



SAM/IG/4  
NE/25  
**REVISADA**  
20/10/09

**Organización de Aviación Civil Internacional  
Oficina Regional Sudamericana**

**CUARTO TALLER/REUNIÓN DEL GRUPO DE IMPLANTACIÓN SAM (SAM/IG/4)  
PROYECTO REGIONAL RLA/06/901**

**Lima, Perú, 19 al 23 de octubre de 2009**

**Cuestión 6 del  
Orden del Día:**

**Evaluación de los requisitos operacionales para determinar la implantación de mejoras de las capacidades de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) para operaciones en ruta y área terminal.**

**Seguimientos de las actividades de ensayos ADS B en la Región SAM  
Ensayo ADS B EN LIMA PERU  
(Presentada por PERU)**

**Resumen**

Esta Nota de Estudio presenta información sobre ensayos ADS-B realizados en Lima - Perú como parte de las actividades del Plan de Acción para la realización de ensayos ADS B formulados durante la Reunión SAM/IG/2. Los ensayos se realizaron gracias a la colaboración de la empresa Thales la cual suministró sin costo alguno equipamiento y personal para dicho ensayo. Para la realización del ensayo se contó con una importante participación del personal del proveedor de servicios de navegación aérea del Perú – CORPAC, la DGAC del Perú y el apoyo de la Oficina Regional Sudamericana de la OACI.

**Referencias:**

- GREPECAS 13 - Conclusión 13/87
- Informe de la Reunión SAMIG/2 : Apéndice C a la cuestión 5 del Orden del Día: Plan de Acción para la Implantación de ensayos ADS-B en la Región SAM
- Informe de la Reunión SAMIG/3 : Cuestión 6 del Orden del Día

**1 Introducción**

1.1 El objetivo de los Ensayos ADS-B en Lima fue el de tener un conocimiento “hands-on” sobre los aspectos técnicos de la instalación y funcionamiento de una Estación Terrestre ADS-B y un Terminal TSD (Technical Situation Display), para posteriormente poder difundir los resultados a los Estados de la Región SAM, la recolección de datos ADS B para su análisis posterior en cuanto respecta a cobertura, validación de la información ,

1.2 Los ensayos realizados se alinea con los requerimientos requeridos por la Conclusión 13/87 del GREPECAS *PROGRAMA DE ENSAYOS ADS-B EN LAS REGIONES CAR/SAM*: “Que los Estados/Territorios/Organizaciones Internacionales en colaboración con los usuarios del espacio aéreo, establezcan y ejecuten un programa ensayos ADS-B usando tecnología disponible y servicios con la finalidad de mejorar el conocimiento de ADS-B y evaluar los beneficios para la gestión del tránsito aéreo en las Regiones CAR/SAM”.

1.3 En la reunión SAMIG/2, se acordó preparar la implantación de un programa de ensayo de ADS B en la Región. Como parte de las actividades del Proyecto Regional RLA/06/901 “*Asistencia en la implantación de un sistema regional de ATM considerando el concepto operacional ATM y el soporte de tecnología en comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) correspondiente*”, realizando a este respecto un plan de acción para la realización de ensayos ADS-B y de un seminario para difundir información sobre la tecnología ADS-B y los resultados de los ensayos para el 2009..

1.4 Una vez definidos los objetivos de los ensayos, el Oficial CNS de la Región SAM y el relator del Grupo de Tarea CNS, realizaron coordinaciones con algunos fabricantes y proveedores de sistemas ADS-B que normalmente participan en eventos de la OACI en las Regiones CAR/SAM a efecto que pudieran proveer de equipamiento terrestre para la realización de los ensayos en la Región sin costo alguno para el Proyecto RLA/06/901

1.5 De los fabricantes y proveedores consultados únicamente la Empresa Thales ATM GMBH respondió positivamente a nuestro requerimiento en cuanto a equipamiento, tiempo de evaluación, apoyo de personal especialista para el seminario, sin costo alguno para el Proyecto.

1.6 La Oficina SAM de OACI solicitó la colaboración de CORPAC S.A., el proveedor de servicios de navegación aérea del Perú, para proporcionar el lugar y personal para la instalación del equipamiento ADS-B, personal CNS y ATM para participar en los ensayos y las instalaciones del Centro de Entrenamiento para la realización de un Seminario.

1.7 En la reunión SAMIG/3, se informó sobre la instalación una estación terrestre ADS-B y un Terminal TSD (Technical Situation Display) para la realización de ensayos en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez de Lima-Perú en instalaciones de CORPAC.

1.8 Estos ensayos ADS-B fueron llevados a cabo desde el 08-05-2009 hasta la fecha..El Seminario sobre los resultados de los ensayos ADS B , fue postergado para el próximo año en fecha aún por definir. Sin embargo, del 03 al 05 de junio de 2009, en las instalaciones de CORPAC S.A., la compañía THALES ATM realizó un Seminario sobre su sistema ADS-B para el personal del Perú.

## **2 Análisis**

### *Objetivos del ensayo*

1

2.1 Los objetivos principales del ensayo fueron los siguientes.

2.1.1 Obtener experiencia técnica en la instalación y configuración de estación terrestre ADS-B así como del Terminal TSD (Technical Situation Display)

2.1.2 Recolección de datos radar

2.1.3 Análisis y procesamiento de datos ADS-B recolectados.

### *Consideraciones previas a la instalación del equipo*

2.2 El Terminal TSD (Technical Situation Display) y la estación terrestre ADS-B fueron instalados en ambientes del proveedor de servicios de navegación aérea del Perú-CORPAC, Edificio Radar Sala Briefing y la Sala de Equipos FDP Radar (contiguos al Centro de Control ACC Lima). Esta ubicación se

consideró adecuada teniendo en cuenta las facilidades de acceso para el personal ATC y personal técnico CNS local y visitantes, disponibilidad de conectividad local (LAN), energía 220 VAC con UPS, mástil para la antena ADS-B/GPS y seguridad. Se debe tener en cuenta que para esta ubicación, el edificio de la Torre de Control del Aeropuerto Jorge Chávez constituye un obstáculo.

*Descripción técnica del equipo utilizado para los ensayos.*

2.3 El equipamiento ADS- B instalado fue marca Thales, familia AS-68X, serie AS680 conformado por lo siguiente:

- a. Antena Receptora ADS-B.
- b. Antena GPS.
- c. Unidad Amplificadora de Antena
- d. Unidad de Procesamiento de Señal (AS 680 SPU)
- e. Sistema de monitoreo y control Remoto (RCMS) de la estación terrena ADS-B.
- f. Sistema de monitoreo y control local (LCMS)
- g. Terminal TSD (Technical Situation Display).

En el **Apéndice A** se ilustra el equipamiento utilizado en los ensayos ADS-B, así como un extracto de la hoja de datos del equipamiento.

*Actividades realizadas en el ensayo*

2.4 Las actividades realizadas durante el ensayos fueron :

- Instalación de la estación terrestre ADS-B y antenas (ADS-B y GPS)
- Instalación del Terminal TSD (Technical Situation Display)
- Pruebas de operación
- Instrucción práctica en la operación de la estación al personal CNS y ATM de CORPAC
- Elaboración de un formato para el registro de datos
- Recolección de datos
- Análisis de los datos
- Exposición de los resultados en el Seminario CORPAC

*Cobertura del ensayo ADS-B*

2.5 En el **Apéndice B** se ilustra la cobertura teórica (línea de vista) de la estación ubicada en Lima, así como una presentación gráfica de blancos tanto para el sistema radar y la estación terrestre ADS-B instalados en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

2.6 El alcance obtenido en estos ensayos ADS-B fue:

- Por el Nor-Oeste hasta las 260 millas náuticas
- Por el Norte hasta las 250 millas náuticas
- Por el Sur hasta las 240 millas náuticas
- Por el Sur-Este de 180 hasta las 200 millas náuticas
- Por el Este hasta las 80 millas náuticas

### *Análisis de datos*

2.7 Los datos suministrados por el Terminal TSD (Technical Situation Display) se encuentran en formato ASTERIX CAT-21 edición 0.23 (EUROCONTROL). Toda la información recabada a continuación, corresponde solo a las aeronaves que realizaron operaciones dentro de la cobertura de ambos sistemas de vigilancia (ADS B , Radar Secundario) .

2.8 Del análisis de los datos recolectados se observó lo siguiente:

**a) Datos generales:** La siguiente tabla muestra el total de datos evaluados del 04 al 29 de junio del presente año y los promedio diarios.

	TOTAL	Promedio por día
Vuelos detectados por RADAR	7956	306
Vuelos de aeronaves equipadas con Modo S extendido	3925	151
Aeronaves captadas con ADS-B	1397	54

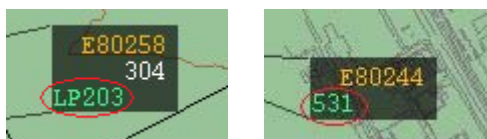
**b) Comparación de datos de velocidad y nivel:** Tomando en cuenta la recolección de datos realizada del 11 al 29 de mayo del presente año se registró y comparó la información de velocidad y nivel de las aeronaves elegidas, proporcionado por ambos sistemas de vigilancia (Radar y ADS-B), en determinados momentos o posiciones. El resumen de los promedios finales de estos datos se muestran a continuación:

Promedio de diferencias entre ambos sistemas de vigilancia	
de velocidades registradas (GS)	+/- 13 Kts
de niveles de vuelo entre el modo C y S	+/- (221 ft)

En el caso del promedio de velocidades registradas, no siempre se pudo hacer las comparaciones, debido a que en algunas oportunidades el Modo S, transmitía la velocidad aérea verdadera (TAS); las fluctuaciones de velocidad estuvieron entre 1 KTS y 40KTS.

En el resultado de los promedios de los niveles de vuelo registrados, las diferencias en algunos casos fueron nulas, sin embargo en otras oportunidades se registraron diferencias de 100 a 200 pies. El caso más resaltante fue el de una aeronave que mostró una diferencia de 510.25 ft, la cual asumimos como producto de un conjunto de errores (de altímetro, del transponder, régimen de ascenso o descenso, tiempo de refresco de información, entre otros).

⇨ **Errores en Identificación:** Los errores de identificación de vuelo que se encontraron entre los días 4 y 29 de Junio, son los siguientes :



Descripción	Cantidad	%
Cantidad de vuelos con errores de Identificación	597	15
Cantidad de vuelos con ID cambiado espontáneamente por software (aparente aviónica – B744)	16	0.41
Cantidad de vuelos con ID correcto	3328	85
Cantidad de vuelos analizados	3925	100

De las 3925 aeronaves (con Modo S extendido) analizadas, 597 (15 %) mostraron errores en la identificación del vuelo.

Se verificó que los errores de identificación tienen como posibles causas, la introducción errónea u omisión de la identificación del vuelo por parte de la tripulación, un error de equipamiento o software, como sucede con algunos B744, los cuales espontáneamente transmiten una “U” al final del campo asignado. Dicha letra aparece solo por algunos segundos (de 9 a 10 segundos en la mayoría de los casos). Sin embargo, especialmente en el caso de los errores generados por la tripulación, son problemas que pueden ser solucionados, con la apropiada capacitación y difusión del tema a los operadores.

El día 5 de Junio se presentó el caso particular de una aeronave (IL96), en sobrevuelo a FL350, con identificación de vuelo correcta, pero con la dirección de 24 Bits, (asignada por OACI), con caracteres extraños a dicho campo (9.00E+66). No se registró ningún otro caso de error en el campo de dirección de 24 Bits, de los datos tomados.

**d) Valores de NUCp obtenidos:** En cuanto al análisis del NUC, (del 04 al 29 de Junio) y considerando un valor teórico aceptable de  $NUC > 4$ , se obtuvo lo siguiente:

Navigational Uncertainty Category for Position (NUCp) DO-260A							
Total del número de vuelos con							
FOM/PA (0)	FOM/PA (2)	FOM/PA (3)	FOM/PA (4)	FOM/PA (5)	FOM/PA (6)	FOM/PA (7)	FOM/PA (8)
1297	25	18	37	183	2769	2681	1
1377				5634			

Se registraron algunas pérdidas de transmisión de datos (descontando las que fueron originadas por los obstáculos) las cuales merecen una investigación mas profunda para evaluar el RAIM.

- e) **Porcentaje de vuelos con respuesta ADS-B:** En los ensayos realizados del 4 al 29 de junio se notó que el 18% de aeronaves cuentan con Modo S Extended Squitter. Esta cantidad de aeronaves realiza en promedio, el 50% del total de vuelos diarios.

	Porcentaje promedio diario
Aeronaves con Modo S Extendido	18%
Vuelos realizados con Modo S Extendido	50%

- f) **Apantallamiento por ubicación:** Durante las pruebas se confirmó el apantallamiento originado por el Edificio de la Torre de Control para las aeronaves en algunas partes del área de movimiento y al noroeste (aproximadamente radial 300 de LIM) del aeropuerto Jorge Chávez.



### 3.2 Conclusiones:

- 3.2.1 Se ha tomado conocimiento de primera mano de la operación del sistema de vigilancia ADS-B basada en Modo S Extendido.
- 3.2.2 Se comprobó la diferencia y el grado de detalle de la comparación de los datos proporcionados por sistemas de vigilancia radar y ADS-B.
- 3.2.3 El alto número de vuelos reportados con Modo S Extendido nos indica que debe facilitar la implementación gradual de normas, procedimientos y equipamiento para el futuro uso operacional del ADS-B.
- 3.2.4 Se han identificados problemas como valores incorrectos en la identificación de las aeronaves que ameritan que se continúe en el análisis de los mismos en futuros ensayos
- 3.2.5 En la actualidad, el estado peruano continúa realizando evaluaciones con la estación ADS-B. Se considera importante que se continúen realizando este tipo de ensayos en la Región y las experiencias sean compartidas.

## 4 Acción Sugerida

- 4.1 Se invita a la reunión a considerar la información presentada en esta Nota de Estudio y revisar sus Apéndices a fin que pueda servir como referencia para cualquier Estado que desee realizar ensayos con ADS-B.

\* \* \* \* \*

## APENDICE A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO ADS-B

### AS 68x family

### ADS-B

#### System Description

#### Description, Operation and Maintenance

Received RF signals are converted into video signals by the RXU's logarithmic receiver, and analyzed by the Signal Processing Board in order to reliably detect ADS-B signals. The decoded data are collected and further processed by the application software of the SBC. The optional GPS Timing System provides a positive system time reference to support the SBC's real time clock. It also provides additional information about GPS status, like position, dilution of precision, number and identity of satellites visible and – optionally – also GPS integrity information in the same way as an ADS-B target (RAIM / HPL). The ground station constantly verifies GPS health by checking the deviation of the measured GPS position versus the configured ground station position.

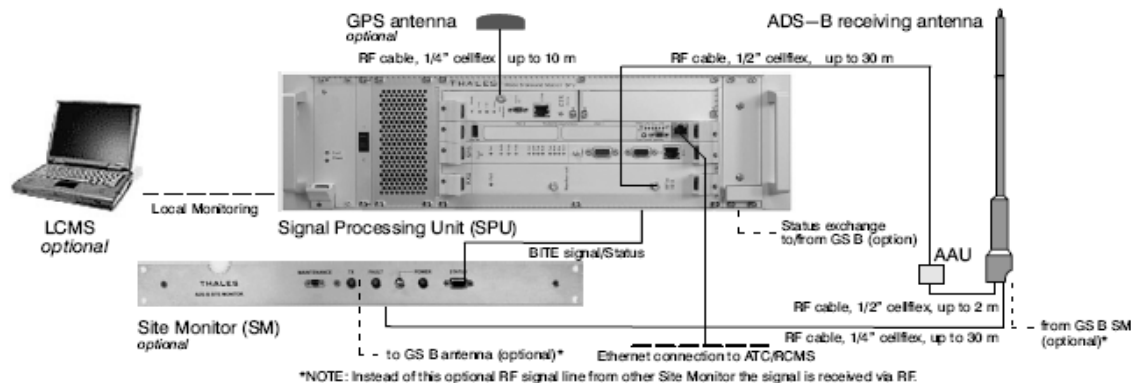


Fig. 1-5 ADS-B serviceable ground station equipment (exemplary view)

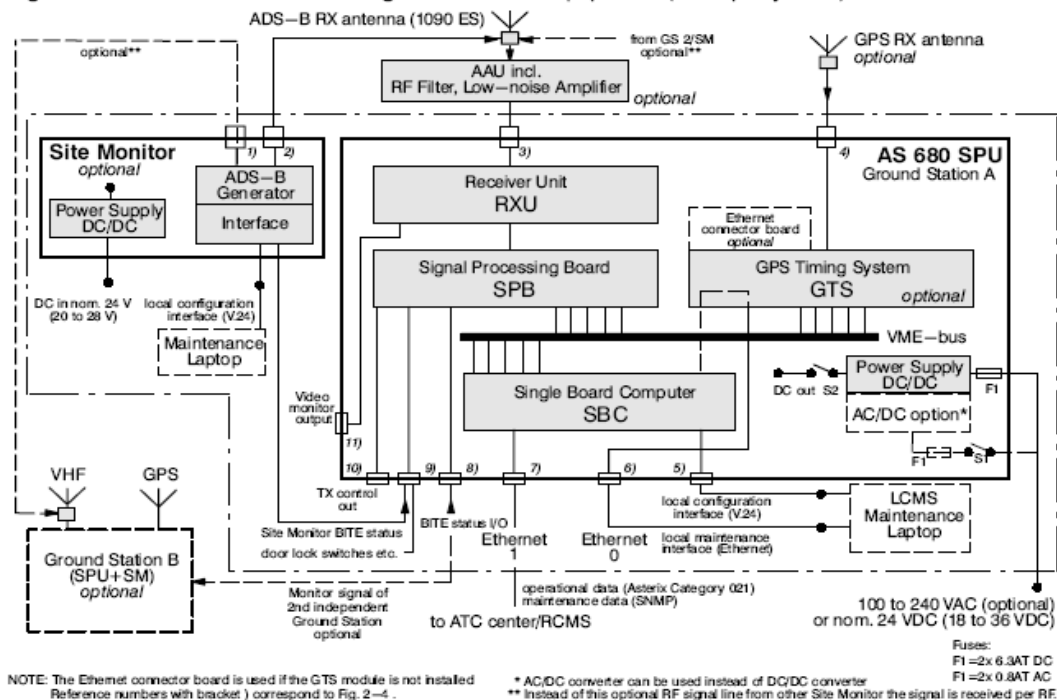


Fig. 1-6 ADS-B serviceable ground station architecture, exemplary configuration



**ADS—B****AS 68x family**

Description, Operation and Maintenance

*System Description***1.5 TECHNICAL CHARACTERISTICS****1.5.1 Dimensions and Weight**

AS 680 basic system:

— AS 680 SPU equipped; HxWxD; weight 19", 3HU; 133x482x250 mm; approx. 7.1 kg

Site Monitor (SM) option; HxWxD; weight 19", 1HU; 43x482x250 mm; approx. 1.0 kg

Configured system versions (optional):

AS 681 with cabinet, equipped; HxWxD; weight 19", 9HU; 600x600x600 mm; approx. 90 kg

— SPU, HxWxD; weight 19", 3HU; 133x482x250 mm; approx. 7.1 kg

— SM, HxWxD; weight 19", 1HU; 43x482x250 mm; approx. 1.0 kg

— Data Switch, HxWxD; weight 19", 1HU; 43x482x180 mm; approx. 1.5 kg

— UPS, basic, HxWxD; weight 19", 2HU; 86x444x410 mm; approx. 19 kg

AS 682 with cabinet, equipped; HxWxD; weight 19", 24HU; 1200x600x600 mm; approx. 150 kg

— SPU, HxWxD; weight (2x) 19", 3HU; 133x482x250 mm; approx. 7.1 kg

— SM, HxWxD; weight (1x) 19", 1HU; 43x482x250 mm; approx. 1.0 kg

— Data Switch, HxWxD; weight (1x) 19", 1HU; 43x482x180 mm; approx. 1.5 kg

— UPS, basic, HxWxD; weight (2x) 19", 2HU; 86x444x410 mm; approx. 19 kg

— UPS, extension, HxWxD; weight (2x) 19", 2HU; 86x444x410 mm; approx. 25 kg

**1.5.2 Peripheral Equipment**

ADS—B RX antenna options:

— Omnidirect. Kathrein, 11.5 dBi, H,Ø; weight max. 3420 mm, 60 mm; approx. 26 kg max.

— Omnidirectional FAN96, 9 dBi, H,Ø; weight max. 2700 mm, 60 mm; approx. 24 kg max.

— Omnidirectional AAN186, 6 dBi, H,Ø; weight max. 1640 mm, 90 mm; approx. 10 kg max.

Antenna Amplifier Unit (AAU), HxWxD; weight 280x180x105 mm; approx. 4 kg

— AAU support and cover, HxWxD; weight 300x255x220 mm; approx. 5 kg

GPS antenna (option), (HxW); weight (2x) 60x100 mm; approx. 0.3 kg

**1.5.3 Power Supply**

SPU

AC voltage input (AC/DC converter option) 100 to 240 VAC, 50/60 Hz, single phase

DC voltage input (DC/DC converter option) nom. 24 VDC, 18 to 36 VDC, max. 4.5 A

Power consumption approx. 55 VA

Site Monitor (option)

AC voltage input via plug—in mains supply 100 to 240 VAC, 50/60 Hz (DC out 24 V)

Power consumption approx. 5 VA

DC voltage input nom. 24 VDC, 20 to 28 VDC, max. 1 A

Data Switch (option)

AC voltage input 100 to 240 VAC, 50/60 Hz, single phase

DC intern 5 V, max. 8 A

UPS type (option)

RS 1000 with 1 battery extension

AC voltage input / max. current 160 to 276 VAC, 50 Hz, single phase / 6.0 A

AC voltage output 208/220/230/240 VAC / 50 Hz

Power rating approx. 1000 VA (700 W)

Batteries 3x 12V, 7Ah

Battery extension 1

Typical battery time (battery mode) in [min] 53 (100 % load), 122 (50 % load)

## AS 68x family

## ADS—B

### System Description

### Description, Operation and Maintenance

#### 1.5.4 Environmental Conditions

##### Ambient temperature

Operation indoor (SPU, Data Switch, SM, UPS)	+10 to +40 °C
Operation outdoor equipment (antennas)	−40 to +70 °C
Transport	−55 to +70 °C

##### Relative humidity

indoor	max. 90%, non condensing
outdoor	max. 95% (−10 to +39 °C); max. 50% (40 to 70 °C)
non operation and transport	up to 100 % with condensation

##### Max. wind velocity optional antennas

Antenna Kathrein (11.5 dBi)	max. 130 km/h
Antenna FAN96 (9 dBi)	max. 150 km/h
Antenna AAN186 (6 dBi)	max. 180 km/h

#### 1.5.5 System Data Ground Station AS 68x

ADS—B System	Ground station with redundant equipment, built by 2 SPU, coupled via Data Switch to ADS—B LAN
Report generation	ASTERIX CAT 21 reports
Communication interface	UP/IP, SNMP on UDP/IP, SSH, SCP on TCP/IP

##### 1.5.5.1 Signal Processing Unit (AS 680 SPU)

Receiving signals	1090 ES ADS—B, GPS L1—band 1575.42 MHz
Coverage range	up to 150 NM at flight level > 300, omnidirectional
Capacity (GS)	> 250 targets
Report generation	ASTERIX CAT21 (ADS—B)

#### 1.5.6 Interfaces

##### AS 680 SPU

— PC connector */**	Serial, SubD, 9 pin, male
— Data interface connector */**	RJ45, Ethernet 10/100Base—T
— Others */**	Serial, V.24, MicroSubD, 9 pin, female
	Serial, RS232, SubD, 9pin, female
	BITE, RJ45, 8pin;
	Status Interface I/O, SubD, 15pin, female
Site monitor	
— Communication/control */**	Serial, RS232, MicroSubD, 9pin, female;
— Status */**	Status Interface I/O, SubD, 15pin, female
— Data interface connector (ADS—B LAN) */**	2x RJ45, dual port Ethernet, 1000Base—T
Data Switch (ADS—B LAN) */**	2x 8 connectors RJ45, Ethernet, 1000Base—T

\* according IEC60950 \*\* SELV—circuit (Safety Extra Low Voltage)

#### 1.5.7 Conformity and Licensing Approval

The AS 680 ground station SPU is compliant to ICAO Annex 10 and to current European Regulations for human health (low voltage directive) and electromagnetic compatibility (EMC). It complies with the requirements of EC Guideline 89/336/EEC in its implementation. It also fulfills the requirements of the following EMC Guidelines:

- Emission Test: EN 55022 (1998); EN 61000—3—2 (1995); EN 61000—3—3 (1995)
- Immunity Tests: EN 55024 (1998); (EN 61000—4—2 (1995); EN 61000—4—11 (1994))

- 11 -

Antena ADS-B



Panorámica del mástil y Antena ADS-B



Estación Terrestre ADS-B

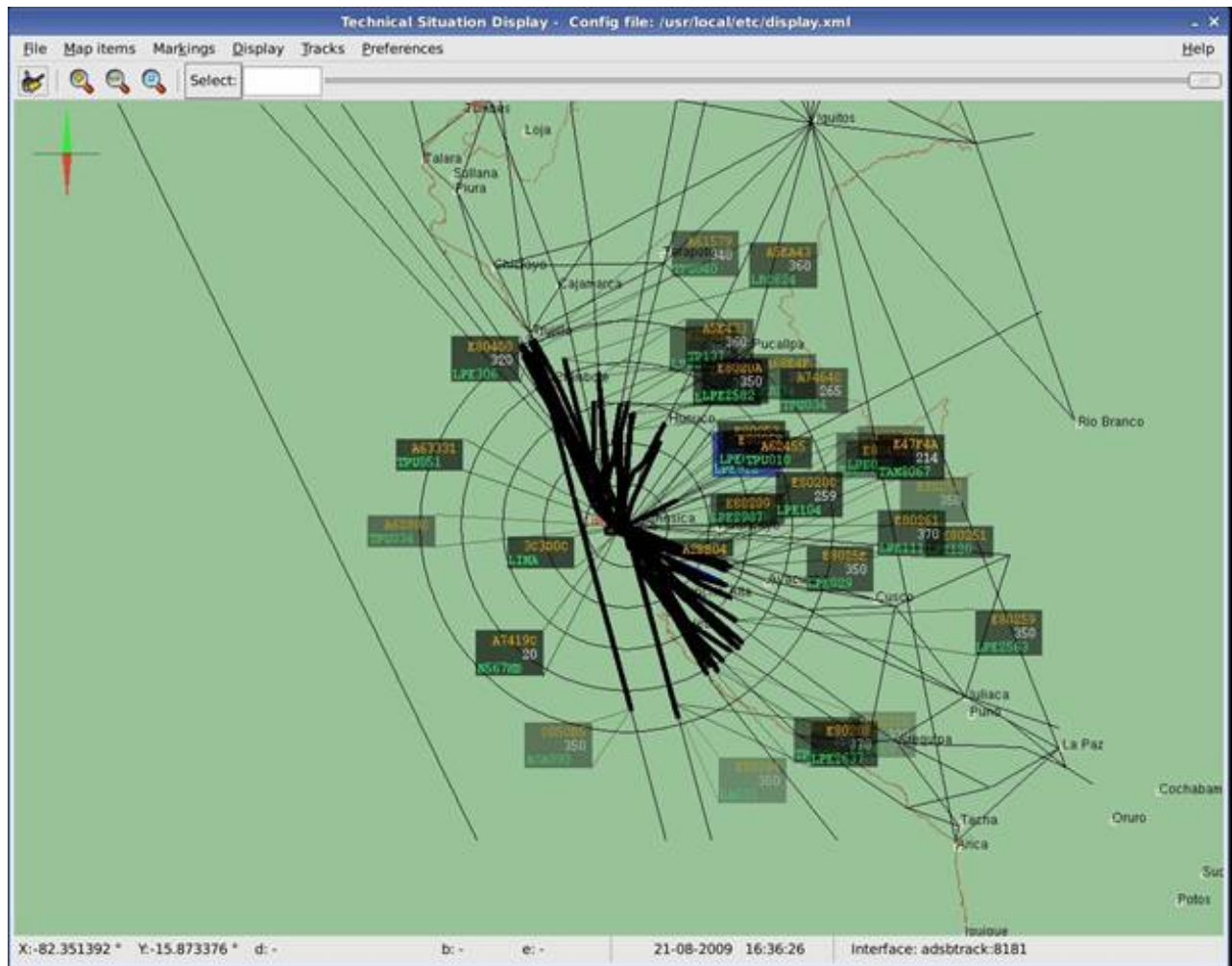
Terminal TSD  
(Technical Situation Display)



Vista panorámica desde antena ADS-B  
Norte del Aeropuerto Jorge Chávez







COBERTURA OBTENIDA POR EL SISTEMA RADAR  
(DATA CRUDA)

