9
2.4.3 NÚMERO DE COMUNICACIONES PARA CADA AERONAVE eN EL SECTOR (n).....	9
2.4.4 TIEMPO MEDIO DE DURACIÓN DE CADA MENSAJE (tm).....	10
2.4.5 VELOCIDAD MEDIA DE LAS AERONAVES em EL SECTOR (Vm).....	10
2.5 MODELO MATEMÁTICO.....	10
2.5.1 MODELO MATEMÁTICO SIMPLIFICADO.....	10
2.5.2 INSTRUCCIONES PARA LEVANTAMIENTO DE LAS VARIABLES f, tm, n, T.....	11
2.5.3 FACTOR DE DISPONIBILIDAD DEL CONTROLADOR (f).....	11
2.5.4 TIEMPO MEDIO DE DURACIÓN DE CADA MENSAJE (tm).....	12
2.5.5 NÚMERO MEDIO DE COMUNICACIONES DE CADA AERONAVE EN EL SECTOR (N).....	12
2.5.6 CÁLCULO DEL TIEMPO MEDIO DE PERMANENCIA DE LAS AERONAVES EN EL SECTOR (T).....	13
2.5.7 CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO (N).....	14
2.6 CÁLCULO DEL NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO EN OPERACIÓN EN EL RADAR (N).....	16
2.7 CÁLCULO DEL NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO EN SECTORES AGRUPADOS (N).....	16
2.8 CONSIDERACIONES FINALES	16
3 DISPOSICIONES FINALES	18