



OACI

Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina para Norteamérica, Centroamérica y Caribe

NOTA DE ESTUDIO

ADS-B/OUT/M — NE/14
29/07/19

**Reunión de implementación de la Vigilancia dependiente automática – emisión (ADS-B OUT)
para las regiones NAM/CAR
(ADS-B/OUT/M)**

Ottawa, Canadá, del 21 al 23 de agosto de 2019

**Cuestión 2 del
Orden del Día:**

**Actualización del Estado de implementación ADS-B en los Estados
2.3 Recolección estadística de la prueba ADS-B**

**RECOPIACIÓN ESTADÍSTICA DE MENSAJES ADS-B RECIBIDOS EN LA REGIÓN OCCIDENTAL
DE LA FIR HABANA**

(Presentada por Cuba)

RESUMEN EJECUTIVO

Esta Nota de estudio presenta un análisis estadístico sobre la evolución de la implementación del sistema ADS-B desde el año 2015 hasta junio del 2019, en zona de cobertura por vigilancia aeronáutica dentro de la FIR Habana.

Acción:	Las acciones sugeridas se presentan en la Sección 4.
Objetivos Estratégicos:	<ul style="list-style-type: none">• Seguridad Operacional• Capacidad y eficiencia de la navegación aérea
Referencias:	<ul style="list-style-type: none">• ICAO Doc 9924, ICAO Cir324, EUROCONTROL ASTERIX.

1. Introducción

1.1 Para el estudio que se requiere sobre los ensayos de implementación de la Vigilancia Dependiente Automática (ADS-B), Cuba fue desarrollando varias herramientas que posibilitaron la decodificación, almacenamiento y procesamiento de la información de las distintas fuentes de los sistemas de vigilancia que posee como son RADAR, ADS-B y MLAT. Desde finales del 2014 se comenzó este almacenamiento para luego obtener esta información que serviría de base para realizar el análisis estadístico del rendimiento del sistema.

1.2 En esta nota de estudio se propone un análisis estadístico sobre la evolución de la implementación del sistema ADS-B en el periodo comprendido desde el año enero del 2015 hasta junio del 2019, tomando en consideración la encuesta realizada por OACI sobre el uso de los datos de ADS-B.

1.3 Siguiendo los aspectos que se deben tener en cuenta en el Doc 9871 de la OACI para evaluar la calidad de un sistema de vigilancia, fueron seleccionados los criterios de comparación para realizar una comparación racional en cuanto a: región de interés (ej. FIR Habana), cobertura de los sistemas, nivel de vuelo, tiempo de detección, calidad de la información, precisión y disponibilidad del sistema.

2. Análisis.

2.1. Se tomó para el análisis estadístico la posición de Menocal, con un receptor ADS-B Versión 1 (DO-260A), ya que desde esta posición se tiene los datos desde 2015 hasta la fecha y resulta más demostrativo estos datos para calcular la tendencia de la implementación de ADS-B en las aeronaves. Con estos datos ha sido posible evaluar:

- Análisis de la cobertura.
- Porcentaje de aeronaves equipadas con ADS-B.
- Porcentaje de distribución de las versiones de los transpondedores a bordo de las aeronaves.
- Porcentaje reportado por la Categoría de Integración de la Navegación (NIC).
- Porcentaje de Aerolíneas y los errores en el campo Identificación

Análisis de la cobertura.

2.2. La evaluación de la cobertura teórica del campo de radiolocalización formado por los receptores ADS-B que se encuentran ubicados en San Julián, TMA, Menocal, Santa Clara, Camagüey, Holguín, Rx MLAT-Habana y Rx MLAT-Varadero, se muestra en la figura 1 del **Apéndice** de esta Nota de estudio.

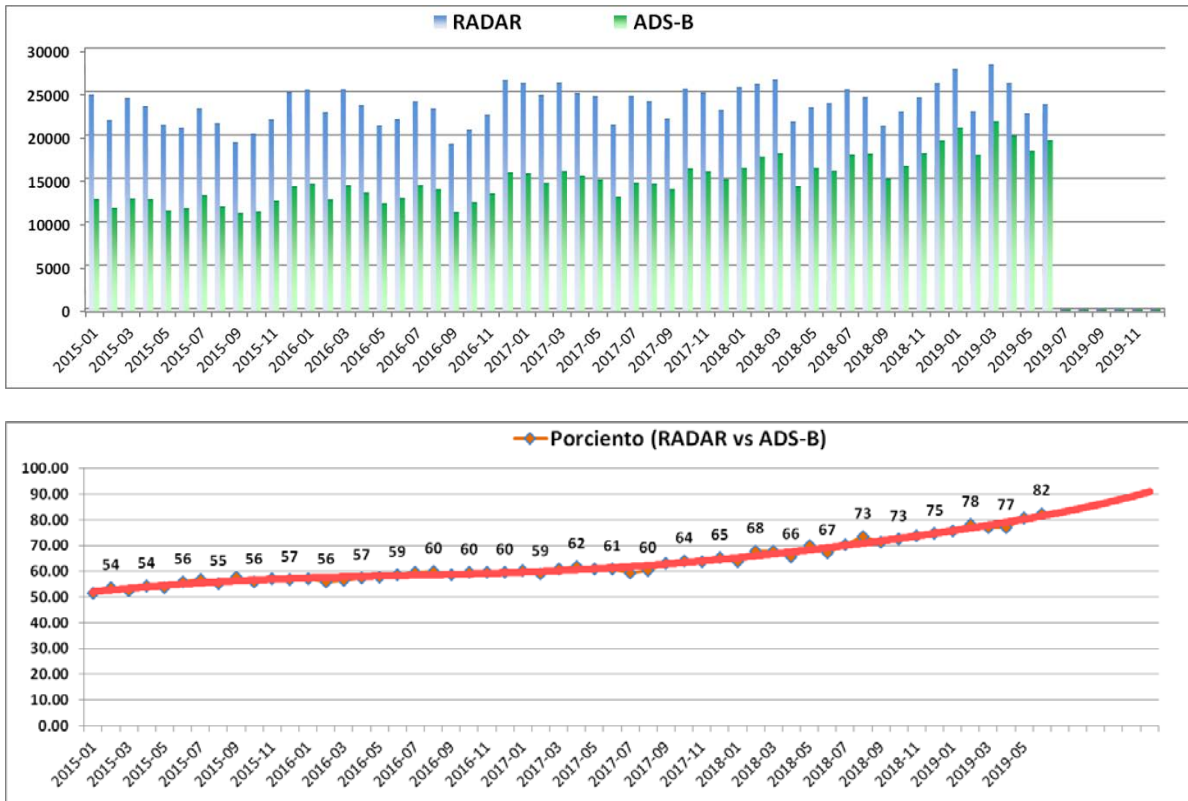
2.3. Cuando se analiza el volumen de cobertura teórico de la posición Menocal, que depende de las características geométricas y energéticas y se compara con los datos reales en un intervalo de tiempo, se obtiene las imágenes que corroboran la detección y el alcance de los receptores de RADAR y ADS-B, estas se muestran en las Figuras 3 y 4 del Apéndice de esta Nota de Estudio.

Porcentaje de aeronaves equipadas con ADS-B.

2.4. Desde la posición de vigilancia Menocal, en el periodo de estudio 2015/01 – 2019/06, han sido procesados como promedio mensual **11138532 mensajes ASTERIX en Cat 48** provenientes de fuentes de RADAR (10 rpm de vuelta de antena) y **61320773 mensajes en Cat 021** provenientes de receptor ADS-B (1 segundo de actualización), llegando a tener los archivos mensuales una capacidad total de más 3 GBytes.

Promedio mensual de aeronaves detectadas	2015	2016	2017	2018	2019
Con RADAR	72407	70493	76157	86711	92329
Con ADS-B	35868	37702	42772	55170	71342

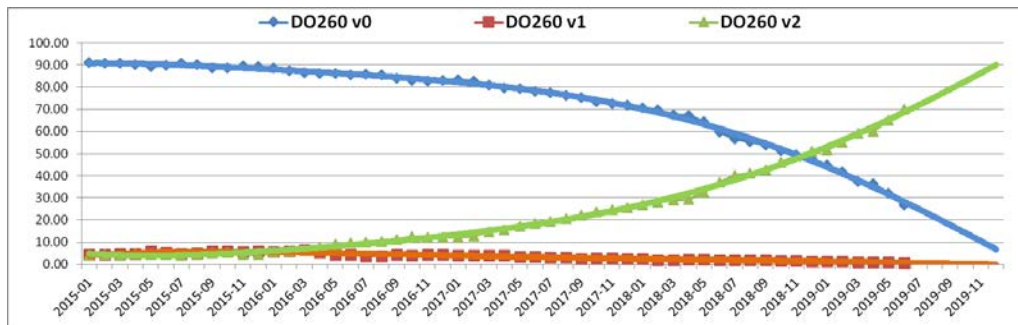
2.5. A partir de estos datos, luego de ser procesados, filtrados y correlacionados, y teniendo en cuenta las coberturas de cada sistema, se tiene la estadística de cuántas aeronaves fueron detectadas por ADS-B y/o Radar, determinando de esta manera el comportamiento creciente de la evolución como se muestra en la siguiente gráfica.



2.6. Actualmente el **84.0%** de aeronaves por encima de 18000 pies se encuentran equipadas con ADS-B. Siguiendo la tendencia evolutiva que se muestra desde el 2015, se estima que al finalizar el año 2019 el **90%** de las aeronaves estarán equipadas con ADS-B.

Análisis de la distribución de las versiones DO-260 de los transpondedor.

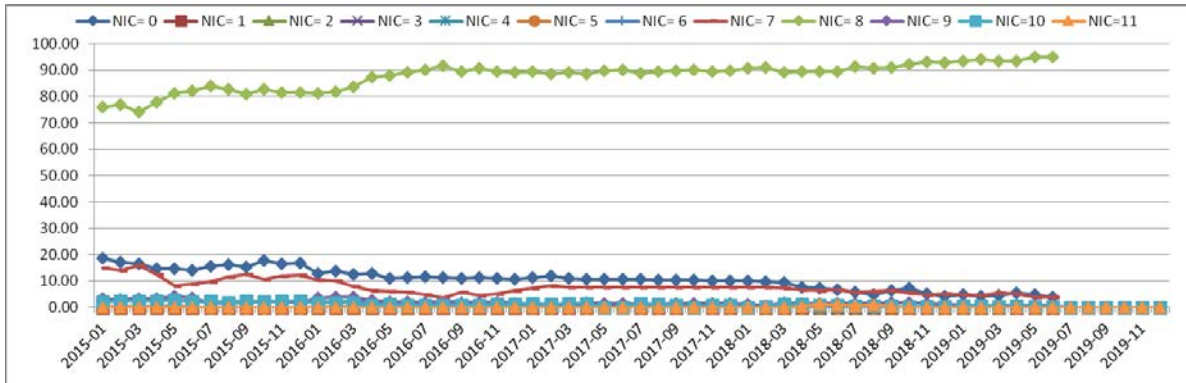
2.7. Al cuantificar las versiones detectadas en este intervalo de tiempo, se evidencia desde enero del 2016 un aumento considerable del equipamiento con versión 2 (DO-260B), mientras disminuye el uso de la versión 0 (DO-260) y versión 1 (DO-260A), dando una idea que la aviónica está evolucionando de una versión a otra.



2.8. Analizando esta tendencia, se estima que al finalizar 2019, el **90 %** de la aviónica será de versión 2 (DO-260B). Además se evidencia la disminución del uso de la versión 0 (DO-260) y 1 (DO-260A).

Análisis de la distribución de las Categorías de Integridad de la Navegación (NICp).

2.9. La categoría de integridad de la navegación es obtenida a través de la decodificación del elemento I021/090 (Indicadores de calidad) de la categoría 021 de los mensajes ASTERIX. En el análisis estadístico se evidencia que el NIC mas predominante es el NIC=8.



2.10. Aunque este parámetro sea dependiente de la geometría formada por los satélites y la aeronave, se evidencia una mejora significativa en el aumento de la cantidad de aeronaves con NIC=8 a partir del año 2015 y una disminución de los NIC=0 (desconocida su característica).

Análisis de la identificación de la aeronave.

2.11. La información de la identificación de la aeronave, es obtenida a través de la decodificación del elemento I021/170 (Identificación de blanco) de la categoría 021 de los mensajes ASTERIX. Este parámetro tiene la característica que la información obtenida debe ser codificada como se especifica en el Anexo 10, Volumen IV. En este documento se expone que la identificación de aeronave será la utilizada en el plan de vuelo y cuando no se disponga del plan de vuelo se insertará en este subcampo la matrícula de la aeronave. Se transmitirá el código de caracteres empezando con la unidad de orden más elevado (b6) y se transmitirá la identificación de aeronave empezando por el primer carácter de la izquierda. Se codificarán los caracteres consecutivamente sin interrupción del código ESPACIO. Todos los espacios de caracteres que no hayan sido utilizados contendrán al final del subcampo el código ESPACIO.

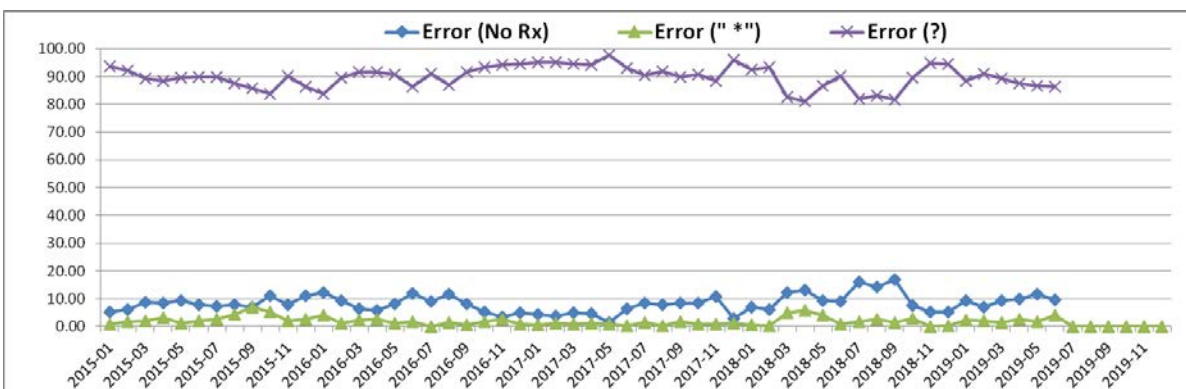
2.12. Siguiendo esta normativa, fue posible determinar la asociación de la identificación con la base de datos de aerolíneas, con la base de datos del registro de matrículas y determinar los errores en la introducción de los datos de identificación de aeronaves, lo cuales fueron procesados y determinaron los resultados siguientes mostrados en la tabla:

Promedio mensual de identificación	2015	2016	2017	2018	2019
Con plan de vuelo (aerolíneas)	11647.75	12767.17	14750.25	15129.17	18383.83
Sin plan de vuelo (matrículas)	173.33	241.92	294.00	375.33	357.42
Errores (sin asociación)	346.00	471.33	556.00	388.92	382.14

2.13. Dentro del volumen de errores en las identificaciones, se ha corroborado que los más significativos son:

- No recepción de la información de la identificación.
- Identificación nula o con espacios.
- No introducción de los nombres de los vuelos o las matriculas incorrectamente.

Promedio mensual de errores de ID	2015	2016	2017	2018	2019
No Rx de ID	27.08	35.75	32.58	39.17	42.33
ID nulo o con espacios	8.58	7.25	5.08	8.83	10.33
Nombre NO correctos	310.33	428.33	523.08	331.33	393.17



2.14. Cabe señalar que la determinación de estos errores se encuentra sujeta a la tenencia de las bases de datos actualizadas.

3. Conclusiones

3.1. El análisis estadístico de los sistemas entre 2015 y 2019 evidencia **un crecimiento sostenido de aeronaves con transmisiones de ADS-B**, determinándose en junio de 2019 que el porcentaje de aeronaves con ADS-B por encima de 10000 pies es de **82.5 %** y por encima de 18000 pies de **84.0 %**.

3.2. Existe la tendencia a la disminución de los transpondedores con versión DO-260 y el aumento de la versión DO-260B.

3.3. La categoría de integridad de la navegación (NIC) predominante es el NIC=8.

3.4. Existen errores en la introducción del identificador ID, que no permiten la correcta correlación con los códigos de las aerolíneas.

4. Acciones sugeridas.

4.1 Se invita a la Reunión a:

- a) tomar nota de las estadísticas presentadas en este documento;
- b) analizar los resultados y las tendencias presentadas;
- c) comparar los datos presentados con los obtenidos por otros estados u organizaciones; y
- d) hacer llegar a las aerolíneas nacionales y de IATA los datos relacionados a los errores que aún persisten en las transmisiones ADS-B.

APÉNDICE

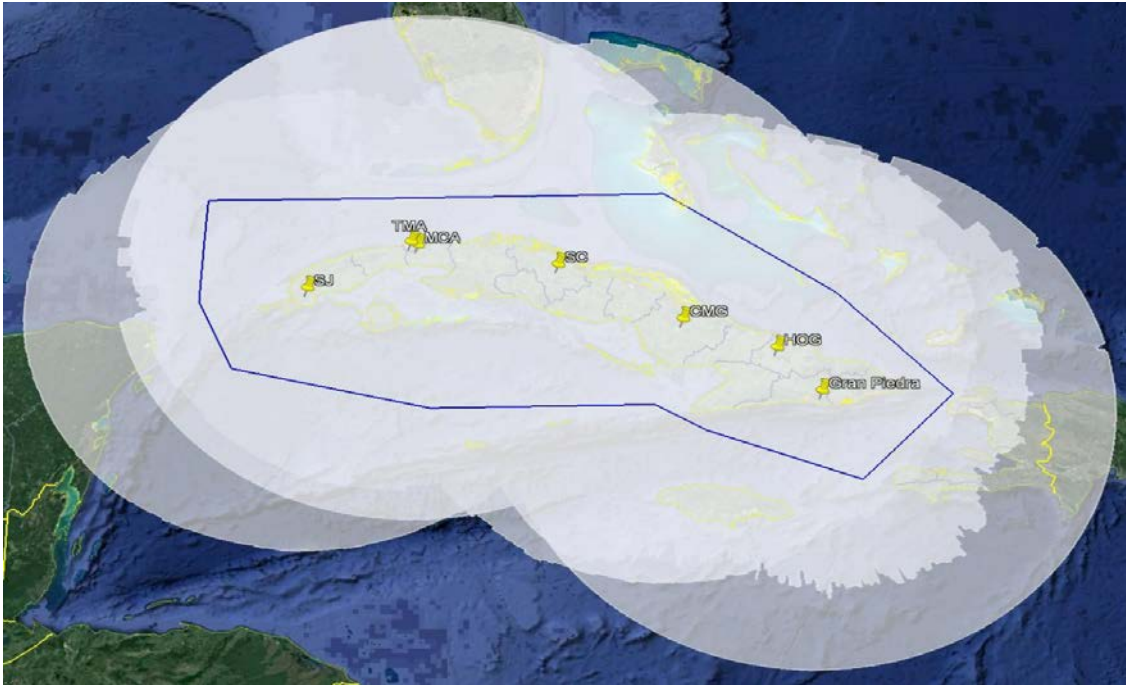


Figura 1. Evaluación de la cobertura ADS-B en el FIR Habana con FL300.

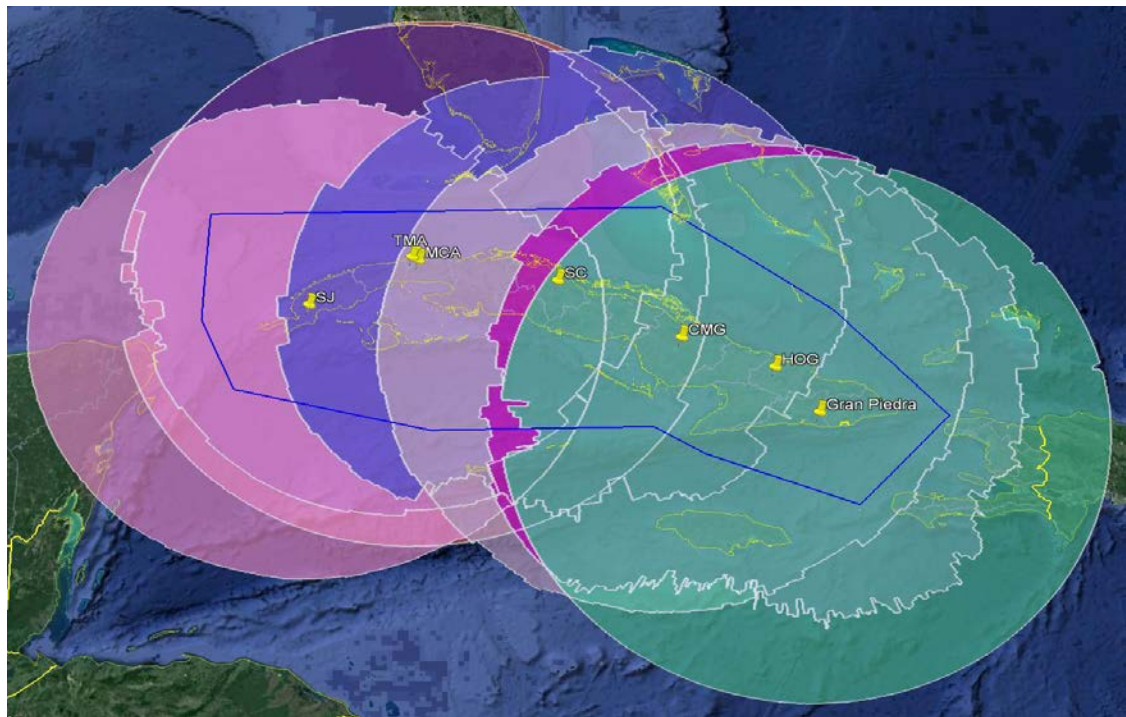


Figura 2. Evaluación de la cobertura ADS-B en el FIR Habana con FL400.

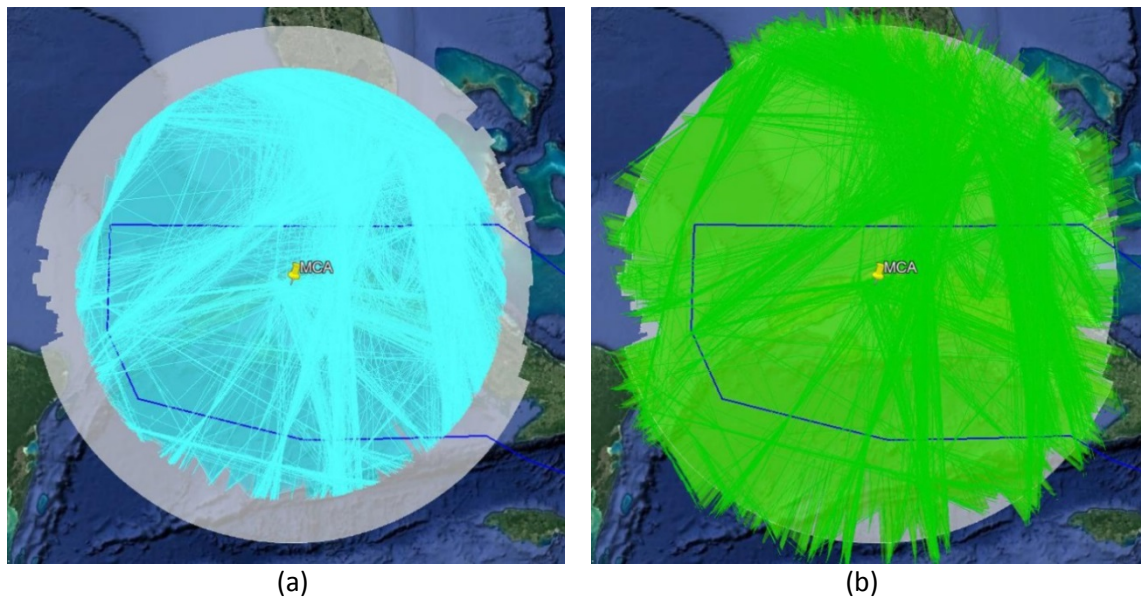


Figura 3: Cobertura teórica con FL400 y datos reales de la posición Menocal (01/01/2015). (a) RADAR (b) ADS-B.

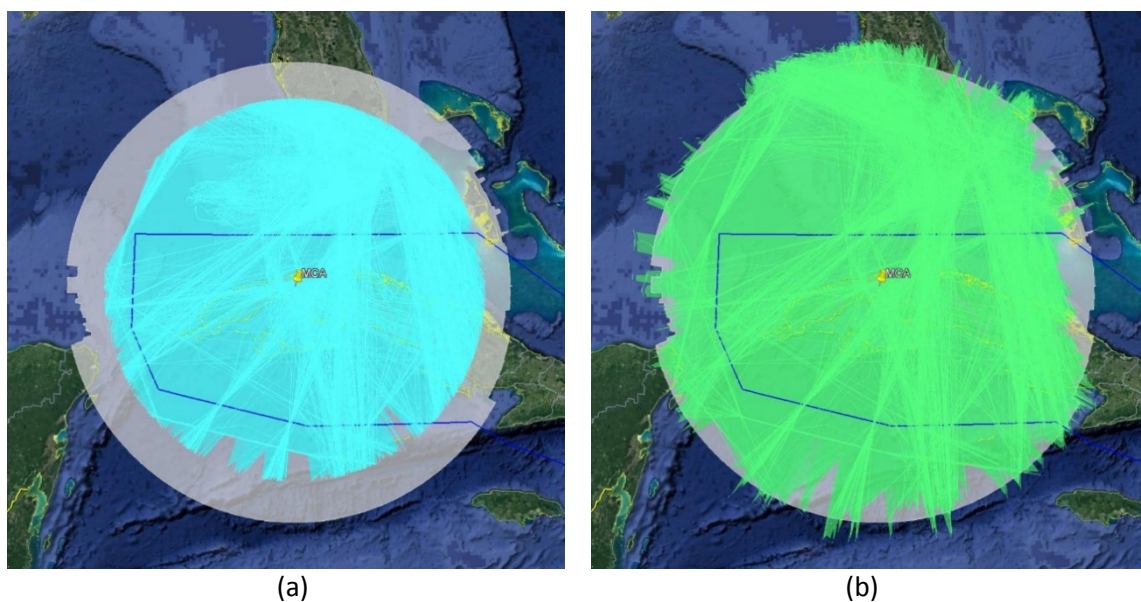


Figura 4: Cobertura teórica con FL400 y datos reales de la posición Menocal (01/06/2019). (a) RADAR (b) ADS-B.