



**EU-Latin America and Caribbean  
Aviation Partnership Project (EU-LAC APP)**

*Enhancing the aviation partnership between the EU and  
Latin America and the Caribbean*

# Safety Nets

**Taller de Automatización ATM - 09**

**Your safety is our mission.**

An Agency of the European Union 

# Índice



- Introducción a los Safety Nets
- Short Term Conflict Alert (STCA)
- Area Proximity Warning (APW)
- Minimum Safe Altitude Warning (MSAW)
- Airborne Collision Avoidance System (ACAS)/  
Traffic alert & Collision Avoidance System (TCAS)
- Innovación en Safety Nets

# Introducción a los Safety Nets



## Los safety nets son una parte integral de los sistemas ATM

- Proporcionan **notificaciones sobre riesgos inminentes a la seguridad operacional**, y son la última barrera en evitar accidentes/incidentes
- Se ha demostrado que **mejoran la seguridad operacional por un factor de 10**

# Los safety nets se dividen en tierra y aire

## Safety Nets Tierra



## Safety Nets Aire



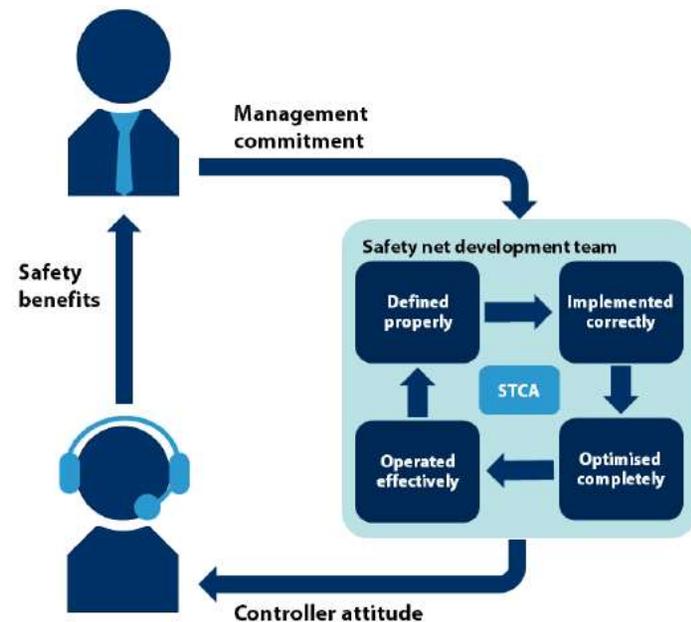
# Los safety nets no son sólo sistemas técnicos, requieren marcos de soporte para cumplir sus roles



- Todos estos factores conjuntos definen la **cultura de seguridad** de la organización
- La cultura ideal es una **transparente**, donde la seguridad operacional se gestiona de manera proactiva, y todo el mundo está implicado en la mejora

# El ciclo de vida de los safety nets es iterativo, adaptándose a los cambios del contexto operacional

- Involucrar al personal operativo en todas las fases es necesario para optimizar los beneficios
- El apoyo continuo de la dirección es necesario para fomentar la cultura de seguridad y la mejora continua
- Los safety nets tienen que estar adaptados al contexto operacional



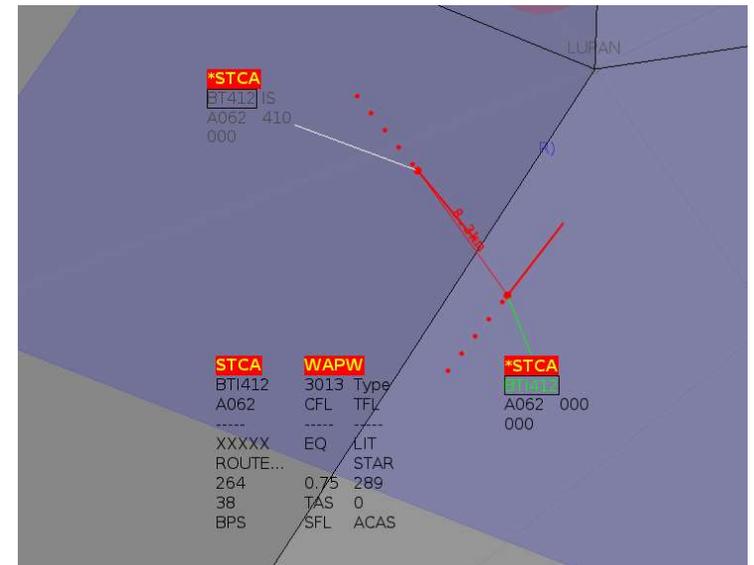
Fuente: Eurocontrol

# Short Term Conflict Alert (STCA)



# STCA asiste al controlador en prevenir colisiones generando una alerta de riesgo de infracción de separación mínima

- Tiene en cuenta movimiento horizontal y vertical, velocidad y nivel de vuelo, para generar alertas de infracciones o potenciales infracciones de separación
- Requiere la infraestructura de vigilancia adecuada
- Sus funciones están definidas en Doc. 4444 (PANS ATM) de la OACI
- Los proveedores de servicios deberán tener una política y concepto operacional sobre el uso de STCA

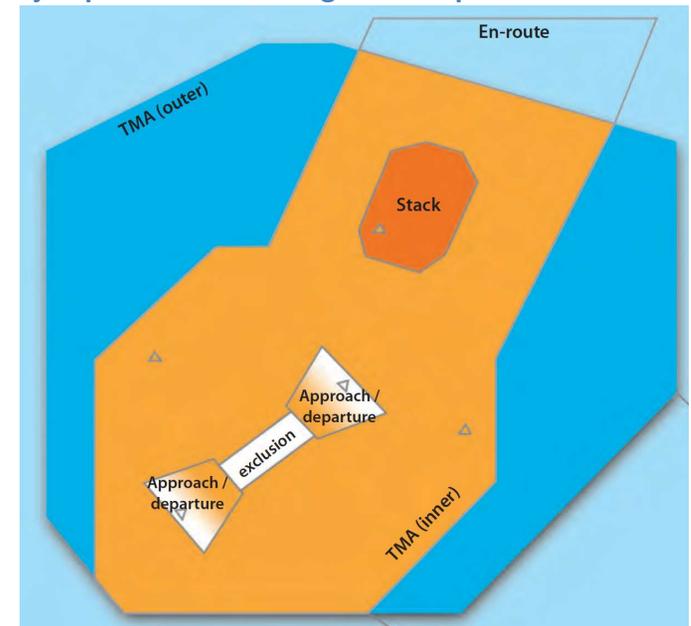


Fuente: Ansart

# Los parámetros de STCA deben adaptarse al espacio aéreo y el contexto local

- Los parámetros de alerta de conflicto de STCA se optimizarán para asegurar su fiabilidad y transparencia en todas situaciones
- Se establecen volúmenes con parámetros específicos de umbral de conflicto y tiempo de predicción
- STCA es particularmente complicado de implementar en espacios TMA debido a la densidad y características de las rutas

Ejemplo de distintas regiones de parámetros STCA



Fuente: Eurocontrol

## STCA puede predecir conflictos en base a distintos comportamientos de las aeronaves

- La predicción STCA más común es la lineal (línea recta en base a la trayectoria actual)
- Existen predicciones de viraje que se activan al detectar un cambio de dirección
- Existen predicciones en base a procedimientos de aproximación conocidos (por ejemplo, en patrones de espera)

La efectividad de STCA dependerá de la confianza de los controladores en el sistema, que implica encontrar el equilibrio entre falsos positivos y antelación / calidad de las alertas

# Area Proximity Warning (APW)



# APW alerta al controlador del riesgo de penetración de una aeronave en un espacio aéreo sin autorización

- Generalmente se pueden definir espacios temporales y permanentes, que pueden incluir:
  - Espacios controlados
  - Áreas peligrosas
  - Áreas restringidas
- Ejemplos:
  - Tráfico de aviación general VRF infringiendo espacio controlado
  - Tráfico comercial infringiendo espacio aéreo restringido o peligroso
  - Tráfico comercial saliendo de espacio controlado
- Parecido en funcionalidad a STCA

# Minimum Safe Altitude Warning (MSAW)

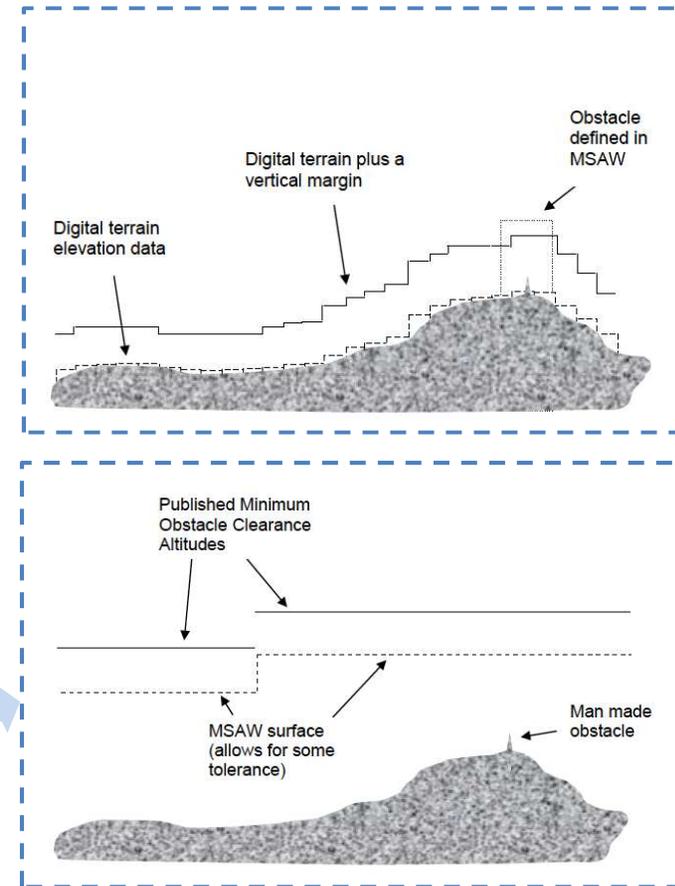


## MSAW alerta al controlador del riesgo de una colisión contra el terreno u obstáculos

- Compara los niveles reportados por los transpondedores contra las altitudes mínimas seguras definidas
- Depende de un modelo preciso de las características del terreno y obstáculos dentro del sistema ATM

# Los modelos del terreno y obstáculos pueden definirse de varias maneras

- Un modelo preciso de terreno/elevación (Digital Terrain Model / Digital Elevation Model). El Anexo 15 de la OACI requiere a los estados proporcionar datos de terreno y obstáculos en formato electrónico (eTOD – Electronic Terrain and Obstacle Data)
- Volúmenes poligonales representando “áreas de exclusión” debajo de la altura mínima de seguridad



## La configuración del MSAW se debe adaptar a las circunstancias locales

- Configurar el MSAW correctamente puede ser una tarea laboriosa e iterativa, pero necesaria para minimizar las falsas alertas y asegurar que los controladores confíen en el sistema
- Adicionalmente, es importante identificar los vuelos en los que las alertas sean aplicables, para evitar alertas falsas de tráfico no aplicable (como VFR)
- Las funciones de MSAW están definidas en **Doc 4444 (PANS ATM)** de la OACI

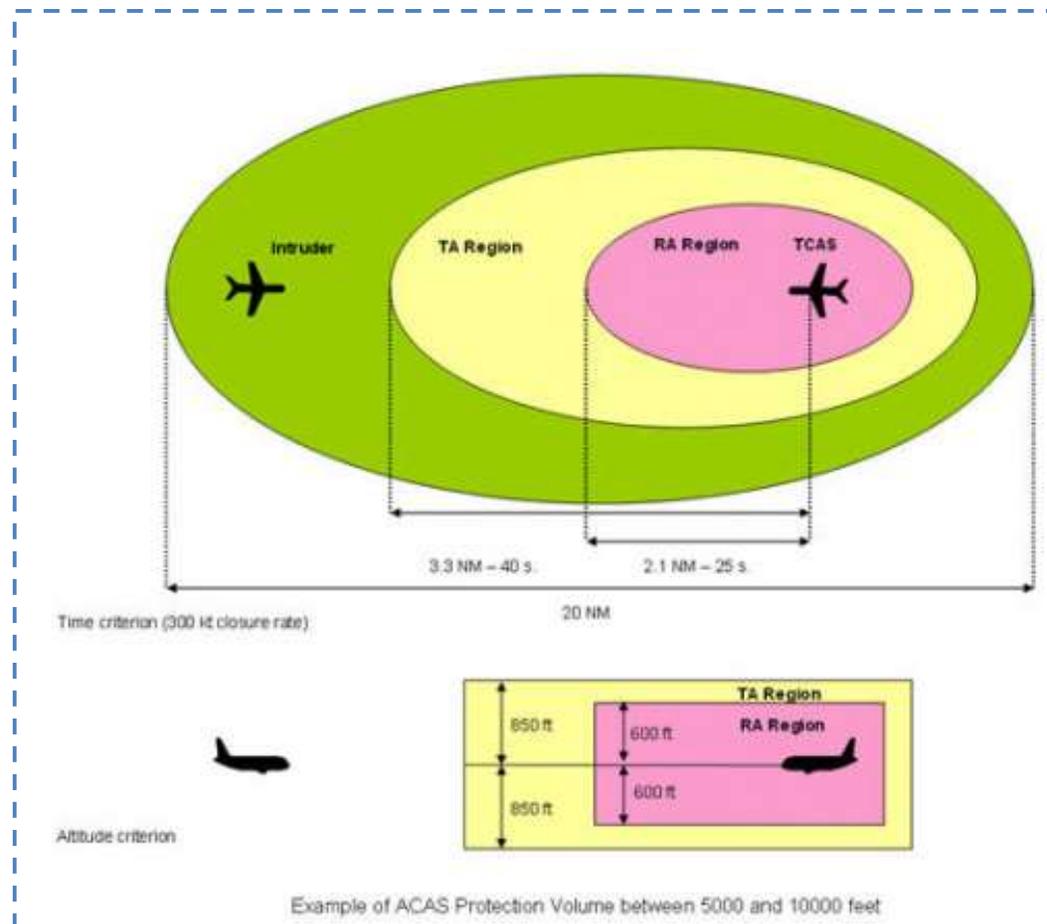
# Airborne Collision Avoidance System (ACAS)/ Traffic alert & Collision Avoidance System (TCAS)



# ACAS/TCAS es un sistema de aviónica que advierte a los pilotos del riesgo de colisión con otras aeronaves

- Se basa en las señales de los transpondedores de otras aeronaves cercanas
- Proporciona dos tipos de alertas:
  - **Traffic Advisory (TA):** Indica un riesgo de conflicto. Tiempo máximo de aviso 48 segundos
  - **Resolution Advisory (RA):** Recomendación de la maniobra a efectuar para evitar un conflicto inminente. Puede ser efectuar una maniobra o mantener la trayectoria actual. Tiempo máximo de aviso 35 segundos
- Si se identifica una amenaza, las instrucciones complementarias se coordinan entre las aeronaves a través de enlace Mode-S, y se actualizan cada segundo después del RA

# Volúmenes de protección ACAS



# TCAS se refiere a la implementación de la funcionalidad ACAS, de la cual existen varias versiones

- **ACAS I:** Proporciona únicamente TAs pero no recomienda acciones. Implementación TCAS I
- **ACAS II:** Proporciona TAs y RAs en dirección vertical. Implementaciones TCAS II v 7.0 y v 7.1
- Se estima que ACAS II reduce el riesgo de una colisión por un factor de 3-5

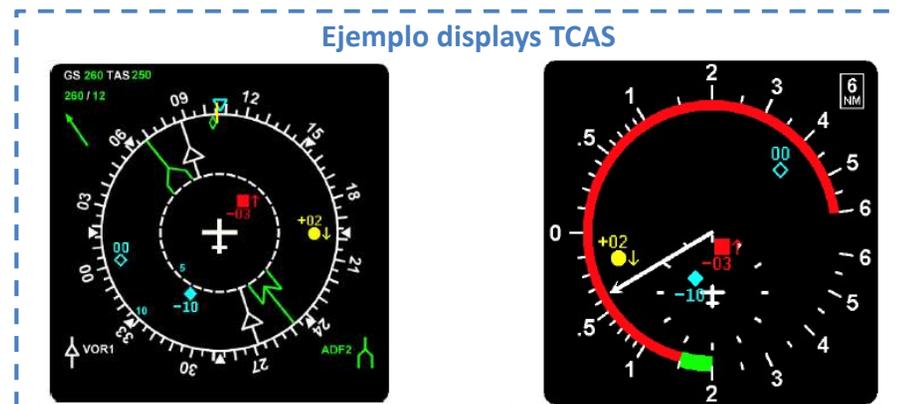
Distintos RAs posibles de ACAS II

RA	Upward sense		Downward sense		
	Required vertical rate (ft/min.)	Aural	RA	Required vertical rate (ft/min.)	Aural
Climb	1500	Climb, climb	Descend	- 1500	Descend, descend
Crossing Climb	1500	Climb, crossing climb; climb, crossing climb	Crossing Descend	- 1500	Descend, crossing descend; descend, crossing descend
Maintain Climb <sup>32</sup>	1500 to 4400	Maintain vertical speed, maintain	Maintain Descend <sup>32</sup>	- 1500 to - 4400	Maintain vertical speed, maintain
Maintain Crossing Climb <sup>32</sup>	1500 to 4400	Maintain vertical speed, crossing maintain	Maintain Crossing Descend <sup>32</sup>	- 1500 to - 4400	Maintain vertical speed, crossing maintain
Level Off	0	Level off, level off	Level Off	0	Level off, level off
Reversal Climb <sup>33</sup>	1500	Climb, climb NOW; climb, climb NOW	Reversal Descend <sup>33</sup>	- 1500	Descend, descend NOW; descend, descend NOW
Increase Climb <sup>33</sup>	2500	Increase climb, increase climb	Increase Descend <sup>33</sup>	- 2500	Increase descent, increase descent
Preventive RA	No change	Monitor vertical speed	Preventive RA	No change	Monitor vertical speed
RA Removed	n/a	Clear of conflict	RA Removed	n/a	Clear of conflict

En la actualidad, el anexo 10 de OACI estipula que TCAS II b 7.1 es obligatorio a nivel mundial

## El piloto debe seguir las instrucciones de las RA aunque entren en conflicto con instrucciones del controlador

- Normalmente el controlador no tendrá conocimiento del RA hasta que el piloto lo reporte, lo cual es obligatorio si ha requerido una desviación de instrucciones ATC
- Algunos ANSPs han implementado “RA downlink” para hacer saber al controlador cuando se lanza un RA, pero el impacto en la seguridad operacional no está claro



# Los controladores deberían estar entrenados para tratar con el sistema ACAS/TCAS

- Las pautas de formación de ACAS/TCAS para controladores se encuentran en el **Doc 9863** de la OACI (ACAS Manual)
- Los procedimientos ACAS a seguir por los controladores están definidos en **Doc 4444** (PANS ATM)
- Para los pilotos los procedimientos se encuentran estipulados en **Doc 8168** (PANS OPS)
- El **Anexo 10** (Telecomunicaciones aeronáuticas) Volumen IV de OACI estipula las características y requisitos de ACAS



# Innovación en Safety Nets



## Los últimos años han visto la adaptación de tecnologías emergentes a los safety nets

- **Enhanced STCA** utiliza parámetros de vuelo descargados de la aeronave para mejorar la precisión del análisis de conflictos e incrementar la fiabilidad y precisión de las alertas.
- **ACAS X** utiliza modelos estadísticos dinámicos teniendo en cuenta muchos parámetros de cada vuelo para proporcionar las instrucciones óptimas a cada aeronave involucrada en un conflicto.
- Ambos sistemas se traducirán a menos alertas falsas y mejores tiempos de aviso

Estos cambios serán necesarios para los conceptos futuros de gestión de tráfico aéreo, debido a el incremento en densidad de tráfico esperado



# ¿Preguntas, comentarios?

[www.eu-lac-app.org](http://www.eu-lac-app.org)

*This project is funded by the European Union and  
implemented by the European Aviation Safety Agency*

[easa.europa.eu/connect](http://easa.europa.eu/connect)



**Your safety is our mission.**

An Agency of the European Union 