



**Cuestión 2 del  
Orden del Día:**

**Revisión sobre el desarrollo CNS/ATM a nivel global y CAR/SAM**

**EMPLEO DE ADS-B EN LA TMA MACAÉ – CUENCA DE CAMPOS**

(Nota presentada por Brasil)

**RESUMEN**

En esta Nota de Estudio se presenta información sobre el desarrollo de la reestructuración de los servicios de navegación aérea, prestados en la región oceánica de la TMA Macaé - Cuenca de Campos, que incluye el empleo de la ADS-B en el suministro del ATS en operaciones off shore de helicópteros que apoyan plataformas de explotación de petróleo en área oceánica.

<b>Objetivos estratégicos de la OACI:</b>	<i>A – Seguridad operacional D - Eficiencia</i>
---	---

**1. Introducción**

1.1. El proyecto de reestructuración de los Servicios de Navegación Aérea de la Cuenca de Campos, desarrollado por la administración brasileña, tiene como objetivo atender principalmente las necesidades del tránsito aéreo de helicópteros que soportan las actividades de las plataformas petroleras, ubicadas en el área oceánica.

1.2. La solución concebida comprende el empleo de elementos previstos en el concepto CNS/ATM que incluye la navegación en ruta y aproximación basada en el GNSS, la ADS-B para vigilancia en baja altitud, automatización ATM en soporte al Control de Aproximación en Área Terminal. Mejoras en otros sistemas tales como COM/AIS/MET, complementan los requerimientos necesarios para la TMA Macaé.

1.3. La TMA Macaé será el primero espacio aéreo brasileño en el cual será implantado un sistema de vigilancia basado en la ADS-B. El concepto operacional para la referida TMA, requiere que el sistema ADS-B tenga la capacidad de soportar separaciones de 5NM entre aeronaves. Además, el sistema proporcionará datos que soportarán los estudios iniciales mirando a la implantación del ADS-B en el espacio aéreo continental.

1.4. Una importante característica del proyecto es la necesaria participación colaborativa de varias organizaciones interesadas, desde el inicio de los estudios relativos al desarrollo de la concepción operacional hasta las decisiones respecto a la implantación de sistemas. Las organizaciones participantes representan la Comunidad ATM es decir: la autoridad aeronáutica, el proveedor de los Servicios de Tránsito Aéreo (ATS), los explotadores de aeronaves, la principal empresa petrolera y la industria.

1.5. Las coordinaciones iniciales para este proyecto empezaron en el segundo trimestre del 2008 y está previsto aplicar el servicio ADS-B en el suministro del ATS, separación de aeronaves inclusive, considerando espacio aéreo excluyente, a finales del 2012. Durante ese periodo la implementación de los servicios serán desarrolladas de forma evolutiva para asegurar la seguridad de las operaciones aéreas.

## 2. **Discusión**

### 2.1. **Escenario Inicial del Proyecto**

2.1.1. La Cuenca de Campos corresponde a una área de cerca de 100 mil kilómetros cuadrados y es responsable, actualmente, por más de 80% de la producción nacional de petróleo.

2.1.2. Las actividades de exploración y explotación de petróleo son ejecutadas en plataformas localizadas en áreas oceánicas y la principal infraestructura de soporte en el área continental se encuentra en las localidades costeras de Macaé y São Tomé, ubicadas al nordeste del Estado del Rio de Janeiro. Eso resulta en un importante movimiento de helicópteros, para transporte de cargas y principalmente de pasajeros, desde el aeródromo de Macaé y helipuerto de São Tomé hasta las plataformas y embarcaciones en el área oceánica.

2.1.3. La organización del espacio aéreo en la Cuenca de Campos es basada en el Área de Control Terminal Macaé, conforme ARC Macaé 1, presentada en el **Apéndice A**, la cual fue utilizada hasta diciembre de 2008. La TMA Macaé incluye los siguientes espacios aéreos: CTR Macaé, ÁREA Central, ÁREA São Tomé, ÁREA Albacora, ÁREA Marlim y ÁREA Enchova, en los cuales se proporciona el ATS por las correspondientes dependencias.

2.1.4. El APP Macaé opera con dos sectores de control: Sector 1 es responsable por toda área continental y parte del ÁREA Central, correspondiente a circunferencia de radio de 35NM con centro en el VOR/DME MAC; y Sector 2 es responsable por el restante de la TMA que incluye el área oceánica sin cobertura radar. Las RÁDIO Enchova, RÁDIO Marlim y RÁDIO Albacora, proveen el servicio de información de vuelo y alerta, respectivamente, a partir de las plataformas PCE-1, P-20 y P-25.

### 2.1.5. **Estadística del Tránsito Aéreo**

2.1.5.1. El **Apéndice B** presenta la distribución del movimiento de tránsito aéreo de un día-pico, tomado en Septiembre de 2008. Los movimientos fueron computados usando la media de los movimientos en un intervalo de una hora, considerando muestreos a cada 10 minutos.

2.1.5.2. El movimiento de aeronaves en la TMA Macaé se caracteriza por vuelos VFR diurnos, con picos en la mañana y por la tarde, alcanzando casi 30 movimientos por hora. Vuelos nocturnos no son autorizados desde/hacia plataformas marítimas, excepto en casos de helicópteros involucrados en misión SAR o de transporte de enfermos y heridos.

2.1.5.3. Con relación a las operaciones en la TMA Macaé, es importante notar algunas características de interés:

- a) En el periodo 2003 hasta 2008, el movimiento de aeronaves bajo jurisdicción del APP Macaé, presentó una variación media de crecimiento de 6.2% al año;
- b) La duración media de los vuelos en la TMA es de aproximadamente 50 minutos;
- c) 93,7% de los vuelos en la TMA Macaé son realizados por helicópteros en el área oceánica desde/hacia las plataformas;

- d) Solamente 34% dos vuelos utilizan servicio de vigilancia radar debido la limitación de cobertura en la región oceánica (vuelos a baja altitud); y
- e) 87,6% de los vuelos son realizados según las reglas de vuelos visuales (VFR).

2.1.6. La infraestructura de navegación aérea existente, incluso ATS, soportó por largos años los requerimientos relativos a seguridad operacional y a eficiencia de las operaciones aéreas en la Cuenca de Campo. Si embargo, el crecimiento del tránsito aéreo y las limitaciones de los sistemas actualmente en uso, vigilancia en el área oceánica principalmente, han determinado restricciones operacionales a los explotadores de aeronaves, afectando sobretodo la eficiencia de las operaciones.

2.1.7. Macaé APP cuenta con una estación radar PSR/SSR que soporta el servicio de vigilancia ATS en la TMA. No obstante, como la mayoría de las plataformas petroleras están ubicadas a más de 60NM de Macaé y los vuelos de helicópteros son hecho a baja altitud, el suministro del ATS en la casi totalidad del área oceánica es basado en procedimientos no radar, lo que reduce significativamente la capacidad del espacio aéreo y la eficiencia de las operaciones aéreas, sobretodo para las operaciones bajo reglas de vuelos por instrumentos (IFR).

2.1.8. Como consecuencia, se verifica la preferencia por las operaciones VFR siempre que sea posible. Este hecho, genera grande concentración de tránsito aéreo en el área donde están ubicadas las plataformas, indicando clara necesidad de evolucionar el actual Servicio de Información de Vuelo y Alerta prestados en el espacio aéreo en cuestión.

2.1.9. Además, los vuelos a baja altitud son afectados por la ocurrencia de niebla durante el vuelo sobre el agua y por el hecho de que la mayor parte del tiempo de vuelo ocurre en posición desfavorable, en relación al sol (E/W). Lo antedicho resulta en importante reducción de la visibilidad incrementando la carga de trabajo de los pilotos y controladores e inquietudes en cuanto a la manutención da seguridad operacional en los niveles requeridos.

2.1.10. Teniendo en cuenta lo arriba presentado, fue constatado la necesidad de hacer una reestructuración de los Servicios de Navegación Aérea en la Cuenca de Campos, considerando, inclusive, la posibilidad de beneficiarse con el uso de tecnologías actuales, principalmente para navegación y vigilancia de los vuelos en baja altitud en el área oceánica. Asimismo, nuevos sistemas de automatización ATM, comunicaciones y de meteorología serán también necesarios.

## 2.2. Evolución hacia el escenario actual

2.2.1. El levantamiento de la capacidad de la flota de helicóptero que opera en la Cuenca de Campos, presentado en **Apéndice C**, indica la viabilidad del empleo a corto plazo de navegación basada en GNSS. Del total de 64 aeronaves de la flota se verificó los siguientes niveles de aeronavegabilidad:

Cantidad de aeronaves	% de la flota	Nivel de aprobación
9	14,1	0 – Solamente VFR
8	12,5	1 - IFR en ruta
3	4,7	2 - IFR en ruta y Área Terminal
4	68,8	3 - IFR en ruta, Área Terminal y aproximación de no precisión (NPA)

2.2.2. En diciembre de 2008 fue sustituido la operación del radar PRS/SSR ATCR-33/SIR-7 (Selenia) por el nuevo sistema radar PRS/SSR STAR 2000/RSM-970S (Thales) y sistema automatizado con dos posiciones operacionales STVD X-4000 (Atech). Esto proporcionó mejoras importantes para la operación del APP, así como facilitó la implantación de una nueva estructura de rutas ATS (RNAV) basadas en GNSS (Véase **Apéndice D** - ARC Macaé 2), mientras la configuración de dos sectores de control sea mantenido.

2.2.3. La nueva estructura de rutas GNSS entró en operación en Enero de 2009 y permitió una mejor organización del espacio aéreo, disciplinando de forma mas adecuada el flujo de helicópteros en el Sector 2 del APP Macaé.

2.2.4. Mientras la ARC Macaé 2 tenga establecido rutas más directas posibles para las plataformas existentes, verificase que la nueva circulación aérea aumenta los tramos volados debido la necesidad de cumplir trayectorias específicas. En ese caso, se optó por garantizar la seguridad operacional con alguna pérdida de la eficiencia que podrá ser restablecida con el soporte de un sistema de vigilancia para el área oceánica.

### 2.3. **Escenario proyectado**

2.3.1. La principal demanda para los Servicios de Navegación Aérea en la Cuenca de Campos está en el soporte para las operaciones de helicópteros en el área oceánica, así como en las localidades de Macaé y São Tomé.

2.3.2. El área oceánica presenta un espacio aéreo homogéneo, con vuelos de aeronaves de características similares y grande concentración de tránsito aéreo en baja altitud. Eso viabiliza la posibilidad de aplicar espacio aéreo restringido ADS-B OUT para complementar la cobertura del radar y posibilitar el suministro del ATS de mejor calidad.

2.3.3. La aplicación de la ADS-B y navegación GNSS (RNAV) posibilitará el empleo de rutas más directas entre el continente y las plataformas, menor tiempo de vuelo y mayor eficiencia. Para eso, será también necesario añadir mejoras importantes en los sistemas del SMA, estaciones meteorológicas en área oceánica, redes de comunicaciones de datos tierra/tierra (tierra/plataformas), sistema automatizados con posiciones operacionales adicionales, nuevo sistema de audio, entre otros.

2.3.4. Todos los vuelos en la Cuenca de Campos, excepto vuelos entre plataformas, podrán ser controlados y separados con el uso de la ADS-B. Para los vuelos entre plataformas, las aeronaves seguirán volando VFR, con el suministro del Servicio de Información de Vuelo y Alerta, los cuales serán significativamente mejorados con el uso de la ADS-B. Asimismo, mientras todo el tránsito de aeronaves sea visualizado, en el futuro, la ADS-B IN podrá ser también utilizada pelas aeronaves para ampliar la conciencia situacional del piloto.

2.3.5. Las RÁDIOS Albacora, Marlim y Enchova, actualmente ubicadas en plataformas, serán transferidas para posiciones operacionales del APP Macaé y tendrán visualización del tránsito aéreo basado en la ADS-B.

2.3.6. Para mejorar el nivel de servicio y adecuar la carga de trabajo de los controladores, la TMA Macaé tendrá nueva estructura del espacio aéreo con siete sectores de operación, conforme presentado en **Apéndice E**.

### 2.3.7. **Comunicaciones**

2.3.7.1 Las comunicaciones directas entre piloto y controlador serán basados en el VHF. El sistema VHF proveerá cobertura desde 1000ft MSL, hasta límite de la TMA (FL145). En el área de las plataformas, las comunicaciones tendrán cobertura uniforme desde 500ft, que es el nivel de vuelo entre plataformas y, también, garantizará cobertura en los helipuertos de las plataformas.

2.3.7.2 El sistema VHF será compuesto por estaciones ubicadas en varios sitios remotos en el continente y algunas plataformas.

2.3.7.3 Las comunicaciones del AFS entre las plataformas y Macaé APP utilizarán primariamente la red de fibra óptica existente de Petrobrás. Algunos tramos podrán utilizar radio-enlace de alta capacidad como enlace principal o de respaldo.

2.3.7.4 Las comunicaciones fijas de datos serán basadas en la ATN IPS (IPv4) como soporte para las aplicaciones de AMHS, AIDC, ADS-B, datos meteorológicos y AIS.

### 2.3.8 **Navegación**

2.3.8.1. El principal medio de navegación en el espacio aéreo de la Cuenca de Campos será el GNSS (GPS), que viabilizará el empleo de rutas RNAV (ya en uso operacional), procedimientos de aproximación y salida IFR para aeródromos y helipuertos de la TMA Macaé. En el área oceánica están previstas aproximaciones para “**punto en el espacio**” (PinS), que soportarán aproximaciones para conjuntos de plataformas cercanas.

2.3.8.2. La estructura de auxilios terrestres deberá ser mantenida como alternativa al GNSS hasta el GPS sea complementado adecuadamente con otros sistemas (GLONASS, GALILEO) o sea demostrado su confiabilidad para las operaciones en el espacio aéreo de la Cuenca de Campos, aún sea los periodos picos de interferencia solar. El actual VOR/DME MAC, en Macaé, será sustituido por un nuevo D-VOR/DME. Será también instalado un D-VOR/DME en São Tomé para soportar los procedimientos del nuevo aeródromo en construcción en dicho local.

### 2.3.9 **Vigilancia**

2.3.9.1. La vigilancia en el área oceánica será la ADS-B OUT, basada en el enlace de datos aire-tierra 1090ES (Extended Squitter). El sistema ADS-B en el continente y en el área oceánica (Plataformas) será compuesto por Estaciones Remotas de Recepción, rede de comunicaciones de datos (ATN IPS) y Estación Central de Procesamiento.

2.3.9.2. Las estaciones ADS-B reciben las informaciones transmitidas por cada aeronave y las encaminan para la Estación Central de Procesamiento del sistema ADS-B, ubicada en la sala técnica de Macaé APP. La Estación Central proveerá las informaciones de las aeronaves en protocolo Asterix 21 para el Sistema de Tratamiento y Visualización de Datos (STVD) del APP.

2.3.9.3. Para la utilización del sistema ADS-B todas las aeronaves necesitan estar debidamente equipadas con transpondedor o transmisor que tenga la capacidad de ADS-B, con la transmisión de mensajes Modo S Extended Squitter, en la frecuencia de 1090MHz, en conformidad con los requerimientos contenidos en Anexo 10 Vol IV y DOC 9871 – “Technical Provisions for Mode S Services and Extended Squitter”.

2.3.9.4. Los datos de vigilancia ADS-B serán integrados con los datos de los radares de Macaé, Aldeia y Santa Teresa, visando ampliar la visualización el APP Macaé y proveer informaciones sobre aeronaves no equipadas con ADS-B en los límites de la área restringida ADS-B, que básicamente comprenderá el espacio aéreo oceánico de la TMA Macaé por debajo de la cobertura radar.

2.3.9.5. El requerimiento de cobertura para el sistema ADS-B es lo mismo previsto para el sistema de VHF en el espacio aéreo desde el continente hasta el límite oceánico de la TMA. El **Apéndice F** presenta la cobertura estimada para 100ft y 500ft MSL, considerando que los siguientes sitios deberán inicialmente hacer parte del sistema ADS-B: Macaé, São Tomé y las plataformas PCE-1, PGP-1, P-20 y P-25. Sin embargo, caso sea necesario, otros sitios podrán ser añadidos visando complementar la cobertura requerida.

2.3.9.6. El sistema ADS-B de tierra/plataforma tendrá la capacidad de recibir informaciones de acuerdo con el mensaje Extended Squitter Versión 0 o Extended Squitter Versión 1. La Versión 0 fue la estandarización inicial del Extended Squitter y es consistente con la RTCA//DO-260 – “Minimum Operational Performance Standard for 1090 MHz Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)”. La Versión 1 es consistente con la RTCA DO-260A – “Minimum Operational Performance Standard for 1090 MHz Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)”.

2.3.9.7. El sistema ADS-B proveerá al STVD indicadores de calidad NIC/NAC/SIL (Versión 1) o NUC (Versión 0) asociado a las informaciones de posición y velocidad de cada aeronave.

2.3.9.8. El sistema ADS-B proveerá también la validación de la integridad, usando metodología de medición independiente que permita detectar eventual error de posición de la aeronave presentado en el mensaje ADS-B. La medición independiente puede ser hecha con el empleo de técnicas de diferencia de tiempo (TDOA – “Time Difference Of Arrival”) o antenas multi-sectores en las estaciones remotas.

2.3.9.9. Cada sitio de estación remota ADS-B utilizará dispositivo de monitoreo (Site Monitor) que permite simular la existencia de una aeronave y conocer los parámetros de integridad disponible (performance del GNSS), mientras no haya aeronave real en la proximidad de la estación. Los indicadores de calidad serán procesados por el STVD e alertará al controlador caso haya calidad inferior al mínimo establecido.

## 2.3.10 **Meteorología**

2.3.10.1. El procedimiento de aproximación, en la área oceánica, para “punto en el espacio” demandará una estructura de observación meteorológica con capacidad de proveer los principales parámetros necesarios para operación IFR en la posición de controle del APP. Las observaciones para ese fin deberán ser tomadas en plataformas localizadas próximas del punto de inicio de aproximación.

2.3.10.2. El sistema de meteorología de la Cuenca de Campos será compuesto por ocho estaciones meteorológicas remotas automáticas, ubicadas en plataformas próximas de las rutas de llegadas para el área oceánica, donde están las principales concentraciones de plataformas.

2.3.10.3. El monitoreo remoto de las estaciones desde la oficina de meteorología del APP Macaé permitirá emplear estos datos en la previsión meteorológica de la TMA.

## 2.4. **Fases de Implantación**

2.4.1. El proyecto de restructuración de los servicios de navegación aérea de la Cuenca de Campos fue dividido en cuatro fases principales de implantación:

### 2.4.1.1. **Fase 1** (Diciembre 2008)

- Implantación de la nueva estructura de rutas basadas en GNSS en el área oceánica de la Cuenca de Campos.

### 2.4.1.2. **Fase 2** (Diciembre 2009)

- Implantación de mejoras en el SMA para área oceánica, que incluye:
  - cobertura extendida para la frecuencia del actual sector 2 del APP Macaé; y
  - cobertura extendida para las frecuencias de las RÁDIOS (FIS) Albacora, Marlim y Enchova, visando proveer comunicación piloto-controlador en los helipuertos de las plataformas.
- Instalación de dos posiciones operacionales STVD X-4000, con datos del sistema radar PRS/SSR STAR 2000/RSM-970S, en sustitución al ATCR-33/SIR-7.

### 2.4.1.3. **Fase 3** (Diciembre 2010)

- Infraestructura de tierra/plataforma para la ADS-B OUT;
- Integración del ADS-B con datos radar;
- Implantación de configuración mínima del APP Macaé para iniciar actividades con la ADS-B.

### 2.4.1.4. **Fase 4** (Diciembre 2012)

- Evaluación de la seguridad operacional del sistema ADS-B OUT para el suministro de separación mínima de 5NM entre aeronaves;
- Implantación de la configuración final del APP Macaé;
- Transferencia de las RÁDIOS Albacora, Marlim y Enchova para posiciones operacionales del APP Macaé;
- Entrenamiento de los controladores para operación con la ADS-B;
- Implantación de sistema ADS-B en las aeronaves involucradas en las operaciones de la Cuenca de Campos, certificación de las aeronaves y aprobación de los explotadores;
- Publicación de material regulatorio (AIP SUP); y
- Activación del espacio aéreo restringido ADS-B en la Cuenca de Campos.

## 3. **Acción sugerida**

3.1. Se invita a la reunión:

- a) Analizar la información proporcionada en esta Nota de Estudio;
- b) Considerar la experiencia brasileña como un ejemplo de proyecto colaborativo, que debería caracterizar la mayoría de los sistemas CNS/ATM y en particular la evolución de la ATM, en el cual participaron varias organizaciones (Comunidad ATM) con el objetivo común de mejorar la seguridad y eficiencia en las operaciones aéreas; y

- c) Si considerara oportuno, encaminar esta Nota de Estudio para el Grupo o Proyecto que tratara los asuntos de de Vigilancia, para que sirva de referencia en el desarrollo de sus tareas y/o apuntar eventuales estudios o actividades complementares considerados relevantes para la aplicación del ADS-B OUT en las Regiones CAR/SAM.

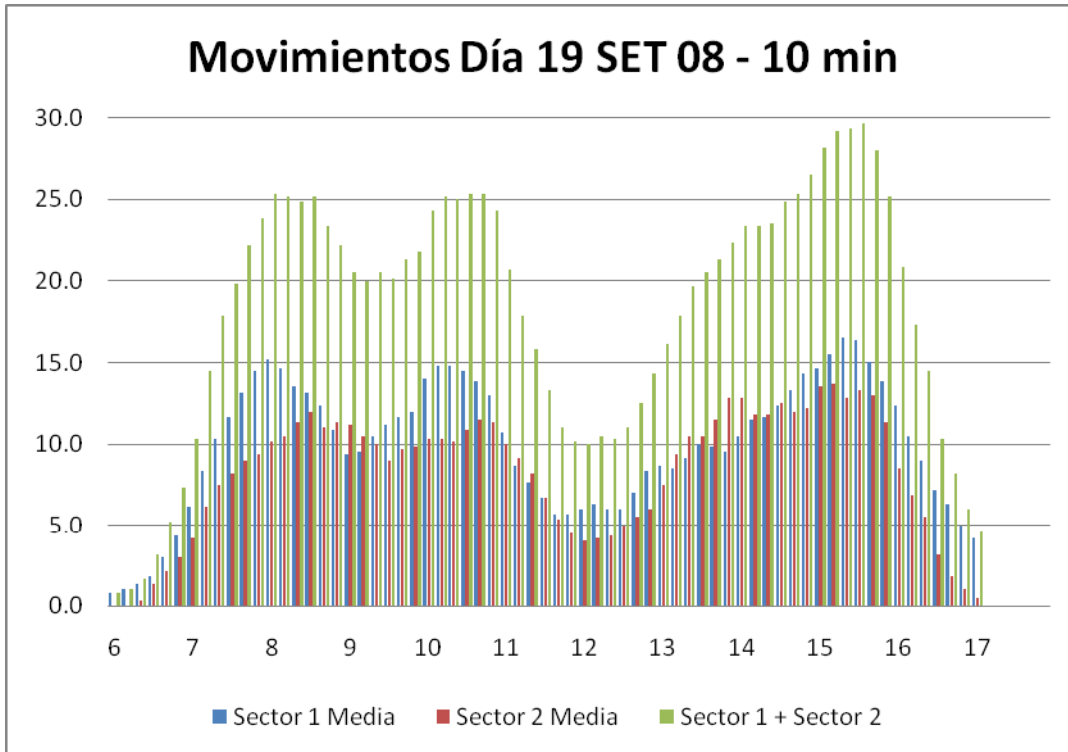
-----





**APPENDIX B / APÉNDICE B**

**AIR TRAFFIC MOVEMENTS OF TMA MACAE  
MOVIMIENTOS DEL TRÁNSITO AÉREO EN LA TMA MACAÉ**



-----

## APPENDIX C / APÉNDICE C

**NAVIGATION CAPACITY OF THE FLEET OPERATING IN THE CAMPOS BASIN  
CAPACIDAD DE NAVEGACIÓN DE LA FLOTA QUE OPERA EN LA CUENCA DE CAMPOS**

1- The table hereunder presents the predominant fleet operating at the Campos Basin, updated as of 01AU2008. The “Level” column indicates the type of equipment on board, in accordance with airworthiness approval requirements in ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) CI 21-013.

La tabla siguiente presenta la flota predominante que opera en la Cuenca de Campos, actualizada en 01AGO2008. La columna “Nivel” indica el tipo de instalación del equipo de bordo, de acuerdo con los requerimientos para aprobación de aeronavegabilidad previsto en CI 21-013 del ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil).

2- Level 0 – Only VFR; Level 1 – En route IFR; Level 2 – En route and Terminal Area IFR; and Level 3 – Enroute, Terminal Area and non precision approach (NPA) IFR.

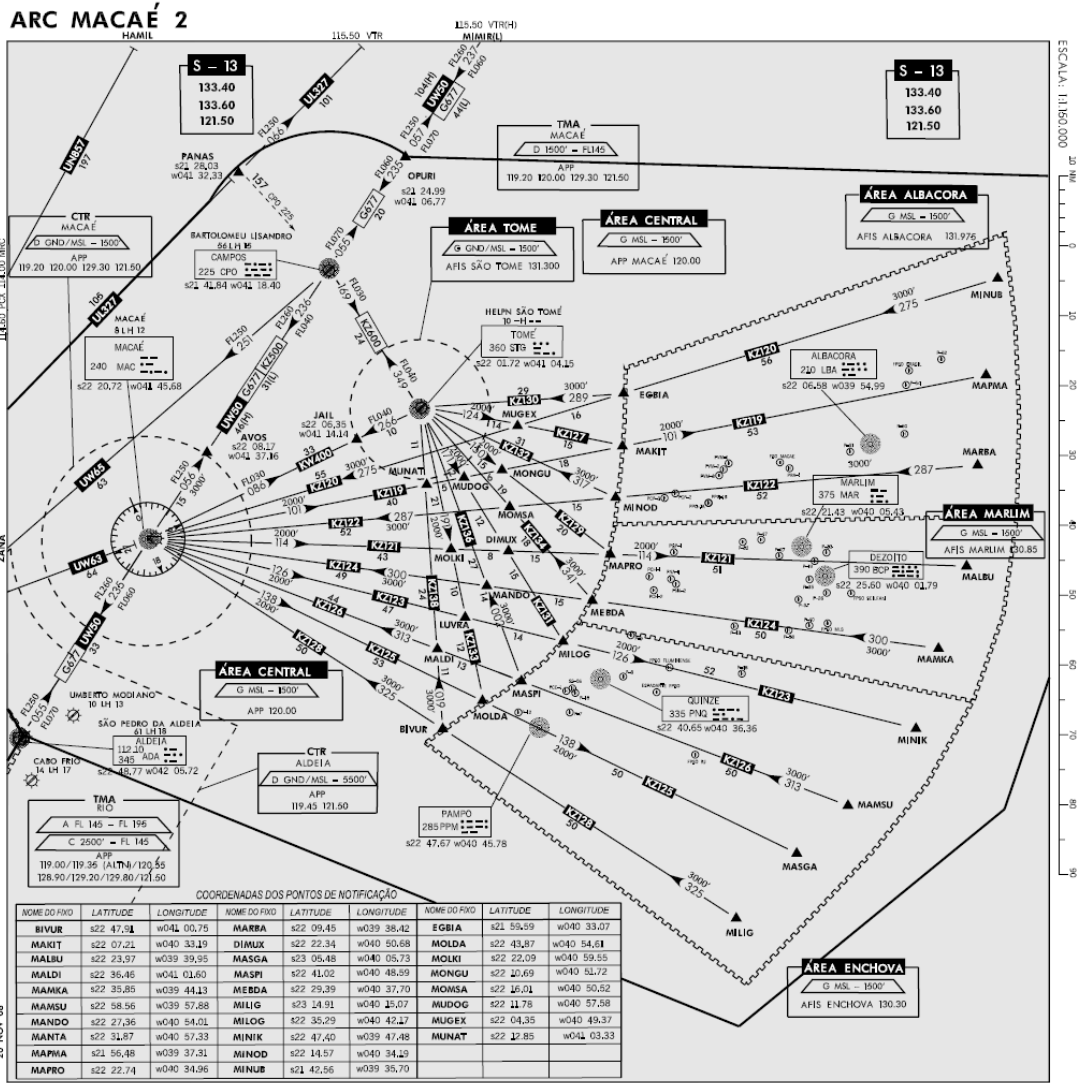
Nivel 0 – solamente VFR; Nivel 1 – IFR en ruta; Nivel 2 – IFR en ruta y Área Terminal; y Nivel 3 – IFR en ruta, Área Terminal y aproximación de non precisión (NPA).

<b>Airline/ Empresa Aérea</b>	<b>Fleet/ Flota</b>	<b>Model/ Modelo</b>	<b>Level/ Nivel</b>
AERÓLEO	2	AS332L1	1
AERÓLEO	5	S76A	1
Atlas	1	S76A	0
BHS	2	AS332L2	3
BHS	2	S76A <sup>++</sup>	3
BHS	1	S76A <sup>++</sup>	2
BHS	2	S76C	2
BHS	7	S76C <sup>++</sup>	3
Castle	1	AS365N2	3
Helivia	2	AS365N3	3
Lider	1	Bell 212	0
Lider	1	Bell 412	0
Lider	2	S76A	0
Lider	1	S76A	1
Lider	10	S76C <sup>+</sup>	3
Lider	8	S76C <sup>++</sup>	3
OMNI	1	AS365N	0
OMNI	2	AS365N3	3
OMNI	1	Bell 222	0
OMNI	1	EC135	0
OMNI	1	S76A	0
Sênior	3	AS365N3	3
Sênior	3	AW139	3
Sênior/Castle	4	S76C <sup>+</sup>	3
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>Aircraft/Aeronaves</b>	

-----

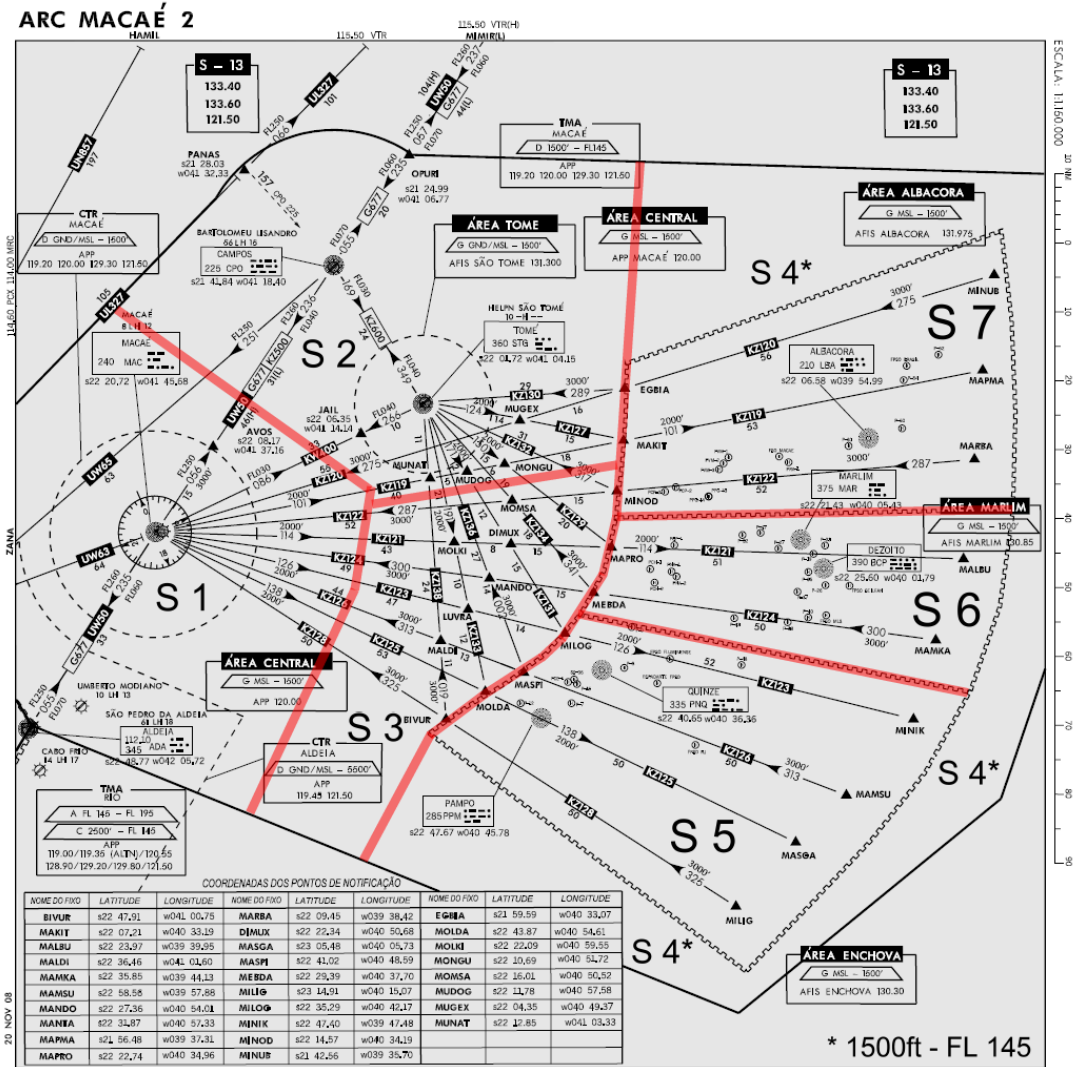
APPENDIX D / APÉNDICE D

ARC MACAÉ 2



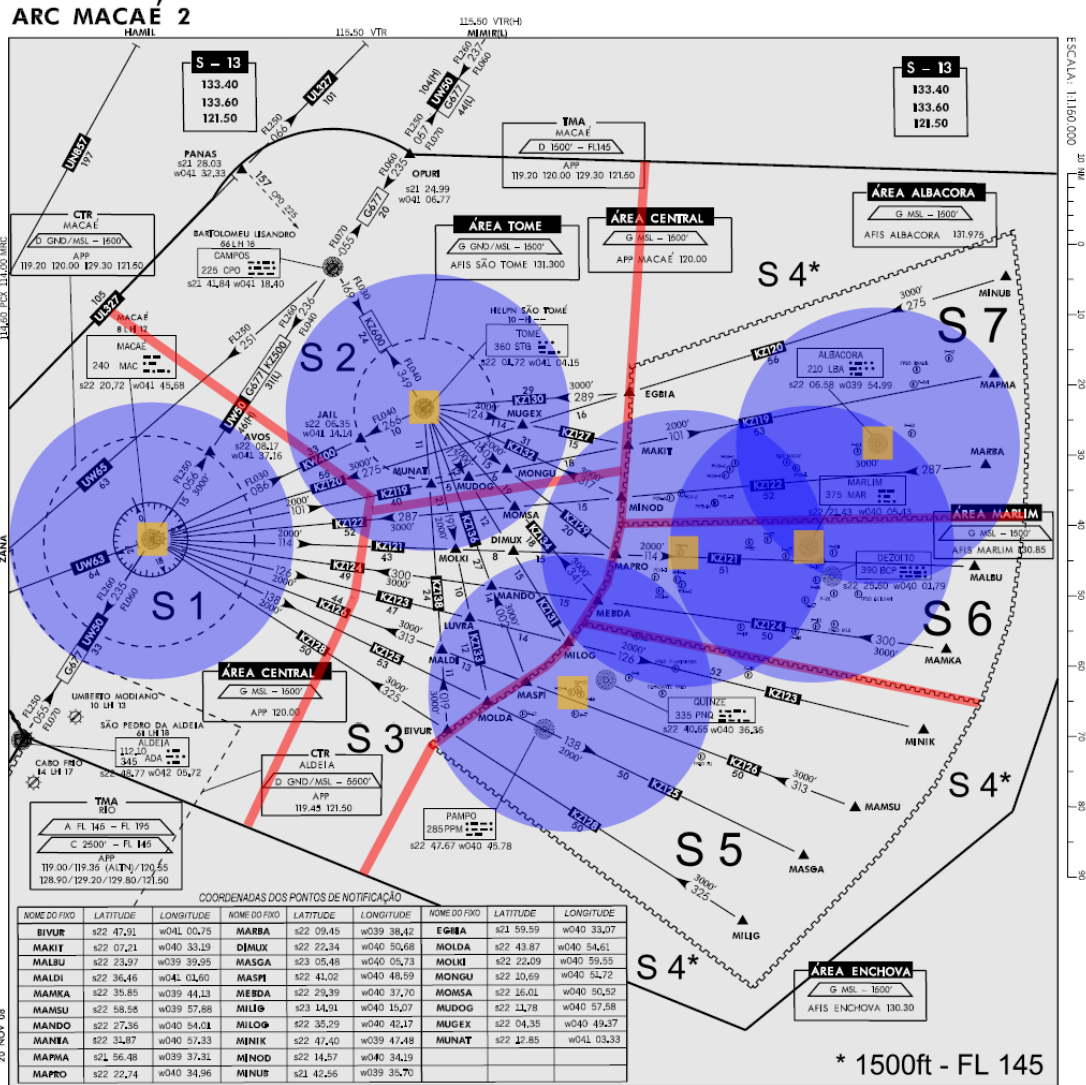
APPENDIX E / APÉNDICE E

NEW SECTORIZATION WITH ADS-B / NUEVA SECTORIZACIÓN CON ADS-B



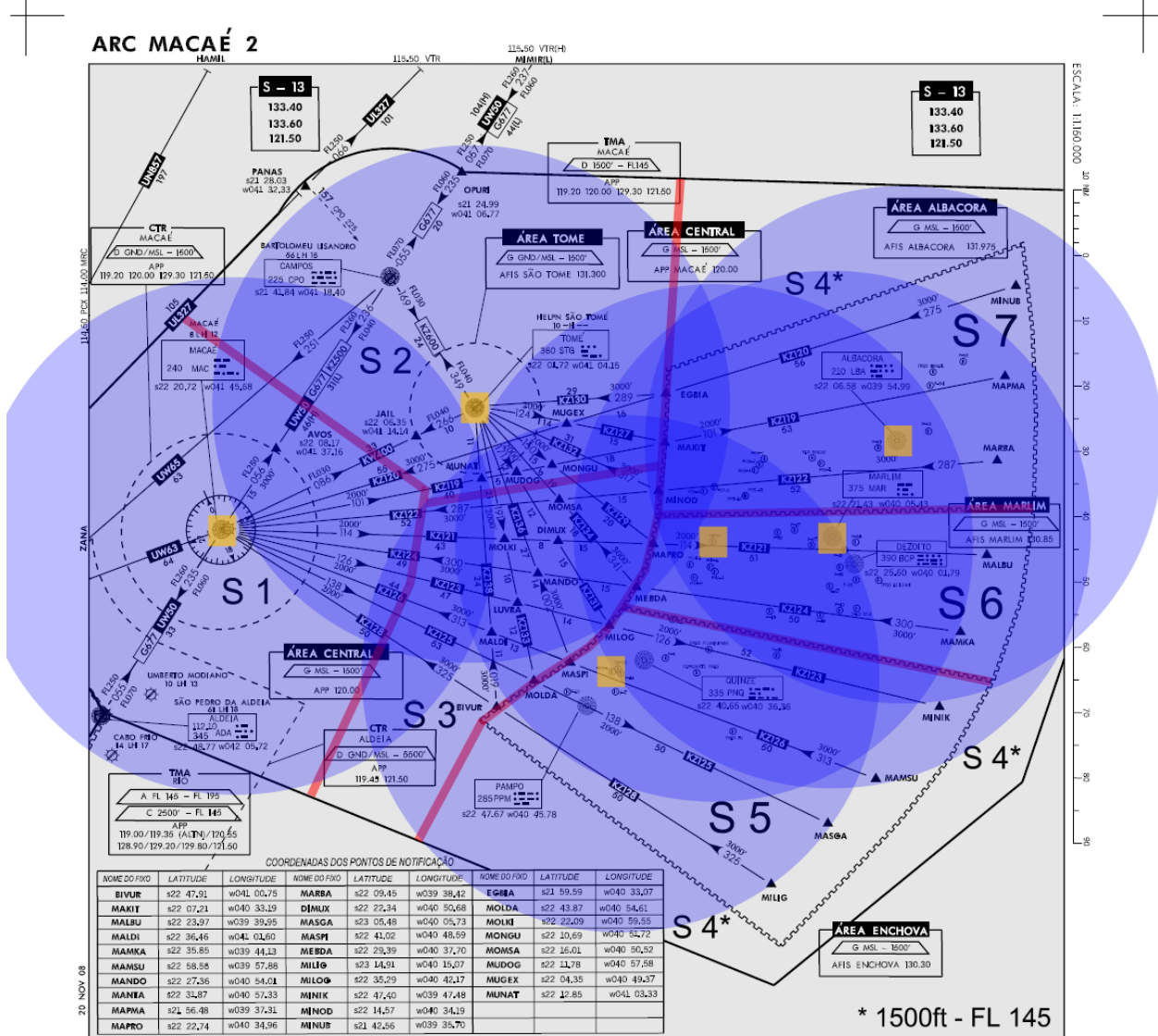
APPENDIX F / APÉNDICE F

ESTIMATE COVERAGE OF ADS-B – 100 FT /  
COBERTURA ESTIMADA DE LA ADS-B - 100FT



- F2 -

**ESTIMATE COVERAGE OF ADS-B – 500 FT /  
COBERTURA ESTIMADA DE LA ADS-B - 500FT**



- FIN -