



OACI

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

NOTA DE ESTUDIO

NACCWG10 — NE/19  
08/09/25

**Décima Reunión del Grupo de Trabajo de Norteamérica, Centroamérica y Caribe (NACC/WG/10)**  
Tulum, México, del 8 al 12 de septiembre de 2025

**Cuestión 4 del  
Orden del Día:**

**Presentación de las Grupos de Tareas integrantes del NACC/WG**

**PROYECTO ELABORACIÓN DE CONOPS SOBRE SISTEMAS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN  
EN LA REGIÓN CAR**

(Presentada por NAV-Adhoc Group)

**RESUMEN EJECUTIVO**

Bajo el Programa MCAAP se aprobó la asistencia a los Estados CAR para elaborar un CONOPS sobre el uso de ayudas convencionales y GNSS. En la reunión MEVA/TMG/38 (julio 2023, México) se creó el Subgrupo de Apoyo a Radio-ayudas.

El proyecto responde al aumento del tránsito aéreo y a la obsolescencia de sistemas de navegación.

Se identificaron deficiencias: vulnerabilidad ambiental, limitaciones por terreno, falta de repuestos, altos costos de inspección y escasez de personal técnico. También hay interés en procesos de retiro de radio-ayudas antiguas.

El CONOPS abordará VOR/DME, ILS/LOC, DME/DME, SBAS y GBAS. Incluirá criterios para racionalización, renovación y desmantelamiento de equipos.

Se propone el desarrollo de una Red Operacional Mínima (MON) para contingencias GNSS. El alcance cubre FIR de México, Centroamérica y Caribe, incluyendo ANSP, aeródromos y operadores. Las fases de trabajo van de septiembre 2025 a febrero 2026, los resultados se presentarán en GREPECAS en marzo 2026

<b>Acción:</b>	Acciones sugeridas bajo el ítem 8
<i>Objetivos Estratégicos:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seguridad Operacional</li><li>• Capacidad y eficiencia de la navegación aérea</li><li>• Desarrollo económico del transporte aéreo</li><li>• Protección del medio ambiente</li></ul>
<i>Referencias:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Invitación – Taller sobre Sistemas de Navegación aérea para las regiones NAM/CAR/SAM Ciudad de México, México, del 2 al 4 de septiembre de 2025</li></ul>

## **1. Introducción**

1.1 Bajo el Programa de Asistencia Multi-Regional para la Aviación Civil (MCAAP) se aprobó la iniciativa de Asistencia a los Estados CAR para el desarrollo de las Tareas Regionales de los Sistemas de Radio Ayudas para la Navegación Aérea, específicamente la elaboración del CONOPS para el uso de Ayudas a la Navegación Convencionales y GNSS en la Región CAR.

1.2 Durante la Reunión MEVA/TMG/38, llevada a cabo del 11 al 14 de julio del año 2023, en la ciudad de México, se creó el Sub Grupo de Apoyo a los Sistemas de Radio Ayudas a la Navegación Aérea.

## **2. Justificación del Proyecto**

2.1 Diversos Estados de la región CAR han reportado un aumento en las operaciones en sus aeropuertos internacionales, junto con la necesidad de ampliar su capacidad operativa. Además, parte de su infraestructura de navegación aérea está llegando al final de su vida útil, por lo que requieren análisis técnicos de corto plazo para determinar las mejores opciones de modernización de sus sistemas de navegación aérea, que los mismos fortalezcan la seguridad de las operaciones actuales y que soporten las futuras operaciones, la demanda creciente y la nueva tecnología, tanto en tierra como a bordo de las aeronaves.

2.2 Los Estados han identificado algunas deficiencias en la operación de radioayudas convenciones, como ser:

- Algunas instalaciones continúan siendo vulnerables a peligros ambientales (p. ej., ciclones tropicales).
- El relieve montañoso/accidentado impone restricciones para ubicar óptimamente los sistemas de ayudas convencionales y afecta su desempeño, lo que con frecuencia obliga a imponer limitaciones operacionales.
- Insuficiencia de repuestos para reparaciones oportunas.
- La adquisición de repuestos suele ser un proceso prolongado que lleva a pérdida de redundancia o a equipos fuera de servicio.
- Las misiones periódicas de inspección en vuelo resultan costosas.
- Dificultades para atraer personal técnico calificado y proporcionar capacitación específica en los equipos para permitir mantenimiento preventivo y correctivo requerido.
- El reemplazo de sistemas antiguos suele enfrentarse a procesos de contratación extensos y largos tiempos de entrega.

2.3 Existe un interés de los Estados en conocer los procedimientos para dismantelar radioayudas antiguas.

2.4 El GNSS y sus aumentaciones ofrecen mejoras de seguridad, capacidad y eficiencia en todas las fases de vuelo, por lo que se requiere un enfoque armonizado a nivel regional para modernizar los servicios de navegación manteniendo la resiliencia y la continuidad de las operaciones.

### 3. **Objetivo del Proyecto**

3.1 Proporcionar un concepto operativo (CONOPS) común para planificar, implementar y operar ayudas convencionales y servicios basados en GNSS en la región CAR, alineado con las disposiciones de la OACI y el GANP, el cual incluirá los siguientes aspectos:

- Definir necesidades de servicio y desempeño para la navegación en ruta, terminal y de aproximación en toda la región.
- Describir un concepto de infraestructura integrada que combine radio ayudas convencionales (VOR/DME, DME, ILS/LOC y DME/DME donde se justifique) y GNSS (SBAS, GBAS).
- Establecer las guías para el desarrollo de una Red Operacional Mínima (MON) resiliente de sistemas convencionales para garantizar la continuidad durante degradaciones o indisponibilidades del GNSS.
- Proveer criterios y procesos para la racionalización, renovación y desmantelamiento de radio ayudas consistentes con las necesidades de seguridad y operación

### 4. **Alcance y Aplicabilidad**

4.1 El alcance geográfico abarca los FIR de Centroamérica, México y el Caribe. La aplicabilidad incluye a autoridades aeronáuticas, ANSP (incluidos proveedores subregionales como COCESNA), operadores de aeródromos, aerolíneas y aviación general. El CONOPS aborda operaciones en ruta, terminal y de aproximación, incluyendo operaciones de contingencia.

5. Concepto y Arquitectura de la Infraestructura a considerar en el CONOPS

5.1 Ayudas convencionales

- Red racionalizada de VOR/DME, con retención selectiva de ILS/LOC en aeropuertos de alto beneficio.
- Capacidad DME/DME cuando sea costo-beneficiosa, mejorada mediante emplazamientos y cobertura optimizada de DME dirigidos para apoyar las operaciones.

5.2 Servicios basados en GNSS

- Uso de SBAS donde exista cobertura del servicio y equipo a bordo; seguimiento de desarrollos para opciones SBAS adaptadas a la región CAR/SAM.
- Consideración de GBAS en aeropuertos mayores con beneficios de capacidad y ambientales; los casos de seguridad deben abordar efectos ionosféricos ecuatoriales cuando corresponda

## 6. Concepto de Red Operacional Mínima (MON) para la Región CAR

6.1 El CONOPS establecerá una guía para el desarrollo de una Red Operacional Mínima (MON) de navegación y aproximación «red de seguridad» que permita operaciones seguras y recuperación ante indisponibilidad o interferencia local de GNSS, así como durante eventos de transición/degradación. Su descripción se encuentra en el **Apéndice A** de la presente nota de estudio.

Se considerarán los siguientes principios de diseño:

- Objetivo de cobertura: las aeronaves deben poder navegar utilizando VOR/DME y/o DME/DME hacia al menos un «aeropuerto MON» con un procedimiento de aproximación convencional (ILS/LOC o VOR/DME).
- Redundancia: evitar puntos únicos de falla; mantener equipamiento dual en nodos clave

## 7. Actividades para la Elaboración del CONOPS Regional

7.1 A continuación, se presenta la calendarización de actividades para el desarrollo del proyecto:

Fase	Fechas	Actividades Principales
Taller y Planificación	2–5 Sept 2025	Participar en el Taller NAM/CAR/SAM (Ciudad de México). Reunión de coordinación y planificación.
Trabajo Virtual I	1–30 Oct 2025	Compilar inventario de ayudas a la navegación existentes, evaluar necesidades de los Estados, preparar borrador de base de datos.
Trabajo Presencial (Oficina NACC)	20–30 Nov 2025	Consolidar parámetros (VOR, DME, GBAS, SBAS), redactar Guía Técnica, integrar comentarios del WG.
Consolidación Remota	1–15 Dic 2025	Refinar el borrador de la Guía Técnica, incorporar retroalimentación de los Estados, preparar nota de progreso interina.
Trabajo Virtual II	25–30 Ene 2026	Finalizar secciones técnicas, integrar análisis GANP v8 ASBU, validar con los Estados.
Revisión Final y Entrega	1–28 Feb 2026	Edición final, preparar paquete de documentación GREPECAS (Guía, WP, presentación), validación OACI.

## 8. Acciones sugeridas

8.1 Se invita a la reunión a:

- Tomar nota de la información presentada en la presente nota de estudio;
- Que la NACC/WG busque que los Estados apoyen y proporcionen la información requerida para el proyecto;
- Que los grupos ATM dentro del NACC/WG proporcionen y trabajen de forma cercana con el proyecto para alcanzar los objetivos esperados; y
- Cualquier otra acción necesaria.

— — — — —

## APÉNDICE A

### Red Operacional Mínima (MON, por sus siglas en inglés – Minimum Operational Network)

La MON es una “red de respaldo” de radio ayudas convencionales (principalmente VOR/DME, DME/DME e ILS/LOC en algunos aeropuertos estratégicos) que se mantiene en operación aunque el sistema principal de navegación sea GNSS. Su propósito es:

- Asegurar continuidad operativa en caso de indisponibilidad de GNSS (interferencias, degradación, ataques, fallas satelitales).
- Brindar a las aeronaves un medio alternativo y resiliente para navegar hasta un aeropuerto seguro con procedimientos de aproximación publicados.
- Evitar puntos únicos de falla y conservar redundancia en ubicaciones clave.

#### 1. Diseño de cobertura:

La red MON se planifica para que cualquier aeronave que pierda GNSS pueda navegar, al menos, hasta un “aeropuerto MON” dentro de su FIR, utilizando radioayudas convencionales.

#### 2. Selección de equipos:

Se retienen solo las ayudas convencionales más estratégicas y confiables (ej. VOR/DME de ruta y aproximación, ILS en aeropuertos de gran beneficio, y estaciones DME distribuidas para apoyar DME/DME).

#### 3. Principios de redundancia:

- Se evita depender de una sola estación crítica.
- Se instalan equipos duales en nodos clave para mantener continuidad.

#### 4. Aplicación operacional:

- En condiciones normales, las operaciones se realizan principalmente con GNSS.
- Ante pérdida de GNSS, los pilotos siguen procedimientos MON basados en radioayudas, permitiendo continuar el vuelo con seguridad.

#### 5. Ámbito de uso:

- Cobertura en ruta, terminal y aproximación.
- Uso en contingencias, degradaciones o interferencias.

MON funciona como una red de seguridad regional, que asegura la resiliencia de la navegación aérea durante contingencias, manteniendo la confianza en las operaciones incluso en escenarios de pérdida temporal del GNSS.