

ATM

SISTEMA MLAT/WAM/ADS-B

INDRA



indra

ÍNDICE

01 MLAT/WAM/ADS-B de Indra

02 Arquitectura y diseño

03 Experiencia

04 Indra ADS-B: Puntos Clave

05 Sistema desplegado en las sedes Indra de Madrid

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

- Multilateración es un método para localizar el punto exacto de un mensaje de difusión sobre un gran área de superficie.
- La técnica de multilateración (MLAT) se basa en cálculos geométricos utilizando la diferencia de tiempo en la señal de llegada (TDOA) de una emisión de radio (1090 MHz) por varios receptores separados.

- La precisión del sistema MLAT depende de dos factores:

- **La ubicación de las estaciones receptoras.**
- **La precisión en el fechado de la señal recibida:**

Indra cuenta con el método de sincronización más precisa en el mercado.



APLICACIONES EN ATM

- **Multilateración** tiene diferentes aplicaciones dependiendo de la cobertura:
 - **Aeropuertos:** Se utiliza para localizar e identificar aeronaves y vehículos en tierra, así como las aeronaves que vuelan en las inmediaciones del aeropuerto, como en las sendas de planeo.
 - **Terminal Areas (TMA):** Se utiliza como radar secundario para localizar e identificar las aeronaves dentro de las áreas terminales y las fases de aproximación.
 - **Áreas extendidas:** Para cubrir grandes áreas o un país entero como un radar secundario. Esta aplicación se llama comúnmente WAM (Wide Area Multilateración). **Esta tecnología es especialmente recomendable para áreas orografía complejas con escarpadas montañas, donde los radares secundarios han reducido la línea de visión.**



Instalaciones a medida
Orografía compleja

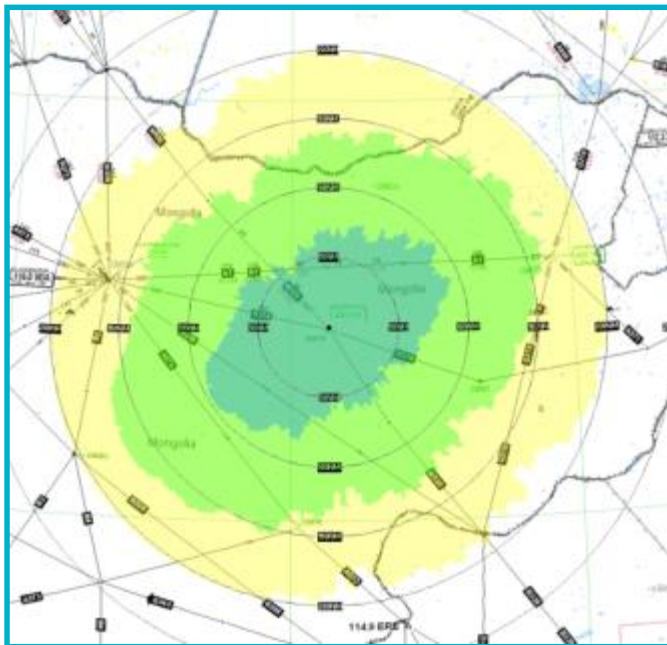


Vigilancia en ruta

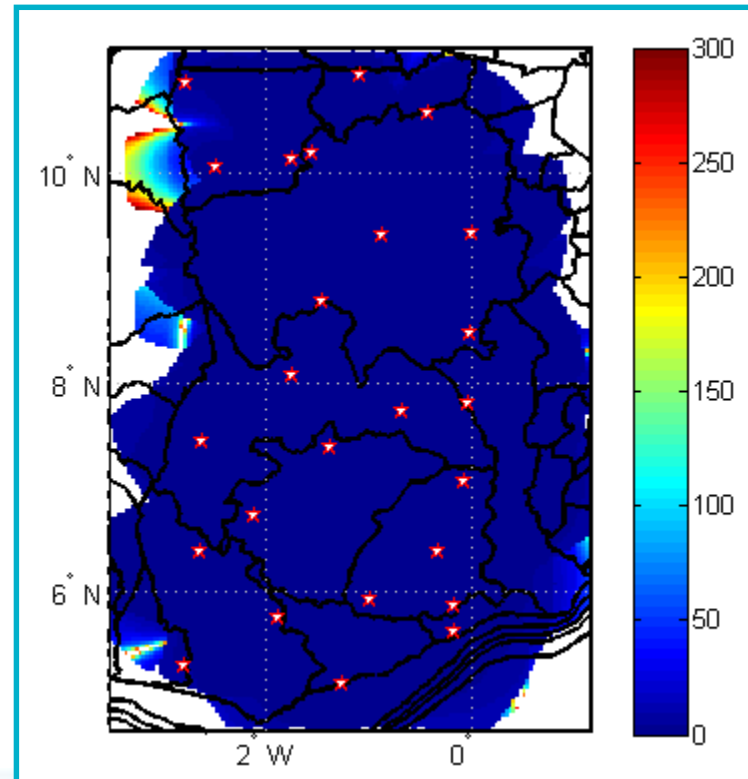
BENEFICIOS DE MLAT/WAM

Soluciones a medida para la cobertura deseada. La cobertura MLAT/WAM es escalable y fácil de ampliar. El sistema MLAT/WAM es capaz de cubrir los niveles superficiales y/o niveles de vuelos donde sea necesario y también es capaz de detectar los aviones más allá del horizonte

Cobertura radar



Cobertura MLAT/WAM



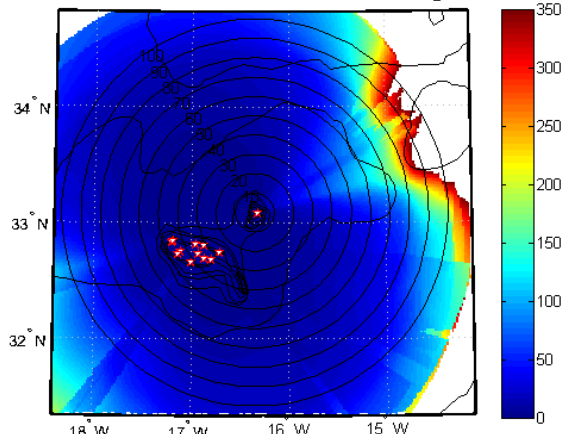
BENEFICIOS DE MLAT/WAM

Redundancia N-1 ó N-2 → Incrementa la disponibilidad.

- Con el análisis de despliegue adecuado, el sistema MLAT/WAM resultante será completamente operativo incluso cuando 1 ó 2 estaciones están fuera de servicio. Los radares secundarios necesitan doble canal para implementar la redundancia.
- La redundancia es particularmente importante en los sistemas de WAM donde se encuentran los receptores en sitios remotos.
- Indra cuenta con herramientas de cobertura en la simulación y el despliegue para lograr el diseño óptimo del receptor y el número de estaciones necesarias.

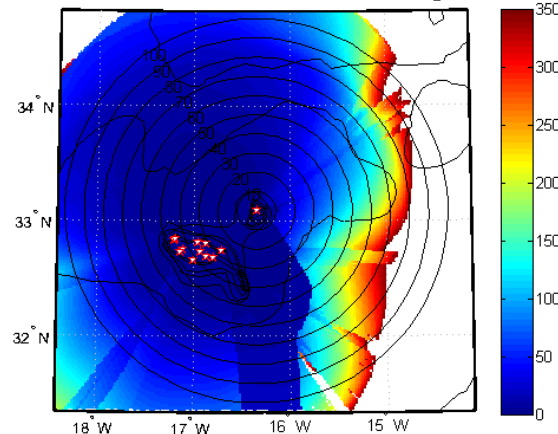
Receptor 1 OFF

Predicted horizontal error, max= 350m. Antenna 1 removed. @ 7500ft, ft



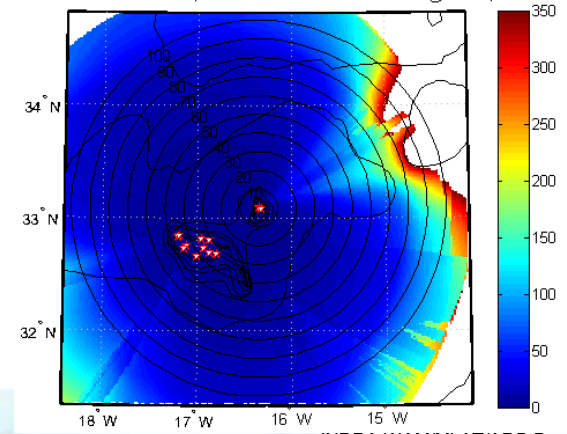
Receptor 2 OFF

Predicted horizontal error, max= 350m. Antenna 2 removed. @ 7500ft, ft



Receptor N OFF

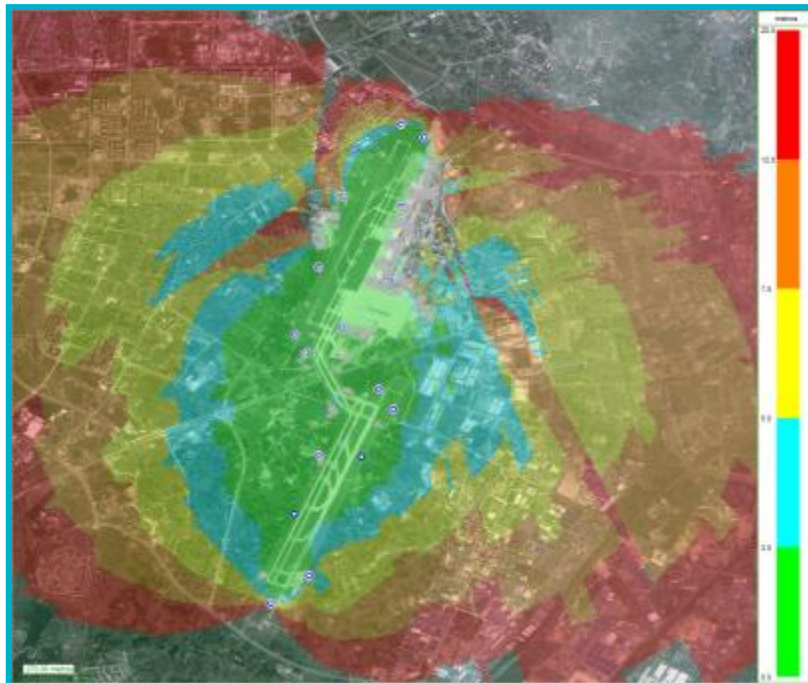
Predicted horizontal error, max= 350m. Antenna 9 removed. @ 7500ft, ft



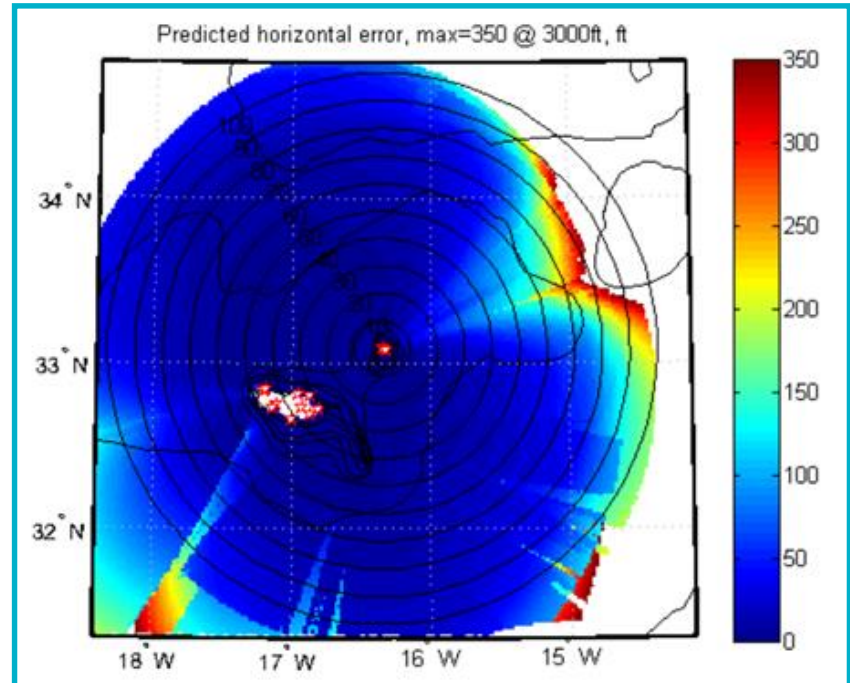
BENEFICIOS DE MLAT/WAM

Alta precisión (3-30 m). La precisión del sistema MLAT/WAM es mayor que la precisión de un radar convencional. La precisión en superficie MLAT llega a 3 metros mientras que para los sistemas de WAM la precisión puede ser alrededor de 30 metros.

MLAT Precisión 3m



WAM Precisión 30m



BENEFICIOS DE MLAT/WAM

Mayor ratio de refresco:

- El sistema MLAT no contiene elementos rotatorio, por tanto siempre está recibiendo mensajes.
- El ratio de refresco de los ASTERIX puede ser 10 veces más alto que los radares convencionales (0.5 -1 segundos).
- El uso de FRUTA para el cálculo de la posición también incrementa el periodo de refresco.



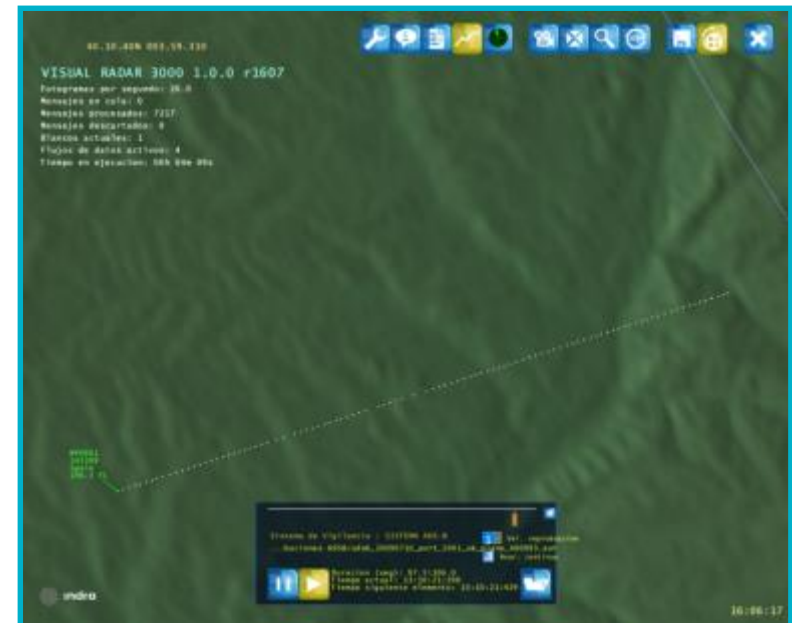
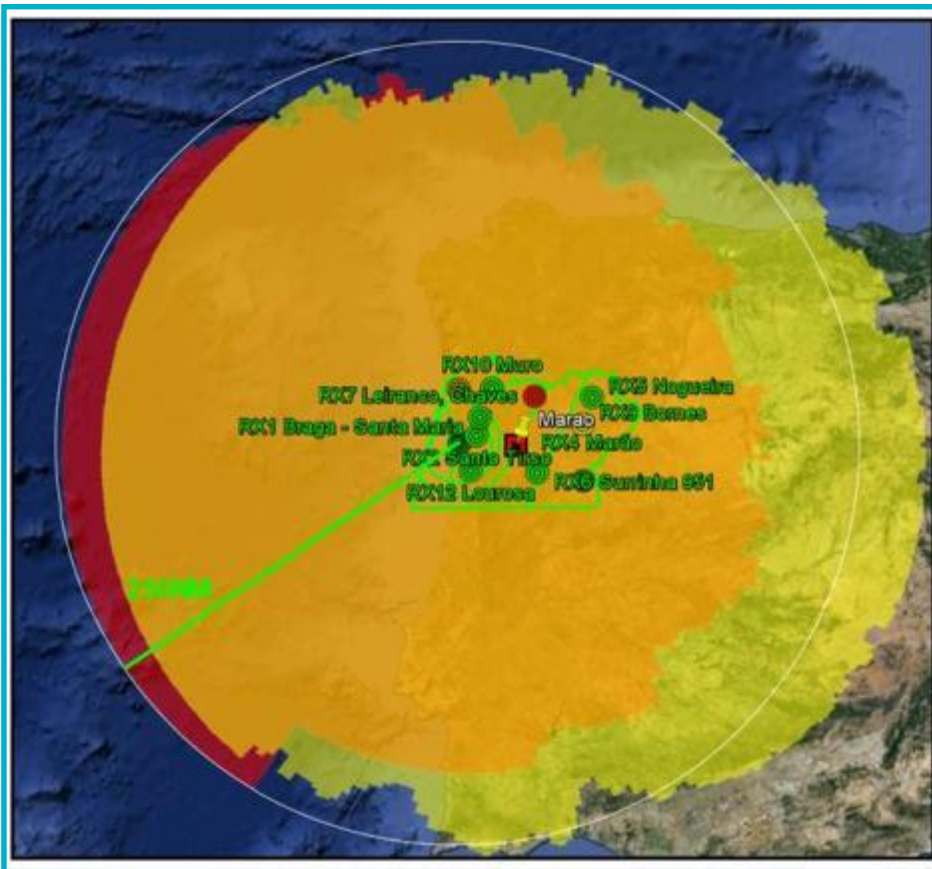
BENEFICIOS DE MLAT/WAM

Incluye servicio ADS-B. El sistema MLAT/WAM es capaz de proporcionar la salida de datos separada para multilateración y ADS-B. Los alcances de ADS-B puede ser de más de 250 NM con un solo receptor. También proporciona EHS.

Cobertura ADS-B en un sistema MLAT/WAM

El sistema proporciona:

- Flujo ADS-B.
- EHS (Enhanced Surveillance)



BENEFICIOS DE MLAT/WAM

Tiempos de Instalación y Mantenimiento Mínimos:

- Componentes de bajo Peso: Las antenas y resto de equipos son más pequeños que en los radares.
- Componentes con bajo MTTR.
- Las estaciones son pequeñas y fáciles de instalar.
- El diseño modular simplifica el mantenimiento.



BENEFICIOS DE MLAT/WAM

Adecuado para entornos difíciles y congestionados:

- La Multilateración permite obtener mejor cobertura en zonas de difícil acceso y de montaña ofreciendo un rendimiento similar o mejor.
- Vigilancia en zonas complejas y congestionadas con más de **600 blancos**.



BENEFICIOS DE MLAT/WAM

Los costes operativos de la MLAT/WAM son menores que los sistemas de vigilancia convencionales:

- Menor consumo energético
- Sin elementos rotatorios
- Sin grandes amplificadores
- UPS y Baterías pequeñas

Receptora MLAT: 70 W



Sistema Radar: 10.000 W



ENTRADAS Y SALIDAS



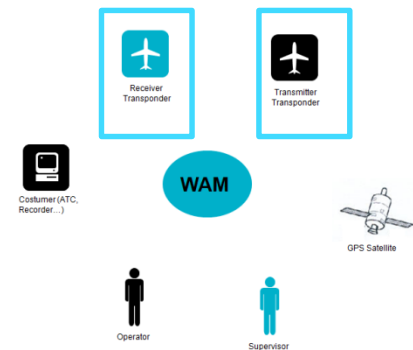
Transmitter
Transponder

- Squitters de Adquisición (DF11).
- ES. (DF17).
- ES de vehículo de tierra.(DF18).
- Respuestas a interrogaciones Modo S selectivas (DF4, DF5, DF20, DF21).
- Mensajes ACAS (DF0, DF16).



Receiver
Transponder

- Interrogaciones selectivas (UF4, UF5, UF20, UF21).
- Interrogaciones A/C (P4 Corto).

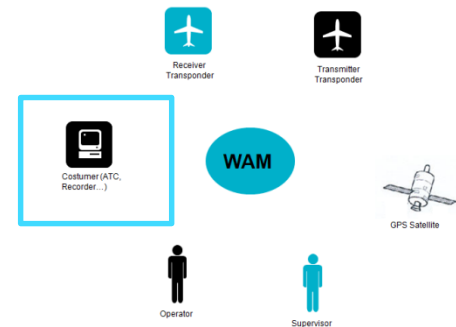


FORMATOS DE SALIDA DE DATOS



Customer (ATC, Recorder...)

ASTERIX 19	Mensajes de Estado MLAT
ASTERIX 20	Mensajes de Blancos
ASTERIX 21, 23	Datos ADS-B
SNMP	Control y Monitorización



INDRA MLAT/WAM
VENTAJAS



Precisión	3m para MLAT y 20- 30m for WAM
Sincronización	Mediante GPS (GNSS) / Transponder de referencia
Capacidad de Procesamiento	≥ 600 blancos. El Software no es dependiente del HW. Fácil de actualizar.
Salida	Asterix Cat. 20, 19, 10, 247 (MLAT, WAM) y Asterix Cat. 21, 23 (ADS-B)

VENTAJAS DEL MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN GNSS COMMON VIEW

- Beneficios del método Common View GNSS
 - **Precisión:** Mejor que 3 metros para sistemas MLAT
 - **Facil despliegue:** No es necesario disponer de un transmisor de referencia común..

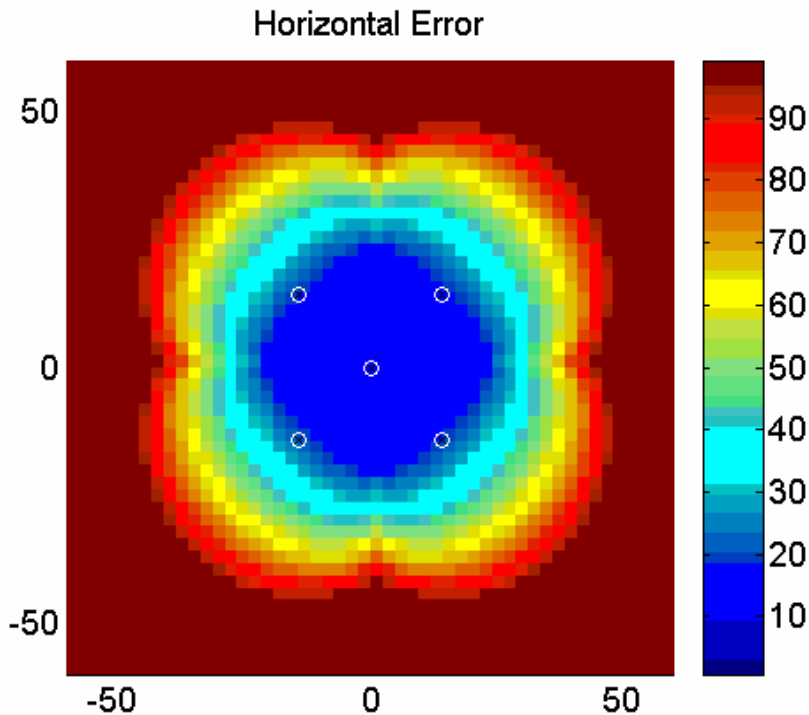
Precisión en la
sincronización
mejor que **1ns**

- El sistema MLAT de Indra es el sistema más preciso del mercado :
 - Los otros métodos de sincronización logran precisiones de entre 5 y 20 ns.
 - El sistema Indra de sincronización GNSS permite precisiones en el fechado menores a 1ns

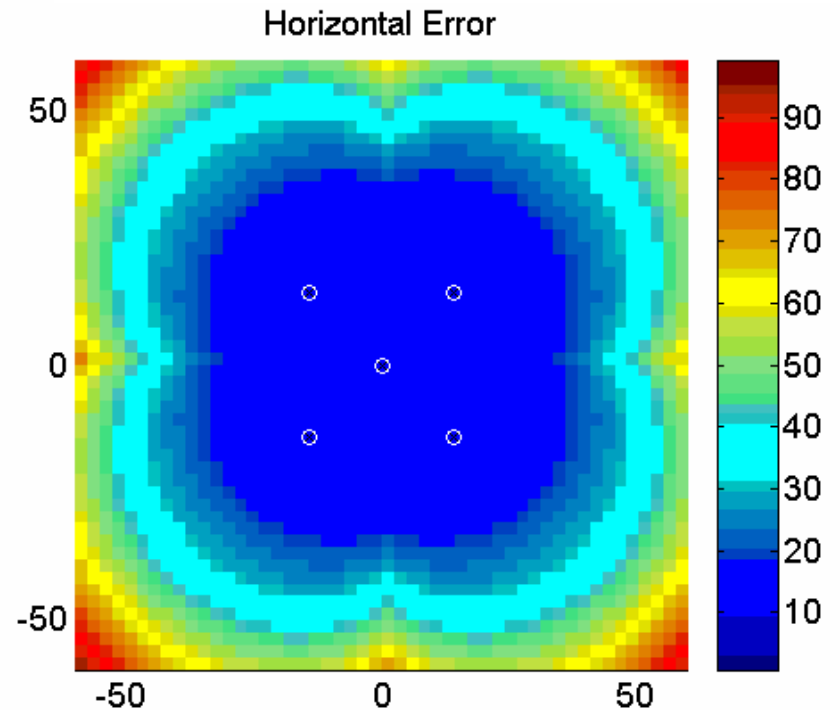
¿POR QUÉ USAR GNSS COMMON VIEW? *

Efecto del error de sincronización

Precisión horizontal en un sistema con
Precisión de sincronización de **10ns**



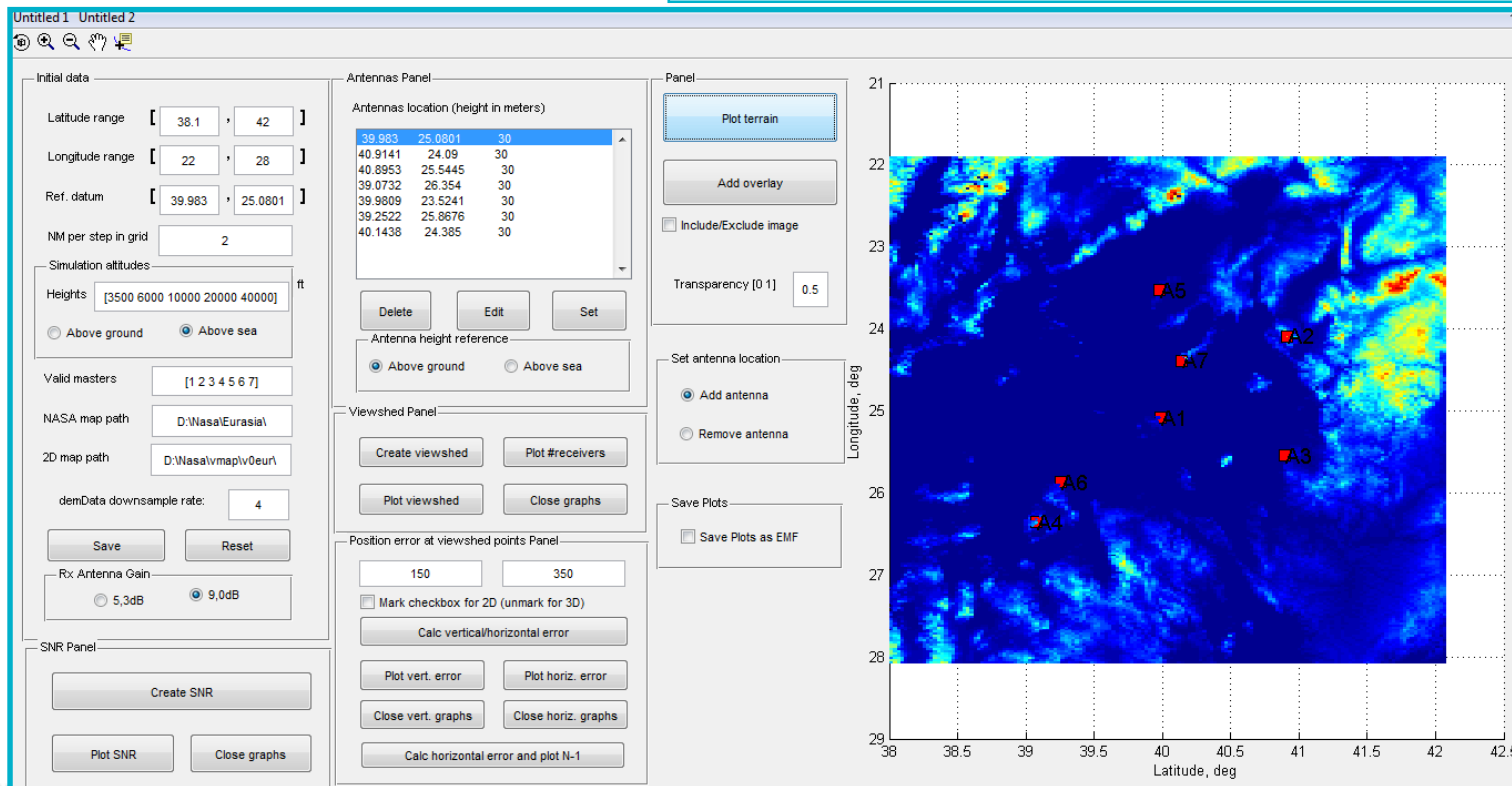
Indra Precisión horizontal en un sistema con
Precisión de sincronización de **1ns**



HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN PARA EL CÁLCULO DE COBERTURA & DESPLIEGUE

- LoS y cálculo SNR
- Multilateración y análisis de la cobertura. (Incluyendo N - 1 redundancia)
- Análisis del terreno utilizando mapas de la NASA.

Lista de posibles emplazamientos (por el cliente):
 Tener una lista de posibles ubicaciones para las estaciones remotas, conocer las comunicaciones disponibles reducirán significativamente los costes del sistema global WAM . Indra proporcionará los emplazamientos más convenientes de la lista con el fin de lograr un rendimiento y una precisión óptima .



ÍNDICE

01 MLAT/WAM/ADS-B de Indra

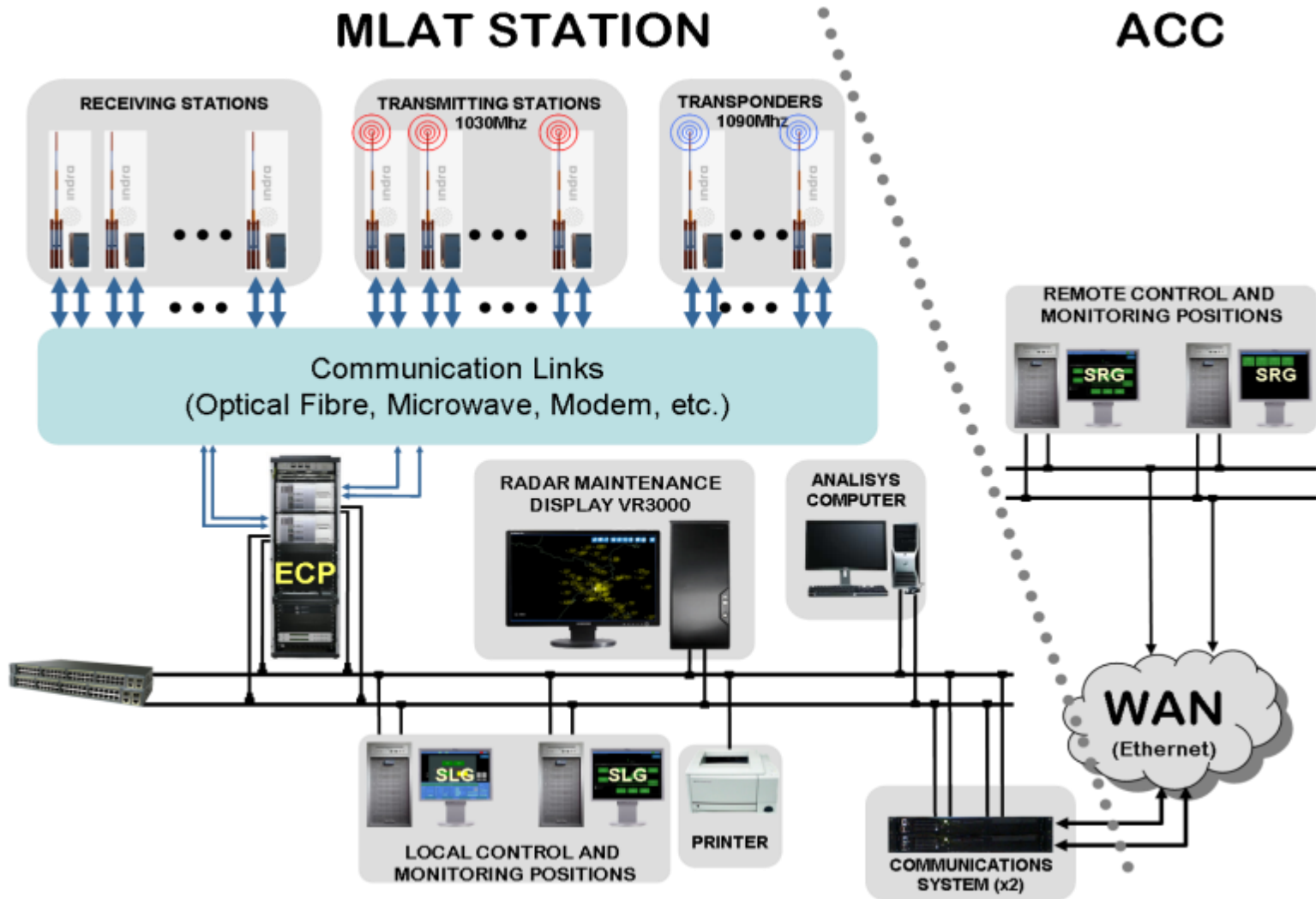
02 Arquitectura y diseño

03 Experiencia

04 Indra ADS-B: Puntos Clave

05 Sistema desplegado en las sedes Indra de Madrid

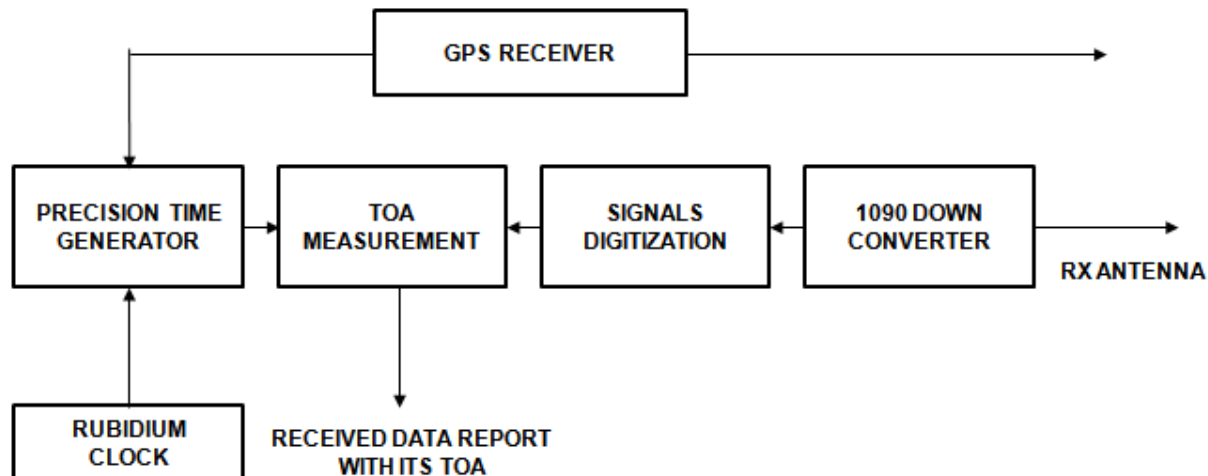
ARQUITECTURA DEL SISTEMA



ESTACIÓN RECEPTORA

Principales Funcionalidades

- Calculo del TOA (Time Of Arrival) de las respuestas recibidas con una precisión de hasta a 1 ns:
 - Modos 1/2 /A/C, Modo S y respuestas Extended Squitter.
- Entrega de datos de destino y sincronización al Procesador Multilateración.



ESTACIÓN INTERROGADORA

Principales Funcionalidades

- Interrogaciones A/C.
- Interrogaciones Selectivas Modo S.
- Control de potencia en transmisión.
- Control de transmisión de distribución.



ESTACIÓN RECEPTORA/INTERROGADORA



ESTACIÓN CENTRAL DE PROCESO (CPS)

Principales Funcionalidades

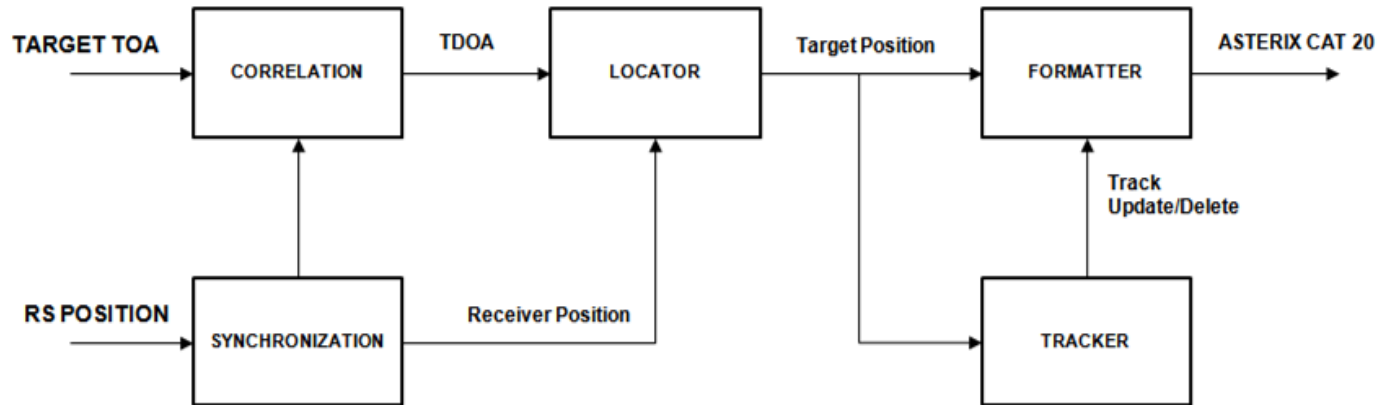
- State-of-the-Art COTS Linux PC
- Algoritmos Proprietarios de Multilateración
- Rack de 19" :
 - NTP Servers
 - Sistemas de Comunicaciones
- Alta disponibilidad gracias a la doble CPS ($> 99.999\%$).



ESTACIÓN CENTRAL DE PROCESO (CPS)

Principales Funcionalidades

- Correlación de Señal.
- Cálculo TDOA.
- Cálculo de la posición del blanco.
- Seguimiento de blancos
- Reportes formateados en Asterix cat 20.
- Determinación de la secuencia de interrogación.



CONSIDERACIONES RECOMENDADAS

- Definir el volumen en el cual se necesita la vigilancia tanto en superficie como en área extendida.
 - El sistema MLAT/WAM se debe dimensionar correctamente para poder cubrir las áreas elegidas tanto para superficie como para área extendida
- Definir el entorno del tráfico
 - Aeronaves Modo A/C
 - Aeronaves Modo S
 - Aeronaves ADS-B.
- Decidir si se prevé la operatividad con redundancia (N-1, N-2,..)
- Preparación y estudio previo detallado
 - Las prestaciones de un sistema MLAT/WAM dependen crucialmente del despliegue de las estaciones
 - Planificar la localización de las estaciones
 - Comprobar la disponibilidad de canales de comunicación
 - Estudiar la cobertura y precisión esperada basada en la simulación y comprobar si cumple los requisitos preestablecidos

ÍNDICE

01 MLAT/WAM/ADS-B de Indra

02 Arquitectura y diseño

03 **Experiencia**

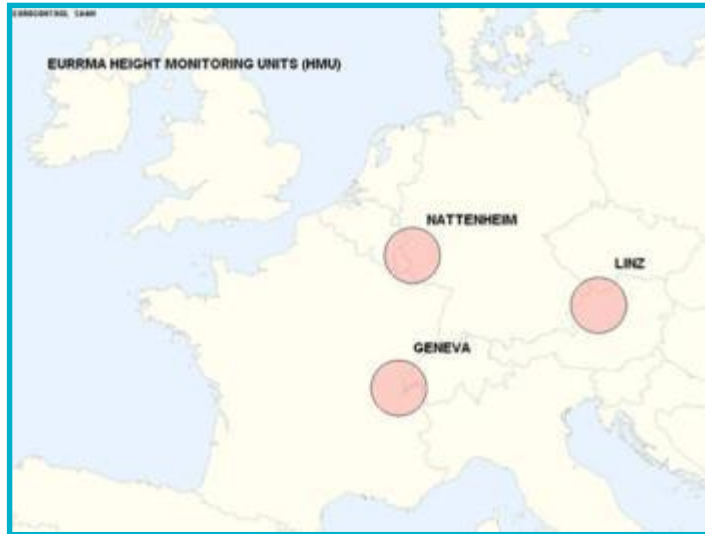
04 Indra ADS-B: Puntos Clave

05 Sistema desplegado en las sedes Indra de Madrid

WAM CENTRO EUROPA (ALEMANIA, SUIZA Y AUSTRIA)

- Indra ha sido elegido por Eurocontrol para el proyecto Height Monitoring Unit (HMU). Proporciona altitud calculada precisa (20m) de las aeronaves, además de la altitud proporcionada por el transpondedor

WAM EUROCONTROL



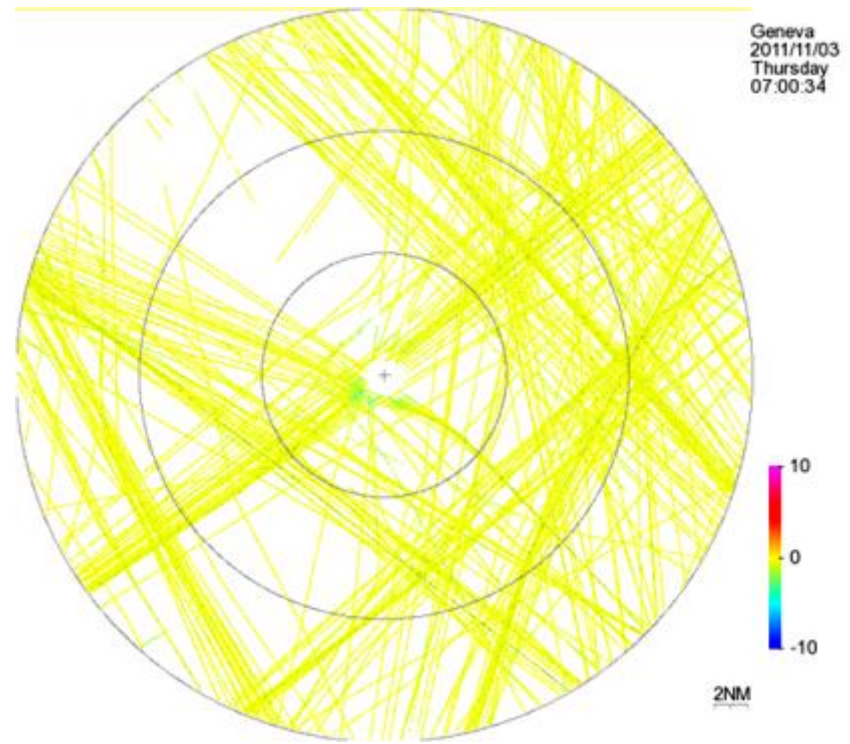
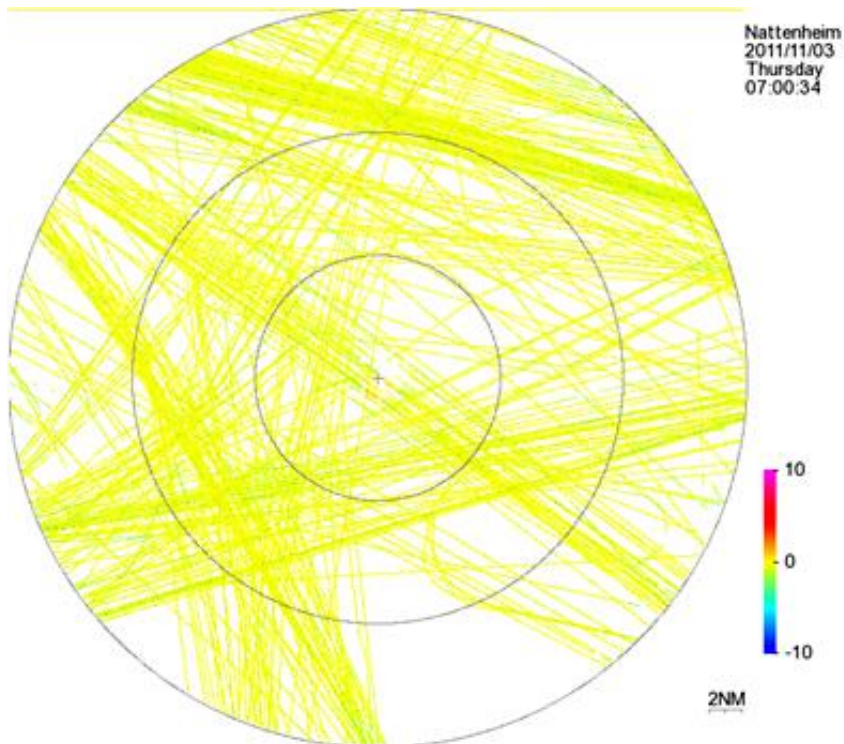
• 3 Sistemas de Wide Area Multilateration (WAM) para Eurocontrol:

- Rango de 90NM x 90NM (Cada sistema)
- Instalados en Alemania, Suiza y Austria
- Precisión de 20 m
- 15 estaciones receptoras en instalación y operativas



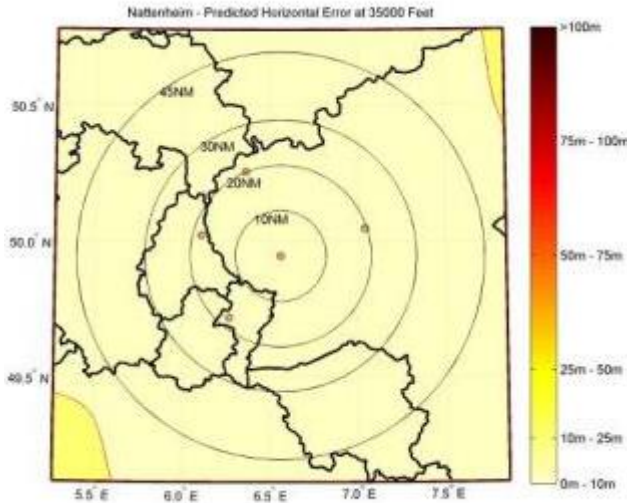
WAM CENTRO EUROPA (ALEMANIA, SUIZA Y AUSTRIA)

- Nattenheim y Ginebra errores verticales entre 3 ft a 5 ft (1m a 2m) para aeronaves volando por encima de los 30.000ft.

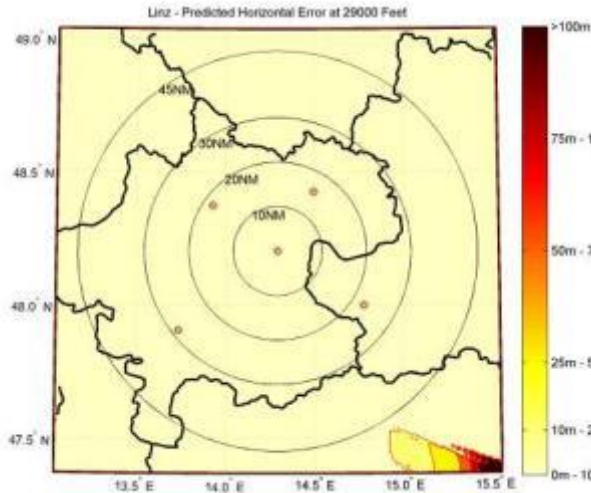


WAM CENTRO EUROPE (ALEMANIA, SUIZA Y AUSTRIA)

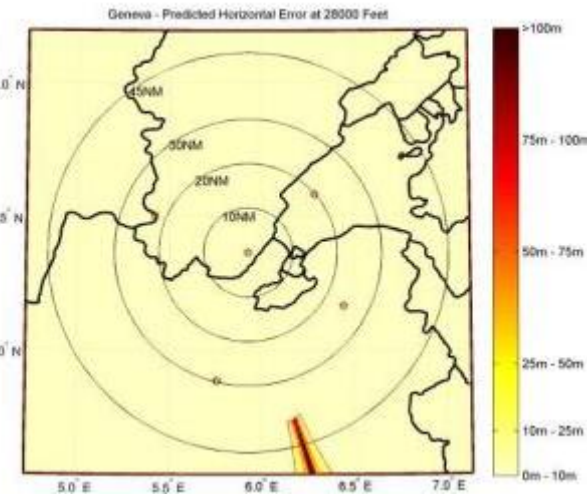
Despliegue & Precision



Nattenheim



Linz



Geneva

“El sistema suministrado cumple con las normas técnicas establecidas en MLAT/WAM EUROCAE (ED- 142) y, con respecto a la precisión, supera con creces los estándares.”

Mr. Andrew Lewis
Manager EUR RMA
EUROCONTROL RMA and Height Monitoring
96 Rue de la Fusée, 1130, Brussels

MLAT/WAM BARCELONA

- Las prestaciones del sistema han sido grabadas durante en su estado operativo.
- Trafico de oportunidad (Verde), Recorrido con un vehículo (Azul).
- Cobertura desde el aeropuerto hasta 8NM en las sendas de planeo.



MLAT/WAM VILNIUS



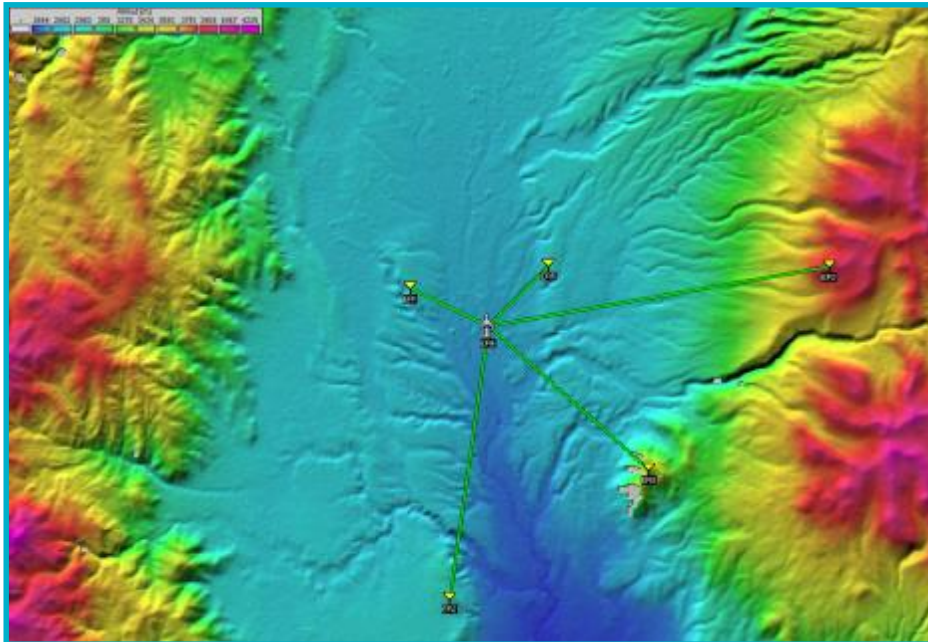
Sistema MLAT activo con redundancia N-1.

- 11 estaciones receptoras + 2 estaciones receptoras/interrogadoras+ 2 Transponders de referencia.
- Cobertura desde el aeropuerto hasta **10Nm en las sendas de planeo usando sólo estaciones dentro del aeropuerto**
- Precisión mejor de 7,5 metros en toda la zona de maniobra (Pd > 99%).

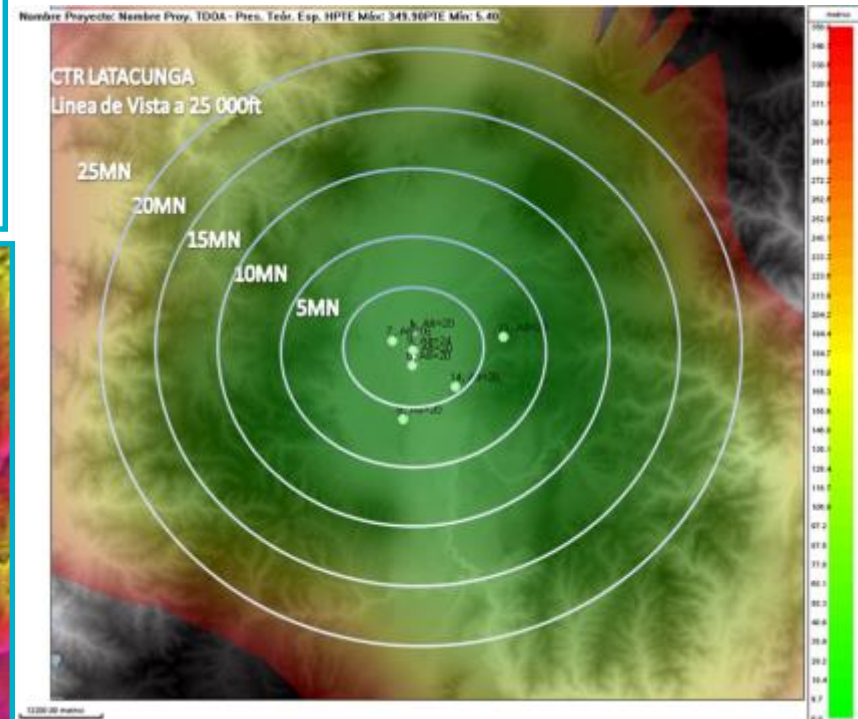
LATACUNGA WAM (ECUADOR)

Sistema WAM en Latacunga

- Sistema WAM activo con redundancia N-1
- 6 estaciones receptoras + 2 estaciones interrogadoras
- Cobertura desde el aeropuerto hasta FL450. en más de 50x50NM
- RX instalado en el entorno climático severo
- Prestaciones de precisión mejora la ED-142



Precisión WAM Latacunga

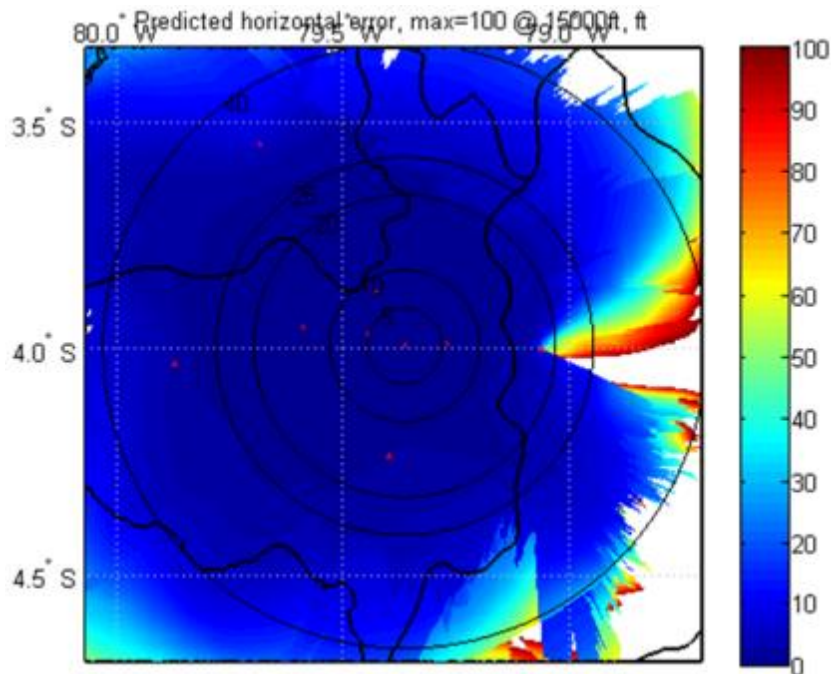


← Despliegue WAM Latacunga

LOJA WAM (ECUADOR)

WAM System in LOJA

- Sistema WAM activo con redundancia N-1
- 9 estaciones receptoras + 3 estaciones interrogadoras
- Cobertura 100x100NM
- RX instalado en el entorno climático severo
- Prestaciones de precisión mejora la ED-142



Precisión WAM Loja



← Precisión Loja WAM

WAM/MLAT EN COLOMBIA

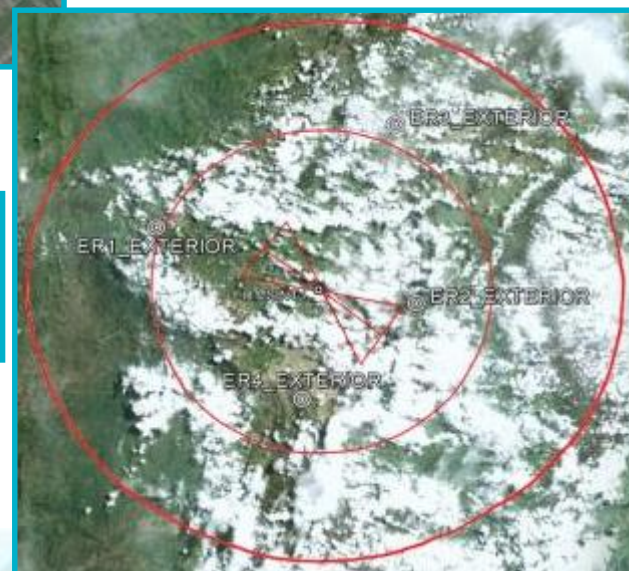


Aeropuerto El Dorado

← Sistema MLAT en el Dorado

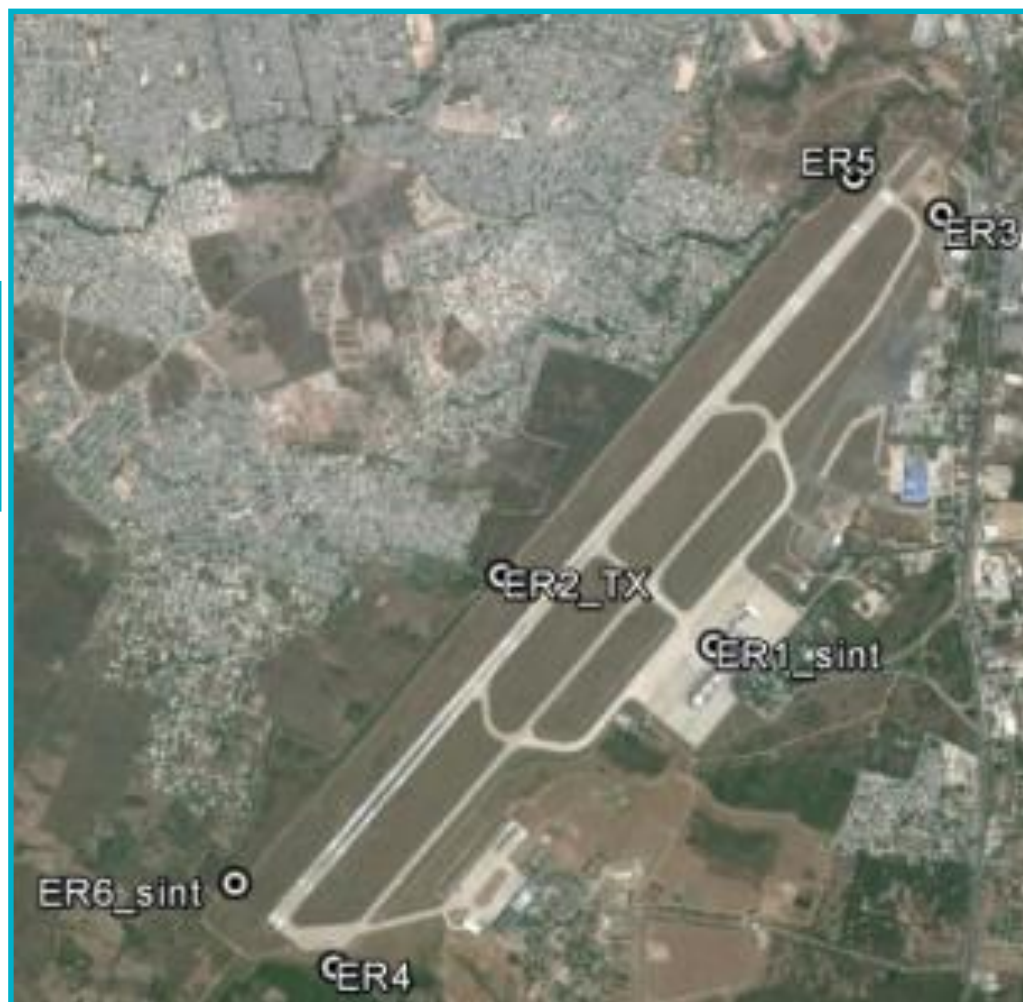
- Estaciones receptoras → 26
- Transponder de referencia → 4
- Central Processor → 1
- 14 Estaciones Receptoras. (ER)
- 4 Estaciones receptoras/Interrogadoras (ER/SINT)
- 4 Estaciones Receptoras/SiteMonitor (ER/TR)
- 1 Estación Central de Proceso dual (ECPs)
- 2 Sistemas de gestión (LCMS/RCMS)
- 2 Monitores de Datos de Vigilancia, Visual Radar 3000
- 1 PC de grabación y análisis de blancos.

- Ampliación de Cobertura Sistema MLAT A 25 MN →
- 1 Estaciones Receptora Interior. (ER)
- 3 Estaciones Receptoras Exteriores ER_EXTERIOR



WAM/MLAT EN COLOMBIA

- Sistema MLAT Barraquilla →
- Estaciones receptoras → 6
- Transponder de referencia → 2
- Redundancia de Interrogadores → 2



Aeropuerto de Barraquilla

ÍNDICE

01 MLAT/WAM/ADS-B de Indra

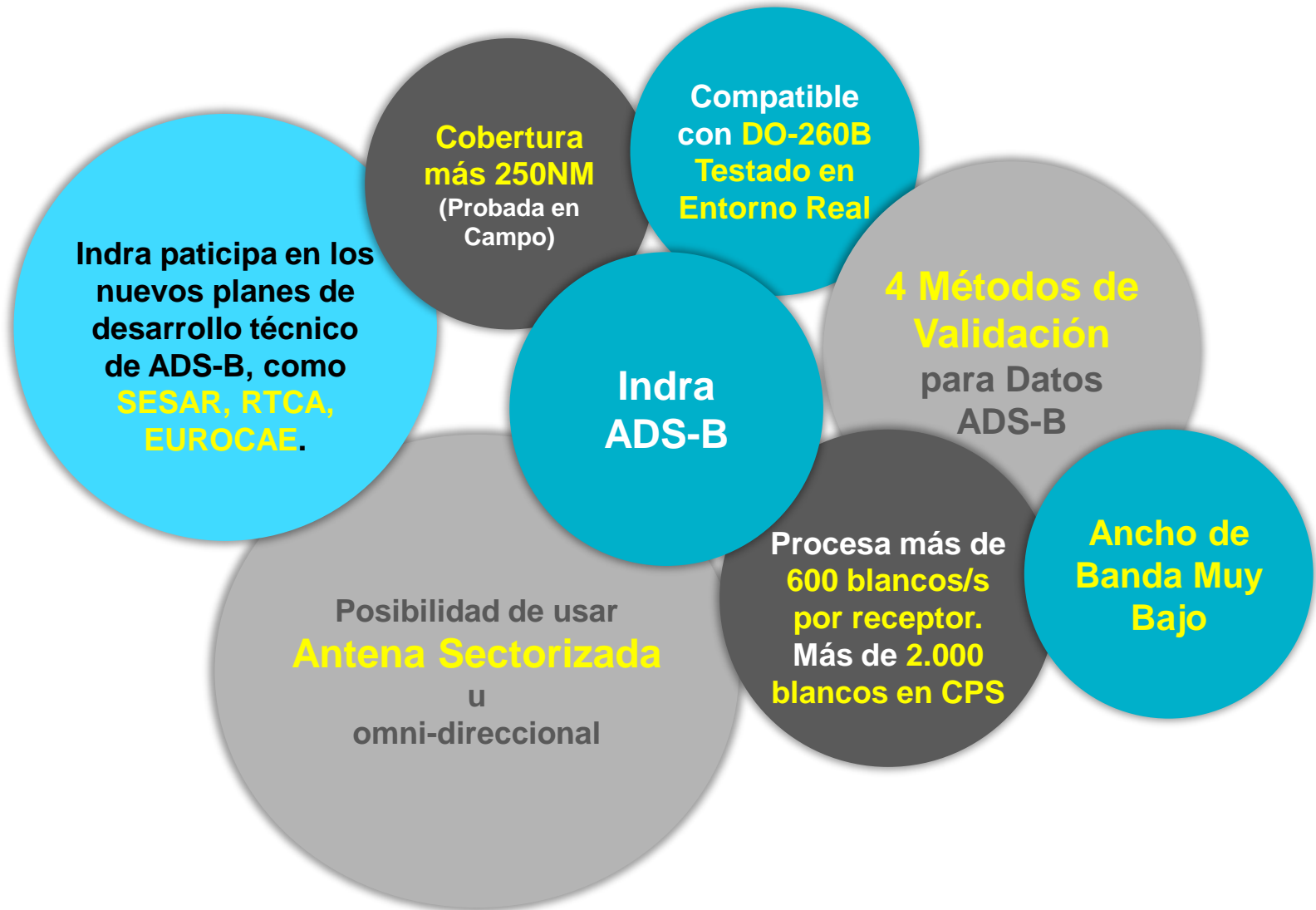
02 Arquitectura y diseño

03 Experiencia

04 Indra ADS-B: Puntos Clave

05 Sistema desplegado en las sedes Indra de Madrid

PUNTOS CLAVE

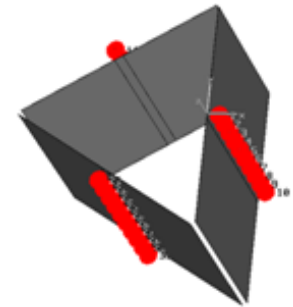
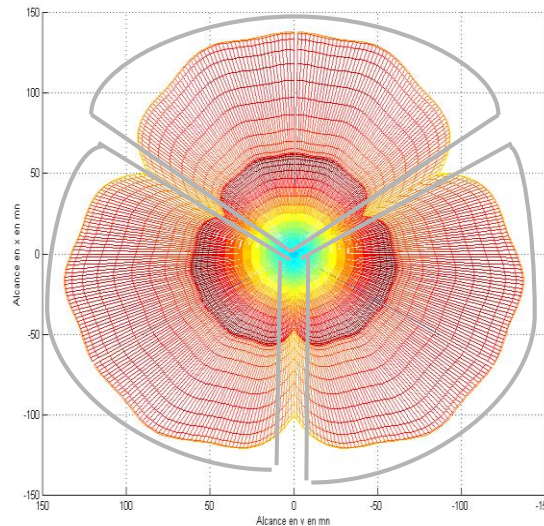
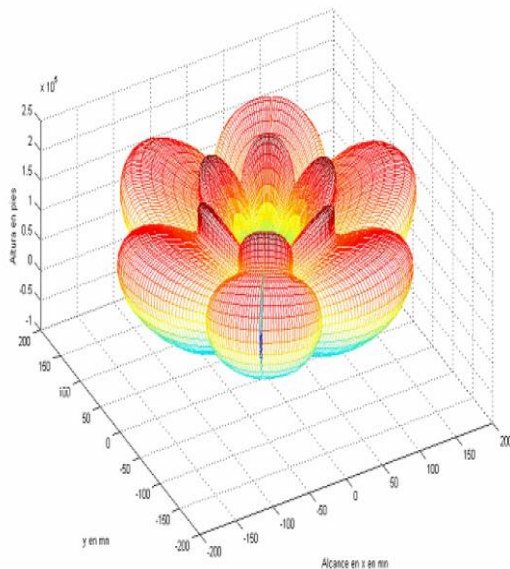


VALIDACIÓN DE DATOS ADS-B

El Sistema ADS-B de Indra proporciona 4 métodos

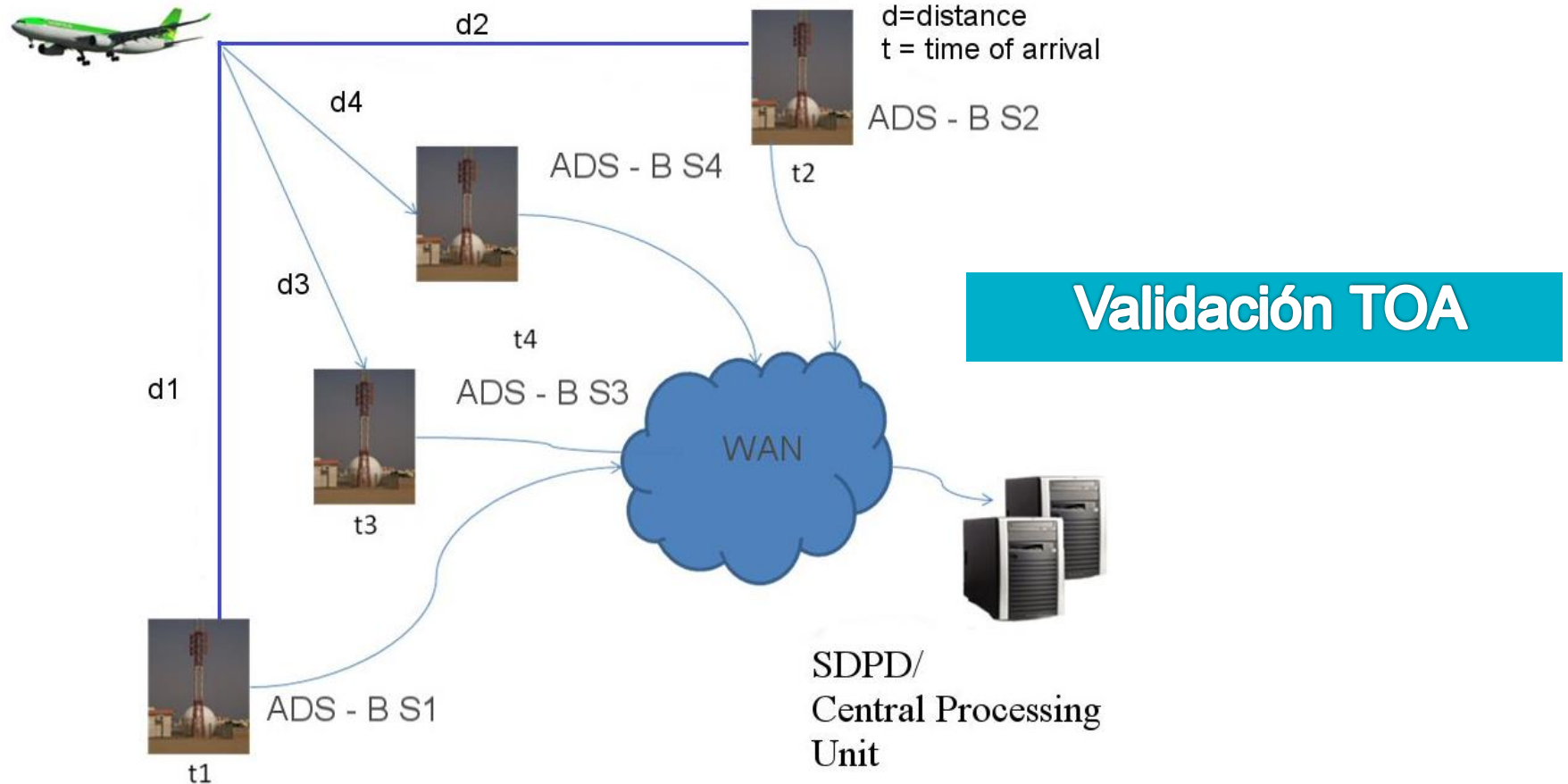
Validación de Datos ADS-B:

1. Validación por Ángulo de Llegada: La antena sectorizada del sistema ADS- de Indra permite la determinación del ángulo/sector de llegada de los mensajes recibidos, **esta dirección es correlada con el ángulo de llegada obtenido de la posición reportada por el avión.**



VALIDACIÓN DE DATOS ADS-B

2. Validación por Tiempo de Llegada (TOA Time Of Arrival): El principio de esta validación recae en la correlación entre el tiempo de llegada de los Extended Squitters y la distancia reportada desde distintos receptores.



VALIDACIÓN DE DATOS ADS-B

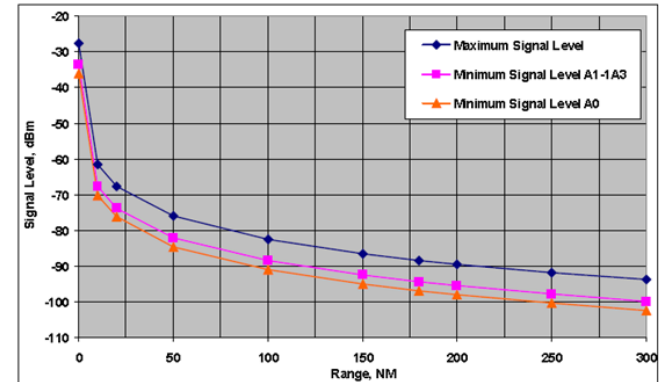
3. Medida de Potencia vs Distancia:

Dependiendo del tipo de transponder de la aeronave y de otros parámetros como la ganancia de antena, altura y distancia, **el Sistema ADS-B de Indra esperará recibir los mensajes de una aeronave dentro de un rango determinado de valores de potencia.**

4. Velocidad reportada del blanco vs variación de la posición del blanco:

La posición actual y pasada de la aeronave la velocidad reportada por la misma se compara para chequear la credibilidad de ambos datos.

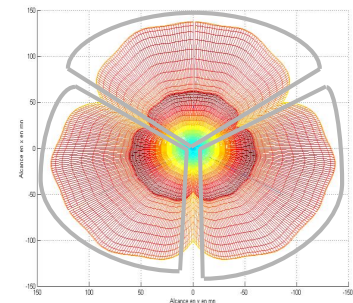
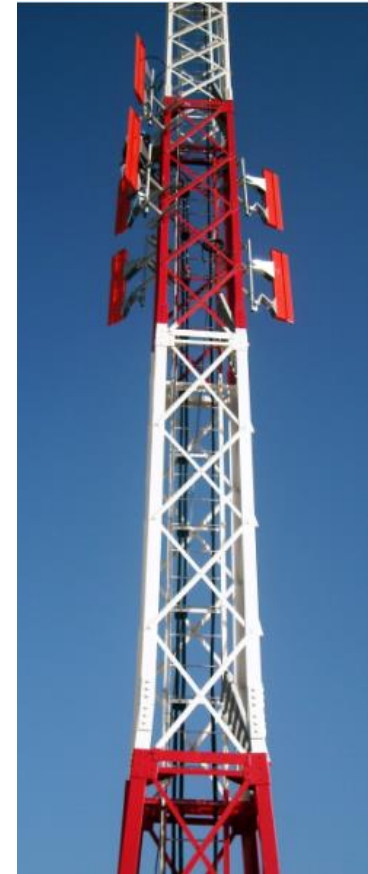
DESIRED SIGNAL LEVELS VERSUS TARGET DISTANCE FROM 1090 ES RECEIVER



* Estos métodos de validación han sido implementados y probados en el programa SESAR.

RECEPTOR MULTICANAL

- 1. El receptor multicanal de Indra ofrece la posibilidad de usar una antena sectorizada de 2 sectores:** Estas antenas sectorizadas son fáciles de instalar dado que no necesitan ser colocadas en el punto más alto de las torres y admite la posibilidad de colocar otros elementos en paralelo. Por otro lado, las antenas omnidireccionales deben ser instaladas sin ningún obstáculo en paralelo, lo cual es imposible en muchas ocasiones. (Por ejemplo: La instalación de un sistema ADS-B en una torre donde actualmente está instalado un radar en la parte superior).
- 2. Reduce el Multipath y la Reflexiones.**
- 3. Reduce el ruido y aumenta el Alcance:** Alcance real superior a 250NM
- 4. También permite el uso de una sola antena omni-direccional.**

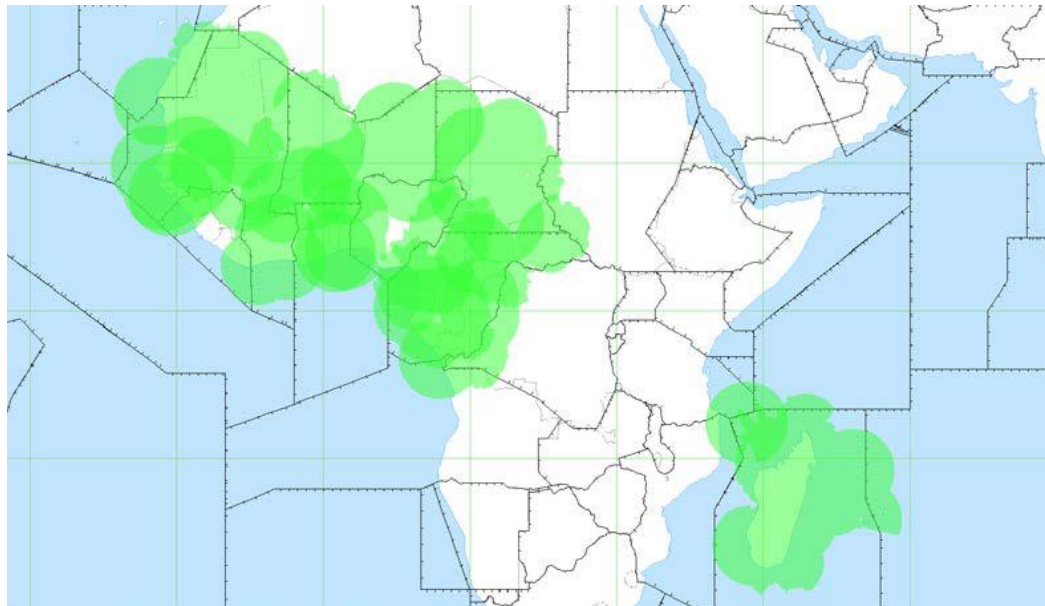


CASO DE ÉXITO. ASECNA

ASECNA HAS SELECTED INDRA TO ENHANCE ITS SURVEILLANCE COVERAGE WITH AN ADS-B NETWORK FOR 18 COUNTRIES

Benin, Burkina Faso, Central African Republic, Cameroon, Chad, Comoros, Congo, Gabon, Guinea Bissau, Guinea Equatorial, Ivory Coast, Madagascar, Mali, Mauritania, Niger, Senegal, Togo and some French overseas territories in the Indian Ocean.

Indra's ADS-B system for ASECNA will be equipped with 3 independent processing channels. This feature enable the use of 3-sector receiver antennas, which introduce less noise and, therefore, increase the maximum range and Signal/Noise level of the inputs and reduce interferences.



ÍNDICE

01 MLAT/WAM/ADS-B de Indra

02 Arquitectura y diseño

03 Experiencia

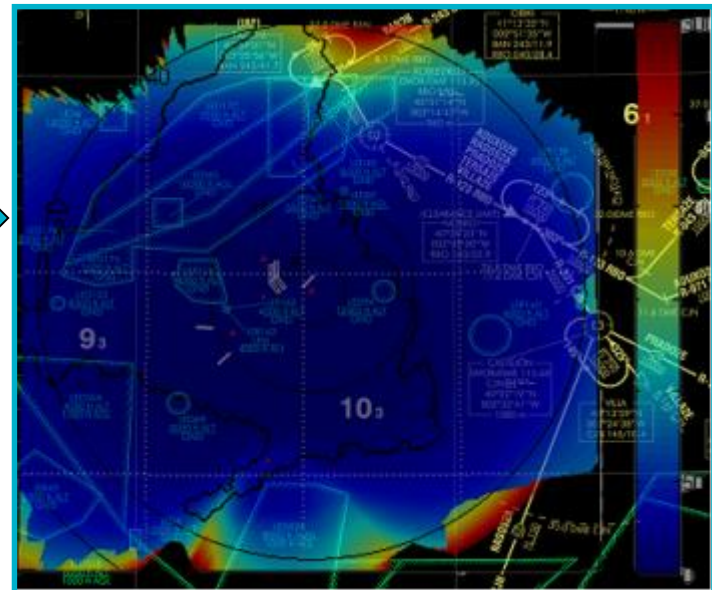
04 Indra ADS-B: Puntos Clave

05 Sistema desplegado en las sedes Indra de Madrid

WAM OPERATIVA EN LAS SEDES DE INDRA

Sistema WAM con 5 estaciones receptoras.

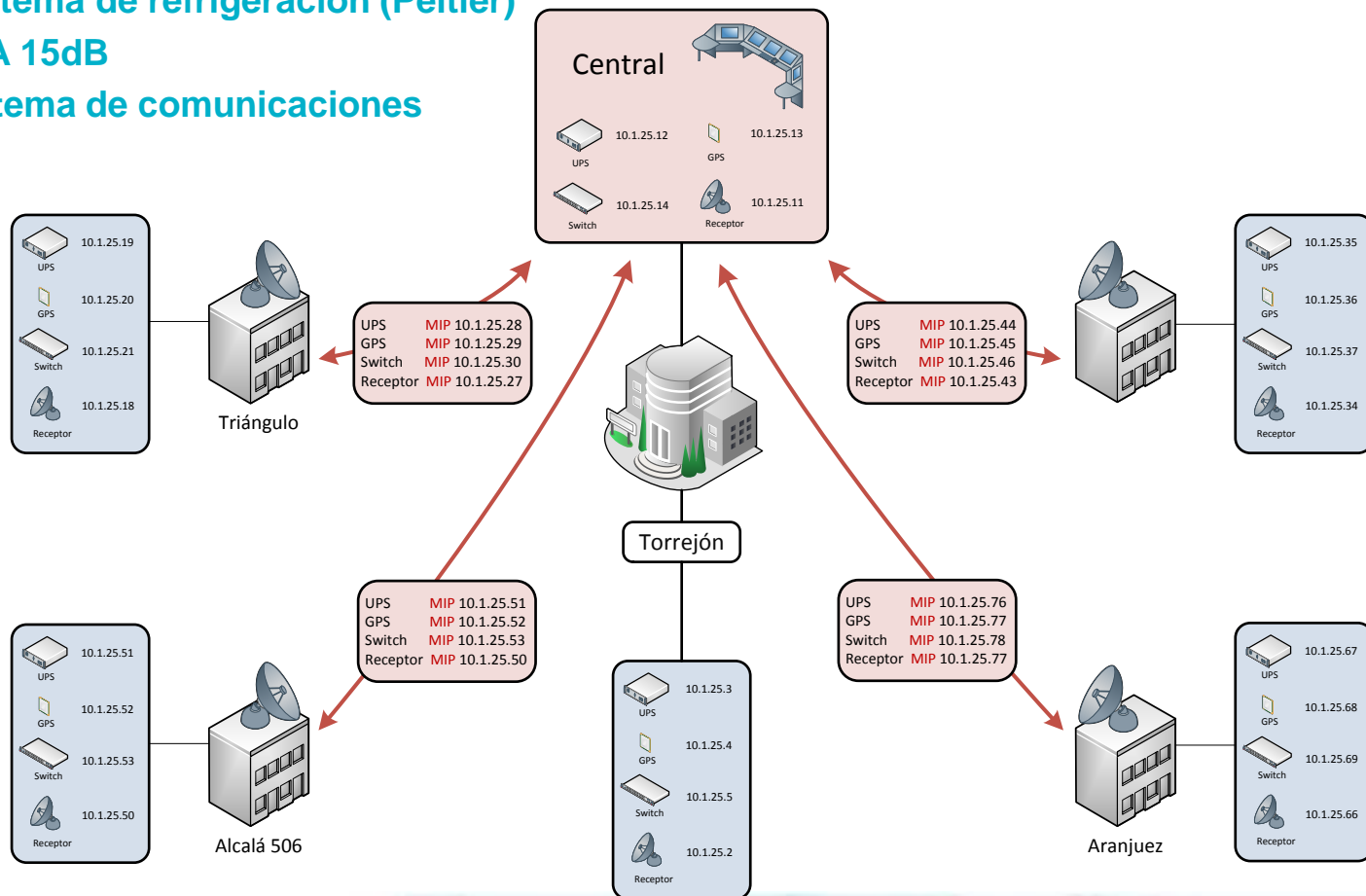
- Cobertura MLAT de 40NM. * Cobertura ADS-B de 150NM
- Indra es la única compañía con un sistema operativo instalado en sus instalaciones
- Localización del las estaciones receptoras:
 - Edificio Indra TT1 en Torrejón (Central Processor y RX1)
 - Edificio Indra Triangulo (RX2)
 - Edificio Indra en Calle Alcalá 506 (RX3)
 - Edificio Indra en Aranjuez (RX4)
 - Edificio Indra en San Fernando (RX5)



WAM OPERATIVA EN LAS SEDES DE INDRA

Equipamiento: 5 estaciones receptoras

- Antenas de 5.5dBi (altura de 70cm) con antena GPS
- Rack Outdoor resistente al agua y al polvo (100cmx68cmx55cm)
- Sistema de refrigeracion (Peltier)
- LNA 15dB
- Sistema de comunicaciones



5 Estaciones

- Antenas de 5.5dBi (altura de 70cm) con antena GPS
- Rack Outdoor resistente al agua y al polvo (100cmx68cmx55cm)
- Sistema de refrigeración (Peltier)
- LNA 15dB
- Sistema de comunicaciones



EQUIPAMIENTO

ESTACION CENTRAL DE PROCESO (CPS)

- Rack de 19"
- Servidor de procesos COTS





indra

Avda. de Bruselas 35
28108 Alcobendas,
Madrid España
T +34 618 733 630
F +34 91 480 50 80
www.indracompany.com