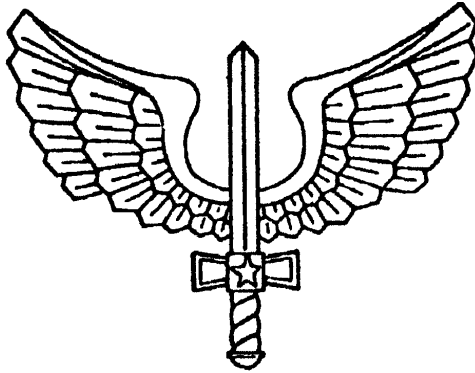


**MINISTERIO DE LA DEFENSA  
COMANDO DE LA AERONÁUTICA**



**TRÁNSITO AÉREO**

**CURSO DE CAPACIDAD**

**2. CÁLCULO DE CAPACIDAD DE SECTOR DE ÓRGANO ATC**

- 2.1. FACTOR DE DISPONIBILIDAD DEL CONTROLADOR ( $f$ );
- 2.2. TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL SECTOR ( $T$ );
- 2.3. NÚMERO DE COMUNICACIONES PARA CADA AERONAVE EN EL SECTOR<sub>(n)</sub>
- 2.4. TIEMPO MEDIO DE DURACIÓN DE CADA MENSAJE ( $t_m$ )

**1. DISPOSICIONES PRELIMINARES**

**1.1 FINALIDAD**

La presente apostilla 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 de referencia de un puesto de control de un ATC. (Cp)
- d) ejecutar un levantamiento de los factores que componen la fórmula matemática. (Ap)

**1.3 ÁMBITO**

La presente apostilla 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 2008.

**1.5 GRADO DE SIGILO**

El presente documento posee carácter ostensivo.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Los órganos ATC dependiendo de la necesidad operacional pueden ser divididos en sectores y los controladores 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 ultrapase 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. Un sin número de factores pueden provocar restricción a la capacidad del sistema y puede generar carga al trabajo del controlador. Delante de esa óptica ha sido establecido un método de cálculo de capacidad para órgano ATC a través de la cual se mide la carga de las comunicaciones 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.

## **2.1 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/el 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 ATCO 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.

### **JUÍCIO 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.

### **3 CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CONTROL SIMULTÁNEO**

#### **3.1 OBJETIVO**

Establecer las directrices básicas para el cálculo del número de referencia de un puesto de control de un ATC.

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

#### **3.2 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.

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 temporaria deben ser evitados pues causarán 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.

#### **3.3 CAPACIDAD DE LOS CONTROLADORES DE TRÁNSITO AÉREO**

##### **3.3.1 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 de modo a permitir la utilización próxima de la capacidad total disponible del control de tránsito aéreo

### 3.3.2 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.

### 3.4 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 ou 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).

3.4.1 FACTOR DE DISPONIBILIDAD DEL CONTROLADOR

Se define como "FACTOR DE DISPONIBILIDAD" del Controlador, el porcentual 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 porcentual mayor a medida que son optimizados los sistemas de tratamiento de plan de vuelo, vehiculación 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 deprender, eso será posible con la aplicación de medidas que resulten en un menor involucramiento del controlador con las actividades b) y c) arriba listadas.

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

Pesquisas realizadas sugieren que una disponibilidad mínima del 40% del tiempo del controlador, para el control convencional, y el 60% para el Control Radar debe ser perseguida.

## ICA 100-30/2007

### 3.4.2 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.

### 3.4.3 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" completa y emitida con anticipación suficiente para la planificación del vuelo.

### 3.4.4 TIEMPO MEDIO DE DURACIÓN DE CADA MENSAJE (tm)

Los mensajes deben ser emitidas de manera objetiva, sin las largas explicaciones perjudiciales al entendimiento Piloto/Controlador.

### 3.4.5 VELOCIDAD MEDIA DE LAS AERONAVES EN 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.

## 3.5 MODELO MATEMÁTICO

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

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

### 3.5.1 MODELO MATEMÁTICO SIMPLIFICADO

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

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

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

### 3.5.2 INSTRUCCIONES PARA LEVANTAMIENTO DE LAS VARIABLES $f$ , $t_m$ , $n$ , $T$

#### 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	10:03	180	120	66,66
03	B	19:30	19:33	180	150	83,33
04	C	19:55	19:58	180	89	49,44
05	D	20:15	20:18	180	106	58,88
05	D	20:30	20:33	180	143	79,44
06	E	21:50	21:53	180	98	54,44
06	E	22:00	22:03	180	167	92,77
09	F	15:00	15:03	180	171	95
09	F	10:10	10:13	180	140	77,77
09	G	18:00	18:03	180	159	88,33
FACTOR DE DISPONIBILIDAD MEDIA DEL CONTROLADOR: 74,6						

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 obtidos.

Ejemplo:

**TRANSMISIÓN / RECEPCIÓN (Seg)**

MATRÍCULA	ENT	SAIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
GLO1811	20:58	21:02	11	8	13											
ONE6120	20:58	21:07	15	5	14	9	4	5	6	8						
PRDF	21:00	21:05	15	4	6	5										
TAM3841	21:00	21:04	25	7	15	11										
GLO1722	21:01	21:05	20	6	16	10	5									
TAM3721	21:04	21:09	14	5	4	13	11									
FAB2524	21:07	21:12	15	14	5											
BRS2116	21:09	21:15	19	15	17											
GLO1899	21:10	21:14	28	6	5											
ONE6185	21:12	21:16	14	11	6											
PTWQH	21:15	21:18	17	22	5											
TAM3827	21:18	21:23	19	17	11											
VRN2205	21:22	21:26	11	10	5											
GLO1971	21:23	21:27	24	5												
FAB2101	21:24	21:28	11	12												
GLO1867	21:25	21:36	21	5	4	7	4	4								
ONE6319	21:25	21:35	17	8	4	4	4	4								
TAM3861	21:29	21:34	16	8	4	4	4									
TAM3577	21:34	21:37	16	9	4	9	6									
SLX6401	21:34	21:50	11	6	10	6										
TAM3727	21:41	21:46	21	5	11											
GLO1209	21:43	21:50	17	5	10	5	6									
GLO1929	21:43	21:52	11	5												
TAM3722	21:44	21:51	14	25	5	9	5	8	15	15	4	14	16	4	8	
GLO1669	21:46	21:51	10	7	16	7	22	6								
FAB2717	21:48	21:56	21	11	11	8	12	6	4	7						
TAM3445	21:51	21:53	21	6	5	6	4									
GLO1637	21:53	22:01	10	19	8	4										
TAM3567	21:54	21:58	15	4	4	5	5									
			17	9,3	8,4	7,2	7,1	5,5	8,3	10	4	14	16	4	8	10

Tiempo medio de duración de cada mensaje = 10'

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)**

MATRÍCULA	ENT	SALIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
GLO1811	20:58	21:02	11	8	13											3
ONE6120	20:58	21:07	15	5	14	9	4	5	6	8						8
PRDF	21:00	21:05	15	4	6	5										4
TAM3841	21:00	21:04	25	7	15	11										4
GLO1722	21:01	21:05	20	6	16	10	5									5
TAM3721	21:04	21:09	14	5	4	13	11									5
FAB2524	21:07	21:12	15	14	5											3
BRS2116	21:09	21:15	19	15	17											3
GLO1899	21:10	21:14	28	6	5											3
ONE6185	21:12	21:16	14	11	6											3
PTWQH	21:15	21:18	17	22	5											3
TAM3827	21:18	21:23	19	17	11											3
VRN2205	21:22	21:26	11	10	5											3
GLO1971	21:23	21:27	24	5												2
FAB2101	21:24	21:28	11	12												2
GLO1867	21:25	21:36	21	5	4	7	4	4								6
ONE6319	21:25	21:35	17	8	4	4	4	4								6
TAM3861	21:29	21:34	16	8	4	4	4									5
TAM3577	21:34	21:37	16	9	4	9	6									5
SLX6401	21:34	21:50	11	6	10	6										4
TAM3727	21:41	21:46	21	5	11											3
GLO1209	21:43	21:50	17	5	10	5	6									5
GLO1929	21:43	21:52	11	5												2
TAM3722	21:44	21:51	14	25	5	9	5	8	15	15	4	14	16	4	8	13
GLO1669	21:46	21:51	10	7	16	7	22	6								6
FAB2717	21:48	21:56	21	11	11	8	12	6	4	7						8
TAM3445	21:51	21:53	21	6	5	6	4									5
GLO1637	21:53	22:01	10	19	8	4										4
TAM3567	21:54	21:58	15	4	4	5	5									5

## NÚMERO MEDIO DE COMUNICACIONES CON CADA AERONAVE EN EL SECTOR: 4,5

### 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 recibimiento 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 x 60 = 600 seg				

## 3.6 CÁLCULO DEL NÚMERO DE REFERENCIA DE UN PUESTO DE CONTROL (N)

El cálculo del número de referencia de un puesto de control de ATC, 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<sub>m</sub> 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 inferir 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 >= 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 vengan a recibir el servicio de información de vuelo y alerta) será considerado, así como los tránsitos IFR en el cálculo del modelo matemático.

### 3.7 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.

### 3.8 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 desagrupamiento 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.

## **4. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para que se haga una buena recolección de datos y así no haya desvíos de valor do número máximo, hace necesario atención a los pasos de antes, durante y después da recolección.

Antes mismo de iniciar la misión recolección el responsable por ella debería poner atención a pequeños detalles que pueden perjudicar a su trabajo final. De inicio, hace necesario coordinar con responsable por la dependencia que será evaluada a fin de saber los días de grande movimiento de tránsito aéreo, pues son los días más indicados para evaluación. Sin embargo se debe rechazar los días de gran movimiento que son atípicos. Para eso, se debe basar en la experiencia de los controladores. A través de informaciones importantes como número de puesto de trabajo, horario de desmembramiento se pude planear la cantidad de personas para hacer el trabajo teniendo en cuenta el tiempo para realizar el mismo.

Durante la recolección es importante que no primer día de trabajo haya una orientación cuanto al trabajo a ser ejecutado, esto ayuda a disminuir la tensión inicial tanto de los controladores cuanto da

propia equipo que harán el trabajo. En ese momento, es importante aclarar que el trabajo no habrá influencia al trabajo de los controladores. Enseguida, se busca con los supervisores que se muestre adonde los puestos se ubican cuando haya desmembramiento, los límites de los sectores, a fin de empezar la familiarización con los mismos para facilitar la recolección. Durante a ejecución se debe tener el cuidado en priorizar la recolección de los puestos que pocas veces se desmiembran, debido a rara demanda, pues puede no haber oportunidad durante o tiempo para trabajo. En la ejecución de la “carga” se debe iniciar antes del momento pico para aprovechar las aeronaves que estaban volando a punto de adentrar en el espacio aéreo en cuestión. Cuando haya una grande cantidad de sectores a ser evaluados hace necesario se crear un control de tomadas por día a fin de poder priorizar no día siguiente cuales sectores y que tomada “f” o “carga” debería ser hecha en primero mano, se las condiciones fueran favorables. Todos los desvíos deberían ser registrados en el campo observaciones, a fin de poder hacer un análisis o descarte.

Finalizada la recolección propiamente dicha, se inicia el trabajo de descartes de los datos que tienden a huir de la media. Además, se descarta los datos que se juzga que hubo deficiencia de tomada o que sea atípico a operación do ATC. Para eso, se basa en las observaciones registradas.

## **5. PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DEL EFECTIVO**

Los datos de capacidad se pueden emplear para definir el dimensionamiento de efectivo del ATCO en órgano ATC. El dimensionamiento deberá tener como base el efectivo para suplir todas las posiciones operacionales en caso de su configuración máxima. El análisis para creación de un sector de control se basa en el aumento significativo y constante de tránsito para aquel sector y se considera también la evaluación histórica del movimiento de tránsito y su evolución para proyectar la necesidad y el dimensionamiento del HARDWARE y recursos humanos estén listos dentro del plazo previsto.

Los cálculos de efectivo son presentados en el anexo 1.

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.

ICA 100-30/2007

HORARIO DE ACTIVACIÓN / SECTORES	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05
	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06
<b>SECTOR 1</b>																								
<b>AS S1</b>																								
<b>SECTOR 2</b>																								
<b>AS S2</b>																								
<b>SECTOR 3</b>																								
<b>AS S3</b>																								
<b>SECTOR 4</b>																								
<b>AS S4</b>																								
<b>SECTOR 5</b>																								
<b>AS S5</b>																								
<b>SECTOR 6</b>																								
<b>AS S6</b>																								
<b>Spvs Set 1</b>																								
<b>Spvs Set 2</b>																								
<b>Spvs Equipo</b>																								
<b>Jefe Equipo</b>																								

## 6. 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.

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.

**ANEXO 1**

**CÁLCULO DEL EFECTIVO DE LOS ÓRGANOS DE CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO**

Los Órganos ATC Aéreo poseen sus efectivos dirigidos exclusivamente hacia las actividades de Control de Tránsito Aéreo y las actividades de apoyo ATC, cabiendo a los CINDACTA y Servicios Regionales de Protección al Vuelo, directamente o a través de sus Destacamentos de Control del Espacio Aéreo aislados, la responsabilidad por las tareas administrativas de apoyo. Como consecuencia, sus efectivos quedarán así definidos:

Efectivo total del Órgano de Control de Tránsito Aéreo (E.T.) = Efectivo operacional del Órgano ATC (E.O.) + el Efectivo de apoyo ATC. + 15% del E.O (a título de vacaciones, licencia especial, dispensas, etc.)

Ejemplo 1:

Efectivo de un Órgano ATC

Efectivo operacional E.O. = 81 ATCO

Efectivo de apoyo ATC = 5 ATCO

Efectivo total E.T. = 81 + 5 + 12,15 (15% del E.O.)

98,15 = 99 ATCO

Ejemplo 2:

Efectivo total de un Órgano ATC

Efectivo operacional = 10

Efectivo de apoyo ATC = 2 ATCO

Efectivo total E.T = 10 + 2 + (15% del E.O.) 1,5 = 13,5 = 14 ATCO

NOTA 1: Efectivo total - redondear los valores decimales para el entero superior.





### 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.

ÍNDICE

<b>1</b>	<b>DISPOSICIONES PRELIMINARES .....</b>	<b>2</b>
1.1	<u>FINALIDAD .....</u>	2
1.2	<u>OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS .....</u>	2
1.3	<u>ÁMBITO .....</u>	2
1.4	<u>ELABORACIÓN Y REVISIÓN .....</u>	2
1.5	<u>GRADO DE SIGILO .....</u>	2
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
2.1	<u>CONCEPTUACIONES .....</u>	4
<b>3</b>	<b>CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CONTROL SIMULTÁNEO .....</b>	<b>5</b>
3.1	<u>OBJETIVO .....</u>	5
3.2	<u>CONSIDERACIONES PRELIMINARES .....</u>	5
3.3	<u>CAPACIDAD DE LOS CONTROLADORES DE TRÁNSITO AÉREO .....</u>	5
3.3.1	<u>CONTROL DE APROXIMACIÓN .....</u>	5
3.3.2	<u>CENTRO DE CONTROL DE ÁREA .....</u>	6
3.4	<u>NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO (N) .....</u>	6
3.4.1	<u>FACTOR DE DISPONIBILIDAD DEL CONTROLADOR .....</u>	7
3.4.2	<u>DISTANCIA RECORRIDA POR LAS AERONAVES EN EL SECTOR (d) .....</u>	8
3.4.3	<u>NÚMERO DE COMUNICACIONES PARA CADA AERONAVE EN EL SECTOR (n) .....</u>	8
3.4.4	<u>TIEMPO MEDIO DE DURACIÓN DE CADA MENSAJE (tm) .....</u>	8
3.4.5	<u>VELOCIDAD MEDIA DE LAS AERONAVES EN EL SECTOR (Vm) .....</u>	8
3.5	<u>MODELO MATEMÁTICO .....</u>	8
3.5.1	<u>MODELO MATEMÁTICO SIMPLIFICADO .....</u>	9
3.5.2	<u>INSTRUCCIONES PARA EL LEVANTAMIENTO DE LAS VARIABLES f, tm, n, T .....</u>	9
3.6	<u>CÁLCULO DEL NÚMERO DE REFERENCIA DE UN PUESTO DE CONTROL (N) .....</u>	14
3.7	<u>CÁLCULO DEL NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO EN OPERACIÓN EN EL RADAR (N) .....</u>	15
3.8	<u>CÁLCULO DEL NÚMERO DE AERONAVES BAJO CONTROL SIMULTÁNEO DE UN CONTROLADOR DE TRÁNSITO AÉREO EN SECTORES AGRUPADOS (N) .....</u>	15
<b>4</b>	<b>RECOLECCION DE DATOS .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DEL EFECTIVOS .....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>DISPOSICIONES FINALES .....</b>	<b>18</b>
	<b>Anexo 1. CÁLCULO DEL EFECTIVO DE LOS ÓRGANOS DE CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO.....</b>	<b>19</b>
<b>Anexo</b>	<b>2. FORMULARIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>20</b>
<b>Anexo</b>	<b>2.1 FORMULARIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>21</b>

