



**Cuestión 6 del
Orden del Día:**

Implantación operacional de nuevos sistemas automatizados de ATM e integración de los existentes

Actividades a considerarse en el Plan de Acción del Proyecto Mejora a la Comprensión Situacional ATM en la Región SAM

(Nota presentada por el Coordinador del Proyecto Mejora a la Comprensión Situacional ATM en la Región SAM)

RESUMEN

Esta nota de estudio tiene por objeto presentar a los participantes el avance a la fecha del Proyecto Mejora a la Comprensión Situacional ATM en la Región SAM.

REFERENCIAS:

- GREPECAS: Proyecto C2: Mejora a la Comprensión Situacional ATM;
- Estrategia Regional Unificada de Vigilancia de las Regiones CAR/SAM;
- Plan de Implantación del Sistema de Navegación Aérea Basado en el Rendimiento para la Región SAM; e
- Informe final de la reunión SAMIG/10 (Lima, octubre 2012).

Objetivos estratégicos de la OACI:

A – Seguridad operacional
C- Protección del medio ambiente y desarrollo sostenible del transporte aéreo

1. Introducción

1.1 El Programa Automatización y comprensión situacional ATM para la Región SAM contempla tres proyectos: Automatización (Proyecto C1), Mejora a la comprensión situacional ATM (Proyecto C2) e Implantación del nuevo modelo de plan de vuelo de la OACI (Proyecto C3).

1.2 En el Proyecto C2 se ha avanzado con la elaboración de la *Guía de consideraciones técnicas operacionales para la implantación del ADS-B*, la cual fue presentada en la reunión SAM/IG/10.

2. Análisis

2.1 Como **Apéndice A** se presenta la descripción del Proyecto C2 y la situación hasta la fecha. Las actividades de este Proyecto contemplan la elaboración de documentos guía para apoyar a los Estados en la implantación de la mejora a la comprensión situacional ATM.

2.2 Como seguimiento a Conclusión SAM/IG/10-3 - *Revisión Guía de consideraciones técnicas operacionales para la implantación del ADS B*, la Secretaría cursó la carta a los Estados LT 12/3.53-SA606 de fecha 2 de noviembre de 2012 con el fin de recibir comentarios sobre la Guía. A este respecto, se recibieron comentarios de Brasil, Chile y Guyana. Como **Apéndice B** se presenta la Guía con la inclusión de los comentarios recibidos.

3. **Acción sugerida**

3.1 Se invita a la Reunión a:

- a) tomar nota de la información presentada;
- b) analizar los avances de las actividades del Proyecto que se presenta en el Apéndice A de esta nota de estudio;
- c) analizar la *Guía de consideraciones técnicas operacionales para la implantación del ADS-B* actualizada con los comentarios recibidos por los Estados de la Región que se presenta como Apéndice B de esta nota de estudio; y
- d) analizar otros aspectos relacionados con este asunto que la Reunión considere necesario.

APENDICE A

Región SAM	DESCRIPCION DEL PROYECTO (DP)	DP N° C2	
<i>Programa</i>	Título del Proyecto	Fecha inicio	Fecha término
Automatización y Comprensión Situacional ATM (Coordinador del Programa: Onofrio Smarrelli)	Mejoras a la comprensión situacional ATM en la Región SAM. <i>Coordinador del Proyecto : Paulo Vila (Perú)</i> <i>Expertos contribuyentes al proyecto: José Rubira, Marcos Vidal, Jorge Otiniano (Perú); Javier Vitor (Argentina), André Jansen (Brasil)</i>	Octubre 2011	Noviembre 2013
Objetivo	Desarrollar guías que apoyen la implantación de las mejoras de la comprensión situacional en las dependencias ATS en la Región Sudamérica		
Alcance	Guías que apoyen la implantación de aplicaciones diversas tales como visualización común de tránsito, visualización común de condiciones meteorológicas y comunicaciones en general <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la infraestructura actual de vigilancia e identificación de las mejoras necesarias para apoyar los espacios aéreos en ruta y terminal, la clasificación del espacio aéreo, la PBN y el ATFM • Implementación de sistemas de vigilancia ADS-B, ADS-C y/o MLAT en espacios aéreos seleccionados • Información electrónica y bases de datos mínimas comunes requeridas para apoyar los procesos de toma de decisiones y sistemas de alerta para una conciencia situacional interoperable entre las unidades ATFM centralizadas • Implantar sistemas de proceso de datos de plan de vuelo (nuevo formato FPL) y herramientas de comunicación de datos entre ACC's • Implantar herramientas de apoyo avanzadas de automatización para contribuir a la compartición de la información aeronáutica 		
Métricas	Elaboración de los siguientes documentos: <ul style="list-style-type: none"> • Estrategia regional de vigilancia para la implantación de los sistemas en apoyo a la mejora de la conciencia situacional revisada • Evaluación de la cobertura de los sistemas de vigilancia de la región SAM finalizada • Guía de consideraciones técnico/ operacionales para la implantación del ADS-B finalizada • Guía de consideraciones técnico/ operacionales para la implantación del MLAT finalizada • Guía de orientación con consideraciones técnicas para el apoyo a la implantación del ATFM finalizada • Guía de orientación para la elaboración del SIGMET en formato gráfico finalizada 		

Estrategia	<p>Todos los trabajos serán ejecutados por expertos nominados por los Estados y organizaciones de la región SAM miembros del proyecto de <i>Mejoras a la comprensión situacional ATM en la Región SAM.</i>, bajo la dirección del Coordinador del Proyecto. Las comunicaciones entre miembros del proyecto así como entre el coordinador del proyecto y el coordinador del programa deberán efectuarse por medio de teleconferencias y de la Internet.</p> <p>Una vez completado los estudios, los resultados serán remitidos al Coordinador del Programa de la OACI en forma de documento final de consolidación para su análisis, revisión, aprobación y presentación al CRPP del GREPECAS.</p>
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia regional de vigilancia para la implantación de los sistemas en apoyo a la mejora de la comprensión situacional para julio 2012 • Evaluación de la cobertura de los sistemas de vigilancia de la región SAM para octubre de 2012 • Guía de consideraciones técnico/operacionales para la implantación del ADS-B junio 2012 • Guía de consideraciones técnico/operacionales para la implantación del MLAT junio 2013 • Guía de orientación con consideraciones técnicas para el apoyo a la implantación del ATFM octubre 2013
Justificación	<p>Mejorar la conciencia situacional ha sido identificada como un gran apoyo para el ATM, contribuyendo a incrementar la seguridad operacional y haciendo el vuelo más eficiente.</p> <p>Durante la Séptima Reunión del Grupo de Implantación SAM (SAMIG/7) se revisaron las actividades del proyecto Proyecto <i>Mejoras a la comprensión situacional ATM en la Región SAM</i> y se consideró nominar un Coordinador del mismo para la Región SAM.</p> <p>Asimismo es necesaria una estrecha relación con otros programas y sus respectivos proyectos con el fin de recolectar los requisitos operacionales demandados por las aplicaciones mencionadas y sus respectivas fechas tentativas de implantación.</p> <p>Este proyecto contribuye a la implantación de los PFF SAM CNS 04, ATM 05, ATM 06 y MET 03 del <i>Plan de Implantación del Sistema de Navegación Aérea Basado en el Rendimiento para la Región SAM (SAM PBIP)</i>.</p>
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de Navegación Aérea en Apoyo a la PBN • Automatización • ATFM • Implementación del Nuevo Formato de Plan de Vuelo de la OACI • Aplicaciones Tierra- Tierra y Aire- Tierra de la ATN

Entregables del Proyecto	Relación con el Plan Regional basado en performance (PFF)	Responsable	Estado de Implantación*	Fecha entrega	Comentarios
<i>Evaluación de la infraestructura de vigilancia e identificación de mejoras a los sistemas de vigilancia</i>					
Revisión de la Estrategia Regional de Vigilancia para la Implantación de los sistemas en apoyo a la mejora de la conciencia situacional.	PFF SAM CNS 04 PFF SAM ATM 06	Paulo Vila (Perú)		Junio 2012	Una revisión inicial de la estrategia fue presentada en la Reunión SAM/IG/8 (Lima, Perú, 10-14 de octubre de 2011).
Evaluación de la cobertura actual de los sistemas de vigilancia de la Región SAM.	PFF SAM CNS 04	Paulo Vila (Perú)		Octubre 2012	Se presentó como Apéndice de la Guía de consideraciones técnicas / operacionales para la implantación del ADS-B.
<i>Elaboración de un plan regional para implantación del ADS-B y MLAT</i>					
Guía de orientación con consideraciones técnicas / operacionales para la Implantación del ADS-B.	PFF SAM CNS 04 PFF SAM ATM 06	José Rubira (Perú) Marco Vidal (Perú)		Octubre 2012	La Guía se presentó en la reunión SAM/IG/10, fue revisada en la Reunión con algunos comentarios y se circuló a los Estados de la Región, recibiendo comentarios de tres Estados. Los cambios se introdujeron a la Guía, la cual será revisada por la SAM/IG/11. El Perú ampliará posteriormente las consideraciones para determinar los valores recomendados del NIC, SIL, NAC para aplicación operacional.
Guía de orientación con consideraciones técnicas / operacionales para la implantación del MLAT.	PFF SAM CNS 04 PFF SAM	Andre Jansen (Brasil)		Noviembre 2013	

* Gris Tarea no iniciada

Verde Actividad en progreso de acuerdo con el cronograma

Amarillo Actividad iniciada con cierto retardo pero estaría llegando a tiempo en su implantación

Rojo No se ha logrado la implantación de la actividad en el lapso de tiempo estimado se requiere adoptar medidas mitigatorias

Entregables del Proyecto	Relación con el Plan Regional basado en performance (PFF)	Responsable	Estado de Implantación *	Fecha entrega	Comentarios
	ATM 06				
Guía de orientación con consideraciones técnicas para el apoyo a la implantación del ATFM.	PFF SAM CNS 01 PFF SAM ATM 05	Javier Vittor (Argentina)		Octubre 2013	La guía se apoyará sobre el Manual ATFM para las Regiones CAR/SAM aprobado a través de la Conclusión GREPECAS 16/35.
Guía de orientación para la elaboración del SIGMET en formato gráfico.	PFF SAM MET 03	Jorge Otiniano/ Daniel Gomez (Perú)		Mayo 2013	La guía se presenta en la SAMIG/11 y se basa en la experiencia del Perú en el uso de formatos gráficos de información meteorológica incluido el SIGMET gráfico.
Recursos necesarios	Expertos en la ejecución de los entregables				

APENDICE B



ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL

OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA

**ASISTENCIA PARA LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA REGIONAL ATM
CONSIDERANDO EL CONCEPTO OPERACIONAL ATM Y EL SOPORTE DE
TECNOLOGÍA CNS CORRESPONDIENTE-**

GRUPO DE IMPLANTACION SAM - SAMIG

**GUÍA DE CONSIDERACIONES
TÉCNICAS OPERACIONALES
PARA LA IMPLANTACIÓN
DEL ADS-B EN LA REGIÓN
SAM**

Lima, Perú

Versión 1.1

2012

INDICE

Lista de Acrónimos	4
Definiciones	6
Documentos de referencia.....	8
1. Introducción.....	9
1.1. Objetivo de la Guía.....	9
1.2. Alcance de la Guía.....	9
2. Visión general del ADS-B	9
2.1. Funcionamiento del ADS-B	9
3. Consideraciones generales en la región SAM para la planificación de implantación del ADS-B	13
3.1. Consideraciones generales.....	13
3.2. Ventajas del ADS-B	17
3.3. Desventajas del ADS-B	18
3.4. Situación actual de la vigilancia aérea en la región SAM	18
3.4.1. Argentina	18
3.4.2. Bolivia	19
3.4.3. Brasil.....	19
3.4.4. Chile	20
3.4.5. Colombia	20
3.4.6. Ecuador.....	20
3.4.7. Guyana.....	20
3.4.8. Paraguay	21
3.4.9. Perú.....	21
3.4.10. Suriname.....	21
3.4.11. Uruguay	21
3.4.12. Venezuela	22
3.4.13. Resumen de la situación actual en la Región SAM.....	22
3.4.14. Diagramas de cobertura radar	22
4. Consideraciones para la instalación de un sistema ADS-B y el traslado de su señal hacia un centro de control automatizado	23
4.1. Generalidades	23
4.2. Equipamiento típico de una estación ADS-B	24
4.3. Infraestructura requerida.....	24
4.3.1. Infraestructura en tierra típica.....	24
4.3.2. Estructura del diseño de instalación	27
4.4. Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM)	28
4.5. Pruebas de funcionamiento.....	29
4.6. Entrenamiento del personal técnico.....	30
5. Recomendaciones funcionales para los sistemas automatizados de Gestión de tránsito aéreo que vayan a ser utilizados con ADS-B en la región SAM	32

Apéndices:

- Apéndice 1: Aplicaciones operacionales del ADS-B
- Apéndice 2: Introducción del NAC, NIL, SIL
- Apéndice 3: Propuesta de publicación de Norma Técnica Nacional
- Apéndice 4: Tablas de Clases de transmisores y receptores de ADS-B
- Apéndice 5: Consideraciones a tener en cuenta los explotadores al operar un Transponder ADS-B
- Apéndice 6: Hoja de ruta de la metodología ASBU para Vigilancia
- Apéndice 7: Diagramas de cobertura Radar SAM
- Apéndice 8: Sistema de Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM)
- Apéndice 9: Protocolo ASTERIX CAT21 ED1.8

LISTA DE ACRÓNIMOS

A/A	Aire/Aire
ACAS	Sistema anticollisión de a bordo
ACC	Centro de Control de Área
ACID	Identificación de la aeronave
ADLP	Procesador de enlace de datos de a bordo
ADS-B	Vigilancia dependiente automática — radiodifusión
ADS-C	Vigilancia dependiente automática — contrato
ADS-R	Vigilancia dependiente automática — redifusión
AIP	Publicación de Información Aeronáutica
AIRPROX	Incidentes por proximidad de aeronaves
ANSP	Proveedor de Servicios de Navegación Aérea
ASBU	Aviation System Block Upgrades
ASD	Presentación de Situación Aérea
ASTERIX	Intercambio estructurado de información de vigilancia multipropósito de Eurocontrol
ATC	Control de tránsito aéreo
ATCO	Controlador de tránsito aéreo
ATM	Gestión del tránsito aéreo
ATN	Red de telecomunicaciones aeronáuticas
ATS	Servicio de tránsito aéreo
BW	Ancho de banda
CA	Circular de asesoramiento
CAA	Autoridad de Aviación Civil
CDTI	Presentación de información de tránsito en el puesto de pilotaje
CNS	Comunicaciones, navegación y vigilancia
CPDLC	Comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto
DME	Equipo radiotelemétrico
ES	Señal espontánea ampliada
FDP	Procesamiento de Datos de Vuelo
FIR	Región de Información de Vuelo
FMC	Computadora de Gestión de Vuelo
FMS	Sistema de gestión de vuelo
FPL	Plan de Vuelo Presentado
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite
GPI	Indicador de Performance Global
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GUI	Interfase Gráfica de Usuario
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
IMC	Condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos
INS	Sistema de Navegación Inercial
ISO	Organización Internacional de Normalización
KVM	Keyboard, Video and Mouse
LAN	Red de Area Local
MLAT	Sistema de multilateración
MSAW	Advertencia de altitud mínima de seguridad
MSSR	SSR monoimpulso
MTBF	Tiempo promedio entre fallas
NTP	Network Time Protocol
NAC	Categoría de precisión de navegación

NIC	Categoría de integridad de navegación
NUC	Categoría de incertidumbre de navegación
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PSR	Radar primario de vigilancia
RAIM	Vigilancia Autónoma de la Integridad en el Receptor
REDAP	Red digital peruana
RF	Radiofrecuencia
RNAV	Navegación de Área
RNP	Performance de navegación requerida
RTCA	Comisión Radiotécnica para la Aeronáutica
SAM	Región sudamericana de la OACI
SARPs	Normas y Métodos Recomendados por OACI
SDP	Procesamiento de datos de vigilancia
SIC	Código de identificación del sistema
SIL	Nivel de integridad de vigilancia
SLG	Sistema local de gestión
SRG	Sistema remoto de gestión
SSR	Radar secundario de vigilancia
T/A	Tierra/Aire
TCAS	Sistema de alerta de tránsito y anticolidión
TGPS	Tarjeta de Sincronización de Propósito General
TIS	Servicio de información de tránsito
TIS-B	Servicio de información de tránsito — radiodifusión
TOA	Hora de llegada
TPPG	Tarjeta de Proceso de Propósito General
TSO	Estándar de Orden Técnico de la FAA de Estados Unidos
TRPG	Tarjeta de Recepción de Propósito General
TIS-B	Servicio de información de tránsito — radiodifusión
UAT	Transceptor de acceso universal
UDP	Protocolo de datagramas de usuario
UPS	Fuente de alimentación ininterrumpida
URPA	Unidad de Recepción y Procesamiento ADS-B
UTC	Tiempo universal coordinado
VDL	Enlace Digital VHF
VHF	Muy alta frecuencia
VFR	Reglas de Vuelo Visual

DEFINICIONES

1. **ADS-B (Vigilancia Dependiente Automática - Radiodifusión):** medio por el cual las aeronaves, los vehículos de aeródromo y otros objetos pueden transmitir y/o recibir, en forma automática, datos como identificación, posición y datos adicionales, según corresponda, en modo de radiodifusión mediante enlace de datos.
2. **ADS-B IN (recepción):** función de a bordo que recibe datos de vigilancia transmitidos por las funciones ADS-B OUT instaladas en otras aeronaves. Además, también podría recibir, desde tierra, datos adicionales de otras aeronaves que no transmiten ADS-B OUT o porque sus ADS-B OUT se transmiten utilizando una tecnología ADS-B diferente.
3. **ADS-B OUT (emisión):** función en una aeronave o vehículo que transmite en radiodifusión periódicamente su vector de estado (posición y velocidad) y otras informaciones obtenidas de los sistemas de a bordo en un formato adecuado para receptores con capacidad ADS-B-IN.
4. **ADS-R (redifusión):** función de una estación de tierra que permite el inter-funcionamiento entre aeronaves equipadas con ADS-B que operan en diferentes enlaces de datos. La estación terrestre ADS-R recibe mensajes ADS-B de un enlace (p. ej., UAT), procesa los mensajes y los radiodifunde por un enlace de datos diferente (p. ej., 1 090 MHz ES). En los Docs 9861 y 9871 figuran detalles sobre TIS-B y ADS-R.
5. **Downlink (enlace descendente):** enlace asociado a señales transmitidas por el canal de frecuencias de respuesta de 1 090 MHz.
6. **Identificación de aeronave:** grupo de letras o de cifras, o combinación de ambas, idéntico al distintivo de llamada de una aeronave para las comunicaciones aeroterrestres o equivalente a dicho distintivo expresado en clave, que se utiliza para identificar las aeronaves en las comunicaciones y entre centros terrestres o de los servicios de tránsito aéreo (*La identificación de aeronave se conoce frecuentemente como identificación de vuelo*).
7. **Modo S_[n]:** modo mejorado del SSR que permite interrogaciones y respuestas selectivas. Modo S permite el direccionamiento selectivo de las aeronaves mediante el uso de una dirección de aeronave de 24 bits que identifica unívocamente a cada aeronave y tiene un enlace de datos en ambos sentidos entre la estación terrestre y la aeronave para el intercambio de información.
8. **Modo S SS (Short Squitter, Señal espontánea de adquisición):** transmisión periódica espontánea de un transpondedor en Modo S (nominalmente una vez por segundo) con un formato específico para facilitar la adquisición pasiva.
9. **Modo S ES (Extended Squitter - Señales espontáneas ampliadas).** transmisiones periódicas y espontáneas de un formato de señal en Modo S de 112 bits en 1 090 MHz que contiene 56 bits de información adicional (p. ej., se utiliza para ADS-B, TIS-B y ADS-R).
10. **TIS-B:** radiodifusión de datos de vigilancia de aeronaves por estaciones terrestres utilizando un enlace de datos ADS-B.
11. **Tipos de Mensajes ES:**
 - **posición en vuelo** - el mensaje de posición en vuelo proporciona información de vigilancia básica que incluye la posición tridimensional más el tiempo de validez e información sobre el estado de la vigilancia.
 - **velocidad en vuelo** - el mensaje de velocidad en vuelo contiene información sobre velocidad y otros datos sobre el estado de la aeronave.

- **posición en la superficie** - el mensaje de posición en la superficie proporciona el vector completo de estado en la superficie en un mensaje único.
- **identificación de aeronave y categoría de emisor** - las señales espontáneas de identificación y categoría proporciona la categoría del tipo de aeronave, así como la identificación de la aeronave correspondiente a la casilla 7 del plan de vuelo de la OACI.
- **ocasionadas por un suceso** - las señales espontáneas ocasionadas por un suceso constituyen un protocolo de transferencia de mensajes dirigido a la transmisión de información adicional que pueda necesitarse esporádicamente.

12. **Uplink (enlace ascendente):** enlace asociado a las señales transmitidas por el canal de frecuencia de interrogación de 1 030 MHz.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Documento 4444 Gestión del tránsito aéreo (PANS-ATM)
- Documento 9924, Aeronautical Surveillance Manual
- Documento 9871, Technical Provisions for Mode S and Extended Squitter
- RTCA/DO-249, Development and Implementation Planning Guide for Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Applications
- RTCA/DO-242, Minimum Aviation System Performance standards for Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)
- RTCA/DO-260B, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)
- RTCA/DO-260A, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)
- RTCA/DO260, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)
- Anexo 10 Aeronautical Telecommunications, Volumen 4 y 3
- Documento de estrategia de vigilancia para la región SAM
- Plan de implantación de navegación aérea basado en el rendimiento para la Región SAM (SAM PBIP)
- Plan Mundial de Navegación Aérea para los sistemas CNS/ATM (Doc 9750), iniciativa “Aviation System Block Upgrades”- ASBU
- Circular de asesoramiento FAA AC No: 20-165 del 2010
- EASA Acceptable Means of compliance - AMC 20-24

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo de la Guía

1.1.1 En base al Concepto Operacional ATM, el Plan Mundial, Plan regional y Plan SAM Basado en la Performance, se tiene previsto iniciar en el mediano plazo la implantación del sistema ADS-B.

1.1.2 Asimismo, siguiendo los lineamientos del Plan Mundial en su GPI 9 “Conciencia situacional”, se consideró como una de las actividades del Proyecto “Mejora a la comprensión situacional ATM” el desarrollo de esta guía, la cual tiene por objetivo servir como una referencia para los Estados de la Región SAM que requieran iniciar la operación de un sistema de vigilancia ADS-B, dándose las consideraciones que se deben tener antes de la decisión de usar el sistema a modo de prueba y posteriormente en modo operacional.

1.2 Alcance de la Guía

1.2.1 La presente guía está dirigida a los proveedores de servicios de navegación aérea, autoridades de aeronáutica civil y operadores de aeronaves, de la región sudamericana de la OACI–“SAM”, que requieran información introductoria sobre conceptos y consideraciones técnicas operacionales, que se deberían tener en cuenta, antes de la planificación e implementación del ADS-B, como sensor de vigilancia ATS o como sistema de monitoreo de tránsito de abordaje, para la mejora de la conciencia situacional de las tripulaciones. Esta guía no reemplaza ni suplementa los estándares internacionales especificados por OACI o por otros desarrolladores de estándares para la industria, sin embargo si proporciona un punto de partida en común para que los estados dentro de la región, que vayan a adquirir un ADS-B o un nuevo centro de control, cuente con las características de performance y técnicas que permitan la interoperabilidad de los sistemas involucrados.

2. VISIÓN GENERAL DEL ADS-B

2.1 FUNCIONAMIENTO DEL ADS-B

2.1.1 De acuerdo al Documento 9924 AN/474 Manual de Vigilancia Aeronáutica, el ADS-B viene a ser la radiodifusión por una aeronave de su posición (latitud y longitud), altitud, velocidad, identificación de aeronave y otras informaciones obtenidas de los sistemas de a bordo. Todos los mensajes de posición ADS-B comprenden una indicación de la calidad de los datos lo que permite a los usuarios determinar si los datos son suficientemente buenos como para apoyar la función prevista.

2.1.2 Los indicadores de calidad de la posición, velocidad y datos conexos de la aeronave se obtienen normalmente del sistema GNSS a bordo de la aeronave. Los sensores inerciales actuales, por sí mismos, no proporcionan los datos de exactitud o integridad requeridos, aunque es probable que sistemas futuros solucionen esta carencia. Por consiguiente, los mensajes de posición ADS-B de un sistema inercial normalmente se transmiten con una declaración de exactitud o integridad desconocida. Algunas nuevas instalaciones de aeronaves utilizan un sistema integrado de GNSS y navegación inercial para proporcionar indicadores de posición, velocidad y calidad de datos para la transmisión ADS-B.

2.1.3 Se prevé que estos sistemas de navegación tendrán mejor performance que un sistema basado solamente en GNSS, dado que los sensores inerciales y de GNSS tienen características complementarias que mitigan las debilidades de cada sistema. Dado que los mensajes ADS-B son radiodifundidos, pueden recibirse y procesarse en cualquier receptor adecuado. Este receptor puede ser una “Estación terrestre ADS-B” que procesará los mensajes ADS-B (señales espontáneas ampliadas o extended squitter) y generará los informes de aeronaves para ser visualizados en una consola de trabajo ATCO.

2.1.4 A continuación se muestra la figura 1 que representa el esquema de funcionamiento del ADS-B.

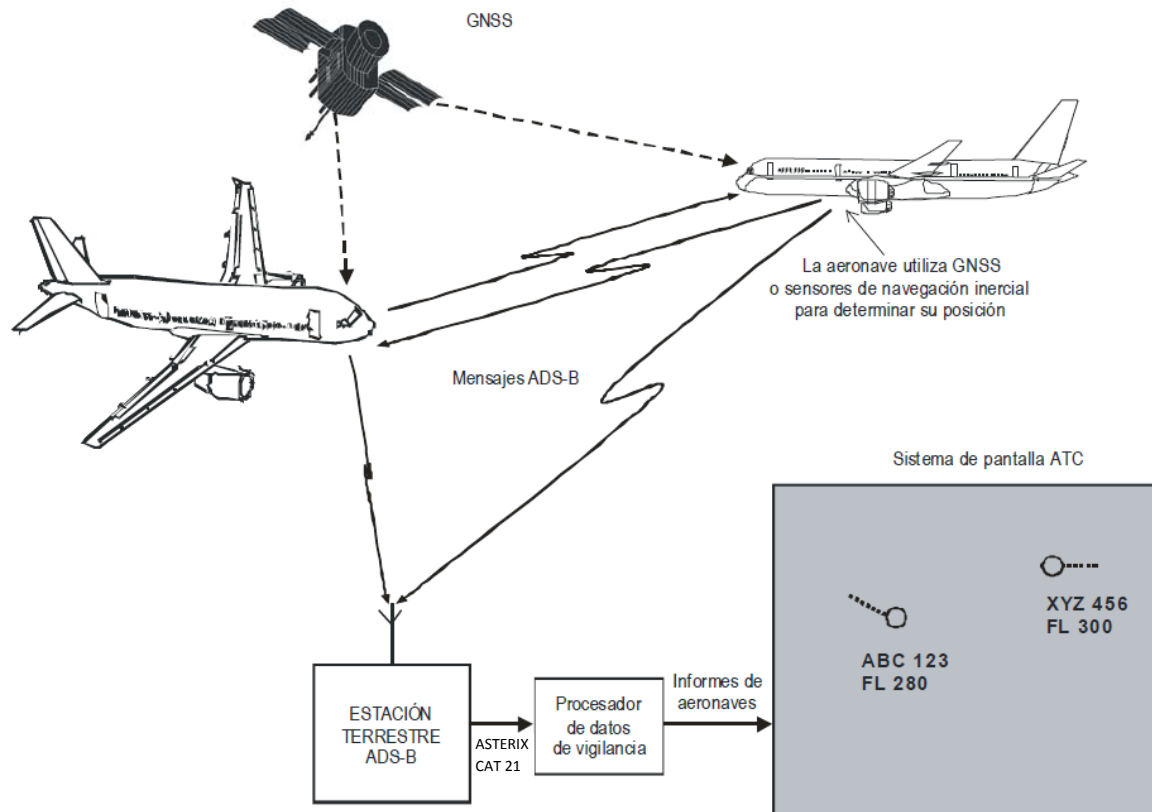


Figura 1: Esquema de ADS-B

2.1.5 Para el transporte de los mensajes se han desarrollado y normalizado tres enlaces de datos ADS-B, que son el Modo S ES o conocido también como 1090 ES (Señales espontáneas ampliadas o Extended Squitter), el UAT y el VDL Modo 4. Para la Región SAM se considera como medio de enlace el modo S ES Conclusión 12/44 del GREPECAS - *Orientación regional CAR/SAM para la introducción del enlace de datos para el ADS-B*. En el manual sobre Disposiciones técnicas sobre servicios en Modo S y señales espontáneas ampliadas (Doc. 9871), figuran más detalles sobre ES en Modo S.

2.1.6 Las señales espontáneas ampliadas en Modo S (1090 ES), contiene un bloque de datos adicionales de 56 bits a diferencia del modo S convencional o short squitter, (ver Figura 2). La información ADS-B se radiodifunde en mensajes separados, cada uno de los cuales contiene un conjunto conexo de información (p. ej., posición y altitud de presión en vuelo, posición en la superficie, velocidad, identificación y tipo de la aeronave, información de emergencia).

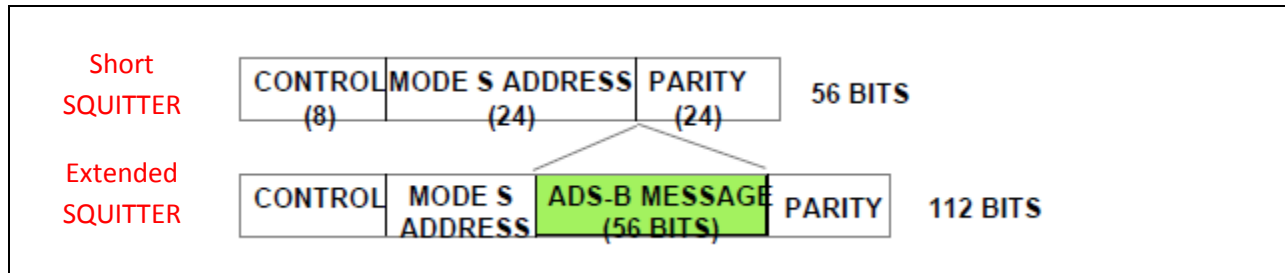


Figura 2. Datagrama del 1 090 ES

2.1.7 El primer datagrama es el denominado Short Squitter (SS) de 56 bits, el cual se transmite una vez por segundo. Este squitter corto se utiliza para vigilancia, donde el campo MODE S ADDRESS de 24 bits enmarca las interrogaciones selectivas a las direcciones de las aeronaves compuestas por 2 subcampos, el primero de 9 bits que identifica al país y el segundo de 15 bits que identifica a la aeronave. Cada transmisión ES contiene la dirección de la aeronave. Esto hace posible asociar inequívocamente los datos en los diversos formatos de señales espontáneas con la aeronave originadora.

2.1.8 El segundo datagrama es el Extended Squitter (1090 ES) de 112 bits el cual adicionalmente a los 56 bits del SS contiene el mensaje ADS-B de 56 bits. Para el ES hay tres estándares: el RTCA/DO-260; el RTCA/DO-260A; y el RTCA/DO-260B. Esos estándares corresponden, respectivamente, a las Versión 0, 1 y 2, constantes del Documento 9871 de la OACI.

2.1.8.1 Las ES proporcionan cinco tipos de reportes:

- posición en vuelo;
- velocidad en vuelo;
- posición en la superficie;
- identificación de aeronave y categoría de emisor; y
- ocasionadas por un suceso.

2.1.8.2 Cada una de ellas esta descrita en el documento 9924 Apéndice K numeral 5 “Mensajes ADS-B por ES”. En la figura 2A y 2B se muestran ejemplos de mensajes ADS-B.

ME (56 Bits): Position DATA BLOCK							
TYPE	Surveillance Status	Single Antenna	Altitude	Time	CPR format	Latitude	Longitude
5 bits	2 bits	1 bit	12 bits	1 bit	1 bit	17 bits	17 bits
↓							
EAT	15	-> Categoria	21	[ADS-B]			
LONG	001E	-> Longitud	30	bytes			
PEPEC	FFA102	-> Espec. Campos	11111111	10100001	00000010		
010	1400	-> Estacion Reder	SAC- 20	[ESPAÑA]	SIC- 0	[??????]	
040	00	-> Desc Plot	REAL				
28	-> Desc Plot	ICAO Addr ARC->25ft					
030	3E4772	-> Hora UTC	4081522	[x 1/128 Sgds = 31886.891 Sgds]	= 08:51:26.89		
130	1C0400	-> Latitud	39.396973	Grados			
FCD42E	-> Longitud	-4.459655	Grados				
080	400802	-> Target Address	400802				
140	1720	-> Geometric Altit	5920 x 6.25 = 37000.00	Pies (11277.60 m)			
090	00	-> Figura de Merito					
07	->						
210	08	-> Tecnologia	Position Accuracy =>	Sin precision			
145	05C0	-> Flight Level	Mode-S-ExtSquitter				
200	00	-> Target Status	1400 x 0.25 = 370.00	FL			
			0	-> No emergency / not reported			

Figura 2A: Mensaje de Posición ADS-B

Identification Message									
TYPE	Transmitter Category	Aircraft Identification (8 characters), formed through the combination of 6 digits							
5 bits	3 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits
↓									
CAT	15	-> Categoria	21	[ADS-B]					
LONG	0017	-> Longitud	23	bytes					
FSPEC	E98110	-> Espec. Campos	11101001	10000001	00010000				
010	1400	-> Estacion Radar	SAC= 20	[ESPAÑA]	SIC= 0	[??????]			
040	00	-> Desc. Plot	REAL						
	28	-> Desc. Plot	ICAO Addr	ARC->25ft					
030	3E3E94	-> Hora UTC	4079252	[x 1/128 Sgds = 31869.156 Sgds]	= 08 51 09.16				
080	3414CB	-> Target Address	3414CB						
210	08	-> Tecnologia	Mode-S-ExtSquitter						
170	242173	-> Identificador	IBE3521						
	D72C60	-> de Aeronave							

Figura 2B: Mensaje de Identificación ADS-B

2.1.9 Las versiones iniciales de los mensajes ES se definen en RTCA DO-260 y se conocen como formatos de versión CERO (0). Las definiciones completas de las estructuras de mensajes y fuentes de datos para los formatos de la versión 0 se especifican en el Doc. 9871, Apéndice A. Los formatos de versión 0 permiten que los códigos de tipo de los mensajes de posición en vuelo y posición en la superficie se asocien con un NUC – “Navigation Uncertainty Category” o categoría de incertidumbre de navegación. Los formatos de mensaje ES de versión CERO 0 y los requisitos conexos son adecuados para las primeras etapas de implantación de las aplicaciones de señales espontáneas ampliadas. La calidad de la vigilancia se notifica en la categoría de incertidumbre de navegación (NUC), que puede ser una indicación de la precisión o bien de la integridad de los datos de navegación utilizados por la ADS-B. Sin embargo, no se señala si el valor NUC indica integridad o precisión.

2.1.10 Las versiones revisadas de los mensajes ES se definen en RTCA DO-260A y RTCA DO-260B que se conocen, respectivamente, como formatos de versión UNO (1) y versión DOS (2). Las definiciones completas de la estructura de datos y fuentes de datos para los formatos de la versión 1 y 2 se especifican en el Doc. 9871, Apéndice B y C, respectivamente. Los formatos de versión 1 y versión 2 con los requisitos conexos corresponden a aplicaciones más avanzadas de la ADS-B (Ver Apéndice 1 a este documento “Aplicación operacional del ADS-B”).

2.1.11 En las versiones 1 y 2 la precisión y la integridad de los datos de navegación se dividen en 3 componentes principales, que son el NAC, NIC y SIL. (Ver Apéndice 2 a este documento “Introducción del NAC, NIL y SIL”)

2.1.12 Cada transmisión de ES contiene un campo de 5 bits que identifica un “CÓDIGO DE TIPO” de mensaje específico de cada mensaje. Los formatos de versión 0 permiten que los CÓDIGOS DE TIPO de los mensajes de posición en vuelo y posición en la superficie se asocien con un NUC. Los formatos de versión 1 permiten que los CÓDIGOS DE TIPO de los mensajes de posición en vuelo y posición en la superficie se asocien con un NIC.

3. **CONSIDERACIONES GENERALES EN LA REGIÓN SAM PARA LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL ADS-B**

3.1 **CONSIDERACIONES GENERALES**

3.1.1 Tal como se indica en el Documento 9924 “Manual de Vigilancia Aeronáutica”, la lista siguiente muestra las etapas que se recomiendan para la planificación e implantación de sistemas de vigilancia, en este caso de un sistema ADS-B.

a) *Definir los requisitos operacionales:*

- Seleccionar las aplicaciones que han de apoyarse: esto permitirá determinar la performance necesaria.
- Definir el área de cobertura: la determinación del volumen en el que se apoyará el servicio operacional es muy importante debido a que en él se basará el costo del sistema. En particular, la correcta determinación de los límites inferiores de altitud es muy importante porque tendrán consecuencias considerables en el número de sensores que han de introducirse.
- Definir el tipo de tránsito: por ejemplo, vuelos IFR, vuelos VFR, vuelos locales o internacionales, vuelos civiles o militares.

b) *Definir el entorno local (actual y futuro):*

- Densidades de tránsito actuales y previstas para el futuro, incluyendo la descripción de posibles horas de cresta.
- Estructura de las rutas.
- Tipo de equipo de a bordo actualmente obligatorio para los diferentes tipos de vuelo (obligación de llevar a bordo y proporción real de equipo).
- Tipo de aeronaves: comercial, aviación general, helicópteros, planeadores, aeronaves ultra ligeras, VLJ, militares y sus características dinámicas (velocidad máxima, velocidad de ascenso, velocidad de viraje, etc.).
- Segregación entre los diferentes tipos de tránsito, posible mezcla de tránsito y probabilidad de intrusión de aeronaves no equipadas con medios de vigilancia cooperativa.
- Entorno RF local específico.

c) *Analizar opciones de diseño y determinar las técnicas que pueden utilizarse:*

- Verificar los sensores de vigilancia existentes que pueden volver a utilizarse.
- Verificar los nuevos sensores y técnicas de vigilancia que pueden introducirse a bajo costo.
- Determinar el número de emplazamientos e investigar su disponibilidad. Verificar el equipo de a bordo.
- Determinar el nivel de redundancia requerido y modo de funcionamiento de reserva (fall back).
- Determinar si será necesario llevar nuevo equipo de a bordo.
- Determinar consecuencias sobre los procedimientos operacionales.
- Realizar estudios de costo-beneficio y análisis de viabilidad para las diferentes opciones, si es necesario.

- d) *Realizar un análisis de seguridad operacional del nuevo sistema propuesto:*
 - Para demostrar que el sistema proporcionará la performance necesaria en su modo de funcionamiento nominal.
 - Para demostrar que se han analizado las diferentes fallas.
 - Para demostrar que se determinó que las fallas eran aceptables o que podían mitigarse.
- e) *Implantar:*
 - Si se requiere nuevo equipo de a bordo, preparar el mandato de transporte a bordo;
 - Adquirir e instalar el nuevo sistema.
 - Evaluar la performance del nuevo sistema.
- f) *Establecer el servicio operacional:*
 - Transición del sistema existente al nuevo sistema.
- g) *Brindar el servicio operacional:*
 - Verificar periódicamente la performance del nuevo sistema.
 - Realizar mantenimiento regular y preventivo.

3.1.1.1 Las propuestas a continuación detallan ejemplos prácticos de análisis propuesto para la región considerando a los participantes involucrados.

3.1.2 **Labor conjunta entre la CAA y los ANSP**

3.1.2.1 Los Estados deberían considerar las siguientes actividades previas a la implantación de un servicio de vigilancia con ADS-B:

- a) Definir el objetivo operacional de la implementación.
- b) Definir los objetivos y metas a alcanzar de acuerdo al plan nacional de navegación aérea, hoja de ruta de vigilancia del ASBU y de la estrategia regional de vigilancia para la región SAM, para la elaboración del plan de implantación del ADS-B, con la participación de los operadores de aeronaves y demás usuarios involucrados.
- c) Servicios o zonas o fases de vuelo que estarían bajo influencia de la planificación.
- d) Análisis de aviónica de la flota, del espacio aéreo que se trate, que cuente con capacidad de Modo-S ES y los que no; se debería tener en cuenta al menos los siguientes datos:
 - Cantidad de operaciones o de aeronaves, que realizan los vuelos de aviación general, comercial y militar. Se recomienda analizar la relación entre la cantidad de aeronaves y operaciones que estas realizan, ya que en algunos casos, aeronaves comerciales con capacidad de transmisión en 1090ES, realizan varias operaciones al día, incrementando la factibilidad de la implantación sin mucho costo final para los operadores de aeronaves.
 - Estándar del mensaje que transmiten las aeronaves (DO-260/DO-260A/DO-260B).
- e) Estándar de los mensajes ADS-B a utilizar en el Estado.

- f) Tipo de aplicación que se desee utilizar con el ADS-B según los requerimientos y el concepto operacional (ADS-B-RAD, ADS-B-NRA, ADS-B-APT, ADS-B-ADD, etc.) y las clases de transponder que estas requerirán (ver apéndice 4).
- g) La integración de las ES con el sistema SSR en el centro de control existente (si aplica).
- h) Ventajas, desventajas y limitaciones de la implantación planificada.
- i) Tipo de fusión de datos (multitracker) del SDP actual y futuro que vaya a servir al sistema automatizado ATM.
- j) Capacitación a los ATCOS y tripulaciones, sobre el ADS-B, su uso, ventajas, procedimientos operacionales a ser aplicados, mínimas de separación aplicables, delegación de funciones y límites de responsabilidades, etc. Específicamente para el caso de los ATCOs, se deberá alertar y capacitar para la posibilidad de fallas de correlación de FPLs, por errores de ingreso del ACID, en las interfaces de a bordo.
- k) Análisis de riesgo operacional (en caso de fallas, disminución de calidad de datos de navegación, etc.) y pruebas de performance de los mensajes ADS-B. (doc. 4444, 2.6.1.1; 2.6.1.2)
- l) Pruebas y establecimiento de los procedimientos en casos de:
 - Contingencias, especialmente en caso interrupción del servicio de vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM) de acuerdo al Anexo 11, 2.30 y Doc.4444, 8.8.4 y 8.8.5.
 - validación de mitigación de riesgos.
 - Simulaciones independientes y conjuntas con los pilotos.

3.1.3

Autoridades de aeronáutica civil (Entidades reguladores)

- a) Definir la performance y características técnico/operacional mínimas de los equipos de navegación de a bordo que vayan a alimentar al ADS-B OUT.
- b) Análisis, selección y validación de los parámetros de calidad e integridad en los formatos de los mensajes del ADS-B en el Estado.
 - Los capítulos 1, 2, 3 del DO-260A y 2, 3 y 4 del DO-242A especifican en detalle, las pruebas y consideraciones de performance técnico y operacional a tener en cuenta para estos procesos.
- c) Una vez realizada las pruebas y selección de parámetros, se podrían validarlos de la siguiente manera:
 - La integración de los ES en un centro de control con datos SSR, puede ofrecer una forma directa de obtener los beneficios de ADS-B, manteniendo al mismo tiempo la independencia de la vigilancia SSR. Esto se basa en el uso de interrogaciones activas para validar la vigilancia de ES.

- La técnica puede emplearse en aplicaciones ATC terrestres y de vigilancia ACAS. La vigilancia activa se utiliza para validar la vigilancia notificada por ADS-B y sustituirla si una aeronave pierde su capacidad de navegación.
- Si la verificación de validez al iniciarse el seguimiento resulta positiva, la aeronave puede mantenerse en ADS-B y vigilarse periódicamente para verificar el funcionamiento correcto continuo del sistema de navegación. Si una verificación resulta negativa en un determinado momento, entonces puede mantenerse el seguimiento mediante vigilancia activa.
- Otro método para validar los datos ADS-B consiste en instalar ADS-B con multilateración. Esta opción tiene la ventaja de maximizar el uso de la infraestructura terrestre dado que los receptores de multilateración, tienen la capacidad de recibir y decodificar mensajes ADS-B. Dicha opción tiene la ventaja de ser completamente pasiva.
- Publicación de la respectiva norma técnica que la autoridad estime conveniente, indicando a la comunidad ATM sobre las consideraciones que las tripulaciones y operadores de aeronaves (inclusive tripulaciones técnicas en tierra) deben tener en cuenta para el ingreso de datos en la interface de a bordo. (Ver Apéndice 3 – “Propuesta de publicación de Norma Técnica Nacional”).
- Elaboración de Circulares de Asesoramiento (CA) que establecen los requisitos de aprobación ADS B para aeronaves y operaciones en espacio aéreo correspondiente.

3.1.4

Para los explotadores

- a) Equipamiento con funciones de generación y transmisión de mensajes ADS-B. Adicionalmente para el caso de uso de aplicaciones con CDTI (Cockpit Display Traffic Information), deberían contar con funciones de recepción, armado y procesamiento de mensajes ADS-B (en ambos casos el medio de enlace de datos será el Modo-S ES), y un número apropiado de interfaces dependiendo de las aplicaciones operacionales, aprobados por la autoridad ATS competente (ver Figura 3).
- b) Los transponders de a bordo, deberían cumplir con las capacidades de transmisión/recepción de acuerdo a la clase de transponder (ver Apéndice 4 “Tablas de clases de transmisores y receptores del ADS-B”) que acompaña a la aplicación de ADS-B que vaya a realizar, aprobada por la autoridad ATS competente.
- c) Los equipos relacionados con el ADS-B a bordo pueden ser:
 - Fuentes secundarias para respaldo de datos de navegación e interfaces (por ejemplo, GNSS redundantes, Loran, FMS / RNAV o INS)
 - Procesamientos de aumentación GNSS
 - Interface con aplicaciones que soporten CDTI para la visualización de otras aeronaves
 - Interface para ingreso de datos en la cabina.
- d) Entrenamiento a las tripulaciones sobre los conceptos de ADS-B, interacción de los datos de vuelo en las aplicaciones ATC, uso y procedimientos de las aplicaciones a ser usadas, así como el plan de contingencia.

- e) Listas de verificación para las aplicaciones ADS-B que vayan a utilizar, tomando en cuenta la importancia del ingreso correcto de la identificación del vuelo en la interface de a bordo que se deberían considerar para la elaboración de la normativa técnica correspondiente. En el Apéndice 5 “Consideraciones a tener en cuenta los explotadores al operar un transponder ADS-B”, se amplía la importancia de este requerimiento.

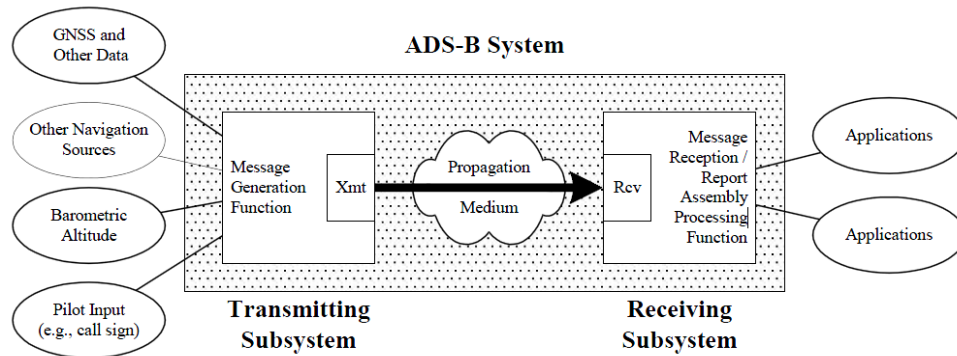


Figura 3: Esquema del ADS-B para Aplicaciones operacionales

3.2 Ventajas del ADS-B

3.2.1 Adicionalmente a las guías de implantación ATM y CNS, locales, gubernamentales, regionales o mundiales, es importante que los responsables de realizar la planificación de implantación del ADS-B, establezcan claramente los objetivos, ventajas, desventajas y consideraciones que este sistema de vigilancia puede traer a toda la comunidad ATM, de acuerdo a la propia realidad que los rodea.

3.2.2 En términos generales a corto, mediano y largo plazo (ver el Apéndice 6, "Hoja de ruta de la metodología ASBU para Vigilancia") en cuanto a seguridad operacional, se logran mejoras considerables, tanto en tierra como a bordo en:

- Incremento de conciencia situacional, en espacios aéreos con vigilancia radar o de multilateración al proporcionar mayor información, entre vuelos IFR, IFR y VFR, entre VFR con función de VFR electrónico en IMC, entre vuelos no controlados, al ATC, etc.;
- sistemas de alertas mejoradas (predicción y resolución) tanto en vuelo, como tierra (entre aeronaves y entre aeronaves y vehículos de operaciones aeroportuarias terrestres), reduciendo incursiones en pista, AIRPROX, alarmas de los safety nets del ATC, alertas a largo plazo para manejo de conflictos, etc.;
- tramos de vuelos más cortos;
- reducción de carga de trabajo al ATC, permitiendo la delegación de responsabilidades de separación a ciertos vuelos;
- distintas aplicaciones y funciones operacionales con un mismo sistema; y
- incremento de capacidades de espacio aéreo, etc.

3.2.3 En cuanto a beneficios económicos se pueden lograr ahorros para:

- a) los ANSP - con costos de instalación, mantenimiento y adquisición de una antena de ADS-B versus el PSR, o MSSR; menor problema logístico y complejidad de arquitectura si se compara con la multilateración, como por ejemplo para área amplia; posibilita la expansión del servicio de vigilancia ATS en zonas de baja densidad de tránsito donde quizás no justifique la instalación de radar, etc. ; y
- b) los usuarios aéreos - en ahorro de costos de combustibles al posibilitar rutas más directas y óptimas, menor demoras y restricciones (con procedimientos delegando responsabilidades y funciones de seguimiento, secuenciamiento y separación), etc.

3.2.4 Considerando el tema de seguridad operacional, los datos ADS-B se pueden utilizar además para actividad de monitoreo automatizado de RA (Resolution Advisory) provenientes de sistemas anti-colisión (TCAS). Esa funcionalidad podrá representar un beneficio adicional para los Estados que implanten coberturas ADS-B en sus áreas de responsabilidad, principalmente en lo que toca a los programas de gestión de seguridad operacional (SMS), una vez que actualmente esas evaluaciones de los RA es ejecutada, normalmente, por procesos manuales, basados en reportes de peligro enviados al Estado por los operadores.

3.3 **Desventajas del ADS-B**

3.3.1 Estándares de performance y operación de los sistemas ADS-B aun en constante desarrollo, el GPS sigue siendo la fuente principal de posicionamiento sin contar aun, con un “backup” oficial. Se estima utilizar adicionalmente como fuente de posicionamiento a sensores como el DME-DME, INS, etc.

3.3.1.1 La flota que opera en la Región SAM, no tiene aviónica homogénea, por lo que algunos vuelos con capacidad de ES transmiten mensajes en la versión 0 y otros en 1.

3.3.1.2 El costo de adquisición de los equipos necesarios para ADS-B, es aun elevado, especialmente para la aviación general, los cuales en muchos casos, aun no cuentan con el FMC/FMS necesario para el procesamiento de datos. Lo mismo ocurre en el caso de la función ADS-B IN.

3.3.1.3 Por las consideraciones anteriores en la región, durante las fases de implantación es probable que se tengan que establecer espacios aéreos exclusivos.

3.3.1.4 La mayoría de los centros de control no cuentan con capacidad de recepción de datos ASTERIX categoría 21ed. 1.8, ni con procesamientos y fusión de datos conforme con las recomendaciones para la SAM propuestas en este documento.

3.4 **Situación actual de la vigilancia en la Región SAM**

A continuación se presenta un resumen de las intenciones de los Estados de la Región respecto la implantación de ADS-B en cada país, siendo la fuente de información los Planes CNS que presentó cada estado de la Región SAM dentro del marco de la SAMIG.

3.4.1 **Argentina**

3.4.1.1 Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Argentina considera obtener una o dos estaciones receptoras de ADS-B en calidad de préstamo a fin de realizar los primeros ensayos en este terreno.

3.4.1.2 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Argentina tiene previsto la instalación de sistemas radares MSSR en el corto y mediano plazo (se asume los INKAN de su proveedor INVAP) como servicios convencionales. La planificación de los nuevos radares se encuentra en la guía de implantación de sistemas de vigilancia presentada en la Sexta Reunión del Subgrupo CNS ATM (ATM/CNS/SG/6).

3.4.1.3 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI y concretamente en su planificación respecto al ADS-B, Argentina tiene previsto en el mediano plazo disponer del número suficiente de receptores de ADS-B que aseguren, en conjunción con la instalación de los radares previstos, la no existencia de "agujeros de cobertura". La información obtenida de los mismos, así como la de los radares RSMA, transitará por la ATN hasta los ACCs correspondientes.

3.4.2 **Bolivia**

3.4.2.1 Posee un MSSR ubicado en el cerro Kuturipa, dentro el Área Terminal de Cochabamba.

3.4.2.2 Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Bolivia no dispone de estaciones ADS-B y su implantación se encuentra en estudio.

3.4.2.3 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales, Bolivia tiene planificado en el mediano plazo, bajo requerimiento operativo la implantación de un Sistema Integrado de 4 emplazamientos RADAR (MSSR), para lograr al menos una cobertura del 80% del espacio aéreo asignado a la FIR La Paz. Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Bolivia, tiene previsto mantener como medio de vigilancia a la vigilancia.

3.4.2.4 **Cooperativa** precisando que el SSR Modo A/C y el SSR Modo S seguirán siendo sus principales elementos de vigilancia para la aproximación, en ruta y áreas terminales.

3.4.3 **Brasil**

3.4.3.1 Durante los últimos años, el DECEA ha promovido programas de modernización de radares, además de complementar las coberturas con la instalación de nuevas estaciones. El resultado de esas iniciativas es que la red de radares en Brasil es considerablemente nueva y la cobertura de radares secundarios es completa para todo el territorio brasileño (por encima del FL250).

3.4.3.2 Debido a la susodicha infraestructura, el criterio para aplicación de separaciones horizontales mínimas en el Espacio Aéreo Brasileño está en conformidad con las disposiciones de la OACI, siendo variable de acuerdo con la vigilancia ATS disponible, con la estructura y la complejidad del espacio aéreo donde es aplicado.

3.4.3.3 Los planes de implantación de los sistemas de vigilancia se encuentran en la Tabla CNS4A del FASID. La planificación de los nuevos sistemas de vigilancia se encuentra en la guía de implantación de sistemas de vigilancia presentada en la Sexta Reunión del Subgrupo CNS ATM (ATM/CNS/SG/6).

3.4.3.4 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia se identifica que los servicios de vigilancia convencionales contemplan tanto en el corto como mediano plazo, el reemplazo de sensores radar por otros radares. Las acciones previstas se encuentran en el Anexo J de su Plan.

3.4.3.5 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, el servicio ADS-C en la FIR Atlántico ya está implantado desde 2009.

3.4.3.6 El alta precisión y la tasa de actualización de las informaciones proporcionadas por la ADS-B tienen potencial para incrementar la seguridad operacional al aplicar la separación entre aeronaves en los actuales ambientes cubiertos por radares, así como reducir las grandes separaciones aplicadas a las aeronaves en ambientes no radar, cuya instalación de ese tipo de vigilancia no sea justificable bajo el punto de vista costo/beneficio.

3.4.3.7 En el Corto Plazo (2013) será introducido el ADS-B en las operaciones "off-shore" de la Bacía de Campos. Asimismo será implantado un sistema de Multilateración de Gran Área (WAM) en la TMA- VT hasta 2014.

3.4.3.8 En el Mediano Plazo, la implantación del ADS-B en todo el espacio aéreo continental en Brasil será completada hasta el año de 2018, seguida del proceso de desactivación de las superposiciones de cobertura de los radares secundarios para operaciones en ruta (para eso se requiere que los usuarios estén adecuadamente equipados con ADS-B).

3.4.4 **Chile**

3.4.4.1 Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Chile ha implantado un Sistema ADS-C, en el Centro de Control Oceánico, utilizado en la vigilancia de los vuelos en el área de jurisdicción en el Pacífico Sur.

3.4.4.2 **Dentro** de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Chile tiene planes de renovación de equipamiento, potenciando la Zona Sur del país. Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Chile, respecto al ADS-B tiene previsto el estudio de implementar un sistema ADS-B en algunos aeropuertos del país.

3.4.5 **Colombia**

3.4.5.1 Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Colombia no ha implantado sistemas ADS-B.

3.4.5.2 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Colombia tiene previsto la actualización de sus sistemas radares PSR/SSR y la instalación de un nuevo sistema radar MSSR en San Andrés en el corto plazo. Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Colombia, respecto al ADS-B tiene previsto en el mediano plazo ampliar el MLAT para alcanzar WAM tanto como para Área terminal como Ruta.

3.4.6 **Ecuador**

3.4.6.1 Disponen de 3 radares ubicados en Guayaquil, Quito y Galápagos. Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Ecuador no dispone de ningún sistema ADS-B ni ADS-C.

3.4.6.2 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Ecuador tiene previsto la instalación de sistemas radares PSR y MSSR en el corto y mediano plazo así como MLAT. La planificación de los nuevos radares se encuentra en la guía de implantación de sistemas de vigilancia presentada en la Sexta Reunión del Subgrupo CNS ATM (ATM/CNS/SG/6). Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Ecuador respecto al ADS-B no tiene ningún proyecto de implementación.

3.4.7 **Guyana**

3.4.7.1 Guyana no cuenta con sistemas radar. En su Plan CNS indica que “buscarán la información necesaria para la compartición de datos radar”.

Asimismo Guyana tiene previsto la implantación de un sistema ADS B a corto plazo.

3.4.8 **Paraguay**

3.4.8.1 Se conoce que Paraguay dispone actualmente a nivel nacional de 1 solo radar, de tipo Secundario modo S operando en Asunción.

3.4.8.2 Asimismo, se indica que dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Paraguay en área continental, prevé que el uso de ADS-B aumentará gradualmente en el sistema de navegación aérea

3.4.9 **Perú**

3.4.9.1 En la actualidad el Perú cuenta con 7 sistemas radar modo S a nivel nacional, 01 radar modo S en Lima y 01 sistema radar PSR/MSSR en la ciudad de Lima.

3.4.9.2 En el año 2009, el Perú ha realizado pruebas con una estación ADS-B. A mediano plazo (2011 a 2015) está considerado pruebas con el sistema ADS-B y se implementarán las primeras estaciones ADS-B basada en receptores ES Modo S a nivel nacional. En la actualidad, se encuentra instalado un sistema ADS-B en Pisco (210 Km al sur de Lima) aun no siendo comisionado. Se planea utilizar este sistema inicialmente en calidad de prueba para posteriormente ser integrado al ACC de Lima.

3.4.9.3 A largo plazo (2015 - 2025) los radares actuales SSR Modo S instalados no serán renovados y serán reemplazados al final de su vida útil alrededor de 2020 por sistemas ADS-B ES.

3.4.10 **Suriname**

3.4.10.1 Suriname no cuenta con sistemas de vigilancia aérea. Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Surinam está proyectando que próximamente tendrían PSR y SSR en el aeropuerto internacional Zanderij/J.A.Pengel.

3.4.10.2 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Surinam no tiene en planes de implantación de este servicio, por ende no tiene previsto la implantación del ADS-B.

3.4.11 **Uruguay**

3.4.11.1 Cuentan actualmente con 2 emplazamientos de radares: Carrasco y Durazno.

3.4.11.2 No está planificado la implantación de ADS-B por ahora, pero si de ADS-C para el sector oceánico en próximo quinquenio. Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Uruguay no tiene sistemas de ADS-B.

3.4.11.3 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Uruguay tiene previsto reemplazar el de Carrasco por un nuevo ASR.

3.4.11.4 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Uruguay no tiene planificado la implantación de ADS-B por ahora, pero si de ADS-C para el sector oceánico en próximo quinquenio.

3.4.12 **Venezuela**

3.4.12.1 Venezuela dispone de radares, cuyas ubicaciones y características se describen en la tabla del FASID.

3.4.12.2 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Venezuela, respecto al ADS-B tiene previsto implementarlos después del año 2015.

3.4.13 **Resumen de la situación actual en la Región SAM**

País	No. Radares	Planifica instalar ADS-B (*)	Zona definida
Argentina	12	SI	Cubrir huecos de cobertura radar.
Bolivia	1	NO	N/A
Brasil	75	SI	Bacia de Campos (zona petrolera)
Chile	11	SI	Algunos aeropuertos del país
Colombia	15	SI	Multilateración (MLAT) para alcanzar área ampliada (WAM) con funcionalidad ADS-B en aeropuertos seleccionados.
Ecuador	3	NO	N/A
Guyana	0	NO	N/A
Paraguay	1	SI	N/A
Perú	9	SI	Pisco. Cubrir huecos de cobertura radar.
País	No. Radares	Planifica instalar ADS-B (*)	Zona definida
Suriname	0	NO	N/A
Uruguay	2	NO	N/A
Venezuela	10	Si	Posterior a 2015. Aún no definido.

(*) Información obtenida de los Planes de acción de las mejoras CNS de los Estados e información suministrada por los Estados durante la SAMIG/10. Cuando el Estado no ha especificado que planea implementar ADS-B, se asume que no lo considera aún.

3.4.14 **Diagramas de cobertura radar**

3.4.14.1 En el Apéndice 7 “Diagramas de cobertura radar SAM” se muestra los diagramas de línea de vista estimada de los diversos sistemas radar de la Región SAM, a 25,000 pies.

3.4.14.2 Para el cálculo de estas coberturas se utilizó un software que calcula de manera automática las coberturas teniendo como datos del terreno los datos de la NASA el SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) considerándose una altura de la torre radar de 15 m, y para un nivel de vuelo de 25,000 pies considerando también la curvatura de la tierra. En los casos de Brasil y Colombia, dichos Estados nos alcanzaron sus respectivos diagramas de cobertura.

3.4.14.3 De los diagramas se observa que la zona de menor cobertura de vigilancia radar sería en los países de Bolivia, Paraguay y su zona fronteriza con Argentina, pudiendo ser las zonas en las cuales se podrían iniciar algunas implantaciones a nivel regional.

4. **CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA ADS-B Y EL TRASLADO DE SU SEÑAL HACIA UN CENTRO DE CONTROL AUTOMATIZADO**

4.1 Generalidades

4.1.1 Si bien un sistema ADS-B puede ser considerado una tecnología de fácil instalación, requiere contemplar aspectos de facilidades eléctricas, climatización y de seguridad como todo emplazamiento aeronáutico con la diferencia que las exigencias para las mismas son mínimas.

4.1.2 Por ello es importante realizar un estudio de sitio respecto las facilidades que se tienen, previos a la definición del emplazamiento ADS-B.

4.1.2.1 Este estudio debe contener aspectos de:

- a) soporte eléctrico;
- b) infraestructura civil;
- c) condiciones ambientales - ambiente adecuado en aspectos de Temperatura y humedad;
- d) seguridad;
- e) evaluación de las características de la energía eléctrica del lugar;
- f) plataforma de conectividad;
- g) análisis del sitio, zona libre de obstáculos y cono del silencio; y
- h) estudio radio eléctrico en el sitio para evitar posibles interferencias.

4.1.3 De contarse con todo esto (capacidad instalada de integrar el ADS-B Indoor y Outdoor a los emplazamientos) se ahorraría costos del UPS, grupo electrógeno, pararrayos, puesta a tierra, castillo o mástil, sensores del sistema de seguridad y el propio sistema de seguridad, etc. De la misma manera una plataforma de conectividad que contemple las características eléctricas para enlazar la interfaz física del procesador de datos radar del ADS-B, tanto con el GUI del sistema como con el centro de control al cual se pretende integrar, lo cual evitará tener que contratar medios para solo el servicio ADS-B.

4.1.4 La confiabilidad y disponibilidad del sistema está dado por su calidad y su estructura. Por ello es recomendable solicitar sistemas duales y/o redundantes. Estos se suele dar a niveles de canales de procesamiento, red de transmisión de datos, seguridad, etc.

4.1.5 En el caso específico de la experiencia del Perú en cuanto al ADS-B instalado en Pisco ha requerido una serie de adaptaciones. Para ello CORPAC (ANSP de Perú) ha puesto a disposición 2 ambientes para la ubicación de los equipos que conforman el Sistema ADS- B (uno para el sensor y otro para el equipo de prueba).

4.1.6 Estos emplazamientos ya contaban con todas las facilidades mencionadas en el párrafo anterior excepto la del medio de transporte de la señal radar ADS-B y de su gestión de equipo al ACC de Lima que el destino final de la señal. Para ello personal de CORPAC utilizó la plataforma actual REDAP a la que se tuvo que retirar 2 terminales de otros servicios para disponer del ancho de banda suficiente para transportar la señal ADS-B de Pisco a Lima. Trasladamos esta experiencia como pautas de referencia de manera que no descuidemos aspecto alguno en la implementación de un sistema ADS-B.

4.2 Equipamiento típico de una estación ADS-B OUT de tierra

4.2.1 Una estación ADS-B consiste típicamente de los siguientes equipos, materiales y accesorios:

- a) Arreglo de Antenas;
- b) Equipos de Recepción de RF (Radiofrecuencia);
- c) Procesador de Datos de Vigilancia;
- d) Unidad de comunicaciones (enlace);
- e) Unidades de networking (red de comunicaciones de datos);
- f) Unidad de interface para GUI y ACC (en general la dependencia ATS destino);
- g) Sistema de Visualización de Datos de Vigilancia;
- h) Sistema de gestión para el mantenimiento, configuración y administración del ADS-B y los datos procesados;
- i) Test transponder ADS-B;
- j) Unidad GPS para sincronización;
- k) Cableado RF y eléctrico;
- l) Bandejas, ductos, conductos y accesorios;
- m) Pozos de tierra;
- n) Pararrayos;
- o) Sistema de alimentación Ininterrumpida – UPS;
- p) Grupo electrógeno;
- q) Sistema de seguridad, el cual involucra sensores de intrusión, de sobre temperatura, humo, fuego; cámaras para la grabación de video del entorno ambiental indoor y outdoor;
- r) Sistema de climatización (aire acondicionado, control de humedad y filtros de polvo como mínimo); y
- s) Sistema ó materiales para evitar la generación de cargas estáticas o eliminarlas; se suelen usar hoy en día cintas aterradoras descartables en un calzado para entrar en ambientes de electrónica susceptible a daño por carga estática.

4.3 **Infraestructura requerida**

4.3.1 **Infraestructura en tierra típica:**

- a) Normalmente se requieren instalar 2 gabinetes (del tipo que se adapte a las características Físicas de los equipos del Fabricante) y un castillo o mástil para la instalación de la antena ADS-B y del sistema de pararrayos.

Indoor:

Gabinete 1: Contiene

- Procesador de Datos ADS-B
- Unidad de comunicaciones
- Unidades de networking
- Unidad de interfase para GUI y ACC (en general la dependencia ATS destino).

Gabinete 2: Contiene

- Unidad de Presentación.
- Unidad de gestión para el mantenimiento, configuración y administración del ADS-B y los datos procesados.

Outdoor:

Mástil o castillo: contiene

- Antena
- Tendido cableado RF
- Pararrayos, en la parte más alta del Castillo o Mástil
- Tendido del pararrayos

- b) El emplazamiento, a una distancia previamente determinada por el proveedor de la instalación de manera que se evite pérdidas por excesos de cableado, deberá disponer de:
- Puesta a tierra del pararrayos con valores de resistencia de no más de 30 ohmios
 - Puesta a tierra del sistema ADS –B con valores de resistencia de no más de 05 ohmios
- c) Se recomiendan bandejas aéreas para la ubicación del tendido de datos que une los equipos Indoor, tanto como para unir Indoor con outdoor. Las bandejas de los tendidos de datos y eléctricos deben ser diferentes a fin de evitar interferencias electromagnéticas que afecten el tendido de datos y por ende el sistema ADS-B.
- d) Consideraciones ambientales: Limpieza. El polvo es extremadamente perjudicial para un correcto funcionamiento de los equipos, por lo tanto, la limpieza habitual y el mantenimiento general de la sala es esencial para evitar problemas, especialmente en los conectores y unidades de disco.
- e) Interferencias y perturbaciones: Existen diferentes fuentes que pueden generar interferencias y/o perturbaciones ante las cuales existen algunos productos que podemos considerar.
- Descargas eléctricas: Alfombras y baja humedad son dos de los principales generadores de estática. Se debe evitar instalar los equipos en ambientes con alfombras o materiales similares, así como controlar el rango de humedad en la habitación. La baja humedad es sinónimo de estática por ello es importante mantener los rangos de humedad del ambiente. En su lugar se debe considerar instalar pisos antiestáticos, adecuados para salas técnicas.
 - Radiaciones electromagnéticas: El tendido de datos y energía eléctrica debe correr por diferentes medios (bandejas) buscando la necesaria separación para evitar radiaciones e interferencias (demás está decir que en la interferencia el tendido afectado es el de datos).
 - Análisis del sitio. La zona a elegir debe estar lo más libre de obstáculos o tener la seguridad que el modelo de terreno no será alterado de manera que afecte la línea de vista del receptor ADS-B con la flota aérea a cubrir. De la misma manera el concepto del Cono del Silencio debe tenerse presente. Considerar un valor previsto como cono de silencio es mejor que no tenerlo ya que en operaciones reales se tendrá una zona ciega de cobertura. Por ello se puede asumir un valor de entre 30 y 90 grados en gabinete lo cual evitará sorpresas posteriores.
 - Interferencias a/de otras estaciones: En el entorno ATC, los sistemas SSR, ADS-B, ACAS y militar de IFF utilizan las mismas frecuencias (1 030 MHz y 1 090 MHz) (véase la Figura 4). Los cambios técnicos u operacionales en uno de los sistemas mencionados tienen consecuencias para el propio sistema, dentro del

sistema en cuestión, para los otros sistemas que funcionan en las mismas frecuencias e incluso para sistemas que funcionan en frecuencias vecinas (p. ej., DME). En la siguiente figura se presenta una reseña de los sistemas 1 030/1 090 MHz como parte de la banda de frecuencias aeronáuticas 960 MHz–1 215 MHz. La interferencia puede llevar a una degradación de la performance del sistema, con pérdida de información o con información errónea. Por ello, al momento de seleccionar el sitio donde se instalará las antenas del ADS-B se debe considerar la cercanía física y en frecuencia con los otros sistemas de navegación que se tienen en el Aeropuerto, especialmente con los sistemas DME y radares de vigilancia.

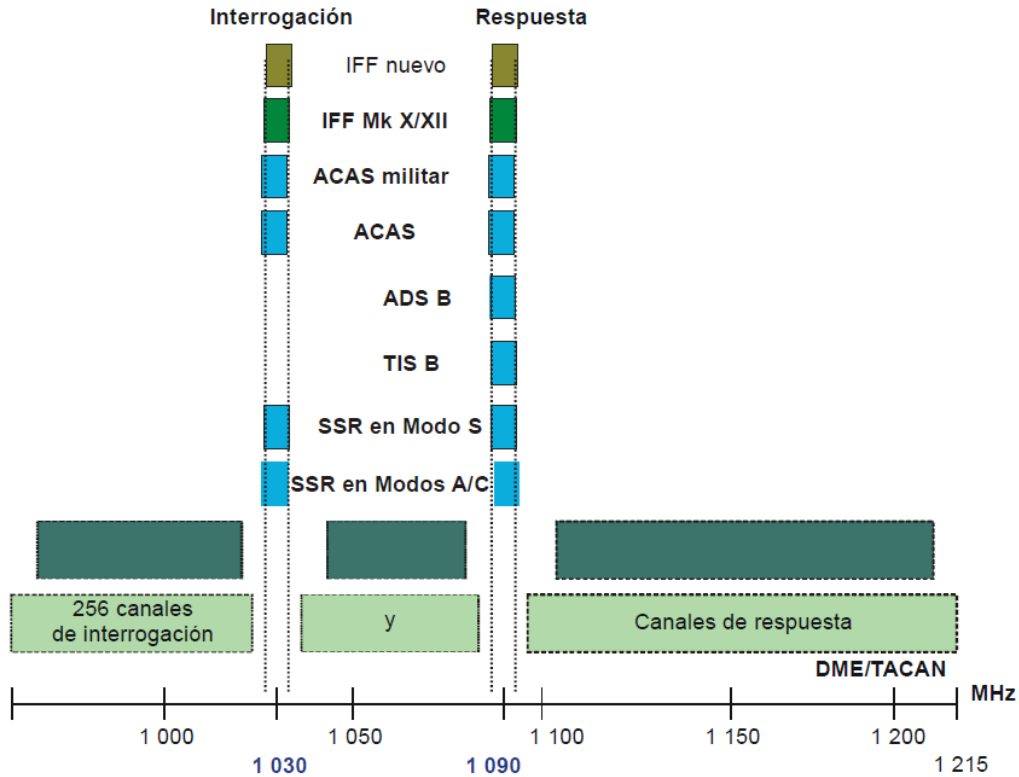


Figura 4. Canales y frecuencias dentro de la banda de frecuencias Aeronáuticas 960 MHz – 1 215 MHz.

f) Temperatura: El funcionamiento del sistema será más confiable si la temperatura se mantiene en un rango estable y ser más conservador de lo que el manual del fabricante menciona, recomendándose mantener entre 20 ° y 25 ° C. Temperaturas de trabajo altas e inestables aumentan la frecuencia de fallos en los circuitos. Sin embargo los sistemas bien pueden trabajar por periodos cortos a temperaturas mayores o menores, se recomienda solicitar a los proveedores de equipos ADS-B los valores de los siguientes parámetros:

- Temperatura de funcionamiento:
- Temperatura mínima:
- Temperatura máxima:
- Las variaciones de temperatura: expresado en T°/ tiempo (° C / hora)
- Variaciones instantáneas: expresado en T°/ tiempo (° C / minuto).

- g) **Humedad:** Se recomienda que la humedad relativa en las habitaciones seleccionadas para la instalación se mantenga entre 40% y 60% y sin condensación. Niveles bajos de humedad puede producir electricidad estática, mientras que niveles altos de humedad puede causar problemas en el suministro de papel impresoras, así como problemas en cintas magnéticas y discos, por la generación de hongos.

Se recomienda seguir las siguientes especificaciones de humedad:

- Humedad relativa del aire: 40 - 60%, sin condensación.
 - Humedad relativa máxima: 80%.
 - Humedad relativa mínima: 30%.
- h) **Aire acondicionado:** El sistema de aire acondicionado deberá mantener la temperatura y humedad de la habitación dentro de las especificaciones indicadas.

4.3.2

Estructura del diseño de instalación

- a) **Identificación de las salas y sitios**

El orden es importante en toda instalación más aun en sistemas críticos como los vinculados al servicio aeronáutico. Por ello establecer un sistema de identificación es la actividad más relevante en aras de conseguir dicho orden. Esto permitirá facilitar las tareas de mantenimiento y evaluación del comportamiento propios de este tipo de sistemas. Se recomienda numerar todas las posiciones que forman del sistema para su identificación; proporcionando a cada componente de instalación, un identificador, que se utilizará para toda parte del sistema con prefijos diferentes para hacer referencia a ubicación, piso, ambiente, rack, nivel de mismo y la correspondiente numeración. De la misma manera se debe ser irrestricto en las recomendaciones de cableado estructurado. Se debe solicitar al proveedor del sistema que suministre diagramas generales de las conexiones ADS-B, bajo el sistema de identificación establecido, así como también de la conexión del cableado de las LAN ADS-B, las conexiones entre las antenas y el rack, la conexión del GPS, los servidores NTP y relojes remotos.

- b) **Cableado de identificación**

- Se debe confeccionar lista de identificación con información de las conexiones punto a punto de los cables.
- Cada rack debe contener la lista del cableado relacionado al mismo en una lista la cual debe estar ubicada en físico en el rack.
- Asimismo el etiquetado del cableado debe contener toda la información que lo asocie al rack.
- Cada cable se menciona en la lista se identifica mediante un número de referencia, esta referencia nos lleva a una lista de proveedores de cables que contienen todos los detalles relativos a la fabricación de señal / nombres / funciones.
- Cada etiqueta debe indicar el comienzo y el final del cable con precisión, así como donde tiene que estar conectado a dentro del conjunto de cables.

Los tipos de cableado que se suelen instalar son del tipo:

- Cableado Radar entre Antenas y los filtros, entre filtros y los procesadores de datos radar, entre los procesadores y el KVM (keyboard, video y mouse), entre antenas GPS y los procesadores. Para esto se suele usar cables coaxiales como RG-58, RG-214, RG-179. Los calibres de los mismos dependerán de las distancias y detalles técnicos de cada fabricante.
- Para el cableado Indoor que conectará los procesadores con las interfaess de salida de información para presentación de datos radar o gestión, se suele usar como mínimo RJ45 Cat 5E. Mejor aún si se utiliza una categoría superior de cableado estructurado de acuerdo al standard T568B.

c) Capacidad requerida de la Red aeronáutica nacional

El medio de transporte de la señal debe considerar los protocolos y formatos de la data radar que el ADS-B suministra.

Por la propia naturaleza del servicio la data ADS-B debe disponer de un medio IP compatible con el protocolo de nivel de transporte del tipo UDP Multicast. Esto suele complicar el enlace entre el sensor ADS-B y el ACC, debido a que los proveedores de servicios públicos suelen tener sus redes y proporcionar servicios IP con protocolo de capa de transporte TCP.

CORPAC dispone de una red en frame relay la cual se utilizó para enlazar al ADS-B desde Pisco a Lima.

4.4 **Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM)**

4.4.1 Las primeras implementaciones de la ADS-B se espera que utilicen GNSS para la determinación de la posición. En ese sentido, debido a que la disponibilidad de datos GNSS tiene una influencia directa en la provisión de un servicio de vigilancia, los proveedores de Servicios ATS pueden optar por utilizar un servicio de predicción integridad GNSS para ayudar a determinar la disponibilidad futura de los utilizables datos ADS-B.

4.4.2 La integridad alertas de predicción de servicio a los usuarios pérdida potencial futuro o degradación del servicio ADS-B en zonas definidas. Cuando estas alertas se muestra, el sistema se indica a los usuarios que en algún momento en el futuro los ADS-B datos de posición puede ser inadecuada para apoyar la aplicación de la ADS-B de la separación.

4.4.3 Es recomendable que el servicio de predicción se ponga a disposición de cada dependencia ATS que emplee ADS-B para proporcionar un servicio de separación, para asegurarse de que los controladores aéreos son alertados antes de cualquier degradación predicha del servicio GNSS y la reducción asociada de su capacidad para proporcionar ADS-B de separación a los vuelos dentro de la zona afectada. Esto es similar a tener una advertencia anticipada de un corte planificado del sistema radar por mantenimiento.

4.4.4 El ADS-B no debe ser utilizado para proporcionar la separación entre aeronaves durante el período que se espera que la integridad de los informes de posición no sea adecuada.

4.4.5 Si una pérdida imprevista de la integridad ocurre (incluyendo un informe de alerta RAIM de tripulación) entonces:

- a) La separación ADS-B no debe ser aplicada por el ATC a la aeronave hasta que la integridad se haya asegurado, y
- b) El controlador debe verificar con otras aeronaves en las proximidades de la presentación de informes avión la alerta RAIM, para determinar si se han visto afectados y establecer formas alternativas de separación si fuera necesario.

4.4.6 Mayor información sobre el RAIM se puede encontrar en el Apéndice 8 de este documento.

4.5 Pruebas de funcionamiento

4.5.1 Luego de la instalación del sistema ADS-B se debe solicitar al fabricante o empresa a cargo suministrar un certificado de instalación del cableado como primer punto.

4.5.2 El sistema de test transponder ADS-B permitirá los ajustes necesarios de los blancos permitiendo que la integridad de la señal sea la óptima. Este sistema es referencial

4.5.3 Respecto las pruebas de operación, se debe iniciar con pruebas de enlace a nivel físico y luego del éxito esperado las que corresponden a transmisión de tráfico multicast UDP desde el emplazamiento del sensor hasta la dependencia ATS de destino: para el caso de Perú se efectuó desde Pisco hasta Lima (nodo Sala REDAP-Lima).

4.5.4 Luego del éxito esperado se efectúan pruebas de compatibilidad de datos recibidos con el aplicativo del proveedor del sistema de administración de tráfico aéreo. Para ello el mismo debe tener la capacidad de procesar datos en el protocolo ASTERIX CAT 21 ed 1.8.

4.5.5 Respecto al ancho de banda del medio de transporte para el caso de Lima se tiene un pico de hasta 18 kbps, pero esto va a depender de la cantidad de aeronaves con aviónica ADS-B que circulen por el espacio aéreo a controlar. Se recomienda que se dispongan de un BW de no menos 64 Kbps en el medio de transporte.

4.5.6 Las pruebas de chequeo en vuelo son una parte integral de las pruebas de las pruebas de sistemas ADS-B basados en tierra. La aeronave a contratar necesita estar apropiadamente equipada de transponders 1090 MHz Extended Squitter (1090ES) y equipos de grabación. Se deben establecer las rutas de vuelo para probar tanto los servicios uplink como downlink dentro del volumen definido del espacio aéreo. Mayor información relacionada al tema de las pruebas de chequeo en vuelo se pueden encontrar en el Apéndice 10 “XXXX”.

4.5.7 La información necesaria para evaluar el sistema ADS-B por medio de pruebas de vuelo debe incluir parámetros de performance incluyendo intervalo de actualización mínimo de información ADS-B, volumen de cobertura sobre el área geográfica donde se pretende dar el servicio ADS-B, precisión de la data radar, datos de identificación, latencia de datos máxima y funciones de validación de datos.

4.5.8 Un aspecto importante que debe probarse es la interoperabilidad del ADS-B en el ambiente de vigilancia actual de cada Estado, de manera de asegurarse que el ADS_B no degrade las operaciones de los sistemas que ya operan en 1090 MHz. Este asunto de interoperabilidad con otros sistemas en frecuencias RF necesita ser considerado dentro de los objetivos de las pruebas de operación.

4.5.9 La metodología de las pruebas de vuelo se pueden encontrar en el documento documento WP ASP12-05-Doc-9924 “ Change Proposal for Guidance Material on Flight Testing of New Surveillance Systems”.

4.5.9 Otro aspecto importante es la compartición del medio de transporte. Si bien es cierto la integración de servicios es lo que se recomienda hoy en día es importante tener en cuenta que los medios deben priorizar los servicios. Es decir si se opta por que el medio que trasporte la señal ADS-B sea el mismo que servicios esenciales como comunicaciones orales T/T o T/A se debiera utilizar técnicas de segmentación o asignación de BW de manera de evitar que la información de los datos de vigilancia no interfiera en las de voz ya que producirá micro cortes en la voz (servicio on line que no admite retardos).

4.6 Entrenamiento del personal técnico

4.6.1 El personal técnico residente en la sede del sensor como en la administración de la red que transporta la señal ADS-B debe participar desde un inicio en la instalación así como en las pruebas que se efectúen. De la misma manera deben recibir instrucción respecto a la estructura del sistema, características y condiciones de operación, flujo de la señal radar, y todo detalle técnico que permita que el sistema opere en las condiciones nominales previstas.

4.6.2 En la sede de la administración de la red se debe monitorear el ancho de banda utilizado por el tráfico multicast del sistema ADS-B y coordinar los cambios respectivos de canales de procesamiento, de ser el caso, con el técnico residente en caso no se disponga de gestión remota u otro tipo de actividad.

4.6.3 Como recomendación final se establece que el personal a cargo debe tener en todo momento presente que el obviar los rangos y datos especificados por el fabricante del sistema degradará la vida útil del equipo y como consecuencia se perderá fiabilidad.

4.6.4 A continuación se presenta a manera de referencia una arquitectura de un sistema ADS-B (Ver Figura 5) configuración el sistema

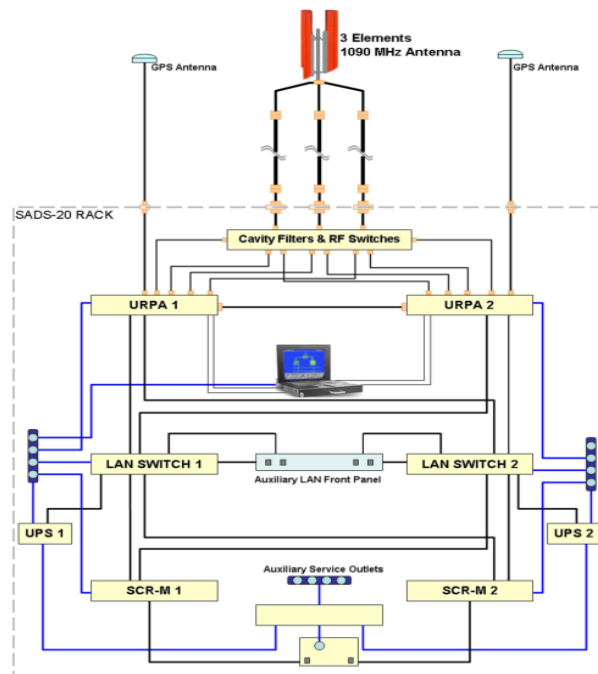


Figura 5: Modelo de arquitectura de ADS B

La arquitectura está constituida por los siguientes elementos ::

- Grupo de Antenas:
 - Tres sectores independientes.
- Distribución de señales RF:
 - Grupo de Filtrado y Relés de Radiofrecuencia
- URPA (Unidad de Recepción y Procesamiento ADS-B: Process and receiver ADS-B):
 - 3 Tarjetas Receptores 1090MHz
 - 3 Tarjetas Procesadoras
 - 1 Tarjeta de Sincronización GPS
 - 1 Software card (O.S.: Linux)
- SLG (Sistema Local de Gestión : Local Control and Monitoring)
 - Basados en sistema Unix
 - Sistema con capacidad de ser integrado en el URPA o en cualquier otro equipo.
- Communication system:
 - Two redundant LANs.
 - Routers

5. **RECOMENDACIONES FUNCIONALES PARA LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO QUE VAYAN A SER UTILIZADOS CON ADS-B EN LA REGIÓN SAM**

5.1 Para lograr un estándar común de interoperabilidad, en cuanto al uso del ADS-B en la región SAM, adicionalmente a lo estipulado en el capítulo 8.2 del Doc. 4444, los sistemas automatizados de gestión de tránsito aéreo utilizados por los ANSP, deberían contar al menos con las siguientes características técnico/operativas:

- a) En caso de degradación de la información de navegación establecido por la autoridad ATS competente del Estado, el centro de control, debería tener la capacidad de determinar cuando los reportes de precisión e integridad de los valores son suficientes para soportar una aplicación determinada (ejemplo control con vigilancia ATC para separaciones de 5NM), por ende debería contar con capacidad de ingreso de valores límites admisibles, de calidad e integración de la información (NUC, NIC/NAC/SIL) de acuerdo a la versión del mensaje ADS-B. Estos parámetros deberían poder ser configurables por los Estados sin intervención del proveedor.

Nota: referencias Doc. 4444 capítulo 8.1.10 y para mayor detalle de estos conceptos y performance de las ES, ver documento DO-260A capítulo 2, 3 y 4.

- b) Presentación visual de alarma apropiada en el ASD, en caso de deterioro del/los valores mínimos ingresados en el literal a) anterior, que permita a las dependencias ATC diferenciar entre una traza radar, de multilateración y una traza ADS-B (o una combinación de estas), fuera de los límites establecidos para proporcionar la separación del espacio aéreo que se trate.(Ref. doc.4444 capítulo 8.2.5).

- c) Con fines de análisis y estudios de los estados, se recomienda que los sistemas automatizados mantengan la generación de “plots” de ADS-B, inclusive fuera de los límites establecidos mencionados en el literal “a” anterior para visualización no operacional (monitoreo técnico). Sin embargo estos plots fuera de límites, no deberían ser tomados en cuenta por multitracker para realizar la fusión con datos de otros sensores.
- d) Presentación de información en el ASD, del tipo de sensor de vigilancia utilizado, ya sea uno solo o de manera combinada entre varios, de manera que se puedan identificar cada una de las combinaciones.
- e) Actuación de la información de los correspondientes parámetros recibidos en los mensajes del ADS-B (ADS-B-ADD), sobre los “safety nets” procesados por el SDP o FDP según corresponda, del sistema de vigilancia. (ver Apéndice 1 “Aplicaciones operacionales del ADS-B”).
- f) Procesamiento de mensajes ASTERIX Categoría 21 edición 1.8 (Apéndice 9 “Asterix Categoría 21 Ed. 1.8”).
- g) Capacidad de procesamiento de mensajes ADS-B “versión 0” y “versión 1” simultánea (anexo 10 de la OACI Volumen 4, numeral 5.2.4).