# Aprobación Operacional PBN

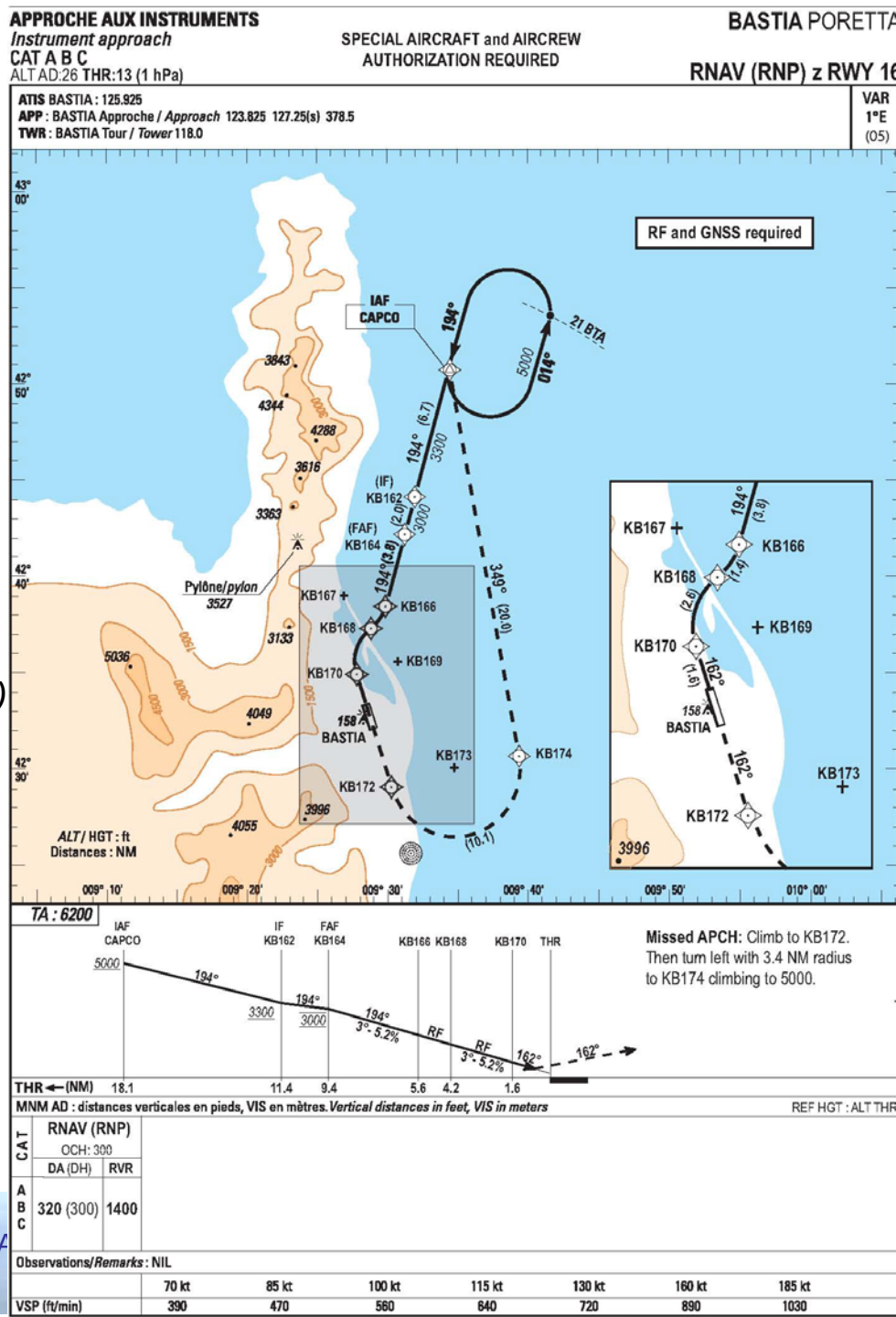
# Especificación de Navegación

# RNP AR APCH

# Introducción

- Basado en experiencia operacional adquirida en :
  - ✓ Estados Unidos (Alaska Airlines), Canada (West Jet), Nueva Zelanda, (Qantas, Air NZ) Australia (Qantas), China (Air China South West)
- Utiliza la capacidad del FMS/GNSS de la aeronave
- “AR” = “Authorization Required”
  - ✓ Se deriva de unas aprobaciones que inicialmente se llamaban US RNP SAAAR
  - ✓ La OACI la abrevió como AR
  - ✓ Identifica requisitos adicionales para la aprobación
  - ✓ Operaciones que permiten tolerancias menores de navegación
  - ✓ Se requiere una vigilancia adicional por parte de la AAC hacia la aeronave y el operador

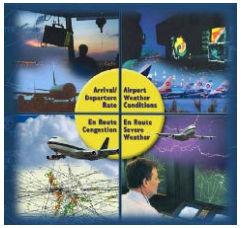
- Reduce el libramiento de obstáculos tanto Lateral como Verticalmente
- Se utilizan los tramos Radius-to-Fix (RF) como una ventaja
- Se mejora el alineamiento con la pista
- APV *(Approach procedure with vertical guidance)*
- Permite mínimos mas bajos en terreno significante
- La guía de la aproximación fallida permite mejorar la seguridad y los mínimos de operación
- Se mejora la eficiencia y se reducen las emisiones
- Muchos otros beneficios



# Usuarios

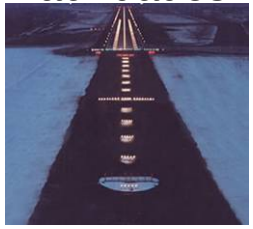
Todos los elementos DEBEN estar en posición

Regulador




+

Aeropuerto & Facilidades



+

Tráfico Aéreo

+

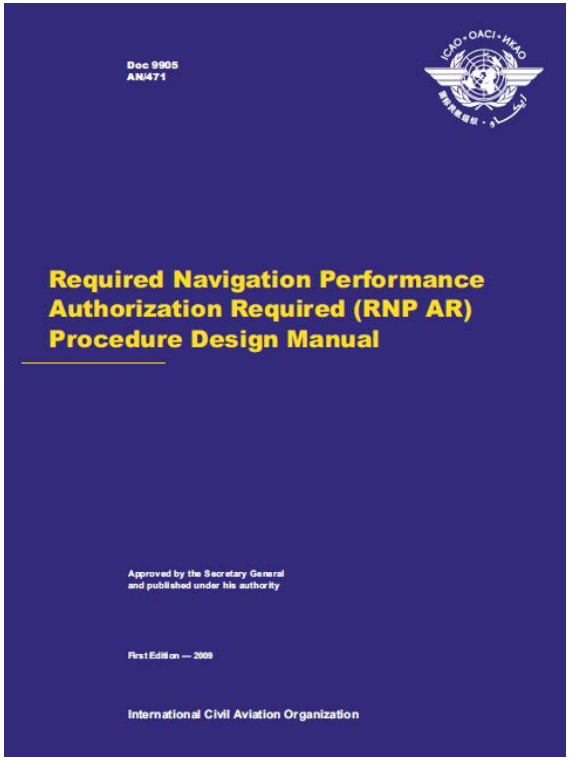
Aerolínea

+

Aeronave

y se debe demostrar una operación segura utilizando FOSA (Flight Operations Safety Assesment), cuando fuera necesario.

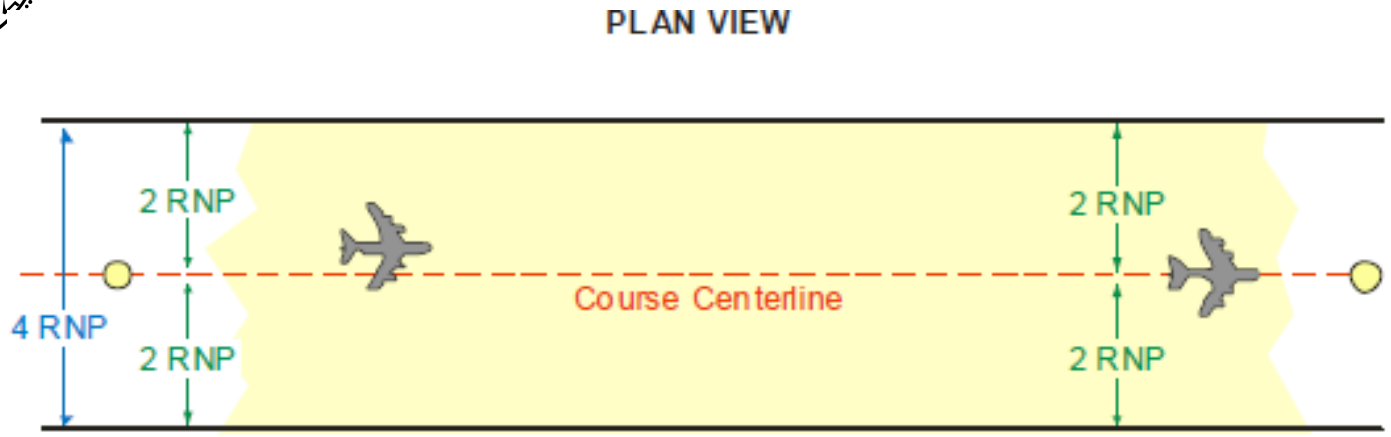
# Características

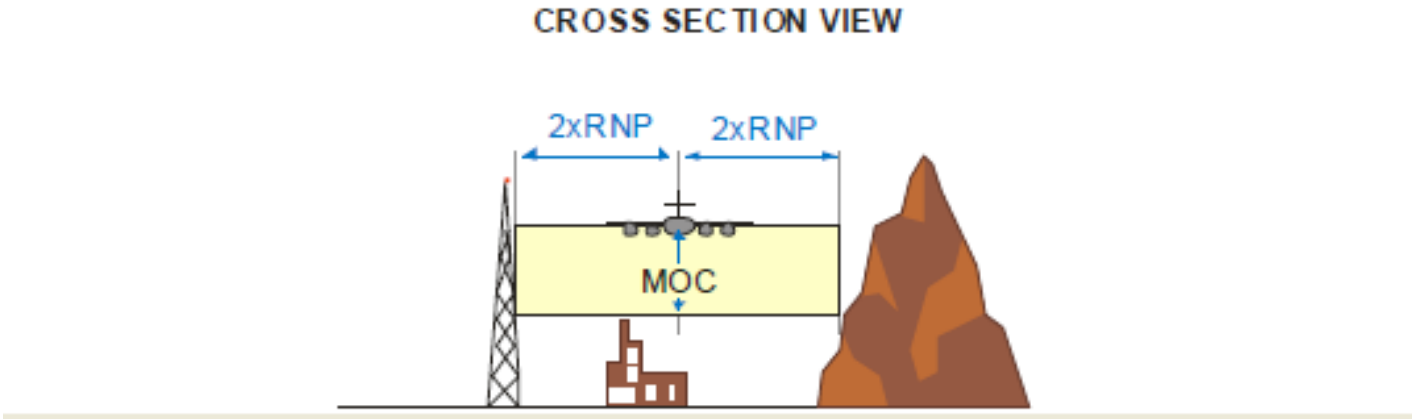



- Características del RNP AR APCH
  - ✓ Soporta tramos RF
  - ✓ Evite el terreno en lugar de sobrevolar
  - ✓ Soporta un RNP < 0.3
  - ✓ Libramiento de obstáculos laterales 2 x RNP
  - ✓ Libramiento de obstáculos con Baro VNAV usando el Presupuesto del Error Vertical
  - ✓ Se retiene la capacidad en las aproximaciones fallidas
- Se utiliza como criterio el Manual de Diseño de Procedimientos de la OACI RNP AR

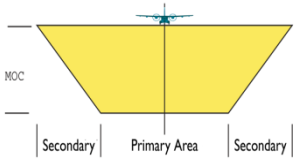
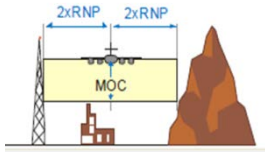
# Escenario de un Candidato

# Libramiento de Obstáculos



# RNP APCH vs RNP AR APCH

| | RNP APCH LNAV/VNAV | RNP AR APCH |
|---|---|---|
| Evaluación de Obstáculo |  |  |
| VNAV | Baro | Baro |
| FAS Vertical | 75m MOC | Presupuesto del Error Vertical |
| Precisión Lateral | GNSS | GNSS |
| RNP (Final) | 0.3 | 0.3 a 0.1 |
| Final XTK | 0.15NM | 0.15 NM a 0.05 |
| Virajes (Final) | Ninguno | RF |
| Aproximación fallida | Modo Terminal (RNP 1.0); TF/RF | RNP 1.0 o menos; TF/RF |
| Inicial /Intermedio | Modo Terminal (RNP 1.0); TF/RF | RNP 1.0 hasta 0.3; TF/RF |
| DH mas bajo | 250ft | 250ft |
| Equipo | Único | Doble (Típico) |
| Evaluación de Seguridad Operacional | QA Estándar | FOSA |

# Performance

- Los sistemas de monitoreo y alerta son consistentes con el libramiento de obstáculos reducido
- Se requiere un monitoreo tanto lateral como vertical
- Precisión Lateral:
  - ✓ Rango de valores de precisión (0.1 a 1.0 NM)
- Navegación Vertical :
  - ✓ El Presupuesto del Error Vertical toma en cuanta todos los factores contribuyentes

# Elegibilidad de la Aeronave

- Típicamente establecida por el OEM
- En acuerdo con los requisitos del Estado del Fabricante
  - ✓ Documento de Aeronavegabilidad en cumplimiento con el ECAC
  - ✓ Los requisitos difieren en algunos aspectos
  - ✓ La capacidad operativa es básicamente lo mismo
  - ✓ Algunos procedimientos operativos pueden diferir
- En algunos casos la elegibilidad podrían ser determinados por el Estado del Operador
  - ✓ Basado en la evaluación de los sistemas de la aeronave
  - ✓ Se debe solicitar asistencia de otros Estados mas experimentados

# Elegibilidad de la Aeronave

- Típicamente aeronaves capaces de RNP AR están equipadas con sistemas redundantes
  - ✓ 2 o 3 IRU
  - ✓ 2 GNSS
  - ✓ 2 sistemas de pantalla
  - ✓ 2 FMC
- Según el Manual PBN, NO se requieren los sistemas redundantes
- Algunas limitaciones aplican a sistemas no-duplicados
- El FOSA provee un mecanismo para evaluar los requisitos para la redundancia

# Pantallas

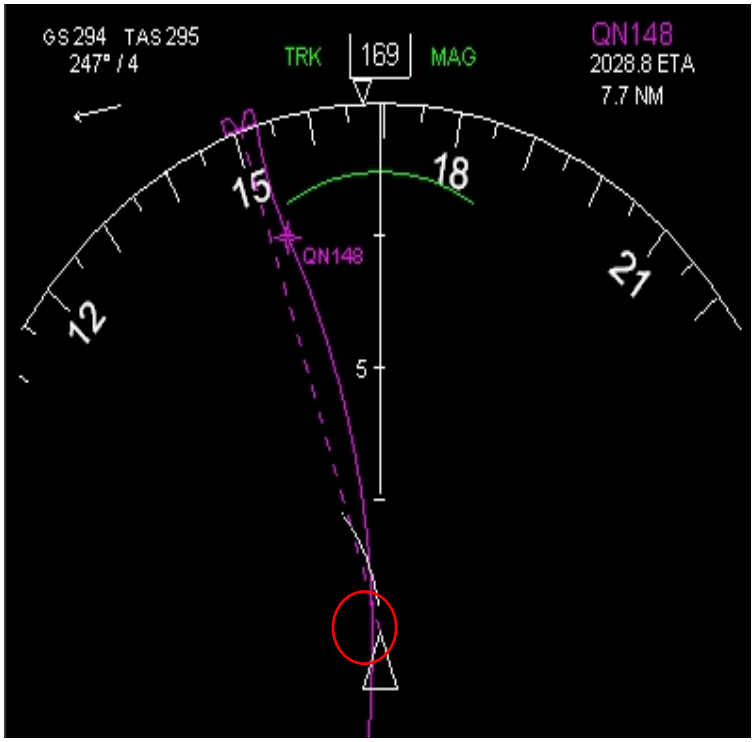
- La precisión de navegación necesita ser soportada por un monitoreo del performance y capacidad de alerta ***adecuado***
- Navegación Lateral
  - ✓ Operaciones normales < ½ RNP
  - ✓ Operaciones anormales < 1 RNP
- Navegación Vertical
  - ✓ Máxima deviación vertical 75ft
  - ✓ Resolución 10ft

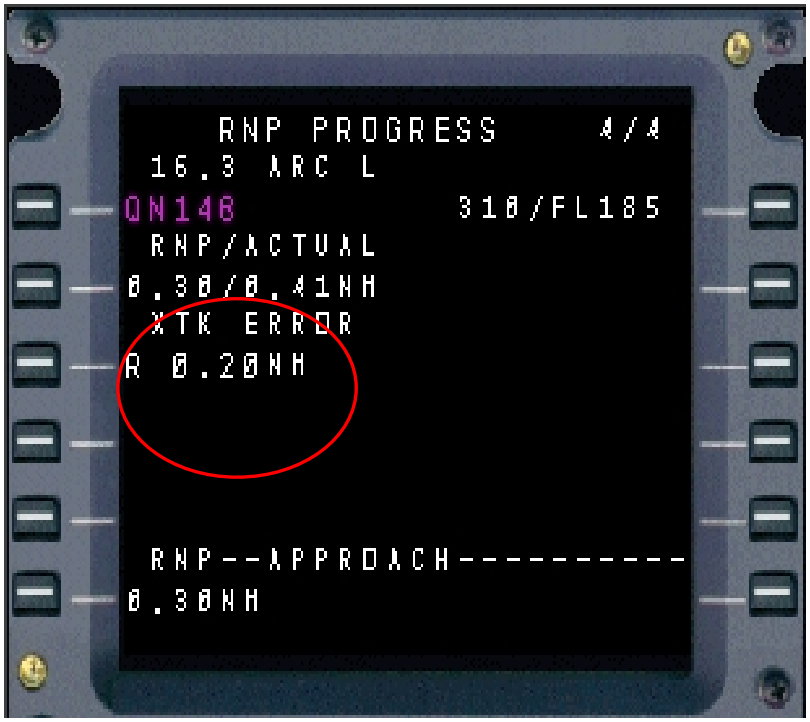
# Consideraciones de la Pantalla

- Las pantallas estándar no proveen indicaciones de desviación lateral
  - ✓ Disponible como una opción
  - ✓ L/DEV (Airbus) o NPS (Boeing)
- Se requiere una evaluación que monitoree el XTK
  - ✓ Se asegure que las tolerancias se mantengan
  - ✓ Operaciones normales y anormales

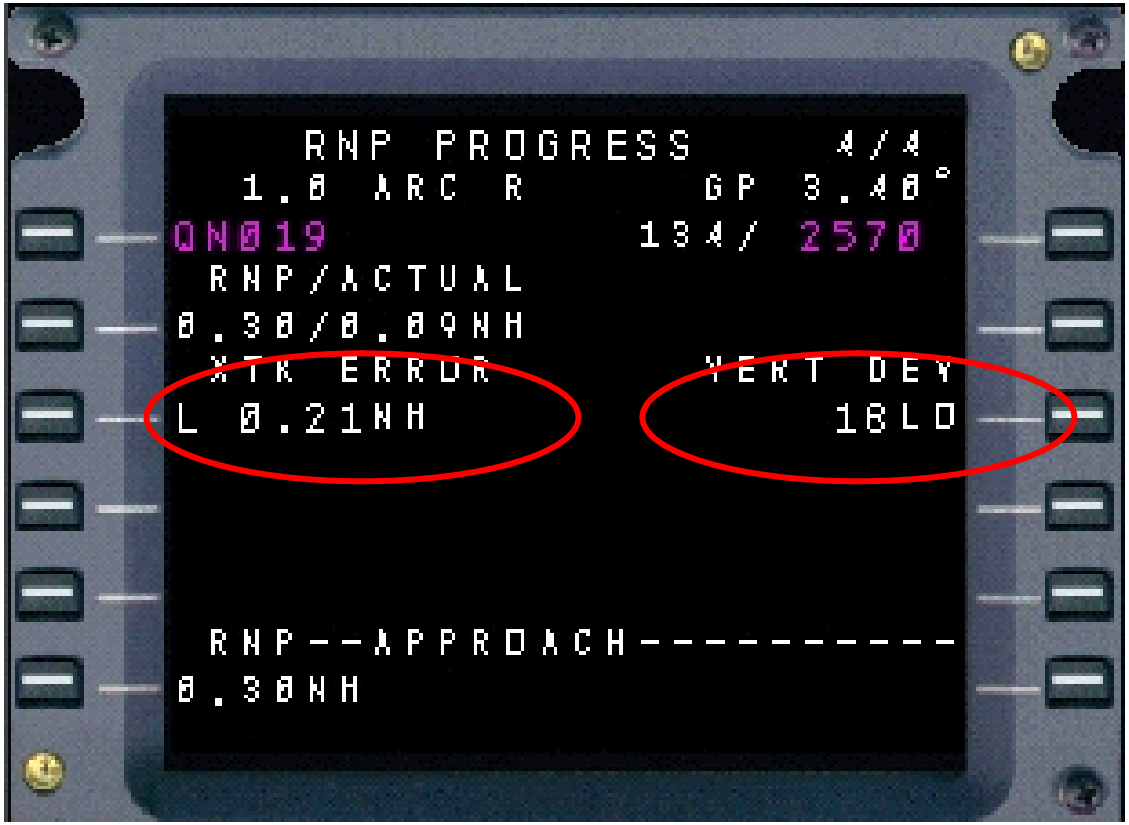
FMC SPD
LNAV
VNAV PTH
CMD
TRK 185 MAG
LOFAL
1834.6z
2.0nm
TCAS
OFF
ADF 1
212.0
29.92 IN.
MAIN PANEL
UPPER DU
BACKGROUND

# Pantalla estándar del Boeing 737NG

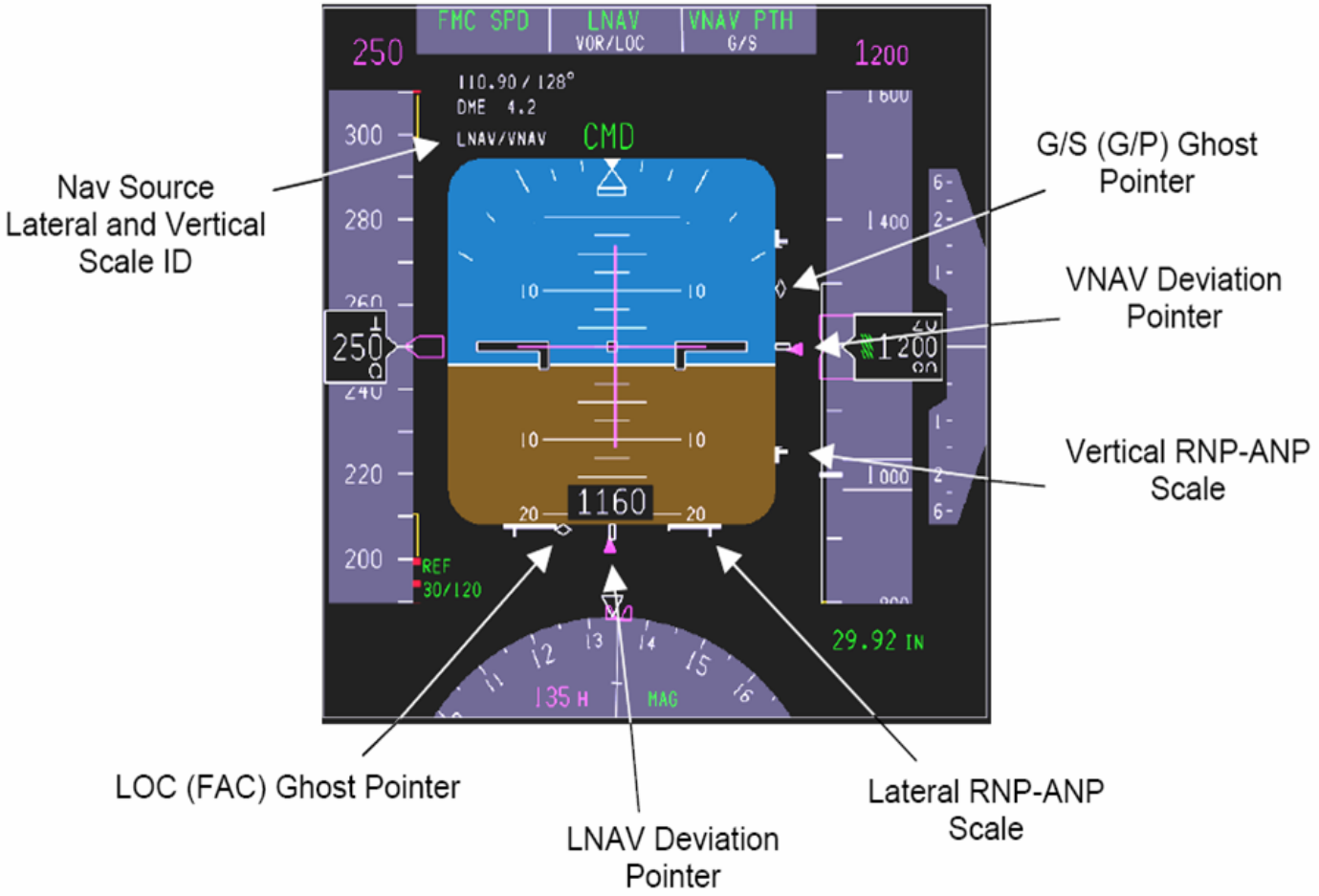


# CDU

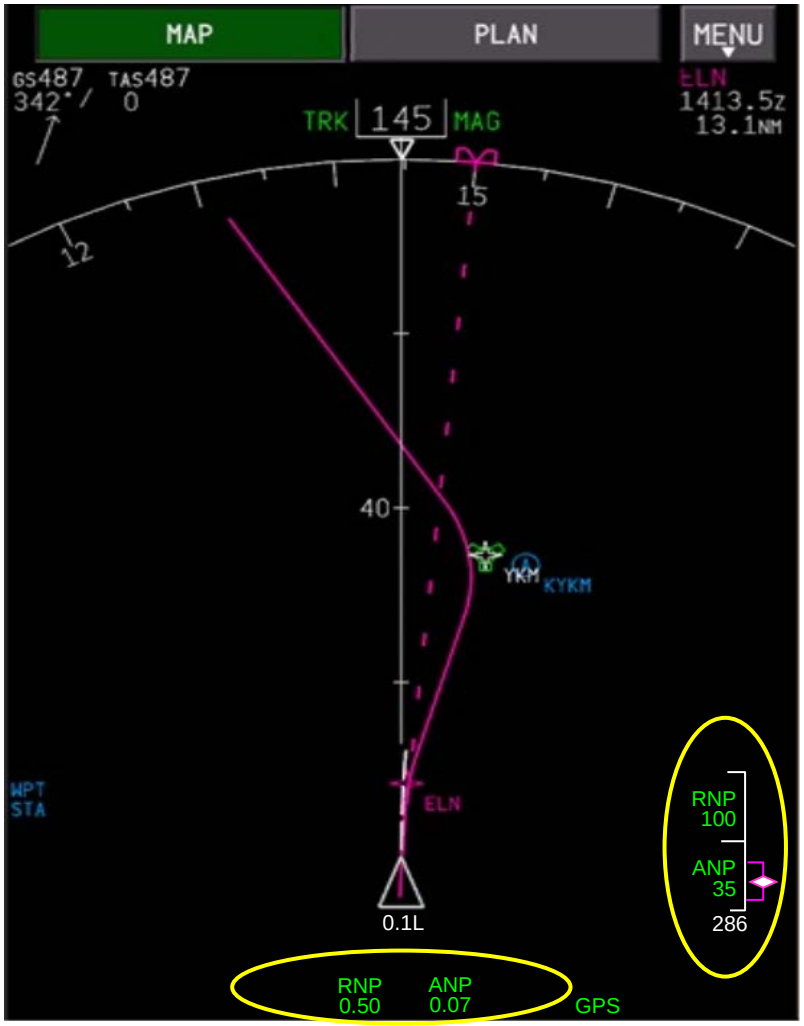

RNP PROGRESS A/A
1.0 ARC R GP 3.00°
QN019 134/ 2570
RNP/ACTUAL
0.30/0.09NM
XTK ERROR VERT DEV
L 0.21NM 18LO
RNP--APPROACH----------
0.30NM

# NPS


FMC SPD
LNAV
VOR/LOC
VNAV PTH
G/S
250
1200
110.90 / 128°
DME 4.2
LNAV/VNAV
CMD
300
280
260
240
220
200
250
1200
1600
1400
1000
800
1160
REF
30/120
29.92 IN
135 H
MAG
Nav Source
Lateral and Vertical
Scale ID
G/S (G/P) Ghost
Pointer
VNAV Deviation
Pointer
Vertical RNP-ANP
Scale
LOC (FAC) Ghost Pointer
LNAV Deviation
Pointer
Lateral RNP-ANP
Scale

# Pantalla de Navegación del Boeing ND con la opción NPS

Deviación de XTK en 1/100th NM

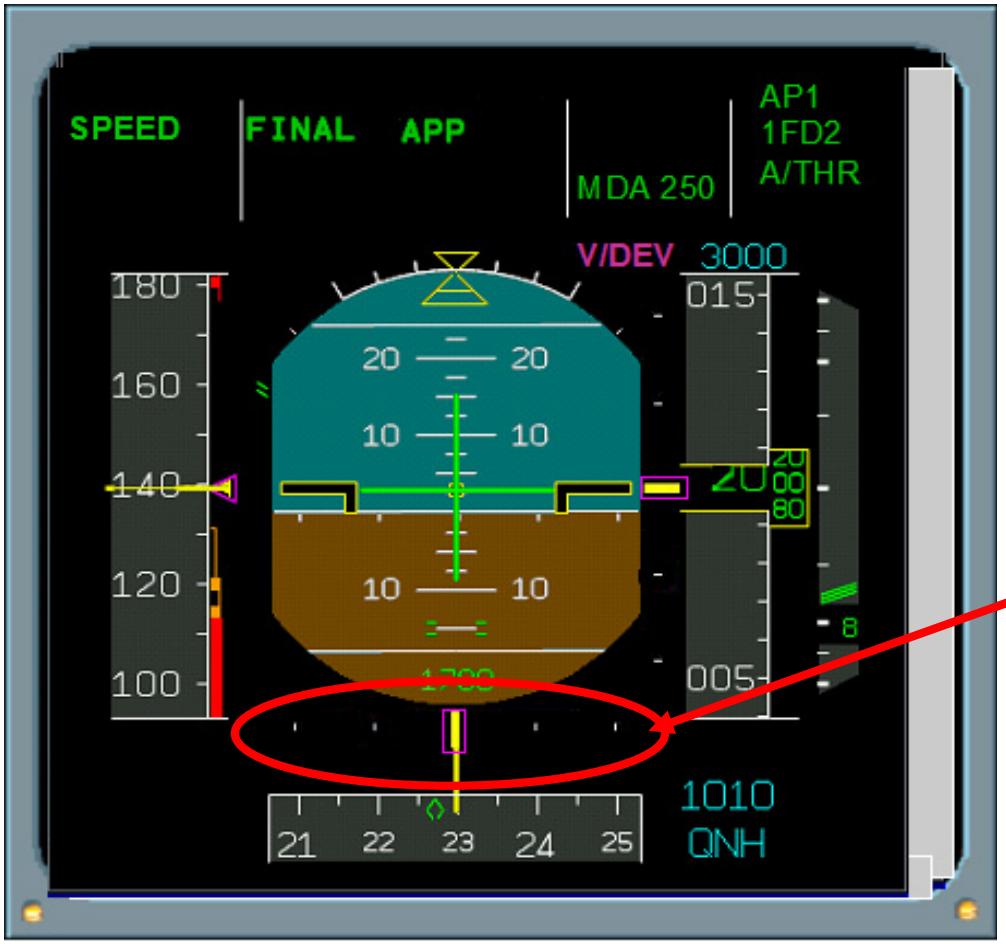


# Pantalla de Navegación del Airbus sin escalas de L/DEV

Pantalla estándar en 1/10th NM
Indicación inicial 0.2NM at XTK 0.15NM

# Pantalla de Navegación del Airbus con opción L/DEV

# Pantalla Primaria de Vuelo Airbus con opción L/DEV




**L/DEV Scale 0.2NM**

# Evaluación de la Pantalla

- Operaciones normales usualmente se usa el AP (no es mandatorio)
  - ✓ Muy pequeños valores de FTE
  - ✓ Monitoreo del XTK *por excepción*
- Eventos de desviación del XTK
  - ✓ Operando fuera de los límites de diseño de los tramos RF
  - ✓ Fallos para operar la aeronave en el modo correcto
  - ✓ Conexión/desconexión del Piloto Automático
  - ✓ Fallo de motor
- La pantalla de debe evaluar que sea adecuada para:
  - ✓ Permitir a la tripulación identificar rápidamente una desviación
  - ✓ Proveer suficiente tiempo para corregir; y
  - ✓ Mantener el vuelo dentro de las tolerancias aceptables

# Consideraciones

Escala y pantalla del mapa

- Suficiente para observaciones/estimaciones de deviación del XTK

Indicación numérica de error de XTK en 1/10$^{ma}$ NM o menos

- En el mapa (preferiblemente)
- En el CDU/MCDU monitoreado por el PF/MP

Soportado por procedimientos adecuados de la tripulación

- PF/MP cabezas arriba a no ser que se observe una desviación
- Procedimientos de llamadas y acción de recuperación

# Pantallas B787

# Guía para la Ida al Aire LNAV

- Aeronaves con sistema Legacy configuradas para mantener una trayectoria en el IRS
  - ✓ No compatible con operaciones RNP AR
  - ✓ Se puede gestionar utilizando los procedimientos de la tripulación
- La funcionabilidad preferente retiene la guía de LNAV durante la aplicación de TOGA
  - ✓ Comúnmente se denomina ***TOGA a LNAV*** o ***TOGA a NAV***
  - ✓ Precisión continua durante la adherencia a la senda de LNAV
  - ✓ LNAV permanece enganchado
  - ✓ Requisito de PBN < RNP 0.3
  - ✓ Recomendado para ***todas*** las operaciones RNP AR

# Funciones Altimétricas

- Dos fuentes altimétricas independientes en el principal campo visual del piloto
- La tripulación comprueba de forma cruzada que los altímetros estén dentro de ±100’
  - ✓ Satisfactoria se confirma la entrada en el FMC que provee la senda vertical
  - ✓ El requisito podría ser cumplido por una función de monitoreo de comparador automático
- Cuando la tripulación de vuelo ajusta los altímetros, esto también debería ajustar el altímetro al sistema RNP (FMC) a través de una sola acción

# Aproximaciones con virajes RF

- Se requiere funcionabilidad RF
- Se requiere mapa electrónico
- El FMC, el Director de Vuelo y el Piloto Automático *deben* ser capaz de comandar 25° de banqueo a o sobre 400’ AGL y 8° de banqueo debajo de 400’ AGL
- Guía de navegación lateral disponible en la ida al aire. Ej. TOGA a la función NAV

Precaución: Comúnmente la lógica del FMC restringe los ángulos de banqueo en bajas altitudes del RADIO ALTIMETRO y esto podría resultar en deviación de la senda RF si no se gestiona correctamente

# RNP < 0.3

- Un único punto de falla no debería causar la pérdida de la guía para la aproximación. Típicamente la aeronave se revierte a una navegación de IRS, además de que debe por lo menos tener el siguiente equipo, dos sensores GNSS, dos FMS, dos sistemas de air data y un sistema de referencia inercial (IRU).
- La perdida de guía lateral en la pantalla es peligrosa
- Medios alternos de navegación para idas al aire debido a la pérdida de GNSS
- Guía de navegación lateral está disponible durante la ida al aire. Ej. La función de TOGA a NAV

*Típicamente, una aeronave capaz de RNP AR está equipada con sistemas dobles, IRS y la función TOGA a NAV*
*La mayoría de las operaciones RNP AR requieren esta capacidad para todos los procedimientos de aproximación RNP AR (ej. incluyendo RNP 0.3)*

# Aproximación Fallida < RNP 1

Cuando el RNP 1 < 1.0 NM requerido para la aproximación fallida:

- El fallo de un punto único no debe causar la pérdida de la guía
- Equipo Doble (igual que RNP AR APCH < 0.3)
- Una vez que se pierde el GNSS, la aeronave debe revertirse a otro medio de navegación el cual debe proveer la precisión requerida de navegación (IRS)
- Guía disponible de navegación lateral en la ida al aire. Ej. TOGA a función NAV

*El RNP < 1 en una aproximación fallida es típicamente usada para proveer mínimos mas bajos y libramiento de obstáculos en los segmentos de aproximaciones fallidas*

# Pre-Vuelo

- Lista de Equipo Mínimo (MEL)
  - ✓ Depende de la operación & de la precisión requerida de navegación
  - ✓ Podría requerir equipo dual
  - ✓ RNP < 0.3 o tramos RF se requiere Director de Vuelo o Piloto Automático
- Predicción RNP
  - ✓ El RNP debe estar disponible en el destino a la ETA
  - ✓ Tomar en cuenta por cortes conocidos en los servicios de navegación
  - ✓ Utilice los mismos algoritmos de predicción que el sistema aéreo

# Durante la Aproximación

- Podría necesitar desconectar la actualización de radio (procedimiento específico de la aeronave)
- Limite la desviación del cross-track hasta:
  - ½ de la precisión requerida de navegación
- Ida al Aire si:
  - ✓ La desviación lateral >1 x la precisión requerida de navegación
  - ✓ Desviación vertical >75 pies

# Navegación Base de Datos

- El proceso de gestión de la data debe estar documentado
- Gerente responsable de la data
- Validación del ciclo de la data
  - ✓ Detectar cambios no detectados en la base de datos de navegación
- Validación de la data inicial por el operador
  - ✓ Asegúrese que la data es compatible con la aviónica de la aeronave
  - ✓ Por cada aeronave/configuración

# Procedimientos Operativos

- Los fabricantes mayores proveen guías
- Operadores experimentados podrán ser consultados
- AP es normalmente mandatorio por los operadores
- Se requiere disponibilidad en la predicción de servicios
- Lista requerida de equipo (para comenzar la aproximación )
- Monitoreo de la desviación de la trayectoria
- Monitoreo de la desviación vertical
- Efectos de temperatura
- Acciones en el evento de una alerta
- Adherencia a la trayectoria de la ida al aire

# Entrenamiento

- Selección del RNP
- Briefing de aproximación
- Equipo requerido
- Aproximando la intercepción
- Punto de Intercepción Vertical (VIP)
- Deseleccionar la Radio Ayuda
- Aproximación estabilizada
- Monitoreo de Aproximación /Uso de automáticos
- Tramos RF /TOGA a NAV
- Virajes en el segmento final
- Gestión del segmento visual
- Limitando la temperatura

# Selección de RNP

- El RNP mas alto debe ser seleccionado
- Seleccione un RNP mas bajo cuando se requiera un DA menor
- Consideración de la disponibilidad de predicción RNP
- Compruebe el status actual del performance del RNP status (ANP - Actual Navigation Performance / EPE – Estimated Position Error)
- Un RNP mas bajo incrementa la probabilidad de alerta

# Briefing de Aproximación

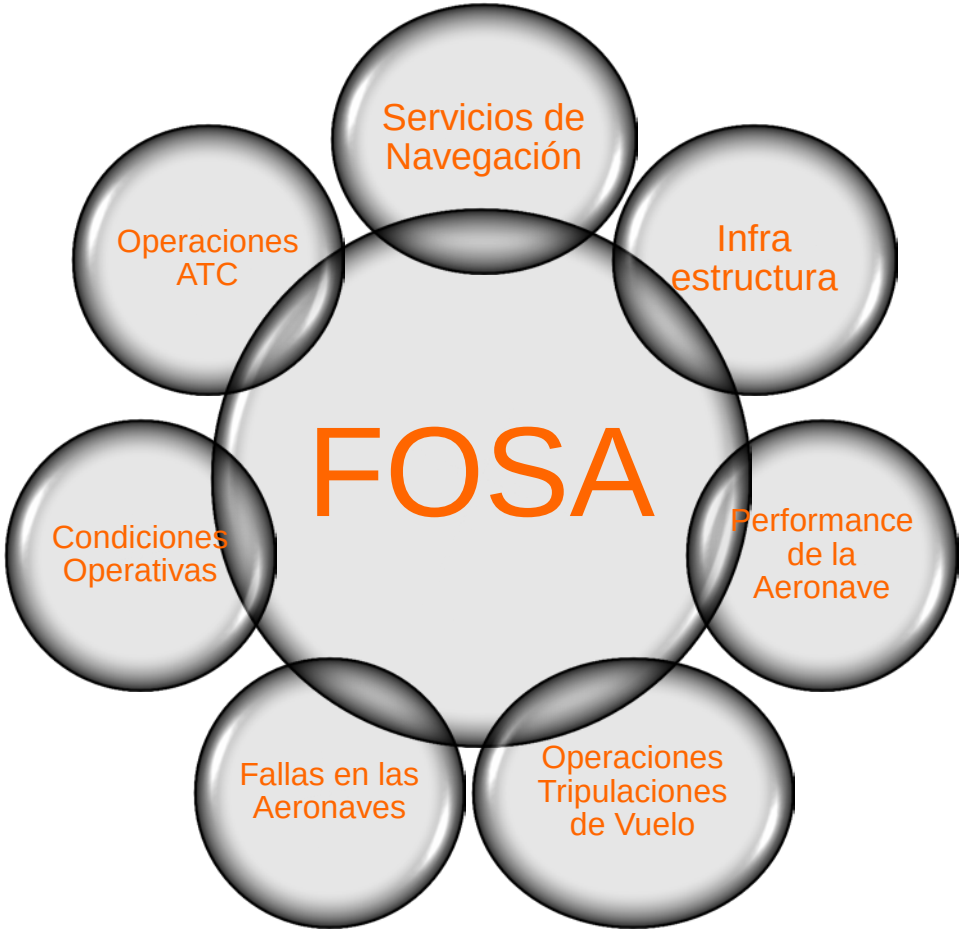
- La confianza se da en procedimientos para la validez de la base de datos
- No es necesario mencionar todas las trayectorias/distancias
- El resumen debe cubrir los puntos mas significativos
  - ✓ El procedimiento correcto
  - ✓ Limitaciones de altitud y velocidad
  - ✓ RNP/DA/Altímetro
  - ✓ Altitud de aproximación fallida

# Auditoría de Evaluación de la Seguridad Operacional de Vuelo (FOSA)

- La FOSA podría no necesitarse en algunos casos
- Como en todas las evaluaciones de un SMS, el FOSA debe:

✓ Definición del sistema
✓ Establecimiento del criterio de seguridad operacional
✓ Identificación de peligros
✓ Análisis de las causas
✓ Estimación de la probabilidad
✓ Análisis de las consecuencias
✓ Identificación de la Mitigación
✓ Evaluación del riesgo
✓ Reporte final

# Entradas FOSA



# Profundidad del análisis FOSA

Dependerá de:

- Ambiente operativo
- Equipo de la Aeronave
- Complejidad del procedimiento
- Experiencia previa del Operador
- Evaluaciones previas de seguridad operacional

# ¿PREGUNTAS?