



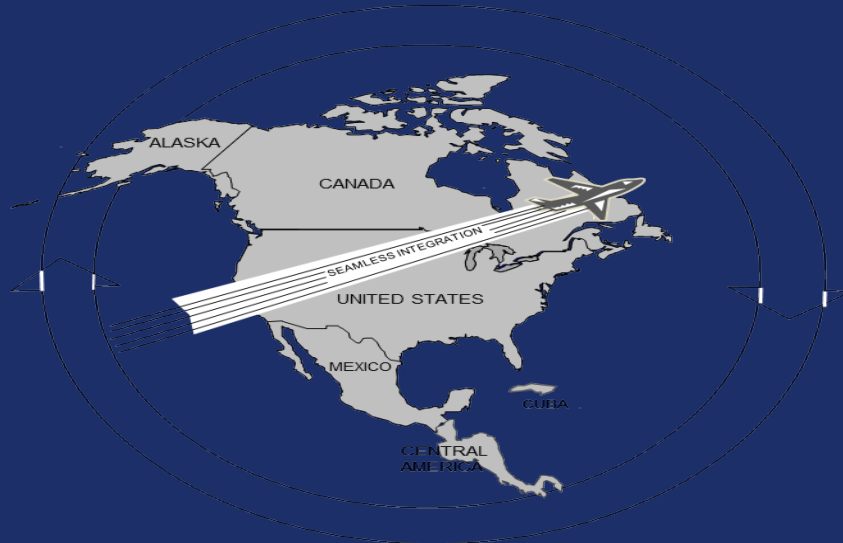
ICAO

# INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION

A UN SPECIALIZED AGENCY



# Implementación ADS-B: Aviónica y Tierra



Federal Aviation  
Administration

Presented to: Taller NAM/CAR/SAM sobre el Desarrollo de la  
Reglamentación para la Implantación del ADS-B

By: Alex Rodriguez

Date: July 2023





# Agenda

- Descripción general de la implementación de ADS-B
- Infraestructura
- Aviónica de aeronaves
  
- Estudio de caso: Programa ADS-B de Estados Unidos

# Descripción general de la implementación de ADS-B

- Como parte del proceso regulatorio, pueden surgir preguntas de las partes interesadas relacionadas con qué tan preparados estarán la Autoridad de Aviación Civil (CAA) y el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea (ANSP) para utilizar ADS-B.
- Hay dos partes clave que deben tenerse en cuenta:
  - Infraestructura
  - Aviónica de aeronaves
- Es fundamental contar con una estrategia/plan de implementación para ayudar al proceso regulatorio.
- Reduce los retrocesos y ayuda en las discusiones sobre las fechas de vigencia de las reglamentaciones.

# Infraestructura

- El tipo de infraestructura a implementar puede depender de diferentes factores (por ejemplo, terreno, requisitos operativos, requisitos de cobertura, compatibilidad de aviónica, etc.)
- Para abordar estos factores, el Estado miembro de la OACI debe realizar un análisis para determinar qué sistemas se necesitan para proporcionar los servicios necesarios mientras se mantiene o mejora la seguridad del espacio aéreo.
- Basado en tierra, basado en el espacio o combinado
- Equipo de la aeronave (antena superior/inferior frente a antena inferior únicamente)
-  Disponibilidad de rendimiento (es decir, NIC y NAC)
-  También se debe tomar una decisión sobre cómo un Estado miembro obtendrá información ADS-B (es decir, a través de la compra de equipos, contrato basado en el desempeño o algún otro medio).

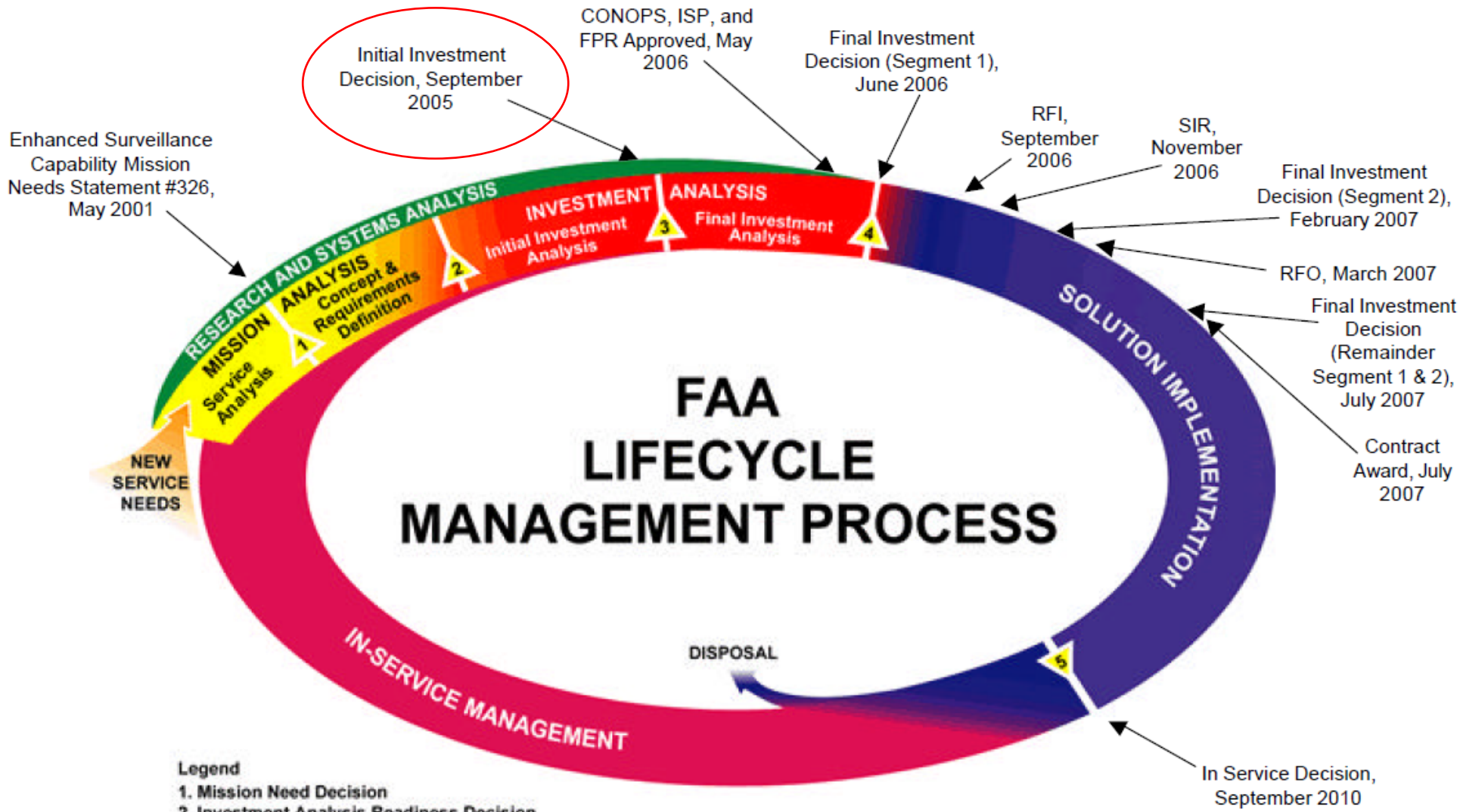


- El proceso regulatorio puede impulsar el desempeño que se requiere de la aviónica de la aeronave.
- - Depende de los requisitos operativos deseados por los ANSP
- Comprender lo que está disponible o cuánto tiempo llevará el desarrollo del equipo de aviónica es una pieza para garantizar el cumplimiento normativo.
- Una segunda pieza son las certificaciones disponibles para instalar el equipo en la aeronave.
- Certificaciones existentes dentro del Estado rector
- Reciprocidad para aceptar la certificación de otro Estado rector
- Compatibilidad entre los requisitos de aviónica y la infraestructura.

# Consideraciones Operacionales

- Un aspecto adicional que se debe considerar son los requisitos operativos necesarios para que el ANSP brinde el servicio deseado.
- Las áreas operativas que deben ser consideradas son:
  - Servicios de separación deseados
  - Capacitación del controlador (si es necesario)
  - Planes futuros del espacio aéreo
- En particular, el ANSP debe tener una comprensión de cómo se utilizará ADS-B para cumplir con el nivel de seguridad existente mientras se aprovisiona para una futura expansión.
- Esto debe tenerse en cuenta como parte de su análisis y decisiones de implementación.

# Estudio de caso: Infraestructura del programa ADS-B de Estados Unidos



CONOPS = Concept of Operations; ISP = Integrated Safety Plan; FPR = Final Program Requirements; RFI = Request for Information; SIR = Screening Information Request; RFO = Request for Offer



# Estudio de caso: Infraestructura del programa ADS-B de Estados Unidos

- Antes de iniciar cualquier trabajo de adquisición, es necesario obtener la financiación necesaria.
- Como parte de su proceso del Sistema de Gestión de Adquisiciones, el Consejo Conjunto de Recursos tiene la responsabilidad de aprobar todos los programas de adquisición.
- - Está compuesto por representantes de alto nivel de varias organizaciones de la FAA.
- En septiembre de 2005, el JRC aprobó la inversión inicial para establecer el grupo de Servicios de Vigilancia y Radiodifusión responsable de realizar la implementación de ADS-B.

# Estudio de caso: Infraestructura del programa ADS-B de Estados Unidos

- Para obtener esta aprobación, era necesario desarrollar una definición clara del programa deseado.
- Descripción de la implementación deseada y las aplicaciones asociadas (p. ej., CONOPS)
- Caso de negocios y seguridad
- Cronograma
- Comprensión de la arquitectura funcional, los requisitos de rendimiento y los requisitos clave.
- Después de realizar el análisis de alternativas y el caso de negocios necesarios, la FAA decidió buscar un contrato de servicio basado en el desempeño.

# Estudio de caso: Infraestructura del programa ADS-B de Estados Unidos

- Con base en la experiencia previa, el grupo SBS celebró un día de la industria en junio de 2006 con el objetivo de proporcionar a los proveedores interesados información potencial y plazos asociados con este programa.
- La información proporcionó una descripción general de:
- Definición de los diferentes Segmentos del contrato
- Enfoque deseado para la propiedad del equipo, los protocolos de comunicación, la propiedad de los datos y los requisitos de rendimiento.
- Estrategia y cronograma de implementación
- Estrategia de adquisición
- Las siguientes diapositivas muestran un ejemplo de la información que se desarrolló y compartió durante el evento del Día de la Industria.

# Estudio de caso: Infraestructura del programa ADS-B de Estados Unidos – Definición de segmento

<b>Services / Applications:</b>	<b>Segment:</b>
<b>Surveillance Broadcast Services (En Route, Terminal, Surface)</b>	<b>Segment 1 &amp; 2</b>
<b>Traffic / Flight Information Broadcast Services</b>	<b>Segment 1 &amp; 2</b>
<b>Enhanced Visual Acquisition</b>	<b>Segment 1 &amp; 2</b>
<b>Enhanced Visual Approaches (1)</b>	<b>Segment 1 &amp; 2</b>
<b>Final Approach and Runway Occupancy Awareness</b>	<b>Segment 1, 2 &amp; 3</b>
<b>Airport Surface Situational Awareness</b>	<b>Segment 1, 2 &amp; 3</b>
<b>Conflict Detection</b>	<b>Segment 1, 2 &amp; 3</b>

(1) Merging and Spacing and Cockpit Display of Traffic Information (CDTI) Assisted Visual Separation (CAVS) are a part of the Enhanced Visual Approaches Application

# Estudio de caso: Infraestructura del programa ADS-B de Estados Unidos – Definición de segmento

Milestone	Projected Completion Date
Segment 1 JRC	June 2006
Screening Information Request (SIR) Issued	November 2006
Segment 2 JRC	February 2007
Request for Offer Released	March 2007
Contract Award	July 2007
NPRM Issued	September 2007
Preliminary Design Review (PDR)	October 2007
Critical Design Review (CDR)	January 2008
Key Site Initial Operating Capability (IOC) of Broadcast Services	July 2008
In-Service Decision (ISD) of Broadcast Services	November 2008
Final Rule Published	April 2009
Gulf of Mexico Comm. and Weather IOC	September 2009
Louisville IOC of Surveillance and Broadcast Services	October 2009
Gulf of Mexico IOC of Surveillance and Broadcast Services	December 2009
Philadelphia IOC of Surveillance and Broadcast Services	February 2010
Juneau IOC of Surveillance and Broadcast Services	April 2010
Surveillance and Broadcast Services ISD for ADS -B	September 2010

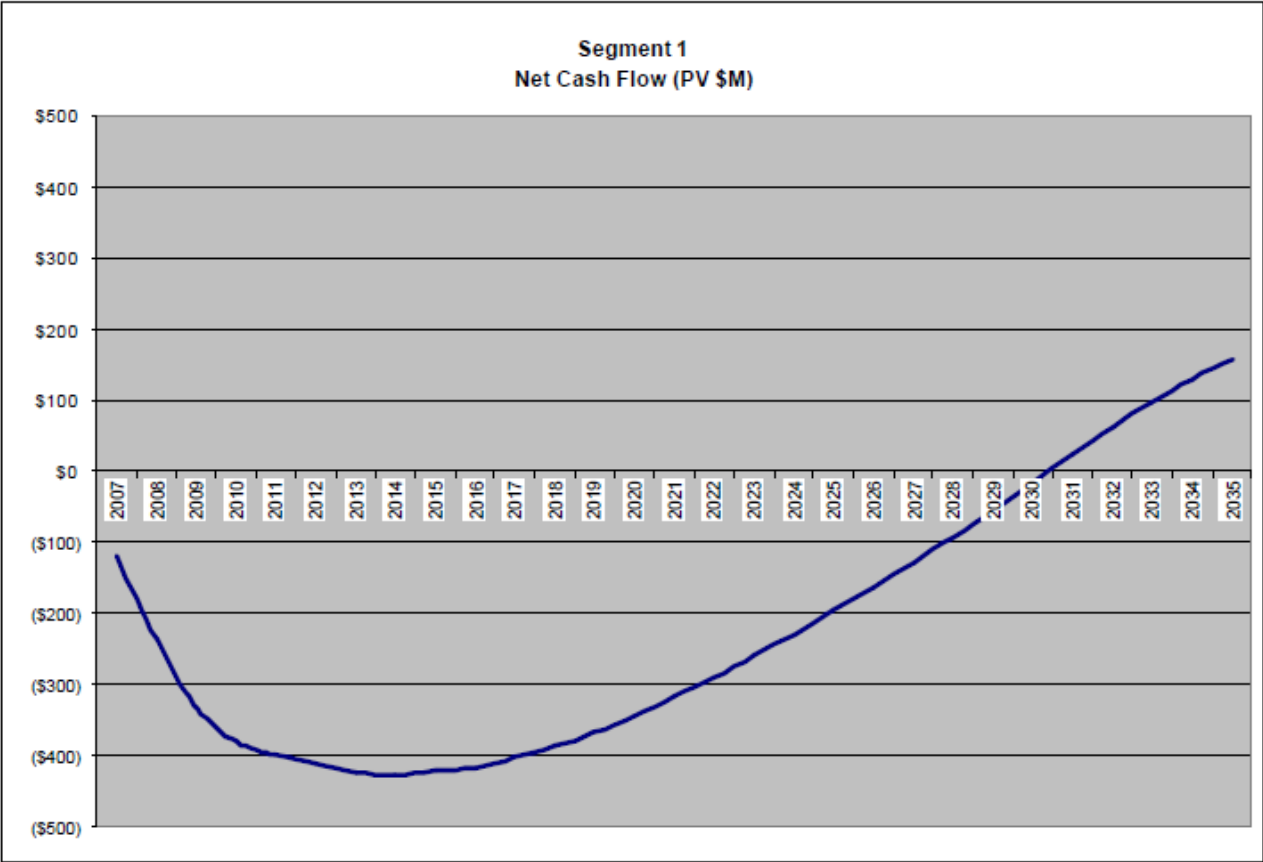


# Estudio de caso: Infraestructura del programa ADS-B de Estados Unidos – Definición de segmento

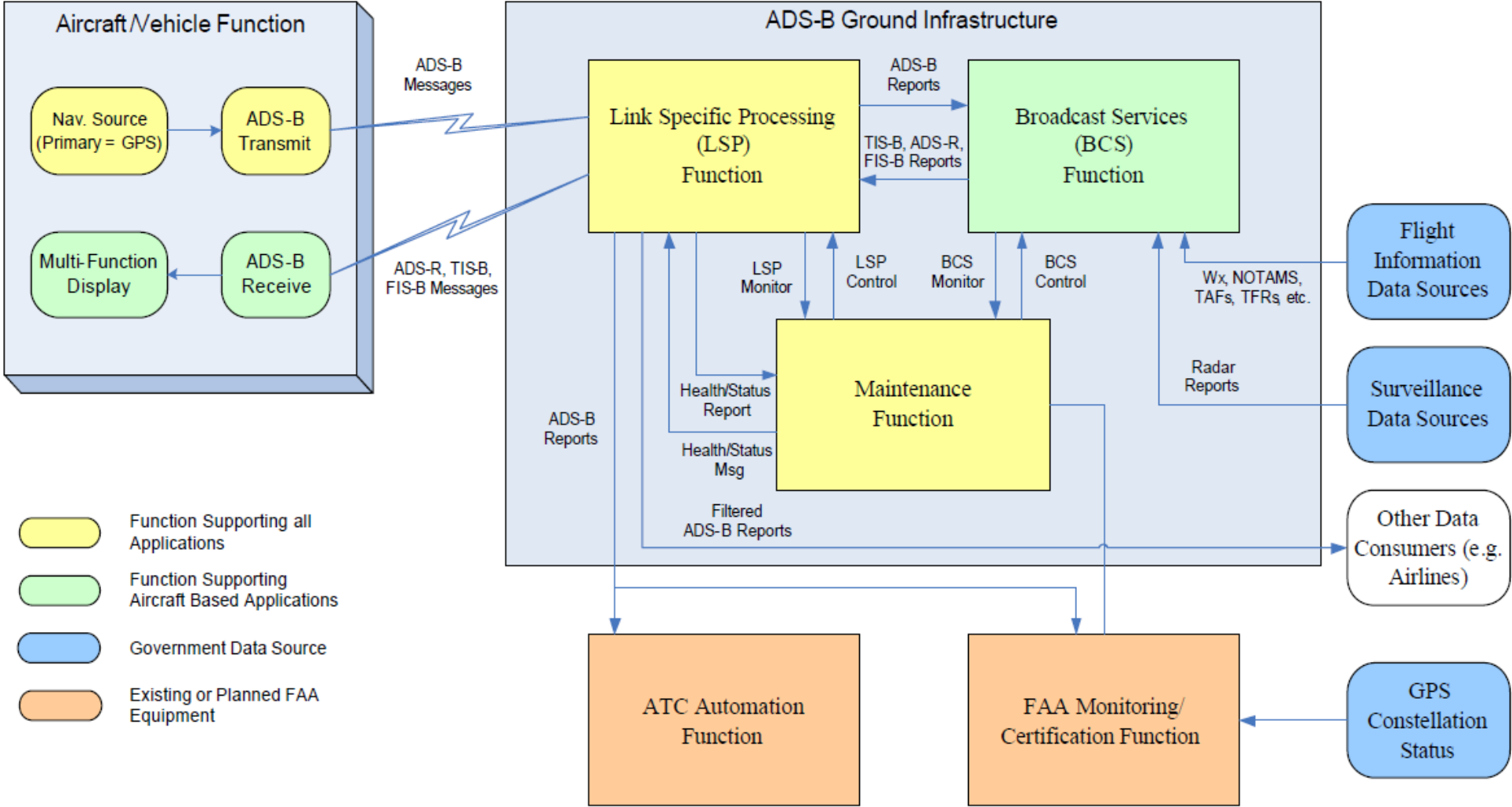
- **Segment 2 (2009 – 2014):**
  - ADS-B “Out” Final Rule Published: FY 2009
  - Continue Initial Aircraft to Aircraft Application Deployment: FY 2010 – FY 2014
  - Additional Aircraft to Aircraft Application Deployment: FY 2010 – FY 2014
  - Additional Aircraft to Aircraft Requirements Definition: FY 2010 – FY 2014
  - Continue / Complete TIS-B / FIS-B Deployment: FY 2009 – FY 2012
  - Continue / Complete ADS-B NAS Wide Infrastructure Deployment: FY 2010 – FY 2013
  - Complete 40% Avionics: FY 2014
  
- **Segment 3 (2015 – 2020):**
  - Additional Aircraft to Aircraft Requirements Definition: FY 2015 – FY 2020
  - Additional Aircraft to Aircraft Application Deployment: FY 2015 – FY 2020
  - Targeted Removal of Legacy Surveillance: FY 2018 – FY 2020
  - Complete 100% Avionics: FY 2020
  - Complete Initial Aircraft to Aircraft Application Deployment: FY 2020
  
- **Segment 4 (2021 – 2025):**
  - Complete Removal of Targeted Legacy Surveillance: FY 2023
  - Complete Targeted Removal of TIS-B: FY 2025
  - Complete Additional Aircraft to Aircraft Application Deployment: FY 2025

# Estudio de caso: Programa ADS-B de Estados Unidos Infraestructura – Costo/Beneficio

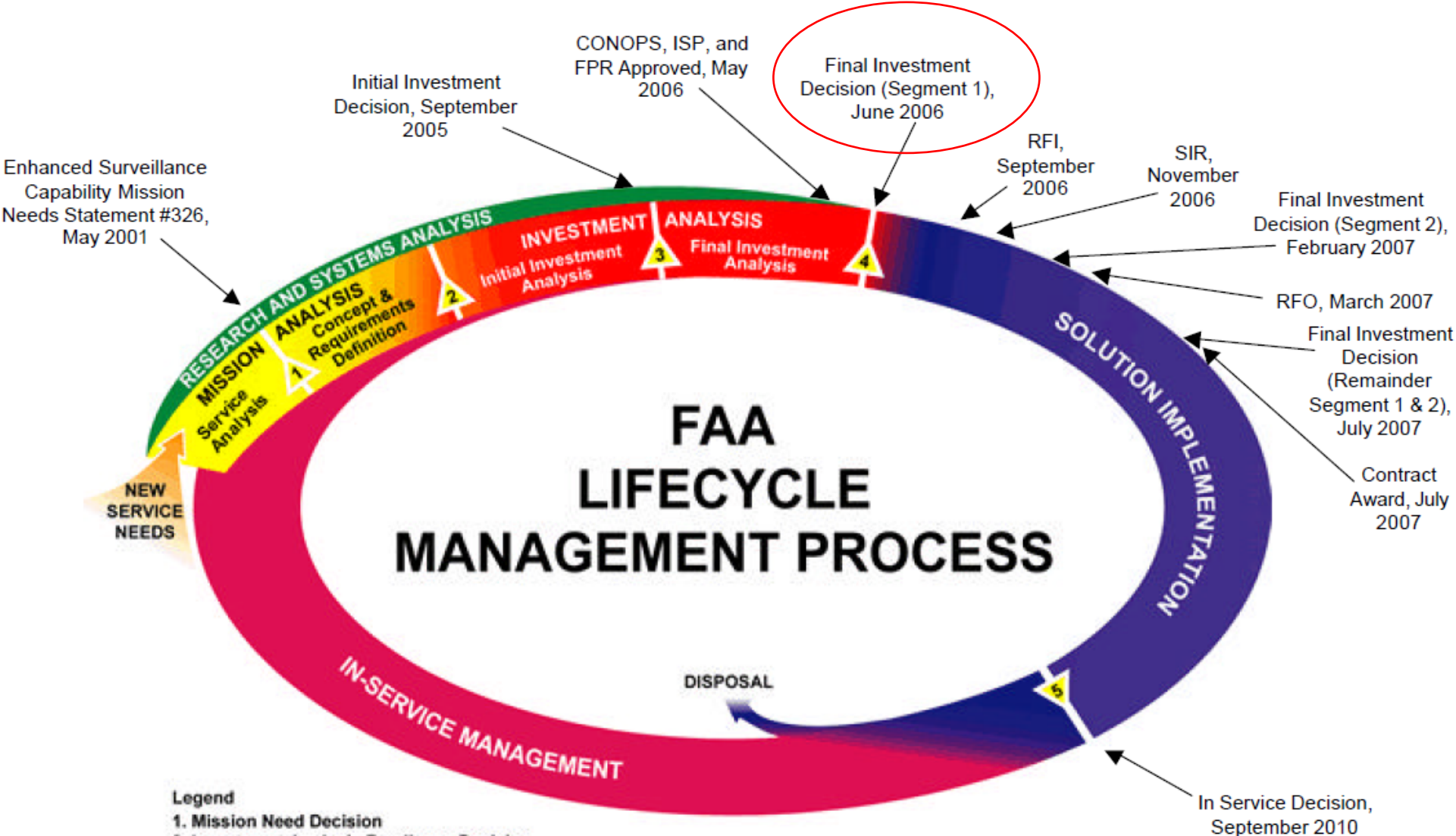
High Confidence Results	Segment 1
Net Present Value (\$M)	\$158.0
B/C Ratio	1.3
Payback Year	2031
Internal Rate of Return	9%



# Estudio de caso: Programa ADS-B de Estados Unidos Infraestructura – Costo/Beneficio



# Estudio de caso: Programa ADS-B de Estados Unidos Infraestructura



CONOPS = Concept of Operations; ISP = Integrated Safety Plan; FPR = Final Program Requirements; RFI = Request for Information; SIR = Screening Information Request; RFO = Request for Offer

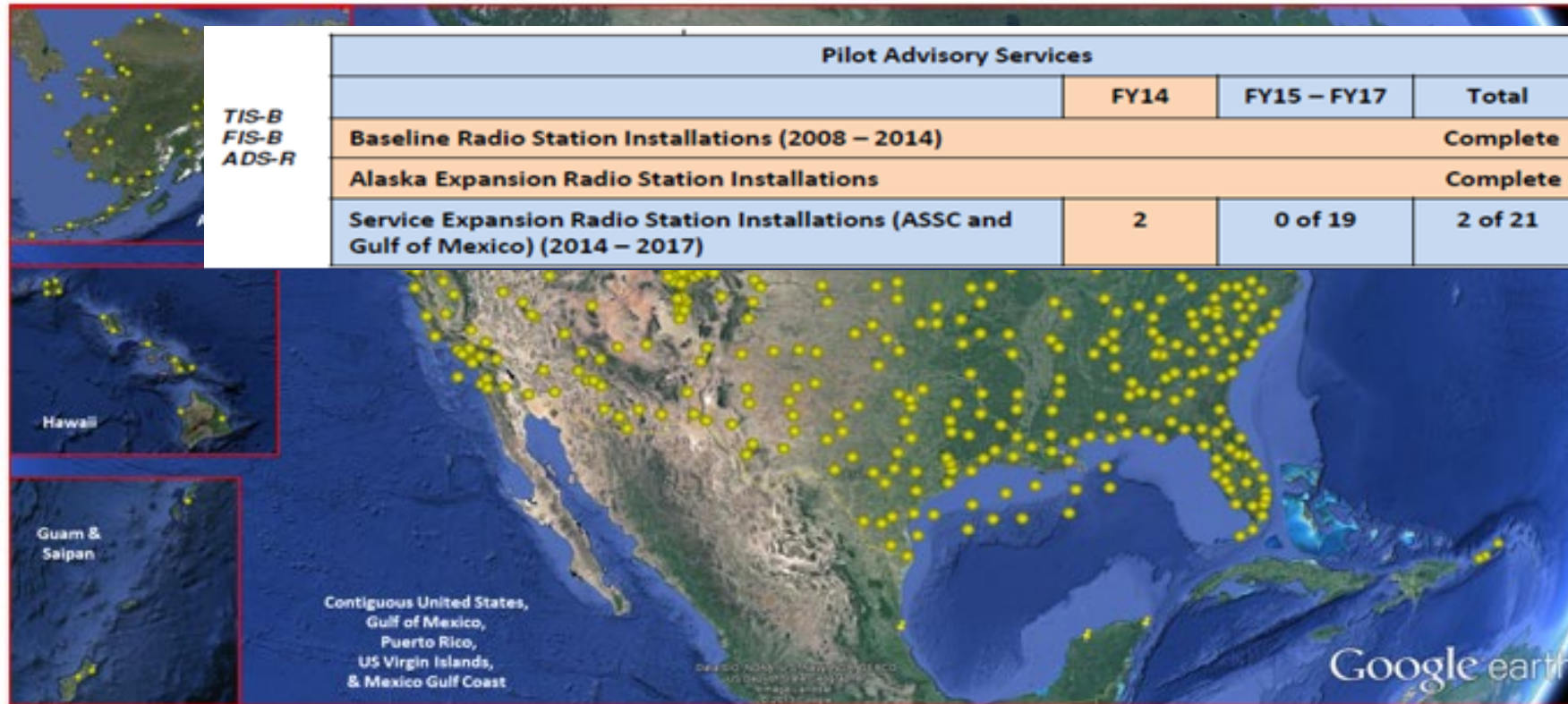
# Estudio de caso: Programa ADS-B de Estados Unidos

## Infraestructura – Costo/Beneficio

- Aprovechando los comentarios recibidos a través del compromiso con la industria, el equipo de SBS recibió la aprobación final para el Segmento 1 del JRC en julio de 2006.
- Esta aprobación final permitió que el equipo continuara trabajando en la emisión de la Solicitud de información (RFI) y la Solicitud de información de detección (SIR).
- Se siguieron los pasos de AMS hasta que se adjudicó el contrato de servicio basado en el rendimiento final en julio de 2007.
- La FAA comenzó a trabajar con el contratista de servicios seleccionado para iniciar el despliegue de la infraestructura terrestre en 2008.
- El inicio de este trabajo proporcionó un mensaje de que la FAA estaría lista, como se prometió en el proceso de elaboración de reglas, para utilizar ADS-B en la fecha de vigencia de la regulación.



# Estudio de caso: Programa ADS-B de Estados Unidos Infraestructura – Lanzamiento



- Las instalaciones de referencia se llevaron a cabo entre 2008 y 2014.
- La expansión del servicio de radios (Golfo de México y ASSC) se llevó a cabo de 2014 a 2017.
- - El trabajo en el Golfo de México agregó estaciones adicionales para ampliar la cobertura hasta el límite de la FIR

# Caso práctico: Infraestructura del programa ADS-B de EE.UU.

- Como se ha mostrado anteriormente, la FAA incorporó los servicios ADS-B In como parte de sus planes previstos para el futuro del espacio aéreo.
- Los servicios ADS-B In se proporcionan a través de las estaciones terrestres ADS-B implementadas hasta una aeronave que esté realizando correctamente el sistema ADS-B Out con capacidad de recibir ADS-B In.
  - La capacidad de recepción ADS-B In se incluye como parte del mensaje ADS-B Out.
- Las siguientes diapositivas ilustran los diferentes servicios ADS-B In proporcionados.

# Caso práctico: Infraestructura del programa ADS-B de EE.UU.

## - ADS-R

- **Descripción del servicio**

- Servicio orientado al cliente
- Reenvía la información ADS-B transmitida por una aeronave equipada con un sistema **ADS-B Out** que emite en un enlace (1090 o 978 MHz)...
- ...a una aeronave equipada con **ADS-B In** en el otro enlace.

- **Características**

- La información de una aeronave equipada con un sistema **ADS-B Out** de 1090 MHz se retransmitirá a una aeronave equipada con **ADS-B In** en la **frecuencia del Transceptor de Acceso Universal (UAT)** (es decir, 978 MHz), y viceversa.
- Mejora la seguridad al proporcionar a los pilotos un conocimiento de la situación en tiempo real de las aeronaves que vuelan en un radio de 15 millas náuticas y hasta 3,500 pies por encima o por debajo (también conocido como "Hockey Puck")



Las **flechas amarillas** muestran el flujo de datos terrestres desde el receptor sobre aeronaves no equipadas con ADS-B hasta la estación de control y, a continuación, las torres en tierra (GBT). Las **flechas rosas** muestran el flujo de datos transmitidos a las aeronaves equipadas con ADS-B.

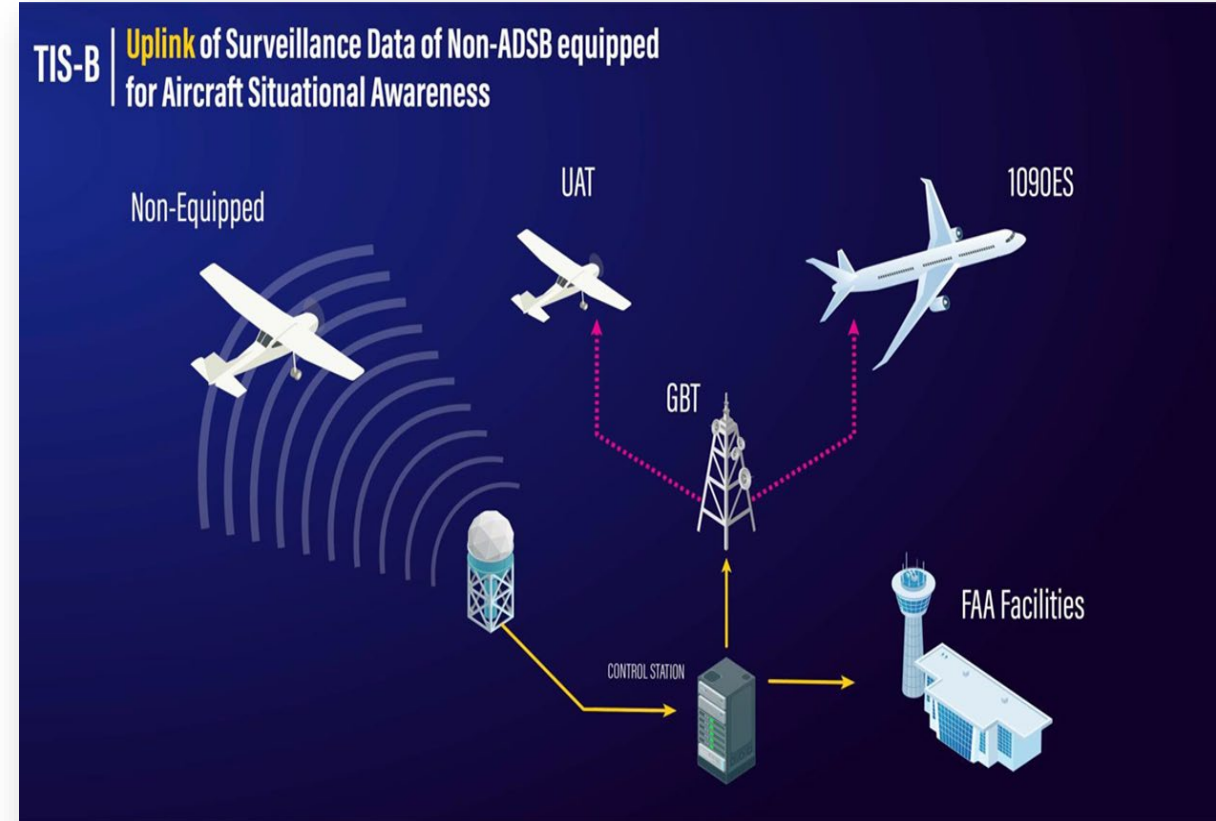
# Caso práctico: Infraestructura del Programa estadounidense ADS-B- TIS-B

## • Descripción del servicio

- Servicio orientado al cliente
- Proporciona información de vigilancia sobre aeronaves (es decir, objetivos TIS-B) que no están equipadas con ADS-B Out...
- ...a aeronaves equipadas con **ADS-B Out/In** .

## • Características

- **GBT** - Los transceptores terrestres (GBT) transmiten la información
- Para ser considerada objetivo TIS-B, una aeronave debe estar equipada con un transpondedor y encontrarse dentro de la cobertura del radar.
- Mejora la seguridad al proporcionar a los pilotos un conocimiento de la situación en tiempo real de las aeronaves que vuelan en un radio de 15 millas náuticas y hasta 3,500 pies por encima o por debajo (también conocido como "Hockey Puck").



Las **flechas amarillas** muestran el flujo de datos terrestres desde el receptor sobre aeronaves no equipadas con ADS-B hasta la estación de control y, a continuación, las torres en tierra (GBT). Las **flechas rosas** muestran el flujo de datos transmitidos a las aeronaves equipadas con ADS-B.



# Caso práctico: Infraestructura del programa estadounidense ADS-B- FIS-B

## • Descripción

- Proporciona los datos meteorológicos y aeronáuticos a la cabina de pilotaje
- Emite siempre en el espacio aéreo únicamente en la **frecuencia UAT**.

## • Algunos de los productos FIS-B disponibles actualmente:

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Información meteorológica para aviadores (AIRMET)</li><li>• Información meteorológica significativa (SIGMET)</li><li>• SIGMET convectivo</li><li>• Informes meteorológicos de aeródromo (METAR)</li><li>• NEXRAD CONUS</li><li>• NEXRAD regional</li><li>• Turbulencia (baja y alta altitud)</li><li>• Avisos a los aviadores (NOTAM)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Informes de piloto (PIREP)</li><li>• Estado del espacio aéreo de uso especial (SUA)</li><li>• Previsión de aeródromo terminal (TAF)</li><li>• Vientos y temperaturas en el aire</li><li>• Estado del servicio TIS-B</li><li>• Aviso meteorológico central</li><li>• Nubes</li><li>• Rayo</li><li>• Escarcha (baja y alta altitud)</li></ul> |
|---|---|



Las **flechas amarillas** muestran el flujo de datos terrestres desde los sistemas de Planificación de Vuelo a la estación de control, y luego a las torres terrestres (GBT). Las **flechas rosas** muestran el flujo de datos transmitidos a las aeronaves equipadas con UAT.



**NOTA:** Los productos enumerados se generan a partir de fuentes de datos. Hay que tener en cuenta de dónde vienen los datos.



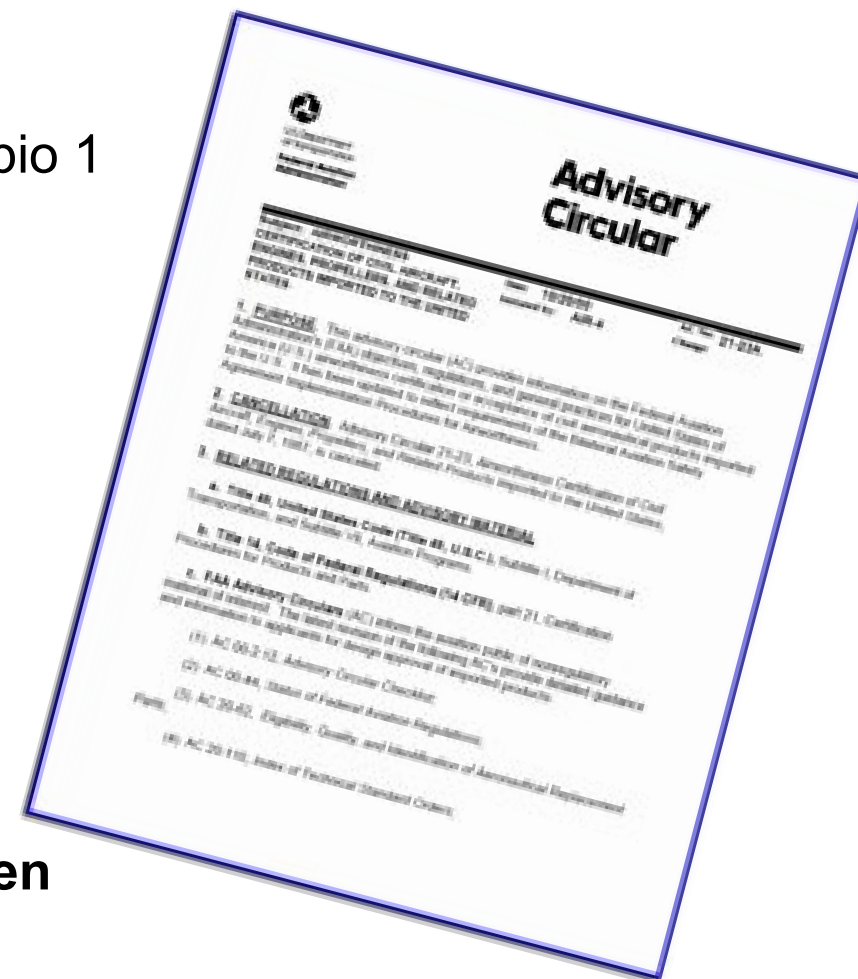
# Caso práctico: Aviónica del programa ADS-B estadounidense

- Ya se han debatido dos de los tres aspectos clave del ADS-B:
  - Normativa (véase la presentación sobre el desarrollo de la normativa ADS-B)
  - Infraestructura
- Un tercer componente importante es la aviónica de la aeronave.
- En colaboración con la industria a través de los grupos de trabajo conjuntos RTCA/EUROCAE, se completaron las Normas mínimas de funcionamiento operativo (MOPS) de la versión 2 del ADS-B.
  - RTCA DO-260B/ED-102A
  - RTCA DO-282B

- Como parte del proceso de reglamentación, la FAA desarrolló las Órdenes de Normas Técnicas (TSO) aplicables para permitir a los fabricantes desarrollar y certificar los equipos ADS-B Out según estas nuevas normas.
  - TSO-C166b para sistemas ADS-B Out 1090ES
  - TSO-C154c para sistemas UAT ADS-B Out
- Además, la FAA elaboró una guía para ayudar a los fabricantes de aeronaves y equipos con la instalación y las pruebas que deben realizarse como parte del proceso de certificación de aeronaves (es decir, Certificado de tipo/Certificado de tipo suplementario/Certificado de tipo modificado).

## Caso práctico: Aviónica del programa ADS-B estadounidense

- **Documentos RTCA**
  - RTCA DO-260B, DO-260C modificado por el Cambio 1
  - RTCA DO-282B, DO-282C
- **TSO**
  - TSO-C166b, TSO-C166c
  - TSO-C154c, TSO-C154d
- **Circular consultiva**
  - AC 20-165B
  - AC 90-114B Cambio 1
- **Los documentos sobre ADS-B pueden consultarse en**
  - Documentos RTCA - [www.rtca.org](http://www.rtca.org)
  - Documentos de la FAA - <http://drs.faa.gov>



## Caso práctico: Aviónica del programa ADS-B estadounidense

- Para fomentar el desarrollo de certificaciones de aviónica y aeronaves, la FAA colaboró con la industria para financiar varias certificaciones de aviónica y aeronaves.
  - Ayudó a ofrecer a los usuarios de la aviación opciones para equipar sus aeronaves con sistemas ADS-B conformes a la normativa.
- Paralelamente, la FAA estaba trabajando con la industria para elaborar orientaciones y agilizar el proceso de certificación e instalación.
- La instalación del equipo ADS-B se identificó como una barrera potencial para los usuarios de la aviación, especialmente la comunidad GA, para cumplir con el mandato del 01 de enero de 2020.

# Caso práctico: Aviónica del Programa ADS-B estadounidense



- ADS-B Out
- Aircraft: 35 A320
- STC approved July 2012
- **All 35 modifications complete**



- ADS-B Out and In
- Aircraft: 12 747
- STC approved June 2011
- **12 ADS-B In equipped**



- ADS-B Out
- Aircraft: 110 737NG
- Boeing Service Bulletin 01 delivered May 2013 and Rockwell Collins Black Label Equivalent delivered December 2013
- United retrofit begins June 2014
- Upgrades to DO-260B complete by December 2017

- ADS-B Out
- Aircraft: 164
  - 13 B747
  - 59 B767
  - 52 A300
  - 38 MD11
  - 2 B757
- STC for 767, 747/767 AML, MD11/A300 AML approved (December 2011, January 2012, and February 2013 respectively)
- **145 installs complete to date**
- Upgrades complete by June 2014



- ADS-B Out and In
- Aircraft: 20 A330-300/200
- STC for ADS-B Out approved August 2012; STC for Merging & Spacing approved January 2013
- **16 ADS-B Out and 13 In installs complete**
- Upgrades (Out and In) complete by March 2014



# Caso práctico: Aviónica del Programa ADS-B estadounidense



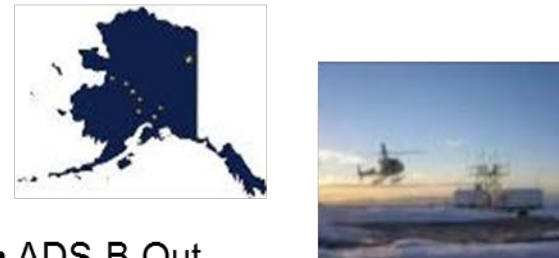
- ADS-B Out and In [Multi-function Display (MFD) and Portable Electronic Device (PED)]
- Aircraft: 2 Bell 206 helicopters
- STC issued January 2014
- Upgrades complete by February 2014



- ADS-B Out
- Aircraft: 54 helicopters
  - **9 AW-139 Chevron: Completed February 2013**
    - 47 PHI: Upgrades complete by 2015
  - STC for AW-139 282B issued June 2012
  - STC for S-92 260B expected May 2014
  - STC for S-76 260B expected June 2014
  - Upgrades complete by 2016



- ADS-B Out
- Aircraft: 1 Cessna 150
- AML STC for Cessna 150/172/182 issued December 2012
- **Upgrade completed December 2012**



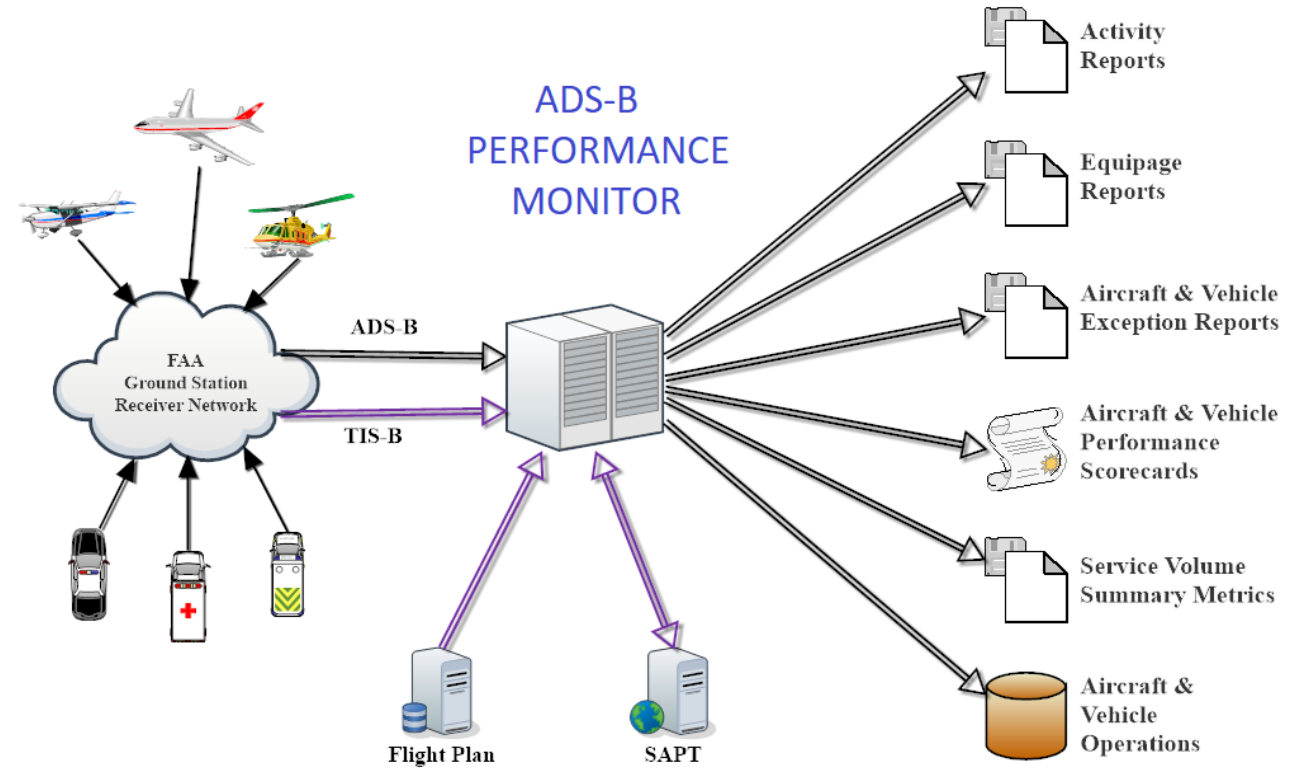
- ADS-B Out
- Aircraft: 400 legacy Capstone aircraft
- Contract awarded to FreeFlight Systems on April 30, 2013
- AML STC for fixed wing expected February 2014 and AML STC to include AS-350 and Bell 412 expected March 2014
- Upgrades complete by February 2015

# Caso práctico: Aviónica del programa ADS-B estadounidense

- Para hacer frente a los obstáculos identificados por el sector, la FAA publicó un nuevo Memorandum de Política de Instalación y un documento técnico relacionado
  - <https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/1FDEA629CD029A7C86257F7900601653.0001>
  - [https://www.faa.gov/air\\_traffic/technology/equipadsb/resources/media/ADS-B\\_Out-In\\_Installation\\_Tech\\_Paper\(9-25-17\).pdf](https://www.faa.gov/air_traffic/technology/equipadsb/resources/media/ADS-B_Out-In_Installation_Tech_Paper(9-25-17).pdf)
- Esta política permitía el uso de un STC existente (con permiso del titular del STC) como base para la instalación en una aeronave similar no cubierta actualmente por la certificación
  - Un ejemplo sería utilizar el STC de una Cessna 172 en una Cessna 152.

# Caso práctico: Aviónica del programa ADS-B estadounidense

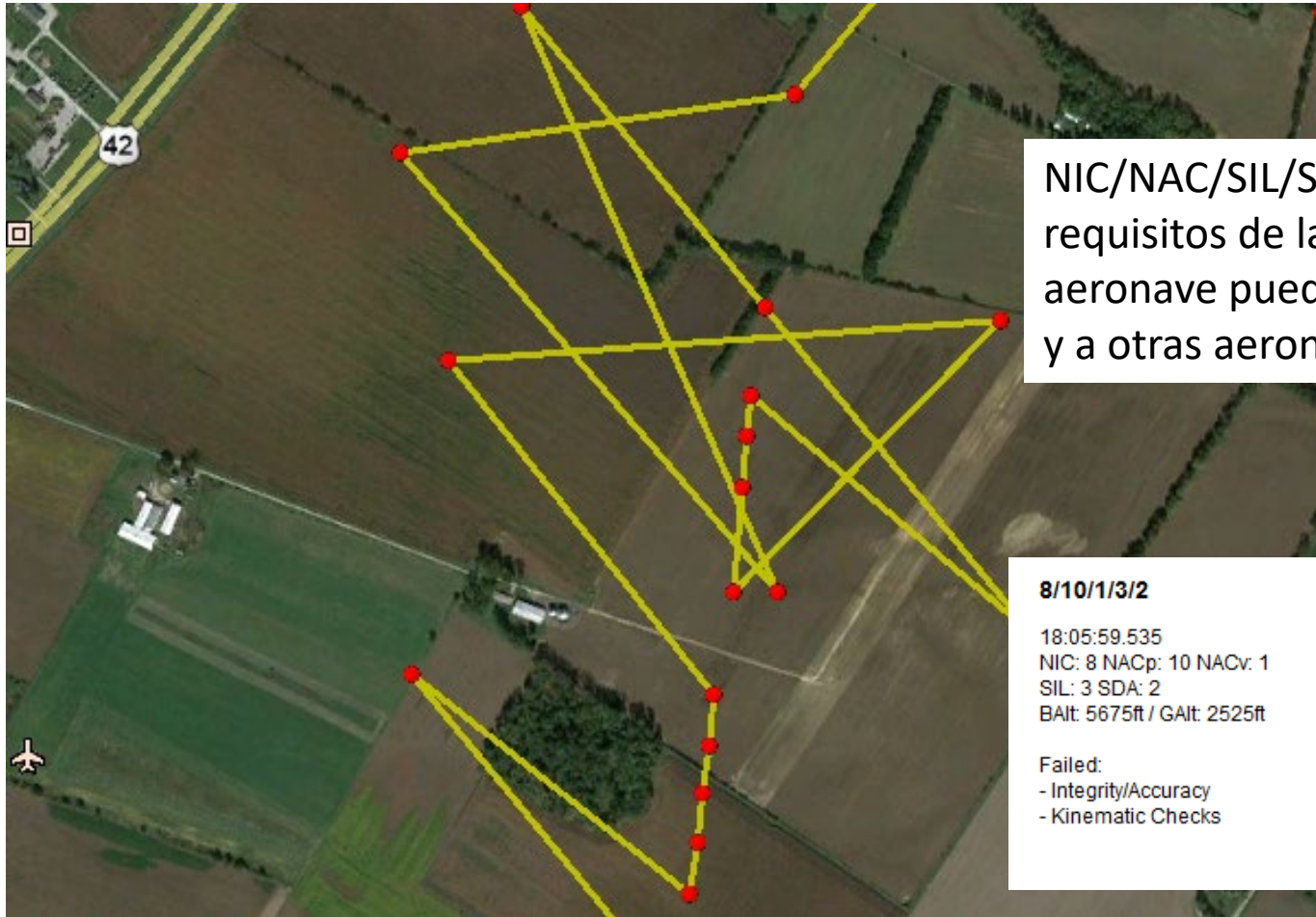
- Dado que ADS-B era el elemento básico para el futuro de la vigilancia, era necesario supervisar continuamente el rendimiento de ADS-B en lugar de depender de la comprobación del transpondedor cada dos años.
- La FAA decidió desarrollar el Monitor de Rendimiento ADS-B (APM) para llevar a cabo esta tarea.



# Caso práctico: Aviónica del programa ADS-B estadounidense

- Disponer de un sistema de vigilancia garantiza que los equipos cumplen las prestaciones necesarias para ofrecer los servicios deseados.
- Además, ayudará a identificar y corregir problemas de instalación. Algunos ejemplos son:
  - GPS o software incompatibles
  - Configuración incorrecta de la dirección ICAO de 24 bits
  - Desajuste del modo A (aplicable a las instalaciones UAT)
- Debido al APM, la FAA modificó la guía de instalación para:
  - Proporcionar orientación para mostrar la compatibilidad del acoplamiento ADS-B/GPS.
  - Reiterar el requisito establecido en 14 CFR 91.217(b) para garantizar que se utiliza el mismo codificador de altitud para el sistema ADS-B Out y el transpondedor (aplicable para instalaciones UAT).

# Caso práctico: Aviónica del Programa ADS-B estadounidense

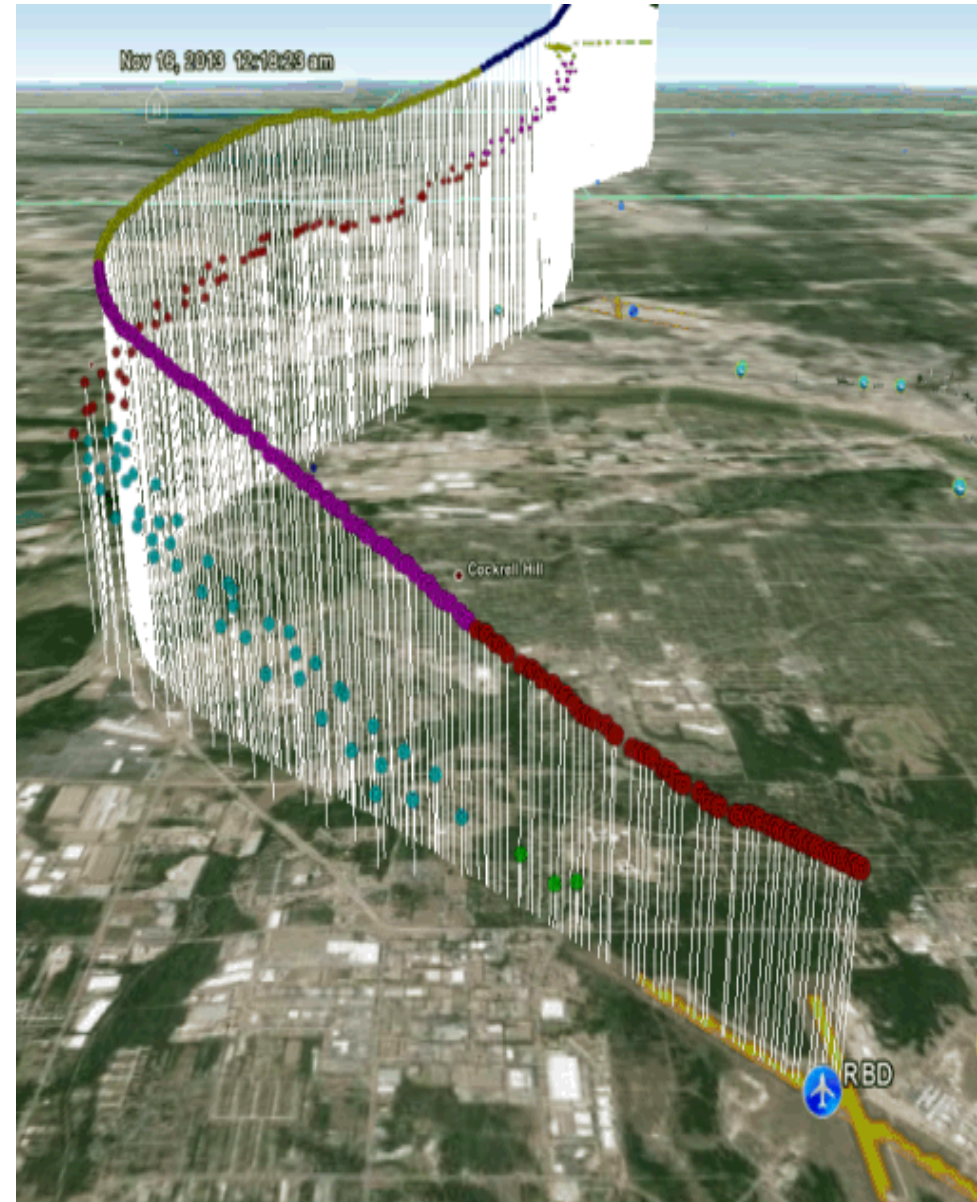


NIC/NAC/SIL/SDA cumplen los requisitos de la norma, la aeronave puede mostrarse al ATC y a otras aeronaves ADS-B IN.



# Caso práctico: Aviónica del Programa ADS-B estadounidense

- Diferencia entre el modo C y la altitud de presión UAT
- La aeronave está equipada tanto con un transpondedor en modo S sin capacidad 1090ES como con un transceptor UAT versión 2
- Los informes de altitud barométrica UAT están indicando diferencias de ~ 1200 pies por encima de la altitud que informa el transpondedor





- En resumen, es necesario trabajar a través de los procesos adecuados para garantizar que se aborden y cumplan todos los requisitos operativos y de seguridad.
  - Esto incluye el desarrollo de cualquier material de orientación o formación que pueda ser necesario para los controladores aéreos.
- No espere a la publicación de su reglamento para empezar a trabajar en la implantación y despliegue de la infraestructura ADS-B (si procede) y abordar los obstáculos de certificación de aviónica o instalación de aeronaves.
  - Ambas cuestiones se plantearán como parte de su compromiso con el sector.
- UAT para ADS-B Out añade complejidad adicional a su implementación.
- Considere la necesidad de desarrollar una herramienta de supervisión.





---

Thank You!