

Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina Sudamericana



**CURSO DE DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS
APV/BARO-VNAV**

PROCEDIMIENTOS APV/BARO-VNAV

**INTRODUCCIÓN
BARO/VNAV**

INSTRUCTORES: FERNANDES JÚNIOR / MARIELA VALDES

PROCEDIMIENTOS APV/BARO-VNAV

OBJETIVO Y TEMARIO

OBJETIVO

- Conocer los conceptos generales relacionados con los procedimientos APV/Baro-VNAV.

TEMARIO

- Introducción
- Procedimientos APV
- Implementación PBN – APV

3/35



INTRODUCCIÓN

- Tradicionalmente, los procedimientos de aproximación se clasifican como: Procedimientos de Precisión (PA) o Procedimientos de No-Precisión (NPA).
 - ➔ **Procedimiento de Aproximación de Precisión (PA):** Procedimiento en el que se utiliza guía lateral y vertical para un descenso estabilizado y continuo (Ejemplo: ILS).
 - ➔ **Procedimiento de Aproximación de no-Precisión (NPA):** Procedimiento en el que se utiliza guía lateral, pero no incluye guía vertical >> descenso no estabilizado (Ejemplo: VOR, NDB).

4/35



INTRODUCCIÓN

- La industria aeronáutica desarrolló sistemas de navegación con mayores capacidades, que permiten aumentar la seguridad, flexibilidad y capacidad del espacio aéreo.
- La utilización de sistemas modernos de navegación está cambiando el uso de la Navegación Convencional por Navegación de Área (RNAV), la que se compone de tramos descritos a través de waypoints, terminaciones de trayectoria y otras informaciones almacenadas en la base de datos de navegación.
- Además de la navegación lateral, los sistemas actuales presentan capacidad de navegación vertical lo que permite volar una trayectoria en descenso continuo.

5/35



INTRODUCCIÓN

- Estos sistemas permiten volar procedimientos que no son PA ni NPA >> APV : Procedimiento de Aproximación con Guía Vertical

PROCEDIMIENTOS APV

- Procedimiento en el que se utiliza guía vertical, pero que no satisface los requisitos establecidos para las operaciones de precisión.
- Los tipos de Procedimientos APV actuales son:
 - APV SBAS (APV I y II)
 - APV/Baro-VNAV

6/35



INTRODUCCIÓN

APV/SBAS

- SBAS: Sistema de aumentación basado en satélites >> amplía la cobertura y mejora la señal del satélite
- Los SBAS son:
 - EGNOS: Sistema de aumentación europeo
 - WAAS: Sistema de aumentación FAA
- Los mínimos operacionales SBAS son descritos como "LPV" >> Actualización del localizador con guía vertical (Localizer Performance with Vertical Guidance)

7/35



INTRODUCCIÓN

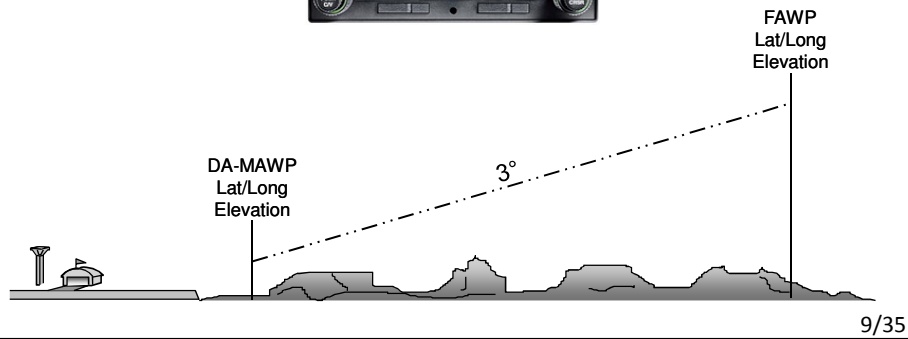
APV/BARO-VNAV

- Baro-VNAV significa Navegación Vertical Barométrica >> basada en altímetro de presión

8/35

BARO VNAV

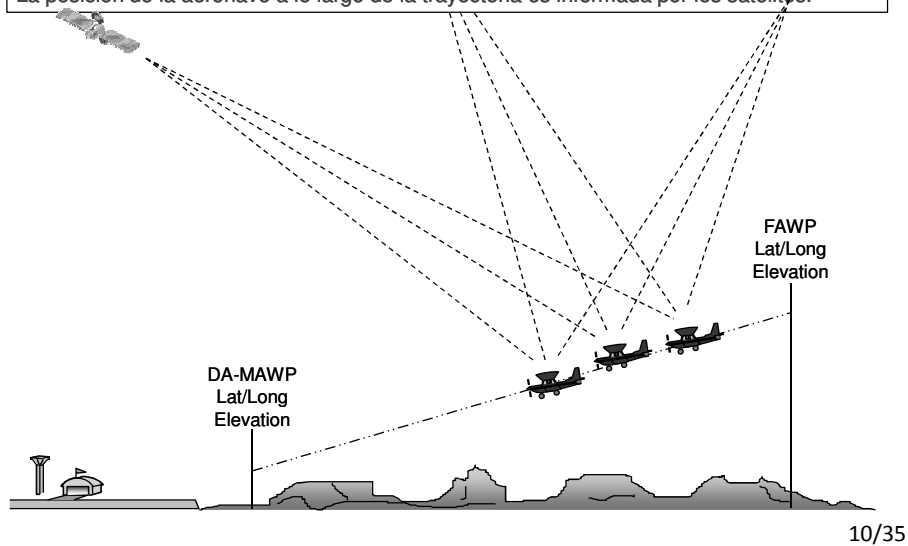
Una trayectoria vertical es calculada basada en información contenida en la base de datos del sistema de navegación.



BARO VNAV

Una Trayectoria vertical es calculada basada en información contenida en la base de datos del sistema de navegación.

La posición de la aeronave a lo largo de la trayectoria es informada por los satélites.

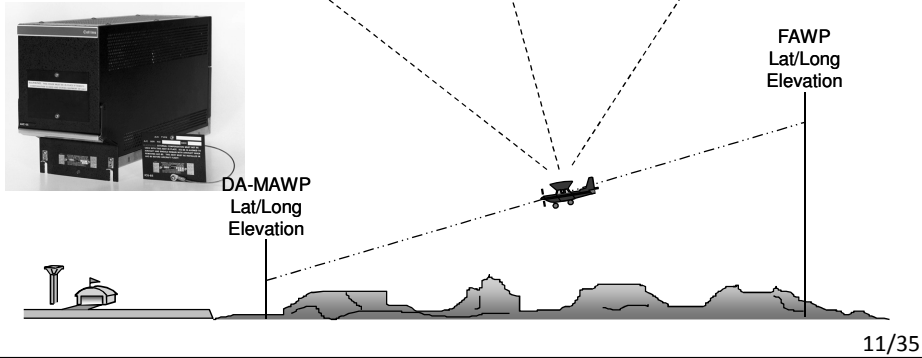


BARO VNAV

Una Trayectoria vertical es calculada basada en información contenida en la base de datos del sistema de navegación.

La posición de la aeronave a lo largo de la trayectoria es informada por los satélites.

El sistema Baro-VNAV calcula la altitud a la que la aeronave debe estar en cada punto de la trayectoria final.



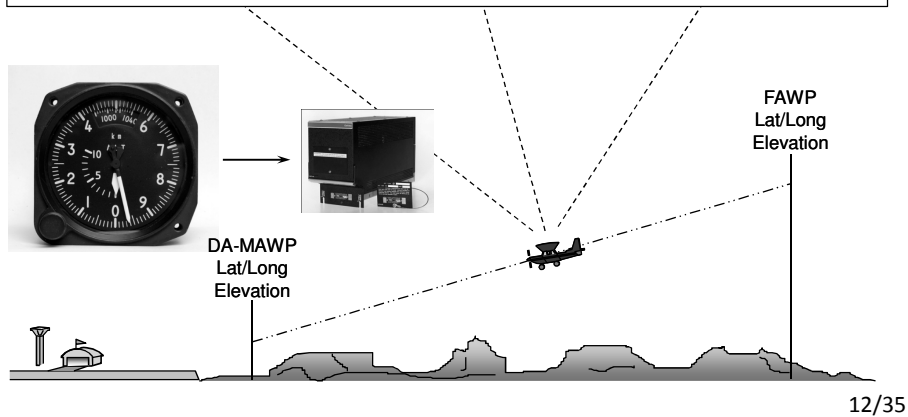
BARO VNAV

Una Trayectoria vertical es calculada basada en información contenida en la base de datos del sistema de navegación.

La posición de la aeronave a lo largo de la trayectoria es informada por los satélites.

El sistema Baro-VNAV calcula la altitud a la que la aeronave debe estar en cada punto de la trayectoria final.

El altímetro transmite la altitud de la aeronave y envía esa información al sistema Baro-VNAV de a bordo.



BARO VNAV

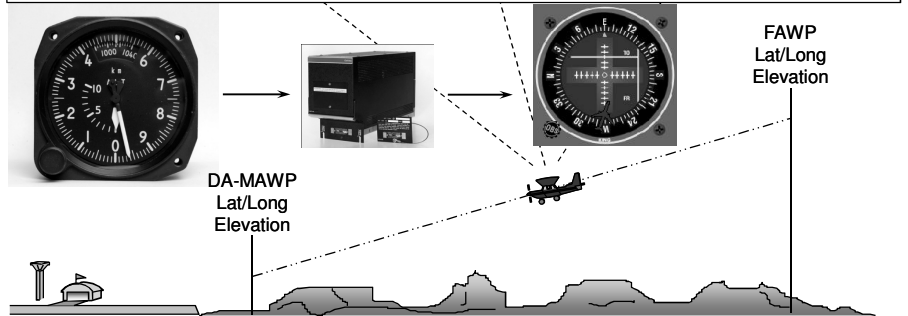
Una Trayectoria vertical es calculada basada en información contenida en la base de datos del sistema de navegación.

La posición de la aeronave a lo largo de la trayectoria es informada por los satélites.

El sistema Baro-VNAV calcula la altitud a la que la aeronave debe estar en cada punto de la trayectoria final.

El altímetro transmite la altitud de la aeronave y envía esa información al sistema Baro-VNAV de a bordo.

La posición de la aeronave, por encima o abajo de la trayectoria, es transmitida al Indicador de Desvío de Trayectoria (CDI).



13/35



INTRODUCCIÓN

Preguntas?!



14/35



INTRODUCCIÓN

APV/BARO-VNAV

- Baro-VNAV significa Navegación Vertical Barométrica
- basada en altímetro de presión
- Los mínimos operacionales son “LNAV/VNAV”:
- La navegación lateral (LNAV) es RNP APCH (GNSS); y
- La navegación vertical (VNAV) es barométrica ➤➤ Sistema de Navegación certificado.

IAC APV

¿Cómo saber si la IAC es SBAS o Baro-VNAV?

MIAMI, FLORIDA		RWY 26R (FAA)	
WAAS CH 86903 W26A	APP CRS 272°	Rwy Idg 8600 TDZE 8 Apt Elev 8	RNAV (GPS) RWY 26R MIAMI INTL (MIA)
For uncompensated Baro-VNAV systems, LNAV/VNAV NA below -15°C (5°F) or above 48°C (118°F). DME/DME RNP-0.3 NA.		MISSED APPROACH: Climb to 2000 direct WOLUP and via 333° track to BRBRA and hold.	
ATIS 119.15	MIAMI APP CON 124.85 322.3	MIAMI TOWER 118.3 256.0	UNID CLERK 121.8 (8/19/12/26/26R) 127.5 (9/22/30)
		CINC DEL 135.35	

WAAS CH 86903 W26A	APP CRS 272°	Rwy Idg 8600 TDZE 8 Apt Elev 8
-------------------------------------	---------------------	---

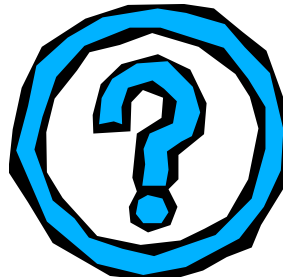
For uncompensated Baro-VNAV systems, LNAV/VNAV NA below -15°C (5°F) or above 48°C (118°F). DME/DME RNP-0.3 NA.	MISSED APPROACH: Climb to 2000 direct WOLUP and via 333° track to BRBRA and hold.
---	---

CATEGORY	A	B	C	D
LPV DA	298-1 290 (300-1)			
LNAV/VNAV DA	460-1½ 452 (500-1½)			
LNAV MDA	480-1 472 (500-1)	480-1¼ 472 (500-1¼)	480-1½ 472 (500-1½)	



INTRODUCCIÓN

Preguntas?!



17/35



INTRODUCCIÓN

¿POR QUÉ implementar procedimientos APV?

- Procedimientos APV mejoran la seguridad de los procedimientos NPA >> descenso guiado y estabilizado para el aterrizaje (CDFA):
 - ➔ CDFA es distinto al término CDA >> Aproximación en Descenso Continuo antes de la aprox. final.
- El primer beneficio es seguridad:
 - ➔ La aproximación es más fácil de volar
 - ➔ Reduce probabilidad del CFIT
 - ➔ Disminuye la probabilidad de aproximación frustrada >> descenso estabilizado y mínimos operacionales menores

18/35



INTRODUCCIÓN

¿POR QUÉ implementar procedimientos APV?

- También se puede obtener otros beneficios:
 - ➔ Son económicamente viables >> ILS es más preciso, pero la implantación es costosa
 - ➔ Ofrece mayores beneficios medioambientales, si se compara con los procedimientos NPA (CDFA >> reducción de ruido y combustible)
 - ➔ Accesibilidad >> No es dependiente de ayudas en tierra y permite mínimos operacionales inferiores

¿Son razones suficientes?

19/35



INTRODUCCIÓN

¿POR QUÉ implementar procedimientos APV?

- Además porque es una resolución de la 36th Asamblea de la OACI (Septiembre **2007**)
 - ➔ La comunidad aeronáutica reconoció que procedimientos APV aumentan la seguridad
 - Programas Especiales de la OACI:

A31-9: Puesta en práctica del programa de la OACI para la prevención del impacto contra el sueldo sin pérdida de control (CFIT)

A36-7: Planificación mundial OACI para la seguridad operacional y la eficiencia

20/35



36 ASAMBLEA – EXTRACTO DE LAS RESOLUCIONES

A36-23: Metas mundiales de navegación basada en la performance

Reconociendo que la implantación de la aproximación con guía vertical (APV) todavía no está generalizada;

La Asamblea:

1. *Insta* a todos los Estados a implantar rutas de servicios de tránsito aéreo (ATS) y procedimientos de aproximación con RNAV y RNP de conformidad con el concepto PBN de la OACI definido en el *Manual sobre la navegación basada en la performance* (Doc 9613);
2. *Resuelve que*:
 - a) los Estados y grupos regionales de planificación y ejecución completen un plan de implantación de la PBN para 2009 a fin de lograr lo siguiente:
 - 1) implantación de operaciones RNAV y RNP (donde se requiera) para áreas en ruta y terminales de acuerdo con los plazos y los hitos intermedios establecidos; y
 - 2) implantación en 2016 de procedimientos de aproximación con guía vertical (APV) (BARO-VNAV y/o GNSS aumentado) para todos los extremos de pistas de vuelo por instrumentos, ya sea como aproximación principal o como apoyo para aproximaciones de precisión, con los hitos intermedios siguientes: 30% en 2010 y 70% en 2014; y

21/35



36 ASAMBLEA – EXTRACTO DE LAS RESOLUCIONES

2. *Resuelve que*:
 - b) la OACI elabore un plan de acción coordinado para asistir a los Estados en la implantación de la PBN y asegurar la preparación y/o el mantenimiento de SARPS, procedimientos para los servicios de navegación (PANS) y textos de orientación armonizados a escala mundial, incluida una metodología mundial armonizada para la evaluación de la seguridad operacional, para que se mantengan a la par de las demandas operacionales;
3. *Insta* a los Estados a incluir en sus planes de implantación de la PBN previsiones para la implantación de procedimientos de aproximación con guía vertical (APV) para todos los extremos de pistas para aeronaves con una masa máxima de despegue certificada de 5 700 kg o más, de acuerdo con los plazos e hitos intermedios establecidos.

METAS MUNDIALES

- Implantación de procedimientos APV (Baro-VNAV o SBAS):
 - ➔ 30% pistas IFR en 2010;
 - ➔ 70% pistas IFR en 2014; y
 - ➔ 100% pistas IFR en 2016.

22/35



INTRODUCCIÓN

GT PANS-OPS Brasileño

- Normas PANS-OPS >> USOAP
 - ➔ AIC / CIRTRAF / ICA / MCA / etc
- Cursos PANS-OPS >> Capacitación y CHT (PD)
- Proyecto de Diseño de Procedimientos
 - ➔ USOAP
 - ➔ Aumentar la capacidad del espacio aéreo y accesibilidad a los aeropuertos
 - ➔ Implementación PBN
 - ➔ Resolución A36-23 >> Metas mundiales

23/35



INTRODUCCIÓN

Proyecto de Diseño de Procedimientos Brasileño

- < 130 Aeropuertos IFR
 - ➔ < 30 son internacionales
- Fase 1: Aeropuertos más importantes
- Fase 2: Otros AD IFR
- 780 Procedimientos **diseñados**
 - ➔ 320 SID RNAV
 - ➔ 270 APV >> 98% Aeropuertos IFR
- Hasta finales 2010 >> 60% Aeropuertos APV
- Fase 3: Revisión de procedimientos convencionales

24/35



INTRODUCCIÓN

Preguntas?!



25/35



INTRODUCCIÓN

IMPLEMENTACIÓN APV/BARO-VNAV (PBN)

- **PBN:** Navegación de Área basada en requisitos de performance >> aeronave pueda operar dentro de un determinado espacio aéreo (ruta, TMA, etc)
- Los requisitos de performance son definidos por especificaciones de navegación:
 - Precisión
 - Integridad
 - Disponibilidad
 - Continuidad
 - Funcionalidad

26/35



INTRODUCCIÓN

IMPLEMENTACIÓN APV/BARO-VNAV (PBN)

- Volumen II del Manual PBN (*Implementing RNAV y RNP*) está dividido en 03 partes:
 - ➔ Parte A (General): Revisión PBN, Sistema de Monitoreo y Alerta de a bordo
 - ➔ Parte B (Implementación RNAV): RNAV 10, 5, 1 e 2
 - ➔ Parte C (Implementación RNP): RNP 4, Básico-RNP 1, RNP APCH y RNP AR APCH
- OBS: *ATTACH A* >> Baro-VNAV

27/35



INTRODUCCIÓN

ADJUNTO AL MANUAL PBN – VOLUMEN II

- Especificación de Navegación para los sistemas basados en navegación vertical barométrica
- Guía para facilitar la implementación APV/Baro-VNAV
 - >> RNP APCH o RNP AR APCH
 - ➔ Para el ANSP >> recomendación respecto qué debe ser implementado
 - ➔ A los operadores >> equipos de a bordo y guía para facilitar la aprobación operacional

28/35



INTRODUCCIÓN

ADJUNTO AL MANUAL PBN – VOLUMEN II

- CONSIDERACIONES PARA EL ATSP
 - ➔ Diseño de Procedimientos: PANS-OPS, Parte I y III
 - ➔ Publicación >> Annex 4
 - ➔ ATC debe estar familiarizado con la capacidad VNAV de la aeronave y con los requisitos de altímetro y temperatura
 - ➔ Proceso para aprobación >> dos pasos:
 - 1) aceptación de la aeronave y sus equipos de a bordo;
 - 2) aprobación operacional de los equipos

29/35



INTRODUCCIÓN

REQUISITOS DEL EQUIPO

- El sistema de navegación puede ser utilizado para aproximaciones APV/Baro-VNAV siempre que:
 - ➔ Sea capaz de calcular trayectorias VNAV barométricas y presentar las desviaciones en el indicador
 - ➔ Sea capaz de establecer trayectorias entre altitudes. Ejemplo: “AT or ABOVE”, Window (ventana), etc
 - ➔ Tenga performance de navegación certificada >> igual o inferior a 0.3 NM (probabilidad del 95%)
 - ➔ La aeronave y los sistemas estén certificados por el Estado del explotador

30/35



INTRODUCCIÓN

REQUISITOS DEL EQUIPO

- El sistema de navegación puede ser utilizado para aproximaciones APV/Baro-VNAV siempre que:
 - La aeronave esté equipada con un sistema LNAV/VNAV integrado con una fuente exacta de altitud barométrica
 - Toda la información del procedimiento se obtenga (automáticamente) de una base de datos cuya integridad tenga garantía de calidad

31/35



INTRODUCCIÓN

ADJUNTO AL MANUAL PBN – VOLUMEN II

- Desvío de trayectoria y monitoreo:
 - Sistema debe mostrar al piloto los desvíos verticales de trayectoria
 - Piloto debe corregir desvíos mayores que +30m/-15m (+100ft/-50ft)
- Director de vuelo o piloto automático son permitidos
- No está permitido altímetro remoto
- Piloto debe verificar los límites de temperatura publicados en la carta
 - Deben ser respetados >> excepto si hay sistema que compensa el efecto de la temperatura

32/35