



BANCO DE PRUEBAS (TEST BED) SBAS EN COLOMBIA

GRUPO DE PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS A LA
NAVEGACIÓN AÉREA
GPSNA

Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).
(OACI ANEXO 10)

Sistema de aumentación de amplia cobertura por el cual el usuario recibe información de aumentación transmitida por satélite.

3.7.3.4 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)

Nota.— Todos los sistemas SBAS deben cumplir los requisitos de esta sección y del apéndice B, 3.5, excepto cuando en el requisito se mencione una condición específica (por ej., la prestación de funciones opcionales).

3.7.3.4.1 Actuación. El SBAS combinado con uno o más de los otros elementos del GNSS y un receptor sin falla satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad del sistema para la operación prevista según lo indicado en 3.7.2.4 en toda el área de servicio correspondiente (véase 3.7.3.4.4).

Nota.— El SBAS complementa las constelaciones principales de satélites aumentando la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad para la navegación, suministradas dentro de un área de servicio que ordinariamente abarca múltiples aeródromos.

1. ¿POR QUÉ UN TEST BED SBAS EN COLOMBIA?

La propuesta busca producir evidencia antes de comprometer una arquitectura operacional.

Antecedente regional

SACCSA* identificó que la extensión directa de arquitecturas como WAAS/EGNOS no era suficiente para las condiciones ionosféricas particulares de CAR/SAM.

Necesidad técnica

La evaluación debe demostrar objetivamente exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad, manteniendo la ionosfera ecuatorial como variable crítica.

Oportunidad Colombia

Se plantea una plataforma preoperacional con datos GNSS, correcciones en tiempo real, algoritmos adaptados a la ionosfera y campañas con usuarios.

PRINCIPIO DE DECISIÓN

“Primero medir y demostrar; después decidir si existe fundamento técnico, operacional e institucional para una solución regional.”

- No es un servicio SBAS certificado.
- No anticipa proveedor, arquitectura, gobernanza ni financiación.
- Reduce incertidumbre técnica, operacional, institucional y económica.
- Genera evidencia reutilizable por los mecanismos regionales CAR/SAM.

*Sistema de Aumentación para el Caribe, Centro y Sudamérica

2. ARQUITECTURA TÉCNICA PROPUESTA

Línea base para una plataforma preoperacional de generación, transmisión y evaluación SBAS.



3. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN

Tres etapas secuenciales: preparar → ensayar → analizar y transferir.

ETAPA 1

Preparación y despliegue

Requisitos · diseño · estaciones · algoritmos · integración · capacitación

ETAPA 2

Ejecución de ensayos

Pruebas en tierra · demostraciones controladas · registro completo de datos

ETAPA 3

Análisis y difusión

Comparación GPS/SBAS · lecciones aprendidas · transferencia · reporte regional

Disciplina de ensayo requerida

- Aprobar previamente métricas, condiciones de prueba, configuración de equipos y criterios de aceptación.
- Asegurar trazabilidad temporal, calidad de datos, registro de anomalías y reproducibilidad.
- Separar resultados por fase de vuelo, tipo de usuario, condición geográfica, temporal e ionosférica.

4. TRES CAMPAÑAS DEMOSTRATIVAS

El KPI de la propuesta es ejecutar tres campañas con perfiles de usuario distintos.

ALA FIJA

Demostración de un procedimiento de aproximación SBAS seleccionado y diseñado para la prueba.

Objetivo: registrar comportamiento de navegación durante una fase de vuelo exigente y comparar prestaciones GPS/SBAS.

Salida: datos de trayectoria, disponibilidad, exactitud, integridad, continuidad, recepción y latencia.

ALA ROTATORIA

Demostración de aproximación y aproximación frustrada hacia un helipuerto.

Objetivo: evaluar el desempeño en un perfil operacional diferente, con geometrías y dinámica propias del helicóptero.

Salida: expediente de campaña y comparación de prestaciones bajo condiciones controladas.

UAS

Vuelos en un corredor operacional con comparación de prestaciones.

Objetivo: explorar el valor de la aumentación para usuarios emergentes y recopilar evidencia de comportamiento del sistema.

Salida: datos de vuelo, desempeño comparado y limitaciones observadas.

KPI PROPUESTO: 3 CAMPAÑAS

5. ¿QUÉ DEBE DEMOSTRAR EL TEST BED?

La evidencia debe ir más allá de “recibir señal”: debe ser medible, trazable y reproducible.

EXACTITUD

Error de posición y comportamiento por fase de vuelo.

INTEGRIDAD

Capacidad de proteger al usuario frente a información de navegación no confiable.

CONTINUIDAD

Mantenimiento de la función durante el intervalo operacional considerado.

DISPONIBILIDAD

Proporción de tiempo en que las prestaciones requeridas están disponibles.

IONOSFERA

Respuesta frente a condiciones ecuatoriales, variación temporal y geográfica.

ENLACE

Recepción, latencia y comportamiento de la radiodifusión experimental.

Criterio de interpretación

Una aproximación demostrativa NO equivale automáticamente a autorización LPV ni demuestra por sí sola cumplimiento operacional. El servicio exige certificación, provisión, AIS, aprobación operacional, validación/inspección en vuelo y supervisión.

6. IONOSFERA ECUATORIAL: EL DESAFÍO QUE DEFINE LA PRUEBA

Continuidad técnica entre las lecciones de SACCSA y la propuesta CACAO.

SACCSA → LECCIÓN

No extrapolar sin validar

Las condiciones ionosféricas de CAR/SAM obligan a evaluar algoritmos y modelos adaptados al entorno regional. La ionosfera debe permanecer como eje del diseño de estaciones, monitoreo e integridad.

PROPUESTA 2027 → RESPUESTA

Medir en condiciones reales

Recopilar datos GNSS en Sudamérica, ajustar/probar algoritmos y observar el comportamiento bajo diferentes condiciones geográficas, temporales e ionosféricas.

COLOMBIA → VALOR REGIONAL

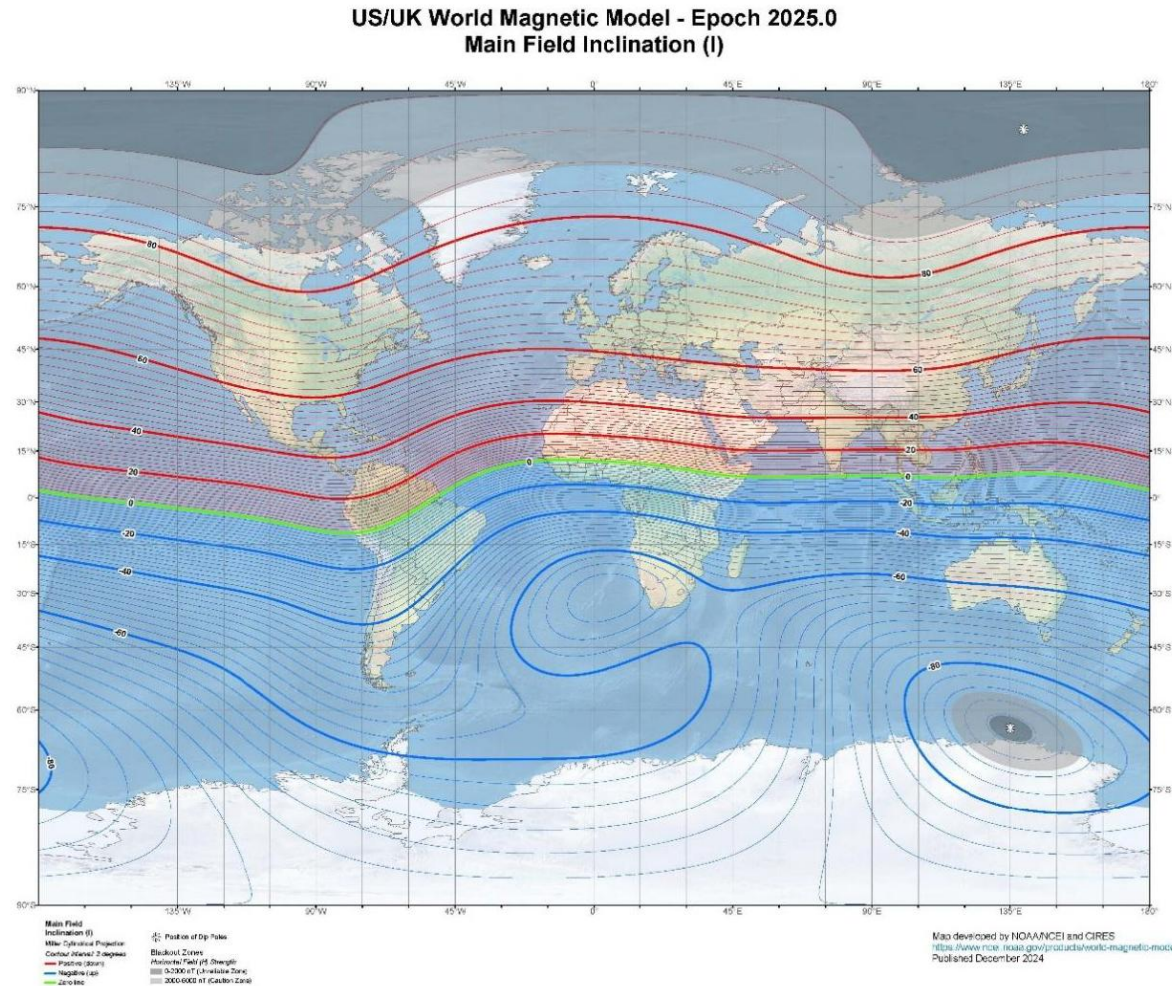
Convertir conocimiento en evidencia

El test bed puede validar en campo la ubicación de RIMS (APOYADO EN SOFTWARE - EMACS), el monitoreo ionosférico regional y los modelos de integridad, documentando resultados y limitaciones.

Resultado esperado: pasar de una discusión conceptual sobre la ionosfera ecuatorial a un expediente experimental verificable para CAR/SAM.

6. IONOSFERA ECUATORIAL: EL DESAFÍO QUE DEFINE LA PRUEBA

Principal problema ionosférico: SCINTILLATION

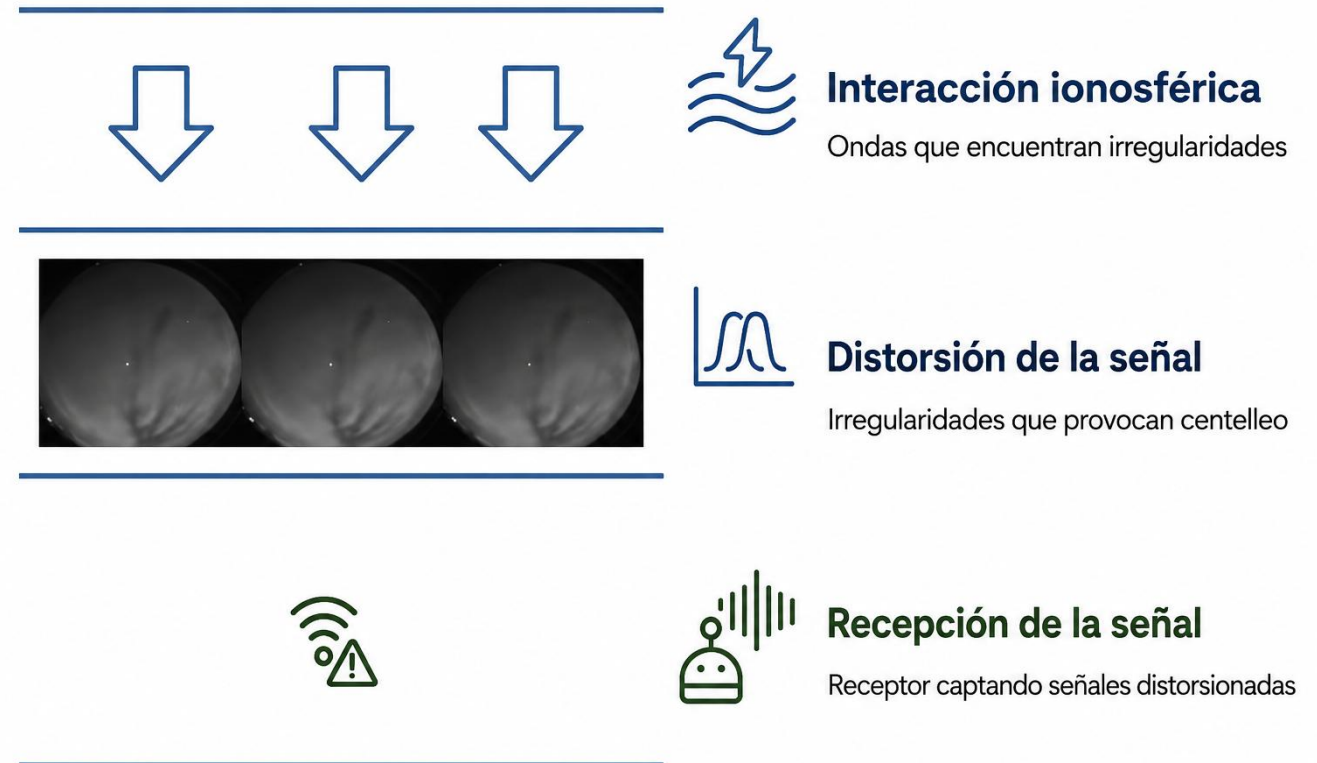
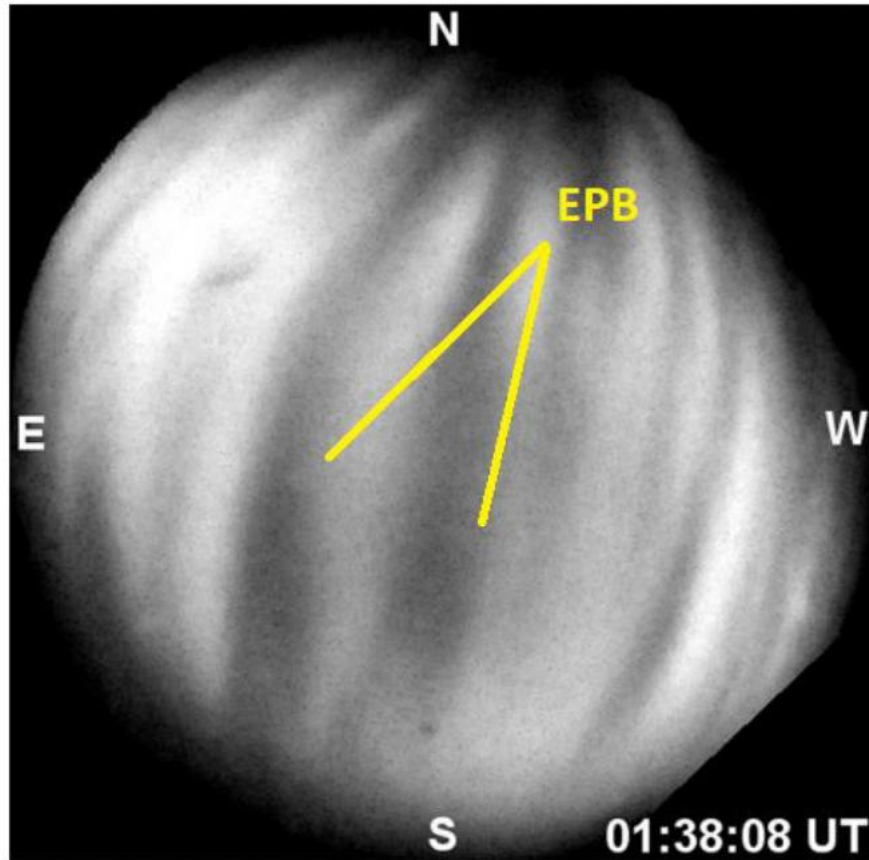


MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**A COGNITIVE RADIO APPROACH FOR IONOSPHERIC
SCINTILLATION DETECTION AND MONITORING**

6. IONOSFERA ECUATORIAL: EL DESAFÍO QUE DEFINE LA PRUEBA

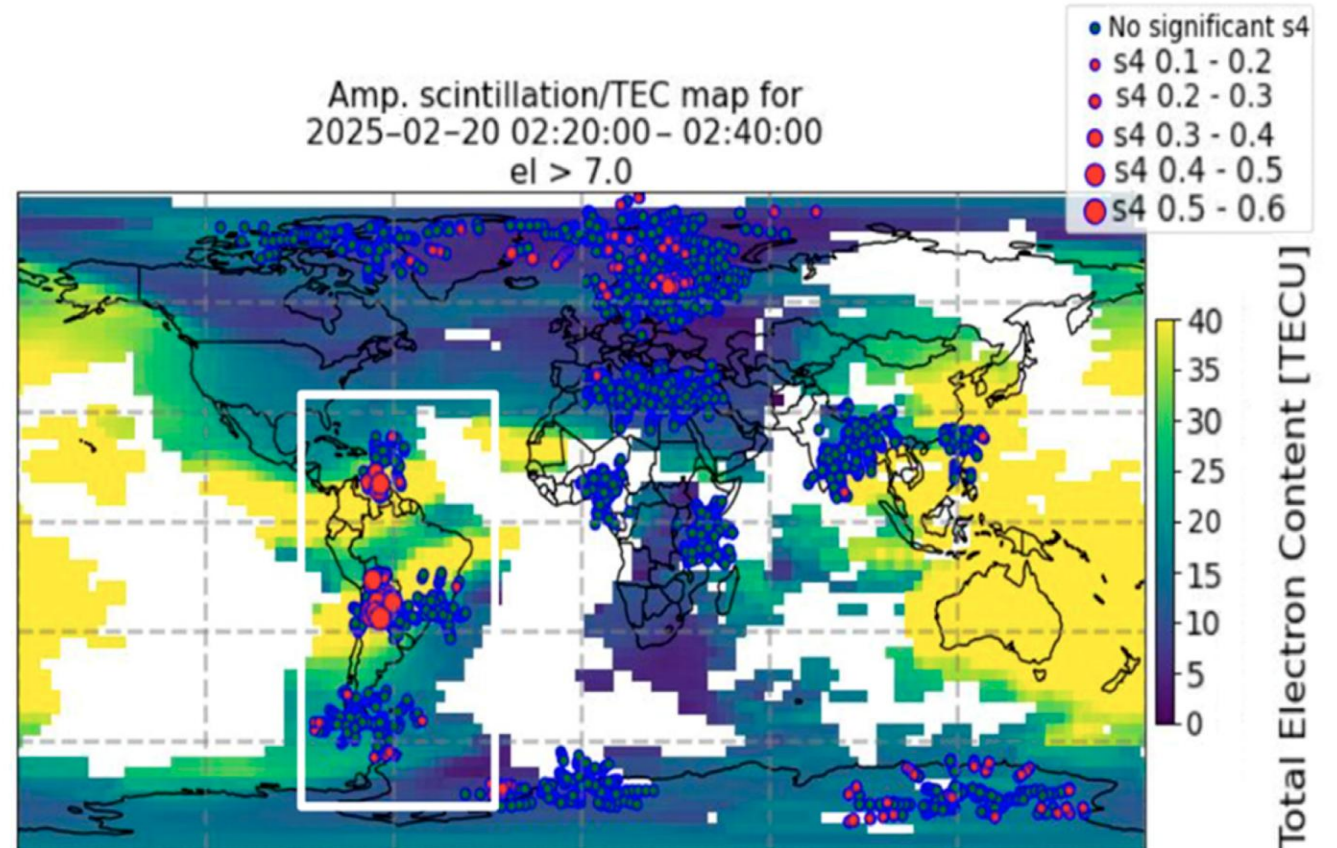
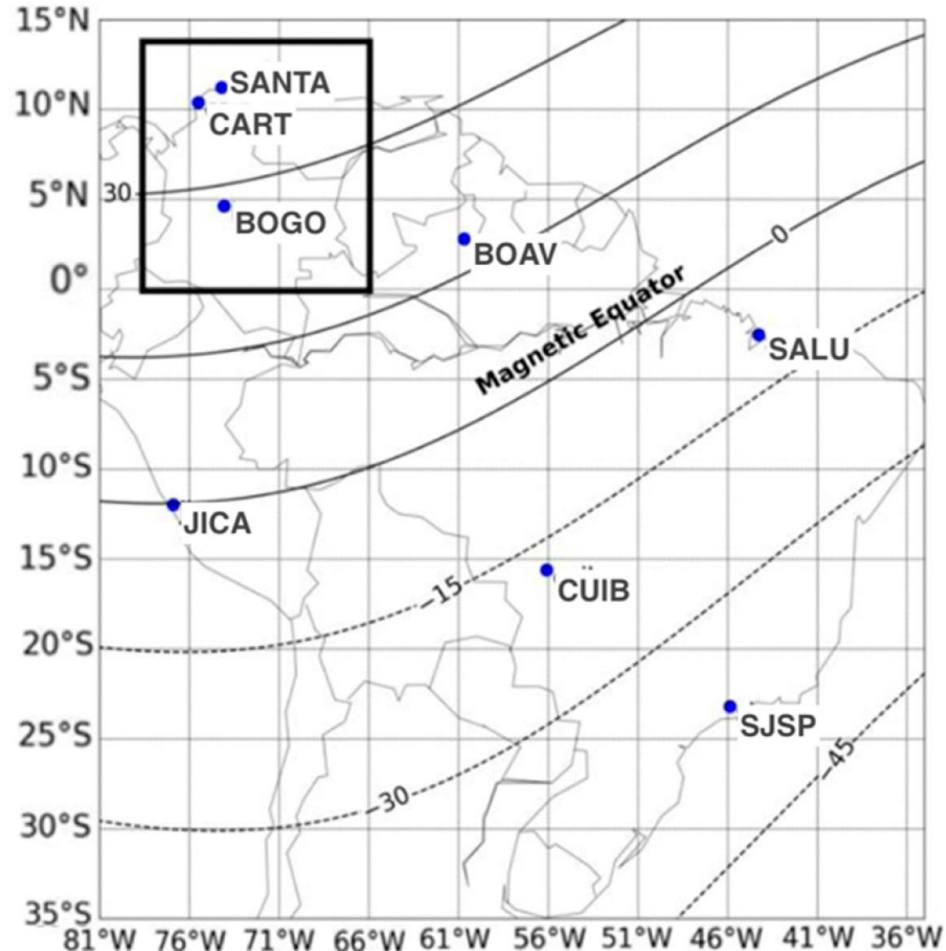
Principal problema ionosférico: SCINTILLATION



Fluctuaciones rápidas en la **amplitud y fase de las señales GNSS**, causadas por irregularidades en la ionosfera, que pueden degradar o incluso provocar la pérdida temporal de la señal.

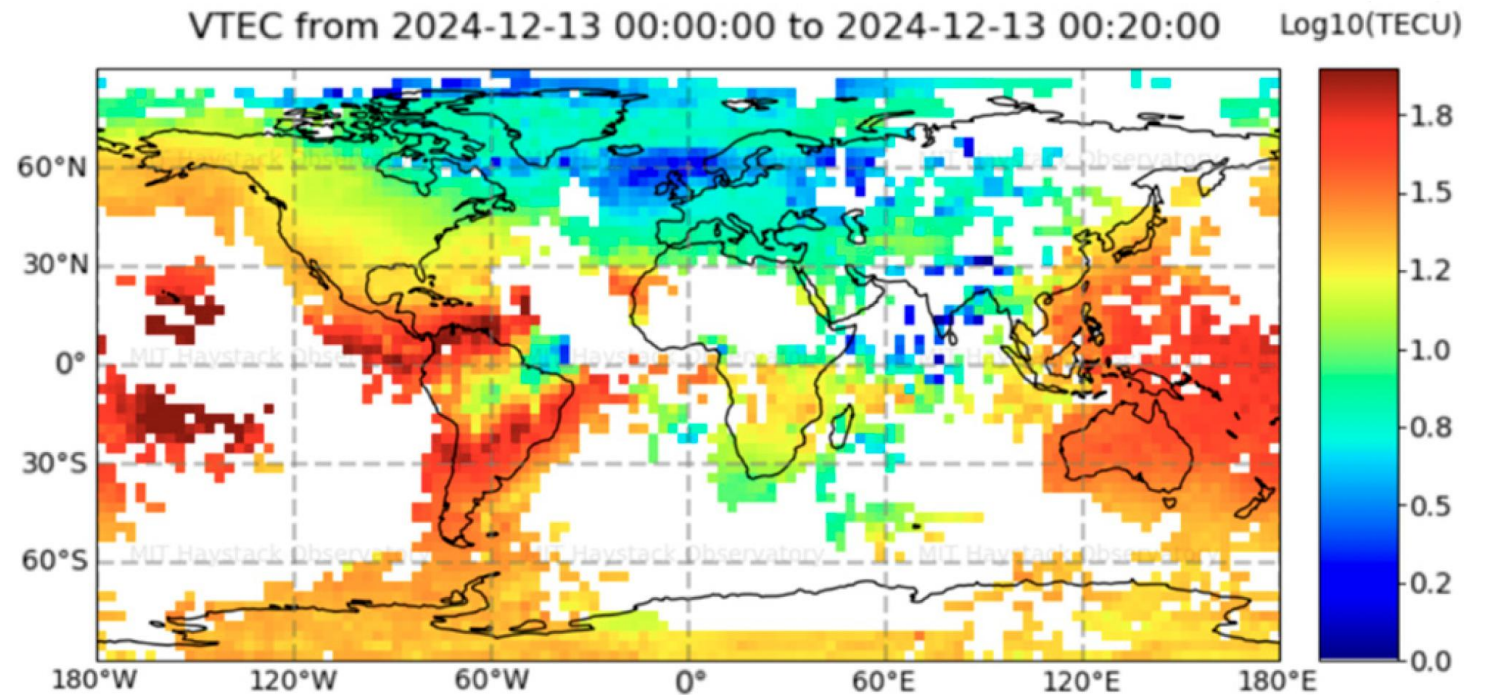
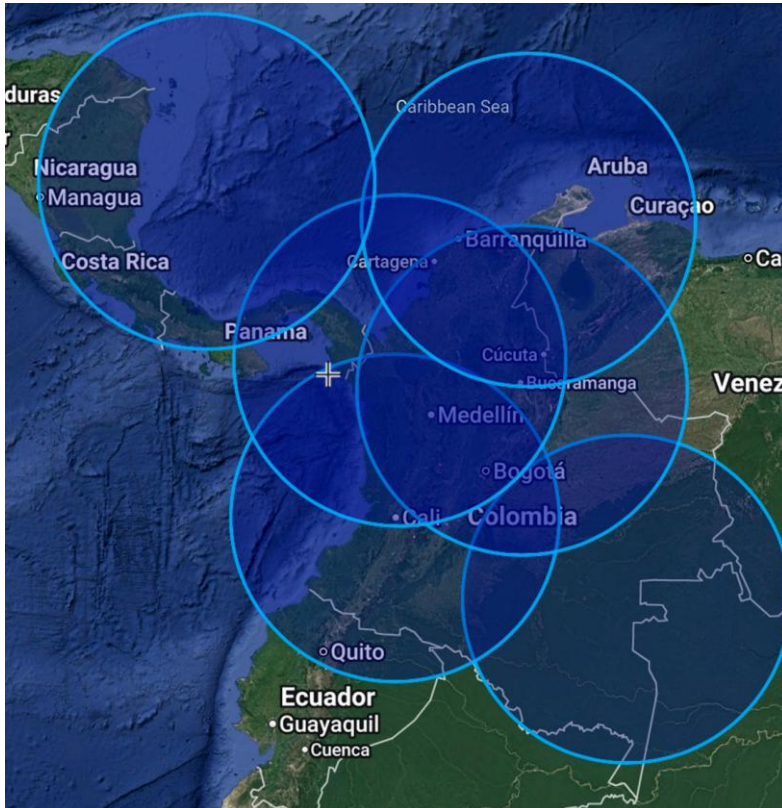
6. IONOSFERA ECUATORIAL: EL DESAFÍO QUE DEFINE LA PRUEBA

Continuidad técnica entre las lecciones de SACCSA y la propuesta 2027.



6. IONOSFERA ECUATORIAL: EL DESAFÍO QUE DEFINE LA PRUEBA

Continuidad técnica entre las lecciones de SACCSA y la propuesta 2027.



7. CREACIÓN DE CAPACIDADES Y COOPERACIÓN CAR/SAM

CAPACIDADES A DESARROLLAR

- Especialistas CNS y PBN
- Seguridad operacional y certificación
- Meteorología espacial / ionosfera
- Operadores y tripulaciones
- Diseñadores de procedimientos
- Academia e industria
- Operación de estaciones y plataforma
- Evaluación de prestaciones y análisis de datos

GRUPO TÉCNICO DE ACOMPAÑAMIENTO

Reglas para:

- acceso a datos;
- revisión de métodos;
- control de versiones;
- publicación de resultados;
- evaluación independiente;
- participación temprana de usuarios.

Objetivo: evitar que el resultado se limite a una demostración de proveedor.

CANAL REGIONAL

Colombia propone presentar avances y resultados en reuniones OACI CAR/SAM y utilizar GREPECAS y los grupos técnicos pertinentes para:

- revisar resultados;
- identificar brechas comunes;
- compartir lecciones aprendidas;
- decidir si existe fundamento para una fase regional posterior.

El valor regional depende de participación multinacional, reglas transparentes y evaluación independiente.

8. DEL TEST BED A UNA EVENTUAL SOLUCIÓN REGIONAL

La prueba técnica informa la decisión, pero no sustituye las decisiones institucionales, regulatorias y financieras.

DECISIONES QUE EL TEST BED NO RESUELVE

- Área y concepto de servicio
- Propietario / proveedor
- Responsabilidades entre Estados
- Vigilancia y certificación
- Responsabilidad jurídica
- Espectro y segmento espacial
- Ciberseguridad y continuidad
- Respaldo y mantenimiento
- Modelo de costos y política de datos

HITOS PARA AUTORIZAR UNA FASE POSTERIOR

- Requisitos regionales acordados
- Resultados técnicos suficientes
- Concepto de operaciones
- Evaluación de seguridad operacional
- Estudio costo-beneficio
- Equipamiento de flota y demanda
- Arquitectura institucional
- Plan de certificación
- Financiación sostenible + decisión formal

9. RESULTADO ESPERADO Y MENSAJE PARA LA REGIÓN

El producto principal no es una señal de prueba: es un expediente reproducible para decidir con evidencia.

EXPEDIENTE REGIONAL REPRODUCIBLE

- Especificaciones y requisitos
- Arquitectura instalada
- Datos y metadatos
- Algoritmos y versiones evaluadas
- Informes de las tres campañas
- Comparación GPS/SBAS
- Resultados ionosféricos
- Registro de riesgos y limitaciones
- Lecciones aprendidas
- Evaluación económica preliminar
- Recomendaciones para hoja de ruta

MEDIDAS PROPUESTAS

1. Tomar nota de la iniciativa colombiana y reconocer el valor del test bed para CAR/SAM.
2. Alentar participación de Estados, ANSP, explotadores, academia e industria.
3. Presentar resultados y lecciones aprendidas a GREPECAS y mecanismos regionales.
4. Promover una hoja de ruta regional que examine gobernanza, servicio, seguridad, regulación, interoperabilidad, sostenibilidad y transición.

MENSAJE CENTRAL: Colombia propone reducir incertidumbre antes de comprometer una arquitectura SBAS operacional regional.



Transporte



GRACIAS

GRUPO DE PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS A LA
NAVEGACIÓN AÉREA
GPSNA