Aprobación Operacional PBN

Introducción y Visión

Aprobación Operacional PBN

- Bienvenida
- Horario
- Introducción
- Visión del PBN

Instructor –

Asistentes:

Objetivos del curso

El objetivo de este Curso es:

- Verificar que el concepto PBN es entendido
- Aclarar las responsabilidades regulatorias del Estado con relación al PBN
- Proveer una guía simple de paso a paso sobre el proceso de la Aprobación Operacional
- Relacionar el proceso de Aprobación Operacional con cada una de las especificaciones individuales de navegación

Objetivos de la OACI

- Simplificar el proceso de la Aprobación Operacional PBN
- Reducir los costos, tanto de las Autoridades como de los Operadores
- Establecer a nivel global, un proceso común de Aprobación Operacional PBN

Horario

Agenda

- 0830-0915
- 0915-1000
- 1000-1015 Pausa Café
- 1015-1100
- 1100-1200
- 1200-1300 Almuerzo
- 1300-1345
- 1345-1430
- 1430-1500 Pausa Café
- 1500-1530

	0830-0915	0915-1000	1000-1015	1015-1100	1100-1200	1200-1300	1300-1345	1345-1430	1430-1500	1500-1530
Lunes	Registro	Registro	Pausa Café	Bienvenida oficial	Intro. & Visión	Almuerzo	Proceso de Aprobación Oper. PBN	Elegibilidad de la aeronave	Pausa Café	Elegibilidad de la aeronave
Martes	Entrenamiento y procedimientos para la tripulación	Bases de datos de navegación	Pausa Café	Aplicación & Documentación	Discusión	Almuerzo	Oceánico	Discusión	Pausa Café	Discusión
Miércoles	En-Ruta	Discusión	Pausa Café	Terminal	Discusión	Almuerzo	Aproximación	Discusión	Pausa Café	Discusión
Jueves	RNP AR	Discusión	Pausa Café	AIC	Ayudas para el trabajo	Almuerzo	Repaso	Repaso	Pausa Café	Repaso
Viernes	Evaluación		Pausa Café	Repaso de la evaluación		Almuerzo	Finalización		Pausa Café	

Material para el Curso

- Presentaciones PPT (preferiblemente en electrónico)
- Doc. 9997 Manual para la Aprobación Operacional de la OACI
- Doc. 9613 Manual PBN de la OACI
- Entrenamiento vía web, eLearning de la OACI:
  - http://www.icao.int/safety/pbn/PBN%20Overview/story.html
  - http://www.icao.int/safety/pbn/PBN%20Ops%20Approval/story.html

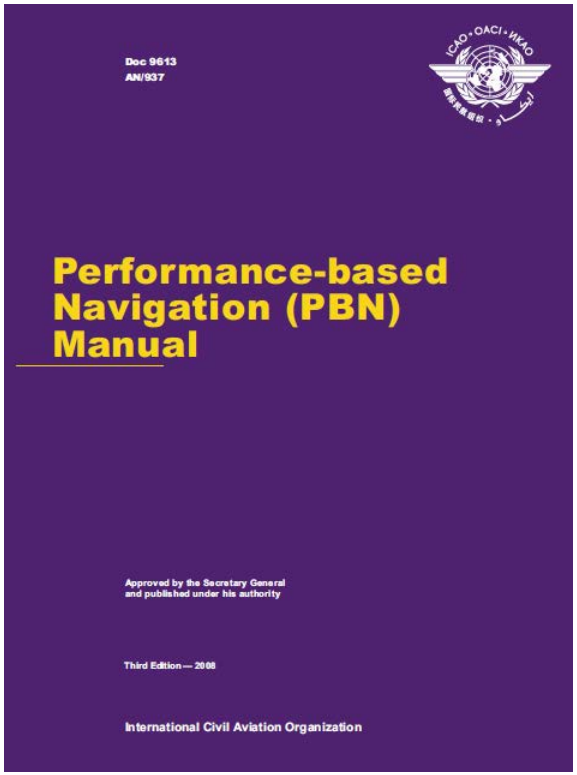
Manual PBN

Volumen I

- Conceptos y Guías de Implementación

Volumen II

- Implementando el RNAV y el RNP



Manual PBN Vol. II

Volumen II – Implementando RNAV y RNP

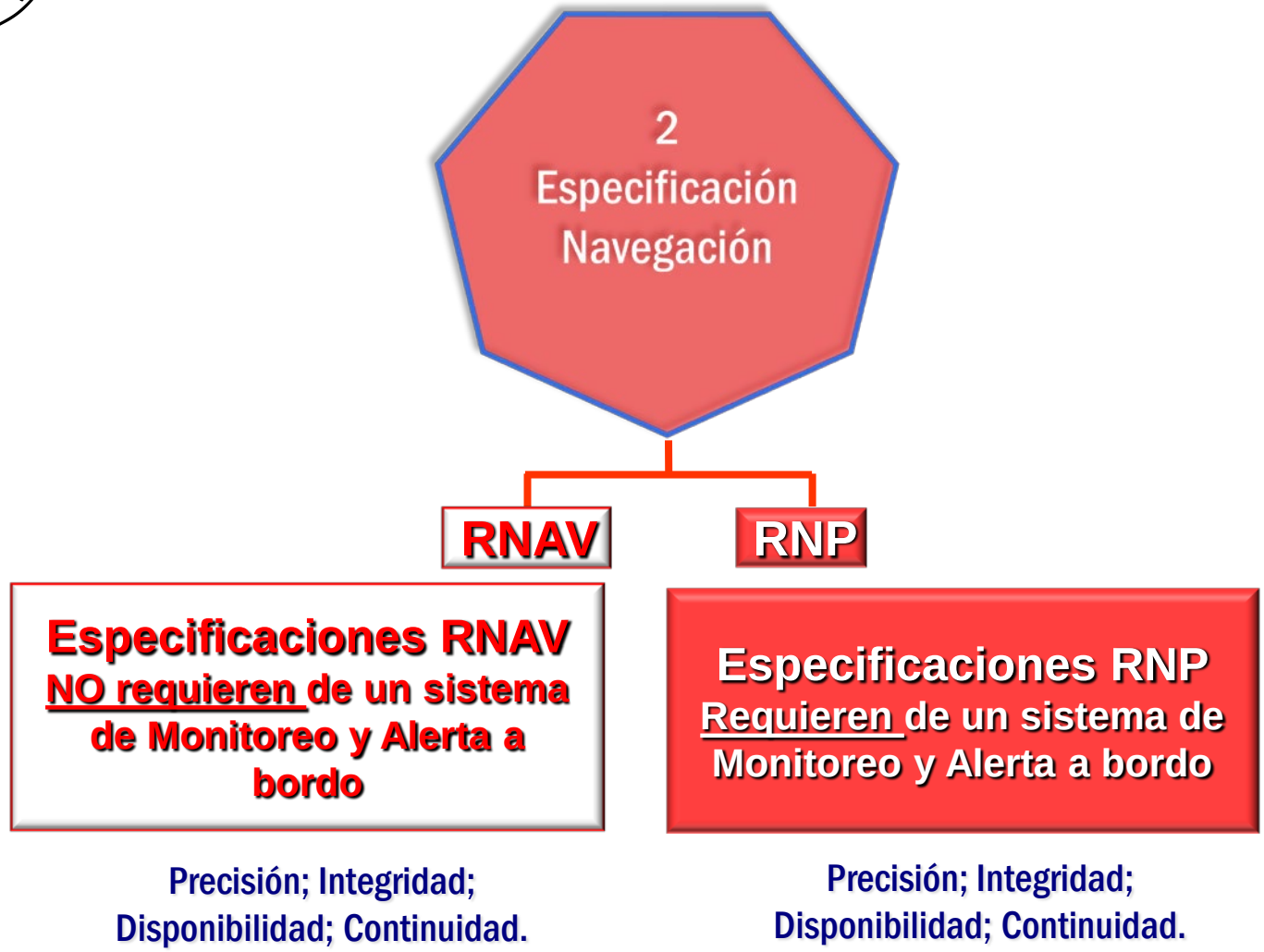
- Parte A – General
- Parte B – Implementando RNAV
- Parte C – Implementando RNP
- Adjunto A – VNAV Barométrico

Especificación de Navegación

IMPLEMENTANDO LOS CAPITULOS DE RNAV Y DE RNP

- Introducción
- Consideraciones ANSP (Air Navigation Service Provider)
- ***Especificación de Navegación***

Especificación de Navegación



Especificaciones de Navegación

1) En uso antes del Manual PBN

- RNP 10 > RNAV 10
- RNP 4 > RNP 4
- B-RNAV > RNAV 5
- P-RNAV > RNAV 1 & RNAV 2
- $RNAV_{(GNSS)}$ > RNP APCH LNAV

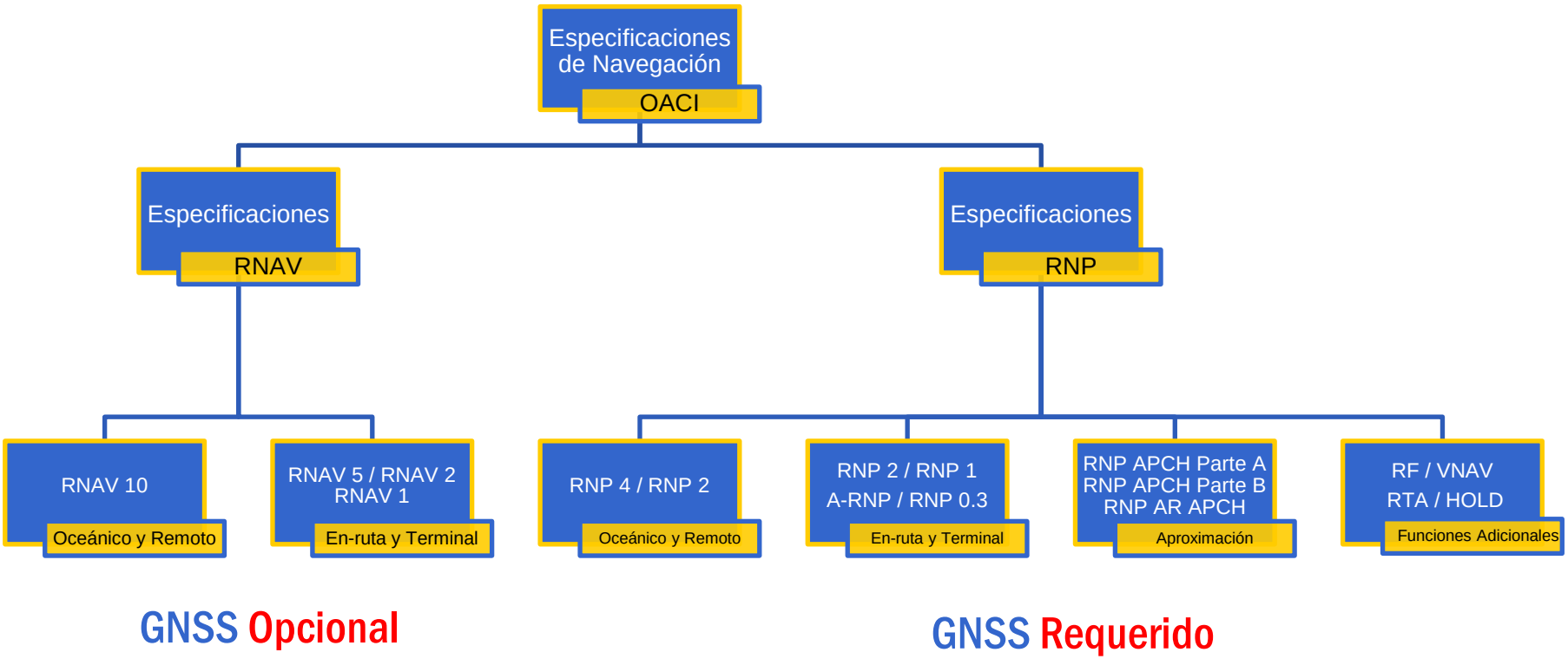
2) Introducidas con el Manual PBN

- RNP APCH LNAV/VNAV
- RNP AR APCH
- RNP 1

3) Nuevas en la 4ta Edición del Manual PBN

- RNP APCH LPV
- RNP Avanzado
- RNP 2
- RNP 0.3 (Helicóptero)

Especificaciones de Navegación



Especificaciones de Navegación

- Requisitos de la aeronave
- Procedimientos de Operación
- Conocimiento y entrenamiento del piloto
- Base de datos de navegación
- Vigilancia de los operadores

Componentes del Concepto PBN - Especificación de Navegación -

La meta es limitar el número de especificaciones de navegación en uso a nivel global

Las especificaciones internacionales de Navegación están en el Volumen II del Manual PBN

- ¿Qué ***Performance*** se requiere del sistema de NAV?
- ¿Cuáles ***Funcionalidades*** debe tener el sistema de NAV para alcanzar el performance?
- ¿Qué ***Sensores*** de ***Navegación*** deberán estar integrados al sistema de NAV para lograr el performance?
- ¿Cuáles son los requisitos de las ***Tripulaciones de vuelo*** para que logren el performance requerido del sistema de NAV?

Este Volumen es utilizado por los Estados como la base para desarrollar la Aprobación Operacional

Performance

¿Tendrá un ILS o un VOR “performance”?

Para la navegación convencional:

- La Performance es derivada de la radio ayuda
- El diseño de la ruta se “mide” en base al performance de la radio ayuda
- ¿Cuán preciso es un VOR?

Para la navegación basada en la performance:

- La Performance es especifica
- La aeronave debe cumplir con el nivel requerido de performance
- La forma de como se logra el performance es “abierta” o no-especifica a sensores

Performance

- TODOS los sistemas de navegación deben cumplir con requisitos de performance:

  - **PRECISIÓN**
  - **INTEGRIDAD**
  - **DISPONIBILIDAD**
  - **CONTINUIDAD**

Performance RNAV

- Los sistemas RNAV han sido evaluados para tener un sistema de performance adecuado

  - **PRECISIÓN** requisito de un 95% de probabilidad
  - **INTEGRIDAD** depende de radio-ayudas/actualizaciones
  - **DISPONIBILIDAD** basado en radio-ayudas
  - **CONTINUIDAD** basado en radio-ayudas

Performance RNP

- El RNP se basa en el performance del GNSS
- El performance del sistema es monitoreado en vuelo

  - **PRECISIÓN** el GNSS es extremadamente preciso >>>95%
  - **INTEGRIDAD** sistema a bordo de monitoreo
  - **DISPONIBILIDAD** requiere una mitigación operacional
  - **CONTINUIDAD** requiere una mitigación operacional

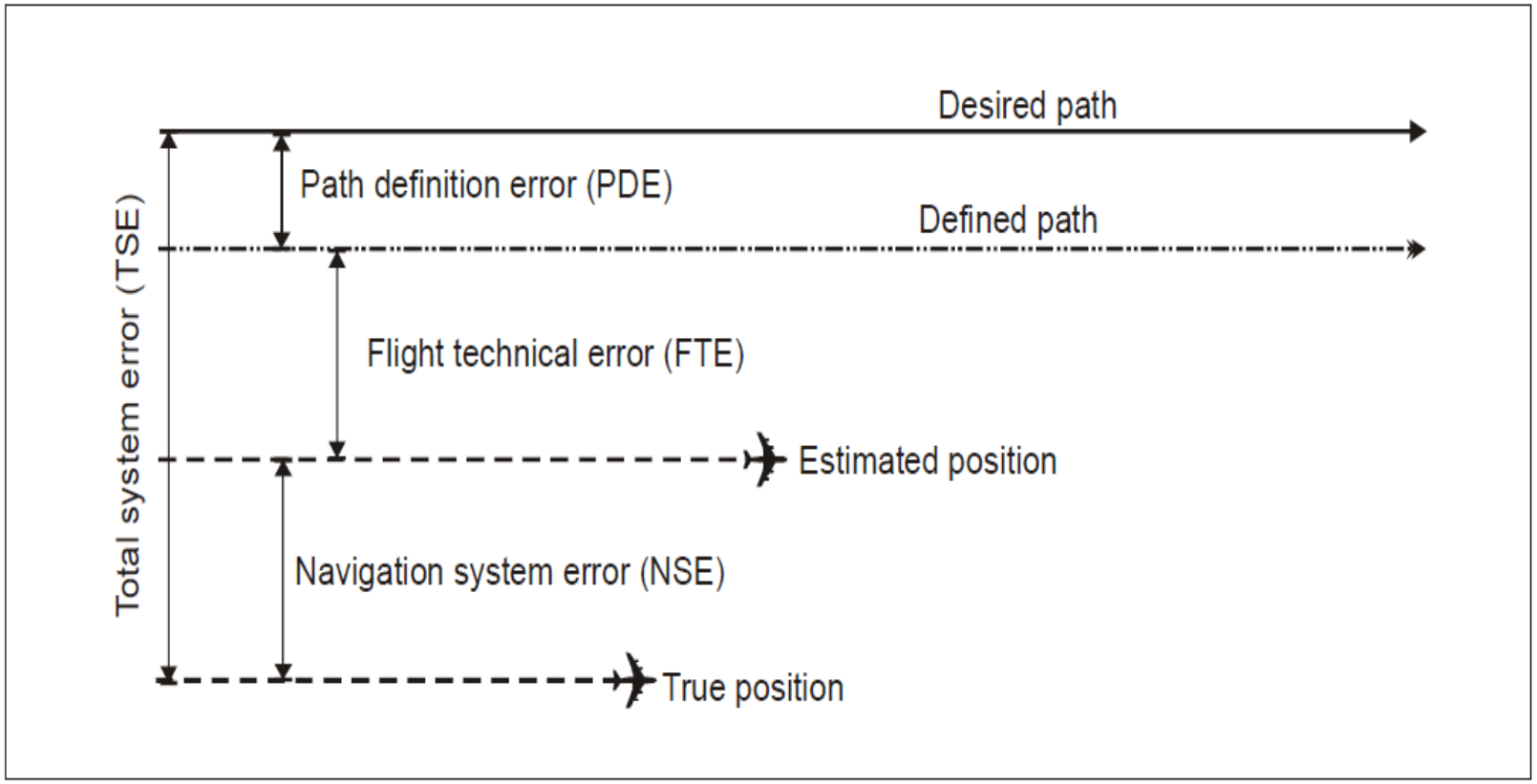
Performance Actual & Requerido

- TODAS las “Especificaciones de Navegación” tienen requisitos mínimos de performance, sin embargo
- El performance actual de los sistemas GNSS (RNP) excede los requisitos mínimos
  - ✓ ej. RNP 4 requiere 4**NM** de precisión/95%
  - ✓ Un requisito mínimo para RNP 4 es contar con GNSS
  - ✓ La precisión del GNSS es en **metros**!
- El performance requerido es que la posición esté dentro de los límites establecidos un 95% del tiempo (otros requisitos de performance usualmente serán los limitantes)

Monitoreo del Performance abordo

La aeronave o una combinación de aeronave y piloto, se requiere para monitorear el TSE (Total System Error), y proveer una alerta si el requisito de precisión no se cumple o si la probabilidad que el TSE exceda dos-veces el valor de precisión de 10^{-5}

ERRORES DE NAVEGACIÓN - COMPONENTES Y ALERTAS



Note: NSE is sometimes referred to as positioning estimation error (PEE).

Monitoreo del Performance

- El posicionamiento del GNSS es monitoreado por el Sistema de Navegación
- El FTE (Flight Technical Error) es monitoreado por la tripulación de vuelo
  - ✓ El estándar es ½ precisión del valor (RNP)

Nota: Una excepción es el sistema NPS de la Boeing, el cual monitorea electrónicamente tanto el NSE y FTE para asegurarse que los límites del TSE no se excedan

Monitoreo del Sistema de Navegación

- El monitoreo típico del GNSS/RNP se basa en la ***integridad***
  - ✓ *no* en la precisión,
  - ✓ esta permanece muy alta y es
  - ✓ medida en metros
  - ✓ La precisión es independiente de la precisión específica de navegación
  - ✓ La selección de cambios en el RNP modifica las alertas de niveles de integridad

Monitoreo de la Integridad

TODOS los sistemas de navegación IFR deben tener integridad

- NDB, VOR, DME, ILS
  - Transmisores auto-monitoreados
  - Equipamiento duplicado
  - Electrónica de estado sólido
  - Inspección de Vuelo
  - Alerta y monitoreo de abordo
- GNSS
  - ABAS (**Aircraft**-Based Augmentation System)
  - SBAS (**Satellite**-Based Augmentation System)
  - GBAS (**Ground**-Based Augmentation System)

Integridad del GNSS

- La Integridad es un tipo de “seguro”
- Un área alrededor de la trayectoria de vuelo se protege contra la posibilidad de algún error no detectado
- Donde no exista una alerta de integridad, se protege la solución de la posición
- Si ocurre una alerta, la operación se descontinua
- *A pesar de que la precisión permanece alta los requerimientos de protección contra información potencial de navegación errónea ya no se cumplen*

Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM)

El RAIM es solo ***un ejemplo*** de un sistema de monitoreo de la integridad

- El receptor calcula el Horizontal Protection Level (HPL)
  - ✓ Esto forma un radio alrededor de la posición real
  - ✓ Protege contra un error potencial no detectado
- El HPL varía con la geometría satelital
- El Horizontal Alert Level (HAL) está configurado para cada fase de vuelo:
  - ✓ En-ruta - 2NM
  - ✓ Terminal (Dentro de las 30NM del ARP) - 1NM
  - ✓ Aproximación Final - 0.3NM
- Si el HPL > HAL, el sistema emite una alerta

Monitoreo de la Integridad

- El RAIM es solamente un método simple
- Existen un número de sistemas que permiten monitorear la integridad
- TODOS los sistemas RNP deben tener monitoreo de la integridad
- Las tripulaciones de vuelo deben entender el sistema que utilizan

Monitoreo de GNSS (Stand-alone)

- Los GNSS Stand-alone operan en 3 modos
- Estos son determinados por cada fase de vuelo
- No pueden ser seleccionados por la Tripulación de Vuelo
- Los niveles de alerta dependen de los modos:
  - ✓ En ruta - 2.0NM
  - ✓ Terminal - 1.0NM
  - ✓ Aproximación - 0.3NM
- Los niveles de protección varían
- ***La precisión del GNSS es independiente del modo***

Monitoreo de la Integridad del FMS

- Los FMS se basan en sistemas que no operan en modos fijos
- Los niveles de alerta se determinan al seleccionarse el RNP correspondiente
- Los métodos de monitoreo y los umbrales de alerta varían entre los fabricantes
- ***La precisión de la navegación actual es independiente del RNP seleccionado***

Ejemplo

- ANP=Actual Navigation Performance (ej. del Boeing)
- El ANP es derivado de un valor de INTEGRIDAD
- El ANP Máximo es igual al RNP seleccionado

  ANP>RNP = ALERT

  “UNABLE NAV PERF RNP”
- El nivel requerido de protección no es posible
- El ANP no indica una precisión de la posición
- La precisión de la position permanece ALTA

Disponibilidad

- La constelación actual de GNSS no puede darnos un 100% de Disponibilidad
- Se requiere una mitigación operacional
- Las predicciones de Disponibilidad permiten la operación basado en que el servicio va a estar utilizable
- La Disponibilidad se reduce con un RNP mas bajo
  - ✓ Con la actual constelación de 31 satélites, virtualmente hay un 100% de Disponibilidad para RNP 1
  - ✓ Pero hay espacios de perdida de disponibilidad para RNP 0.3 o menor

Cuando tengamos suficientes satélites /constelaciones adicionales en servicio, los satélites podrán proveer un 100% de 100% Disponibilidad GNSS con Integridad

Continuidad

- El servicio se podría perder durante una operación
- Se requiere una mitigación operacional
- La predicción reduce la probabilidad de pérdida de la continuidad
- Se utilizan sistemas de navegación de soporte
  - ✓ Típicamente el IRS
- Se podría requerir procedimientos para la Tripulación de Vuelo

El PBN es solo una *Parte* de la Solución

Performance de Navegación

- PRECISIÓN: la salida del sistema de navegación
  - ✓ La precisión del GNSS permanece ALTA
  - ✓ Provee la capacidad
- INTEGRIDAD: póliza de seguros
  - ✓ Da una confianza en la seguridad operacional de la solución
  - ✓ Protege contra un fallo potencial no detectado
- DISPONIBILIDAD: se requiere una predicción
- CONTINUIDAD: se requiere una mitigación operacional

¿Preguntas?