



**DIRECCIÓN GENERAL DE
AERONÁUTICA CIVIL
GUATEMALA, C.A.**

**DE USO
INTERNO**

**VIGENCIA:
Enero 2018**

**CÓDIGO:
GCNS-002-2018**

**REEDICIÓN
Enero 2018**

**PÁGINA:
1 de 171**

**ALCANCE:
DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL
SUBDIRECCIÓN TÉCNICA-OPERATIVA
GERENCIA DE COMUNICACIONES, NAVEGACIÓN Y VIGILANCIA DE RADAR
UNIDAD DE AUDITORÍA INTERNA**

TÍTULO:

**MANUAL DE REFERENCIA PARA VERIFICACIÓN
EN VUELO DE LOS SISTEMAS CNS
(MRVVS CNS)**

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL

GUATEMALA, ENERO 2018.

INDICE

RESOLUCION.....	5
LISTA DE DISTRIBUCIÓN DEL MANUAL MRVVS CNS	6
LISTA DE PÁGINAS EFECTIVAS	7
REGISTRO DE REVISIONES.....	11
PREFACIO	12
INTRODUCCIÓN.....	13
INFORMACION GENERAL	13
DEFINICIONES.....	13
OBJETIVOS	26
OBJETIVO GENERAL	26
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
ACRÓNIMOS	27
BASE LEGAL	27
NACIONAL.....	27
INTERNACIONAL	28
NORMATIVA RELACIONADA	28
LEY DE AVIACION CIVIL	28
REGLAMENTO DE LA LEY DE AVIACION CIVIL	29
CONVENIO DE CHICAGO	29
ANEXO 10 AL CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL	29
MANUAL DE CERTIFICACIÓN DE AERÓDROMOS. DOC 9774 AN/969. OACI	30
BIBLIOGRAFÍA	30
ALCANCE	30
RESPONSABILIDAD	31
CAPITULO 1: GENERALIDADES.....	32
1.1 NORMATIVA.....	32
1.2 DETERMINACIÓN DE AUTORIDAD SOBRE EL ESTATUS DE LAS RADIOAYUDAS	32
1.3 CUMPLIMIENTO	32
1.4 AMPLIACIÓN	32
1.5 ENMIENDAS.....	33
1.6 RESPONSABILIDADES DE LA EMPRESA QUE REALICE LA INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN AÉREA	33
1.7 INSPECTORES DE VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RADIOAYUDAS	33

1.8	ACTIVIDADES OPERATIVAS DE LOS INSPECTORES DE VERIFICACIÓN DE RADIOAYUDAS	34
1.9	TIPOS DE INSPECCIONES	34
1.10	PRIORIDAD DE LAS INSPECCIONES EN VUELO.....	35
1.11	PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES EN VUELO Y EN TIERRA.....	35
1.12	FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES EN VUELO PROGRAMADAS.....	36
1.13	CLASIFICACIÓN DEL ESTADO OPERATIVO DE LAS RADIOAYUDAES.....	37
1.14	NOTIFICACIÓN DEL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS RADIOAYUDAES.....	38
1.15	CERTIFICADO DE INSPECCIÓN EN VUELO.....	38
1.16	DISPOSICIONES GENERALES DE INSPECCIÓN EN VUELO.....	39
CAPITULO 2	RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL DE VHF VOR	41
2.1	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	41
2.2	MODULACIONES.....	44
2.3	TOLERANCIAS.....	44
2.4	PERIODICIDAD DE INSPECCIÓN EN VUELO PARA LOS CVOR Y DVOR.....	46
2.5	CATEGORÍAS DE LAS INSPECCIONES EN VUELO	47
2.6	RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	48
2.7	RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN TIERRA	48
2.8	PROCEDIMIENTOS Y MANIOBRAS PARA INSPECCIÓN EN VUELO	48
CAPITULO 3	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA (DME).....	53
3.1	INTRODUCCIÓN	53
3.2	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	53
3.3	GENERALIDADES	53
3.4	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	53
3.5	TOLERANCIAS.....	56
3.6	ANÁLISIS.....	57
3.7	RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	57
3.8	RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN TIERRA	57
3.9	PROCEDIMIENTOS Y MANIOBRAS PARA INSPECCIÓN EN VUELO	57
CAPITULO 4	SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS (ILS)	61
4.1	INTRODUCCIÓN	61
4.2	GENERALIDADES	61
4.3	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	61
4.4	RESUMEN DE PARÁMETROS Y TOLERANCIAS PARA INSPECCIÓN EN VUELO	67
4.5	RESUMEN DE PARÁMETROS Y TOLERANCIAS PARA INSPECCIÓN EN TIERRA	67
CAPITULO 5	RADIOFAROS NO DIRECCIONALES (NDB).....	78
5.1	INTRODUCCIÓN	78

5.2	GENERALIDADES	78
5.3	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	78
5.4	REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN TIERRA	81
CAPITULO 6	RADIOFAROS MARCADORES VHF DE 75 MHZ	84
6.1	INTRODUCCIÓN	84
6.2	GENERALIDADES	84
6.3	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	85
6.4	REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN TIERRA	87
CAPITULO 7	SISTEMAS DE VIGILANCIA RADAR	90
7.1	INTRODUCCIÓN	90
7.2	MÉTODOS PARA LA SUPERVISIÓN DE LA ACTUACIÓN DE LOS SISTEMAS RADAR.....	90
7.3	PARÁMETROS DE ACTUACIÓN DEL SISTEMA RADAR.....	91
7.4	CARACTERÍSTICAS DE ACTUACIÓN SOMETIDAS A ENSAYO	95
7.5	ENSAYO DE ACTUACIÓN.....	97
7.6	PRUEBA DETALLADA PARÁMETROS DE ACTUACIÓN TÉCNICA.....	124
7.7	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN EN VUELO RADARES	135
CAPITULO 8	VERIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN	150
8.1	INTRODUCCIÓN	150
8.2	REQUERIMIENTOS DE PREVUELO	150
8.3	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	151
8.4	PARÁMETROS DE INSPECCIÓN EN VUELO	153
CAPITULO 9	INDICADORES VISUALES DE SENDA DE PLANEEO.....	156
9.1	INTRODUCCIÓN	156
9.2	RESERVADO.....	156
9.3	SISTEMA INDICADOR DE PENDIENTE DE APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN (PAPI Y APAPI).....	156
CAPITULO 10	COMUNICACIONES	164
10.1	INTRODUCCIÓN	164
10.2	REQUISITOS PREVIOS AL VUELO	164
10.3	PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO	164
10.4	PREVENCIÓN	165
10.5	TOLERANCIAS.....	165
10.6	AJUSTES.....	166
ANEXO	167
APROBACIÓN DE LA UNIDAD TÉCNICO/ADMINISTRATIVA.....		170
PERSONAL QUE PARTICIPÓ EN LA COORDINACIÓN Y ELABORACIÓN		170

RESOLUCION



RES-DS-079-2018

EL DIRECTOR GENERAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL

CONSIDERANDO

Que la Dirección General de Aeronáutica Civil es el órgano encargado de normar, supervisar, vigilar y regular, con base en lo prescrito en la Ley de Aviación Civil, Decreto Número 93-2000 del Congreso de la República de Guatemala, reglamentos, regulaciones y disposiciones complementarias, los servicios aeroportuarios, los servicios de apoyo a la Navegación Aérea, los servicios de Transporte Aéreo, de Telecomunicaciones y en general todas las actividades de Aviación Civil en el territorio y espacio aéreo de Guatemala, velando en todo momento por la defensa de los intereses nacionales; asimismo, está facultada para elaborar, emitir, revisar, aprobar y modificar las regulaciones y disposiciones complementarias de aviación que sean necesarias, para el cumplimiento de la Ley y sus Reglamentos.

CONSIDERANDO

Que con la necesidad de velar por la correcta aplicación de las normas, procedimientos y reglamentaciones contenidas en los Programas de Seguridad Operacional de la Aviación Civil en materia de radioayudas. Por parte de esta Dirección General se reedita el "MANUAL DE REFERENCIA PARA VERIFICACIÓN EN VUELO DE LOS SISTEMAS CNS (MRVVS CNS)", el cual se elaboró en el mes de enero del 2018.

POR TANTO

La Dirección General de Aeronáutica Civil; con fundamento en los Considerandos, Ley de Aviación Civil, Decreto Número 93-2000 del Congreso de la República de Guatemala, Reglamento de la Ley de Aviación Civil, Acuerdo Gubernativo Numero 384-2001 del Presidente de la República.

RESUELVE:

- I) **APROBAR** la reedición del Manual de Referencia para Verificación en Vuelo de los Sistemas CNS (MRVVS CNS).
- II) La presente resolución tiene efectos inmediatos.
- III) Notifíquese.

Guatemala 24 de enero del 2018.


Capitán P.A. Carlos Fernando Velásquez Monge
Director General
Dirección General de Aeronáutica Civil



LISTA DE DISTRIBUCIÓN DEL MANUAL MRVVS CNS

DEPENDENCIA	PUESTO	FECHA
Dirección General DGAC	Director General / Interventor.	
Subdirección Técnica-Operativa DGAC	Subdirector Técnico-Operativo.	
Subdirección Administrativa DGAC	Subdirector Administrativo.	
Gerencia C.N.S.	Coordinador Nacional de C.N.S.	
Gerencia C.N.S.	Jefe de Sección de Radioayudas de la Gerencia C.N.S.	
Gerencia C.N.S.	Jefe de Sección de Control de Calidad de la Gerencia C.N.S.	
Gerencia Aeroportuaria AILA	Gerente de Aeropuerto Internacional "La Aurora".	
Gerencia Aeroportuaria AIMM	Gerente de Aeropuerto Internacional "Mundo Maya"	
Biblioteca Técnica DGAC	Encargado de Biblioteca Técnica.	

Este ejemplar del Manual de Referencia para Verificación en Vuelo de los Sistemas CNS es propiedad de la Dirección General de Aeronáutica Civil de la República de Guatemala, ha sido consignado para las personas que ocupan las posiciones arriba indicadas quienes cuentan con un ejemplar completo del programa.

Este programa debe mantenerse en lugar accesible para rápida consulta y debe promoverse su divulgación verbal y escrita entre el personal subordinado.

LISTA DE PÁGINAS EFECTIVAS

SECCIÓN Y/O PARTE	PAGINA No.	REVISIÓN ORIGINAL	FECHA
Carátula	1	REEDICIÓN	ENERO 2018
Índice	2	REEDICIÓN	ENERO 2018
Índice	3	REEDICIÓN	ENERO 2018
Índice	4	REEDICIÓN	ENERO 2018
Resolución	5	REEDICIÓN	ENERO 2018
Lista de páginas efectivas	6	REEDICIÓN	ENERO 2018
Lista de páginas efectivas	7	REEDICIÓN	ENERO 2018
Lista de páginas efectivas	8	REEDICIÓN	ENERO 2018
Lista de páginas efectivas	9	REEDICIÓN	ENERO 2018
Registro de revisiones	10	REEDICIÓN	ENERO 2018
Prefacio	11	REEDICIÓN	ENERO 2018
Introducción / Información general	12	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	13	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	14	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	15	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	16	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	17	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	18	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	19	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	20	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	21	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	22	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	23	REEDICIÓN	ENERO 2018
Definiciones	24	REEDICIÓN	ENERO 2018
Objetivos general y específico	25	REEDICIÓN	ENERO 2018
Acrónimos / Base legal	26	REEDICIÓN	ENERO 2018
Base legal / Normativa relacionada	27	REEDICIÓN	ENERO 2018
Normativa relacionada	28	REEDICIÓN	ENERO 2018
Normativa relacionada / Alcance	29	REEDICIÓN	ENERO 2018
Responsabilidad	30	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1/ Normativa./ Determinación de autoridad sobre el estatus de las Radioayudas/ Cumplimiento/ Ampliación	31	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1/ ENMIENDAS/ Responsabilidades de la Empresa que realice la Inspección y Evaluación de los Sistemas de Navegación Aérea/ Inspectores de Verificación y Mantenimiento de Radioayudas	32	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1/ Actividades Operativas de los Inspectores de Verificación de Radioayudas/ Tipos de Inspecciones	33	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1/ Prioridad de las Inspecciones en Vuelo/ Periodicidad de las Inspecciones en Vuelo y en Tierra.	34	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1/ Frecuencia de las Inspecciones en Vuelo Programadas/	35	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1	36	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1/ Clasificación Del Estado Operativo De Las Radioayudaes/ Notificación Del Estado De Funcionamiento De Las Radioayudaes/Certificado De Inspección En Vuelo	37	REEDICIÓN	ENERO 2018

Capítulo 1/ Disposiciones Generales de Inspección en Vuelo/	38	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1	39	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 1	40	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2/ radiofaro omnidireccional de vhf vor/ Procedimientos de Inspección en Vuelo/	41	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2/Tabla I-2-1 Lista de Parametros a Evaluar en las Inspecciones en Vuelo del VOR.	42	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2	43	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2 Modulaciones/ Tolerancias	44	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2 Periodicidad de Inspección en Vuelo para los CVOR y DVOR	45	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2 Categorías de las Inspecciones en Vuelo	46	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2 Resumen De Requerimientos De Inspección En Vuelo/ Resumen De Requerimientos De Inspección En Tierra/ Procedimientos Y Maniobras Para Inspección En Vuelo	47	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2	48	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2 Tabla I-2-3 Parámetros y Tolerancias Del Vor Para la Inspección en Tierra	49	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2	50	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2	51	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 2 Equipo medidor de distancia (dme)/ Introducción/ Procedimientos de Inspección en Vuelo/ Generalidades/ Procedimientos de Inspección en Vuelo	52	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 3	53	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 3	54	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 3 Tolerancias	55	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 3 Análisis / Resumen De Requerimientos De Inspección En Vuelo/ Resumen De Requerimientos De Inspección En Tierra / Procedimientos Y Maniobras Para Inspección En Vuelo	56	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 3	57	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 3	58	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 3	59	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 3	60	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	61	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	62	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	63	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	64	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	65	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	66	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	67	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	68	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	69	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	70	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	71	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	72	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	73	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	74	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	75	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	76	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 4	77	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 5	78	REEDICIÓN	ENERO 2018

Capítulo 5	79	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 5	80	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 5	81	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 5	82	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 5	83	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 6	84	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 6	85	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 6	86	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 6	87	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 6	88	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 6	89	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	90	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	91	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	92	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	93	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	94	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	95	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	96	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	97	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	98	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	99	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	100	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	101	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	102	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	103	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	104	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	105	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	106	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	107	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	108	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	109	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	110	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	111	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	112	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	113	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	114	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	115	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	116	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	117	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	118	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	119	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	120	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	121	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	122	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	123	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	124	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	125	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	126	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	127	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	128	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	129	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	130	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	131	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	132	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	133	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	134	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	135	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	136	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	137	REEDICIÓN	ENERO 2018

Capítulo 7	138	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	139	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	140	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	141	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	142	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	143	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	144	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	145	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	146	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	147	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	148	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	149	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	150	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	151	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	152	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 7	153	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 8	154	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 8	155	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 8	156	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 8	157	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 8	158	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 8	159	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 9	160	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 9	161	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 9	162	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 9	163	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 9	164	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 9	165	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 9	166	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 9	167	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 10	168	REEDICIÓN	ENERO 2018
Capítulo 10	169	REEDICIÓN	ENERO 2018
Aprobación de la Unidad Técnico/Administrativa	170	REEDICIÓN	ENERO 2018
Anexos	171	REEDICIÓN	ENERO 2018

PREFACIO

La función principal de este manual es servir de guía a los miembros de los equipos de verificación en materia de inspección a los sistemas de apoyo a la navegación aérea (CNS).

Esta Edición, incluye un capítulo que establece una serie de considerandos de carácter operativo y regulatorio asociados a las verificaciones aéreas, consta además de nueve capítulos en los que se dedica especial atención a las pruebas aéreas que se desarrollan para cada sistema, en donde además se presenta una referencia a los parámetros más importantes con respecto a su evaluación en tierra.

Los objetivos que persigue este manual son primordialmente los siguientes:

1. Plasmar las disposiciones de carácter regulatorio que regirán la gestión relacionada a las inspecciones de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea.
2. Reunir en un solo documento la normativa aplicable, constituyéndose a su vez en una importante fuente de referencia para las Autoridades Aeronáuticas.

En ese orden, cabe afirmar que la evaluación en cuanto a la actuación de los sistemas y equipos que brindan apoyo a la navegación aérea, constituyen parte vital para la seguridad de la aviación en la República de Guatemala, ya que no solo permite determinar su nivel de confiabilidad sino también identifica las acciones a seguir en los casos que los resultados de su verificación no fuesen satisfactorios.

INTRODUCCIÓN

La operación regular y segura del tránsito aéreo en la República de Guatemala se basa en las instalaciones de Radionavegación. Para garantizar esto, es necesario someter dichas instalaciones regularmente a Verificaciones terrestres y aéreas.

Se desea mantener actualizado este manual. Las futuras ediciones mejorarán probablemente a base de las experiencias adquiridas y de los comentarios y sugerencias que envíen los usuarios de este manual. Por consiguiente, se invita a los lectores del manual a que proporcionen a la Dirección General de Aeronáutica Civil sus opiniones, comentarios y/o sugerencias respecto al manual.

INFORMACION GENERAL

DEFINICIONES

1. Cuando los términos indicados a continuación figuren en el contenido de la presente manual, tendrán el significado siguiente:

Abajo de los mínimos: Condiciones meteorológicas por debajo de los mínimos prescritos por las regulaciones aplicables para una acción particular a desarrollarse. Ej. Mínimos de aterrizaje, mínimos de despegue.

Aerovía: Un corredor a través del espacio aéreo navegable, designado por la autoridad competente, dentro del cual se proporciona servicio de tránsito aéreo.

ADF: Siglas en inglés para Buscador de Dirección Automático. Un sistema de radionavegación de una aeronave, el cual mide la señal e indica la dirección de un radiofaro no Direccional (NDB).
Aeronave de verificación: Aeronave empleada para evaluaciones de los sistemas de ayudas a la navegación aérea.

AFIS: Siglas en inglés para Sistema Automático de Inspección de Vuelo. Equipo a bordo de la Aeronave de Verificación, mediante el cual se analizan las señales emitidas por la Radio ayuda bajo Inspección en Vuelo.

AGC: Siglas en inglés para Control Automático de Ganancia. Un proceso de regulación electrónica de ganancia en las etapas de amplificación de un receptor, de manera que la señal enviada, tienda a mantenerse constante en el receptor aunque la señal recibida varíe en intensidad.

AGC corriente o voltaje: Una corriente o voltaje respondiendo a la acción del circuito de AGC que puede ser interpretada en términos de intensidad de señal.

AGL: Siglas en inglés para el término "Sobre el nivel del terreno". Es la distancia de una aeronave en vuelo, al terreno sobre el cual está volando.

Ajuste de Altimetro: La lectura de la presión barométrica usada para ajustar un altímetro de presión por las variaciones (de presión) atmosférica existentes.

Alineación: Coincidencia de un elemento de posición o de dirección con su referencia nominal.

Alineación de rumbo: Azimut magnético calculado de un rumbo, después de promediar desigualdades, ondeos y codos.

Altitud: Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y el nivel promedio del mar.

Altitud Mínima de Franqueamiento de Obstáculos (MOCA): Altitud especificada, vigente entre puntos de posición determinados por radio en las aerovías VOR, que satisface los requisitos de margen vertical sobre los obstáculos que rigen para todo el segmento de ruta y que asegura una cobertura aceptable por señales de navegación dentro de un área de 25 millas.

Analógico: Una señal que no ha sido convertida a valores digitales. En los sistemas de radar, se encuentran las señales analógicas a un nivel de antena y de receptor.

Angulo de trayectoria de planeo ILS: El ángulo que forma con la horizontal, la recta que representa la trayectoria de planeo media.

Apantallamiento: Cuando la topografía o determinados objetos impidan la detección de blancos en algunas partes del espacio aéreo, se expresa ese hecho como apantallamiento de las partes del espacio aéreo de que se trate.

Aproximación de precisión: Es una aproximación por instrumentos que proporciona alineación con el centro de la pista y con la pendiente de planeo, como información de descenso hacia la pista.

Aproximación de no-precisión: Es una aproximación por instrumentos que proporciona únicamente guía hacia la pista de aterrizaje, aunque no necesariamente alineamiento con el centro de la pista.

Área de control: Espacio aéreo controlado, extendiéndose hacia arriba desde un límite específico sobre el terreno.

ATC: Siglas en inglés para Control de Tráfico Aéreo. Un servicio operado por la autoridad apropiada para promover el flujo de tráfico aéreo de una manera segura, ordenada y expedita.

ATIS: Siglas en inglés para Servicio de Información Terminal Automática. Servicio mediante el cual se efectúa la radiodifusión continua de grabaciones de información en áreas terminales específicas. Su propósito es mejorar la efectividad y aliviar la congestión de las frecuencias al transmitir información esencial pero rutinaria.

Azimut: Dirección de un punto de referencia, expresada como ángulo en el plano horizontal entre un punto de referencia y otro punto, medida por lo general en el sentido de las agujas del reloj a partir de la línea de referencia.

Circulación para aterrizaje: Una maniobra iniciada por el piloto para alinear el avión con una pista para el aterrizaje durante una aproximación por instrumentos, cuando una entrada directa a la pista no es posible o deseable. Esta maniobra se efectúa solamente después que ha sido obtenida autorización ATC y el piloto ha establecido la referencia visual con el terreno del aeropuerto.

Cobertura VOR: Volumen designado de espacio aéreo, dentro del cual una instalación VOR ha de radiar en el espacio una señal de características específicas.

Cobertura ILS: Volumen designado de espacio aéreo dentro del cual una instalación de Localizador, de Trayectoria de Planeo o de Radiobaliza debe radiar en el espacio una señal de características específicas.

Código: Combinación secuencial de datos, incluidos en las señales transmitidas por un transpondedor SSR en respuesta a un interrogador SSR.

Codo del rumbo: Desviación del rumbo con respecto a una línea recta.

Confiabilidad de una instalación ILS: La probabilidad de que una instalación terrestre ILS emita señales dentro de las tolerancias especificadas.

Cono de silencio: Área sin cobertura por encima del radar, debida a limitaciones de eficacia de la antena a grandes ángulos de elevación.

Control de calidad en tiempo real (RTQC): Prestación del equipo de ensayo incorporado o de soporte lógico, por el cual se supervisan en tiempo real (en línea) los parámetros de actuación del sistema.

Control de tiempo de ganancia (GTC): Circuito que controla la ganancia de un receptor radar permitiendo que suba desde un valor inicial preestablecido hasta un valor máximo, en un régimen predeterminado, para compensar la disminución de la intensidad de la señal recibida a medida que aumenta la distancia. Se denomina también control de tiempo de sensibilidad (STC).

Control del tiempo de sensibilidad (STC): Véase “Control de tiempo de ganancia”.

Convertidor de analógico al digital: Dispositivo para convertir señales analógicas a valores digitales. Funciona habitualmente mediante el muestreo de señales analógicas a intervalos de tiempo regulares y mediante la conversión del valor medio de la muestra analógica en un número digitalmente codificado.

Criterios de correlación: Una serie de intervalos de repetición de impulsos durante los cuales puede lograrse la correlación de respuestas en un extractor de ventana deslizante o movediza, antes de que pueda declararse la presencia (o la presencia provisional, a reserva de nuevos ensayos) de una traza.

Curso: La dirección de vuelo en un plano horizontal medida en grados desde el Norte.

Desigualdades del Rumbo: Desviaciones rápidas e irregulares del rumbo, causadas generalmente por terreno irregular, obstáculos, árboles, líneas de alta tensión, etc.

DDM: Ver Diferencia de Profundidad de Modulación.

Detector de blanco móvil (MTD): Técnica para lograr el rechazo de ecos parásitos fijos y móviles mediante indicadores MTI digitales y filtros Doppler por impulsos.

DME: Siglas en inglés para Equipo Medidor de Distancia. Equipo que consta de un aparato en el avión que envía una señal (interrogación) al equipo de tierra, y éste retransmite la señal (respondedor) al equipo del avión. El tiempo que tarda la señal en ir y regresar al avión es computado y traducido a distancia en NM (Millas Náuticas).

Diagrama de control: Diagrama polar de la antena de control. Las antenas SSR modernas integradas tienen una forma de haz de “cardioide modificado”.

Diagrama de diferencia: Característica de recepción (1090 MHz) de una antena SSR monoimpulso, obtenida a base de conectar en antifase las señales (respuestas) recibidas por dos antenas parciales. El diagrama de diferencia tiene un mínimo en la dirección principal de radiación de la antena así como de amplitud y de fase que varía en función del ángulo de llegada de la señal recibida. Conjuntamente con la salida total de la antena, permite encontrar el ángulo de visada.

Diagrama de suma: Diagrama de radiación normal respecto al haz Direccional principal de una antena. Contrasta con el “diagrama-diferencia” cuando los elementos radiales de la antena se

conmutan en antifase para producir señales proporcionales a la cantidad por la que la fuente está apartada de la línea de visada del diagrama de suma.

Diferencia de Profundidad de Modulación: Porcentaje de profundidad de modulación de la señal mayor, menos el porcentaje de profundidad de modulación de la señal menor, dividido por 100.

Distorsión: Deformación o alteración de una señal por diferentes causas.

DPSK: Modulación por Desplazamiento de Fase Diferencial Binaria (DPSK) que utiliza los elementos relacionados a inversiones de fase para establecer UNO binario y la ausencia de inversión de fase para establecer CERO binario.

ECO (Blip): Presentación en una pantalla radar analógica, de la señal recibida desde un blanco.

Ecos parásitos: Término PSR genérico para identificar reflexiones no deseadas, interferentes de diversas fuentes de radio energía. Entre los tipos de ecos parásitos se incluyen los ecos parásitos de tierra, los ecos parásitos de mar, los ecos parásitos de precipitación y los “ángeles”.

Ecos parásitos del mar: Reflexiones del radar primario no deseadas procedentes del mar. Varía en función del estado del mar.

Efecto de captura: Fenómeno en virtual del cual, cuando dos diagramas de radiación compuestos, en diferentes portadoras, están espaciados dentro de un canal de radiofrecuencia único, el receptor discrimina entre señales respondiendo (capturando) sólo a la señal más intensa.

Efecto de polarización: Desviaciones del rumbo, resultantes de la presencia de componentes no deseadas de la radiación verticalmente polarizadas y de la actitud de balanceo de la aeronave, respecto a la horizontal.

EIRP: Siglas en inglés para Potencia Efectiva Isotrópica Radiada.

Eje de rumbo: En todo plano horizontal, el lugar geométrico de los puntos más próximos al eje de la pista en que la DDM es cero.

Eje de rumbo indicado: Lugar geométrico de los puntos de cualquier plano horizontal donde la desviación del indicador del receptor es cero.

Elevación de antena (inclinación): Angulo comprendido entre la dirección de ganancia máxima de la antena y la tangente a la superficie de la tierra. Se distingue algunas veces entre inclinación electrónica (señal de radio) e inclinación mecánica, especialmente en las antenas LVA del SSR. En este último caso, la inclinación mecánica puede ser cero mientras que la antena está radiando a una inclinación electrónica distinta (ordinariamente de +3 grados).

Elevación de la zona de aterrizaje (TDEZ): La elevación más alta en los primeros 3000 pies de la superficie de aterrizaje, medidos desde el umbral de la pista.

Eliminación de distorsión: Proceso de separar (y probablemente de validar) respuestas SSR superpuestas.

Equipo de ensayo - incorporado (BITE): Medios internos de auto verificación del equipo electrónico, que permiten supervisar el funcionamiento correcto de forma continua. Muchas Verificaciones pueden ser ensayos de equipo GONOGO, siendo una falta la causa de activar una alarma visual (o quizás audible). El BITE forma habitualmente parte del sistema de telecontrol y supervisión de un radar. Los BITE modernos pueden aislar las fallas hasta localizarlas en una

unidad sustituible (p.ej. una tarjeta de circuito impreso) en la mayoría de condiciones de falla (p.ej. el 80%).

Error de alineación: Desplazamiento angular o lineal de un elemento de posición, dirección o similar, respecto a su contraparte nominal.

Error de alineación del eje de rumbo: El desplazamiento angular o lineal del eje medio del rumbo con relación al eje de rumbo nominal.

Error de desplazamiento: Desplazamiento angular o lineal de cualquier punto de DDM cero respecto al eje de rumbo nominal o a la trayectoria de planeo ILS nominal, respectivamente.

Error de rumbo: Diferencia entre el rumbo determinado por el equipo de navegación y el rumbo real hacia la instalación. Este error se calcula como de más o menos, usando como referencia el mencionado rumbo real.

Errores residuales: Errores de posición que existen entre las posiciones corregidas de un objeto (posición medida menos error sistemático) y la correspondiente trayectoria.

Escalonamiento: Variación deliberada y controlada de los intervalos de repetición de impulsos de un PSR para superar velocidades ciegas y romper la correlación de respuestas secundarias. Variación deliberada y controlada de la frecuencia de repetición de impulsos del SSR para impedir trazas de aeronaves debidas a respuestas secundarias.

Estructura del Rumbo: Características de un rumbo, incluyendo los codos, ondeos y desigualdades más el ancho del sector de rumbo.

Extractor de trazas: Equipo de procesamiento de señales que convierte el PSR o SSR vídeo en un mensaje de datos de salida conveniente para ser transmitido por medios apropiados para datos o posiblemente hacia un equipo de procesamiento ulterior de datos.

Extractor de trazas de monopolso: El extractor de trazas aplica las técnicas de radiogoniometría por monopolso.

Gerencia CNS: Para efectos del presente Manual, entiéndase como Gerencia De Comunicaciones, Navegación y Vigilancia De Radar.

Radioayuda: Término equivalente a Radioayuda pero que a su vez puede ser sinónimo de los sistemas comprendidos en la sección 1.4 de este manual.

Factor de mejora: Relación de blanco a ecos parásitos en los datos de salida de un procesador MTI dividida por la relación de blanco a ecos parásitos en los datos de entrada del procesador, con un promedio uniforme respecto a todas las velocidades radiales del blanco de interés.

Frecuencia de repetición de interrogador (IRF): Un promedio de interrogaciones por segundo transmitidas por el radar.

Ganancia (de antena): Forma de medir la densidad relativa de potencia transmitida por la antena, que haya sido radiada en determinada dirección, en comparación a la densidad de potencia que hubiera sido radiada desde una antena isotrópica con la misma potencia de entrada (ordinariamente expresada en dB) y a la misma distancia del elemento radiante.

IAF: Siglas en inglés para Punto Inicial de Aproximación.

Identificador de interrogador (II): Uno de los códigos (1 a 15) empleados para verificar una estación en tierra en Modo S que aplique protocolos multi-sitio.

IFR: Siglas en inglés para Vuelo bajo reglas por instrumentos.

IM: Siglas en inglés para Marcador Interior

ILS (Siglas en inglés): Sistema de Aterrizaje por Instrumentos, clasificado como aproximación de precisión.

IMC: Término ICAO para Condiciones de Vuelo Instrumentos.

Indicador panorámico (PPI): Presentación de dispositivo monitor en el que la información radar y otra información afín están en posición panorámica (como si se hubieran proyectado en un plano horizontal).

Inspección Aérea: Ver Inspección en vuelo.

Inspección en vuelo: Investigación o evaluación en vuelo del desempeño de un Sistema de Ayuda a la Navegación Aérea, con base a la normativa establecida en este manual. Sinónimo de Verificación Aérea, Verificación en Vuelo o Inspección Aérea.

Inspector de Verificaciones y Mantenimiento de Radioayudas: Funcionario del Departamento de Inspección y Evaluación de COCESNA, encargado de auditar técnica y operativamente las Radioayudas de apoyo a la navegación aérea en Centroamérica, ya sea mediante la Aeronave de Verificación y equipo asociado a bordo, como en tierra, incluyendo inspecciones in situ. Sinónimo de inspector de Verificaciones.

Inspector en vuelo: Término equivalente a Inspector de Verificaciones, pero que a su vez incluye al piloto y/o copiloto de la Aeronave de Verificación, particularmente en Inspección en Vuelo de Sistemas Visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación o de Procedimientos Terminales.

Intercalar: Condición por la que dos o más trenes de impulsos quedan superpuestos en el tiempo, de forma que pueda distinguirse la separación en el tiempo de los impulsos y puedan establecerse los códigos correctos.

Interrogación: Señal emitida por un equipo (interrogador) hacia otro cuya respuesta es procesada para fines específicos.

Interrogación-excesiva: Interferencia en el funcionamiento de un sistema de radar secundario debido al hecho de que el número de interrogaciones excede de la capacidad del transpondedor (para un valor preestablecido). La acción del transpondedor es una reducción automática de la sensibilidad de recepción del transpondedor.

Interrogador-transpondedor: Un elemento transmisor receptor combinado de un sistema SSR de base terrestre.

ILS CAT I: Un ILS que proporciona información de guía desde el límite de cobertura del ILS hasta el punto en que el eje de rumbo del Localizador, corta la trayectoria de planeo ILS a una altura de 60 metros (220 pies), o menos, por encima del plano horizontal que contiene el umbral.

ILS CAT II: Un ILS que proporciona información de guía desde el límite de cobertura del ILS hasta el punto en que el eje de rumbo del Localizador, corta la trayectoria de planeo ILS a una altura de 15 metros (50 pies), o menos, por encima del plano horizontal que contiene el umbral.

ILS CAT III: Un ILS que con la ayuda de equipo auxiliar, cuando sea necesario, proporcione información de guía desde el límite de cobertura de la instalación hasta la superficie de la pista, y a lo largo de la misma.

FAA: Siglas en Inglés para la Agencia Federal de Aviación de los Estado Unidos de América.

FAF: Siglas en inglés para Punto Final de Aproximación.

Fase de referencia: Señal de 30 Hz cuya fase es independiente del azimut, por lo cual se utiliza como referencia adecuada para comparar ángulos de fase. Las características de esta señal difieren según se trate de un VOR convencional o de un VOR Doppler.

Fase Variable: Señal de 30 Hz cuya fase varía directamente con el azimut y puede compararse con la señal de Fase de referencia para obtener información de azimut. Las características de esta señal difieren según se trate de un VOR convencional o de un VOR Doppler.

GPS: Siglas en Inglés para el Sistema de Posicionamiento Global.

GPWS: Siglas en inglés para Sistema de Alarma de Proximidad a Tierra.

Lóbulos laterales (antena): Lóbulos de la configuración de radiación de una antena, que no son parte del haz principal. Los sistemas radar pueden tener una sensibilidad suficiente en los lóbulos laterales para la detección con éxito de la aeronave (particularmente para el SSR, pero también para el PSR).

LOM: Siglas en inglés para Marcador Localizador Exterior. Es un radiofaro no-Direccional usado en combinación con un sistema de aproximación por instrumentos, en una aproximación de precisión.

MAA: Máxima Altitud Autorizada. Altitud publicada representando la máxima altitud o nivel de vuelo utilizable para una estructura de espacio aéreo o segmento de ruta.

Marcación: Dirección horizontal de un objeto o punto con respecto a una línea de referencia, medida usualmente en el sentido de las agujas del reloj y a través de los 360°. La línea de referencia que se usa normalmente es el norte magnético.

MEA: Siglas en inglés para Mínima Altitud de Ruta.

MHA: Siglas en inglés para Mínima Altitud de Espera.

Mínima Altitud de Recepción: La mínima altitud a la cual una intersección puede ser determinada con respecto a una Radioayuda.

Modo S: Modo mejorado del SSR.

Modulación de posición de impulsos(PPM): Técnica de modulación aplicada a las respuestas en Modo S cuando un impulso transmitido en la primera mitad del intervalo de posición de bits representa UNO binario, mientras que un impulso transmitido en la segunda mitad representa CERO binario.

MM: Siglas en inglés para Marcador Intermedio Monopulso: Técnica por la cual se comparan las amplitudes o las fases de las señales recibidas en lóbulos superpuestos de antena para estimar la llegada de la señal. La técnica determina el ángulo de llegada de un solo impulso, o respuesta, dentro de la anchura de haz de la antena. Se determina al ángulo de llegada mediante un procesador que aplica las respuestas recibidas mediante diagramas de antena de suma y de diferencia.

MSL: Siglas en inglés para “Altitud expresada en pies, medida desde el nivel medio del mar”.

NDB: Siglas en inglés para Radiofaro No Direccional.

NM ó nm: Siglas en inglés para Millas Náuticas.

NOTAM: Siglas en inglés para “Notas de información aeronáutica para los Aviadores”.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

Objeto: combinación de blancos radar y de la información correspondiente que están correlacionados en el tiempo y en el espacio.

OBS: Siglas en inglés para Selector de Rumbos.

OM: Siglas en inglés para Marcador Exterior.

Ondeos del rumbo: Desviaciones rítmicas del rumbo.

Órbita: Vuelo en circuito circular a una altura y distancia constante respecto a la antena del equipo terrestre que se esté inspeccionando.

Parrot: Un transpondedor fijo denominado por sus iniciales en inglés (position adjustable range reference orientation: parrot) y utilizado como monitor de campo.

PER: Potencia Efectiva Radiada. Es la potencia transmitida, mejorada mediante la ganancia de antena menos las pérdidas en cables, juntas, etc.

Polarización: Dirección del vector de campo eléctrico de la energía radiada respecto a un plano tangencial a la tierra (horizontal, vertical, elíptico, etc.).

Preámbulo de respuesta: Secuencia de cuatro impulsos, cada uno de una duración de 0.5 microsegundos, indicando el principio de una respuesta en Modo S.

Presentación (analógica): Presentación mediante la cual el vídeo en bruto (PSR o SSR) se presenta normalmente en la pantalla radar en forma de Blip. La actualización de la presentación está sincronizada con la velocidad de giro de la antena radar. El procesamiento precedente es normalmente analógico, es decir, sin mensajes digitales.

Presentación de dispositivo monitor: Dispositivo para la presentación de datos radar, que ordinariamente funciona en el modo de indicación de posición panorámica (PPI). Este dispositivo generalmente se encuentra como parte del equipo de mantenimiento de una estación PSR o SSR.

Presentación (sintética): Presentación por la cual la información (radar, mapas, etiquetas, etc.) se basa en mensajes digitales. Los datos radar en pantalla no son normalmente en “tiempo real” debido a los retardos de procesamiento digital.

Probabilidad de detección (PD): Probabilidad de que se obtenga un mensaje correcto de traza radar cuando está presente un blanco.

Procesador asincrónico de vigilancia (ASP): Un tipo de procesador de traza vídeo.

Procesamiento de vigilancia: Término general que abarca cualquier procesamiento aplicado a los informes de blanco después de las funciones de extracción y antes de las funciones de transmisión

de datos. En tales procesos se incluye el filtrado, la reducción de ecos parásitos, el control de la velocidad de transmisión de datos y el control de parásitos dinámico.

Punto “A” del ILS: Punto de la trayectoria de planeo ILS situado a 4 millas náuticas del umbral, medidas sobre la prolongación del eje de la pista en la dirección de la aproximación (Ver figura 1).

Punto “B” del ILS: Punto de la trayectoria de planeo ILS situado a 1050 metros (3500 pies) del umbral, medidos sobre la prolongación del eje de la pista en la dirección de la aproximación (Ver figura 1).

Punto “C” del ILS: Punto por el que la parte recta descendente de la prolongación de la trayectoria de planeo nominal ILS pasa a la altura de 30 metros (100 pies) sobre el plano horizontal que contiene el umbral (Ver figura 1)

Punto “D” del ILS: Punto situado a 4 metros (12 pies) sobre el eje de la pista y que dista 900 metros (3000 pies) del umbral en la dirección del umbral (Ver figura 1)

Punto “E” del ILS: Punto situado a 4 metros (12 pies) sobre el eje de la pista y que dista 600 metros (2000 pies) del extremo de parada de la pista en dirección del umbral (Ver figura 1).

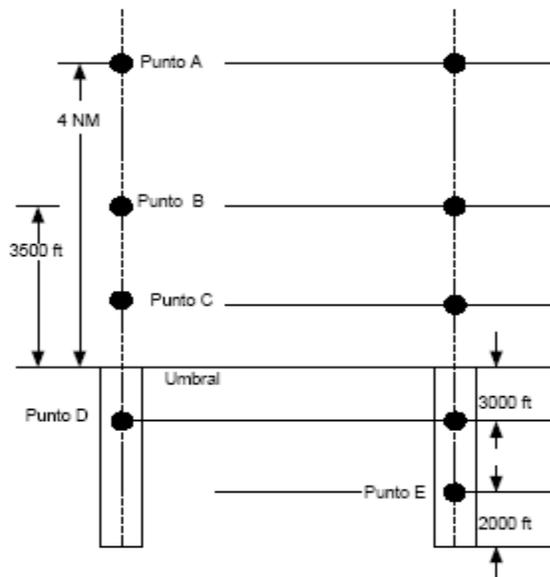


Figura 1. Puntos del ILS

Radar de aproximación a terminal (TAR): Radar de vigilancia para el área de aproximación. Ordinariamente, el alcance de tales radares está comprendido entre 240 km (150 NM) y 370 km (200 NM) y el régimen de renovación de la información en una antena mecánicamente rotativa es de 8 a 12 segundos.

Radar primario de vigilancia (PR o PSR): Radar que detecta la presencia de un blanco basado en la energía radar reflejada por tal blanco.

Radial de Referencia: Radial esencialmente libre de efectos del terreno y emplazamiento; designado como referencia para medir ciertos parámetros del desempeño de la instalación.

Rastro: Sucesión de posiciones notificadas por el radar respecto a una aeronave, que a veces están correlacionadas y suavizadas mediante un algoritmo especial de rastreo.

Radial: Rumbo magnético que emana de una instalación de navegación VOR.

Radio-Radioayuda: Sinónimo de Radioayuda.

Radioayuda: Equipo de transmisión de señales electromagnéticas, con características especiales, las cuales al ser detectadas por receptores adecuados a bordo de una aeronave, son utilizadas como ayuda a la navegación aérea.

Reconstitución de trayectoria múltiple-radar (MURATREC): Técnica para la determinación precisa a-posteriori de una trayectoria de objeto, mediante observaciones simultáneamente medidas desde una serie de radares.

Refuerzo radar: En extractores de trazas PSR/SSR combinadas, se aplica el término a la asociación con éxito de una traza primaria con una traza SSR. También se denomina combinación de trazas. El resto de la información de trazas del radar primario puede fusionarse o puede descartarse.

Reflector activo: Dispositivo empleado en los sistemas del radar primario para verificar la alineación geográfica y la actuación del sistema. Se genera una señal a partir de una instalación estacionaria con un desplazamiento Doppler artificial para asegurar de que estará presente un blanco estacionario en una pantalla ATC después de la detección de blanco móvil (MTD) o del procesamiento de indicador de blanco móvil (MTI).

RF: Radio Frecuencia.

Relación de blip-a-exploración: Valor aproximado de la probabilidad de detección (PD), es decir, a una determinada hora de observación, el número de blips que actualmente se detectan respecto a determinada aeronave diluido por el número de exploraciones radar.

Resolución: Capacidad de un sistema para distinguir entre dos o más blancos muy cercanos entre sí tanto en distancia como en marcación (azimut).

Resolución de trazas: Separación de distancia y en azimut entre dos trazas, respecto a las cuales la calidad de la información de una traza no está influenciada por la presencia de la otra traza.
Respondedor: Parte del receptor en tierra del SSR. El equipo completo se conoce generalmente como interrogador/respondedor.

Respuesta: Tren de impulsos recibido en una estación de tierra SSR como resultado de una interrogación SSR con éxito.

Respuesta no sincronizada: Término aplicado a respuestas SSR no deseadas, recibidas por un interrogador al ser activadas por otros interrogadores SSR. "Fruit" es el acrónimo de "respuestas falsas no sincronizadas en el tiempo" o respuestas falsas no sincronizadas con la transmisión del interrogador.

RNAV: Un método de navegación que permite la operación de aeronaves en una senda de vuelo deseada dentro de los límites de cobertura de una estación referida como ayuda de navegación, o dentro de los límites de la capacidad de ayudas contenidas en ellas mismas o una combinación de éstas.

Rotación: Situación en la que el ángulo de azimut transmitido aumenta en el sentido de las agujas del reloj.

Rumbo Magnético: Ver radial.

Sensibilidad de Rumbo: Diferencia en el azimut indicado, obtenida girando el mando del selector de rumbos para producir, en el medidor, desviaciones de 150 μ A a la derecha y 105 μ A a la izquierda.

Selector de rumbos (OBS): Instrumento que puede ajustarse manualmente a cualquier rumbo deseado de un VOR y que gobierna un indicador de desviación de rumbo.

Sistema del radar secundario de vigilancia (SSR): Un sistema radar que transmite interrogaciones codificadas a transpondedores de aeronaves en diversos modos y que recibe respuestas codificadas.

Sistema de televigilancia y control (RMCS): Sistema que permite reconfigurar el sistema radar de forma manual o automática. El RMCS proporciona también una indicación general de la situación del sistema (equipo funcional, equipo de reserva, falla, etc.) El equipo RMCS puede tener un terminal ya sea a nivel de estación o a nivel de centro ATC y frecuentemente en ambos niveles.

Supresión de lóbulos laterales (SLS): Mecanismo de un transpondedor SSR que se activa mediante la transmisión (radiación) de un impulso de control (P2 o P5) de una amplitud superior a las señales en el espacio del lóbulo lateral de la antena, que hace que el transpondedor no pueda por sí mismo responder a las señales de interrogación en los lóbulos laterales.

Supresión de lóbulos laterales del interrogador (ISLS): Método para impedir las respuestas del transpondedor a interrogaciones transmitidas por los lóbulos laterales de la antena de tierra.

Supresión de lóbulos laterales del receptor (RSLs): Método por el que se utilizan dos (o más) receptores para suprimir respuestas de aeronave que hayan sido recibidas en los lóbulos laterales del haz principal de la antena.

TCH: La altura teórica arriba del umbral de pista a la cual estaría la antena de la pendiente de planeo si la aeronave mantiene la trayectoria establecida por la pendiente de un ILS. TCH se define como altura de cruce sobre la zona de aterrizaje

Techo (según ICAO): El alto sobre el terreno o agua, de la base de la capa más baja de nubes por debajo de los 6000 metros (20,000 pies) cubriendo más de la mitad del cielo.

Tiempo muerto: Un período durante el cual se impide que un transpondedor SSR reciba señales después de que se haya recibido una interrogación válida y se haya transmitido una respuesta. Este término se utiliza también para describir el tiempo después de la gama normal de retornos y antes de la siguiente transmisión, desde un interrogador o desde un sistema radar primario.

Transpondedor del radar secundario de vigilancia (SSR): Unidad que transmite una señal de respuesta al recibir una interrogación SSR. El término se deriva de las palabras: transmisor y respondedor.

Trayectoria de planeo indicada ILS: Lugar geométrico de los puntos del plano vertical que contiene el eje de la pista, en que la desviación del receptor es cero.

Traza combinada: Una traza radar respecto a la cual se han detectado trazas PSR y SSR comprobándose que estén suficientemente adyacentes como para ser combinadas en un mensaje de traza.

Trazas escindidas: Generación de dos trazas por parte de un sistema de extracción radar respecto al mismo blanco, durante el paso por el haz principal de la antena.

Traza(s) espuria(s): Una traza radar no deseado, que no corresponde directamente a la posición de la aeronave (se aplica generalmente al SSR).

Traza falsa: Un informe de traza radar (traza PSR, SSR, o combinada) que no corresponde a la posición real de una aeronave (blanco) dentro de determinados límites.

Tren de códigos: Secuencia de impulsos (trama) y de información para una respuesta en Modo A o en Modo C del SSR.

Tren de impulsos: Secuencia de impulsos de trama y de información en la respuesta SSR codificada.

Umbral: Comienzo de aquella parte de la pista que puede usarse para el aterrizaje.

Unidad de presentación vídeo: También denominada pantalla monitora, utilizada generalmente para la presentación de datos alfanuméricos, pero también puede tener algunas funciones gráficas (en sistemas más modernos).

Unidad reemplazable en línea (LRU): Unidad o parte de un sistema, que puede intercambiarse como un repuesto del mismo tipo y que puede consistir en un solo tablero de circuito impreso, fuente de energía o módulo del equipo. El intercambio de unidad tendrá lugar a nivel de equipo (sistema).

Validación (código): Proceso de correlación de la información codificada que se utiliza en los sistemas SSR en Modos A/C. En general bastan dos códigos idénticos en dos respuestas sucesivas para validar el código. En el Modo S, la validación del código es inherente a la acción de codificar la respuesta (y cuando corresponde, de corregir errores).

Vector: Un rumbo proporcionado a una aeronave para guía de navegación por medio de radar.

Velocidad Doppler: Velocidad en sentido radial de un blanco (aeronave) o de una fuente de ecos parásitos (alarmas falsas) medida a partir de su desplazamiento de frecuencia Doppler, en una reflexión radar recibida.

Verificación aérea: Ver inspección en vuelo.

Verificación en vuelo: Ver inspección en vuelo.

VGSI: Siglas en inglés para Indicador Visual de la Senda de Planeo.

VHF: Siglas en inglés para Muy Alta Frecuencia

Vídeo cuantificado (QV):

1. Primario: señal video generada mediante el muestreo regular de una señal de video analógica y mediante la asignación de un valor binario de uno o cero dependiendo de que tenga una amplitud superior a la de un ruido o un umbral constante de tiempo rápido.
2. Secundario: Impulso generado dentro de un extractor de trazas al detectarse impulsos F1 o F2, sincronizados con el temporizador de extractor de trazas.
3. Monopulso: Video analógico convertido a palabras digitalizadas sincronizadas con el temporizador de reloj principal del extractor de trazas monopulso.

Vídeo en bruto: Información vídeo analógica PSR o SSR sin procesar.

VMC: Término ICAO, para condiciones meteorológicas visuales.

VOR: Una ayuda electrónica de navegación, omnidireccional, transmitiendo señales de navegación en muy alta frecuencia, 360 grados en azimut, orientada al norte magnético.

Zona de aterrizaje: Los primeros 3000 pies de pista comenzando en el umbral. Esta área es usada para determinar la elevación de la zona de aterrizaje.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

1. El Manual de Referencia para la Verificación en Vuelo de los Sistemas CNS tiene como objetivo principal velar por la correcta aplicación de las normas, medidas, procedimientos, legislaciones y reglamentaciones contenidas en los Programas de Seguridad Operacional de la Aviación Civil del Estado de Guatemala, en materia de Radioayudas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Servir de guía para evaluar, corregir, ajustar y recomendar cambios a los procedimientos de seguridad operacional en materia de Radioayudas.
2. Verificar y revisar el cumplimiento de los procedimientos de seguridad operacional que sean utilizados en las telecomunicaciones aeronáuticas y ayudas de seguridad a la navegación aérea.
3. Servir de guía en la correcta aplicación de las medidas de seguridad operacional en materia de Radioayudas para la navegación aérea en el territorio de Guatemalteco.
4. Asegurar y supervisar el nivel de cumplimiento de las disposiciones de los programas de mantenimiento de los sistemas de telecomunicaciones aeronáuticas y de las ayudas visuales.
5. Servir de guía en el nivel de cumplimiento de las disposiciones de los programas de mantenimiento de las Radioayudas.
6. Determinar la idoneidad y eficacia de los programas preventivos y correctivos mediante verificaciones, supervisiones, inspecciones, evaluaciones de las Radioayudas para la navegación aérea.
7. Establecer normas para que se investiguen y corrijan las fallas detectadas en los sistemas.
8. Servir de guía para examinar y evaluar periódicamente las medidas y controles de seguridad operacional, recomendando los cambios necesarios en los programas y procedimientos relacionados con la seguridad operacional de los sistemas relacionados con la seguridad a la navegación aérea.
9. Disponer de normas para verificar que todas las personas a las que se les ha asignado funciones o responsabilidades de verificación del Radioayudas, han sido capacitados, entrenados y certificados para desempeñar sus obligaciones.
10. Disponer de normas para el cumplimiento de los planes de contingencia y emergencia, a través de pruebas a los sistemas en los aeropuertos nacionales e internacionales.
11. Servir de guía para la aplicación de normas, regulaciones y procedimientos en los sistemas de los aeropuertos nacionales e internacionales.

ACRÓNIMOS

1. Los acrónimos empleados en esta manual o en otros documentos de la DGAC relacionados con la aviación civil tienen el significado siguiente:

AILA	Aeropuerto Internacional La Aurora.	PCA	Plan de contingencia de aeropuerto.
AIMM	Aeropuerto Internacional Mundo Maya.	PEA	Plan de emergencia de aeropuerto.
ASNA	Ayudas de seguridad a la navegación aérea.	MVSOCS	Manual de Vigilancia de la Seguridad Operacional de CNS.
		MRVSCNS	Manual de Referencia para la Verificación en vuelo de los Sistemas CNS.
ATS	Servicios de tránsito aéreo. (Air traffic services).	SARM	Manual de referencia para auditorías de la seguridad de la aviación.
ATM	Gestión del tránsito aéreo. (Air traffic management)	GCNS	Gerencia de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia Radar.
ATN	Red de telecomunicaciones aeronáuticas. (Aeronautical telecommunication network)	UVTA	Unidad de Vigilancia de Telecomunicaciones y ASNA
CNS	Comunicación, navegación y vigilancia	UITA	Unidad de Instrucción de Telecomunicaciones y ASNA
COE	Centro de operaciones de emergencia.	TRW	Torre de Control.
COCESNA	Corporación Centroamericana de Seguridad de la Navegación Aérea.	USOAP	Programa universal de auditoría de la seguridad de la aviación.
OJT	Instrucción en el puesto de trabajo.	ZSR	Zona de seguridad restringida.

BASE LEGAL

NACIONAL

ENTIDAD	DOCUMENTO
Congreso de la República de Guatemala	Ley de Aviación Civil. Decreto 93-2000
Presidencia de la República de Guatemala.	Reglamento de la Ley de Aviación Civil. Acuerdo Gubernativo 384-2001

INTERNACIONAL

ENTIDAD	DOCUMENTO
OACI	<ul style="list-style-type: none">• Convenio de Chicago.• Anexo 10 Al convenio Sobre Aviación civil Internacional. Volumen IV.• Manual de Certificación de Aeródromos. Doc 9774 AN/969. OACI

NORMATIVA RELACIONADA

1. El marco de referencia legal que originaron el presente manual es:

LEY DE AVIACION CIVIL

Titulo I. Aeronáutica Civil. /Capitulo II. Autoridad Aeronáutica.

Artículo 5. Normas Internacionales. “El gobierno de Guatemala adopta las normas internacionales de la Organización de Aviación Civil Internacional, para las actividades previstas en esta ley”.

Titulo I. Aeronáutica Civil. /Capitulo II. Autoridad Aeronáutica.

Artículo 6. Dirección General de Aeronáutica Civil. “La dirección General de Aeronáutica Civil, en adelante la Dirección, dependencia del Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda, es el órgano encargado de normar, supervisar, vigilar y regular, con base en lo prescrito en la presente ley, reglamentos, regulaciones y disposiciones complementarias, los servicios aeroportuarios, los servicios de apoyo a la Navegación Aérea, los Servicios de Transporte Aéreo, de Telecomunicaciones y en general todas las actividades de Aviación Civil en el territorio y espacio aéreo de Guatemala, velando en todo momento por la defensa de los intereses nacionales”.

Titulo I. Aeronáutica Civil. /Capitulo II. Autoridad Aeronáutica.

Artículo 7. Funciones. “Son Funciones de la Dirección, además de otras señaladas en esta ley. Las siguientes:

- a) *Elaborar, emitir, revisar, aprobar y modificar las regulaciones y disposiciones complementarias de aviación que sean necesarias, para el cumplimiento de la presente ley y sus reglamentos”.*
- g) *“La Dirección General por medio de su Director, podrá delegar en su personal e Inspectores funciones específicas, quienes debidamente identificados tendrán libre acceso a todas las personas, aeronaves, lugares, instalaciones y documentos que sean requeridos por las normas nacionales e internacionales, para realizar la función de vigilancia, y determinar si cumplen con las condiciones de seguridad aérea operativa y en ejercicio de esa delegación podrán ordenar el retiro temporal o definitivo de vuelo de una aeronave o las acciones que correspondan de conformidad con la ley, reglamento, regulaciones y disposiciones complementarias”.*

REGLAMENTO DE LA LEY DE AVIACION CIVIL

Titulo I. Disposiciones Generales. / Capitulo II. De la Dirección General.

Artículo 2°. “La Dirección General de Aeronáutica Civil, por conducto de su Director General, los subdirectores, unidades técnicas y administrativas deberán velar por el fiel cumplimiento de la Ley de Aviación Civil, Leyes de observancia General que contengan preceptos relacionados con la actividad aeronáutica, Acuerdos y tratados internacionales ratificados por Guatemala, del presente Reglamento, regulaciones y disposiciones complementarias”.

Artículo 3°. “Por la preeminencia de las disposiciones de la Organización de Aviación Civil Internacional, ratificadas por Guatemala, la Dirección General deberá observar rigurosamente, su aplicación en los procedimientos que se utilicen en materia aeronáutica”.

Artículo 4°. “La Dirección, podrá emitir, revisar periódicamente y reformar los manuales que contienen las regulaciones de aviación civil, para adecuarlas a los avances tecnológicas, disposiciones internacionales y al desarrollo de la aviación nacional. Las enmiendas deberán ser aprobadas por la Dirección mediante resolución y hechas del conocimiento de las personas a quien vayan dirigidas”.

CONVENIO DE CHICAGO

CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (Chicago, 7 Diciembre 1944).

Disposiciones Principales. “Requiere de los Estados tomar las medidas necesarias para garantizar el más alto nivel de uniformidad en el cumplimiento y aplicación de las normas y prácticas recomendadas”.

Capitulo VI

Normas y Métodos recomendados Internacionales

Artículo 37. Adopción de normas y procedimientos internacionales. “Cada Estado se compromete a colaborar, a fin de lograr el más alto grado de uniformidad posible en las reglamentaciones, normas, procedimientos y organización relativos a las aeronaves, personal, aerovías y servicios auxiliares, en todas la cuestiones en que tal uniformidad facilite y mejore la navegación aérea”.

ANEXO 10 AL CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

Telecomunicaciones aeronáuticas. Volumen IV Sistemas de radar de vigilancia y sistemas anticolidión.

Preámbulo.

Medidas que han de tomar los Estados contratantes

Uso del texto del Anexo en los reglamentos nacionales. En su resolución del 13 de abril de 1948, el Consejo hizo patente a los Estados contratantes la conveniencia de que, en la medida de lo posible, emplearan en sus propios reglamentos nacionales la misma redacción de las normas de la OACI que son de carácter preceptivo y, además, que indicaran las diferencias respecto a las normas, así como también las demás disposiciones nacionales que tuvieran importancia para la seguridad y regularidad de la navegación aérea internacional. Siempre que ha sido posible, las disposiciones de este Anexo se han redactado de manera que puedan incluirse en las legislaciones nacionales sin variaciones

MANUAL DE CERTIFICACIÓN DE AERÓDROMOS. DOC 9774 AN/969. OACI

Capítulo 2. El sistema de reglamentación de la certificación de aeródromos.

2.2 Legislación Aeronáutica Básica.

“La legislación aeronáutica básica del Estado debería, entre otras cosas:

- d) *Exigir que la AAC, en cuanto autoridad de certificación, se cerciore de que el titular de un certificado de aeródromo es competente para garantizar que el aeródromo, su espacio aéreo correspondiente y los procedimientos de explotación son seguros para uso de las aeronaves.*
- e) *Establecer la coordinación necesaria con otros órganos y proveedores de servicios, como los servicios de información aeronáutica, los servicios de tránsito aéreo, las autoridades meteorológicas designadas y los organismos de seguridad, para garantizar la operación segura de las aeronaves;”*
- f) *Organizar la vigilancia del cumplimiento de los reglamentos y la imposición de sanciones cuando éstos no se cumplen; y*
- g) *Establecer el derecho de acceso del personal autorizado a los lugares según sea necesario, para realizar auditorías de la seguridad operacional, inspecciones y ensayos según se establezca en los reglamentos”.*

BIBLIOGRAFÍA

- Ley de Aviación Civil, Decreto 93-2000
- Reglamento a la Ley de Aviación Civil. Acuerdo Gubernativo 384-2001.
- RAC's, Regulaciones de Aviación Civil 10
- Manual de Certificación de Aeródromos. Doc. 9774, OACI.

ALCANCE

1. El contenido del presente manual de referencia para la verificación de los sistemas CNS, es aplicable a:
 - a) Personal técnico de la Gerencia C.N.S., y
 - b) Personas físicas y jurídicas que realizan actividades relacionadas con la verificación y vigilancia de los sistemas y operaciones de radioayudas.
3. El cumplimiento de las normas contenidas en el MRVVSCNS; en su totalidad son de carácter obligatorio.
4. Las disposiciones que emanan del MRVVSCNS deben ser de pleno conocimiento del personal que directa o indirectamente esté afectado por las mismas y corresponde a los respectivos Funcionarios:
 - a) Promover la debida divulgación entre el personal que le está subordinando.
 - b) Facilitar la rápida consulta del programa, manteniendo siempre un ejemplar en lugar fácilmente accesible.
5. Alegar ignorancia de las disposiciones del MRVVSCNS no es justificación de su incumplimiento.

RESPONSABILIDAD

1. La Unidad de Vigilancia de Seguridad Operacional CNS es responsable de velar por la divulgación, aplicación y control de las presentes normas, procedimientos y políticas de vigilancia de los sistemas de telecomunicaciones aeronáuticas Radio Ayudas y ayudas visuales.
2. Velar por la divulgación, aplicación y control de las normas, procedimientos y políticas de control de calidad de los Sistemas de Radar y equipos ATM (Air Traffic Management) de centros de control y torres de control.
3. Es responsabilidad de la Dirección General de Aeronáutica Civil aprobar el Manual de Referencia para la Verificación de los Sistemas CNS.
4. Son responsabilidades de la UVCNS:
 - a) Velar por la correcta aplicación de las normas, medidas, procedimientos, legislación y reglamentaciones contenidas en las regulaciones y en los programas de seguridad operacional de la aviación civil nacional.
 - b) Realizar inspecciones, supervisiones, y pruebas de seguridad operacional para asegurar el correcto cumplimiento de la normativa vigente en materia de telecomunicaciones aeronáuticas y ayudas a la seguridad de la navegación aérea.
 - c) Determinar la idoneidad y eficacia de las regulaciones y programas mediante el establecimiento de legislación, inspección, y supervisión.
 - d) Realizar evaluaciones rutinarias y pruebas sin aviso al personal de la gerencia C.N.S. de la DGAC, y de cualquier otra organización encargada del control y mantenimiento de los equipos y sistemas de telecomunicaciones aeronáuticas y las ayudas a la seguridad de la navegación aérea, para evaluar todos los aspectos de las operaciones de seguridad operacional en la aviación, incluyendo la inspección de la validez de permisos habilitaciones, pruebas para determinar la eficiencia del personal y la eficacia de los equipos y sistemas.
5. Todo el personal que realice actividades de verificación de telecomunicaciones aeronáuticas y ayudas de seguridad a la navegación aérea en o fuera de las instalaciones aeroportuarias, o relacionadas con la aviación civil, deberá cumplir con la presente normativa

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1 NORMATIVA.

“Se someterán a Verificaciones periódicas en tierra y en vuelo, las Radioayudas para la navegación aérea de los tipos comprendidos en las especificaciones de la parte I, capítulo 3 del anexo 10 de OACI, y el RAC 10 de la Dirección General de Aeronáutica Civil y que las aeronaves destinadas al tránsito aéreo internacional puedan utilizar”.

Referencia: Anexo 10 de OACI, Volumen 1, parte 1, numeral 2.7 y RAC 10 de la Dirección General de Aeronáutica Civil

1.2 DETERMINACIÓN DE AUTORIDAD SOBRE EL ESTATUS DE LAS RADIOAYUDAS

La Dirección General de Aeronáutica Civil contratara los servicios de verificación de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea con el propósito de comprobar que dichos equipos cumplan con la confiabilidad de soportar los Procedimientos de Vuelo por Instrumentos, mediante la observación de la normativa establecida en este manual.

1.3 CUMPLIMIENTO

Basándose principalmente en lo establecido en el RAC 10 y el documento 8071 de OACI, se someterán a Verificaciones las siguientes Radioayudas cuando sea aplicable:

- a) Radiofaro Omnidireccional VHF (VOR);
- b) Radiofaro no Direccional (NDB);
- c) Equipo Radiotelemétrico UHF (DME);
- d) Radiobaliza de Ruta (75 MHz);
- e) Radar Primario de Vigilancia (PSR);
- f) Radar Secundario de Vigilancia (SSR); y
- g) Sistema de Aterrizaje por Instrumentos (ILS), categorías I, II y III.
- h) Sistema Aeroterrestre de Comunicaciones VHF y UHF utilizado en el Servicio Móvil Aeronáutico, comprendidos en el RAC 10 de Guatemala, Volumen III, capítulo 2

1.4 AMPLIACIÓN

Se someterán también a Verificaciones en vuelo, los Sistemas Visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación (PAPIS), sistemas ALS comprendidos en el anexo 14 de OACI, Volumen 1. Más los Procedimientos de Aproximación considerados en este Manual.

1.5 ENMIENDAS

El presente **Manual de Referencia para Verificación de los Sistemas CNS**, deberá ser revisado periódicamente por iniciativa de la gerencia C.N.S. de la Dirección General de Aeronáutica Civil de Guatemala, para actualizar su contenido, desarrollar las correcciones y las adiciones necesarias, así como aclarar o reorientar procedimientos. La publicación de enmiendas, será autorizada por la Dirección General de Aeronáutica Civil.

La Gerencia C.N.S., es la entidad responsable de impulsar e implementar políticas, procedimientos, métodos y técnicas recomendadas para las inspecciones en tierra y en vuelo de las radioayudas y demás Radioayudas en la República de Guatemala. Los documentos asociados que se emitan al respecto y sus posteriores modificaciones, requerirán la autorización de la Dirección General de Aeronáutica Civil, para su puesta en vigencia y formarán parte de este manual.

1.6 RESPONSABILIDADES DE LA EMPRESA QUE REALICE LA INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN AÉREA

- 1.6.1 Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea a través de su Inspección en vuelo, de acuerdo a lo establecido en este manual y documentos asociados.
- 1.6.3 Requerir información operativa y/o técnica de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea, como parte del seguimiento que está obligado a brindar para las mismas.
- 1.6.4 Emitir las correspondientes Certificaciones de Inspección en Vuelo de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea, con la información del análisis resultante de cada inspección.
- 1.6.5 Dejar sin efecto las referidas certificaciones ante una condición de operación significativamente anormal del equipo (tal como se refiere en Anexo 1), procediendo de inmediato a tomar las consideraciones expuestas en 1.14.2.
- 1.6.6 Plasmar en el respectivo informe, las acciones que la entidad responsable del mantenimiento deberá cumplir, con base al análisis efectuado para los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea verificados.
- 1.6.8 Asesorar al contratante, en lo relacionado a la puesta en operación y funcionamiento de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea.

1.7 INSPECTORES DE VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RADIOAYUDAS

Los Inspectores de Verificación de Radioayudas, de la empresa contratada, son los encargados de auditar operativamente los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea. Mediante la utilización del Avión Laboratorio y equipo especializado, verificar las señales de navegación irradiadas por las Radioayudas y demás sistemas sometidos a Inspección en Vuelo, a fin de que cumplan con las normas establecidas en este manual. Entre las responsabilidades generales de los Inspectores de Verificación tenemos:

- 1.7.1 Llevar a cabo Inspecciones en Vuelo a los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea, para determinar que estas cumplen con las respectivas tolerancias contenidas en este manual y en sus documentos asociados.
- 1.7.2 Suspender una Verificación, si los parámetros recabados reflejan un funcionamiento anormal de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea. De acuerdo al análisis de esos

parámetros, en conjunto con el respectivo personal técnico, se determinará si la situación puede ser corregida rápidamente, para así poder continuar con la Inspección; en caso contrario, se programará para realizarla en otra fecha.

- 1.7.3 Requerir a la Gerencia C.N.S. La emisión de NOTAM's con el propósito de que se informe del estado operativo de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea después de una Verificación, si es que esta llegara a encontrarse restricta o inutilizable.
- 1.7.4 Verificar en el sitio, la operatividad de los sistemas y equipos de apoyo a la navegación aérea y la condición general más factores asociados de la misma, para lo cual, se le deberán facilitar los medios para su movilización y acceso.

1.8 ACTIVIDADES OPERATIVAS DE LOS INSPECTORES DE VERIFICACIÓN DE RADIOAYUDAS

- 1.8.1 Analizar y evaluar los datos obtenidos en las Inspecciones en Vuelo a fin de determinar el estado de funcionamiento de la Radioayuda inspeccionada.
- 1.8.2 Elaborar el informe de cada Inspección en Vuelo y del estado de la Radioayuda respectiva; incluyendo en el mismo si fuese el caso, cualquier anomalía potencialmente peligrosa, encontrada en la Radioayuda verificada.
- 1.8.3 Proveer los detalles técnicos a la Gerencia C.N.S. Para la emisión de los NOTAM's en aquellos casos aplicables, basados en los datos de la Inspección en Vuelo
- 1.8.4 Verificar la exactitud de los NOTAM's, una vez publicados.

1.9 TIPOS DE INSPECCIONES

- 1.9.1 Definición de Inspección en Tierra e Inspección en Vuelo.
 - 1.9.1.1 Se entenderá como Inspección en Tierra, aquellas actividades técnicas efectuadas por la Gerencia C.N.S., con el propósito de comprobar que un sistema o equipo se encuentra operativamente confiable y cumple con las tolerancias establecidas en este manual más documentos asociados. Como resultado de esta evaluación al equipo en tierra, se determinará la viabilidad para realizar la Inspección en Vuelo dentro de la periodicidad prevista o bajo una programación diferente.
 - 1.9.1.2 Se entenderá como Inspección en Vuelo, aquellas actividades que realiza la tripulación de la Aeronave de Verificación en coordinación con el personal técnico en tierra, a fin de determinar la exactitud de todos los parámetros de las señales emitidas por las Radioayudas con relación a los correspondientes rangos de tolerancias establecidos mediante este manual.
- 1.9.3 Clasificación y Definición de los Tipos de Inspecciones en Vuelo a realizar por la entidad contratada para tal efecto.
 - 1.9.3.1 **Evaluación de Sitio:** Inspección en Vuelo efectuada con el propósito de determinar la conveniencia de un sitio propuesto para la instalación permanente de una Radioayuda.
 - 1.9.3.2 **Comisionamiento:** Una exhaustiva Inspección en Vuelo, diseñada para obtener una información razonablemente completa de las señales emitidas por la Radioayuda con la finalidad de establecer el cumplimiento de sus requerimientos operacionales. Los resultados de esta Inspección en Vuelo se deberán correlacionar con los de las Verificaciones terrestres elaboradas por el personal técnico de la Gerencia C.N.S.,

encargado del mantenimiento y, en conjunto, constituir la base para el comisionamiento de la Radioayuda en cuestión.

- 1.9.3.3 **Inspección Periódica:** Inspección en Vuelo efectuada para confirmar la validez de las señales en el espacio, en cumplimiento de la periodicidad establecida en 1.13.1 y 1.13.2 de este manual.
- 1.9.3.4 **Inspección de Comprobación de Estabilidad:** Inspección en Vuelo realizada para confirmar que una Radioayuda puesta en servicio (en condiciones iniciales), mantiene sus parámetros de operación fiable, y sin sufrir degradación o cambios dentro del período posterior a los tres meses de haber sido comisionada.
- 1.9.3.5 **Inspección Especial:** Inspección en Vuelo desarrollada para confirmar la validez de las señales en el espacio después de un trabajo importante de mantenimiento (tales como se refiere en Anexo 1), Verificaciones inconcluyentes en tierra, informes confirmados sobre irregularidades en la instalación, accidentes de aviación o por cualquier eventualidad que se estime de relevancia. La Inspección Especial se hará principalmente a requerimiento de la autoridad respectiva o entidad responsable del mantenimiento..
- 1.9.3.6 **Vigilancia:** Inspección en Vuelo realizada durante situaciones de oportunidad o ante situaciones especiales, con el propósito de monitorear y determinar si los parámetros inspeccionados a una Radioayuda se mantienen cumpliendo con la normativa establecida en este manual.

1.10 PRIORIDAD DE LAS INSPECCIONES EN VUELO

- 1.10.1 **Prioridad 1:** Inspección en Vuelo que debe realizarse a causa de investigación de accidentes, restablecimiento en el funcionamiento de una instalación después que ésta haya estado fuera de servicio, o investigación de serios defectos de funcionamiento.
- 1.10.2 **Prioridad 2:** Inspección en Vuelo que debe realizarse a causa del Comisionamiento de nuevas instalaciones, Inspecciones Especiales, Inspecciones Periódicas, Verificación de Procedimientos de Aproximación por medio de reglas de vuelo por Instrumentos, y Evaluación de Sitios propuestos para nuevas instalaciones.
- 1.10.3 **Prioridad 3:** Corresponde a los Vuelos de Vigilancia; son Inspecciones que no son programadas ni solicitadas.

1.11 PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES EN VUELO Y EN TIERRA

- 1.11.1 **Programas de inspección:** El presente manual contiene programaciones nominales de Inspección en Vuelo, según se apunta en el párrafo 1.13.1, que determinan los intervalos apropiados de Verificación para Radioayudas específicas. En algunos casos, puede ser necesario llevar a cabo inspecciones más frecuentes, también puede ser posible extender los intervalos de inspección bajo circunstancias específicas.

El manual del fabricante usualmente contiene recomendaciones que son de utilidad a este respecto.

- 1.11.2 **Periodicidad:** Muchos factores influyen para escoger los intervalos apropiados correspondientes a las Inspecciones en Tierra y en Vuelo. Esto incluye la confiabilidad y estabilidad de la operación del equipo, lo intensivo del monitoreo en tierra, el grado de

correlación entre el equipo en tierra y las mediciones en vuelo, cambios en el entorno, recomendaciones del fabricante y la calidad del mantenimiento.

- 1.11.3 **La confiabilidad y estabilidad del equipo** está relacionada con la edad, diseño tecnológico y el entorno. La estabilidad de operación puede también ser afectada por el mantenimiento y los ajustes excesivos atribuidos, ya sea a factores humanos o variaciones en el funcionamiento del equipo de prueba. Esto es particularmente cierto con algunos equipos de prueba más antiguos (normalmente carentes de certificado de calibración) donde su exactitud y estabilidad no es significativamente mejor que el sistema bajo evaluación.
- 1.11.4 **El mantenimiento** en tierra y su periodicidad es dependiente del diseño, confiabilidad y estabilidad de la Radioayuda en particular, así como, la calidad del equipo de prueba empleado. La confiabilidad del equipo puede ser afectada adversamente por actividades de mantenimiento mayor, calendarizadas muy frecuentemente. Es por ello deseable limitar tal actividad para pruebas esenciales, particularmente las que requieren la desconexión de cables o ajustes considerados críticos.
- 1.11.5 **La relación** de las mediciones en aire y en tierra recopiladas, más las demostraciones históricas de la estabilidad del equipo, permitirá en algunos casos extender los intervalos de las inspecciones en vuelo. Esto será apoyado por el uso de lecturas de monitoreo rutinarias, estricto monitoreo del sector circundante e inspecciones en vuelo más exigentes.

1.12 FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES EN VUELO PROGRAMADAS

- 1.12.1 Los intervalos de tiempo entre las Inspecciones en Vuelo programadas, se establecen sobre la base de la recomendación de cumplimiento de las inspecciones, especificadas por OACI, así:

Radioayuda	Intervalo
VOR	365 días (véase 2.6)
ILS	181 días
NDB	365 días
Radar Ayudas Visuales	(véase cap. 7)

- 1.12.2 **DME, NDB (LOM)**, Marcadores y Sistemas Visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación que se encuentren asociados a otros sistemas de Radioayudas, se verificarán conjuntamente con ellos, es decir, al mismo tiempo y con el mismo intervalo.
- 1.12.3 **Las Radioayudas** deberán ser sometidas a las Inspecciones en Vuelo programadas, en el período de vigencia correspondiente o a más tardar 30 días después de la fecha de vencimiento del respectivo Certificado de Inspección en Vuelo (de acuerdo a la última Verificación Aérea).
- 1.12.4 Cuando la Inspección en Vuelo de una Radioayuda en servicio, no sea finalizada en el período establecido en el numeral 1.13.3, podrá continuar operando durante 15 días

calendario adicionales, con el propósito que en dicho período, los Inspectores de Verificación juntamente con el personal de mantenimiento técnico de la Radioayuda evalúen y determinen de común acuerdo, la posibilidad de mantenerla en servicio (al no existir condiciones que puedan afectar adversamente la seguridad operativa de la navegación aérea). Mientras se efectúa la Inspección en Vuelo. De considerar la entidad verificadora que no existen las suficientes condiciones, emitirá un reporte declarándola en calidad de “Inutilizable”.

- 1.12.5 La Inspección en Vuelo programada de una Radioayuda tomará la prioridad 1, cuando no se haya efectuado al término de los 30 días después de la fecha de vencimiento, del respectivo Certificado de Inspección en Vuelo.
- 1.12.6 Las Inspecciones en Vuelo programadas, serán consideradas completas cuando todas las correspondientes maniobras y procedimientos de chequeo, hayan sido debidamente finalizados.
- 1.12.7 Cuando la Inspección en Vuelo de una Radioayuda comisionada deba ser suspendida por fuerza mayor o caso fortuito, y la Radioayuda se encuentra en una condición anormal; el personal de mantenimiento y los Inspectores de Verificación, analizarán en forma conjunta la condición de la misma y de los procedimientos de verificación pendientes. Si los manuales de mantenimiento del equipo permiten el ajuste sin una comprobación aérea, y referencias adecuadas proveen la posibilidad de retornarlo a una condición de funcionamiento similar a la previamente certificada; la Radioayuda podrá ser puesta en servicio, inmediatamente después de emitido el correspondiente dictamen por la unidad verificadora. Esta Inspección en Vuelo deberá ser clasificada como incompleta hasta que las revisiones pendientes sean debidamente finalizadas, la cual evidentemente tomará la prioridad 1.
- 1.12.8 Si la Inspección en Vuelo de un equipo de reserva (secundario) no es completada dentro del período establecido en el numeral 1.13.3, la Inspección en Vuelo periódica de la Radioayuda se considerará finalizada, ante las situaciones siguientes:
- a) Fuera de servicio; y
 - b) Requiere de mantenimiento que no puede completarse en el corto plazo.
- 1.12.9 El equipo de reserva (secundario) podrá solamente ser restaurado al servicio después de haberse completado satisfactoriamente su Inspección en Vuelo.
- 1.12.10 Las Radioayudas deberán ser sometidas a una Inspección en Vuelo, 90 días después de su comisionamiento, con el propósito de garantizar su estabilidad operativa. Si no se presentan discrepancias o fallas durante este periodo de tiempo, se implementará a continuación lo establecido en el numeral 1.13.1 y/o 1.13.2.

1.13 CLASIFICACIÓN DEL ESTADO OPERATIVO DE LAS RADIOAYUDAES

- 1.13.1 Basado en los resultados de las Inspecciones en Vuelo, el estado de las Radioayudas se clasificará de la siguiente manera:
- 1.13.1.1 **Sin restricciones o Irrestringido:** Es una Radioayuda en estado de disponibilidad, que dentro de su área de cobertura proporciona señales confiables y precisas que satisfacen los parámetros y tolerancias de la normativa establecida en este manual.

- 1.13.1.2 **Limitada o restringida:** Es una Radioayuda que no satisface las normas establecidas en todos los aspectos o en todos los sectores del área de cobertura, pero que proporciona con restricciones, señales seguras, confiables y utilizables.
- 1.13.1.3 **Inutilizable:** Es una Radioayuda que proporciona señales inseguras, no confiables o erróneas.
- 1.13.2 Cuando una Radioayuda haya sido declarada "Inutilizable", se retirará del servicio por parte de la autoridad responsable y no deberá ponerse nuevamente en funcionamiento salvo para fines de prueba, previa notificación a través de un NOTAM. Podrá ser oficialmente restaurada al servicio, solamente después de haber completado satisfactoriamente la respectiva Inspección en Vuelo.
- 1.13.3 Cuando uno de los equipos de un sistema dual no cumple con las tolerancias establecidas, únicamente éste deberá ser declarado inutilizable. Se aplicará además lo establecido en el numeral 1.13.8.

1.14 NOTIFICACIÓN DEL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS RADIOAYUDAES

- 1.14.1 Toda condición de funcionamiento de las Radioayudas, que resulte en una clasificación restringida o inutilizable, deberá ser informada a los usuarios por parte de la autoridad aeronáutica, inmediatamente después de la Inspección en Vuelo, a través de NOTAM. Tramitar este NOTAM será responsabilidad de la gerencia C.N.S., la entidad a cargo del correspondiente mantenimiento o de la Autoridad Aeronáutica, según sea el caso.
- 1.14.2 En general, el estado de funcionamiento irregular de las Radioayudas será comunicado a través de un NOTAM.
- 1.14.3 La entidad verificadora deberá permanentemente monitorear la emisión de NOTAM, en relación al estado de funcionamiento de las Radioayudas, e indagar las causas o circunstancias bajo las cuales han sido emitidos, de forma tal de tomar las consideraciones de inspección correspondientes.
- 1.14.4 Cuando un equipo de un sistema dual es declarado "Restringido" y el otro satisfactorio, deberá originarse un NOTAM especificando que la estación opera sin equipo de respaldo.

1.15 CERTIFICADO DE INSPECCIÓN EN VUELO

- 1.15.1 La entidad verificadora emitirá un Informe Preliminar, a más tardar el día siguiente de finalizada la verificación aérea de una Radioayuda; y el correspondiente Certificado de Inspección en Vuelo, en un lapso de tiempo no mayor a los diez días hábiles posteriores.
- 1.15.2 El Certificado de Inspección en Vuelo contendrá como mínimo lo siguiente:
- a) Tipo, marca, modelo, identificación y frecuencia de la Radioayuda inspeccionada;
 - b) Lugar de la instalación de la Radioayuda;
 - c) Clasificación del Estado Operativo de la Radioayuda;
 - d) Graficas:

- e) Fecha de Emisión;
- f) Fecha de Vencimiento;
- g) Firma(s) de la(s) persona(s) responsable(s) de la emisión del Certificado; y
- h) Sello de la entidad verificadora.

1.15.3 La emisión del Certificado de Inspección en Vuelo, estará basado en el desempeño de la Radioayuda, una vez que todos sus ajustes hayan sido completados y verificados adecuadamente.

1.16 DISPOSICIONES GENERALES DE INSPECCIÓN EN VUELO

1.16.1 La entidad responsable del mantenimiento de las Radioayudas a inspeccionar, deberá proveer el medio de transporte para movilizar el equipo de Inspección y la tripulación, además de gestionar su ingreso y movilización en el respectivo Aeropuerto; de igual forma deberá tramitar con antelación un NOTAM, informando que las Radioayudas estarán en proceso de verificación aérea.

1.16.2 La entidad responsable del mantenimiento de las Radioayudas a inspeccionar, deberá desarrollar ya sea directamente o a través de la Autoridad Aeronáutica, las coordinaciones necesarias con el personal ATC para optimizar el tiempo de vuelo y la posición de estacionamiento de la aeronave.

1.16.3 Durante el proceso de Inspección en Vuelo, deberá haber personal técnico de la Autoridad responsable del mantenimiento, disponible en el resguardo del equipo, quienes se encargarán de hacer las correcciones y ajustes que sean necesarios, en coordinación con el Inspector de Verificación.

1.16.4 El Inspector de Verificación y el personal a cargo del mantenimiento de la Radioayuda están obligados a efectuar oportuna y eficazmente las respectivas coordinaciones de comunicación entre ellos, requeridas durante la Inspección en Vuelo.

1.16.5 Los Inspectores de Verificación deberán asegurarse que todo el equipo de Inspección Aérea esté debidamente calibrado y operativo como requisito previo a comenzar las tareas de verificación, la comprobación de este requisito podrá ser solicitado por la Autoridad Aeronáutica si esta lo considera necesario.

1.16.6 Cuando los parámetros de cobertura de una Radioayuda no cumplen con las tolerancias establecidas en este manual, deberá realizarse el vuelo de inspección, a fin de determinar el área de cobertura útil. Este dato será la base de las restricciones, NOTAM y rediseño de los procedimientos si resultare procedente.

1.16.7 En los casos aplicables, a solicitud o de oficio, el Inspector de Verificación deberá colaborar con el personal Técnico en la solución de las deficiencias de la Radioayuda bajo inspección, a fin de tratar de restaurar su servicio antes de que el avión de verificación se retire del sitio.

1.16.8 El Inspector de Verificación deberá proporcionar oportunamente, de manera unilateral o a requerimiento, la suficiente información que permita al personal de mantenimiento, hacer los respectivos ajustes a la Radioayuda objeto de inspección.

1.16.9 Las reparaciones y ajustes mayores (tales como se refiere en Anexo 1) efectuados a una Radioayuda, que impliquen la ejecución de una nueva Inspección en Vuelo, automáticamente

deja sin validez legal y de toda índole, la respectiva Certificación de Inspección en Vuelo, aún y cuando esta se encuentre dentro del período original de vigencia.

- 1.16.10 Cuando algún parámetro de relevancia, a juicio del Inspector de Verificación, no pueda ser ajustado dentro de tolerancia, la Inspección en Vuelo deberá suspenderse y el estado de funcionamiento de la Radioayuda tendrá que ser de "Inutilizable". La Inspección en Vuelo se clasificará como incompleta hasta que el ítem o los ítem de comprobación pendientes sean completados satisfactoriamente.
- 1.16.11 Los datos obtenidos de las Inspecciones en Vuelo deberán ser analizados y evaluados usando como referencia las tolerancias especificadas en este manual.
- 1.16.12 No más allá de un día después de finalizada la Inspección en Vuelo, el Inspector de Verificación, basándose en los datos obtenidos, deberán determinar:
- a) El estado operativo de la Radioayuda; y
 - b) La gestión de emisión o cancelación de los NOTAMS respectivos, en los casos aplicables.
- 1.16.13 El Informe Preliminar suscrito por el Inspector de Verificación tiene la suficiente validez formal. Este documento deberá ser entregado a la Gerencia C.N.S., y personal técnico encargado del Mantenimiento correspondiente mientras se edita el correspondiente Certificado de Inspección en Vuelo. Este Informe Preliminar concluirá automáticamente su vigencia en la fecha de emisión del mencionado Certificado de Inspección en Vuelo.
- 1.16.14 Cuando sea requerida una Inspección en Vuelo no programada o un comisionamiento, ésta deberá ser solicitada, en forma escrita, al ente verificador.
- 1.16.15 El requerimiento para una Inspección Especial, deberá tramitarse hasta que la Radioayuda esté adecuadamente ajustada y se le hayan hecho las correspondientes pruebas de funcionamiento en tierra, con resultados satisfactorios. El ente evaluador tendrá que efectuar las comprobaciones que estime convenientes, previo y/o durante la Inspección Especial.
- 1.16.16 Una vez sea aceptada la solicitud de la Inspección en Vuelo, el ente evaluador deberá notificar a la Gerencia C.N.S., en forma escrita, la fecha estimada de llegada de la tripulación y Aeronave de Verificación.
- 1.16.17 La entidad evaluadora deberá emitir la correspondiente programación de Inspecciones en Vuelo y presentarla a la Gerencia C.N.S., para su correspondiente aprobación.
- 1.16.18 Con al menos dos semanas de antelación, a la fecha tentativa establecida en la respectiva programación, la gerencia C.N.S., informara a la entidad verificadora del estado de las Radioayudas bajo su directa responsabilidad de mantenimiento técnico y que se encuentren listas para tal actividad. Esta disposición deberá ser igualmente cumplida por parte de las entidades administradoras de aeropuertos y autónomas que tengan el mantenimiento técnico de Radioayuda.

CAPITULO 2 RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL DE VHF VOR

2.1 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

Para alcanzar los objetivos de la Inspección en Vuelo del VOR es necesario conocer con exactitud la ubicación de la Aeronave de Verificación en el espacio, en un número suficiente de posiciones a fin de poder determinar la precisión, cobertura y otras cualidades del desempeño de la instalación. Estos datos se necesitan para toda el área de operación prevista, la que abarcará los 360° de azimut o solamente en ciertas áreas en relación con detalles específicos que figuren en la lista de verificación, la cual indica los ítems que deberán ser verificados en cada tipo específico de inspección.

- 2.1.1 **Identificación:** Se verificará la señal de identificación respecto a su exactitud, claridad y posibles efectos perjudiciales en la estructura de rumbo, evaluada hasta los límites de cobertura del VOR, debiendo tener aproximadamente el mismo nivel. Esta prueba se realizará mientras se está volando un radial.
- 2.1.3 La banda de frecuencias en que opera el VOR es de los 111,975 a los 117,975 MHz, pero se pueden usar frecuencias en la banda de los 108 a los 111,975 Mhz. Cuando de conformidad con las disposiciones del Volumen V, capítulo 4, 4.2.1 y 4.2.3.1 del RAC-10, sea aceptable el uso de tales frecuencias.
- 2.1.2 **Voz:** Las emisiones de voz en la frecuencia VOR deberán verificarse respecto a claridad, intensidad de señales y efecto en la estructura de rumbo, de la misma manera que en el caso de las pruebas de identificación. El nivel de audio de dichas emisiones deberá ser igual al de la identificación hablada. Si el VOR está provisto de servicio ATIS, el Inspector de Verificación y Mantenimiento de Radioayudas vigilará la calidad y cobertura de las transmisiones registradas, asegurándose que no ejerzan efectos perjudiciales sobre la actuación del VOR
- 2.1.3 **Sentido y Rotación:** La comprobación de estos parámetros es importante que se efectúen al principio de la Inspección en Vuelo. Los propósitos de éstas comprobaciones son asegurar la correcta orientación de la antena, la adecuada conexión de los cables de alimentación de RF y la correcta operación del sistema determinando que el azimut del curso se decrementa en la dirección antihoraria y que las indicaciones "TO – FROM" son satisfactorias. Se seleccionará cualquier radial y se volará hacia fuera de la estación para verificar el sentido; el indicador "TO– FROM" debe señalar "FROM". Después que el sentido ha sido verificado, se empezará la órbita en el sentido antihorario; las lecturas del OBS deberán disminuir continuamente.

Tabla I-2-1. Lista de Parámetros a Evaluar en las Inspecciones en Vuelo del VOR.

<u>Parámetro</u>	<u>Clase de Inspección.</u>		
	<u>Emplazamiento</u>	<u>Comisionamiento</u>	<u>Periódica</u>
1) Identificación		X	X
2) Voz		X	X
3) Sentido.	X	X	X
4) Rotación	X	X	X
5) Radial de referencia		X	X
6) Sensibilidad del rumbo	X	X	X
7) Efectos de polarización vertical	X	X	X
8) Radiales	X	X	
9) Orbitas			
a) Orbitas de 20 ó 25 millas (ayudas terminales)	X	X	X
b) Orbits de 40 millas (no se necesita para la ayuda terminal)	X	X	
10) Cobertura	X	X	X
11) Interferencias en la frecuencia	i)	X	X
12) Puntos de verificación del receptor		X	X
13) Monitores		X	ii)
14) Equipo de reserva.		X	X
15) Energía eléctrica de reserva		X	iii)
16) Instalaciones correlacionadas.		X	X

2.1.4 **Radial de Referencia:** Esta evaluación es realizada para determinar el curso de alineación inicial de la estación y corregirlo si es necesario. Durante esta prueba serán revisados los niveles de modulación de la señal irradiada.

2.1.4.1 El piloto ubicará la Aeronave de Verificación sobre el radial de referencia y volará hacia o desde la estación, sobre dicho radial, a una velocidad constante. El Inspector de Verificación y Mantenimiento de Radioayudas grabará la curva de errores de marcación entre las 10 y 25 millas de la estación VOR.

2.1.4.2 **Modulación:** El propósito de esta evaluación es determinar que las modulaciones de la señal irradiada se encuentran dentro de los niveles correctos, en caso contrario se ajustarán para llevarlos a tolerancia.

- 2.1.5 **Sensibilidad de Rumbo:** La sensibilidad de rumbo deberá establecerse y ajustarse en el radial de referencia. La sensibilidad correcta se establecerá volando en rumbo directamente hacia la estación VOR o en dirección contraria, a una distancia entre 10 a 20 millas de la estación.
- 2.1.6 **Efecto de Polarización Vertical:** Este efecto se produce cuando elementos de soporte verticales del sistema de antenas radian energía de RF polarizada verticalmente. Esto debe ser inspeccionado para asegurarse que dicha señal no afecte adversamente la estructura de curso del VOR. Se realiza volando desde o hacia la estación VOR a lo largo de un radial entre las 10 a 20 millas de la estación, inclinando la Aeronave de Verificación 30° con respecto al eje longitudinal, volviendo momentáneamente al vuelo recto y nivelado, para luego inclinarlo hacia el lado contrario 30°, retomando el vuelo recto y nivelado nuevamente. Durante la inclinación de la aeronave, los cambios de curso y dirección se deberán mantener al mínimo.
- 2.1.7 **Radiales:** Estas evaluaciones se hacen para determinar que los radiales del VOR están adecuadamente alineados y que no existan codos, desigualdades u ondeos fuera de tolerancias. Los radiales serán volados desde o hacia la estación VOR aproximadamente a 1000 pies sobre el terreno (1500 pies en sectores montañosos, salvo condiciones especiales en cada sitio) para una distancia de 40 millas para un VOR de ruta o 25 millas para un VOR terminal.
- 2.1.8 **Orbitas:** Esta evaluación se hace para determinar la distribución total de los errores de curso de la estación y efectuar los ajustes que sean necesarios, para llevarlos dentro de tolerancia o si esto no es posible, brindar la información para la imposición de restricciones al uso del VOR. La Aeronave de Verificación volará en una órbita alrededor de la estación a una altitud de 1000 pies (1500 pies en sectores montañosos, salvo condiciones especiales en cada sitio) sobre el terreno y a la máxima distancia establecida para el tipo de servicio del VOR inspeccionado.
- 2.1.9 **Cobertura:** Este es un procedimiento, por medio del cual, los datos obtenidos durante la Inspección en Vuelo son analizados para determinar el volumen de espacio aéreo en el cual la estación provee señales útiles y confiables.
- 2.1.10 **Interferencias en la frecuencia:** Ocasionalmente se encuentran interferencias, que pueden tener su origen en varios medios, como por ejemplo, en plantas industriales u hospitales, o en interferencias de canal común procedentes de instalaciones que trabajan en la misma longitud de onda. Las mediciones deberán efectuarse dentro del volumen de servicio asignado de la instalación, volando en línea recta horizontal y/o ejecutando virajes o circuitos de espera en las intersecciones donde las aeronaves que recorren las aerovías habrán de realizar tales maniobras.
- 2.1.11 **Puntos de Verificación del Receptor:** Los puntos de verificación del receptor ya sea en tierra o en vuelo tienen por objeto permitir al usuario del VOR, determinar la precisión de su receptor a bordo por comparación con la señal radiada establecida mediante una Inspección en Vuelo.
- 2.1.12 **Monitores:** Se necesita comprobar los monitores en los casos siguientes:
- Durante las inspecciones de Comisionamiento;
 - Durante las inspecciones subsiguientes, si la alineación en el radial de referencia ha variado en más de un grado con respecto a la alineación establecida la última vez y el equipo de control no ha producido la respectiva alarma.
- 2.1.13 **Equipo de Reserva (Secundario):** Se deben comprobar ambos transmisores en lo referente

a cada punto de la lista de Verificaciones (Véase Tabla I.2.1; excepto el inciso 9b) (órbita de 40 millas). Respecto al inciso 8 (radiales), de la referida tabla, los transmisores pueden verificarse alternando uno y otro mientras se vuela en radial(es), comparando la alineación, estructura, intensidad de la señal y corriente de banderín obtenidas con cada uno de ellos.

- 2.1.14 **Energía Eléctrica de Reserva:** La fuente de alimentación de reserva, cuando se halla provista, debe comprobarse durante la inspección de comisionamiento. Inspecciones subsiguientes no deberían ser necesarias, a menos que hubiese un informe de que la instalación actúa de una manera deficiente cuando se está utilizando dicha fuente.
- 2.1.15 **Instalaciones Correlacionadas:** Las instalaciones correlacionadas con el VOR, tales como Radiobalizas, Equipo Radiotelemétrico, Ayudas luminosas (incluso aquéllas que en el campo de aviación sostienen los mínimos de visibilidad para un procedimiento de aproximación conexo), comunicaciones, etc., se inspeccionarán juntamente con el VOR; a excepción de inspecciones especiales o de comisionamiento de la instalación correlacionada individual. La información sobre el desempeño de tales instalaciones podrá incluirse en el informe sobre el VOR con el que fueron verificadas.

2.2 MODULACIONES

La portadora de radiofrecuencia, tal como se observe desde cualquier punto en el espacio, se modulará en amplitud por diferentes señales, de la siguiente manera:

- 2.2.1 Una subportadora de 9960 Hz, de amplitud constante, modulada en Frecuencia:
- 2.2.1.1 Para el VOR convencional, la componente de 30 Hz de esta subportadora modulada en frecuencia es fija independiente del azimut y se denomina “fase de referencia”.
- 2.2.1.2 Para el VOR Doppler, la fase de la componente de 30 Hz, varía con el azimut y se denomina “fase variable”.
- 2.2.2 Una componente modulada en amplitud a 30 Hz:
- 2.2.2.1 Para el VOR convencional, esta componente es el resultado de la rotación de un diagrama de campo cuya fase varía con el azimut y se denomina “fase variable”.
- 2.2.2.2 Para el VOR Doppler, esta componente de fase constante en relación con el azimut, de amplitud constante, se radia omnidireccionalmente y se denomina “fase de referencia”.
- 2.2.3 Una señal de identificación en Código Morse Internacional, consistente de tres letras, se emite a una velocidad de 7 palabras por minuto, aproximadamente. La señal se repite tres veces cada 30 segundos y el tono de modulación es de 1020 Hz.
- 2.2.4 Una señal opcional de voz que permite al usuario recibir comunicaciones de radio, información de tiempo y altímetro, del tráfico aéreo y las asesorías del aeropuerto.

2.3 TOLERANCIAS

Todos los VOR instalados en La República de Guatemala deberán cumplir las tolerancias especificadas a continuación para que se les pueda clasificar como “Sin restricciones”.

2.3.1 Modulaciones:

2.3.1.1 La profundidad de modulación de la portadora de radiofrecuencia debida a la subportadora de 9960 Hz, estará comprendida entre los límites de 28 y 32 %.

2.3.1.2 La profundidad de modulación de la portadora de radiofrecuencia, debida a la señal Variable de 30 Hz, tal como se observe desde cualquier ángulo de elevación hasta 5°, estará comprendida dentro de los límites de 28 y 32 %.

2.3.1.3 La relación de desviación de la subportadora de 9960 Hz, estará comprendida entre los límites de 15 a 17 (16 ± 1)

2.3.1.4 La profundidad a que se module la señal portadora por la señal de identificación en clave se aproximará al 10%, pero no excederá dicho valor, si bien cuando no se proporcione un canal de comunicación, se puede permitir aumentar la modulación por la señal de la modulación en clave hasta un valor que no sobrepase el 20%.

2.3.1.5 La profundidad a que se module la señal portadora por la señal de voz, cuando se utilice, se aproximará al 30%.

2.3.1.6 En el caso de que se utilice el canal de voz, la profundidad de modulación en clave deberá ser $5 \pm 1\%$, a fin de proporcionar una calidad satisfactoria de voz.

2.3.1.7 La modulación vocal no deberá perturbar la estructura del rumbo en más de $\pm 5 \mu A$.

2.3.2 Sensibilidad de rumbo: La sensibilidad del rumbo deberá ser de $20.0^\circ \pm 2.0^\circ$.

2.3.3 Efectos de polarización: La desviación máxima permisible del rumbo causado por los efectos de polarización vertical no excederá los 2.0° .

2.3.4 Radiales:

2.3.4.1 Alineación:

2.3.4.1.1 La alineación de todos los radiales debe estar dentro de $\pm 2.50^\circ$ del azimut magnético correcto.

2.3.4.1.2 La alineación del radial de referencia deberá establecerse de modo que no exceda $\pm 1.0^\circ$ grados del azimut magnético correcto.

2.3.4.2 **Codos:** Las desviaciones de curso debido a los codos no deberán exceder los 3.5° del azimut magnético correcto y no deberán exceder los 3.5° con respecto a la alineación del rumbo medio calculado.

2.3.4.3 **Desigualdades y Ondeos:** Las desviaciones momentáneas del curso debidas a desigualdades, al ondeo o a combinaciones de ambos, no deben exceder de 3.0° con respecto al rumbo medio.

2.3.5 **Intensidad de la Señal:** La intensidad de la señal es satisfactoria cuando la señal de RF recibida es igual o superior a 5 microvoltios ó -93 dBm .

2.3.6 **Cobertura:** Debe ser de 40 millas, a la altura mínima determinada, basándose en los criterios que rijan para el margen vertical sobre el terreno y sobre los obstáculos; debe ser de 25 millas

en el caso de instalaciones terminales. El nivel de señal mínimo en la entrada al receptor es de 5 μ V y la corriente de banderín, medidos ambos en los límites de cobertura, debe ser superior a 240 μ A.

- 2.3.7 **Puntos de verificación de los Receptores:** En los puntos de verificación de los receptores a bordo, todos los parámetros deberán cumplir con las tolerancias; el alineamiento deberá estar dentro de $\pm 1.5^\circ$ del azimut publicado.
- 2.3.8 **Monitor:** La referencia del monitor de azimut de los transmisores deberá ser $\pm 1.0^\circ$.
- 2.3.9 **Equipo de Reserva (Secundario):** Los transmisores de reserva deberán cumplir con todas las tolerancias; la diferencia en el alineamiento del azimut entre transmisores no deberá ser superior a 1.0° .
- 2.3.10 **Energía de Reserva:** cuando se opera con energía de reserva ningún parámetro deberá exceder las tolerancias establecidas.

Nota: Esta inspección se deberá realizar al ser asignada su frecuencia permanente. La frecuencia utilizada para el levantamiento aéreo del lugar de emplazamiento no será la asignada como tal. Cuando sea necesario, según se especifica en 2.3.12 y 2.3.14.-

2.4 PERIODICIDAD DE INSPECCIÓN EN VUELO PARA LOS CVOR Y DVOR

Para poder desarrollar el programa de inspección de estas Radioayudas, es necesario que se tomen en cuenta las recomendaciones vertidas en la sección 1.12, con relación a la periodicidad. De estas consideraciones tenemos que los equipos CVOR y DVOR pueden ser agrupados en dos clases: A y B.

- 2.4.1 **CLASE A:** Contaran con una periodicidad de evaluación en vuelo cada 365 días y en tierra tentativamente cada 180 días, por parte de los técnicos de mantenimiento de Radioayudas, tomándose en cuenta la posibilidad de que una de las evaluaciones en tierra sea desarrollada previamente a la realización de la Inspección en Vuelo. Esta clase comprende a todos aquellos equipos VOR o DVOR que cumplan suficiente y satisfactoriamente las siguientes consideraciones:

1. Fiabilidad y Estabilidad completa de los equipos, reflejada en la toma de parámetros de operación y mediciones, sin observancia de cambios significativos, con pocos ajustes en la corrección de parámetros durante la Inspección en Vuelo.
2. Correlación completa entre la toma de datos en tierra y en vuelo.
3. Mínimo Mantenimiento Correctivo desarrollado en los equipos, garantizando de esta forma que no se produzcan variaciones en los parámetros de la señal radiada.
4. Seguridad de que el entorno operativo de la estación no está siendo afectado por nuevos obstáculos que puedan influir desfavorablemente en el patrón de señal radiado.

- 2.4.2 **CLASE B:** Contarán con una periodicidad de Inspección en Vuelo de 181 días, así también se desarrollará una inspección en tierra entre cada período de Inspección en Vuelo, preferiblemente un mes previo al desarrollo de la Inspección en Vuelo, ambas a ser desarrolladas por parte de los Inspectores de Verificación y del personal técnico encargado del

Mantenimiento de Radioayudas. Estarán comprendidos todos aquellos equipos VOR y DVOR que se vean afectados por cualquiera de las siguientes consideraciones:

1. Inestabilidad observada en los equipos, reflejada en los cambios de valor en sus parámetros de operación o mediciones efectuadas en tierra; de igual forma, por la corrección de parámetros discrepantes encontrados durante la Inspección en Vuelo.
2. Falta de correlación entre los datos obtenidos en tierra y en vuelo.
3. Mantenimiento correctivo frecuentemente desarrollado en los equipos.
4. Entorno operativo con limitaciones significativas o de tipo cambiante; incluye todo factor externo a la Radioayuda, que modifique el patrón de señal radiado.

2.4.3 El ente verificador evaluará y determinará para cada CVOR o DVOR, la clasificación a la cual pertenecen, previo análisis al respecto. Será su permanente responsabilidad el monitoreo de las mencionadas consideraciones (para la CLASE A y la CLASE B), a efecto de reclasificar dichos sistemas si las condiciones así lo demandaren.

2.5 CATEGORÍAS DE LAS INSPECCIONES EN VUELO

Las inspecciones en vuelo comprenden las siguientes categorías básicas:

- 2.5.1 **Inspecciones de Emplazamiento:** Es opcional y se lleva a cabo a iniciativa de la Gerencia C.N.S., se realiza a fin de apoyar en las acciones orientadas a determinar, si el lugar de emplazamiento propuesto para la instalación permanente del equipo terrestre VOR /DVOR podría ser adecuado.
- 2.5.2 **Inspección de Comisionamiento:** Se trata de una inspección amplia para obtener datos en detalle y lo más completos posibles sobre el desempeño de la instalación VOR/DVOR y para determinar si ésta, tal como está instalada, llena todos los requisitos relativos al funcionamiento y a la normativa establecida en este manual.
- 2.5.3 **Inspección Periódica:** Esta es una Inspección en Vuelo programada, efectuada regularmente para determinar si el desempeño de la instalación VOR sigue satisfaciendo las respectivas normas y requisitos de funcionamiento.
- 2.5.4 **Inspección Especial:** Esta Inspección en Vuelo es necesaria en caso de sospecha de funcionamiento defectuoso de la Estación VOR, después de un incidente/o accidente de aviación, periodo de verificación vencido, etc.

Las siguientes actividades también requieren de una inspección especial:

- a) Cambios mayores en la edificación o en los obstáculos locales, que puedan afectar la intensidad de las señales o la alineación de rumbo,
- b) Modernización o mantenimiento correctivo de índole mayor en el sistema de antenas o en la contra antena, incluyendo el reemplazo del sistema de antenas en su totalidad;
- c) Cambio de frecuencia de trabajo;
- d) Cambio de potencia de salida del transmisor; y
- e) Realineación de rumbos.

2.6 RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

En la tabla I-2-2, se establece un resumen de parámetros y tolerancias bajo consideración durante la Inspección en Vuelo de los equipos VOR.

2.7 RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN TIERRA.

En la tabla I-2-3, se establece el resumen de parámetros y tolerancias a considerar durante la Inspección en Tierra de los equipos VOR.

2.8 PROCEDIMIENTOS Y MANIOBRAS PARA INSPECCIÓN EN VUELO.

En la Tabla I-2-4, se establece el orden a seguir durante el desarrollo de los procedimientos y maniobras a realizar en el proceso de Inspección en Vuelo de los Equipos VOR.

Tabla I-2-2. Parámetros y Tolerancias del VOR para la Inspección en Vuelo.

Parámetro	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Medición.	Tolerancia	Tipo de Inspección
Rotación	3.3.1.1	2.3.4	Sentido Horario	Correcta	S, C, P
Sentido	3.3.1.3	2.3.3	Corrección	Correcta	S, C, P
Polarización	3.3.3.1	2.3.5	Desviación	$\pm 2.0^\circ$	S, C, P
Exactitud del Patrón					
Alineación				$\pm 2.0^\circ$	
Codos (B)	3.3.3	2.3.9 a 2.3.11	Desviación	$\pm 3.5^\circ$	S, C, P
Oscilación Rítmica (R y S).				$\pm 3.0^\circ$	
Cobertura	3.3.4	2.3.15	Intensidad de		C
		2.3.16	Campo	90 $\mu\text{V/m}$	

Modulación					
9960 Hz	3.3.5	2.3.17	Profundidad de Modulación	28 a 32%	S, C, P
30 Hz					
Identificación	3.3.6.7	3.3.15	Claridad	Clara	C, P
Monitores		2.3.22 a	Desviación		C
	3.3.7.1	2.3.25		±1°	
Equipo de Reserva		2.3.28 2.3.29	Compatibilidad		C, P
Energía de Reserva.		2.3.31	Compatibilidad		C, P

Leyenda: C= Comisionamiento.
P= Periódica.
S= Prueba de Sitio.

B= Bends.
R= Roughness.
S= Scalloping.

Tabla I-2-3. Parámetros y Tolerancias del VOR para la Inspección en Tierra.

Parámetro a Evaluar	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Medición.	Tolerancia
Rotación	3.3.1.1	2.2.4	Sentido Horario	Correcta
Sentido	3.3.1.3	2.2.5	Corrección	Correcta
Frecuencia Portadora	3.3.2	2.2.6	Frecuencia	$\pm 0.002\%$
Polarización	3.3.3.1	2.2.34	Desviación	$\pm 2.0^\circ$
Exactitud del Patrón	3.3.3.2	2.2.7 2.2,8	Alineamiento	$\pm 2.0^\circ$
Cobertura	3.3.4	2.2.9	Intensidad de Campo	90 $\mu\text{V}/\text{m}$
Desviación 9,960 Hz	3.3.5.1	2.2.11	Relación	16 ± 1
Modulación 9960 Hz 30 Hz	3.3.5.2 3.3.5.3	2.2.15 2.2.18	Profundidad de modulación	28 a 32%
Frecuencia de Modulación 30 Hz	3.3.5.4	2.2.19	Frecuencia	30 Hz $\pm 1\%$
Frecuencia de Sub-portadora 9,960 Hz	3.3.5.5	2.2.20	Frecuencia	9,960 Hz $\pm 1\%$
CVOR Modulación AM de Subportadora 9,960 Hz	3.3.5.6	2.2.21	Profundidad de Modulación	$\leq 5\%$
DVOR Modulación AM de Subportadora 9,960 Hz	3.3.5.6	2.2.22	Profundidad de Modulación	$\leq 40\%$
			Profundidad de Modulación	9,960 = 0 dB ref.

Nivel de Bandas Laterales en Armónicas 9,960 Hz	3.3.5.7	2.2.23	2da Armónica Armónica Armónica 3ra 4ta	$\leq -30 \text{ dB} \leq -50 \text{ dB} \leq -60 \text{ dB}$
Velocidad Identificación	3.3.6.5	2.2.27	Tiempo	7 palabras/min.
Repetición Identificación	3.3.6.5	2.2.28	Tiempo	≥ 2 veces/min.
Frecuencia Tono Identificación	3.3.6.5	2.2.29	Frecuencia	$1,020 \pm 50 \text{ Hz}$
Monitor de Detector Rumbo	3.3.7.1	2.2.32	Desviación	$\pm 1^\circ$
Lecturas y Limites de Alarma en Monitor			Lecturas y Seteos	De acuerdo a Normativa Int'l.
Equipo de Reserva			Compatibilidad	
Energía de Reserva.			Compatibilidad	

Tabla I-2-4. Procedimientos y Maniobras para Inspección en Vuelo de los Equipos VOR.

Nombre Facilidad:		Ubicación:		Ident.:	Cat.:	Frecuencia:	Tipo de Verificación:		Tipo de equipo:
Coordenadas: WGS84		Latitud:		Longitud:		Variación Magnética:			
Verificación requerida	Configuración del equipo	Procedimiento	Altitud		Resultados		Observaciones		
			Distancia	Optimo	Tolerancia				
Identificación	Normal	En todo momento			Claro y audible	Código identificación correcta y sin efecto sobre el curso			
Voz	Normal	En todo momento			Claridad	No deberá causar mas de $\pm 0.5^\circ$ de desviación de curso			
Sensibilidad	Normal	Vuelo hacia afuera de la estación			Indicación "from"	El indicador de la Aeronave de Verificación deberá señalar apropiadamente "from"			
Rotación	Normal	Vuelo de órbita en sentido contrario a las agujas del reloj	4,500' AGL		Indicación del "OBS" decreciente				
			8 NM						
Radial de referencia	Normal	Establecimiento en vuelo de radial de referencia	4,500' AGL		Error de alineamiento 0°	$\pm 1^\circ$			
			2 a 20 NM						
Modulaciones	Normal	Vuelo de radial de referencia	3000' AGL		30 Hz AM: 30% 30 Hz FM: 16 9960 Hz: 30 %	30 Hz AM $\pm 2\%$ 30 Hz FM ± 1 9960 Hz $\pm 2\%$			
			2 a 20 NM						
Polarización	Normal	Vuelo de radial de referencia Banqueo de aeronave de verificación 30° a cada lado	3000' AGL		0°	$\leq 2^\circ$			
			16 NM hacia afuera						

Nota: Durante la Inspección de Comisionamiento se considera el vuelo de Órbita de Cobertura de 40 nm y vuelo de Cobertura de Radiales para todas las rutas que soporta la Radiofacilidad.

CAPITULO 3 EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA (DME)

3.1 INTRODUCCIÓN

El DME proporciona una indicación continua y precisa, en la cabina de mando de una aeronave equipada al efecto, de la distancia oblicua que existe entre esta aeronave y una instalación de referencia en tierra.

3.2 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

Ya que generalmente, el DME se instala en combinación con una radioayuda de VHF para la navegación (VOR o ILS), la comprobación general del funcionamiento satisfactorio del mismo se efectúa cuando se está verificando en vuelo la radioayuda correlacionada. Salvo en el caso de pruebas especiales relacionadas sólo con un número limitado de ítems, las inspecciones en vuelo deben abarcar, en principio las evaluaciones según se muestra en la tabla I-3-1.

3.3 GENERALIDADES

- 3.3.1 El sistema está compuesto de dos partes básicas, una instalada en el avión y la otra en tierra. La parte instalada en la aeronave se llama interrogador y la de tierra, transpondedor.
- 3.3.2 El sistema proporcionará un medio para medir la distancia oblicua desde una aeronave hasta un transpondedor elegido, dentro del límite de la cobertura prescrita por los requisitos operacionales de dicho transpondedor.
- 3.3.3 En lugares donde por razones operativas o de control de tránsito aéreo, tales como la intensidad del tránsito aéreo o la proximidad de rutas, haya necesidad de un servicio de navegación de más precisión que la proporcionada por el VOR, se instalará y mantendrá en funcionamiento un DME en complemento al VOR.
- 3.3.4 Cuando no sea factible instalar Radiobalizas VHF para el ILS, un DME convenientemente situado, junto con el sistema monitor correspondiente más el equipo de mando y señalización a distancia, constituirá otra solución aceptable para reemplazar la totalidad o parte del elemento Radiobaliza de ese ILS.

3.4 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

Ya que generalmente, el DME se instala en combinación con una radio ayuda de VHF para la navegación (VOR o ILS), la comprobación general del funcionamiento satisfactorio del mismo se efectúa cuando se está verificando en vuelo la radio ayuda correlacionada. Salvo en el caso de pruebas especiales relacionadas sólo con un número limitado de ítems, las inspecciones en vuelo deben abarcar, en principio, las evaluaciones según se muestra en la tabla I-3-1.

- 3.4.1 **Cobertura.** La cobertura es verificada a través del nivel de AGC del receptor DME en el AFIS.
 - 3.4.1.1 **Cobertura Horizontal:** Se volará una órbita cuyo radio dependerá del volumen de servicio de la Radio ayuda asociada, alrededor de la antena de la estación terrestre y a una altitud correspondiente a un ángulo de elevación de aproximadamente 0.5° sobre el emplazamiento de la antena, o 450 metros (1500 pies) por encima del terreno circundante; utilizando el valor que sea mayor. Ya que el vuelo se realizará cerca del horizonte radio, es posible evaluar las variaciones de la intensidad de campo, registrando el nivel de voltaje del Control Automático de Ganancia. Vuelos de Inspección de la cobertura al radio máximo y a

mínima amplitud, como deben estar prescritas por los requerimientos operacionales del transpondedor seleccionado, son usualmente necesarios solamente en el caso de comprobaciones para el Comisionamiento, después de modificaciones importantes en el equipo terrestre o si se han erigido grandes construcciones en la proximidad de la antena.

Tabla I-3-1. Lista de Parámetros a Evaluar en las Inspecciones Aéreas al DME.

<u>Clase de Inspección</u>			
<u>Parámetro</u>	<u>Emplazamiento</u>	<u>Comisionamiento</u>	<u>Periódica</u>
a) Cobertura.	X	X	i
b) Exactitud.	X	X	i
c) Forma de los pulsos	X	X	X
d) Espaciamiento de los pulsos	X	X	X
e) Identificación.	X	X	X
f) Protección de canales Adyacentes (ii)		X	X
g) Eficiencia de respuesta	X	X	X
h) Pérdidas de seguimiento.	X	X	X
i) Equipo de reserva.	X	X	X
j) Energía eléctrica de reserva.		X	iii

i) La cobertura y exactitud puede verificarse al hacer la inspección de radiales y aproximaciones.
 ii) Sólo se verificará durante las inspecciones de sitio propuesto, cuando se ha asignado ya una frecuencia operativa permanente.
 iii) Cuando sea necesario.

La intensidad de la señal en el receptor del AFIS es generalmente el adecuado para mantener el interrogador en el modo de seguimiento.

3.4.1.2 Cobertura Vertical: Se realiza un vuelo horizontal aproximadamente a 1,500 metros (5,000 pies) sobre un rumbo que haya resultado apropiado. El Inspector de verificación grabará el nivel de RF o el AGC del interrogador correspondiente al AFIS. En el espacio aéreo donde los procedimientos están basados en el uso del DME, se evaluará la mínima altitud de vuelo. El copiloto comprobará que la aeronave está recibiendo información de distancia adecuada en los puntos de notificación del Control de Tránsito Aéreo, a lo largo de las rutas aéreas. Registrando el voltaje de AGC se puede verificar si el sistema interrogador/transpondedor está funcionando correctamente en cada punto del espacio aéreo inspeccionado.

- 3.4.2 **Precisión.** La precisión de la distancia del DME se verificará durante las inspecciones de radiales, órbitas, procedimientos de aproximación y puntos de posición del DME. La lectura indicada por el DME en el AFIS se registrará gráficamente en la grabación y se comparará con las marcas de evento que hace el piloto al sobrevolar puntos de referencia medidos en tierra. Para la determinación de la exactitud debe convertirse la distancia del mapa a distancia oblicua, que es la indicada por el DME. Las tolerancias de exactitud deben incluir los errores inherentes de los equipos de abordaje y de los mapas usados.
- 3.4.3 **Forma de los Pulsos.** Ya que no es fácil medir la forma de los pulsos de la señal del transpondedor DME en una órbita o en un vuelo de un radial, debido a los efectos de múltiple respuestas y las variaciones en la amplitud de la señal de RF a lo largo de la ruta de vuelo, el método más apropiado es almacenar una forma de onda de un par de pulsos en un osciloscopio digital y usar las funciones de tiempo del instrumento para promediar los parámetros calculados sobre una serie de muestras.
- 3.4.4 **Espaciamiento de los Pulsos.** El mismo procedimiento aplica para la medición del espaciamiento de los pulsos como para la forma de los mismos.
- 3.4.5 **Identificación.** Se debe verificar si la señal de identificación es correcta y clara. En el caso de un DME que funciona en combinación con una instalación VHF de navegación, debe comprobarse la sincronización correcta de las dos señales de identificación, cuya frecuencia del tono deberá ser $1,350 \text{ Hz} \pm 10 \text{ Hz}$.
- 3.4.6 **Protección de Canales Adyacentes.** La Aeronave de Verificación debe volar un radial a una altura de 900 metros (3,000 pies) aproximadamente, hasta un punto situado a unas 10 millas de la estación DME, a un ángulo vertical correspondiente al máximo del diagrama de radiación del respondedor. Al comenzar la aproximación hacia la estación DME, se deberá sintonizar otro canal, a fin de desplazar la frecuencia en 3 MHz como mínimo, y esperar que el interrogador se haya desacoplado; luego se selecciona un canal adyacente al que se utilizó inicialmente. A medida que se va aproximando a la estación DME, se deberá hacer lo siguiente:
- Se registrará el nivel de la señal AGC.
 - Se deberá estar atento a la identificación.
 - Se observará si el interrogador se está acoplando y se tomará nota de la distancia a la que resulta audible la identificación, así como el instante en que tiene lugar el acoplamiento.
- Este procedimiento debe repetirse una vez más para verificar el funcionamiento del sistema en el otro canal adyacente. Estos vuelos pueden efectuarse en los radiales de aerovías que se vuelan normalmente durante las inspecciones en vuelo del VOR correspondiente.
- 3.4.7 **Eficiencia de Respuesta.** La eficiencia de las respuestas debe ser monitoreada y grabada durante toda la Inspección en Vuelo. Esto brindará datos concernientes al servicio prestado por el transpondedor a los aviones dentro del área de servicio. Esta información se utilizará para determinar áreas problemáticas debido a multipath e interferencias.
- 3.4.8 **Pérdidas de Seguimiento.** Áreas donde hay persistentes pérdidas de seguimiento deberán ser investigadas a fin de tomar acciones correctivas, tales como elevar el mínimo del nivel de vuelo establecido para el sector.

- 3.4.9 **Equipo de Reserva (Secundario).** El transpondedor DME de reserva (secundario) debe inspeccionarse en diferentes puntos para comprobar que satisface las mismas tolerancias que el equipo principal. Esto debe hacerse en los puntos más críticos durante el comisionamiento de la instalación, para obtener la comparación deseada. Estos puntos se encontrarán normalmente a las distancias orbitales o radiales.
- 3.4.10 **Energía Eléctrica de Reserva.** Normalmente, la energía eléctrica de reserva puede verificarse de manera satisfactoria en tierra. Sin embargo, durante las Verificaciones de puesta en servicio, y en cada verificación periódica, se comprueba observando el funcionamiento con energía de reserva, para constatar si existe una diferencia apreciable en las características de la señal radiada.
- 3.4.11 **Monitor.** Los monitores de la instalación terrestre son muy exactos y confiables. La precisión y confiabilidad de estos monitores DME además de los medios para verificarlos en tierra han sido aceptados como suficientes, ya que muy raras veces se ha hallado un DME fuera de tolerancias. Por lo tanto, estos monitores no se comprobarán en vuelo.

3.5 TOLERANCIAS

- 3.5.1 **Identificación.** El tono de identificación será claro e interrumpido y estará debidamente espaciado respecto a la señal de identificación del ILS o VOR con el que está asociado.
- 3.5.2 **Cobertura.** La cobertura del DME deberá ser por lo menos y en la medida posible, igual a la cobertura del equipo al que está asociado (VOR o ILS). La densidad de campo del nivel de señal será ≥ -89 dbm/m² en los límites o requerimientos operacionales.
- 3.5.3 **Precisión.** El transpondedor no contribuirá con un error mayor de $\pm 1\mu\text{s}$ [150 m (500 ft)] al error total del sistema. El transpondedor asociado a una ayuda para el aterrizaje no contribuirá con un error mayor de $\pm 0.5\mu\text{s}$ [75 m (250 ft)] al error del sistema.
- 3.5.4 **Forma de los Pulsos.** El ancho del pulso tendrá una duración de $3.5\mu\text{s}$, $\pm 0.5\mu\text{s}$, con un tiempo de subida de los pulsos $\leq 3\mu\text{s}$. El tiempo de retardo de los pulsos será $\leq 3.5\mu\text{s}$.
- 3.5.5 **Espaciamiento de los Pulsos.** El espaciamiento de los pulsos es el siguiente:
- Canal X: $12\mu\text{s} \pm 0.25\mu\text{s}$ Interrogación y Respuesta.
- Canal Y: $30\mu\text{s} \pm 0.25\mu\text{s}$. Interrogación y Respuesta.
- 3.5.6 **Interferencia de Frecuencia.** Toda falta de selectividad debe evaluarse en función de las dificultades que puedan surgir durante el uso operacional. Sobre todo, no debe haber riesgo de acoplamiento con el transpondedor en pruebas cuando el interrogador del AFIS está sintonizado a una estación DME vecina.
- 3.5.7 **Equipo de Reserva (Secundario)** No debe haber diferencias apreciables entre los equipos principal y de reserva, en lo que respecta a las características del respondedor en cobertura, espectro de impulsos, etc. La diferencia de distancia indicada entre un equipo y el otro no debe ser mayor que 0.2 millas.
- 3.5.8 **Energía Eléctrica de Reserva.** Al conmutar el respondedor a la energía eléctrica de reserva, sus características (cobertura, espectro de impulsos, etc.) no deben experimentar mayor empeoramiento.

3.6 ANÁLISIS

3.6.1 Cobertura.

3.6.1.1 **Cobertura Horizontal:** Si se considera necesario, se puede trazar la cobertura del transpondedor y compararla, de ser posible, con el perfil del horizonte en el emplazamiento del DME, para determinar si dicha cobertura satisface las previsiones relativas al alcance óptico. Sin embargo, para el análisis normal suele ser suficiente identificar los sectores en los cuales la cobertura no es satisfactoria por medio de las anotaciones en las hojas de datos de inspección en vuelo.

3.6.1.2 **Cobertura Vertical:** Las mediciones efectuadas en vuelo proporcionan datos para trazar un gráfico que muestre el alcance en relación con la altitud. Tal gráfico permite lo siguiente:

- a) Formar una imagen clara de los diversos lóbulos del diagrama de radiación y evaluar, de este modo, las características de la antena y el medio ambiente de ésta;
- b) Representar el cono visto directamente desde la vertical de la antena; y
- c) Anticipar cualquier limitación de la cobertura del transpondedor y las implicancias operacionales de dichas limitaciones.

3.6.2 **Precisión.** La precisión debe corresponder a la del interrogador DME utilizado a bordo. Todas las distancias medidas por encima de un ángulo vertical de 5 grados tendrán que convertirse de distancias oblicuas a distancias de mapas antes de decidir si existe un error grave.

3.7 RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

En la tabla I-3-2, se establece un resumen de parámetros y tolerancias bajo consideración, durante la Inspección en Vuelo de los equipos DME.

3.8 RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN TIERRA

En la tabla I-3.3, se establece el resumen de parámetros y tolerancias bajo consideración, durante la Inspección en Tierra de los equipos DME.

3.9 PROCEDIMIENTOS Y MANIOBRAS PARA INSPECCIÓN EN VUELO

El equipo DME es usualmente evaluado durante el desarrollo de todos los procedimientos de verificación del equipo con el cual trabaja asociado.

Tabla I-3-2. Parámetros y Tolerancias del DME para la Inspección en Vuelo.

Parámetro	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Medición.	Tolerancia	Tipo de Inspección
Cobertura	3.5.3.1.2	3.3.5 a 3.3.8	Nivel de AGC	Nivel de señal tal que la densidad de campo sea ≥ -89 dBW/m ² en los límites requerimientos operacionales.	S, C
Precisión	3.5.4.5	3.3.9	Distancia	≤ 150 m para DME asociados con ayudas para aterrizaje.	S, C, P
Forma de los pulsos	3.5.4.1.3	3.3.10	Tiempo, amplitud	Tiempo de subida ≤ 3 μ s Duración 3.5 μ s, ± 0.5 μ s Tiempo de retardo ≤ 3.5 μ s Amplitud, entre 95% de las amplitudes de subida/caída, $\geq 95\%$ de la máxima amplitud	S, C, P
Espaciamiento de los pulsos.	3.5.4.1.4	3.3.11	Tiempo, amplitud	Canal X: 12 ± 0.25 μ s Canal Y: 30 ± 0.25 μ s	S, C, P
Identificación	3.5.3.6	3.3.13	Identificación	Correcta, clara, adecuadamente sincronizada.	S, C, P
Eficiencia de Respuesta		3.3.14	Cambio en eficiencia, Posición	Identificar áreas donde este cambia significativamente.	S, C, P
Pérdidas de seguimiento		3.3.15	Desacople, Posición	Identificar áreas donde el desacople ocurre.	S, C, P
Equipo de reserva		3.3.16	Compatibilidad	Idéntico que el transmisor primario	S, C, P
Energía de reserva.		3.3.17	Compatibilidad	No debe afectar los parámetros del transpondedor.	S, C, P

Leyenda:

S= Prueba de Sitio.

C= Comisionamiento.

P= Periódica

Tabla I-3-3. Parámetros y Tolerancias del DME para la Inspección en Tierra.

Parámetro	Referencia Anexo 10 Volumen I	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Medición.	Tolerancia	Periodicidad
Transmisor	3.5.4.1.2	3.2.4	Frecuencia	Canal Asignado: $\pm 0.002\%$	12 meses
Estabilidad de Frecuencia	3.5.4.1.3	3.2.5	Potencia	Potencia radiada entre cada 0.5 MHz, banda centrada a ± 0.8 MHz de la frecuencia nominal no es mayor que 200 mW; potencia radiada entre cada 0.5 MHz, banda centrada a ± 2 MHz de la frecuencia nominal no es mayor que 2 mW. Amplitud de lóbulos sucesivos decrece en proporción a la separación de la frecuencia nominal.	6 meses
Forma de Pulsos	3.5.4.1.3	3.2.6	Tiempo, Amplitud	Rise Time $\leq 3 \mu s$ Duración $3.5 \mu s, \pm 0.5 \mu s$ Tiempo de Retardo $\leq 3.5 \mu s$ Amplitud, entre el 95% amplitudes subida/caída, $\geq 95\%$	6 meses
Espaciamiento de Pulsos	3.5.4.1.4	3.2.7	Tiempo	Canal X: $12 \pm 0.25 \mu s$ Canal Y: $30 \pm 0.25 \mu s$	6 meses
Potencia Pico de Salida (ver nota i)	3.5.4.1.5	3.2.8	Potencia	EIRP pico tal que la densidad de campo ≥ -89 dBW/m ² a los límites del volumen de servicio.	6 meses
Variación Pico	3.5.4.1.5.4	3.2.9	Potencia	Diferencia de Potencia entre un par de pulsos ≤ 1 dB	6 meses
Frecuencia de Repetición de Pulsos	3.5.4.1.5.6	3.2.10	Promedio	≥ 700 pps	6 meses
Receptor:					
- Estabilidad de Frecuencia	3.5.4.2.2	3.2.11	Frecuencia	Canal Asignado: $\pm 0.002\%$	6 meses
- Sensitividad (ver nota ii)	3.5.4.2.3.1	3.2.12	Potencia	Tal que la densidad de potencia en la antena sea ≥ -103 dBW/m ²	6 meses
- Variación de Sensitividad con carga.	3.5.4.2.3.5	3.2.13	Potencia	≤ 1 dB para cargas entre 0 y 90% del máximo promedio de transmisión	6 meses
- Ancho de Banda	3.5.4.2.6	3.2.14	-	Tal que la sensitividad se degrade ≤ 3 dB para frecuencia de interrogación con tendencia de ± 100 KHz.	6 meses

Parámetro	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Medición.	Tolerancia	Periodicidad
Decodificador	3.5.4.3	3.2.15	Validez	No respuesta a interrogaciones con espaciamiento de pulsos mayor que 2μ que el nominal	6 meses
Tiempo de Retardo	3.5.4.4	3.2.16	Tiempo	Canal X: $50 \mu s$ Canal Y: $56 \mu s$	6 meses
Identificación	3.5.3.6	3.2.17	Identificación	1,350 pares de pulsos durante los períodos de llaveo bajo propios de la	12 meses

				<p>secuencia del código Morse: Longitud puntos = 0.1 a 0.16 segundos. Longitud rayas = 0.3 a 0.48 segundos. Espaciamiento entre puntos y rayas = longitud punto \pm 10%, Espaciamiento entre letras \geq 3 puntos. Longitud total de una secuencia de código \leq 10 segundos.</p>	
Acción del Monitor	3.5.4.7.2.2	3.2.18	Tiempo	Monitor Alarma cuando: El retardo de respuestas varía más de 1 μ s (0.5 μ)	12 meses
Acción de Retardo del Monitor	3.5.4.7.2.5	-	Tiempo	Retardo \leq 10 segundos	12 meses

Notas:

- i. Potencia de Salida Pico deberá ser seteada como el comisionamiento;
- ii. Sensitividad del Receptor deberá ser seteada como al comisionamiento

CAPITULO 4 SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS (ILS)

4.1 INTRODUCCIÓN

El ILS provee guía de precisión a una aeronave durante la etapa final de la aproximación. El desempeño del ILS está dividido en tres categorías dependiendo de la confiabilidad, integridad y calidad de la guía, teniendo en la categoría III, los más estrictos requerimientos. El medio normal de asegurar que la señal irradiada del ILS cumple con las tolerancias especificadas y que la integridad operacional y el servicio del ILS se mantiene, es mediante una adecuada supervisión, la efectiva ejecución de las pruebas terrestres así como un mantenimiento integral y planificado. Pruebas en Vuelo son requeridas a fin de confirmar el ajuste correcto de todos los parámetros de la señal en el espacio, determinar la operación segura de la instalación así como la correlación periódica entre los patrones de señal observados en tierra y en el aire. Las señales en el espacio son evaluadas bajo las mismas condiciones tal como ellas son recibidas por el receptor de un avión y después de ser influenciadas por factores externos a la instalación, por ejemplo condiciones de sitio, irregularidades y/o conductividad del terreno, presencia de estructuras metálicas, efectos de propagación, etc.

4.2 GENERALIDADES

Un ILS comprende los siguientes elementos:

- 4.2.1 **El Localizador.** Opera en la banda de frecuencias de los 108 a los 112 MHz, brinda guía de azimut hasta una distancia máxima típica de 46.5 km (25 nm) desde el umbral de la pista.
- 4.2.2 **El equipo de Trayectoria de Planeo:** Opera en la banda de frecuencia desde los 329 hasta los 336 MHz, brindando una guía de elevación hasta una distancia típica de 18.5 km (10 nm) desde el umbral de la pista; y
- 4.2.3 **Los marcadores:** Operan en la frecuencia de 75 MHz, brindando información de posición a distancias específicas desde el umbral de la pista.

Nota: En ciertas pistas, un DME brinda la información de distancia en lugar de los marcadores.

4.3 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

Los parámetros a verificar en el Localizador y en el equipo de Trayectoria de Planeo están listados en las tablas I.4.1 y I.4.2, respectivamente. A partir de este listado se brinda una descripción de los procedimientos efectuados por la Aeronave de Verificación. Durante las Inspecciones en Vuelo, ciertos parámetros requieren el uso de dispositivos de posicionamiento y seguimiento de la Aeronave de Verificación a fin de brindar la posición exacta de la misma con respecto al curso del Localizador o al del equipo de Trayectoria de Planeo para el adecuado análisis del desempeño de éstos.

4.3.1 Localizador

- 4.3.1.1 **Identificación:** Esta verificación se lleva a cabo a fin de asegurar que la identificación del Localizador es clara, correcta, ajustada al adecuado nivel de audio y que no afecta la calidad del curso del Localizador. La identificación se analiza mientras la Aeronave de Verificación vuela en un arco de 20°, transversal a la prolongación del eje de pista (10° a cada lado del centro de la pista), a 18 millas de la estación y a 4,500 pies de altitud.

- 4.3.1.2 **Porcentaje de Modulación.** Esta verificación es realizada para confirmar que el porcentaje de modulación del Localizador está correctamente ajustado. Las lecturas del porcentaje de modulación se toman mientras la Aeronave de Verificación vuela hacia la estación, sobre la prolongación del eje de la pista, nivelado a 1,500 pies sobre el terreno, comenzando desde aproximadamente 15 millas de la estación hasta llegar aproximadamente a 3 millas del umbral.
- 4.3.1.3 **Balance de Modulación.** Esta verificación se realiza para confirmar que el balance de modulación del Localizador está correctamente ajustado. Las lecturas del balance de modulación se toman mientras la Aeronave de Verificación vuela hacia la estación, sobre la prolongación del eje de la pista, nivelado a 1,500 pies sobre el terreno, comenzando desde aproximadamente 15 millas de la estación hasta llegar aproximadamente a 3 millas del umbral.
- 4.3.1.4 **Faseo.** Esta verificación es realizada para confirmar que la relación de fase entre la portadora y las bandas laterales está correctamente ajustada. El Faseo se realiza mientras la Aeronave de Verificación vuela hacia la estación en un rumbo desplazado de 4° a 8° del centro de la prolongación del eje de la pista, nivelado a 1500 pies sobre el terreno, para una distancia entre las 10 y 3 millas de la estación.
- 4.3.1.5 **Ancho de Curso.** Esta verificación es llevada a cabo a fin de asegurar que el ancho de curso del Localizador está dentro de tolerancias y ajustarlo si es necesario. Durante el comisionamiento deberá ser ajustado al valor nominal. El ancho de curso se analiza mientras la Aeronave de Verificación vuela transversalmente al rumbo del Localizador, 10° a cada lado de éste, nivelado a 1500 pies sobre el terreno y a 10 millas de distancia de la estación.
- 4.3.1.6 **Simetría del Ancho de Curso.** Esta verificación es realizada a fin de obtener datos concernientes a la igualdad del ancho de curso en ambos lados del centro de pista y determinar si el ancho del curso es constante en todo tramo desde las 4 millas hasta el umbral. La simetría se analiza mientras la Aeronave de Verificación vuela, desplazada de la prolongación del eje de la pista, medio ancho de curso, en la trayectoria del Localizador. La maniobra comienza desde una distancia aproximada de 6 millas de la estación, terminando en el umbral de la pista. La maniobra se repite para el otro lado del eje de pista.
- 2.4.2.1 **Franqueamiento de Obstáculos.** El propósito de esta verificación es determinar si existe suficiente franqueamiento de obstáculos a través del área de uso publicado para el Localizador.
- Franqueamiento Normal:** Este se analiza mientras la Aeronave de Verificación vuela en un arco de 70° transversal a la prolongación del eje de la pista (35° a cada lado), nivelado a 1,000 pies sobre el terreno.
- Franqueamiento Angulo Alto:** Este se analiza mientras la Aeronave de Verificación vuela en un arco de 70° transversal a la prolongación del eje de la pista (35° a cada lado), nivelado a 4,500 pies sobre el terreno.
- 4.3.1.8 **Alineación y Estructura.** El propósito de esta verificación es primeramente, alinear el curso del Localizador sobre el centro de la pista y secundariamente, verificar la calidad del curso desde la máxima cobertura utilizable para asegurarse que cualesquiera irregularidades (codos, desigualdades y/o fluctuaciones) estén dentro de las tolerancias para la categoría aplicable al Localizador. La Alineación y la Estructura se analizan mientras la Aeronave de Verificación vuela establecida en el curso de aproximación del Localizador, terminando la maniobra sobre el umbral de la pista.

- 4.3.1.9 **Cobertura y Monitor de Potencia.** Esta verificación se realiza a fin de asegurar que el Localizador provee una señal completamente útil a través del volumen del espacio aéreo para el cual ha sido publicado, aun cuando opere a media potencia. La cobertura y el Monitor de Potencia se analizan mientras la Aeronave de Verificación vuela en el curso del Localizador alejándose de éste, comenzando a la altura de intercepción de la Trayectoria de Planeo y subiendo hasta alcanzar los 4,500 pies de altitud a 18 millas de la Estación. Seguidamente vuela un arco de 10° a cada lado del curso del Localizador. A continuación desciende a la mínima altitud de intercepción a las 18 millas y repite el arco; luego manteniendo la mínima altitud, vuela en el curso del Localizador hacia las antenas de éste.
- 4.3.1.10 **Polarización Vertical.** El propósito de esta verificación es determinar que no se encuentren efectos adversos mientras se vuela el Localizador, como resultado de radiación indeseable debido a componentes de la señal verticalmente polarizados. La Polarización se mide mientras la Aeronave de Verificación vuela sobre la prolongación del eje de pista alejándose de la estación, nivelado a 1,500 pies sobre el terreno, luego entre las 6 y 10 millas, inclina el avión hacia un lado y hacia el otro, 20° cada vez.
- 4.3.1.11 **Alineación de Monitores:** Esta verificación es realizada con el propósito de asegurar que los monitores estén debidamente ajustados y funcionando correctamente, sin permitir, por lo tanto, que sea irradiada la señal del Localizador cuando la alineación del curso esté fuera de tolerancias.
- 4.3.1.11.1 **Inicial (terrestre):** Para tomar los datos de la alineación de los monitores, la Aeronave de Verificación debe posicionarse al centro de la pista en el umbral de aproximación.
- 4.3.1.11.2 **Final (en vuelo):** La alineación de los monitores se corrobora mientras la Aeronave de Verificación vuela en la prolongación del centro de la pista, nivelado a la altitud sobre el marcador medio publicado en las cartas y desde éste hasta el umbral.
- 4.3.1.12 **Ancho de Monitores, Alarma Estrecha.** El propósito de esta verificación es asegurar que los monitores están debidamente ajustados y funcionando correctamente sin permitir por lo tanto, que sea irradiada la señal del Localizador cuando el ancho de curso sea menor que el mínimo valor de tolerancia. El ajuste de alarma estrecha se inspecciona mientras la Aeronave de Verificación vuela transversalmente al rumbo del Localizador, 10° a cada lado de éste, nivelado a 1,500 pies sobre el terreno y a 10 millas de distancia de la estación.
- 4.3.1.13 **Ancho de Monitores, Alarma Ancha.** El propósito de esta verificación es asegurar que los monitores han sido debidamente ajustados y están funcionando correctamente, no permitiendo que sea irradiada la señal del Localizador cuando el ancho de curso sea mayor que el máximo valor de tolerancia. El ajuste de alarma ancha se corrobora mientras la Aeronave de Verificación vuela transversalmente al rumbo del Localizador, 10° a cada lado de éste, nivelado a 1,500 pies sobre el terreno y a 10 millas de distancia de la estación.
- 4.3.1.14 **Franqueamiento, Alarma Ancha.** El propósito de esta verificación es asegurar que exista suficiente franqueamiento de obstáculos en toda el área de uso publicada, cuando el ancho de curso del Localizador se amplíe hacia el punto de alarma ancha. La Aeronave de Verificación vuela en un arco de 70° (35° a cada lado) transversal a la prolongación del eje de pista, nivelado a 1000 pies sobre el terreno y a una distancia de 6 millas de la estación; verificando que el valor al cual está ajustada la alarma del monitor sea el correcto.

TABLA I.4.1 *Parámetros de Inspección en Vuelo del Localizador*

Parámetro	Comisionamiento	Periódica
Identificación	X	X
Porcentaje de Modulación	X	X
Balance de Modulación	X	X
Faseo	X	i)
Ancho de Curso (Width)	X	X
Simetría del Ancho de curso	X	ii)
Alineación y estructura	X	X
Franqueamiento de obstáculos Normal y Ángulo alto	X	X,iii)
Cobertura y Monitor de Potencia	X	iv)
Polarización Vertical	X	X
Alineación de Monitores	X	iv)
Ancho de Monitores, alarma estrecha	X	iv)
Ancho de monitores, alarma ancha	X	iv)
Franqueamiento, alarma ancha	X	iv)

Notas:

- i. Cuando sea necesario o a solicitud.
- ii. Solo en Comisionamiento. Franqueamiento, ángulo alto, solamente durante el comisionamiento.
- iii. Cuando sea necesario o al menos cada seis meses.

 4.3.2 **Trayectoria de Planeo.**

4.3.2.1 **Verificación de Nulos.** El propósito de estas Verificaciones es para confirmar y corregir, si es necesario, las alturas eléctricas sobre el terreno, de las antenas del equipo de Trayectoria de Planeo. Estas Verificaciones son realizadas durante el comisionamiento y después de trabajos mayores de mantenimiento en la antena. La verificación se realiza mientras la Aeronave de Verificación vuela sobre la prolongación del eje de la pista, entre las 10 y 4 millas de la estación, nivelado a 1,000 pies sobre el terreno, manteniendo constante la velocidad.

4.3.2.2 **Balance y Porcentaje de Modulación.** Esta verificación es hecha con el propósito de confirmar y corregir si es necesario, el porcentaje correspondiente a las modulaciones de 90 Hz y 150 Hz, hasta prácticamente lograr que tengan un mismo valor. La verificación se efectúa mientras la Aeronave de Verificación vuela sobre la prolongación de eje de la pista, simulando el curso de descenso del equipo de Trayectoria de Planeo, desde las 10 millas hasta las 3 millas del umbral.

4.3.2.3 **Faseo – Sistema de Referencia de Nulos y Sistema de Bandas Laterales.** Esta verificación es llevada a cabo durante el comisionamiento o a solicitud, a fin de establecer la correcta cuadratura de fase entre las señales CSB (portadora más bandas laterales) y la SBO (únicamente bandas laterales) radiadas desde la antena. La Aeronave de Verificación vuela sobre la prolongación del eje de pista, nivelado a 1,000 pies sobre el terreno, entre las 10 millas y 6 millas de la estación, mientras el personal de tierra hace los correspondientes ajustes de acuerdo a los datos que le proporciona el Inspector de Verificación.

4.3.2.4 **Angulo y Ancho de curso:** El propósito de esta verificación es corroborar el ángulo y el ancho de curso del equipo de Trayectoria de Planeo y corregirlos si es necesario. La

maniobra básica para realizar esta verificación consiste en volar la Aeronave de Verificación sobre la prolongación del eje de la pista hacia la Radioayuda, nivelado aproximadamente a 1,000 pies sobre el terreno, comenzando desde una distancia de 10 millas y terminando la maniobra a 3 millas de las antenas del equipo de Trayectoria de Planeo.

TABLA I.4.2 *Parámetros de Inspección en Vuelo del equipo de Trayectoria de Planeo.*

Parámetro	Comisionamiento	Periódica
Verificación de Nulos	X	X
Balance de Modulación	X	i), ii)
Porcentaje de Modulación	X	X
Faseo- Sistema de Referencia de Nulos	X	i), ii)
Faseo – Sistema de Referencia de Bandas Laterales	X	i), ii)
Angulo y Ancho de Curso	X	X
Ancho del Curso Principal	X	ii), iv)
Franqueamiento de Obstáculos (Franqueamiento)	X	iii), iv)
Estructura	X	X
Cobertura y Monitor de Potencia	X	iii)
Ancho de Monitores, Alarma Estrecha	X	iii)
Ancho de Monitores, Alarma Ancha	X	iii)
Alarma de Fase	X	iii)
Angulo de Monitores	X	iii)
Estructura debajo del Curso	X	ii)
Monitores, Sistema de Efecto de Captura	X	iii)
Verificación de Fase C – E	X	i)

Notas:

- i) Cuando sea necesario o a solicitud.
- ii) Solo en Comisionamiento.
- iii) Franqueamiento, ángulo alto, solamente durante el comisionamiento.
- iv) Cuando sea necesario o al menos cada seis meses.

4.3.2.5 **Ancho del Curso Principal.** El propósito de esta verificación es investigar la simetría del ancho de la trayectoria de descenso (igualdad encima y debajo de la trayectoria) más la consistencia de la misma entre los puntos A y B. Esta verificación se realiza durante el comisionamiento o después de mantenimientos mayores en la antena, con el fin de documentar las nuevas condiciones. Las maniobras básicas de vuelo consisten en volar la Aeronave de Verificación hacia la Radioayuda, establecida en el curso de descenso y a 75 μ A debajo de éste; luego repetir la misma maniobra solo que volando 75 μ A por encima del mismo.

4.3.2.6 **Franqueamiento de Obstáculos (Clearance).** Esta prueba es realizada para asegurar que existe suficiente franqueamiento de obstáculos sobre el terreno, en la porción inferior de la trayectoria de descenso; ya sea que el equipo esté operando en condiciones normales o cuando presente una alarma de ancho de curso. La maniobra consiste en volar debajo de la trayectoria de descenso y establecido en el curso, hacia el equipo de Trayectoria de Planeo, desde 10 millas hasta el umbral; manteniendo una indicación de ascenso de 180 μ a en el indicador de desviación de curso (150 μ A cuando la Radioayuda está configurada en alarma de ancho de curso). La inspección de este parámetro es extensivo para Procedimientos de Inspección Periódica de Monitoreo.

- 4.3.2.7 **Estructura.** El propósito de realizar esta prueba es para determinar que en la trayectoria de descenso, cualesquiera perturbaciones tales como codos, desigualdades y ondeos de rumbo, están dentro de las tolerancias especificadas para la categoría de la Radioayuda, en toda el área de cobertura útil del Equipo de Trayectoria de Planeo. La maniobra básica consiste en volar en el curso de descenso del equipo de Trayectoria de Planeo, comenzando desde la máxima distancia de cobertura hasta llegar al umbral.
- 4.3.2.8 **Cobertura y Monitor de Potencia** Esta prueba se realiza para asegurarse que el equipo de Trayectoria de Planeo brinda una señal completamente útil a través de todo el volumen del espacio aéreo para el cual está publicado, aun cuando esté operando a la mitad de la potencia. La maniobra de vuelo básica consiste en dirigir la Aeronave de Verificación hacia el equipo de Pendiente de Planeo, sobre el eje de prolongación de la pista y nivelado a la altura de intercepción de la trayectoria de descenso; comenzando desde las 10 millas hasta alcanzar la porción inferior de la trayectoria de descenso. En comisionamiento, esta maniobra se repite, desplazando la trayectoria del avión 8° en ambos lados del eje de prolongación de la pista.
- 4.3.2.9 **Ancho de Monitores, Alarma Estrecha.** Esta prueba se realiza para asegurar que la alarma estrecha de los monitores está adecuadamente ajustada y funcionando correctamente, sin permitir, por tanto, que sea irradiada la señal del equipo de Trayectoria de Planeo cuando el valor del ancho de curso sea menor que el de las tolerancias. La maniobra consiste en dirigir la Aeronave de Verificación hacia la cabecera de la pista sobre la prolongación del eje de la misma; nivelada a 1,000 pies sobre el terreno, comenzando desde las 10 millas hasta llegar a las 3 millas.
- 4.3.2.10 **Ancho de Monitores, Alarma Ancha.** Esta prueba se realiza para asegurar que la alarma ancha de los monitores esté adecuadamente ajustada y funcionando correctamente, sin permitir, por lo tanto, que sea irradiada la señal del equipo de Trayectoria de Planeo cuando el valor del ancho de curso sea mayor que el de las tolerancias. La maniobra consiste en dirigir la Aeronave de Verificación hacia la cabecera de la pista sobre la prolongación del eje de la misma; nivelada a 1,000 pies sobre el terreno, comenzando desde las 10 millas hasta llegar a las 3 millas.
- 4.3.2.11 **Alarma de Fase.** El propósito de esta prueba es asegurarse que una alarma de ancho de curso ocurrirá cuando la fase de la Radioayuda no esté debidamente ajustada. La maniobra consiste en dirigir la aeronave hacia la cabecera de la pista sobre la prolongación del eje de la misma; nivelada a 1,000 pies sobre el terreno, comenzando desde las 10 millas hasta llegar a las 3 millas.
- 4.3.2.12 **Ángulo de Monitores.** Esta prueba se realiza para asegurar que la alarma de ángulo de la trayectoria de los monitores está adecuadamente ajustada y funcionando correctamente, sin permitir, por lo tanto, que sea irradiada la señal del equipo de Trayectoria de Planeo cuando el ángulo de la trayectoria se incremente o disminuya más allá de los límites establecidos para la categoría de la Radioayuda. La maniobra consiste en dirigir la Aeronave de Verificación hacia la cabecera de la pista sobre la prolongación del eje de la misma; nivelada a 1,000 pies sobre el terreno, comenzando desde las 10 millas hasta llegar a las 3 millas.
- 4.3.2.13 **Estructura debajo del Curso.** Esta prueba es realizada para determinar si existe suficiente señal de indicación de ascenso debajo de la senda de descenso a fin de garantizar una Radioayuda segura. Esta prueba se realiza juntamente con la verificación del ancho de curso.
- 4.3.2.14 **Verificación de Fase. Sistema de Efecto de Captura.** Esta prueba es realizada para verificar que los Faseadores de las antenas principal e intermedia están correctamente

ajustados. La maniobra consiste en dirigir la Aeronave de Verificación hacia la cabecera de la pista sobre la prolongación del eje de la misma; nivelada a 1,000 pies sobre el terreno, comenzando desde las 10 millas hasta llegar a las 3 millas. Esta maniobra se repite para las diferentes configuraciones de la Radioayuda.

4.4 RESUMEN DE PARÁMETROS Y TOLERANCIAS PARA INSPECCIÓN EN VUELO

4.4.1 **Localizador.** Para que un Localizador pueda ser clasificado como “Sin Restricciones” después de una verificación aérea, todos los parámetros de funcionamiento de éste, deberán cumplir con las tolerancias especificadas en la tabla I.4.3.

4.4.2 **Trayectoria de Planeo.** Para que un equipo de Pendiente de Planeo pueda ser clasificado como “Sin Restricciones” después de una verificación aérea, todos los parámetros de funcionamiento de éste deberán cumplir con las tolerancias especificadas en la tabla I.4.4

4.5 Resumen de Parámetros y Tolerancias para Inspección en Tierra

4.5.1 **Localizador.** En la tabla I.4.5 se presenta el resumen de los parámetros y tolerancias a considerar durante la Inspección en Tierra de los Localizadores

4.5.2 **Trayectoria de Planeo.** En la tabla I.4.6 se presenta el resumen de los parámetros y tolerancias a considerar durante la Inspección en Tierra de los equipos de Trayectoria de Planeo.

Tabla I.4.3 Parámetros y Tolerancias de Localizadores Categorías I, II y III, para Inspección en Vuelo.

Parámetros	Referencia	Referencia	Referencia	Tipo de Inspección			Tolerancias
	Anejo 10 Volumen I	Doc. 8071 Volumen I	Doc. 8200.1A FAA	S	C	P	
Análisis de Espectro	-	-	217.3201	S	C	P	Sin tolerancias.
Modulación	3.1.3.5	4.3.14 4.3.15	217.3202 217.3203 217.3202	X	X	X	36 - 44% SDM 0.002 DDM 18 - 22%
Relación de Potencia	-	-	217.3204	-	X	-	El nivel de potencia del Tx de curso debe ser mayor que el nivel del Tx de franqueamiento en por lo menos 10dB
Faseo	-	4.3.39 4.3.40	217.3205	A solicitud			≤ 10µA del valor del balance de modulación.
Ancho de Curvo							Máximo 6°.
Curvo Frontal	-	-	217.3206	-	X	X	±0.1° del ancho a comisionar Dentro del ± 17% del ancho comisionado.
Simetría	-	-	217.3206	-	X	X	Facilidad en configuración normal 45 - 55%
Alineación	3.1.3.6	4.3.26 hasta 4.3.28	217.3207	X	X	X	Entre ±3 µA del Curvo Verdadero del Localizador CAT I ± 15 µA CAT II ± 11 µA CAT III ± 9 µA
Estructura	3.1.3.4	4.3.29 hasta 4.3.33	217.3207	X	X	X	Zona 1 --- Desde el límite exterior de cobertura al punto A CAT I, II, III: ± 30 µA. Zona 2. CAT I: ± 30 µA al punto A; decrecimiento lineal hasta ± 15 µA al punto B CAT II, III: ± 30 µA al punto A; decrecimiento lineal hasta ± 5 µA al punto B Zona 3. CAT I: ± 15 µA al punto B; ± 15 µA al punto C. Zona 3 y Zona 4 CAT II, III: ± 5 µA al punto B; ± 5 µA al punto D

Continuación...

Parámetros	Referencia a Anexo 10 Volumen 1	Referencia a Doc. 8071 Volumen 1	Referencia Doc. 8200.1A FAA	Tipo de inspección			Tolerancias:
				S	C	P	
Monitores	3.13.11	4.3.38	217.3208				El alineado de curso del monitor se debe alarmar cuando la señal del curso se desvía del valor comisionado más allá de: CAT I: $\pm 15 \mu A$ CAT II: $\pm 11 \mu A$ CAT III: $\pm 9 \mu A$ No más que el $\pm 17\%$ del ancho comisionado. Igual o mayor que: Intensidad de señal: $5 \mu V$ Corriente de alarma de bandera: $240 \mu A$ Franqueamiento y Estructura: en tolerancia
Alineación					X	X	
Ancho de curso					X	X	
Potencia de RF			271.3209		X		
Cobertura	3.1.3.3	4.3.34 hasta 4.3.36	217.3211	X	X	X	Igual o mayor que: Intensidad de señal: $5 \mu V$ Corriente de alarma de bandera: $240 \mu A$ Franqueamiento y Estructura: en tolerancia Interferencia: no deberá causar condiciones fuera de tolerancias. 46.3 km (25 NM) dentro de los $\pm 10^\circ$ del eje de curso 31.5 km (17 NM) entre los 10° y 35° del eje de curso 18.5 km (10 NM) después de $\pm 35^\circ$ si la cobertura es brindada.
Franqueamientos	3.1.3.7.4	4.3.21 4.3.22	217.3210	X	X	X	Sector 1 Incremento lineal de $175 \mu A$, manteniéndose hasta los 10° 2 $150 \mu A$ 3 $150 \mu A$ Los valores de franqueamientos en alarma se reducen $15 \mu A$ con respecto a los valores requeridos en configuración normal.
Facilidad en configuración normal							
Facilidad en cualquier condición de alarma							
Polarización	3.1.3.2.2	4.3.37	217.2313	X	X	X	Error de polarización no mayor que: CAT I: $\pm 15 \mu A$ CAT II: $\pm 8 \mu A$ CAT III: $\pm 5 \mu A$
Identificación y Voz	3.1.3.9	4.3.12	217.3214		X	X	Clara, correcta, nivel de la voz igual al nivel de la identificación, la que no debe causar ningún efecto en el curso. La modulación de voz no debe provocar un disturbio en el curso mayor que $5 \mu A$.

Tabla I.4.4 Parámetros y Tolerancias en equipo de Trayectoria de Planeo Categorías I, II y III, para Inspección en Vuelo.

Parámetros	Referencia Anezo 10 Volumen I	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Referencia Doc. 8200.1A FAA	Tipo de Inspección			Tolerancias
				S	C	P	
Análisis de Espectro	-	-	217.3301	-	-	-	
Modulación	-	-	217.3302	X	X		78 - 82% 75 - 85%
Balanza de modulación	-	-	217.3303	A solicitud			Cero $\mu\text{A} \pm 5 \mu\text{A}$
Faseo	-	4.3.39 4.3.40	217.3304	A solicitud			Sin tolerancias.
Ancho de Curvo	-	-	217.3306		X		$0.7^\circ \pm 0.05^\circ$ $0.7^\circ \pm 0.2^\circ$
Ángulo	-	-	217.3306	X			Dentro de $\pm 0.05^\circ$ del ángulo comisionado. X Dentro del +10% al -7% del ángulo comisionado
Alimentación	3.1.3.6	4.3.26 hasta 4.3.28	217.3310	X	X	X	CAT I: No es aplicable CAT II y CAT III: Zona 3 $\pm 37.5 \mu\text{A}$ cercano al ángulo comisionado en el Punto B, expandiéndose linealmente hasta $\pm 48.75 \mu\text{A}$ cercano al ángulo comisionado en el punto C, expandiéndose linealmente hasta $\pm 75 \mu\text{A}$ cerca del ángulo comisionado en el punto de referencia del ILS.
Inclinación	-	-	217.3309	X	X		Dentro de +10% al -7.5% del ángulo comisionado.
Diferencia entre transmisores	-	-	217.3306	X		X	$\pm 0.10^\circ$ $\pm 0.20^\circ$
Altura de cruce del umbral	-	-	217.3306		X		Categoría II y III: 50 a 60 pies.

Parámetros	Referencia Anexo 10 Volumen I	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Referencia Doc. 8200.1A FAA	Tipo de inspección			Tolerancias
				S	C	P	
Simetría			217.3306		X	X	Equipo en configuración normal CAT I: 67 - 33% Sector mas ancho encima o debajo de la trayectoria. CAT II: 58 - 42% Sector mas ancho encima o debajo de la trayectoria 67 - 33% Si el sector mas ancho esta debajo de la trayectoria CAT III: 58 - 42% Sector mas ancho encima o debajo de la trayectoria.
Estructura debajo de la trayectoria			217.3306		X	X	A por lo menos 30% del ángulo comisionado, la aguja indicadora de ascenso deberá marcar 190 μ A. Excepción: Si la tolerancia anterior no puede ser cumplida, aplicar las tolerancias y procedimientos del franqueamiento.
Franqueamiento			217.3307				Equipo configurado en condición normal, adecuado franqueamiento de obstáculos a 180 μ A o mayor que la señal de indicación de ascenso.
Debajo de la trayectoria					X	X	En cualquier condición límite del monitor 150 μ A o mayor.
Encima de la trayectoria					X	X	Señal de indicación de ascenso de 150 μ A en algunos puntos cercanos a la primera trayectoria falsa.
Estructura			217.3310 217.41 217.42		X	X	
Con AFIS							
Zona							Categoría I
1							30 μ A a partir de la trayectoria grafica promedio.
2							30 μ A a partir de la trayectoria grafica promedio.
3							30 μ A a partir de la trayectoria grafica promedio.
Zona							Categoría II y III
1							30 μ A a partir de la trayectoria grafica promedio.
2							Desde el ángulo de trayectoria 30 μ A al punto A, entonces un decrecimiento lineal hasta 20 μ A al punto B
3							20 μ A a partir de la trayectoria grafica promedio.
Sin AFIS							
Zona							Categoría I
1							30 μ A a partir de la trayectoria grafica promedio.
2							30 μ A a partir de la trayectoria grafica promedio.
3							30 μ A a partir de la trayectoria grafica promedio.
							Un agregado de condición fuera de tolerancia para 354 pies es aceptable en un segmento de 7089 pies

Parámetros	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen 1	Referencia Doc. 8200.1A FAA	Tipo de inspección			Tolerancias
				S	C	P	
Cobertura			217.3312		X	X	Igual o mayor a Nivel de señal: 15 μ V Corriente de alarma de bandera: 240 μ A Señal de indicación de ascenso/descenso: 150 μ A Franqueamiento y Estructura: en tolerancias. Interferencias no deben causar condiciones fuera de tolerancias
Valores de referencia para los Monitores			217.3313				
Angulo					X	X	Dentro de +10% al -7.5% del ángulo comisionado.
Ancho de curso					X	X	0.9° máximo 0.5° mínimo
Potencia de RF			271.3209		X		No menor que: Nivel de señal: 15 μ V Señal de indicación de ascenso/descenso: 150 μ A

Leyenda:

S = Sitio
C = Comisionamiento
P = Periódica (Periodicidad normal 180 días.)

Tabla I.4.5 Parámetros y Tolerancias de Localizadores Categorías I, II y III, para Inspección en Tierra.

Parámetros	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Mediciones	Tolerancias (ver nota 1)	Periodicidad
Orientación	3.1.3.1		Orientación	Correcta	Annual
Frecuencia	3.1.3.2.1	4.2.12	Frecuencia	Frecuencia sencilla: 0.005% Dual: 0.002% Separación: >= 5kHz = 14 kHz	Annual
Modulación espuria	3.1.3.2.3		DDM, Desviación	<= 0.005 pico a pico	Trimestral
Cobertura	3.1.3.3.1	4.2.13	Potencia	Como fue establecido en el comisionamiento (ver nota 2)	Trimestral
Estructura de curso (Categoría III solamente)	3.1.3.4	4.2.8 4.2.9	DDM	Como está descrito en el anexo 10 de OACI	Trimestral
Modulación de la portadora — Balance — Profundidad	3.1.3.5.1	4.2.15	DDM, Profundidad	Dentro de 10 µA del valor del balance de modulación. 18 - 22%	Trimestral
Frecuencia de modulación de la portadora	3.1.3.5.3	4.2.14	Frecuencia	CAT I: ± 2.5% CAT II: ± 1.5% CAT III: ± 1%	Trimestral
Contenido armónico de la modulación de la portadora (90 Hz)	3.1.3.5.3	4.2.17	Total 2da armónica	<= 10% <= 5% (Cat III)	Annual
Contenido armónico de la modulación de la portadora (150 Hz)	3.1.3.5.3	4.2.17	Total 2da armónica	<= 10% <= 5% (Cat III)	Annual
Modulación indeseada	3.1.3.5.3.2		Rizado	Profundidad de modulación <= 0.5%	Semestral
Fase de los tonos de modulación	3.1.3.5.3.3	4.2.18 hasta 4.2.20	LF fase	CAT I, II <= 20° CAT III: <= 10°	Annual
Fase de los tonos de modulación en sistemas de doble frecuencia (cada portadora y entre portadoras)	3.1.3.5.3.4	4.2.18 hasta 4.2.20	LF fase	CAT I, II <= 20° CAT III: <= 10°	Annual
Faseo de los sistemas alternativos	3.1.3.5.3.5	4.2.18 hasta 4.2.20	LF fase	CAT I, II nominal: ± 20° CAT III nominal: ± 10°	Annual
Suma de las profundidades de modulación	3.1.3.5.3.6	4.2.15	Profundidad de modulación	Profundidad de modulación <= 95%	Trimestral
Suma de las profundidades de modulación cuando use comunicaciones radiotelefónicas	3.1.3.5.3.7	4.2.15	Profundidad de Modulación	Profundidad de modulación <= 65% ± 10°, <= 78° después de 10°	Monthly
Alineación	3.1.3.6.1	4.2.8 4.2.9	DDM, Distancia	CAT I: <= 10.5 m Ver nota 2 CAT II: <= 7.5 m CAT III: <= 3 m	I - Trimestral II - Mensual III - Semestral

Continuación

Parámetros	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen 1	Mediciones:	Tolerancias: (ver nota 1)	Periodicidad
Sensibilidad de desplazamiento	3.1.3.7	4.2.10	DDM/metro	0.00145 nominal, Ver nota 2 Cat I, II: $\pm 17\%$ CAT III: $\pm 10\%$	I, II - Trimestral III - Mensual
Monitores:				Ver nota 2.	
— Desviación de curso	3.1.3.11.2	4.2.25	DDM, Distancia	Los monitores deben alarmarse para una desviación en el eje del curso principal con relación al eje de la pista, igual o mayor que las siguientes distancias: CAT I: 10.5 m (35 pies) CAT II: 7.5 m (25 pies) CAT III: 6.0 m (20 pies)	
— Cambio en la sensibilidad de desplazamiento.	3.1.3.11.2	4.2.26	DDM, Distancia	Los monitores deben alarmarse para un cambio en la sensibilidad de desplazamiento a un valor diferente del nominal, mayor que: CAT I: 17% CAT II: 17% CAT III: 17% Requerido para ciertos tipos de Localizador	I - trimestral II - mensual III - semanal
— Señal de franqueamiento			DDM	Los monitores deben alarmarse cuando la deflexión de franqueamiento del indicador de desviación de curso cae debajo de 150 μ A en cualquier lugar del área de cobertura de fuera de curso.	Ver notas 3 y 4.
— Reducción de potencia	3.1.3.11.2	4.2.27	Nivel Intensidad de campo	Los monitores deben alarmarse para una reducción de potencia de 3dB, o cuando la cobertura cae debajo de los requerimientos para la Facilidad, cualquiera que sea el menor cambio.	
— Tiempo total, Radiación fuera de tolerancia	3.1.3.11.3	4.2.24	Tiempo	Para Localizadores de doble frecuencia, los monitores deben alarmarse para un cambio de ± 1 dB en cualquier portadora, a menos que se hayan hecho pruebas para que el uso de límites más amplios no causen una degradación inaceptable ($\sim 150 \mu$ A en el sector de franqueamiento) CAT I: 10 s CAT II: 5 s CAT III: 2 s	
Pico de la profundidad de modulación	3.1.3.8.3.2		Profundidad de modulación	< 50%	Trimestral

Continuación

Parámetros	Referencia Aereo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen	Mediciones	Tolerancias (Ver nota 1)	Periodicidad
Características de la frecuencia de audio	3.1.3.3.3		Profundidad de modulación	$\pm 3dB$	Annual
Frecuencia del tono de identificación	3.1.3.9.2		Frecuencia del tono	1020 ± 50 Hz	Annual
Profundidad de frecuencia de modulación	3.1.3.9.2	4.2.16	Profundidad de modulación	Tal como fue comisionado	Trimestral
Velocidad de identificación	3.1.3.9.4		Frecuencia del tono	1020 ± 50 Hz	
Razon de repetición de la identificación	3.1.3.9.4		Tiempo	Tal como fue comisionado	
Modulación de fase	3.1.3.5.4	4.2.21 hasta 4.2.23	Desviación Pico	Límites dados en FM Hz/PM radianes: ver nota 5. 90 Hz 150 Hz Diferencia (Hz) CAT I: 135/1.5 135/0.9 45 CAT II: 60/0.66 60/0.4 20 CAT III: 45/0.5 45/0.3 15	3 años

Notas:

1. En general, la configuración del equipo no debe ser modificada si los parámetros listados están dentro del 50 por ciento de tolerancias. Ver 4.2.54 y 4.2.55 del documento 8077 de OACI.
2. Después del comisionamiento, deben ser hechas verificaciones aéreas del Localizador, mediciones terrestres del alineado de curso, sensibilidad de desplazamiento y potencia de salida, para condiciones normales y de alarma de los monitores. Estas mediciones deben ser anotadas y ser usadas como referencia en subsiguientes mediciones de verificación rutinarias.
3. La periodicidad de las pruebas podrán ser incrementadas si son soportadas por un análisis de integridad y un historial de estabilidad.
4. Estas pruebas también se aplican a aquellos parámetros medidos por el monitor de campo lejano, si está instalado.
5. Estas mediciones se aplican a la diferencia en la desviación de frecuencia pico entre las mediciones separadas de las 90 Hz FM (o equivalente PM) y la 150 Hz FM indeseadas, usando filtros especificados en la tabla 4.2.23 del documento 8071 de OACI.

Tabla I.4.6 Parámetros y Tolerancias en Equipo de Trayectoria de Planeo Categorías I, II y III, para Inspección en Tierra.

Parámetro	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Mediciones:	Tolerancia: (Ver nota 1)	Periodicidad
Orientación	3.1.5.1.1		Orientación	Correcta	Annual
Angulo de la trayectoria	3.1.5.1.2.2	4.2.29 hasta 4.2.31	DDM, Angulo	Ver nota 2. CAT I: Dentro del 7.5% del angulo nominal CAT II: Dentro del 7.5% del angulo nominal CAT III: Dentro del 4% del angulo nominal	Trimestral
Frecuencia	3.1.5.2.1	4.2.34	Frecuencia	Sencillo 0.005% Dual 0.002% Separación ≥ 4 kHz, ≈ 32 kHz	Annual
Modulación indeseada	3.1.5.2.3	4.2.34	DDM	± 0.02 DDM pico a pico	Semestral
Cobertura	3.1.5.3	4.2.35	Potencia	Tal como fue comisionado	Trimestral
Modulación de la portadora (Ver nota 3)					
— Balance	3.1.5.5.1	4.2.37	Profundidad de modulación	0.002 DDM	Trimestral
— Profundidad				37.5% al 45.5% para cada tono	
Frecuencia de modulación de la portadora	3.1.5.5.2	4.2.36	Frecuencia de los tonos de modulación	CAT I: 2.5% CAT II: 1.5% CAT III: 1%	Annual
Contenido armónico de la modulación de la portadora (90 Hz)	3.1.5.5.2	4.2.38	Total 2da armónica	$< 10\%$ $< 5\%$ (Cat III)	Annual
Contenido armónico de la modulación de la portadora (150 Hz)	3.1.5.5.2	4.2.38	Total 2da armónica	$< 10\%$ $< 5\%$ (Cat III)	Annual
Modulación indeseada	3.1.5.5.2.2		Rizado	$< 1\%$	Annual
Fase de los tonos de modulación	3.1.5.5.3	4.2.39	Fase	CAT I, II $< 20^\circ$ CAT III: $< 10^\circ$	Annual
Fase de los tonos de modulación en sistemas de doble frecuencia (cada portadora y entre portadoras)	3.1.5.5.3.1	4.2.39	Fase	CAT I, II $< 20^\circ$ CAT III: $< 10^\circ$	Annual
Fase de los tonos de modulación sistemas alternativos	3.1.5.5.3.2	4.2.39	Fase	CAT I, II nominal: $\pm 20^\circ$ CAT III nominal: $\pm 10^\circ$	Annual
Sensibilidad de desplazamiento	3.1.5.6	4.2.32	DDM, angulo	Referirse al anexo 10 de OACI, volumen I, 3.1.5.6 Ver nota 2	Trimestral
Modulación de Fase	3.1.5.5.4	4.2.15	Desviación pico	Límites dados en FM Hz / PM radianes: Ver nota 3 90 Hz 150 Hz Diferencia (Hz) CAT I: 150/1.66 150/1.0 50 Cat II, III 90/1.0 90/0.6 30	3 años

Continuación.....

Parametro	Referencia Anejo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen 1	Mediciones:	Tolerancias (Ver nota 1)	Periodicidad
Monitores (Ver nota 4)			DDM, Ángulo	Ver nota 2.	
— Ángulo de la trayectoria	3.1.5.7	4.2.42		Los monitores deben alarmarse para un cambio en el ángulo del 7.5% del ángulo comisionado	
— Cambio en la sensibilidad de desplazamiento.	3.1.5.7.1	4.2.23	DDM, Ángulo	CAT I: Los monitores deben alarmarse para un cambio en el ángulo entre la trayectoria y la línea debajo de la trayectoria, por más del 3.75% del ángulo de la trayectoria. CAT II: Los monitores deben alarmarse para un cambio en la sensibilidad de desplazamiento por más del 25% CAT III: Los monitores deben alarmarse para un cambio en la sensibilidad de desplazamiento por más del 25%	I – trimestral II – mensual III – semanal
— Reducción de potencia	3.1.5.7.1	4.2.44	Potencia	Los monitores deben alarmarse ya sea por una reducción de potencia de 3 dB, o cuando la cobertura caiga debajo de los requerimientos para la Facilidad, cualquiera sea el menor cambio. Para Equipos de Trayectoria de Plano de doble frecuencia, los monitores deben alarmarse para un cambio de ± 1 dB en cualquier portadora, a menos que hayan sido hechas pruebas para que el uso de límites más amplios no causaran degradación inaceptable de la señal. Los monitores deben alarmarse para un	Ver notas 3 y 4.
— Señal de franqueamiento	3.1.5.7.1		DDM, Ángulo	DDM = 0.175 abajo del área de la trayectoria de franqueamiento. CAT I: 10 s CAT II: 5 s CAT III: 2 s	
— Tiempo total de radiación fuera de tolerancia	3.1.5.7.3.1	4.2.24	Tiempo		

Nota:

1. En general la configuración del equipo no debe ser modificada si los parámetros listados están dentro del 50% de tolerancias. Ver 4.2.54 y 4.2.55 del documento 8071 de OACI.
2. Después del comisionamiento, verificaciones aéreas del equipo de trayectoria de planeo, mediciones terrestres del ángulo de la trayectoria, sensibilidad de desplazamiento y franqueamiento debajo de la trayectoria deben ser hechas, para condiciones normales y de alarma de los monitores. Estas mediciones deben ser anotadas y ser utilizadas como referencia en subsecuentes mediciones de verificaciones rutinarias.
3. Después del comisionamiento, deben ser hechas verificaciones aéreas del equipo de trayectoria de planeo, así también mediciones terrestres de verificaciones rutinarias.
4. Las tolerancias dadas son para verificaciones de rutina solamente. Todos los parámetros deben ser configurados para los valores nominales al momento del comisionamiento.
5. La periodicidad de las pruebas de los monitores deben ser incrementadas si están soportadas por un análisis del historial de la integridad y estabilidad.
6. Estas mediciones se aplican a la diferencia en la desviación de frecuencia pico entre las mediciones separadas de los 90 hz FM (o equivalente PM) y la 150 hz FM indeseadas utilizando filtros especificados en la tabla 4.2.23 del documento 8071 de OACI.

CAPITULO 5 RADIOFAROS NO DIRECCIONALES (NDB)

5.1 INTRODUCCIÓN

Un radiofaro no Direccional transmite señales no Direccionales por medio de las cuales el piloto del avión, adecuadamente equipado con antena orientable más un receptor, puede determinar su marcación con respecto a dicho radiofaro y dirigirse hacia él.

5.2 GENERALIDADES

Los NDB's trabajan en frecuencias disponibles en porciones de la banda entre 190 y 1,750 KHz; la identificación se provee normalmente por manipulación de un tono de 1,020 ó 400 Hz., que modula una portadora continua.

5.3 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

El objetivo principal de la inspección en vuelo para el NDB es determinar la cobertura y la calidad de la guía proporcionada, comprobando además si existe interferencia de otras estaciones. Aplicando todos los procedimientos operacionales correspondientes al NDB, la evaluación se lleva a cabo en todas las áreas de cobertura de la instalación, para determinar la utilidad de ésta y asegurarse de que satisface los requisitos de servicio para los cuales fue provista. Sin embargo, esto no significa que la Aeronave de Verificación tenga que volar a través de toda la zona servida; más bien, considerando todos los factores que afectan a la cobertura y utilidad del NDB en particular, se deben seleccionar áreas significativas para las mediciones en vuelo que permitan evaluar el desempeño del equipo en la zona entera.

Tales áreas significativas se encuentran en los límites del alcance, a lo largo de las aerovías, en los circuitos de espera, sobre montañas, etc.

En la tabla I-5-1 se presenta un resumen de los requisitos y de las tolerancias que rigen para la inspección en vuelo.

- 5.3.1 **Identificación.** La identificación codificada en la señal del NDB se inspeccionará hasta el límite de cobertura durante el vuelo de verificación (en algunos casos, la distancia a la cual la identificación debe ser recibida puede determinar la cobertura efectiva del NDB). La identificación es satisfactoria si los caracteres codificados están correctos, claros y adecuadamente espaciados.
- 5.3.2 **Voz.** Cuando un NDB provee transmisión de voz para información meteorológica, la calidad de la voz será corroborada. Una transmisión de voz será requerida si ésta no es continua, y se verificará la modulación, la calidad y la ausencia de interferencias. Si la transmisión de voz no se recibe a la máxima distancia de cobertura de la estación, la máxima distancia de recepción satisfactoria deberá ser reportada.
- 5.3.3 **Área de Cobertura.** La cobertura de un NDB está determinada por las mediciones de la intensidad de campo (Cobertura Nominal) o por una evaluación de calidad de factores (Cobertura Efectiva), como nivel de señal, voz e identificación y estabilidad de la marcación del medidor de agujas cruzadas. El uso de uno o ambos métodos dependerá de los requerimientos operacionales y de ingeniería.

Tabla I.5.1. Parámetros y Tolerancias del NDB para Inspecciones en Vuelo.				
Requisito	Clase de Inspección		Tolerancia u objeto de la Inspección en Vuelo.	Tipo de Inspección.
	Puesta en Servicio	Rutinaria		
Identificación	X	X	Hasta el limite de cobertura, señal claramente audible, clave y frecuencia correctas.	C, P
Voz	X	X	Claramente audible y libre de interferencias hasta el limite de cobertura.	C, P
Area de Cobertura	X	-	La intensidad mínima de la señal (requerida en el área geográfica de que se trate) debe lograrse en toda la extensión del área de cobertura especificada. Dentro de ella, las oscilaciones de la aguja del ADF no deben exceder de $\pm 10^\circ$ ($\pm 5^\circ$ en el caso de radiofaros de localización).	C
Cobertura de la Aerovía	X	X	Hasta el limite de cobertura especificado para la aerovia, las oscilaciones de la aguja del ADF no deben exceder $\pm 10^\circ$ ($\pm 5^\circ$ en el caso de radiofaros de localización).	C, P
Procedimientos de Espera y Aproximación (donde correspondan)	X	-	Adecuado para el vuelo, oscilaciones de aguja menores de $\pm 5^\circ$, sin reversiones erróneas que puedan dar la falsa impresión de haber sobrevolado la estación.	C, P
Sobrevuelo de la Estación	X	-	Sin tendencia alguna a oscilaciones falsas de haberse sobrevolado la estación y sin oscilación excesiva de la aguja del ADF.	C, P
Equipo de Reserva	-	X	Las mismas comprobaciones y tolerancias que para el equipo principal.	C, P

Abreviación: C = Comisionamiento.
P = Periódica. 52

5.3.3.1 **Cobertura Nominal:** Normalmente, una órbita completa de radio igual a la cobertura nominal y a una altura adecuada deberá ser volada alrededor del NDB. Si áreas problemáticas son encontradas o si el terreno es considerado suficientemente homogéneo para que una órbita completa sea innecesaria, la cobertura podrá ser inspeccionada por medio de vuelo de radiales o por medio de mediciones en sectores representativos de la intensidad de campo a lo largo de aerovías adecuadas, también a una mínima altitud.

- 5.3.3.2 **Mediciones de Intensidad de Campo:** Las mediciones se hacen anotando la intensidad de campo indicada por el medidor o preferiblemente, registrándolas juntamente con la distancia obtenida del DME (o con puntos de referencia en tierra). Estos datos de referencia y la intensidad de campo medida se trazarán en un mapa, para obtener la cobertura nominal. Las mediciones de intensidad de campo en las aerovías y durante los vuelos orbitales se harán a la altura mínima. Las mediciones se harán durante el día, ya que el efecto nocturno puede causar indicaciones erróneas. Dentro de lo posible, la prueba de cobertura se deberá hacer con buenas condiciones atmosféricas. Si las condiciones son desfavorables, se incluirán notas detalladas en el informe de inspección.
- 5.3.3.3 **Cobertura Efectiva:** La Cobertura Efectiva se obtiene evaluando la calidad de la señal de guía proporcionada por el NDB. Las áreas en que se mida la calidad estarán determinadas mayormente por el uso operacional a que esté destinado el NDB. En la mayoría de los casos será suficiente recorrer las rutas aéreas servidas por el NDB, más una órbita de pequeño radio alrededor de él. Sin embargo, cuando se necesite saber la Cobertura Efectiva que existe en todos los sectores y las circunstancias no permitan inferir ésta de radiales seleccionados, se recorrerá una órbita proporcional al radio de cobertura deseado. Se deberán inspeccionar en vuelo cualesquiera áreas extraordinarias dentro de dicho radio en las cuales pueda resultar afectada la señal. Los vuelos deberán realizarse a la altitud mínima establecida para la ruta o el sector, anotando toda oscilación excesiva de aguja, debilidad de la identificación o interferencia, así como la distancia obtenida mediante el DME o puntos de referencia en tierra. Luego, estos datos de referencia se trazarán en un mapa para obtener la cobertura efectiva y la ubicación de las áreas de mala calidad. Si se dispone de equipo adecuado, se puede registrar la marcación del ADF de la que se obtuvo el rumbo de la Aeronave de Verificación.
- 5.3.4 **Cobertura de Aerovías.** La cobertura a lo largo de las aerovías se determina recorriendo la ruta a la altitud mínima, anotando toda oscilación excesiva de la aguja, la calidad de la identificación y la presencia de interferencias. Durante el comisionamiento se comprobarán todas las aerovías; en el curso de las pruebas rutinarias, generalmente no será necesario inspeccionarlas todas, pero la selección de las que se verifiquen deberá hacerse de tal manera que se inspeccionen anualmente una de ellas en cada cuadrante.
- 5.3.5 **Procedimientos de Espera y de Aproximación.** Cuando un procedimiento de espera o de aproximación está basado en un NDB, se deberá verificar si se presta para el vuelo desde el punto de vista del piloto. Se deberá determinar si hay oscilación excesiva de la aguja, inversiones erróneas que den la falsa impresión de haber sobrevolado la estación o cualesquiera otras condiciones excepcionales.
- 5.3.6 **Sobrevuelo de la Estación.** Se deberá verificar si la indicación que se obtiene al pasar sobre la Estación es la correcta. Se sobrevolará el NDB, preferiblemente a lo largo de dos radiales separados 90°, y se observará la aguja del ADF para determinar si su oscilación, al invertirse, es aceptablemente pequeña. En ciertas condiciones puede haber otra área, no en la vertical de la Estación, donde exista una tendencia de inversión de la aguja.
- 5.3.7 **Equipo de Reserva (Stand-By).** Las Verificaciones que se realizarán en el equipo de reserva (stand-by) dependerán de si es idéntico al equipo principal o no lo es. Si los dos equipos son iguales, la verificación de comisionamiento se efectuará solamente en uno de ellos; en el otro sólo se verificará la identificación y la voz; se hará también una breve prueba de la calidad de la señal. Si el equipo de reserva (stand-by) es de menor potencia que el equipo principal, se comisionarán ambos equipos.

5.4 REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN TIERRA

El propósito de las pruebas en tierra, es comprobar que el NDB emite una señal que cumple con los requerimientos de OACI establecidos en el Anexo 10, Volumen I.y Rac 10 Volumen I.

En la tabla I-5-2, se presentan los parámetros, tolerancias y periodicidad bajo los cuales deben ser desarrolladas las pruebas en tierra a los equipos NDB.

Tabla I-5-2. Resumen de los requerimientos para la Inspección en Tierra del NDB

Parámetro	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Medición.	Tolerancia	Periodicidad
Frecuencia Portadora	3.4.4.2	5.2.3	Frecuencia	± 0.01%	12 meses
Corriente de Antena	-	5.2.4	Amperios RF	± 30% del valor fijado en el Comisionamiento	6 meses
Profundidad de Modulación	3.4.6.2	5.2.5	Profundidad de Modulación	85 % a 95%	6 meses
Frecuencia Modulación	3.4.5.4	5.2.6	Audio Frecuencia	1,020 ± 50Hz. 400 ± 25 Hz	6 meses
Profundidad de Modulación de los Componentes de Frecuencia de la fuente de potencia	3.4.6.5	5.2.7	Profundidad de Modulación	± 0.01%	6 meses
Nivel de la Portadora durante la Modulación	3.4.6.4	5.2.9	Potencia de la Señal	Menor de 0.5 dB (1.5 dB) para los radiofaros con menos de 50 nm de cobertura	6 meses
Identificación	3.4.5.2 3.4.5.3	6.2.8	Llaveado	Claramente Audible, Llave Apropriado, Código Correcto.	En todo Momento
Distorsión de Audio Frecuencia	-	5.2.10	Profundidad de Modulación	10% Máximo de Distorsión	Cuando sea Requerido
Sistema Monitor a) Corriente de Antena b) Potencia c) Falla de Identificación.	3.4.8.1 a) 3.4.8.1 b)	5.2.11	Corriente RF Potencia Llaveo	Alarma a: Disminución 3 dB Caída de Potencia Modulación (perdida de continuidad).	6 meses
Equipo de reserva			Compatibilidad		12 meses
Energía de reserva.			Compatibilidad		12 meses

A continuación se detallan los parámetros a ser sometidos bajo los procedimientos de prueba.

- 5.4.1 **Frecuencia Portadora.** La frecuencia portadora deberá ser verificada con un medidor de frecuencia preciso. Referirse al manual del fabricante para el procedimiento detallado.
- 5.4.2 **Corriente en Antena.** En la mayoría de los equipos un medidor es proveído para leer la corriente del sistema de antena. Cualquier cambio de esta corriente desde el valor inicial de comisionamiento puede ser debido a cambio en la potencia entregada por el transmisor y/o

cambio en las características del sistema de antena, incluyendo la línea de transmisión y el sistema de tierra. Estos cambios en el equipo pueden afectar el desempeño de cobertura del NDB.

- 5.4.3 **Profundidad de Modulación.** La profundidad de modulación puede ser medida por un medidor de modulación (generalmente integrado en el equipo) o por un osciloscopio (en cuanto al uso del medidor de modulación referirse al manual del fabricante para el detalle de los procedimientos). Cuando se use un osciloscopio, la señal modulada desde el NDB es mostrada (mediante un elemento de toma de muestra a la salida de señal RF del equipo), y puede ser obtenida midiendo el máximo y el mínimo de la envolvente de modulación. Si $A_{\text{máx}}$ y $A_{\text{mín}}$ son el máximo y el mínimo de la envolvente respectivamente, tenemos:

$$\% \text{ Modulación} = \frac{A_{\text{máx}} - A_{\text{mín}}}{A_{\text{máx}} + A_{\text{mín}}} \times 100\%$$

- 5.4.4 **Frecuencia de Modulación.**

- 5.4.4 **Frecuencia de Modulación.** La frecuencia de modulación deberá ser medida utilizando un medidor o contador de frecuencia. Referirse al manual del fabricante para el procedimiento correspondiente a seguir.

- 5.4.5 **Profundidad de Modulación de los Componentes de Frecuencia de la Fuente de Potencia.**

Un monitor puede ser instalado con algunos equipos NDB para detectar una excesiva modulación de la fuente de potencia en la portadora. Alternativamente un osciloscopio puede ser usado para mostrar la señal del NDB (con la señal de identificación removida).

- 5.4.6 **Componentes de Modulación Espurias.** La medida de las componentes espurias en la profundidad de modulación de la portadora requiere del uso de un medidor de modulación, el cual puede ser incorporado en el monitor. Con la modulación de identificación removida, la profundidad de modulación residual es medida.

- 5.4.7 **Nivel de la Portadora durante la Modulación.** Un cambio en el nivel de la portadora con modulación puede ser medido utilizando un medidor de intensidad de campo, medidor de modulación, medidor de nivel de la portadora en el monitor o un osciloscopio. Usando alguno de los primeros tres métodos, cualquier cambio en la indicación del nivel de la portadora puede ser notado por comparación del nivel con o sin modulación de identificación. Usando un osciloscopio, el nivel de portadora sin modulación puede ser leído directamente desde la pantalla; el promedio del nivel con modulación resulta de la formula siguiente:

$$\frac{A_{\text{máx}} + A_{\text{mín}}}{2}$$

- 5.4.8 **Distorsión de Audio Frecuencia.** El diseño del equipo transmisor usualmente asegurará que la distorsión de modulación es aceptablemente pequeña. Sin embargo, si una señal distorsionada es reportada, la medición de este parámetro deberá ser realizada y tomar la

acción apropiada. Generalmente el equipo de medición es un monitor de modulación y medidor de distorsión (seguir el procedimiento detallado por el fabricante).

- 5.4.9 **Sistema Monitor.** El sistema monitor, cuando es proveído, deberá ser verificado para asegurar que detectará transmisiones erróneas desde el NDB. Algunos monitores incluyen funciones de interrupción que permiten simular condiciones de falla. En otros casos, condiciones de falla del NDB deberán ser simuladas tan cercano como sea posible para comprobar que el monitor alamará. Procedimientos detallados pueden ser encontrados en el manual del fabricante.
- 5.4.10 **Equipo de Reserva (Stand-By).** Se deben comprobar ambos transmisores en lo referente a cada parámetro listado en la tabla I-5-2.
- 5.4.11 **Energía de Reserva.** La Inspección de la fuente de alimentación de reserva no debería ser necesaria, a menos que hubiese un informe de que el NDB actúa deficientemente cuando se está utilizando dicha fuente.

CAPITULO 6 RADIOFAROS MARCADORES VHF DE 75 MHZ

6.1 INTRODUCCIÓN

Los radiofaros marcadores identifican un sitio en particular a lo largo de una trayectoria, estando generalmente asociados con baja frecuencia y rangos de radio VHF. Una señal de 75 MHz., es radiada desde el equipo en tierra con un patrón de radiación vertical. Esta es recibida por el avión volando sobre la estación y una indicación visible y audible es recibida por el piloto. En algunos marcadores el tono de modulación es llaveado para proveer el código de identificación. Dos tipos de radiofaros marcadores en ruta son generalmente usados: Marcadores F (fan), son utilizados para identificar sitios a lo largo de una aerovía, tienen una cobertura aproximadamente de forma elíptica a una altitud determinada, y son generalmente localizados a cierta distancia de la radioayuda, definiendo una aerovía. El eje mayor constituye el diámetro más largo de la elipse y el eje menor es el de menor diámetro. Estaciones de Localización o Marcadores Z, son usados para identificar la ubicación de una radioayuda o una aerovía, tienen aproximadamente una cobertura circular a una altitud determinada y están instalados cerca de la estación.

6.2 GENERALIDADES

6.2.1 **Equipo en Tierra.** El equipo en tierra consiste de un transmisor de 75 MHz., un sistema de antena (normalmente un dipolo o arreglo de dipolos sobre una contra antena elevada), y en el caso usual, un monitor para detectar condiciones fuera de tolerancia. El transmisor genera una portadora continua de amplitud modulada aproximadamente al 95% por un tono. El tono de modulación puede ser llaveado con puntos y rayas para proveer el código de identificación. Ya que el sistema marcador depende sobre la medición del nivel de señal de radiofrecuencia para su operación, la potencia de salida varía de acuerdo al uso operacional del marcador. Aunque radiofaros marcadores son básicamente del mismo tipo y función, su nomenclatura es generalmente dividida en dos categorías: marcadores ILS y marcadores fan.

6.2.1.1 **Descripción de Marcadores ILS.** Los marcadores ILS se localizan en la prolongación del eje de la pista. Están instalados para indicar la posición de una aeronave a lo largo del curso de aproximación por instrumentos.

Marcador Exterior (OM).

- a) Frecuencia de Modulación: 400 Hz. La señal visual ilumina la lámpara azul del AFIS;
- b) Código de Llaveo: Rayas continuas con un promedio de dos por segundo.

Marcador Medio (MM).

- a) Frecuencia de Modulación: 1,300 Hz. La señal visual ilumina la lámpara ámbar del AFIS;
- b) Código de Llaveo: Puntos y Rayas alternos con un promedio de 95 combinaciones por minuto.

Marcador Intermedio (MI).

- a) Frecuencia de Modulación: 3,000 Hz. La señal visual ilumina la lámpara blanca del AFIS; y
- b) Código de Llaveo: Puntos continuos con un promedio de seis puntos por segundo.

6.2.1.2 **Descripción de Marcadores Fan.** Estos Marcadores están generalmente asociados con procedimientos de aproximación de no-precisión. Frecuencia de Modulación: 3,000 Hz. La señal visual ilumina la lámpara blanca del AFIS.

6.2.2 **Equipo en la Aeronave.** El sistema marcador en las aeronaves consiste de antena, receptor y subsistema indicador. La antena puede ser tipo general de alambre (standard open wire) o una de superficie (flush mounted) y es montada en el lado inferior de la aeronave. El receptor de detección de modulación es monitoreado por un audífono o parlante, y pasa también a través de un filtro apropiado (3,000 Hz para marcadores en ruta) activando una lámpara indicadora blanca. Esta lámpara es usualmente una de tres instaladas, las otras dos corresponden a las señales para marcadores ILS. La sensibilidad del receptor es ajustada para que la lámpara indicadora se ilumine cuando el nivel de señal alcanza el valor especificado.

6.3 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

El propósito de la inspección en vuelo es determinar si la cobertura del marcador, definida por la indicación visual, se encuentra dentro de las tolerancias operacionales. Estas pueden ser evaluadas observando el tiempo cuando la lámpara en el AFIS es iluminada o por la medición del nivel de señal desde la antena del marcador. Los parámetros evaluados durante las pruebas de Inspección en Vuelo, son listados en la tabla I.6.1.

TABLA I.6.1. PARÁMETROS EVALUADOS DURANTE LA INSPECCIÓN EN VUELO				
Parámetros a Verificar	Parágrafo de Referencia	Comisionamiento	Periódico	Antena y/o líneas de Transmisión reemplazadas o ajustadas
Identificación y Tono de Modulación	6.3.3	X	X	X
Cobertura Eje Mayor Eje Menor	6.3.4	X X	X	X
Equipo de Reserva		X	X	X
Energía de Reserva		X	X	

6.3.1 **Identificación y Tono de Modulación.** Si el código de identificación es usado en el marcador, deberá ser verificado durante el vuelo de la Aeronave de Verificación sobre la estación. La identificación es evaluada audible y visualmente, considerándose satisfactoria cuando los caracteres del código son correctos, claros, espaciados apropiadamente y sin interferencia. La frecuencia del tono de modulación puede ser verificada observando que la indicación visual del AFIS en cada una de las lámparas sea correcta, según corresponda.

- 6.3.2 **Cobertura.** Esta verificación es conducida para asegurar que la radioayuda proveerá un patrón de radiación que soportará los requerimientos operacionales (sin interferencia con otras Radioayudas o procedimientos de vuelo por instrumentos). La cobertura es medida volando la Aeronave de Verificación, sobre el radiofaro marcador a las altitudes de operación y midiendo el tiempo total o distancia durante la cual la indicación visual es obtenida.
- 6.3.2.1 **Eje Menor.** Esta verificación es realizada para medir el ancho actual y la calidad del patrón de radiación a lo largo de los procedimientos de curso que será utilizado. La Aeronave de Verificación volará a través de la señal del radiofaro, hacia adentro en el curso electrónico que está dando la guía de aproximación, manteniendo la altitud mínima publicada para verificar que el radiofaro soporta procedimientos de no-precisión. Para marcadores que soportan procedimientos de vuelo por instrumentos de precisión, el método es volando la senda de planeo en descenso. Un procedimiento alternativo es mantener la altitud a la cual la senda de planeo intercepta la localización del radiofaro marcador. Si la Radioayuda soporta ambos procedimientos (precisión y no-precisión) y la diferencia entre las respectivas altitudes de intersección exceden los 100 pies, será necesario conducir la verificación inicial para ambas altitudes; después cualquier altitud puede ser usada. La cobertura podrá ser considerada satisfactoria para un ancho entre 1,350 y 4,000 pies (2,000 pies es el ancho óptimo).
- 6.3.2.2 **Eje Mayor.** Esta medición es conducida para verificar que el radiofaro marcador provee cobertura adecuada midiendo el ancho de los extremos del eje menor en el sector fuera de curso predefinido. No hay requerimientos para inspeccionar el eje mayor para marcadores interiores. La Aeronave de Verificación volará a través de la señal del radiofaro marcador cruzando el curso o trayectoria predefinida, manteniendo las altitudes requeridas para la medición del eje menor.
- 6.3.2.3 **Limites de Cobertura.** Los límites de cobertura requeridos son definidos para el tipo de Radioayuda que proveerá la guía de curso; estas pueden ser:
- a) Para Radioayudas unidireccionales, por ejemplo: Localizador. La cobertura deberá ser proveída 75µA a cada lado de la señal de curso del localizador, con la Radioayuda configurada en normal; y
 - b) Para Radioayudas omnidireccionales, por ejemplo, VOR, NDB, etc. La cobertura deberá ser provista 5° a cada lado de la señal en curso.
- 6.3.3 **Equipo de Reserva (Stand-By).** El equipo de reserva (stand-by) deberá ser verificado de igual manera que el equipo principal.
- 6.3.4 **Energía de Reserva.** Si algún cambio en el funcionamiento del equipo es observado cuando es suministrada la energía de reserva, entonces todas las verificaciones de parámetros deberán de ser repetidas con el radiofaro marcador operando en energía de respaldo.
- 6.3.5 **Tolerancias.** La tabla (I-6-2) muestra las tolerancias que deberá cumplir el radiofaro marcador.

Tabla I-6-2. Parámetros y Tolerancias para Inspección en Vuelo Marcadores de 75 MHz.

Parámetro	Límite de Tolerancia
Espectro Electromagnetico	Interferencia no deberá causar condición fuera de tolerancia.
Identificación	Clara, Correcta, Constante a través del área de cobertura y claramente distinguible de otros marcadores.
Modulación	La modulación deberá iluminar las siguientes luces: Marcador Exterior – Luz Azul (400 Hz). Marcador Medio – Luz Ambar ((1,300 Hz). Marcador Interior – Luz Blanca (3,000 Hz). Marcador Fan – Luz Blanca (3,000 Hz).
Cobertura	Con una señal constante arriba de 1,700 μ V, se deberá proveer los siguientes anchos del patrón de radiación:
Eje Menor: Marcador Exterior ILS Marcador Medio ILS Marcador Interior ILS Marcadores Fan: Usados para aproximación frustrada en el segmento final de aproximación.	El ancho no deberá ser menor que 1,350 pies o mayor que 4,000 pies. El ancho no deberá ser menor que 675 pies o mayor que 1,325 pies. El ancho no deberá ser menor que 340 pies o mayor que 660 pies. El ancho no deberá ser menor que 1,000 pies o mayor que 3,000 pies.
Eje Mayor: Marcador Exterior ILS *	Mínimo 700 pies. Máximo 4,000 pies.
Marcador Medio ILS *	Mínimo 350 pies Máximo 1,325 pies.
Marcador Interior ILS *	No Aplicable. No Aplicable.
Marcadores Fan	Cualquier duración que no exceda la tolerancia correspondiente al eje menor.

6.4 REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN TIERRA

El propósito de las pruebas en tierra es asegurar que el funcionamiento del marcador cumple con los requerimientos del Anexo 10 de OACI, Volumen 1 y Rac 10 Vol. I. Como los equipos marcadores varían grandemente, no es posible definir detalladamente las pruebas aplicables para todos los tipos. Por lo tanto, solo una descripción de alto nivel será provista, siendo necesario referirse a las recomendaciones del fabricante para pruebas adicionales y procedimientos detallados en equipos específicos. Los Parámetros de Funcionamiento en Tierra, están listados en la Tabla I-6-3.

- 6.4.1 **Frecuencia Portadora:** La frecuencia portadora deberá ser medida usando un frecuencímetro de precisión para asegurar que se encuentra dentro de tolerancia.
- 6.4.2 **Potencia de Salida RF:** Ya que la potencia de salida del transmisor afecta la cobertura, es importante mantener la potencia tan cercana como sea posible al valor comisionado. En la mayoría de los equipos un medidor es proporcionado; puede también ser confirmada usando un medidor de potencia independiente.
- 6.4.3 **Profundidad de Modulación:** Esta puede ser medida por un osciloscopio. El porcentaje de modulación puede ser obtenido por la medición del máximo y mínimo de la envolvente de la modulación. Si A-máx. y A-mín. Son el máximo y el mínimo de la envolvente respectivamente, entonces:

$$\% \text{ Modulación} = \frac{A_{\text{máx}} - A_{\text{mín}}}{A_{\text{máx}} + A_{\text{mín}}} \times 100\%$$

- 6.4.4 **Frecuencia de Modulación:** Puede ser medida utilizando un medidor de frecuencia o por comparación de la frecuencia con un generador de audio preciso (0.5 por ciento). Referirse a las instrucciones del fabricante para el uso de este equipo.
- 6.4.5 **Contenido de Modulación de las armónicas:** El diseño del equipo transmisor usualmente asegura que la distorsión de modulación sea aceptablemente pequeña. Sin embargo, si es reportada una señal distorsionada, deberá desarrollarse una medición de sus parámetros y tomar una acción apropiada. El equipo de medición usual es un monitor de modulación y medidor de distorsión. Referirse a las instrucciones del fabricante para el uso de este equipo.
- 6.4.6 **Llaveo de Identificación:** Si el llaveo de identificación es usado en el marcador, una indicación audible es usualmente disponible desde un punto de prueba en el equipo o monitor para verificar audiblemente que el llaveo sea claro y correcto.
- 6.4.7 **Sistema Monitor.** El sistema monitor, cuando sea provisto, deberá ser verificado para asegurar que 6.4.8 transmisiones erróneas serán detectadas desde el marcador. Algunos marcadores incluyen funciones de interrupción, las cuales permiten que condiciones de falla sean simuladas para verificar que el monitor se alarma. Procedimientos detallados serán encontrados en el instructivo del fabricante.
- 6.4.9 **Lista del Equipo de Prueba:** El siguiente equipo de prueba es recomendado para el mantenimiento de los marcadores:
- Medidor de Frecuencia que cubra la banda de 75 MHz., con una precisión de por lo menos 0.004 por ciento;
 - Medidor de Frecuencia con una precisión de por lo menos 0.5 por ciento, específico para medición de la frecuencia de modulación;
 - Medidor de Modulación u Osciloscopio, para la cuantificación del porcentaje de modulación;
 - Analizador de Ondas para medir la distorsión de armónicas; y
 - Medidor de Potencia RF.

Tabla I-6-3. Parámetros y Tolerancias de los Marcadores de 75 MHz. para la Inspección en Tierra.

Parámetro	Referencia Anexo 10 Volumen 1	Referencia Doc. 8071 Volumen I	Medición	Tolerancia
Frecuencia Portadora	3.6.1.1	6.2.3	Frecuencia	±0.005%
Cobertura (Potencia de Salida RF)	3.6.1.2.5	6.2.4	Potencia	± 15% del valor Seteado durante el Comisionamiento
Modulación Portadora	3.6.1.2.1	6.2.5	Profundidad de modulación	95 a 100%
Frecuencia de Modulación Portadora.	3.6.1.2.2	6.2.6	Frecuencia del Tono	± 75 Hz.
Contenido de Armónicas del Tono de Modulación.	3.6.1.2.1	6.2.7	Profundidad de Modulación	Total menos del 15%
Llaveo (si es usado)	3.6.1.2.4	6.2.7	Llaveo	Correcto, claro y audible
Sistema Monitor (cuando es provisto)				Alarma a: -3 dB 70% Pérdida
a) Potencia Portadora.	3.6.1.3	6.2.9	Potencia	
b) Profundidad de Modulación.			Porcentaje	
c) Llaveo (cuando sea usado)			Presencia	
Equipo de reserva			Compatibilidad	
Energía de Reserva			Compatibilidad	

CAPITULO 7 SISTEMAS DE VIGILANCIA RADAR

7.1 INTRODUCCIÓN

Cada uno de los sensores del radar de vigilancia puede estar constituido por un sensor del radar primario de vigilancia (PSR) o un sensor secundario (SSR), o una instalación combinada de sensores PSR y SSR. Los radares pueden ser para fines de vigilancia en ruta o para fines de vigilancia de área terminal. Las señales procedentes de los sensores radar pueden ser utilizadas directamente con presentaciones panorámicas sencillas o lo que es más ordinario, con un sistema de procesamiento de datos radar (RPDS), en un centro de control de tránsito aéreo (ATCC). El procesamiento de datos radar puede comprender los rastros monoradar o los rastros multiradar en los casos que una serie de radares proporcionen datos al centro de control.

El Anexo 10 al Convenio de Aviación Civil Internacional, Telecomunicaciones Aeronáuticas, proporciona normas y métodos recomendados (SARPS) para los sistemas radar de vigilancia. Los valores y parámetros empleados para el ensayo y evaluación de los sistemas radar se basan en los SARPS del Anexo 10, Volumen IV (Sistema de radar de vigilancia y sistema anticolidión). En este capítulo se describen métodos de evaluación aplicables a la actuación de los sistemas del radar de vigilancia, tomándose mayor énfasis en aquellos en los que aplica la tecnología moderna. Es importante señalar que para mantener un rendimiento óptimo, los sistemas modernos radar requieren supervisión permanente de la actuación de todo el sistema. Además, durante la vida útil operacional de un sistema radar, habrán de realizarse una serie de verificaciones para asegurarse de que su rendimiento operacional continúa siendo satisfactorio.

7.2 MÉTODOS PARA LA SUPERVISIÓN DE LA ACTUACIÓN DE LOS SISTEMAS RADAR.

7.2.1 Equipo de Ensayo Incorporado (BITE). Estas son funciones internas mediante las cuales se somete a ensayo general la actuación de un sistema, subsistema o unidad específica, a través de la supervisión permanente de determinados parámetros. Estas inspecciones se realizan generalmente a corto plazo (de intervalo de repetición de impulsos a intervalo de repetición de impulsos, o de exploración a exploración).

Como ejemplo de funciones internas sometidas a supervisión mediante el BITE, tenemos:

7.2.1.1 Los parámetros del sistema tales como la relación de voltaje a onda estacionaria (VSWR), el nivel de ruido del receptor, la potencia de salida del transmisor, etc.

7.2.1.2 La condición de las fuentes de energía. Son numerosas las funciones que pueden someterse a ensayo por medio del BITE y dependen directamente del fabricante del equipo radar.

7.2.2 **Control de Calidad en Tiempo Real (RTQC).** En general, el RTQC es una función que realiza un conjunto de ensayos dinámicos de actuación del sistema, por ejemplo, mediciones de la probabilidad de detección (PD) o de la probabilidad de falsas alarmas (PFA). En la mayoría de los casos, la función RTQC se realiza empleando programas de análisis estadístico que pueden actuar desde un sistema operacional o posiblemente mediante el procesador de un sistema "de reserva" (si existiera). En el caso de sistemas distribuidos pueden ser utilizados los analizadores especializados de actuación. Cuando el radar dispone de este tipo de supervisión técnica, no necesariamente deberá ser verificado en vuelo.

- 7.2.3 **Programas de Evaluación.** Estos son en general procedimientos de control en tiempo real y que dan una evaluación a fondo de los parámetros de actuación operacional más importantes de un sistema radar objeto de evaluación.
- 7.2.4 **Niveles Básicos de Evaluación de la Actuación.**
- 7.2.4.1 **Nivel de Video:** Datos de salida del receptor de la estación radar.
- 7.2.4.2 **Nivel de Trazas o Rastro:** A la salida del sistema de procesamiento de datos de la estación radar.
- 7.2.4.3 **Nivel de Datos Radar:** Previos a la presentación en el ATCC.
- 7.2.5 Los sistemas radar más antiguos, en los que solamente se aplican técnicas analógicas, exigen equipo de medición y de análisis para la aplicación de los ensayos y evaluación anteriormente mencionados. En el caso de que no se disponga de tal equipo, la forma óptima de evaluar el radar es aplicar las técnicas de evaluación en vuelo.

7.3 PARÁMETROS DE ACTUACIÓN DEL SISTEMA RADAR

Desde el punto de vista de un sistema general, los parámetros que han de evaluarse para determinar la actuación del sistema se subdividen en las siguientes categorías:

- 7.3.1 **Cobertura.** La cobertura del sistema radar es el volumen tridimensional del espacio aéreo dentro del cual el sistema puede satisfacer los valores especificados de actuación en la detección, de precisión y de resolución, en función de la geografía y de los parámetros variables seleccionados. Para medir la cobertura en función de los parámetros de actuación en la detección, de precisión y de resolución, se introducen una serie de términos de evaluación suplementarios, como lo son la cobertura requerida, cobertura medida, cobertura real, volumen de medición de la cobertura y envolvente marginal.
- 7.3.2 **Actuación en cuanto a la Detección.** La Probabilidad de Detección (PD) se define como la probabilidad de que en cada exploración, para determinado blanco, deseado dentro del volumen de medición de cobertura, se obtenga un informe de blanco radar con datos de posición. La probabilidad de detección de la posición se divide en:
- Probabilidad de detección de la posición SSR; y
 - Probabilidad de detección de la posición PSR.
- 7.3.2.1 **Detección de la Posición PSR.** Se define la probabilidad de detección del radar primario como la razón del número de informes de blancos PSR detectados al número previsto de informes de blancos PSR. Deben excluirse de la cuenta de informes de blancos PSR detectados, las trazas falsas, antes de que pueda establecerse esta razón mencionada.
- 7.3.2.2 **Detección de posición SSR.** Se define la probabilidad de detección del SSR como la razón del número de informes de blancos SSR detectados al número previsto de informes de blancos SSR. De igual forma que en el caso del PSR, antes de establecer esta razón han de excluirse las trazas falsas SSR, que pueden ser reflexiones, trazas repetidas por segunda vez, etc.
- 7.3.2.3 **Datos Perdidos.** Se considera que el análisis de datos perdidos constituye una parte importante del análisis de la probabilidad de detección. Con el programa de análisis han de reconstruirse las trayectorias. Si las trazas previstas no están presentes entre los datos

radar, se identifican y regeneran las trazas perdidas en posición y en tiempo. Por lo tanto el análisis de datos perdidos puede ser considerado bajo dos títulos, trazas perdidas y brechas.

7.3.2.4 **Brechas.** Una brecha es una secuencia de trazas consecutivas perdidas procedentes de un radar y asociadas a una trayectoria. En base a las trazas pueden determinarse los siguientes resultados:

7.3.3 **Detección de Código SSR.** Se calculan estas relaciones respecto al número de informes de blancos SSR recibidos, que podrían ser asignados a un objeto.

- Porcentaje de trazas perdidas en brechas que tengan más de dos casos de trazas perdidas;
- Porcentaje de brechas con más de dos trazas perdidas; y
- Tamaño promedio de las brechas.

7.3.3.1 **Índice de Detección Válida en Modo A:** La relación del número de informes de blancos SSR recibidos con un código válido en modo A, al número de informes de blancos SSR recibidos en las trayectorias empleadas para el análisis de detección.

7.3.3.2 **Índice de Detección Correcta en Modo A:** La relación del número de informes de blancos SSR recibidos con el código correcto en Modo A, al número de informes de blancos SSR recibidos.

7.3.3.3 **Índice de Detección Válida en Modo C:** La relación del número de respuestas en Modo C recibidas, al número de informes de blancos SSR recibidos.

7.3.3.4 **Índice de Detección Correcta en Modo C:** La relación del número de informes de blancos SSR recibidos con código correcto en modo C, al número de informes de blancos SSR recibidos.

7.3.3.5 **Índice de Detección Correcta en Modo A y en Modo C:** La relación del número de informes de blancos SSR recibidos con código correcto tanto en Modo A como en Modo C al número de informes de blancos SSR recibidos.

7.3.4 **Índice de Blancos Falsos.** El número de blancos falsos producidos por un sistema radar puede expresarse con dos parámetros posibles. Un parámetro es el número de blancos falsos por exploración, a veces denominado índice máximo. El otro parámetro es el número de informes de blancos falsos expresado como porcentaje del número total de informes de blancos.

7.3.4.1 Se define la expresión “blanco falso” como cualquier informe de blanco (traza, eco, posición del rastro) presente en la pantalla del usuario, pero que no representa la posición de un blanco deseado (aeronave).

7.3.4.2 Se generan informes de blancos PSR falsos como consecuencia de ruido térmico y por reflexiones de objetos que no son aeronaves, incluidos reflectores que producen ecos parásitos, es decir, cerca del suelo, del mar, de precipitaciones, “ángeles”, etc. Entre los “ángeles” se incluyen las aves migratorias, insectos más fenómenos naturales tales como turbulencia en aire claro. En condiciones anómalas de propagación, las trazas de ecos parásitos (principalmente los provenientes del suelo que vienen de más allá del horizonte o de la línea óptica) pueden ser detectadas como un segundo eco parásito, o incluso múltiple, o como eco parásito repetitivo.

- 7.3.4.3 Se generan los informes de blancos SSR como consecuencia de respuestas no deseadas (sincrónicas y asincrónicas), respuestas repetidas por segunda vez, transpondedores a bordo de buques, interrogaciones o respuestas reflejadas y respuestas en los lóbulos laterales del interrogador.
- 7.3.4.4 Respuestas reflejadas son aquellas que llegan a la estación radar por una ruta indirecta ya sea en la trayectoria de interrogación hacia la aeronave o en la trayectoria de respuesta de vuelta proveniente de la aeronave. Pueden ocurrir dos clases principales de reflexiones: reflexiones con una pequeña desviación (en el haz) respecto a la posición del blanco real, causada por superficies reflectoras que están orientadas hacia el plano horizontal, y reflexiones con un gran desplazamiento en azimut respecto a la posición real del blanco, que provienen de superficies reflectoras orientadas hacia el plano vertical.
- 7.3.4.5 Otra categoría de blancos falsos, aplicable al PSR y SSR, son las trazas escindidas, las que pueden ser identificadas en el caso del SSR puesto que cada informe tendrá frecuentemente la misma información en cuanto a identidad y altura.

7.3.5 Relación entre el Índice de blancos falsos y la Probabilidad de Detección.

En un sistema perfecto se obtendrá una detección del 100% en toda la cobertura del sistema y ningún informe de blancos falsos. No es probable que se obtenga este ideal en un sistema real. Si no hay blancos falsos es muy probable que el sistema tenga muy escasa cobertura y poca probabilidad de detección. Por lo contrario, si el número de blancos falsos es elevado, pudiera ser que la cobertura del sistema fuera buena y también el índice de detección de blancos deseados, pero sería escasa la distinción entre blancos falsos y blancos reales, estando la pantalla radar repleta de blancos falsos. Por consiguiente, en la especificación de un sistema radar se permite normalmente que haya un cierto número de blancos falsos por cada exploración de la antena en condiciones de funcionamiento especificadas y se regla con este fin el sistema radar.

- 7.3.6 Precisión. Puesto que las aeronaves están normalmente en movimiento cuando se toma una medición de la posición radar, la notificación precisa de la posición de la aeronave requiere medir la distancia, medir el azimut, medir la altitud de presión (para el SSR) y la hora de medición, lo cual, frecuentemente se denomina informe cuadrimensional. Las variables de posición de las trazas (habitualmente el azimut y la distancia) tendrán una determinada precisión respecto a una referencia expresa de la posición. En la mayoría de los casos, pueden separarse los errores de estas variables en parte como error sistemático y en parte como error residual.

- 7.3.6.1 Los errores sistemáticos son errores de sesgo para cada radar, en la posición y en el tiempo, respecto a un sistema de referencia absoluta provenientes por ejemplo, de una alineación errónea del norte del radar.
- 7.3.6.2 Errores residuales son desviaciones de la posición que existen entre la posición medida del informe del blanco y la trayectoria en el momento de recibirse dicho informe, una vez corregidos los correspondientes errores sistemáticos. Los errores residuales provienen de fenómenos tales como distorsión ocasional del haz, errores pequeños de temporización, ruido de cuantificación, etc.

7.3.7 Precisión en cuanto a la Posición.

Es aquella con la que el sistema radar proporciona la posición verdadera de la aeronave en determinado momento. Se expresa en función de los errores máximos de posición, que se

clasifican en errores sistemáticos, errores aleatorios residuales y saltos. La precisión del sistema de referencia ha de ser de cinco a diez veces superior a la precisión del sistema radar.

- 7.3.7.1 Pueden obtenerse los parámetros de actuación en cuanto a la precisión, comparando las posiciones medidas por el radar con las obtenidas por un sistema independiente de determinación de la posición, que dependa de sistemas de navegación de precisión, tales como el GPS diferencial, o el radar de rastreo de posición independiente, reconstruyendo una trayectoria a través de un sistema multiradar que esté cubierta al menos por tres radares en cualquier momento.
- 7.3.7.2 **Azimut medido.** Se determina la precisión de esta variable mediante las desviaciones entre el azimuth medido de cada traza y el correspondiente azimuth de la trayectoria de referencia. Las desviaciones en azimuth comprenden dos componentes de error, el error sistemático, es decir, sesgo en azimuth y el error residual, es decir, desviación estándar del error de azimuth.
- 7.3.7.3 **Distancia medida.** Se determina la precisión de esta variable mediante las desviaciones entre la distancia medida de cada traza y la correspondiente distancia de la trayectoria de referencia. Las desviaciones en cuanto a la distancia tienen tres componentes de error:
- Erros Sistemático, es decir sesgo de distancia a distancia cero;
 - Error Asistemático, es decir, error de ganancia distancia (variación del sesgo de distancia proporcional a la distancia); y
 - Error residual, es decir, desviación estándar del error de distancia.
- 7.3.7.4 **Coordenadas X/Y Calculadas del Radar.** En un sistema de datos radar que emplee informes de blancos procedentes de una serie de estaciones radar distinto, todas las posiciones medidas de las trazas han de ser transformadas a un sistema común de coordenadas. Algunas veces las coordenadas de latitud-longitud no son precisas, lo que lleva a desplazamientos sistemáticos en las variables sistemáticas de las trazas X e Y. Otros errores pueden provenir de una imprecisión en el algoritmo de conversión de coordenadas. Puesto que tales errores se mezclan con los errores de las variables de distancia y azimuth medidas, solamente pueden estimarse adecuadamente mediante un instrumento en el que se emplee un algoritmo muy preciso de conversión de coordenadas y un modelo fiable en tierra, por ejemplo WGS-84.
- 7.3.8 **Precisión en cuanto al Tiempo.**
- 7.3.8.1 **Marcación de Tiempo en la Traza.** Los informes de vigilancia (trazas) deben ser marcados por la hora en el emplazamiento radar, ya sea mediante una marcación tiempo absoluto o mediante el tiempo en memoria. La precisión de esta marcación de tiempo se determina mediante la diferencia entre la hora notificada de la medición y la hora actual de la medición de la posición del blanco (principalmente un error sistemático). Puesto que la aeronave se mueve normalmente cuando se toma una medición de la posición radar, la notificación precisa de la posición de la aeronave exige notificar la distancia medida, el azimuth medido, la altitud de presión medida y la hora de la medición. Se considera que la hora de medición de los parámetros del blanco mencionados es idéntica a la hora absoluta cuando el haz de la antena apunta hacia el blanco.
- 7.3.8.2 **Tiempo de Exploración.** Este es el promedio de tiempo entre sucesivas mediciones del mismo blanco. En el caso de antenas mecánicamente rotatorias, la precisión de este parámetro se determina mediante la estabilidad del sistema impulsor (error sistemático) y los efectos medioambientales (por ejemplo el viento). El tiempo de exploración debe de ser constante.

- 7.3.8.3 **Tiempo de Procesamiento de la Traza.** Esta es la diferencia de tiempo relativa desde el momento de detección hasta la terminación del procesamiento de la traza en el sensor radar. El error correspondiente es principalmente sistemático.
- 7.3.8.4 **Tiempo de Transición de la Traza.** Es el tiempo relativo desde el fin del procesamiento de la traza hasta su presentación en la pantalla. Este parámetro de actuación solamente es pertinente cuando se utiliza la transmisión de datos por almacenamiento o en una red de datos radar, incluso posiblemente con varios saltos. Por consiguiente, es una variable que depende entre otros elementos, del tamaño del bloque de datos, del número de saltos, etc.
- 7.3.8.5 **Tiempo de Retardo de las Trazas de Extremo a Extremo.** Esta es la diferencia relativa de tiempo desde el momento de detección del blanco hasta el momento de la presentación del blanco en la pantalla. En este intervalo de tiempo se incluye lo correspondiente al procesamiento de las trazas, transmisión de las trazas, el seguimiento y todos los otros retardos. Por consiguiente, este parámetro de actuación es también una variable que debería expresarse como probabilidad en determinadas condiciones, por ejemplo, escenarios de agrupamientos de blancos. El tiempo de retardo de las trazas de extremo a extremo ha de ser significativamente inferior al tiempo de exploración.

7.3.9 Resolución

Se define como la capacidad de distinguir entre dos blancos muy cercanos entre sí y de producir un informe de ambos blancos. Se define la actuación de resolución mediante la probabilidad de detección de la posición del blanco, la precisión de la posición y en el caso de blancos SSR, mediante el índice de detección de códigos y de convalidación de códigos.

7.3.10 Estabilidad en Función del Tiempo

Esta no es una característica que pueda subdividirse en parámetros mensurables. Se utiliza el término para no olvidarse de que deben permanecer estables las otras características anteriormente mencionadas y que deben cumplir con los requisitos operacionales del sistema durante toda la vida útil de funcionamiento del sistema.

7.4 CARACTERÍSTICAS DE ACTUACIÓN SOMETIDAS A ENSAYO

Las características de actuación de los datos radar son de índole estadística. Por consiguiente, las cifras ordinarias deben siempre expresarse como un valor superior y otro inferior. Las Tablas I-7-1 y I-7-2 presentan algunas cifras ordinarias de actuación sobre características de los datos radar, como orientación.

Tabla I-7-1. Cifras Ordinarias de Actuación General para Sistemas del Radar Primario y del SSR de Ventana Deslizante

Parámetros	Características de Calidad de los Datos Radar.		Cifras de Actuación Ordinarias	Observaciones
Estadística de los Blancos.	Probabilidad de Detección de Blancos (P_D)	PSR	85 – 90 %	Referencia Absoluta
		SSR	90 – 95 %	Referencia Absoluta
	Probabilidad de Combinación	PSR/SSR	80 – 90 %	Relativa al SSR
	Probabilidad de Convalidación de Código	Modo 3/A	85 – 95 %	Referencia Absoluta
		Modo C	83 – 92 %	Referencia Absoluta
	Probabilidad de Convalidación falsa de Código	Modo 3/A	0 – 1 %	
		Modo C	0 – 1 %	
	Número de trazas falsas por exploración	PSR	<20	Condiciones Meteorológicas Normales.
		SSR:	1 – 3	
- Reflexiones		0 – 1		
Tamaño de Brecha entre Trazas SSR	Valor Promedio	- Trazas Extendidas	1.5 – 2 trazas	
		- Otros	10 – 15 %	
	P(>2 brechas)			
Errores Sistemáticos.	Sesgo de Azimut		0.1 – 0.15°	Valor Medio
	Sesgo de Distancia		50 – 100 m.	Valor Medio
	Error de distancia a la distancia máxima.		300 – 400 m.	Valor Máximo
	Error de Colimación PSR/SSR		0.1 – 0.15°	No corregido
Tiempo.	Tiempo de procesamiento de trazas por distribución.	Valor Medio	0.8 – 1 s.	
		Valor Máximo	<2 s.	
	Tiempo de Transmisión de Mensaje de Trazas (desde radar hasta pantalla).	Valor Máximo	<0.25 s.	Se considera un nodo de tránsito
Precisión/Resolución	Error de Azimut	PSR (σ_θ)	0.15 – 0.2°	Desviación Estándar
		SSR (σ_θ)	0.2 – 0.3°	Desviación Estándar
		P($\Delta\theta > 1.5^\circ$)	0.1 – 0.3°	
	Error de Distancia.	(σ_R)	70 – 130 m.	Desviación Estándar
	Resolución PSR	Distancia	500 – 1,000 m.	
		Azimut	3.4 – 4.2° (i)	
	Resolución SSR	Distancia	750 – 6,740 m.	
		Azimut	3.6 – 7.5° (i)	
Error de Posición de Emplazamiento Radar.			100 – 200 m.	Referencia por Satélite

Notas:

- i) Esta cifra depende mucho del índice de interrogaciones, del tiempo de exploración de la antena y en el caso del SSR, de la forma de entrelazar los modos.
- ii) Las cifras ordinarias de actuación en esta tabla son de orden general puesto que abarcan poblaciones y condiciones de blancos no especificadas.

Tabla I-7-2. Cifras Ordinarias de Actuación general para Sistemas SSR por Monoimpulsos.

Parámetros	Características de Calidad de los Datos Radar.		Cifras de Actuación Ordinarias	Observaciones	
Estadística de los Blancos.	Probabilidad de Detección de Blancos (P_D)	SSR	> 97 %	Referencia Absoluta	
	Probabilidad de Convalidación de Código	Modo 3/A	> 98 %	Referencia Absoluta	
		Modo C	> 96 %	Referencia Absoluta	
	Probabilidad de Convalidación falsa de Código	Modo 3/A	<0.1 %		
		Modo C	<0.1 %		
	Probabilidad de Informes Blancos Falsos. Probabilidad de Informes Múltiples de Blanco.			<0.1 %	
		Reflexiones		<0.2 %	
- Trazas Extendidas			<0.1 %		
- Otros			<0.1 %		
	P(>2 brechas)		10 – 15 %		
Errores Sistemáticos.	Sesgo de Azimut		<0.1°	Valor Medio	
	Sesgo de Distancia		<50 m.	Valor Medio	
	Error de distancia a la distancia máxima.		150 m.	Valor Máximo	
Precisión/Resolución	Error de Azimut	(σ_θ)	< 0.08°	Desviación Estándar	
	Error de Distancia.	(σ_R)	<70 m.	Desviación Estándar	
	Resolución del SSR para $P_D > 98\%$	Distancia		≥ 100 m.	
		Azimut		$\geq 1.5^\circ$ (i)	

Notas:

- i) Esta cifra depende mucho del número de interrogaciones, del tiempo de exploración de la antena y de la forma de entrelazar los modos.
- ii) Las cifras ordinarias de actuación en esta tabla son de orden general puesto que abarcan poblaciones y condiciones de blancos no especificadas.

7.5 ENSAYO DE ACTUACIÓN

Los parámetros generales de actuación que se analizan a continuación son básicos y fundamentales pero dependen ordinariamente de más de un parámetro técnico, aunque estén en gran manera relacionados con el uso operacional de los sistemas de radar.

7.5.1 Precisión

- 7.5.1.1 La precisión en cuanto a la posición es aquella continuación son básicos y fundamentales pero por la que el sistema radar proporciona dependen ordinariamente de más de un parámetro posición real de la aeronave a determinada técnico, aunque estén en gran manera relacionados con hora, y se expresa en función del número el uso operacional de los sistemas radar. Máximo errores de posición aceptables, que se clasifican como errores sistemáticos, errores residuales aleatorios y saltos.
- 7.5.1.2 Junto con el análisis de detección de código en Modo C se proporciona la actuación en materia de precisión de la altura. El método fiable de medir estos errores es utilizar la posición verdadera de la aeronave como referencia y compararla con las posiciones del informe de blancos. Para fines de evaluación radar, es más viable reconstruir la trayectoria.
- 7.5.1.3 Tal reconstitución moderna de la trayectoria se base en fuentes multiradar que permiten estimar errores sistemáticos del radar y reconstruir la trayectoria de referencia de la aeronave a posteriori, a partir de datos registrados de blancos radar. El análisis de precisión se subdivide en las siguientes etapas:

- 7.5.1.3.1 Estimación de errores sistemáticos (también denominados errores correlacionados o sesgos) para cada radar, error de marcación de tiempo, sesgo de distancia, ganancia de distancia oblicua, sesgo de azimut y posición del emplazamiento. Mediante este método solamente pueden estimarse estos errores en un entorno multiradar y deben tenerse en cuenta antes de que puedan estimarse las precisiones particulares del radar. En un sistema óptimo, el error sistemático debe ser aproximadamente igual a la mitad de los valores de desviación estándar del error residual de un radar moderno de aproximación.
- 7.5.1.3.2 Reconstrucción de la trayectoria real de la aeronave a partir de los datos de blancos radar registrados mediante técnicas de adaptación de curvas.
- 7.5.1.3.3 Análisis de los errores residuales en cuanto a posición, distancia y azimut para cada categoría de datos de trazas, una vez corregidos los errores sistemáticos. Los errores se expresan en función de la desviación estándar de la distancia oblicua y la desviación estándar del error de azimut.
- 7.5.1.3.4 Análisis de saltos. Constituyen saltos los informes de blancos cuyos errores de posición sean superiores a 1º en azimut o a 700 m en distancia oblicua. Los errores se expresan como la proporción general de saltos, determinada como razón del número de saltos al número de informes de blancos detectados.
- 7.5.1.4 Condición de funcionamiento establece del sistema. Véanse también las secciones correspondientes a errores sistemáticos y a errores residuales.

En la tabla que sigue se indican los puntos de ensayo pertinentes.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapa de ciclo de vida útil
CI02, RI02, RI03	Sistema	Preoperacional: puesta en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo.

7.5.2 Alineación PSR-SSR

- 7.5.2.1 En los sistemas radar PSR y SSR en emplazamiento común se proporcionan normalmente informes combinados de blancos. Es esencial que los elementos del SSR y del PSR en el sistema estén alineados pues de lo contrario no sería posible su combinación. El sistema de emplazamiento común puede ser de instalación en común o de instalación separada. El parámetro de alineación es una medida de la precisión con la que las partes constituyentes del SSR y del PSR en una traza combinada se alinean en distancias y en azimut.
- 7.5.2.2 Dependiendo del sistema, pueden seleccionarse como referencia ya sea la posición de trazas del PSR ya sea la posición de trazas del SSR, En un radar de aproximación con SSR debe utilizarse el radar primario como referencia. Un sistema en ruta emplearía normalmente como referencia el SSR.

7.5.2.3 Condición estable de funcionamiento de ambos sistemas PSR y SSR. Se ha completado satisfactoriamente la alineación óptica y electrónica de las antenas del PSR y del SSR respecto al norte verdadero.

7.5.2.4 En la tabla que sigue se indican los puntos de ensayo pertinentes.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapa de ciclo de vida útil
PI05, SI05	Sistema	Preoperacional: puesta en servicio en el emplazamiento.
CI02	Sistema	Operacional: RTQC
	Subsistema	Preoperacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC

Nota: Los ensayos y los puntos PI05 y SI05 están destinados a radares con sistemas operacionales de presentación en pantalla analógica.

7.5.2.5 Sistema de análisis de trazas por computadoras, que funciona en base al tránsito ocasional o dispositivos monitores en el emplazamiento (para evaluar en una zona solamente de cobertura limitada). Estos últimos consisten en una combinación de reflector PSR y de transpondedor de ensayo SSR. Además, los ensayos RTQC pueden ser posibles a base de BITE, o si los mensajes de trazas incluyen valores convenientes en cuanto a la calidad de la alineación.

7.5.2.6 Para realizar con éxito la medición de este parámetro debe recopilarse una muestra suficientemente grande de datos en la que haya una distribución lo más equilibrada posible de datos por todo el volumen de cobertura del sistema objeto de ensayo. Por consiguiente, la fuente de datos recomendada es el tránsito ocasional.

7.5.2.7 Referencia de alineación. Se recomienda seleccionar como referencia cualquier sistema en el que el usuario tenga la confianza de que el (PSR/SSR) tienen geográficamente una alineación correcta. Por defecto, se seleccionara la posición del SSR como referencia puesto que este es el sistema que con máxima probabilidad estará alineado con un transpondedor de ensayo (o parrot).

7.5.2.8 Procedimiento. El procedimiento preciso dependerá de la arquitectura del sistema y del ciclo de vida útil del sistema en lo que respecta a los puntos I/O en los que hayan de efectuarse las mediciones. Se proponen los siguientes métodos:

7.5.2.8.1 Se recomienda que en el sistema sea posible registrar simultáneamente la salida de los extractores de trazas independientes y la salida del proceso de combinación de trazas. Regístrense, concaténense y analícense los datos mediante un instrumento de alineación multiradar para generar las referencias de posición y comparar la alineación del PSR con la del SSR respecto a aquellas trayectorias que tengan una posición de referencia.

7.5.2.8.2 Durante la puesta en servicio del sistema o cuando el sistema no esté en funcionamiento, debe desactivarse el proceso de combinación de trazas. La inspección visual de la pantalla monitorea del radar puede revelar cualquier error grande de alineación.

7.5.2.9 El error medio de alineación debe ser inferior o igual a un ACP en azimut y a un incremento de distancia. Se no fuera así, debe alinearse de nuevo al sistema. Después de esta realineación deben repetirse las mediciones. Si la variancia de las distribuciones en cuanto

a distancia o azimut es superior a $\pm 3^\circ$ en azimut o a 230 m (0.125 NM) de distancia, se recomienda verificar los criterios de combinación PSR/SSR.

7.5.3 Índice de combinación

7.5.3.1 La mayoría de los sistemas radar serán PSR y SSR en emplazamiento común que normalmente proporcionan salidas de trazas o rastros combinados. Se expresa el índice de combinación como la relación que se indica en la formula respecto a blancos dentro del alcance máximo común para los sistemas PSR y SSR.

$$\text{Índice de combinación} = \frac{\text{Número total de blancos combinados}}{\text{Número total de blancos combinados SSR}}$$

El índice de combinación será más preciso si se adoptan medidas para asegurar que no se incluyen en el cálculo los blancos falsos (solamente SSR o combinados). Esto puede lograrse aplicando una función de concatenación.

7.5.3.2 La expresión puede utilizarse para indicar la cobertura y detección relativas entre los radares PSR y SSR de interés.

7.5.3.3 El cálculo se basa en el principio de que todos los blancos de aeronaves dentro del volumen de cobertura compartido y dentro de los alcances máximos comunes de un sistema PSR/SSR combinado serán detectados como blancos combinados. Por lo tanto el cálculo solamente es válido si todas las aeronaves están dotadas de transpondedores SSR y puede no ser válido para poblaciones de aeronaves en las que se incluyan aeronaves militares o respecto a la cobertura en la que se incluye espacio aéreo VFR, etc.

7.5.3.4 Condición estable de funcionamiento de ambos sistemas PSR y SSR. Se ha completado con éxito la alineación geográfica del sistema.

7.5.3.5 En la tabla que sigue se indican los puntos de ensayo pertinentes.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
CI01	Sistema	Preoperacional: Puesta en servicio en el emplazamiento evaluación operacional. Operacional: RTQC, mantenimiento correctivo

7.5.3.6 Debe registrarse durante varias horas una muestra de datos del tránsito ocasional suficientemente grande para proporcionar una distribución lo más equilibrado posible de datos de blancos. Los datos utilizados para el cálculo deben estar dentro del alcance común de los elementos del radar primario y del radar común SSR. En un programa por computadora se clasifican las trazas en blancos combinados y blancos SSR-solamente y se calcula el índice de combinación. Se recomienda utilizar instrumentos de visualización

gráfica para presentar en pantalla, en formatos de presentación polar y vertical, los datos de los blancos con lo que podrá observarse cualquier deterioro del índice de combinación.

- 7.5.3.7 Deben marcarse las zonas en las que no se disponga de datos suficientemente para una medición estadística confiable. Para distinguir entre blancos SSR que no sean falsos y aquellos blancos SSR que fueron resultados de una pérdida de detección primaria se recomienda calcular el índice de combinación mediante datos concatenados.
- 7.5.3.8 Es muy útil obtener diagramas de índice de combinación respecto a diversos sectores geográficos y a diversos niveles de vuelo.
- 7.5.3.9 El índice general de combinación debe ser superior a 95%.
- 7.5.3.10 En la inspección de los diagramas gráficos se identificarán las zonas de poca cobertura superpuesta entre los sistemas. PSR y SSR. Cuando los resultados del índice de combinación no cubren todo el volumen de la cobertura común prevista habrán de analizarse los motivos de la pérdida de detección (véase probabilidad de detección).
- 7.5.3.11 Si el índice de combinación es bajo solamente a determinados ángulos de elevación o respecto a algunos niveles de vuelo, debe verificarse la inclinación de las antenas PSR y SSR, ya que de no hacerlo se degradaría la detección también por razón del reglaje erróneo del STC/GTC.

7.5.4 Cobertura.

- 7.5.4.1 La cobertura de un sistema radar es un volumen tridimensional del espacio aéreo dentro del cual el sistema satisface las especificaciones de actuación, precisión y resolución de detección. La cobertura puede expresarse en función de distancia, azimut y altitud, nivel de vuelo o ángulo de apantallamiento respecto al emplazamiento radar. También puede expresarse mediante coordenadas cartesianas o estructura de rutas aéreas.
- 7.5.4.2 Es importante comprender que el término cobertura no solamente se refiere a la capacidad de detección del radar. El término abarca también todos los parámetros de actuación. Incluso si se comprueba que la detección del radar es perfecta en determinada zona, la precisión de los datos presentados en pantalla puede ser un deficiente que no se tenga confianza en el sistema, se presentan una serie de términos de evaluación suplementarios para fines del análisis que se utilizan con el fin de que puedan realizarse las mediciones de forma controlada según lo indicado a continuación:

7.5.4.2.1 Cobertura Requerida.

La cobertura requerida es el volumen de referencia del espacio aéreo dentro del cual se requiere que el radar satisfaga la actuación especificada. La cobertura requerida se obtiene normalmente a partir de los requisitos especificados para las operaciones y del volumen de cobertura.

7.5.4.2.2 Cobertura Actual.

El volumen del espacio aéreo dentro del cual el sistema puede cumplir con las probabilidades definidas de detección y de precisión. La cobertura actual puede ser mejor o peor que la requerida o que la cobertura prevista y normalmente estará incluida dentro de la envolvente marginal establecida. Se determina la cobertura actual mediante una serie de mediciones de la actuación que dan como resultado la cobertura media y deben ser, por lo menos tan buenas, como la cobertura requerida para que el sistema pueda

considerarse aceptable en las operaciones. La cobertura actual normalmente no debería ser superior a la envolvente marginal establecida.

7.5.4.2.3 **Cobertura Medida.**

La cobertura medida es al volumen del espacio aéreo dentro del cual el radar es capaz de satisfacer los requisitos especificados de detección y de precisión durante una serie particular de mediciones o durante la evaluación de una muestra de datos radar. Se evalúa la cobertura media dentro de un volumen de medición de cobertura (CMV) determinado. El objetivo de la evaluación debería ser realizar un estudio suficientemente completo para que pueda concederse a la cobertura media, respecto a un volumen CMV particular un factor elevado de confianza y se dice que esta constituye una estimación buena a la cobertura actual.

7.5.4.2.4 **Volumen de Medición de Cobertura (CMV).**

Se define como el volumen tridimensional del espacio aéreo dentro del cual se medirán los diversos parámetros de actuación respecto a una serie particular de mediciones

7.5.4.2.5 **Envolvente marginal.**

7.5.4.3 Se emplea el CMV en la evaluación radar para que los usuarios cuenten con más flexibilidad en el control de la amplitud geográfica de los datos que hayan de utilizarse para el análisis de actuación como función de los requisitos de la evaluación. Por ejemplo, si se requiere determinar la cobertura actual, esto puede lograrse definiendo el volumen CMV como igual a la envolvente marginal.

7.5.4.4 Puede decirse el empleo de un CMV y este valor puede almacenarse en memoria de forma que pueda ser reutilizado en repetidas ocasiones. Por lo tanto, la cobertura actual puede determinarse empíricamente respecto a un periodo de tiempo como también puede serlo la comparación de la cobertura media entre las diversas muestras de datos.

7.5.4.5 Los límites CMV respecto a cualquier evaluación dependen de lo que haya de medirse. Normalmente se reglará el CMR de forma que se incluyan los volúmenes de cobertura requeridos para la evaluación y se determinara empíricamente a partir de la envolvente marginal.

7.5.4.6 Si el objetivo consiste en medir la probabilidad general de detección dentro de un volumen de cobertura bien definido (teóricamente), en el CMV debe, por lo menos, estar incluido el volumen requerido de cobertura. Si se desea obtener un análisis completo de la cobertura actual, esto implica que el CMV debería definirse de forma que se incluyan los límites de procesamiento del sistema, de forma tal que con cada conjunto de resultados de cobertura media, pueda obtenerse también una estimación fiable de la cobertura actual.

7.5.4.7 Por otro lado, se espera que el CMV pueda ser definido para cubrir un sector particular del espacio aéreo, por ejemplo, un TMA o pueda ser obtenido a partir de la combinación de los datos siguientes:

7.5.4.7.1 Cobertura indicada a grandes rasgos en el folleto del fabricante (hágase caso omiso de influjo STC/GTC).

7.5.4.7.2 **Modelo teórico de cobertura.**

7.5.4.7.3 **Predicciones en cuanto a cobertura en la línea de alcances óptico.**

7.5.4.7.4 **Requisitos operacionales.**

7.5.4.7.5 **Limitaciones de contrato**

7.5.4.8 Si se desconoce el volumen de cobertura requerido o la envolvente marginal definida, el CMV por defecto para un radar sería desde 0 a la distancia máxima de procesamiento, desde 0 a 360° en azimut y desde el FL 12 al FL 500. Esto sería el punto de partida para un sistema desconocido.

7.5.4.9 En el caso de mediciones en un entorno multiradar puede decirse el volumen CMV de forma independiente para cada uno de los radares disponibles, o mediante un polígono en un sistema de coordenadas X-Y y los niveles mínimo y máximo de vuelo. El ejemplo de tal sistema de células X-Y produciría normalmente resultados que se basan en las coordenadas X-Y y no en distancia-azimut.

7.5.4.10 Una vez definido el volumen CMV se subdivide en números apropiados de células 3D. El usuario pueda ajustar los límites de las células. Se prevén cuatro tipos de retículas:

7.5.4.10.1 Retícula de distancia-azimut-nivel de vuelo (solamente para análisis de monoradar).

7.5.4.10.2 Retícula de distancia-azimut-elevación (solamente para análisis de monoradar).

7.5.4.10.3 Retícula Z-Y-nivel de vuelo con la posibilidad de definir límites de células no equidistantes en todas las dimensiones.

7.5.4.10.4 Volúmenes denominados prismáticos o polígonos irregulares que cubren determinadas partes del espacio aéreo p. Ej., un conjunto de rutas aéreas.

7.5.4.11 Se requerirá “capa” especial en distancia azimut para objetos respecto a los cuales no se cuenta con información de altitud (vuelos PSR-solamente, aeronaves que no notifican información en Modo C, etc.). En un sistema de evaluación se asignaría a estos elementos un nivel de vuelo por defecto. Se pretende que en esta capa especial se incluyan tales sucesos y no se permitiría que influyan los resultados en vuelos respecto a los cuales está presente información en Modo C.

7.5.4.12 Envolvente marginal. La envolvente marginal de un sistema radar está constituido por los límites de la actuación en cuanto a detección de un plano vertical que pasa por el sensor radar dentro del cual el sistema puede detectar los blancos. Los parámetros que describen la envolvente marginal del radar son los siguientes:

7.5.4.12.1 Distancia mínima y máxima de detección.

7.5.4.12.3 Diagramas lobulares de la antena en el plano vertical.

7.5.4.12.4 Topografía del radar y de sus alrededores.

7.5.4.13 Modelo de cobertura teórica. Este es el límite teórico de visibilidad del radar definido en función de lo siguiente:

- i. Distancia máxima;
- ii. Angulo de apantallamiento (constante o en función del azimut);
- iii. Cono de silencio;

iv. Nivel máximo de silencio.

Nota: podrían añadirse más detalles mediante el uso del nivel mínimo de vuelo como función de la distancia y del azimut en lugar de ángulos de apantallamiento.

7.5.4.14 En la siguiente tabla se indican los puntos pertinentes de ensayo

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
SI05/PI05	Sistema	Pre-ocupacional: puesta en servicio en el emplazamiento evaluación operacional.
SI06/PI06	Sistema	Pre-ocupacional: puesta en servicio en el emplazamiento evaluación operacional. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo.
CI01	Sistema	Pre-ocupacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC
CI02	Sistema	Pre-ocupacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo.
RI02	Sistema	Pre-ocupacional: puesta en servicio en el emplazamiento evaluación operacional. Operacional: RTQC

Nota: Las mediciones efectuadas en los puntos de ensayo 5 y 6 permiten evaluar objetivamente la actuación en cuanto a detección. Las mediciones realizadas base de un PPI en el punto RI02 serían subjetivas.

7.5.4.12.2 Cono de silencio y ángulo del horizonte en todos los 360° de azimut.

7.5.4.15 SI03/PI03/SI05/PI05. Puesto que se dispone de señales analógicas en estos puntos, ha de aplicarse el método tradicional de promediar junto con lo indicado en el Apéndice A.

7.5.4.16 PI04,5,6/SI04,5,6/CI01.2/RI02,3.El método recomendado requiere una serie de mediciones comparativas para determinar los límites de cobertura del sistema objeto de ensayo.

7.5.4.17 Pueden efectuarse las mediciones empleando:

7.5.4.17.1 Tránsito ocasional

7.5.4.17.2 Vuelos especiales de ensayo.

7.5.4.17.3 Una combinación de ambos.

7.5.4.17.4 Datos sintéticamente generados a partir de un simulador de trazas o video.

7.5.4.18 Se recomienda el método de vuelos especiales de prueba si puede utilizarse un vuelo en sentido radial en un sector de azimut en el que haya pocos ecos parásitos. Sin embargo, un vuelo de ensayo no proporcionará un cuadro completo de los límites de cobertura en todas

las zonas. Los vuelos de ensayo son obligatorios durante un ensayo de aceptación técnica para puesta en servicio del sistema.

7.5.4.19 El método de ensayo comprende las siguientes etapas:

- a) Recopilación de datos y observaciones;
- b) Análisis de los datos; y
- c) Comparación de los resultados para evaluar la actuación.

7.5.4.20 En el caso de utilizarse el método de tránsito ocasional, la duración de la recopilación de datos depende del LCS. Se recomiendan los siguientes períodos de duración para radares con densidades de tránsito elevadas a medias para obtener resultados con buenos intervalos de confianza.

Monoradar nuevo	de 10 a 12 horas
Sistema multiradar nuevo	de 8 a 10 horas
Modificaciones posteriores 1-radar	de 3 a 4 horas
RTQC	1 hora

Estos tiempos se subdividirán normalmente entre diversas configuraciones del equipo.

7.5.4.21 En el caso de un sistema multiradar, cada nuevo radar del sistema deber ser evaluado por separado antes de someterlo a ensayo en el entorno multiradar.

7.5.4.22 En el caso de una instalación monoradar cuando se efectúa la recopilación de datos en el emplazamiento recomienda observar visualmente la salida del radar del sistema objeto de prueba, empleándose una presentación de monitor técnico al mismo tiempo que tienen lugar los registros de datos. Esto permite que se observen anomalías a las que haya que prestarse especial atención durante la fase de análisis de datos. En el entorno multiradar, no siempre son posibles las observaciones visuales a no ser que solamente pueda presentarse en pantalla la posición medida de un radar particular.

7.5.4.23 Como dato de referencia deber anotarse la configuración del equipo, es decir, que clase de equipo estaba en servicio durante la recopilación de datos y los reglajes de los parámetros que pueden fácilmente ser modificados por el personal de mantenimiento u operaciones, por ejemplo STC/GTC. Si durante el tiempo de registro se efectúan modificaciones de la configuración del sistema, se recomienda efectuar análisis por separado de los períodos con una configuración estable. Deben observarse y anotarse las condiciones meteorológicas, QNH, la temperatura, la velocidad y dirección del viento.

7.5.4.24 Deben determinarse los límites de la cobertura para poder definir el volumen de medición de cobertura (CMV). Durante un análisis del tránsito ocasional, puede determinarse el CMV mediante los datos recibidos y puede subsiguientemente modificarse respecto a determinados requisitos del usuario tales como los requisitos operacionales o los volúmenes teóricos de cobertura. En el análisis multiradar puede aprovecharse lo obtenido acerca de la cobertura de radares adyacentes para modificar el CMV.

7.5.4.25 Sea cual fuere el tipo de células que se utilice, es esencial mantener una distribución normalizada de muestras de datos al comparar los resultados de distintas recopilaciones de datos.

- 7.5.4.26 Puede seleccionarse el tamaño de las células de conformidad con los requisitos de la evaluación pero debe tenerse en cuenta que el cálculo de la detección requiere un número mínimo de informes de blancos dentro de cada célula de detección para poder dar una valor fiable de detección respecto a cada célula.
- 7.5.4.27 Ordinariamente se presentarían los resultados en gráficos polares y verticales que muestren la actuación de detección.
- 7.5.4.28 Al medir la actuación del sistema en cuanto a cobertura del SSR y del PSR debe hacerse referencia a los requisitos técnicos y operacionales del sistema.

7.5.5 Inventario de transmisión de datos

- 7.5.5.1 Ensayo para medir la relación entre el orden temporal de los mensajes enviados por el sistema de transmisión y el orden de llegada en las etapas finales de procesamiento en el emplazamiento. Además pueden realizarse mediciones de tiempo en memoria. Los sistemas que sean objeto de una carga pesada de trazas son candidatos óptimos para este ensayo. En tales ensayos puede intentarse cuantificar la pérdida de datos y el índice de corrupción de datos, incluidos los posibles protocolos de red que se superponen a los datos del usuario.
- 7.5.5.2 Condiciones estables de funcionamiento del sistema.
- 7.5.5.3 **En la tabla siguiente se indican los puntos pertinentes de ensayo.**

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
CI02	Sistema	Preoperacional: puesta en servicio emplazamiento. Operacional: evaluación
CI03	Sistema	Preoperacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento correctivo.
CI04/RI01	Sistema	Preoperacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC mantenimiento preventivo y correctivo

- 7.5.5.4 Los métodos de ensayo dependen del equipo y de la técnica. Los mensajes han de clasificarse en orden de prioridad tales como mensajes de control, combinados, del SSR, del radar primario y de correlación. Se requerirá un analizador de protocolo si se efectúan las mediciones en el entorno de transmisión de datos.

- 7.5.5.5 Tablas en las que se muestran los inventarios de entrada y salida de cada categoría de mensajes, o gráficos en los que se indica el número de blancos de las distintas categorías en función del tiempo.
- 7.5.5.6 Ordinariamente, puede ser que menos del 0,1% de los mensajes estén corrompidos. Si la medición muestra una cifra superior de mensajes corrompidos, han de identificarse las fuentes y las unidades han de ser objeto de mantenimiento.
- 7.5.6 **Índice de blancos falsos**
- 7.5.6.1 El análisis de trazas no deseadas o de blancos falsos es principalmente una actividad empírica que depende de la interrupción intuitiva de la actuación del sistema por parte de las personas que realizan el análisis. El analizador debe evaluar la actuación del sistema en cuanto a trazas falsas, basándose en el conocimiento de las características del sistema y de sus requisitos de actuación en función de la cobertura, probabilidad de detección, índice de trazas falsas y precisión.
- 7.5.6.2 Debe también reconocerse que es frecuentemente necesario llegar a un compromiso entre probabilidad de detección / cobertura e índice de trazas falsas. En otras palabras, habitualmente es de desear que disminuya el número de trazas falsas hasta un valor mínimo, al mismo tiempo que se mantiene una cobertura suficiente y una probabilidad aceptable de detección. En el análisis de las trazas falsas debe tratar de identificarse la causa de las trazas falsas y de cuantificar el número de casos de cada categoría en relación con el número total de trazas presentes.
- 7.5.6.3 Se consideran por separado el análisis de trazas falsas para sistemas analógicos y para sistemas digitales.
- 7.5.6.4 El índice de blancos falsos es la razón de trazas falsas para sistemas analógicos y para sistemas digitales.
- 7.5.6.5 El índice de blancos falsos es la razón de trazas falsas al número total de trazas detectadas.
- 7.5.6.6 Sistema analógico. Debe realizarse un análisis ya sea mediante la supervisión con un osciloscopio de las salidas del receptor y de las etapas de procesamiento vídeo o mediante el uso de una presentación panorámica PPI, ya sea en el lugar del radar o en la posición de la pantalla de presentación operacional. El analizador debe evaluar el número de trazas falsas y en la medida de lo posible debe tratar de clasificarlas en los siguientes tipos:
- a) Trazas escindidas (distancia o azimut).
 - b) Trazas múltiples, incluidas la distorsión y cambios de código.
 - c) Reflexión
 - d) Anillos (lóbulos laterales en azimut).
 - e) Trazas repetidas por segunda vez.
 - f) Trazas repetidas múltiples veces.
 - g) Residuo de ecos parásitos.

7.5.6.7 **Sistemas digitales.** En el análisis de trazas falsas para sistemas digitales puede aprovecharse tanto la evaluación visual, mediante un osciloscopio o PPI, o el análisis por computadora de los registros de datos de trazas (o rastros) efectuados en un período de tiempo. En el análisis por computadora de los registros de datos de trazas (o rastros) efectuados en un periodo de tiempo. En el análisis por computadora y de trazas falsas debe procurarse clasificar y contar el número de trazas falsas en relación con el número total de trazas presentes. Es preferible el método de por computadora ya que proporcionaría resultados cuantitativos repetible mientras que el análisis visual es de índole subjetiva. Los métodos de análisis visual dependen del sistema.

7.5.6.8 **Condiciones estables de funcionamiento del sistema.**

7.5.6.9 **En la lista que sigue se indican los puntos pertinentes de prueba.**

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI03/SI03	Subsistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: Todas las etapas.
PI05/SI05	Sistema	Pre-operacional: todas las etapas
PI06/SI06	Fábrica	Todas las etapas
	Sistema	Pre-operacional
	Subsistema	Operacional: BITE
CI01/CI02	Sistema	Pre-operacional Operacional: todas las etapas excepto mantenimiento preventivo
RI02/RI03	Sistema	Pre-operacional Operacional: BITE

7.5.6.10 El análisis de los sistemas digitales se realizarían normalmente fuera de línea a partir de datos registrados. Es aconsejable utilizar el mismo conjunto de datos que para otros análisis de inventario, fiabilidad y precisión. La longitud de la grabación de datos depende del tipo de análisis de trazas falsas.

Evaluación General: de 1 a 2 horas por cada radar, dependiendo de la densidad de tránsito.

Análisis Específicos: limitados. La duración depende de los criterios de análisis y puede tomarse de cualquiera duración desde unos pocos minutos hasta varios días.

7.5.6.11 El uso de informes junto con observaciones visuales durante la recopilación de datos ayuda a gran manera al análisis durante la evaluación de blancos falsos.

7.5.6.12 Existen dos grupos genéricos:

Grupo 1: Blancos falsos relacionados con aeronaves, reflexiones, respuestas en lóbulos laterales.

Grupo 2: Blancos falsos no relacionados con aeronaves (blancos). Ecos parásitos, "Ángeles", ruido térmico.

7.5.6.13 El análisis de los blancos falsos del grupo 1 se realiza habitualmente respecto a blancos asociados con cada blanco falso. En el grupo 2 se proporciona entre otras cosas el índice de alarmas falsas, que es debido al ruido (ya sea atmosférico, del receptor o del procesamiento vídeo) que pueden ser evaluados haciendo que el transmisor pase a situación de reserva y registrando los blancos que se aparezcan en el monitor térmico.

7.5.6.14 La asociación respecto al grupo 1 puede realizarse con uno o más de los siguientes parámetros en orden de prioridad:

- i. Tiempo.
- ii. Distancia.
- iii. Azimut.
- iv. Código en Modo A y código en Modo C.
- v. Longitud del recorrido.

7.5.6.15 En el caso de blancos falsos en relación con el SSR el orden es habitualmente el siguiente:

1. Código en Modo A.
2. Código en Modo C.
3. Tiempo.
4. Distancia o azimut.

7.5.6.16 Para los cálculos de reflexiones y de fenómenos similares se quiere una traza de referencia o posición de la trayectoria asociada de la aeronave. Deben utilizarse en orden de precedencia los siguientes puntos de referencia:

7.5.6.16.1 La posición real de la aeronave en el momento del blanco falso.

7.5.6.16.2 Trazas radar adyacente en el tiempo al blanco falso procedente de la trayectoria asociada.

7.5.6.16.3 Aproximar la posición de la aeronave a partir de una técnica de reconstrucción de trayectoria multiradar.

7.5.6.17 Consúltense en los adjuntos 1 y 2 al Capítulo 3 el problema de clasificación de objetos ("concatenación de trazas") y la generación de una referencia.

7.5.6.18 Los blancos falsos del radar primario se subdividen en los dos grupos siguientes:

Grupo 1: Blancos falsos que pudieran estar asociados a trayectorias de aeronaves mediante un proceso fiable de concatenación y en áreas libres de ecos parásitos. En la evaluación de blancos falsos se clasificarán y contarán los blancos falsos del Grupo 1.

Grupo 2: Las trazas en este grupo solamente pueden cortarse para proporcionar distribuciones de frecuencia en el tiempo y en el espacio.

- 7.5.6.19 Debe continuarse el análisis para clasificar las trazas en este grupo si se dispone en este sistema de análisis de información tal como la longitud de recorrido, la velocidad en el sentido radial y la amplitud del blanco.
- 7.5.6.20 Proporciónese los siguientes:
- 7.5.6.20.1 Tablas sumario que muestren la relación global de cada categoría de blancos falsos al número total de trazas presentes.
- 7.5.6.20.2 Distribución de frecuencias en el tiempo y en el espacio.
- 7.5.6.20.3 Gráficos en los que se indiquen las distribuciones en el tiempo / espacio entre los blancos falsos y los puntos de referencia.
- 7.5.6.20.4 Presentación gráfica de posiciones en el espacio de los blancos falsos y de los puntos de referencia.
- 7.5.6.21 Se indicó anteriormente que incumbe a la persona que realiza el análisis determinar el nivel de actividad de blancos falsos que los usuarios del sistema podrían considerar como tolerables. En este documento se proporcionan algunos de los síntomas y soluciones para las categorías ordinarias de blancos falsos.
- 7.5.6.22 **Bancos repetidos por segunda vez.** El uso atento de un escalonador PRF servirá para eliminar los blancos repetidos por segunda y múltiples veces. Sin embargo, la cantidad de escalonamiento que pueda llevarse a la práctica dependerá en gran manera de la arquitectura del sistema en lo que respecta a técnicas de cancelación de ecos parásitos.
- 7.5.6.23 **Trazas escindidas.** La separación entre trazas reales y falsas será inferior al umbral predeterminado en distancia y azimut p. Ej. Umbral de distancia-925 m (-0,5, NM), umbral de azimut-3 dB de la anchura de banda de la antena. Las trazas escindidas SSR que procedan de problemas relacionados con la antena (lóbulos laterales) tendrán normalmente la misma identidad y valores de altura que las trazas reales.
- 7.5.6.24 Trazas múltiples. Esta categoría de trazas falsas es similar a la de trazas escindidas salvo que la separación en azimut entre el blanco falso y el blanco real será mayor que el correspondiente que al umbral de azimut para las trazas escindidas (una anchura de banda).

7.5.7 **Alineación geográfica.**

- 7.5.7.1 Antes de que pueda utilizarse el radar en las operaciones debe estar alineado en azimut con un punto de referencia. La alineación se realiza normalmente en varias etapas-mecánica y eléctrica. La alineación geográfica se refiere a la alineación mecánica de la antena con uno o varios puntos de referencia arbitrarios. Los puntos de referencia pueden ser los siguientes:

Radar primario en ruta. Uno o varios u otras características tipográficas de coordenadas conocidas respecto al radar.

Radar primario de aproximación. Ecos permanentes conocidos y rutas de aproximación a todas las pistas del aeropuerto.

SSR. Dispositivo de monitor de campo remoto con coordenadas conocidas respecto al radar.

7.5.7.2 Normalmente el sistema estaría alineado con el norte verdadero (obsérvese que en algunos Estados de alineación para los radares de aproximación es el norte magnético). Respecto a cualquier requisito operacional de presentar en pantalla valores de azimut magnético o de brújula, se corregiría el azimut medido en la etapa de procesamiento de la pantalla. Para sistemas de montaje común SSR y PSR las dos antenas deben estar eléctricamente alineadas en azimut una respecto a la otra (véase también la alineación PSR/SSR).

7.5.7.3 **Condiciones estables del funcionamiento del sistema.**

7.5.7.4 En la tabla siguiente se muestran los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI01	Sistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correlativo

7.5.7.5 **Puede realizarse cualquiera de los siguientes métodos de alineación:**

7.5.7.5.1 **Alineación óptica.** Esta se realizaría con un teodolito adjunto a un punto de referencia conveniente en la antena. Las condiciones ambientales deberían ser de viento en calma con suficiente visibilidad para que pueda alcanzarse a verse el punto de referencia.

7.5.7.5.2 **Alineación radar.** Esta produce ser utilizada en latitudes más bajas y en condiciones meteorológicas favorables (sin nubes y con vientos ligeros), cuando el sol alcanza una elevación suficiente para medir las partes principales del haz de la antena. El índice de cambio de azimut respecto a la elevación del sol no debería ser tan grande como para causar problemas de seguimiento para control de la antena (sea este automático o manual). Para que tenga éxito la alineación con el recorrido del sol, debe conocerse con precisión la posición del emplazamiento. Debe tenerse a mano la información precisa de almanaques náuticos para que en cualquier momento puedan determinarse los ángulos de declinación y de azimut del sol respecto a la antena radar.

7.5.7.5.3 **Alineación del SSR.** Una práctica ordinaria en los sistemas SSR y en los sistemas PSR/SSR de montaje común es alinear en primer lugar el SSR utilizando como referencia un monitor de campo remoto y seguidamente, en el caso de sistemas de montaje común, utilizar los datos de trazas SSR, como referencia para la alineación del sistema del radar primario. Obviamente el SSR debe estar en condición estable de funcionamiento para que esto pueda llevarse a la práctica. En la sección relativa a "alineación del PSR/SSR" se presentan otros detalles. Puede lograrse la alineación por computadora con puntos de referencia conocidos (edificios, transpondedores de ensayo, etc.).

7.5.7.5.4 Son métodos razonables de análisis la presentación de la distribución de azimut o posición del transpondedor respecto a la referencia conocida y el cálculo de los valores medios y

sigma. Consúltese también las secciones sobre alineación del PSR/SSR en las que se describe una evaluación similar.

7.5.7.5.5 La alineación geográfica es un prerrequisito para obtener datos precisos del radar. Se recomienda supervisar la alineación como parte de la función RTQC.

7.5.7.5.6 La alineación en azimut debería caer dentro de 5 impulsos de cambio de azimut (ACP) si se utilizan para la evaluación de medición en coordenadas polares.

7.5.8 **Inventario.**

7.5.8.1 Aunque el inventario no es estrictamente un parámetro en el mismo sentido que lo son la precisión o la detección, constituye sin embargo un aspecto importante de la evaluación del radar por computadora. El inventario de datos proporcionara la cuenta de los distintos tipos de mensajes registrados durante la recopilación de datos y proporcionara medios de visualizar los datos registrados en una presentación gráfica. En la siguiente lista de ítems se proporciona una indicación de los componentes a los que se extiende el inventario de datos:

7.5.8.1.1 Tabla de cuentas de informes de blancos (trazas SSR, trazas PSR, trazas combinadas, mensajes de norte, fuera de alcance máximo, promedio de trazas por exploración).

7.5.8.1.2 Tablas en las que se muestran los índices de convalidación de código en Modo A y en Modo C del SSR.

7.5.8.1.3 Gráficos de las trazas por exploración en función del tiempo, respecto a cada radar, fuente de trazas, línea, etc.

7.5.8.1.4 Instrumentos de presentación gráfica para visualizar datos registrados en diagramas horizontales (polar o cartesiano) o vertical (alcance oblicua, nivel de vuelo). Sería preferible que estos instrumentos fueran interactivos para que el usuario pueda interrogar los ítems de datos y organizar las visualizaciones de los datos de forma que se adapten a los requisitos del análisis (enfoque de distancia, panorámico, cambio de escala de rotación, etc.). El instrumento gráfico de presentación en sentido vertical es útil para el análisis visual de la cobertura vertical de radar, especialmente si el instrumento permite seleccionar los datos presentados en azimut.

7.5.8.1.5 Otros instrumentos gráficos para visualizar los campos de datos registrados ya sean como distribución de frecuencia o como gráficos de los parámetros en función del tiempo o del espacio (distancia azimut X,Y, tiempo en memoria, longitud de recorrido, etc.)

7.5.8.2 **En la siguiente tabla se indican los puntos pertinentes de ensayo.**

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
CI01, SI06	Sistema	Preoperacional: puesta en servicio en el emplazamiento, evaluación operacional.
PI096, RI01		Operacional: RTQC, mantenimiento correctivo.

- 7.5.8.3 Análisis interactivo como parte de un análisis por computadora.
- 7.5.8.4 Datos de salida interactivos en forma gráfica y tabular. En la Figura 5-6 se presenta ejemplo de inventario de datos.
- 7.5.8.5 La interpretación de datos presentados a nivel de inventario de una evaluación puede constituir con un poco de experiencia una muy buena indicación de si hay o no graves problemas en el sistema. A continuación se presentan algunas explicaciones:
- 7.5.8.5.1 Gráfico de trazas por exportación. Un buen instrumento para indicar si hay interrupciones o cambios de configuración del sistema durante una grabación.
- 7.5.8.5.2 Gráfico de trazas en el plano vertical. Un buen instrumento para visualizar los límites de cobertura vertical de los datos registrados.
- 7.5.9 **Probabilidad de detección (PD).**
- 7.5.9.1 La probabilidad de detección (PD) es la que para determinado blanco deseado dentro del volumen CMV se produzca en cada exploración un informe de blanco radar con datos de posición. Por motivos de redacción, se incluye también en esta sección una descripción de los índices de detección de código SSR. En un sistema radar, se define este parámetro mediante la siguiente relación:
- El denominador de la definición (número previsto de informes de blancos) se base en la hipótesis de que un radar debería detectar todos los blancos deseados que estén dentro del CMV del radar.
- En caso de análisis por computadora se establecería el número previsto mediante la función de concatenación de trazas. En el caso análisis visual el número previsto se referiría al periodo entre el primer informe de blanco detectado y el último respecto a determinado vuelo.
- 7.5.9.2 En algunos casos (particularmente ensayos en vuelo con aeronaves especializadas) es posible determinar, por comunicación con el piloto, la altitud de la aeronave y, por referencia a mapas teóricos de cobertura, si el blanco está dentro de la cobertura del radar y, por consiguiente, debe ser detectado. Obviamente este método no es práctico más que para unas pocas trayectorias. Esta tarea resulta mucho más fácil si le ha pedido al piloto que calcule y vuele a altitudes verdaderas por contraposición a un nivel de vuelo.

7.5.9.3 Los vuelos especiales de ensayo no proporcionan un cuadro completo de la detección en todas las zonas, pero son necesarios para investigar aquellas áreas en las que se requieren movimientos especiales de tránsito o aquellas en las que apenas hay tránsito normal. Los vuelos de ensayo son obligatorios durante los ensayos de aceptación técnica asociados a la puesta en servicio del sistema.

7.5.9.4 En los sistemas más modernos de evaluación puede tenerse acceso a volúmenes de cobertura teóricos de radio y de alcance óptico respecto a un radar que pueda ser utilizado para determinar los límites teóricos del valor “número previsto”. Sin embargo, la influencia atmosférica en la cobertura radar es de tal índole que existe el riesgo de que los valores de la probabilidad de detección en los límites de cobertura, o cerca de estos no sean realistas a no ser que se efectúen continuamente mediciones (RTQC).

7.5.9.5 En una evaluación de monoradar, se supone que el “número previsto de informes de blanco” es el número de exploraciones de antena comprendidos entre la primera y la última detección del objeto. En una evaluación de multiradar, puede estimarse el número de informes previstos de blancos utilizando la información de radares adyacentes de cobertura supuesta con el radar de que se trate.

Nota: Los informes de blancos múltiples (escindidos, reflexiones, etc.) y los casos de no-combinación pueden tramitarse correctamente en los cálculos de la probabilidad PD. Normalmente, se esperara de un radar un solo informe de blanco por cada exploración y por cada blanco deseado.

7.5.9.6 Dependiendo del método de medición que se utilice, deberían compararse normalmente los resultados obtenidos a partir de cada medición con los resultados de diversas mediciones del sistema en condiciones análogas de funcionamiento, para que así aumente el índice de confianza. En el sistema de análisis debería también ser posible fusionar en una sola base de datos radar los resultados obtenidos en condiciones similares de medición.

7.5.9.7 La probabilidad de detección de la posición se subdivide en los siguientes aspectos:

7.5.9.7.1 Probabilidad de detección de la posición del SSR.

Probabilidad de detección de la posición del PSR.

Índice de detección de códigos SSR, subdivididos de la forma siguiente:

Índice de detección válida en Modo A y válida en Modo C.

Índice de detección correcta en Modo A.

Índice De detección correcta en Modo C.

Índice de detección correcta en Modo A y en Modo C.

7.5.9.8 Se efectúa la medición del PD cuando estas en condición de funcionamiento estable todos los sistemas seleccionados además de aquel que se somete a ensayo y cuando se haya completado la alineación geográfica y la del PSR/SSR.

7.5.9.9 Debe prestarse particular atención a las condiciones atmosféricas reinantes para asegurarse de que no existen condiciones anormales, tales como de propagación anómala, a no ser que lo que se desee en el análisis sea estudiado el sistema en tales condiciones.

En la tabla siguiente se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Puntos de ensayo	Nivel de ensayo	Etapa de ciclo de vida útil
SI05/PI06	Sistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Evaluación operacional
SI06/PI06	Sistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Evaluación operacional Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo
CI01	Sistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC
CI02	Sistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo
RI02	Sistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento, evaluación operacional. Operacional: RTQC

Nota: Las condiciones que se efectúen en los puntos 5 y 6 de ensayo PIO/SIO pueden facilitar una evaluación objetiva de la actuación en cuanto a detección. Las mediciones que se efectúen mediante PPI en el -Comparación de los resultados para evaluar el punto RI02 serían subjetivas.

7.5.9.11 Para los ensayos y las interface SI103/P103/S105/P105, se dispone de señales analógicas y es aplicable el método tradicional de promediar.

7.5.9.12 Para los ensayos en las interfaces P104, 5, 6/S104, 5, 6/C101, 2/R102, 3, el método recomendado requiere una serie de mediciones comparativas dentro del volumen de cobertura del sistema objeto de ensayo. Las mediciones pueden efectuarse empleando:

- 1 El transito ocasional;
- 2 Vuelos especiales de ensayo;
- 3 Una combinación de ambos; y

4 Datos sintéticamente generados a partir de un simulador de trazas o vídeo.

7.5.9.13 Los vuelos especiales de ensayo no proporcionan un cuadro completo de la detección en todas las zonas pero son necesarios para investigar aquellas áreas en las que se requieren movimientos especiales de tránsito o aquellas en las que apenas hay tránsito normal. Los vuelos de ensayo son obligatorios durante los ensayos de aceptación técnica asociados a la puesta en servicio del sistema.

7.5.9.14 El método de ensayo comprende las siguientes etapas:

1. Recopilación de datos y observaciones;
2. Análisis de datos; y
3. Comparación de los resultados para evaluar la actuación.

7.5.9.15 La duración de la recopilación de datos depende del LCS. Se recomiendan los siguientes periodos de dirección para radares con densidades adecuadas de tránsito a fin de obtener resultados con un buen intervalo de confianza:

Nuevo sistema monoradar	de 10 a 12 horas
Nuevo sistema multiradar	de 8 a 10 horas
Modificación posterior-1 radar	de 3 a 4 horas
RTQC	1 hora

7.5.9.16 Los tiempos indicados se subdividirán normalmente entre las diversas configuraciones de equipo. En el caso de un sistema multiradar, debe evaluarse por separado cada nuevo radar antes de someterlo a ensayo en un entorno multiradar.

7.5.9.17 Durante la fase de puesta en servicio en el emplazamiento o durante cualquier recopilación de datos “en el emplazamiento” se recomienda observar visualmente los datos de salida del radar objeto de ensayo (lo cual implica generalmente en los sistemas multiradar que se tenga un observador por radar). Esto hace que puedan observarse las anomalías que haya para prestar especial atención durante la fase de análisis de datos.

7.5.9.18 Debe anotarse para fines de referencia la configuración del equipo, es decir, la clase de equipo que estaba en servicio durante la recopilación de datos y los reglajes de los parámetros que pudieran fácilmente modificarse por parte del personal de mantenimiento o de operaciones, por ejemplo STC/GTC. Si durante el registro de los datos se efectúan modificaciones en la configuración del sistema, se recomienda hacer análisis por separado de los periodos con configuración estable. También han de anotarse las condiciones meteorológicas, el QNH, la temperatura, la velocidad y dirección del viento.

7.5.9.19 Los datos han de clasificarse por objetos, es decir todos los mensajes de informes de blancos relacionados con cada blanco han de estar concatenados (asociados). Se efectúa el análisis de la detección mediante los informes de blancos asociados a las trayectorias seleccionadas dentro de células tridimensionales predefinida dentro de la cobertura del sistema. Esta técnica implica que no se utilicen en los cálculos los informes de blancos falsos identificados. Se establecerán normalmente los criterios para selección de objeto a fin de que disminuya los cálculos los efectos de ruido y la inclusión de objetos no deseados (por ejemplo: ecos parásitos correlacionados).

- 7.5.9.20 Se establece la referencia de las células tridimensionales con el CMV y pueden definirse en función de la distancia/azimut/altura o en función de secciones prismáticas que cubren partes de unas estructuras de aerovías TMA. El volumen de medición Pd define el volumen del espacio aéreo dentro del cual debería esperarse que el sistema radar detecte los blancos. Durante un análisis con tránsito ocasional se determinará el CMV mediante los datos recibidos y puede subsiguientemente modificarse para determinados requisitos de usuarios tales como los requisitos operacionales en los volúmenes de cobertura teórica. En el análisis multiradar se aprovechará la cobertura de los radares adyacentes para modificar el volumen de medición.
- 7.5.9.21 Sea cual fuere el tipo de células que se utilicen es esencial mantener una distribución normalizada de muestras de datos al comparar los resultados procedentes de distintas recopilaciones de datos. Se recomienda utilizar alguna forma de clasificación de datos de entrada para tener un control mejor de las mediciones y de los resultados.
- 7.5.9.22 Pueden seleccionarse los tamaños de las células de conformidad con los requisitos pero nunca ha de olvidarse que el cálculo de la detección exige un número mínimo de informes de blancos dentro de cada célula de detección para que pueda obtenerse un valor fiable de detección respecto a cada célula.
- 7.5.9.23 Dentro de cada célula definida del programa calcula la probabilidad de detección para cada trayectoria dentro de la célula. Se realizan por separado los siguientes cálculos:
1. **Detección de la posición PSR.** La razón de números recibidos de informes de blancos PSR al número previsto de informes de blancos PSR. Un informe de blancos PSR significará en este contexto ya sea un PSR, ya sea un mensaje de informe de blancos combinados.
 2. **Detección de posición SSR.** La razón del número recibido de informes de blanco SSR al número previsto de informes de blancos SSR. Un informe de blanco SSR significara en este contexto ya sea un SSR, ya sea un mensaje de blancos combinados con los campos en Modo A o en Modo C presentes.
 3. **Índice de detección válida en Modo A (radar secundario).** La razón del número recibido de informes de blancos SSR con código en Modo A correcto al número recibido de informes de blancos SSR en las trayectorias utilizadas en el análisis de detección.
 4. **Índice de detección correcta en Modo A (radar secundario).** La razón del número recibido de informes de blancos SSR con código en Modo A correcto al número recibido de informes de blancos SSR en las trayectorias usadas en el análisis de detección.
 5. **Índice de detección válida en Modo C (radar secundario).** La razón del número recibido de informes de blancos SSR con código en Modo C al número recibido de informes de blancos SSR en las trayectorias utilizadas en el análisis de detección.
 6. **Índice de detección correcta en Modo C (radar secundario).** La razón del número recibido de informes de blancos SSR con código en Modo C correcto al número de informes de blancos SSR en las trayectorias utilizada en el análisis de detección.
 7. **Índice de detección correcta en Modo A y C (radar secundario).** La razón de los números recibidos de informes de blancos SSR con código en Modo A

correcto y también con código en Modo C correcto al número recibido de informes de blancos SSR en las trayectorias utilizadas en el análisis de detección.

- 7.5.9.24 En el análisis se emplean los siguientes términos y expresiones básicos: Informe de blanco recibido. Un informe de blanco que ha sido concatenado con un objeto y que ha sido utilizado en los cálculos de detección. Válido. Se define mediante el proceso de convalidación del sensor radar. Pueden interpretarse en el sentido de código SSR presente y que fue convalidado (elevada calidad) por el sistema radar.

Nota: La existencia e interpretación del término “convalidado” varía de un sistema a otro.

- 7.5.9.25 El análisis de datos perdidos se considera parte del análisis de probabilidad de detección. El proceso de concatenación generará una traza perdida por cada exploración en la que se espera una traza y no se encuentra ninguna, es decir, entre los instantes de inicio y de fin de una trayectoria. Se genera la traza perdida en la posición en el tiempo donde haya sido esperada una traza. La asignación de trazas perdidas es función del volumen de medición de la probabilidad de detección que se esté actualmente utilizando por el radar. El análisis subsiguiente se subdivide en dos secciones.

- 7.5.9.25.1 **Trazas perdidas.** La posición en el tiempo y en el espacio de las trazas perdidas generadas para cada radar puede presentarse en pantalla utilizando medios gráficos. El usuario puede seguidamente determinar si ha ocurrido cualquier correlación en posición. Debe analizarse más a fondo cualquier correlación en posición para determinar la causa de estas trazas perdidas.

1. Pérdida de cobertura.
2. Trazas perdidas correlacionadas con trayectorias específicas, posiblemente fallas relacionadas con las aeronaves, tales como la falla del transpondedor o el apantallamiento

Deben efectuarse por separado los análisis de datos perdidos del PSR y del SSR en el caso de sistemas con SSR y PSR en emplazamiento común. En este caso, se considera una traza primaria concatenada como una pérdida SSR si la traza primaria cae dentro del volumen CMV del SSR. Por el contrario, se considera una traza SSR concatenada como una traza perdida PSR si cae dentro del volumen de medición del PSR.

- 7.5.9.25.2 **Brechas.** Una brecha es una secuencia de trazas perdidas consecutivas procedentes de un radar y asociadas a una trayectoria.

El análisis de brechas comprende normalmente un estudio comparativo de distintas muestras de datos respecto a la distribución de frecuencia del tamaño de las brechas. Se determinan los siguientes resultados:

1. Porcentaje de trazas perdidas en brechas de más de dos trazas perdidas;
2. Porcentaje de trazas perdidas en brechas de más de dos trazas perdidas;
3. Porcentaje de brechas con más de dos trazas perdidas;
4. Tamaño promedio de la brecha; y
5. Promedio de tamaño de la brecha en el caso de aquellas que contengan más de dos trazas perdidas.

- 7.5.9.26 Histogramas graduados en bandas discretas de detección tales como por ejemplo: <50%, 50-80%, 80-90%, 90-95%, 95-98%, 98-100%; y cifras generales procedentes de valores promedios de detección para cada célula de detección en el cálculo.

- 7.5.9.27 Los resultados de los análisis PD solamente pueden interpretarse con confianza y ser comparados entre muestra de datos, si se clasifican los datos del análisis de la misma forma, por ejemplo, por tipos de tránsito y por áreas geográficas.
- 7.5.9.28 Probablemente es imposible obtener mediciones obsoletas de la probabilidad de detección de un sistema, por lo que es habitual realizar análisis comparativos entre distintos conjuntos de resultados. Sin embargo, en la situación en la que se requieren los resultados dicta hasta qué punto puede establecerse márgenes de tolerancia. Los resultados generales en porcentaje son útiles porque dan una indicación general del índice de detección, suponiéndose una alta confianza en los resultados.

7.5.10 **Errores Aleatorios.**

- 7.5.10.1 En cualquier sistema radar existirán errores aleatorios residuales respecto a la posición medida de un informe de blanco. La aceptación técnica y operacional del sistema impondrá condiciones al sistema proporcionando información sobre la posición dentro de los límites requeridos de precisión. El análisis de los errores residuales constituye también un parámetro importante al determinar las normas de separación radar que pueda aplicarse al radar de que se trate. Por consiguiente, es imperativo que se determine para un sistema radar las características de errores residuales como parte de la puesta en servicio del sistema y esto regularmente durante la vida útil en servicio.
- 7.5.10.2 Se ha demostrado que la distribución de los errores de posición residuales en distancia y en azimut exhiben dos distribuciones separadas; una distribución gaussiana que abarca la parte central de la distribución de la población y otra que abarca las colas de las distribuciones.
- 7.5.10.3 El promedio de los errores residuales debería corresponder al promedio de los errores sistemáticos. En un sistema multiradar es normal corregir los errores sistemáticos antes de calcular los errores residuales.
- 7.5.10.4 Para la medición de los errores residuales es necesario contar con una posición de referencia respecto a cada informe de blanco utilizado en los cálculos del error. Esta referencia puede obtenerse a partir de fuentes externas, tales como vuelos de ensayo, o puede obtenerse mediante la reconstrucción de trayectorias multiradar a partir de los datos registrados. Las técnicas de análisis por computadora permiten una estimación fiable de los errores residuales aplicando muestras representativas del tránsito ocasional.
- 7.5.10.5 Condición estable de funcionamiento del sistema. Para un sistema multiradar se han estabilizado los errores sistemáticos.
- 7.5.10.6 En la tabla siguiente se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
CI02/RI02 RI0	Sistema	Preoperacional: puesta en servicio en el emplazamiento Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo

- 7.5.10.7 Un método establecido por computadora para el cálculo de los errores aleatorios residuales consiste en reconstruir la trayectoria del blanco mediante un instrumento de reconstrucción de trayectorias multiradar y comparar cada informe de blanco con la referencia en cuanto a errores en distancia, azimut, posición, X e Y después de que se hayan corregido los errores sistemáticos que pudieran existir.
- 7.5.10.8 Después de que se hayan procesado un número suficiente de trayectorias, los errores de sesgo deberían convergir hacia valores de estado permanentes, y en tal momento debe detenerse el análisis. Los resultantes errores de sesgo pueden seguidamente aplicarse a cada radar ene le sistema para corregir la hora y la posición de cada traza antes de estimar los errores aleatorios residuales que pudieran existir.
- 7.5.10.9 Se utilizaría normalmente el mismo conjunto de datos empleados para el análisis de fiabilidad. Es esencial asegurarse que se dispone para el análisis de una muestra de datos suficientemente amplia; normalmente se requerirán por lo menos de 500 a 1,000 trayectorias de una duración de 5 minutos cada una.
- 7.5.10.10 Es preferible utilizar registros legales de trazas / rastro de ser posible y siempre que contengan los datos requeridos.
- 7.5.10.11 Los errores residuales se calcularían en coordenadas cartesianas respecto al origen del sistema y se transformarían en coordenadas del radar para la presentación de los resultados. Los errores deberían estabilizarse a valores permanente de estado mucho antes de que se haya procesado el número total de trayectorias.
- 7.5.10.12 El instrumento de evaluación puede proporcionar un análisis de regresión para ayudar al usuario a determinar el momento en que se haya llegado al estado permanente de los diversos errores de sesgo.
- 7.5.10.13 El reglaje de los valores de desviación estándar de cada error no indica habitualmente condiciones de estado permanente de los valores del error principal.
- 7.5.10.14 Los errores sistemáticos de cada radar pueden presentarse como un usuario de los resultados finales de los cálculos o pueden requerirse una presentación gráfica más detallada para indicar la magnitud de cada error por referencia a la trayectoria o al tiempo acumulado en la trayectoria (tiempo de suma) durante los cálculos.
- 7.5.10.15 Es importante verificar si se han establecidos los valores de los errores antes de proseguir con cualquier otro análisis de precisión en una evaluación multiradar.

7.5.11 Resolución

- 7.5.11.1 En este parámetro se incluye la resolución de las unidades de subsistemas intermedios así como las del sistema total. La resolución del sistema es las capacidades de resolver correctamente como distintas las posiciones de dos o más blancos reales que estén muy cerca el uno del otro.
- 7.5.11.2 La resolución del radar es su capacidad de distinguir entre dos aeronaves que estén muy cerca entre sí, produciendo para cada aeronave informes separados de blanco radar. Se considera que dos aeronaves están en inmediata proximidad cuando sus alcances oblicuos y sus ángulos de azimut son suficientemente cercanos para que haya la posibilidad de que se degrade la resolución mediante interferencia mutua o mediante la interacción entre los retornos del radar de las aeronaves. Se define la actuación en cuanto a resolución para cada aeronave en función de las posibilidades de detectar la posición de

cada una de las aeronaves que estén en inmediata proximidad y, para el SSR, las probabilidades adicionales de código correcto tanto en Modo A como en Modo C. Dentro del área de inmediata proximidad hay un límite de separación de alcance oblicuo y un límite de separación en azimut. A separaciones entre los blancos que sean menores de estos límites inferiores, la actuación se habrá degradado tanto que la información radar ya no será aceptable en las operaciones. Estos límites inferiores dependen del diseño del sistema radar y de los parámetros operación. En particular, el límite inferior de separación en azimut depende de los parámetros operacionales del radar del PRF, de la velocidad de rotación de la antena, y para el SSR, del diagrama de intercalación de modos utilizado.

7.5.11.3 Puede considerarse que dos aeronaves están en inmediata proximidad cuando la distancia entre ellas es inferior a las siguientes áreas ordinarias de inmediata proximidad correspondiente a un sistema radar SSR por monopolso:

SSR (monopolso): alcance oblicuo ($< 3.7 \text{ km } 82 \text{ MN}$) y azimut $< (3 \times \text{nominal } 3 \text{ dB de anchura de haz nominal horizontal de } 3 \text{ dB})$.

PSR: alcance oblicuo $< (2 \times \text{anchura de impulso n mima de transmisión})$ y azimut $< (3 \times \text{anchura de haz nominal horizontal de } 3 \text{ dB})$.

7.5.11.4 En el análisis de actuación en cuanto a resolución se considera que las aeronaves que no est n en inmediata proximidad son "blancos aislados".

7.5.11.5 Se han completado para ensayos en CI02 las alineaciones geográficas y PSR/SSR.

7.5.11.6 En la tabla siguiente se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI04/SI04	Subsistema	Fábrica: ensayo de tipo
PI05/SI05	Subsistema	Fábrica; ensayo de aceptación. Pre operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC
CI02	Sistema	Pre operacional: puesta en servicio en el emplazamiento operacional Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo

7.5.11.7 Blanco simulados. Puede utilizarse un simulador de trazas para proporcionar mediciones repetitivas del sistema de procesamiento a base de dos blancos, uno fijo en posición y el otro que se mueve en distancia y azimut respecto al blanco fijo.

7.5.11.8 Transito real. Para verificar la actuación en cuanto a separaciones determinadas entre las aeronaves, por ejemplo durante la puesta en servicio en el emplazamiento, pueden

utilizarse ensayos en vuelo de aeronaves de ensayo equipadas con dispositivos calibrados para determinar la posición e instalaciones para registrar las posiciones de las aeronaves a intervalos de tiempo regulares. El índice de actualizaciones de las posiciones de las aeronaves debe ser igual o superior al índice de actualización del radar. Se utilizan registros efectuados a bordo de las aeronaves junto con los datos de posición medidos por el radar para verificar si la actuación del radar es adecuada a una determinada separación entre las aeronaves.

- 7.5.11.9 Sin embargo, para evaluar la capacidad de resolución del sistema radar se utilizan registros del tránsito ocasional. Mediante la concatenación y los algoritmos de reconstrucción de trayectorias se establece una trayectoria de referencia para cada aeronave. Se identifican todos los pares de trayectorias que se acercan entre sí a menos de la aérea de inmediata proximidad. A partir de estas trayectorias, se identificarán también aquellos pares que se aproximan entre sí con separaciones que son menores de los límites inferiores de alcance oblicuo y de azimut.
- 7.5.11.10 La actuación en proximidad inmediata se calcula en cada una de las áreas limitada por en cima y por debajo de los límites de separación en cuanto a alcances oblicuo y azimut y dentro del área de proximidad inmediata asociando los informes de blancos y las trayectorias con los algoritmos de concatenación.
- 7.5.11.11 Se obtiene la probabilidad de detectar la posición a partir de la relación del número total de blancos deseados, que están asociados a trayectorias en el área inmediata de proximidad al número de total de detecciones previstas de informes de blancos en el área de proximidad inmediata.
- 7.5.11.12 De modo análogo, se obtienen los índices válidos y correctos de código en Modo A y código en Modo C a partir de la relación del número total de informes con códigos válidos y correctos en Modo A o Modo C, que están asociados a trayectos en el área de inmediata proximidad, al número total de blancos detectados que están asociados en el área de inmediata proximidad.
- 7.5.12 **Errores sistemáticos.**
- 7.5.12.1 Los errores sistemáticos son también conocidos como errores de sesgo o errores correlacionados, en posición y en el tiempo, de la posición de un blanco notificado por el radar. Los errores sistemáticos son más pertinentes en los sistemas multiradar a los que se refiere la mayor parte de esta descripción. Pueden ocurrir errores sistemáticos en distancia y en azimut para un solo sistema radar autónomo y en este lugar se describen los métodos de evaluación.
- 7.5.12.2 La corrección de los errores sistemáticos es esencial en un sistema multiradar si los datos de los radares respectivos han de estar correlacionados en tiempo y en posición. Los errores sistemáticos pueden clasificarse de la forma siguiente:
- 7.5.12.2.1 Errores de marcación de tiempo (pertinentes a los sistemas Multi-radar).
- a. Sesgo de distancia.
- 7.5.12.2.3 Sesgo de azimut.
- 7.5.12.2.4 Sesgo de ganancia de distancia y de distancia al alcance máximo.

- 7.5.12.2.5 Errores de posición de emplazamiento errores de sesgo en latitud y longitud de emplazamiento de radar).
- 7.5.12.3 Se conocen con precisión las posiciones de los dos radares del sistema. Se efectuara normalmente el levantamiento topográfico de las posiciones mediante técnicas de levantamiento topográfico por satélite. El sistema de objeto de ensayo está en un estado estable de funcionamiento.
- 7.5.12.4 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
R102 y R103	Sistema	Preoperacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo.

- 7.5.12.5 El método de establecido para calcular los errores sistemáticos consiste en reintegrar los cálculos de los errores de sesgo respecto a un número elevado de trayectorias de aeronaves a las que se extiende la cobertura de los radares del sistema. Después de que se haya procesado un número suficiente de trayectorias, los errores de sesgo deberían converger a valores de estados permanentes y en dicho momento podría detenerse el análisis. Los errores de sesgo resultantes podrían seguidamente aplicarse a cada radar del sistema para corregir la hora y posición de cada traza antes de estimar los errores aleatorios residuales que puedan existir.
- 7.5.12.6 Debe procurarse para los cálculos que los radares estén espaciados a una distancia relativamente grande entre sí. Puesto que los cálculos dependen de que se tenga cobertura y detección superpuesta entre radares adyacentes en un sistema multiradar, será difícil que el usuario consiga resultados fiables.
- 7.5.12.7 Normalmente se utilizara el mismo conjunto de datos empleado para el análisis de fiabilidad. Es especial asegurase que se dispone para el análisis para una muestra de datos suficientemente grande; normalmente se requerirán por lo menos de 500 a 1000 trayectorias una duración de 5 minutos cada una.
- 7.5.12.8 Es preferible utilizar registros legales de trazas / rastros de ser posible y siempre que contengan los datos requeridos.
- 7.5.12.9 Los cálculos repetidos para establecer los errores sistemáticos requerirían normalmente que las posiciones de dos de los radares presentes en la recopilación de datos sean fijas y que uno de los radares este fijo en el tiempo.
- 7.5.12.10 Los errores residuales se calcularían en coordenadas cartesianas respecto al origen del sistema y se transformarían en coordenadas del radar para la presentación de los resultados. Los errores deberían estabilizarse a valores de estados permanentes mucho antes que se haya procesado el número de total de trayectorias.

7.5.12.11 El instrumento de evaluación puede proporcionar un análisis de regresión para ayudar al usuario a determinar el momento en que se haya llegado al estado permanente de los diversos errores de sesgo.

Nota: el reglaje de los valores de desviación estándar para cada error no indica habitualmente condiciones de estado permanente de los valores del error principal.

7.5.12.12 Los errores sistemáticos de cada radar puede presentarse como un sumario de los resultados finales de los cálculos o puede requerirse una presentación gráfica más detallada para indicar la magnitud de cada error por referencia a la trayectoria o al tiempo acumulado de la trayectoria (tiempo de suma) durante los cálculos.

7.5.12.13 Es importante verificar si se han estabilizado los valores de los errores antes de proseguir con cualquier otro análisis de precisión en una evaluación multiradar. En un sistema radar optimizado, los valores de estimados de error sistemático serán aproximadamente igual a la mitad de los valores de la desviación estándar de errores residuales en el caso de un radar moderno de aproximación/TMA.

7.6 PRUEBA DETALLADA PARÁMETROS DE ACTUACIÓN TÉCNICA

Los parámetros de actuación técnica, que se evalúan en primer lugar durante la puesta en servicio del sistema y respecto a los cuales pueda esperarse que los procedimientos prerequisites, métodos, intervalo, etc., estén especificados en el documento del fabricante.

7.6.1 Actuación de la antena

7.6.1.1 Se describen mediante este parámetro diversas características tales como:

1. Diagrama polar horizontal.
2. Diagrama polar vertical.
3. Ganancia de antena, es decir la ganancia en la cresta de cada haz de la antena.
4. Estrabismo y oblicuidad en azimut, es decir forma del haz (estrabismo) o oblicuidad (dirección) en función de la frecuencia dentro de la anchura de banda de funcionamiento de la antena.

7.6.1.2 Antes de que se lleven a cabo los ensayos como parte del mantenimiento previsto, todos los parámetros anteriormente citados deben haber sido medidos por el fabricante y los resultados de estas mediciones puestos a la disposición del usuario.

7.6.1.3 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI02	Subsistema	Fábrica; ensayo de tipo Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo.

- 7.6.1.4 Equipo de ensayo. Se requieren equipos especiales de ensayo y emplazamientos de ensayo para poder realizar estos ensayos mencionados. La medición de un diagrama polar horizontal para mantenimiento preventivo exige, equipo especial, para que puede ser transportado al emplazamiento con lo que se facilita la realización de las mediciones mientras el sistema radar está funcionando.
- 7.6.1.5 **Diagrama de redacción horizontal (VRP).** Se recomienda la medición del HRP para antenas SSR como parte del mantenimiento previsto del sistema. El HRP puede medirse mientras el sistema está en funcionamiento aplicándose un conjunto especial de ensayo o en el lugar de los ensayos del fabricante.
- 7.6.1.5 **Ensayos de antenas del fabricante.** Si no puede realizarse de modo normal el VRP (es decir por mediciones durante un perfil vertical de vuelo de prueba), un método de alternativa sería obtener diversos diagramas polares horizontales a diversas elevaciones de la antena a fin de poder hacer una estimación del diagrama vertical. En vuelo de ensayo ensayos especiales puede medirse la cobertura vertical y por deducción el diagrama vertical de la antena. Se requerirá que el piloto de la aeronave de prueba calcule y vuele a lo largo de trayectorias radiales a una altitud verdadera respecto al radar, de forma que puedan asociarse los datos de los blancos registrados al diagrama vertical de la antena.
- 7.6.1.7 Ganancia. Se calcularía normalmente la ganancia de cada haz y se utilizaría para calibrar los diagramas polares, horizontales y verticales. Las mediciones de interés son las siguientes:
- 7.6.1.7.1 La ganancia a la elevación mecánica de la antena de cero grados.
- 7.6.1.7.2 Elevación de la cresta del haz respecto a la elevación mecánica de la antena de cero grados.
- 7.6.1.8 Estrabismos y oblicuidad en azimut. Lo mismo que en el caso de la ganancia estas mediciones exigen una bocina especial de ganancia calibrada. La variación en azimut y elevación de la ganancia de cresta respecto a la elevación mecánica de la antena debe medirse en toda la banda especificada de frecuencias de funcionamiento de la antena.
- 7.6.1.9 Método de ensayo RTQC. Es ventajoso contar con equipo integrado e incorporado de ensayo (BITE) que permite analizar y notificar al RMCS las características HRP de la antena si se mide cualquier desviación respecto a la tolerancias normales.
- 7.6.1.6 **Diagrama de radiación vertical (VRP).** Este se obtendrá normalmente en el lugar de ensayo de los
- 7.6.1.10 Gráficos de la repuesta relativa del haz de la antena respecto a los ángulos de azimut y de elevación.
- 7.6.1.11 Deben compararse los resultados con los convenidos para la antena que se hubieran obtenido durante su puesta en servicio o durante los ensayos de tipo.
- 7.6.2 **Anchura de Banda**
- 7.6.2.1 Debe verificarse la anchura de banda del receptor comparándola con las especificaciones de reglaje y mantenimiento del fabricante.
- 7.6.2.2 Según lo prescrito en los procedimientos de reglaje del fabricante.

7.6.2.3 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI03, SI03	Unidad	Fábrica: ensayo de equipo, ensayo de aceptación

7.6.2.4 Según lo prescrito en los procedimientos de reglaje.

7.6.3 Interpolación para Correlación.

7.6.3.1 Este parámetro constituye una prueba de la actuación del extractor de trazas en cuanto a interpolar la posición del blanco en presencia de respuestas con ruido / ecos parásitos e interrupciones (intermitentes), es decir, la Radioayuda con la que el sistema “llenará” en un conjunto dado de respuestas radar no-homogéneas.

7.6.3.2 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI05, SI05	Sistema	Pre-operacional: ensayo de tipo, mantenimiento correctivo

7.6.3.3 Para este ensayo se requiere un generador de “pautas de dar en el blanco” para obtener toda clase de pautas distintas de dar en el blanco / fallar. Se registran y verifican las trazas obtenidas en el punto de salida del sistema comparándolos con su posición prevista. Han de determinarse aquellas pautas que llevan a la generación de trazas escindidas.

7.6.3.4 Determinación del número de trazas, dada por el extractor de trazas, comparándola con posición previstas.

7.6.4 Actuación en cuanto a índice constante de alarmas falsas (CFAR).

7.6.4.1 Verificar las pérdidas de procedimientos debidas a cualquiera de las técnicas CFAR empleadas en el sistema.

7.6.4.2 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI04	Subsistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento

7.6.4.3 Según lo prescrito en los procedimientos de ensayo del fabricante. A nivel de sistema: actuación general comparativa, utilizándose la técnica CFAR.

7.6.5 **Actuación en cuanto a línea de transmisión de datos.**

7.6.5.1 El índice medio de errores de transmisión debe ser inferior a un valor especificado, puesto que es imprescindible para la fiabilidad del sistema que no se pierdan o corrompan los datos por razón del sistema de transmisión. Se expresa normalmente la actuación de la línea de transmisión como probabilidad de recibir un bit corrompido entre un número determinado de bits transmitidos.

7.6.6 Criterios para extractores de trazas que utilizan procesamiento de ventana deslizante.

7.6.6.1 Ensayo de criterios de detección de borde anterior y de borde posterior en el extractor.

7.6.6.2 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI05/SI05	Subsistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento

7.6.6.3 PSR: no se presentan los detalles en este lugar puesto que los ensayos dependen del extractor; SSR: en los ensayos se requerirá un simulador vídeo de SSR.

Notas: Estos métodos de ensayo no son aplicables a extractores MSSR.

7.6.7 **Índice de Falsas Alarmas.**

7.6.7.1 Este parámetro está incluido en la definición del parámetro relativo a índice de blancos falsos. Es una medida de la sensibilidad de un sistema radar para general el informe de blancos falsos a partir del ruido térmico, en el caso del PSR y a partir de respuestas falsas no sincronizadas (fruit) para el SSR. Se obtiene el índice de alarmas falsas a partir de la probabilidad de falsas alarmas que se define como número de detecciones falsas debido a ruido o a respuestas falsas no sincronizadas, dividido por el número máximo teóricamente posible de detecciones.

7.6.7.2 La medición del índice alarma a nivel de vídeo detectado proporcionará una buena indicación de la sensibilidad de un receptor PSR. En este punto del sistema, se obtiene el índice de falsas alarmas a partir de la relación del número total de cruces del umbral de detección del ruido del receptor al número máximo de células para resolución de distancia del radar.

7.6.7.3 El índice de falsas alarmas con más frecuencia se especifica después de las etapas de procesamiento de trazas de un sistema. Por consiguiente, es conveniente estimar este índice a partir de la relación del número promedio de informes falsos por cada exploración de la antena al número total de células de resolución en distancia / azimut disponible en una exploración de la antena. Puede también expresarse como número promedio de trazas falsas por exploración. Se considera frecuentemente como medición práctica aceptable para vigilancia en ruta un número promedio de una traza falsa por exploración en el punto de salida del extractor de trazas debido a ruido o a respuestas falsas no sincronizadas.

- 7.6.7.4 El receptor deber estar alineado antes del ensayo y el equipo de procesamiento vídeo deber reglarse de conformidad con las instrucciones del fabricante.
- 7.6.7.5 En la tabla siguiente se hincan los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI03	Subsistema	Fabrica: ensayo de aceptación. Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento, evaluación operacional. Operacional: RTQC

- 7.6.7.6 Se somete normalmente a ensayo este parámetro con el transmisor respectivo en el estado de espera, es decir, sin radiar y se efectúa un registro de los blancos que aparecen en la pantalla del dispositivo monitor técnico. Debe esperarse a que transcurra tiempo suficiente para que se establezca automáticamente cualquier valor de umbral después que se desconecte el transmisor.
- 7.6.7.7 Los instrumentos gráficos facilitan al usuario la determinación de si ocurren y cuando ocurren las alarmas falsas. Cualquier exceso por encima del límite especificado para el sistema debe ser investigado después del análisis de la probabilidad de detección y de los índices de trazas falsas.

7.6.8 Respuesta de filtro

- 7.6.8.1 Deben investigarse plenamente las técnicas MTI o MDTD empleadas en el sistema, en relación con su respuesta, en toda la gama de velocidades radiales especificadas para el sistema. Las técnicas empleadas pueden ser MTI o MTD clásicas e incluyen un filtro de velocidad (ZVF).
- 7.6.8.2 El sistema debería está en un estado estabilizado de funcionamiento. En la documentación del fabricante se indican otras condiciones.
- 7.6.8.3 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI04	Subsistema	Fabrica: ensayo de tipo

- 7.6.8.4 Para el ensayo se requeriría un simulador vídeo que genere blancos a distintas amplitudes y fases respecto a los impulsos transmitidos.
- 7.6.8.5 Puede también verificarse el ZVF durante la puesta en servicio en el emplazamiento con una aeronave de ensayo que vuele en un circuito circular alrededor del radar a una altura constante.

7.6.9 **Pérdidas.**

7.6.9.1 Este parámetro abarca las pérdidas por inserción en el sistema de guía de onda o de cable entre la antena y el transmisor / receptor. Unidades de medida; normalmente dB y otras como en el caso del VSWR.

7.6.9.2 Ha de estar instalado por completo el sistema de antena y de guía de onda / cable. En los documentos del fabricante se proporcionan otras condiciones.

7.6.9.3 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI02/SI02	Unidad	Pre-operacional: puesta en servicio del emplazamiento, mantenimiento correctivo

7.6.9.4 Deberían utilizarse un “banco de prueba” del VSWR estándar. Pueden medirse las pérdidas por inserción con un corto circuito de la guía de onda en la parte superior del recorrido, tan cerca como sea posible de las bocinas de alimentación de la antena, y midiéndose el VSWR en la parte inferior del recorrido, habitualmente en el lado del dúplexador de la antena, es decir, la parte común del recorrido entre los trayectos de transmisión y de recepción.

7.6.10 Señal mínima detectable (MDS).

7.6.10.1 Debe verificarse la señal mínima detectable del receptor por comparación con las especificaciones de reglaje y mantenimiento del fabricante.

7.6.10.2 En la tabla siguiente se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI03, SI03	Unidad	Fábrica: ensayo de aceptación. Puesta en servicio en el emplazamiento, RTQC, mantenimiento correctivo

7.6.11 **Angulo fuera de la línea de visada (OBA).**

7.6.11.1 Este parámetro solamente es aplicable a las antenas por monopolos SSR. El punto nulo del diagrama de diferencia debe estar precisamente alineado con el Angulo de línea de visada. No se permite ningún sesgo de azimut. En el parámetro se incluye también una verificación del desplazamiento de fase de izquierda a derecha respecto a la línea de visada. Se verifica también el diagrama de errores.

- 7.6.11.2 Según lo prescrito en los parámetros de reglaje del fabricante.
- 7.6.11.3 En la tabla se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
SI03	Subsistema	Fábrica: ensayo de aceptación. Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: Mantenimiento preventivo

- 7.6.11.4 Se mide el diagrama de errores como la relación del logaritmo del diagrama de suma al diagrama de diferencia en los puntos de azimut especificados. Se utilizarán ordinariamente BITE o conjuntos de ensayos para verificar el OBA. En algunos sistemas, se proporciona la salida directa de la señal OBA propiamente dicha.

7.6.12 **Potencia de salida.**

- 7.6.12.1 Este parámetro abarca la potencia del transmisor medida como valores medio y máximo y el espectro correspondiente en el sistema de guía de onda o de cable entre la antena y el transmisor / receptor. Unidades de medida: normalmente dBW.
- 7.6.12.2 Deben estar plenamente instalados la antena y el sistema de guía de onda / cable. Otras condiciones se presentan en los documentos del fabricante
- 7.6.12.3 En la tabla siguientes se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI07, SI07	Subsistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo

7.6.13 **Reacción a sobrecarga.**

- 7.6.13.1 Estudiar las capacidades del sistema para tramitar en una forma controlada y predecible los efectos de la sobrecarga de trazas. El sistema de transmisión empleado para transportar los datos, desde el emplazamiento del radar hasta el centro de control o hasta el punto de utilización, tendrá un límite que sea superior al número de mensajes que puedan transmitirse. Debe determinarse la reacción de los sistemas a una carga de trazas máxima por encima de la máxima.
- 7.6.13.2 En la tabla siguiente se indican los puntos

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapa de ciclo de vida útil
CI01	Sistema	Fábrica: ensayo de tipo.
CI03	Sistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento, evaluación operacional. Post-operacional: después de modificaciones, investigación de problemas

7.6.14.3.1 Limitador dinámico de “Ángeles”. Pertinentes de ensayo.

7.6.14.3.2 Supresión de reflexión.

7.6.13.3 Dependiendo de la distribución del tránsito dentro de la cobertura del sistema puede que no sea necesario someter a ensayos este parámetro en todos los 360° de azimut, sino que probablemente sería suficiente un sector de 90° al 180°. Los objetivos de una evaluación operacional son los de demostrar y confirmar la actuación en cuanto a sobrecarga y demostrar y confirmar al personal de operaciones las características de tramitación correcta de carga del sistema.

7.6.14 Funciones de filtro de trazas.

7.6.14.1 Las diversas funciones de filtros de trazas, son meramente funciones lógicas por contraposición a las piezas físicas del equipo que han sido empaquetadas por separado del equipo circundante. Ciertamente la función pudiera muy bien ser una rutina de soporte lógico dentro del equipo.

7.6.14.2 Las funciones de filtro desempeñadas varían según la etapa de procesamiento sin embargo, pueden clasificarse en los siguientes grupos genéricos: funciones de reducción de datos y funciones de corrección de datos.

7.6.14.3 Los filtros de reducción de datos pueden ser, por ejemplo, del tipo de alta frecuencia, de medida o de paso de banda o de interrupción, tales como:

7.6.14.3.3 Control de velocidad de transmisión de datos

7.6.14.4 Los ciclos de corrección de datos desempeñan una transformación de los datos de entrada tales como para seguimiento. En la evaluación del sistema radar debe establecerse un funcionamiento correcto de cada uno de cada filtro incorporados al sistema.

7.6.14.5 Debe disponerse de acceso al soporte físico o al soporte lógico para la función del filtro objeto de ensayo. El resto del sistema debe estar en un estado estabilizado de funcionamiento.

7.6.14.6 En la tabla que sigue se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI06	Sistema o Subsistema	Fábrica: ensayo de tipo. Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento, evaluación operacional. Operacional: RTQC
SI06	Sistema o subsistema	Fábrica: ensayo de tipo, aceptación de fábrica. Pre-operacional puesta en servicio en el emplazamiento, evaluación operacional Operacional: RTQC
CI06	Sistema o subsistema	Fábrica: ensayo de tipo, aceptación de fábrica

- 7.6.14.7 Es difícil presentar es este lugar recomendaciones concretas puesto que los procedimientos empleados dependen completamente de la arquitectura del sistema. Sin embargo, puede presentarse en este documento una orientación general sobre los métodos de someter a ensayo las funciones genéricas de filtros mencionadas anteriormente.
- 7.6.14.8 Con estos filtros se cuentan por categorías separadas los mensajes de trazas o rastros que entran y salen del filtro, a fin de establecer las características del filtro.
- 7.6.14.9 Debe ser conocido el tipo de traza y pueden requerirse otros parámetros pertinentes tales como distancia/azimut/nivel de vuelo / código en Modo A/hora etc. Es esencial que se anoten los criterios del filtro durante la recopilación de los datos.
- 7.6.14.10 La duración de la recopilación de datos depende en general del LCS. Se recomienda observar visualmente durante la recopilación de datos la salida del sistema objeto de ensayo (en el caso de sistema multiradar esto implica que se cuente con un observador por cada radar). De este modo, durante la fase de análisis de datos podría presentarse especial atención a las anomalías que hubieran podido observarse.
- 7.6.15 **Carga de trazas.**
- 7.6.15.1 Se especificará normalmente si un sistema es capaz de procesar una determinada carga de datos en relación con un determinado número de trazas por exploración, por segundo o por sector de azimut. Habitualmente se expresan las unidades como un promedio de trazas por segundo o exploración, junto con los valores de cresta en cuanto al número de trazas en un determinado sector de azimut.
- 7.6.15.2 El subsistema y el correspondiente sistema objeto de ensayo están en una configuración estabilizada de funcionamiento. Otras condiciones se indican en los documentos de los fabricantes.
- 7.6.15.3 En la tabla siguiente se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida
PI05/PI06	Subsistema	Fábrica: ensayo de aceptación Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC
SI05 y SI06	Subsistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento
CI01 y CI02	Subsistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento
RI01 y RI02	Sistema	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC

7.6.15.4 Equipo de ensayo. Se requiere un medio para contar las trazas da la entrada y a la salida del sistema.

7.6.15.4.1 Este medio puede ser un programa de computadora que funcione en una máquina fuera de línea. Si se dispone de un equipo de canal doble quizás sea posible programar el equipo de procesamiento de trazas en el canal que no sea objeto de ensayo, para contar y presentar en pantalla el número de trazas.

7.6.15.4.2 En medio de transmisión a base de modem quizás sea posible utilizar un analizador de datos para contar los tipos de mensajes.

7.6.15.4.3 Para someter a ensayo las crestas del sector y la especificación de carga elevada de trazas es aconsejable utilizar un generador de "trazas simuladas" (simulador de trazas).

7.6.15.4.4 El equipo BITE puede ser utilizado para la medición RTQC de carga de trazas midiendo el número de trazas por exploración respecto a los diversos tipos de trazas y canales.

7.6.15.5 Procedimientos de prueba. Los procedimientos que se apliquen dependen en realidad del equipo; se recomienda consultar la documentación de mantenimiento del fabricante respecto al procedimiento adecuado de ensayo. Se recomienda que en las medidas efectuadas en el centro de control (RI02) se incluyan los puntos débiles del sistema tales como multiplexadores/demultiplexadores.

7.6.16 Temporización de Impulsos

7.6.16.1 La medición de este parámetro abarca la determinación de las características de los siguientes temporizadores de reloj:

1. **Reloj de distancia;**
2. **Sincronización de distancia o activador de distancia cero;**
3. **Reloj de Azimut si se emplea un sistema de impulsos de cuenta en azimut.**

4. **Puerta para distancia y azimut.** En los modernos sistemas la puerta estaría normalmente bajo control del programa, ya sea mediante soporte físico o mediante soporte lógico, y sería utilizada para controlar las diversas funciones del sistema, tales como STC/GTC, selección de haz, bloqueo, parámetros CFAR.

7.6.16.2 En la tabla que siguiente se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI08/SI08	Unidad	Fábrica: ensayo de aceptación. Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento. Operacional: RTQC, mantenimiento preventivo y correctivo

7.6.16.3 Un osciloscopio y un contador de frecuencia son componentes esenciales del equipo de ensayo. Las Verificaciones RTQC en el PRF y los relojes de distancia deberían verificar los intervalos de repetición de impulsos y la deriva de función del tiempo del PRI. La función de puesta de distancia, azimut debería reglarse en el etapa de puesta en servicio en el emplazamiento, de conformidad con las instrucciones del fabricante.

7.6.17 **STG/GTC.**

7.6.17.1 Es normalmente aplicar al receptor del radar el control de ganancia que vería en función del control de tiempo de sensibilidad de distancia (STC), habitualmente en las etapas RF o IF. El parámetro constituye una verificación de que se han aplicado las leyes requeridas de control en los puntos requeridos del receptor. Las leyes STC/GTC pueden exigir modificaciones durante la vida útil del sistema para dar cabida a cambios de la topografía y del entorno radar cerca del equipo radar. Las leyes STC/GTC que hayan de aplicarse dependen del diseño y requisitos del sistema. En los modernos sistemas radar, los valores STC/FTC se obtienen frecuentemente a partir de mapas de ecos parásitos de tierra.

7.6.17.2 En la tabla que siguiente se indican los puntos pertinentes de ensayo.

Punto de ensayo	Nivel de ensayo	Etapas de ciclo de vida útil
PI03/SI03	Unidad	Pre-operacional: puesta en servicio en el emplazamiento

7.6.17.3 Empleándose aeronaves de ensayo en el que haya transpondedores calibrados, por ejemplo volando al FL 100 para TMA y al FL 300 en ruta o tan cerca como sea operacionalmente posible de esta altitudes. El registro y el examen de la intensidad de la señal recibida durante los pasos por el radial entrante y saliente.

7.6.17.4 En casos que se disponga del parámetro de longitud como función de la distancia (R) para prestar apoyo al reglaje STC/GTC.

- 7.6.17.4.1 Para el SSR, el reglaje de STC/GTC es habitualmente una función de R-2.
- 7.6.17.4.2 Para el reglaje de STC/GTC es habitualmente una función de R-4 o puede ser adaptado a la distribución de ecos parásitos hasta R-7.
- 7.6.17.5 El reglaje STC/GTC se expresa habitualmente como intensidad resultante de la señal en función de la distancia. Un reglaje STC/GTC correcto proporcionará una señal razonablemente constante. Consultes otra información en la documentación del fabricante.
- 7.6.17.6 Obsérvese que el reglaje de STC/GTC incluye sobremanera en la probabilidad de detección y en el índice de blancos falsos. Por consiguiente, se repetirá esta evaluación si ha de establecerse en la documentación del fabricante.
- 7.6.18 **Análisis del Espectro.**
- 7.6.18.1 Este ensayo abarca la determinación del espectro de señales RF medido en el sistema de guía de onda o de cable entre la antena y el transmisor / receptor. Se verificará en la señal RF la anchura de banda, el nivel de lóbulos laterales, y el nivel de armónicos.
- 7.6.18.2 Deben estar plenamente instalados la antena y el sistema de guía de onda / cable. Se presentan otras condiciones en los documentos del fabricante.

7.7 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN EN VUELO RADARES

7.7.1 Generalidades

Una inspección de vuelo del radar puede estar constituida por un solo requisito (inspección especial) para determinar la cobertura sobre un nuevo "punto de referencia" del tránsito aéreo o puede consistir en una inspección completa para poner en servicio el radar. Entre uno y otro extremo varían ampliamente el número de personas implicadas. La inspección para puesta en servicio (o una inspección especial después de modificaciones importantes del equipo actual) consta de tres partes distintas: planificación, ingeniería y documentación. En la parte de ingeniería, o de equipo, se incluyen las pruebas necesarias para asegurar que el sistema radar actúa de conformidad con la especificación de diseño. Algunas pruebas en la fase de ingeniería requerirán una aeronave de inspección en vuelo. La parte de documentación o inspección en vuelo determina hasta qué punto se satisfacen los requisitos del usuario del tránsito aéreo y se establece una línea básica de cobertura radar.

En el plan de emplazamiento de la instalación y de inspección deben esbozarse los requisitos de los usuarios del tránsito aéreo. Los Procedimientos detallados en este apartado se concentran primariamente en la fase de inspección en vuelo.

- 7.7.1.1 **Inspecciones para Comisionamiento.** El objetivo de la inspección para puesta en servicio consiste en evaluar la actuación del sistema, determinar y proporcionar datos de prueba respecto a la cobertura del emplazamiento, y proporcionar una línea básica para detectar si se deteriora en el futuro la actuación del equipo. Los datos obtenidos durante esta inspección se utilizarán como base para comparar periódicamente la actuación de la inspección así como para subsiguientes inspecciones. Entre los sucesos importantes que corresponden a la inspección para puesta en servicio se incluyen:

1. Planificación previa a la inspección (elaborar un plan técnico).
2. Medición de los parámetros del equipo de conformidad con las especificaciones.
3. Optimización del equipo.
4. Integración en el emplazamiento.
5. Inspección en vuelo (recopilación y análisis de datos).
6. Documentos de prueba de los resultados.
7. Generación de una base de datos (línea básica).
8. Registro de todas las mediciones del equipo.
9. Preparación del informe final.

En la figura F-7-1, se proporciona un organigrama de la secuencia de sucesos en una inspección radar ordinaria.

7.7.1.2 Inspección Periódica: Las instalaciones PSR y SSR de un ATC civil, después de su entrada en servicio y una vez puesta en funcionamiento, no requieren ninguna inspección periódica de vuelo. En su lugar, se reevaluarán a intervalos regulares los parámetros de actuación radar descritos en este manual como parte del Control de Calidad en Tiempo Real (RTQC) o mediante mantenimiento preventivo o correctivo. Procediendo los responsables del mantenimiento a desarrollar el documento de soporte técnico necesario para la Certificación por parte de los Inspectores de Verificación y Mantenimiento de Radioayudas sobre la actuación óptima del radar Solamente en el caso de que hubieran de investigarse problemas específicos sería necesario ejecutar procedimientos de medición incluidas las Verificaciones en vuelo.

7.7.1.3 Inspecciones Especiales Se realizan inspecciones especiales para satisfacer una necesidad particular y su alcance puede ser muy limitado. Para una inspección limitada quizás no sea necesario contar con un plan formal escrito sino solamente con un corto informe. Como ejemplos de sucesos de pruebas se incluyen: preparación de una línea básica de partida (según lo comprobado), identificación de esferas problemáticas (cuantitativamente, de ser posible), corrección del problema o recomendaciones para solucionarlo, revisión de la actuación y generación de una nueva base de datos. Si los cambios o modificaciones del equipo de instalaciones que ya están en servicio exigen modificar el diagrama de cobertura, en el informe de inspección deben presentarse documentos de prueba de las modificaciones. El nuevo diagrama de cobertura constituiría seguidamente la base de comparación en inspecciones subsiguientes. Entre las inspecciones especiales pueden incluirse las siguientes:

7.7.1.3.1 Apoyo técnico. Se ejecuta el apoyo técnico para ayudar a los ingenieros y al personal de tránsito aéreo a determinar si el radar satisface los requisitos de Certificación del equipo. Estos datos pueden ser utilizados para fines de puesta en servicio, a condición de que no se hayan introducido importantes modificaciones del equipo antes de la inspección para su puesta en servicio. El personal de ingeniería determinara los requisitos para Verificaciones específicas y no es necesario que se ajusten a un formato específico.

- 7.7.1.3.2 Cambio de Antena. En la lista de verificación en vuelo, Tabla I-7-3, se indican los requisitos para la instalación de una nueva antena, una antena de haz doble de nueva generación o de una antena con un diagrama distinto de radiación. No se requiere ninguna inspección en vuelo después de una sustitución de pedestal de la antena o de una junta de giro si son satisfactorias las mediciones en tierra de la posición del receptor, de la iluminación de la bocina de alimentación y de la inclinación del pedestal sustituido en la antena.
- 7.7.1.3.3 Modificaciones importantes (que no sean las de cambio de antena). Esta inspección debe limitarse a los parámetros necesarios para confirmar la actuación de la instalación. El ingeniero de radar determinará la amplitud con la que ha de efectuarse la inspección especial durante la preparación y coordinación del plan. Dependiendo de la amplitud de la modificación puede satisfacer los requisitos una inspección con instrumentos y blancos ocasionales para evaluación del radar.
- 7.7.1.3.4 Inspecciones en casos de cuasi colisión. Se realizan estas inspecciones a solicitud de la autoridad aeronáutica, administrador de tránsito aéreo de la instalación de que se trate y se utilizan para determinar la cobertura radar en el área en la que ocurrió el incidente. La inspección en vuelo debería realizarse tan pronto como sea posible después de una cuasi colisión, repitiéndose las maniobras a la misma altitud y sentido de la aeronave que en el incidente. El inspector de vuelo empleará una aeronave del mismo tipo (o una superficie reflectante), que la aeronave más pequeña implicada. En la medida de lo posible se hará funcionar al radar en la misma configuración que en el momento del incidente. Se presentan los informes de inspección en vuelo relativos a cuasi colisiones del mismo modo que los informes después de accidentes.
- 7.7.1.3.5 Requisitos futuros. En los nuevos sistemas PSR y SSR que están elaborándose pueden introducirse características que no son comunes en el radar actual, y puede que se requieran técnicas y procedimientos completamente distintos a los descritos.

7.7.2 Lista de Verificación.

En la tabla I-7-3 figuran los ensayos de inspección requeridos para completar una inspección en vuelo previa a la puesta en servicio. Los procedimientos presentados en este lugar son también los que habrían de utilizarse por sí solos, cuando puedan satisfacerse los requisitos de una inspección especial con uno o más ensayos particulares. Los ítems con una "x" adjunta son obligatorios. El ingeniero de radar realizará el ensayo mediante uno o más de los métodos indicados en la lista, dependiendo del tipo de radar y de los recursos disponibles. El personal de vuelo y de ingeniería evaluará los datos obtenidos mediante blancos ocasionales para determinar si se necesita una ulterior evaluación mediante una aeronave especializada para inspección en vuelo. Puesto que las Verificaciones exactas que se requieran varían de una instalación a otra. El inspector de vuelo debe consultar al ingeniero de radar antes de iniciar la verificación del área, a fin de asegurarse de que se han completado todos los requisitos incluidos en la lista de verificación.

7.7.2.1 Cobertura Vertical / Capacidad Operacional.

El objetivo de este ensayo es determinar y probar con documentos la cobertura vertical del sistema radar primario y secundario.

- 7.7.2.1.1 Todos los Radares. Evaluar los márgenes periféricos interno y externo de todos los radares primarios y secundarios.
- 7.7.2.1.2 Radares sin Instrumentos de Análisis Radar. Evaluar la cobertura radar del radar primario y secundario dentro de la envolvente marginal.

7.7.2.1.3 Radares con Instrumentos de Análisis Radar. Evaluar la cobertura del radar primario y secundario dentro de la envolvente marginal utilizando instrumentos de análisis radar (blancos ocasionales) o aeronave de inspección en vuelo. Los registros de datos del análisis radar y el análisis del ensayo de cobertura vertical se utilizan como una base de datos continúa para contar con un registro permanente y constituyen un documento legal que certifican la actuación de la instalación.

7.7.2.2 **Radial de Cobertura Vertical.** Una parte importante de la inspección se realiza en un ángulo de marcación de referencia a partir del emplazamiento radar. Se realiza la inspección para puesta en servicio y todas las subsiguientes inspecciones relativas a la actuación de la instalación en el mismo ángulo de marcación para que las comparaciones sean válidas. En el radial no debería haber ecos parásitos, tránsito de elevada densidad ni zonas muy pobladas, así como tampoco influjos que provengan de la línea de mira del emplazamiento.

7.7.2.3 **Procedimientos para la Puesta en Servicio.** Determinar el margen periférico exterior evaluando los blancos en la cola y el margen periférico interior mediante blancos de proa. La superficie reflectante de la aeronave y las características de la antena del transpondedor varían según se trate de vuelos entrantes o de vuelos salientes; por lo tanto, puede esperarse que haya diferencias en la cobertura. Empleándose puntos de verificación de mapas, un radial del sistema de navegación o vectores radar para mantenerse en el radial de cobertura vertical, el inspector de vuelo debe completar la verificación de cobertura. Ha de volar todas las altitudes del circuito descritas, como alturas por encima de la antena del radar.

7.7.2.3.1 Perfil de la Puesta en Servicio Radares PSR/SSR de terminal sin análisis radar.

De acuerdo a la figura F-7-2, realícese lo siguiente:

1. Determinar el margen periférico interior a 300 m. (1,000 pies). Seguidamente volar en alejamiento a 300 m. (1,000 pies) y establecer el margen exterior.
2. Ascender a 600 m. (2,000 pies). Seguidamente volar en acercamiento a 600 m. (2,000 pies) y establecer el margen interior.
3. Ascender a 900 m. (3,000 pies) y establecer el margen exterior.
4. Ascender a 1,500 m. (5,000 pies) y establecer el margen exterior.
5. Repetir la verificación del margen exterior a 1,500 m. (5,000 pies) o a una altura inferior de ser necesario, según se requiera para completar el ensayo de calidad y evaluar las funciones auxiliares del radar (polarización lineal, diodos PIN, integradores, etc. para el radar primario y GTC/STC para el radar secundario). La mayoría de las funciones auxiliares llevan a una disminución de la sensibilidad de receptor, lo cual, se indica mediante una disminución de la distancia de corte. Realizar el ensayo marcando el margen exterior cuando la función este activa, seguidamente desactivarla, mientras se indica la diferencia en distancia. Seguidamente proseguir volando en acercamiento a 1,500 m. (5,000 pies) y establecer el margen interior.

Tabla I.7.3 Lista de Verificación para Pruebas de Inspección Radar.

Parámetro	Puesta en Servicio	Cambio de Antena PSR/SSR				Modo de Transpondedor
		PSR		SSR		
		El mismo tipo	Distinto tipo	El mismo tipo	Distinto tipo	
Orientación	X	X	X	X	X	Normal
Inclinación	X	X	X	X	X	Normal
Optimización de PSR	X	X	X	X		Normal
- STC/GTC	X			X		Normal
- Cruce del haz.	X			X		Normal
- Optimización del blanco falso	X			X		Normal
Optimización del SSR	X			X	X	
- Potencia.	X			X	X	
- SLS/ILS.	X			X	X	Normal
- Mod0s/códigos.	X			X	X	Normal
- Establecimiento GTC/STC.	X				X	*
Integridad PSR/SSR	X				X	Normal
Cobertura Vertical	X		X	X	X	Normal
Apantallamiento Horizontal	-				X	Normal
Cobertura de Aerovías	X			X	X	Normal
Precisión FIXMAPt	X			X	X	Normal
Identificación de blancos fijos	X					Normal
Aproximación de vigilancia	X	X	X		X	Normal
Comunicaciones	-					Normal
Equipo de Reserva	X					
Potencia de Reserva	X					Normal

* Para SSR de terminal sin la función de análisis de radar.

Tabla I.7.4 Tolerancia de la Intensidad del Blanco.

Parámetro	Tolerancia / limite
Intensidad de los Blancos	
(1) Banda Ancha	
2 - Utilizable	El blanco aparece en cada exploración, permanece en la pantalla por lo menos 1/3 de la exploración.
1 - Inutilizable	Blanco débil, apenas visible, pérdida posible.
0 - Inutilizable	Ningún blanco visible.
(2) Banda Estrecha	
1 - Utilizable	Blanco visible, satisfactorio para fines ATC.
2 - Inutilizable	Ningún blanco visible.

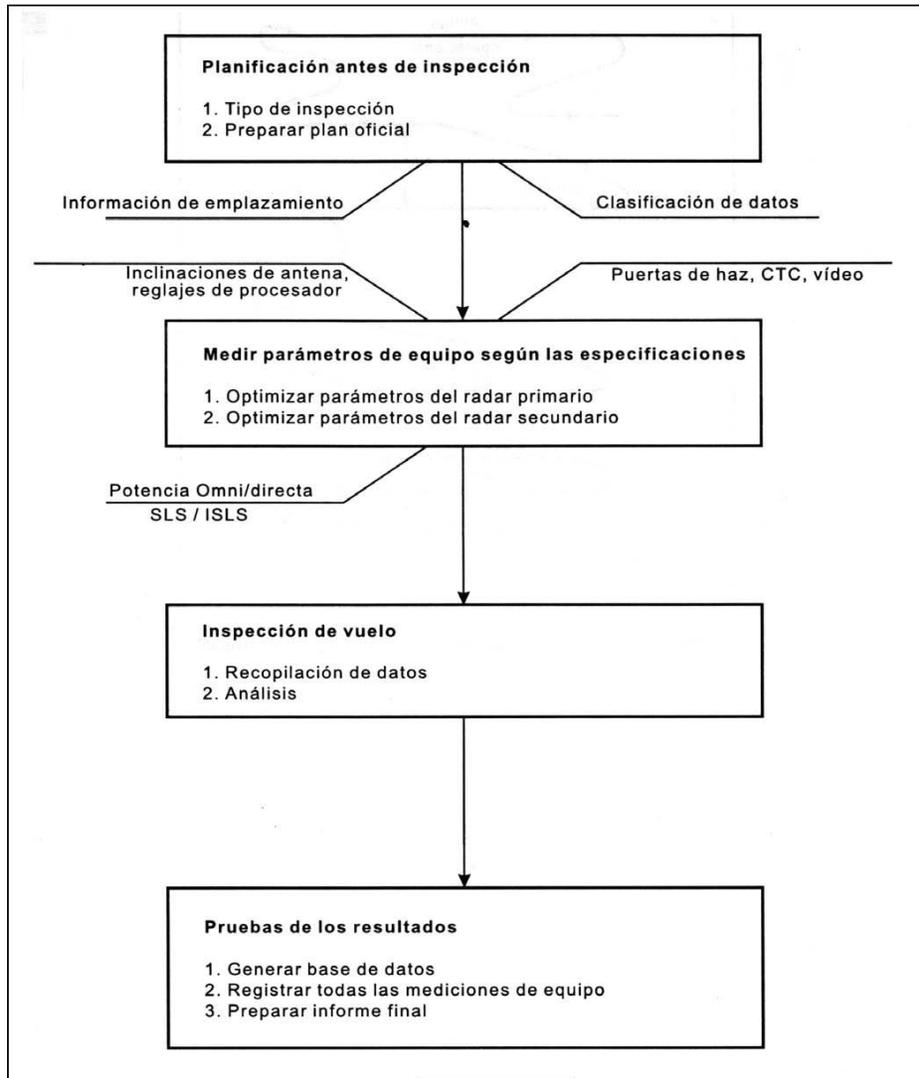


Figura F-7-1

6. Ascender a 2,100 m (7,000 pies) y establecer el margen exterior.
7. Ascender a 3,000 m. (10,000 pies) y establecer el margen exterior. Seguidamente volar en acercamiento a 3,000 m. (10,000 pies) para establecer el margen interior.
8. Si la altitud operacional requerida es superior a 3,000 m (10,000 ft), verificar el margen exterior a incrementos de altura 1,500 m (5,000 ft) hasta la altitud operacional; por ejemplo si 5,100 m (17,000 ft), verificar el margen exterior a 4,500 m (15,000 ft) y a 5,100 m (17,000 ft), seguidamente volar en acercamiento a la altitud operacional y establecer los márgenes interiores. Si no se mantiene la cobertura radar adecuada durante el recorrido de acercamiento, realizar vuelos en todo el circuito de cobertura para establecer la máxima altitud útil.
9. Verificar el margen interior a las altitudes empleadas para establecer el margen exterior descendiendo de nivel hasta 3,000 m (10,000 ft).

10. A no ser que se solicite específicamente, no se inspeccionará la cobertura vertical por encima de la altitud operacional, si la altitud operacional requerida es inferior a 3,000 m (10,000 ft).

7.7.2.3.2 Perfil de la Puesta en Servicio -PSR/SSR en ruta sin instrumentos de análisis radar.

Consúltense la Figura F-7-3 y realícese lo siguiente:

7.7.2.3.2.1 Completar las etapas 7.7.2.3.1.1 a 7.7.2.3.1.7 de los procedimientos de perfil de puesta en servicio del PSR/SSR terminal.

7.7.2.3.2.2 Ascender a 4,500 m (15,000 ft) y establecer el margen exterior.

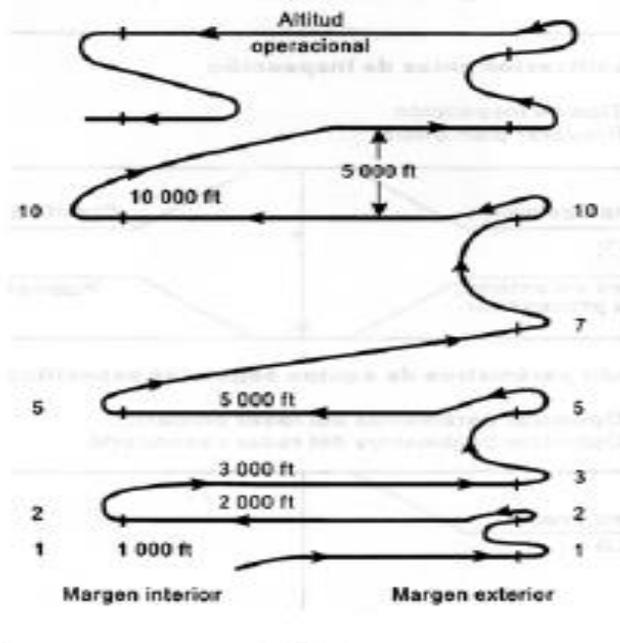


Figura F-7-2

7.7.2.3.2.3 Ascender a 6,000 m (20,000 ft) y establecer el margen exterior. Seguidamente volar en acercamiento a 6,000 m (20,000 ft) y establecer el margen interior.

7.7.2.3.2.4 Ascender a 7,500 m (25,000 ft) y establecer el margen exterior.

7.7.2.3.2.5 Ascender a 9,000 m (30,000 ft) y establecer el margen exterior.

7.7.2.3.2.6 Repetir lo relativo a margen exterior según sea necesario para completar los ensayos completos de calidad y auxiliares.

7.7.2.3.2.7 Seguidamente volar en acercamiento a 9,000 m (30,000 ft) y establecer el margen interior.

7.7.2.3.2.8 Si los requisitos operacionales ó técnicos son superiores a 9,000 m (30,000 ft) o si este nivel está en conflicto con el tránsito aéreo, ascender a una altitud mutuamente convenida (hasta un máximo de 12,000 m (40,000 ft)) y establecer los márgenes exterior e interior.

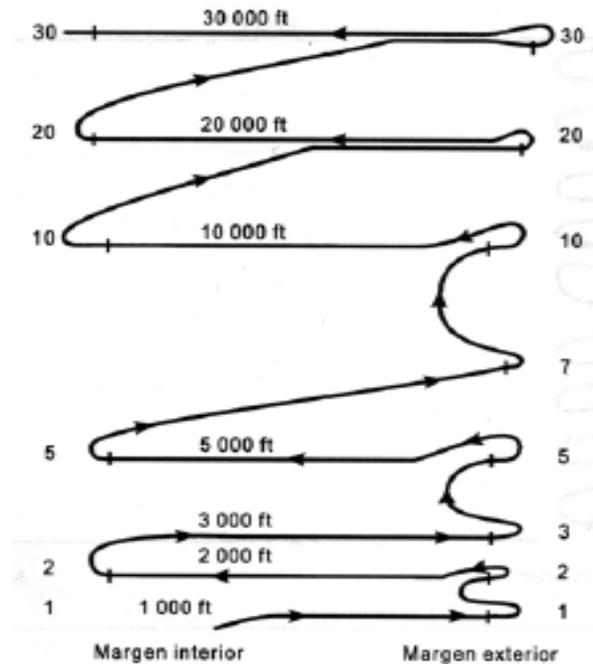


Figura F-7-3

7.7.2.3.3 Perfil de la Puesta en Servicio - PSR/SSR de terminal / en ruta, radares con instrumentos de análisis radar. Consúltense la figura F-7-4 y realícese lo siguiente:

7.7.2.3.3.1 Verificar la envolvente marginal. El inspector en vuelo volará en alejamiento desde el emplazamiento a 300 m (1,000 ft) por encima de la antena hacia el margen exterior, hasta el margen exterior a la altitud requerida, pasando por el tope en acercamiento hacia el margen interior, seguidamente descenderá a lo largo del margen interior hasta el margen interior de 300 (1,000 ft). Someter a prueba y anotar los márgenes del radar primario y del radar secundario a alturas de 300, 600, 900, 1,500, 2,100, 3,000, 4,500, 6,000, 7,500 y 9,000 m (según sea necesario) (1,2,3,5,7,10,15,20,25 y 30 miles de ft) según sea necesario. Establecer los márgenes ascendentes (exteriores) virando en acercamiento al nivel más elevado hasta que se reciban informes confiables del radar primario y del radar secundario, seguidamente virar en alejamiento para establecer los informes del radar primario y del radar secundario a dicho nivel. Evaluar del mismo modo los márgenes interiores, invirtiendo el sentido. Realizar las pruebas de las funciones de calidad general y auxiliares a alturas de 1,500 m (5,000 ft) ó 9,000 m (30,000 ft) según lo indicado en los procedimientos anteriores.

7.7.2.3.3.2 Cobertura dentro de la envolvente marginal. El personal de ingeniería utilizará los instrumentos y blancos ocasionales del análisis radar para determinar la cobertura dentro de la envolvente marginal, e identificar el lugar y la amplitud de vacíos y de otras anomalías relacionadas con los lóbulos laterales. Puede determinarse la cobertura con el análisis de las trazas de una serie de grabaciones. Limitar los rastros a una cuña de 20°, con centro en el ángulo de azimut de cobertura vertical y filtrarlos respecto a las altitudes de interés. El retardo SSR deberá estar activo durante las grabaciones para proporcionar una mejor separación de los rastros del radar primario y del radar secundario con fines de un análisis independiente. Los lóbulos laterales deberían aparecer claramente en los rastros del radar primario y del radar secundario,

exhibiendo longitudes de recorrido decrecientes a medida que entran en un “vacío”, desapareciendo en el punto nulo, reapareciendo seguidamente a medida que aumenta progresivamente la longitud de los recorridos cuando abandonan el margen periférico del lado opuesto. Inclúyanse las hojas impresas de las trazas en la base de datos permanente de la instalación.

Nota – “Retardo SSR”, es un término que se refiere a la técnica de retardar la señal del SSR más allá de la ventana de fusión del combinador de trazas.

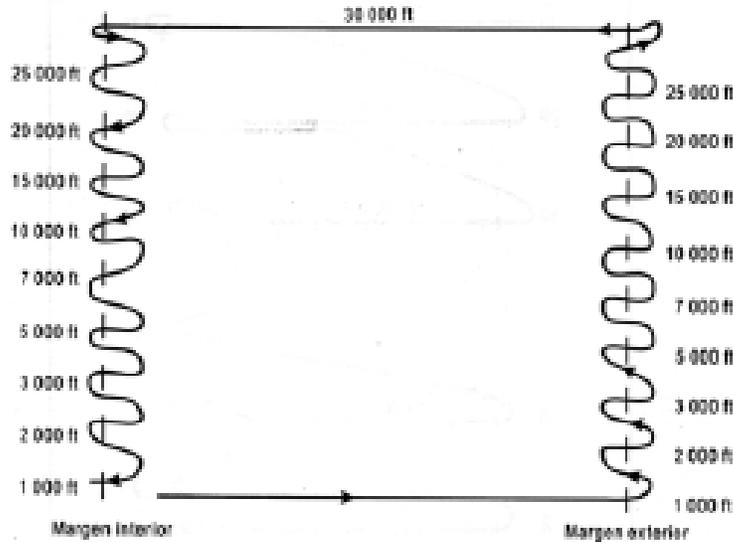


Figura F-7-4

- 7.7.2.3.4 Cambio de la antena PSR en ruta / de terminal. Cuando se cambia la antena PSR en ruta / de terminal, ha de volarse el perfil dibujado en las Figuras F-7-5-a y F-7-5-b, según corresponda.
 - 7.7.2.3.4.1 Repítanse según sean necesario las Verificaciones del margen exterior para completar las funciones de calidad general y auxiliar según lo requiera el personal de ingeniería. Realícese el resto de la verificación de la cobertura en la configuración original.
 - 7.7.2.3.4.2 Pueden realizarse Verificaciones de otras configuraciones del equipo de la instalación y a otras altitudes, a juicio del personal de ingeniería.

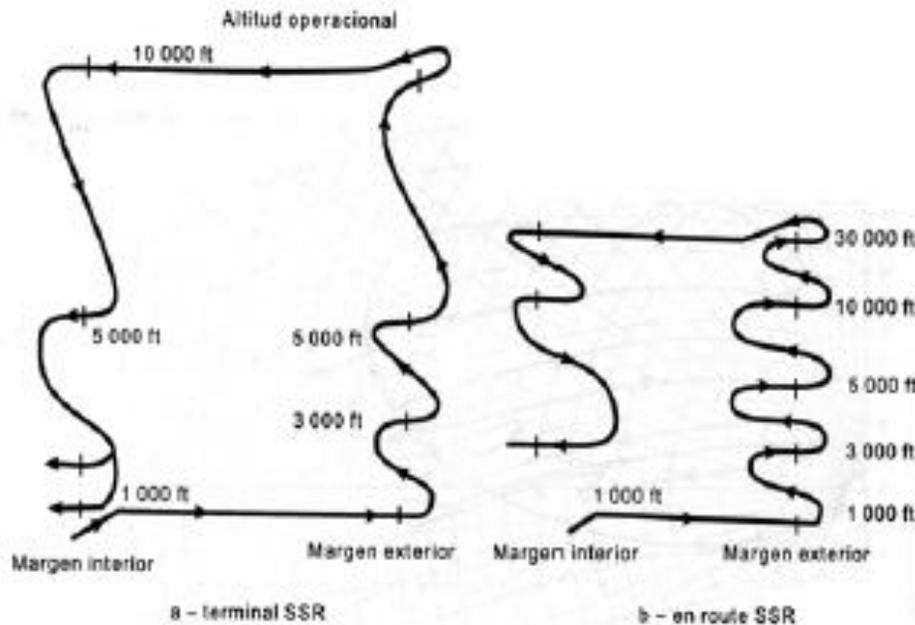


Figura F-7-5

7.7.2.3.5 Modificaciones de la antena SSR

7.7.2.3.5.1 Para el mismo tipo de antena, pueden completarse todos los requisitos mediante blancos ocasionales. Se realiza el análisis comparativo en base a los datos solares antecedentes, parámetros del SSR y mediciones de la actuación (blancos ocasionales) para asegurarse de que puede esperarse la misma actuación (que la de la puesta en servicio) con las nuevas antenas. Cuando se sustituye la antena, por otra de un tipo distinto, o no se dispone de blancos ocasionales, se completarán los requisitos de la lista de verificación mediante una aeronave de inspección en vuelo.

7.7.2.3.5.1.1 SR Terminal. Volar a lo largo del perfil en caso de cambio de una antena del radar primario según se ilustra en la figura F-7-5-(a).

7.7.2.3.5.1.2 SSR en Ruta. Volar a lo largo del perfil en caso de cambio de una antena del radar primario según se ilustra en la figura F-7-5-(b).

7.7.2.3.6 **Evaluación** El personal de ingeniería registrará la intensidad de los blancos según lo definido en la Tabla I-7-4 (tolerancia / límite), en cada exploración. La posición de la Aeronave de Verificación cada cinco millas y la altitud para cada verificación de margen y de recorrido en vuelo horizontal. El personal de ingeniería respaldará los resultados con los documentos de que disponga sobre la verificación de la cobertura vertical utilizando programas analíticos de diagnóstico del radar para incluirlos en su informe de instalación y en los registros permanentes.

7.7.2.4 **Apantallamiento horizontal** El objetivo de esta prueba es verificar la cobertura indicada en los gráficos de apantallamiento horizontal. La prueba es facultativa dependiendo de los requisitos locales y puede realizarse por uno o más de los siguientes métodos:

- 7.7.2.4.1 Mediante una Aeronave de Verificación, se vuela una órbita a una altitud de distancia que corresponden al ángulo de apantallamiento ínfimo a partir de la cual se espera tener cobertura. No debe aplicarse un radio de órbita inferior a 18.5 km (10 NM). El DME o los rumbos proporcionados por el controlador pueden ser utilizados para mantenerse en la órbita. El MTI, si se utiliza, debería tener una puerta de la selección de distancia dentro del radio de la órbita, excepto en aquellos lugares en los que los ecos parásitos de tierra oscurecerán el blanco a menos que se utilice el MTI. Si el MTI hubiera de tener una puerta de selección fuera de la órbita, el radio de la órbita debería ser constantemente modificado para evitar la cancelación de blancos debido a la velocidad ciega tangencial. Por ejemplo, modificándose la configuración en una órbita de 22.2 km (12 NM) entre 18.5 km (10 NM) y 25.9 km (14 NM) de forma que el promedio sea una órbita de 22.2 km (12 NM). El personal de ingeniería registrará la intensidad del blanco en cada exploración y la posición en azimut / distancia del blanco de cada 10°.
- 7.7.2.4.2 El apantallamiento horizontal puede también determinarse mediante programas de análisis radar que funcionen con datos pre registrados. Limítense la entrada de datos en recorridos sucesivos a sectores de azimut con un ángulo constante de apantallamiento por cada recorrido. Calcúlese el ángulo de apantallamiento para cada determinado recorrido (sector en azimut) desde los ecos de cobertura ínfima hasta una distancia determinada. Entonces puede predecirse la cobertura a una distancia determinada más allá de la pantalla y puede obtenerse una comparación entre los diversos valores, en un gráfico de apantallamiento horizontal de la cobertura real. Limítense los ensayos a los ángulos de elevación que se aproximan al horizonte previsto.
- 7.7.2.5 Cobertura de aerovías / rutas.
- 7.7.2.5.1 El objetivo de esa verificación es proporcionar datos de la cobertura a lo largo de todas las rutas y aerovías requeridas por el tránsito aéreo, y esto puede lograrse mediante uno de los métodos siguientes o una combinación de los mismos:
1. Aeronave de Inspección.
 2. Análisis Radar / datos Ocasionales.
- 7.7.2.5.2 Procedimientos aprobados: Configúrese el radar primario en polarización circular. Efectúese el vuelo a la altitud mínima de cobertura que no esté por debajo de la altitud mínima de franqueamiento de obstáculos (MOCA), a lo largo del eje de la aerovía. Manténgase la orientación de rumbo por referencia a puntos de verificación en tierra, señales del sistema de navegación o vectores radar. Efectúense los vuelos a lo largo de rutas de llegada y salida a la terminal y en otras zonas de interés identificadas durante la Inspección en Vuelo, mediante los vectores radar a la MOCA.
- 7.7.2.5.3 **Programas de análisis radar y blancos ocasionales**; los blancos pueden consistir en una aeronave que colabore o en una selección de informes de aeronaves a lo largo de una aerovía particular. Los blancos incluidos en los datos de salida deben ser de aeronaves equipadas con Modo C o Modo S para obtener la información esencial de altitud. La asignación de notas de clasificación puede lograrse mediante programas de análisis radar o manualmente. Indíquense los datos de la prueba de cobertura en cuanto a la posición del punto de referencia filtrando un recorrido de datos con el ángulo de azimut inicial/final y la altitud alta / baja que mantienen eficazmente al punto de referencia dentro del sector considerado. Una buena cobertura dentro del sector considerado constituye una cobertura adecuada del punto de referencia para determinar la posición.
- 7.7.2.6 **Precisión de Puntos de Recorridos/Mapas** El objetivo de esta prueba es verificar la precisión de todas las aerovías, rutas, puntos de referencia y ejes presentados en el mapa vídeo. Puede realizarse este ensayo por uno de los métodos siguientes:

1. Aeronave de Verificación.
2. Blancos Ocasionales.

Procedimientos aprobados: Puesto que el objetivo de la prueba es comparar las características del mapa vídeo presentado en pantalla con los informes de blancos indicados, la configuración radar (MTI), la polarización de la antena, los reglajes del transpondedor, etc., no influyen en los resultados del ensayo. El procedimiento es el mismo ya sea que se utilice Aeronave de Verificación o blancos ocasionales; comparándose la posición notificada de la aeronave a lo largo de la aerovía o ruta o por encima del punto de referencia con la presentación del mapa vídeo. De modo análogo verifíquese la alineación del eje de la pista con el mapa video observando el aterrizaje y el despegue de aeronaves. Sin embargo, al emplear blancos ocasionales, se requieren numerosos informes de blancos para verificar la precisión de cualquier aerovía, ruta o punto de referencia particular. Verifíquese la precisión con una Aeronave de Verificación. Las transparencias de mapas de sustitución, los mapas vídeo o los mapas generados por medios digitales no requieren la inspección en vuelo si el personal de ingeniería está satisfecho mediante la evaluación de blancos ocasionales o por comparación con un mapa actual de que el nuevo mapa es preciso.

7.7.2.7 Identificación de blancos fijos

7.7.2.7.1 El objetivo de este ensayo es identificar blancos destacados de banda ancha del radar primario utilizados para Verificaciones de precisión de distancia y de azimut cuando no se dispone de programas de análisis solar y radar. Identifíquense los ecos permanentes (EP) mediante uno de los siguientes métodos:

1. Aeronave que colabore.
2. Aeronave de Verificación.

Procedimientos aprobados: selecciónense las características identificables mediante comparación de los informes de ecos de tierra y los mapas geográficos (islas, picos de montañas, torres, etc.): e instrúyase al piloto acerca de los ecos permanentes. Si el piloto puede identificar y describir el blanco de tierra, y el blanco es una característica permanente, anótese el EP en el Informe de Inspección.

7.7.2.8 **Aproximaciones con Radar de Vigilancia.** Debe verificarse la precisión y la cobertura en todas las aproximaciones PSR a la terminal mediante una Aeronave de Verificación durante la puesta en servicio o en cualquier momento en el que se prepara un nuevo procedimiento de aproximación. El inspector de Verificación confirmará con el personal de ingeniería que la aproximación se realiza en una pantalla radar de vigilancia. La realización de una aproximación PSR a la terminal en una pantalla radar de aproximación de precisión (PAR) no es aceptable para fines de Inspección de Vuelo. No se autorizan las aproximaciones PSR a la terminal solamente mediante el SSR; y el SSR debe estar desplazado para esta verificación.

7.7.2.8.1 **Aproximación a una pista.** El rumbo de aproximación coincidirá con la prolongación del eje de la pista y satisfará la tolerancia indicadas de precisión y cobertura.

7.7.2.8.2 **Aproximación hacia una aeronave.** El rumbo de aproximación estará alineado con el punto de aproximación frustrada (MAPt) según lo determinen los procedimientos y el personal técnico. Los rumbos de aproximación final sólo de helicópteros pueden ser establecidos hacia un MAPt a una distancia no superior de 780m (2,600 ft) desde el centro del área de aterrizaje, para una aproximación de punto en el espacio hacia un MAPt, desde el cual, debe realizarse por referencias visuales el vuelo hacia el área de

aterriaje hasta una ruta prescrita a lo largo de la superficie. En cada caso, se proporcionará la guía de aproximación hasta el MAPt prescrito.

- 7.7.2.8.3 **Procedimiento de aproximación.** Efectúese el vuelo de aproximación final PSR a la terminal por una distancia de 18.5 km (10 NM) siguiendo las direcciones del controlador. Volar a las altitudes mínimas prescritas hasta llegar al tramo de aproximación final. Entre el punto de referencia de aproximación final (FAF) y el MAP volar a 30 m (100 ft) por debajo de cualquiera de las altitudes de puntos de referencia de descenso escalonado, a las altitudes recomendadas o a la altitud mínima de descenso (MDA). Durante la aproximación, el Inspector de Vuelo evaluará el procedimiento de aproximación, observará la posición de la aeronave respecto a la prolongación del eje de la pista / aeropuerto, y determinará en el MAP si puede realizarse con éxito el aterriaje, sin maniobras excesivas.
- 7.7.2.8.4 **Evaluación.** Los radares de aproximación PSR a la terminal satisfacen las tolerancias de Inspección en Vuelo o serán cancelados. Sin embargo, la cancelación de un radar de aproximación PSR a la terminal, no constituye una restricción impuesta a la instalación radar. Cuando se requiere el uso de un MTI para una aproximación PSR a la terminal, debería así anotarse en el Informe de Inspección de Vuelo. Un requisito de utilizar MTI no constituye una restricción de la instalación pero no se autorizan aproximaciones PSR a la terminal que requieran el uso de MTI cuando la característica MTI no esté en servicio.
- 7.7.2.9 **Comunicación.** El objetivo de la verificación facultativa es evaluar la capacidad de comunicaciones en VHF/UHF dentro del área de cobertura radar. Pueden normalmente completarse todas las Verificaciones requeridas mediante el uso de aeronaves que participen. Si el personal de ingeniería señala requisitos adicionales realícese la inspección simultáneamente con la inspección radar.
- 7.7.2.10 **Equipo de Reserva (secundario).**
- El objetivo de esta verificación es evaluar la actuación del equipo de reserva (secundario) y puede realizarse durante ensayos previos a la inspección con blancos ocasionales. Algunos radares han sido técnicamente diseñados para satisfacer los requisitos de fiabilidad mediante el uso de unidades redundantes en paralelo. Estructúrense las pruebas previas a la inspección de estos sistemas de forma que se sometan plenamente a la prueba todas estas unidades redundantes. Puede instalarse una antena de reserva (duplicada) en un lugar seleccionado para proporcionar servicio radar continuo en caso de fallo de la antena. Los requisitos para la entrada en servicio de una antena de reserva pueden ser completados aplicándose la lista de verificación correspondiente a la antena.
- 7.7.2.11 **Fuente de Energía de Reserva.** El objetivo de esta prueba es evaluar la actuación del radar con fuente de energía de reserva (generador de motor o suministro de energía eléctrico ininterrumpido) y se realizará durante las pruebas previas a la inspección. Los resultados son satisfactorios cuando el equipo monitor del generador del motor detecta una falla de energía sin intervención manual. Realícese esta prueba simulando un fallo de energía eléctrica conmutando manualmente a la fuente de energía comercial entrante.
- 7.7.2.12 **Análisis.**
- 7.7.2.12.1 **Precauciones en las Pruebas en Vuelo.** No debería intentarse las inspecciones del radar en condiciones de precipitación fuerte, de inversión de la temperatura o en otras condiciones atmosféricas que pudieran aumentar o disminuir la cobertura del radar con respecto a la norma prevista. Investíguese cualquier deficiencia o deterioro del sistema, que se observen durante la inspección. Cuando un parámetro del sistema no satisface las tolerancias especificadas y no puede ser ajustado en un tiempo razonable,

interrúmpase la inspección en vuelo hasta que se resuelva la discrepancia. Sin embargo esto no impide que continúen los ensayos en un intento de resolver el problema.

7.7.2.12.2 **Evaluación.** La detección continua del radar (un informe de blanco útil por cada exploración en cada ángulo de azimut y a todas las altitudes) es un requisito difícil de cumplir debido a los lóbulos de la antena, a limitaciones físicas (línea de alcance óptico), a la altitud de la aeronave y a la inclinación de la antena. Por consiguiente, debe preverse pérdidas de contacto aisladas o no repetitivas. Después de tres o más pérdidas de contacto consecutivas en el diagrama radar, invéstiguese para determinar si existe una zona de vacío y tal caso su magnitud. Véase figura F-7-6.

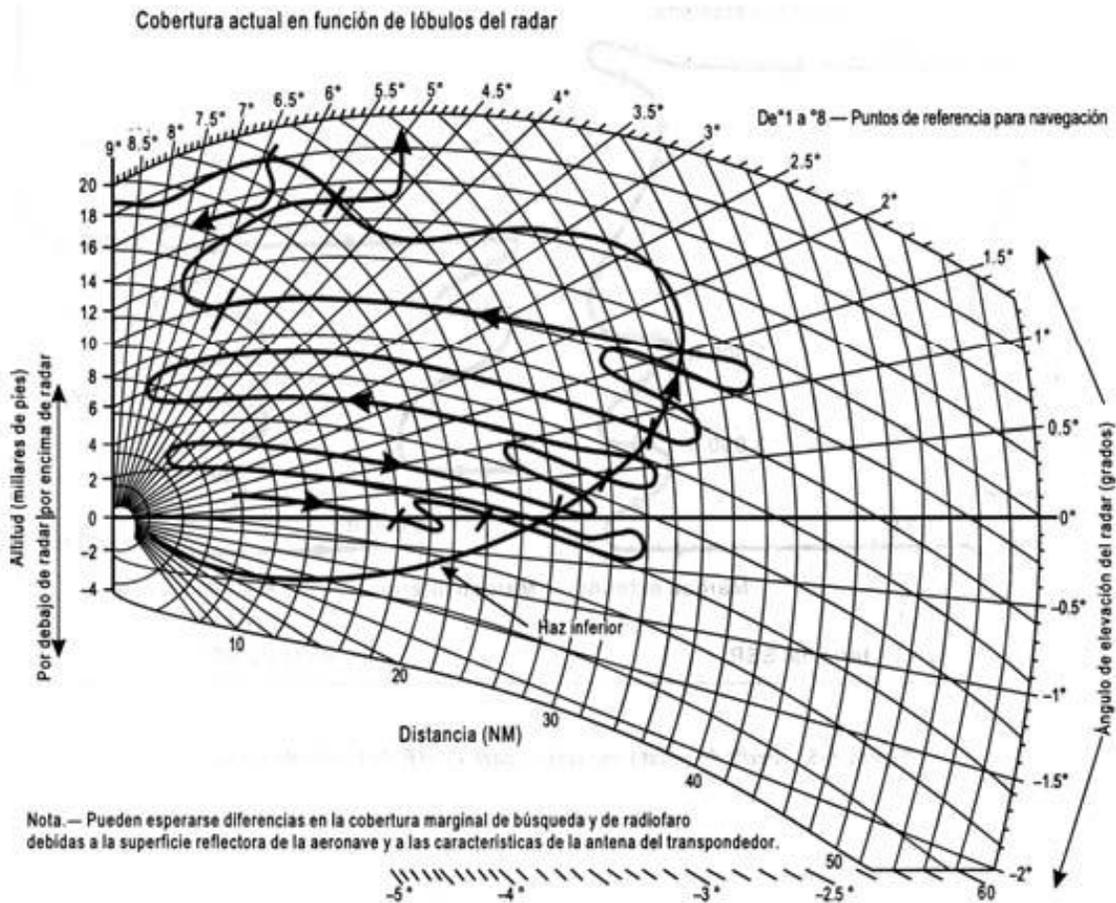
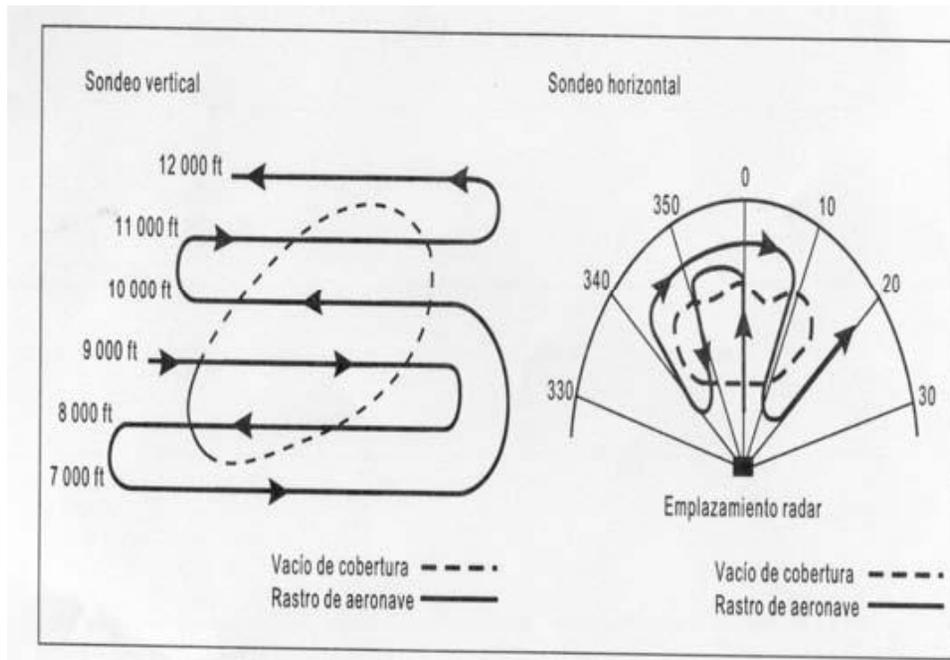


Figura F-7-6

7.7.2.12.3 La formación de lóbulos procede de la suma de la energía radar en un punto del espacio. Los componentes de la energía en tal punto pueden consistir en energía directa y energía reflejada. Como las longitudes de trayecto de las señales reflejadas y de las directas hacia el punto son distintas, las dos señales llegan con una relación de fase distinta. Con una fase opuesta procedente de una reflexión fuerte, el componente fuera de fase puede cancelar la señal directa con lo que se obtiene una zona vacía de cobertura. Como la energía reflejada es la fuente de todos los problemas de lóbulos, impedir o alterar el componente de la energía reflejada es la forma de

minimizar el problema. Los lóbulos en un área crítica pueden disminuirse ocasionalmente pero habitualmente a expensas de la actuación de otras áreas. Los ajustes de la inclinación de la antena (primaria y secundaria) y de la potencia de transmisión del radar secundario constituyen las dos medidas más eficaces para combatir la presencia de nulos. Procédase con precaución al hacer modificaciones de la inclinación de la antena y de potencia, puesto pueden introducirse problemas adicionales. Optimizar la inclinación de la antena y reducir la radiación del suelo puede ser todo lo que es necesario para que disminuya un problema de lóbulos.

- 7.7.2.12.4 **Pruebas.** Se efectúa la prueba de zonas vacías en la detección del radar de forma similar al equipo VOR. Como guía pueden aplicarse los procedimientos siguientes; véase la figura F-7-7.



- 7.7.2.12.4.1 **Horizontal.** Realizar vuelos a través del área en cuestión para determinar los límites interior y exterior de la zona de vacío. Variar la posición de la aeronave en 10° de azimut del radar hasta que se determinen los límites laterales de la zona de vacío.
- 7.7.2.12.4.2 **Vertical.** Realizar vuelos por el centro de la configuración (establecida en el procedimiento de prueba horizontal) a incrementos de 300 m (1,000 ft) de altura para determinar los límites superior e inferior de la configuración.
- 7.7.2.13 **Documentación.** Las autoridades responsables recopilarán y completarán el informe de actuación correspondiente a la inspección de la instalación. El informe consistirá en dar cuenta detallada de todos los datos de cobertura obtenidos mediante aeronaves que participen y aeronaves de inspección en vuelo, blancos ocasionales, instrumentos de análisis radar y todos los informes de inspección en vuelo. En el informe presentado por el inspector de vuelo se incluirá solamente la información evaluada por la tripulación de inspección de vuelo.

CAPITULO 8 VERIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACIÓN

8.1 INTRODUCCIÓN

Los procedimientos de vuelo por instrumentos especifican rutas generalizadas, áreas de maniobras, altitudes de vuelo y mínimos de visibilidad para reglas de vuelo por instrumentos (IFR). Estos procedimientos incluyen aerovías, rutas de jets, rutas fuera de aerovías, procedimientos generalizados de aproximación (SIAP), procedimientos generalizados de salidas (SID) y procedimientos terminales de rutas de llegadas (STARS). Todos los procedimientos nuevos y revisados están sujetos a Inspección en Vuelo.

8.2 REQUERIMIENTOS DE PREVUELO

- 8.2.1 La oficina iniciadora del procedimiento deberá suministrar toda la información necesaria (para conducir la Inspección en Vuelo) al Departamento de Inspección y Evaluación, donde el Inspector en Vuelo tomará las consideraciones correspondientes. Si hay algunos factores especiales relativos al procedimiento, el Especialista de Procedimientos de la entidad responsable del desarrollo de los mismos, deberá expresarlo al Inspector en Vuelo.
- 8.2.2 La información de procedimientos deberá incluir como mínimo lo siguiente:
 - 8.2.2.1 Cartas de vuelo con suficiente detalle para navegar seguramente e identificar de manera suficiente el terreno, obstáculos y obstrucciones.
 - 8.2.2.3 Mínimas altitudes (y máximas donde sea aplicable) para ser usadas de acuerdo al estudio de los mapas y las bases de datos de información, para cada segmento del procedimiento.
 - 8.2.2.4 Descripción narrativa del procedimiento.
 - 8.2.2.5 Plan y vistas de los procedimientos generalizados de aproximación por instrumentos.
 - 8.2.2.6 Información de cada punto fijo, intersección y patrón de espera.
 - 8.2.2.7 Comunicación aplicable a cada segmento del procedimiento.
 - 8.2.2.8 Marcación de aeropuerto y cualquier procedimiento operacional local (disminución de ruido, patrones de tráfico no generalizados, activación de luces etc.).
- 8.2.3 Los formatos o formularios vigentes son aceptables de organizaciones establecidas, involucradas en el desarrollo de procedimientos por instrumentos. Si los procedimientos que se han enviado al ente encargado de la Inspección y Evaluación, son inconsistentes, estos serán devueltos a la organización de desarrollo iniciadora del procedimiento. El equipo de Inspectores de Verificaciones deberá identificar las deficiencias en una hoja de comentarios que acompañará a los procedimientos retornados.
- 8.2.4 Dos copias del procedimiento se proporcionarán al ente encargado de la Inspección y Evaluación
 - 8.2.2.2 Identificación de terreno controlado y obstrucciones para cada segmento.

8.3 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

8.3.1 El objetivo de evaluar procedimientos de vuelo por instrumentos es para seguridad y confiabilidad, es decir, para comprobar si:

8.3.1.1 Las maniobras a efectuar por la Aeronave de Verificación, son consistentes con las prácticas seguras de operación para la categoría del avión que se intenta usar para el procedimiento.

8.3.1.2 La cantidad de trabajo en la cabina es aceptable.

8.3.1.3 Las cartas de navegación describen apropiadamente el procedimiento y sí son de fácil interpretación.

8.3.1.4 Las marcaciones de pista, luces y comunicaciones son adecuadas.

8.3.1.5 El sistema aplicable (Radioayudas, Satélites, FMS, etc.) brinda soporte al procedimiento.

8.3.2 Una Radioayuda restricta tiene la posibilidad de dar soporte a un procedimiento de aproximación cuando este no usa las áreas fuera de tolerancia. Esas áreas deberán estar reflejadas en el reporte de Inspección de Vuelo y en las cartas de navegación, donde el procedimiento quedará restringido o limitado.

8.3.3 Un segmento de arco del equipo de medición de distancia (DME) puede ser usado en áreas donde la información de radiales no se pueda usar, previendo que el DME, el radial donde comienza el arco, el radial principal, el radial de aproximación final y cualquier otro radial usado en el procedimiento, esté dentro del grado de tolerancia requerida.

8.3.4 La verificación aérea de un procedimiento de vuelo por instrumentos y la inspección de la Información de Obstáculos (SIAP) puede ser conducida durante la inspección del sistema de vuelo aplicable, si condiciones meteorológicas visuales (VMC) prevalecen a través de cada segmento del procedimiento bajo evaluación.

8.3.5 Verificación de franqueamiento de obstáculos.

8.3.5.1 **Identificación de obstáculos nuevos.** En la mayoría de instancias, la información exacta concerniente a la localización, descripción y alturas de torres altas más otros obstáculos considerables, debe estar disponible en la base de datos de la oficina encargada y/o en otras fuentes de la autoridad aeronáutica. Cuando una obstrucción no identificada en los procedimientos es descubierta y puede llegar a ser la obstrucción de control para el segmento, el Comisionamiento del procedimiento será negado, hasta que un Especialista de Procedimientos pueda analizar el impacto del obstáculo para todo el procedimiento.

8.3.5.2 La localización de los obstáculos deberá ser anotada en latitud / longitud, así también determinada por un receptor de inspección de vuelo (GPS) o radial / azimut y distancia de una Radioayuda conocida. Si estos métodos no están disponibles, una descripción exacta dentro del mapa utilizado en la Inspección en Vuelo, puede ser usada.

8.3.5.3 Estimación de altura de Obstáculos.

8.3.5.3.1 Cuando es descubierto un obstáculo, no identificado en la información de datos utilizados al corriente, el Inspector en Vuelo, de la manera más rápida y expedita se asegurará de la localización y altura de la nueva obstrucción enviando luego la información

rápidamente al respectivo Especialista en Procedimientos. La altura de obstáculos medidos en vuelo, no será usada a menos que la altura actual de la obstrucción no pueda ser establecida por otros medios. Si la determinación de altura es requerida por medio del vuelo, altímetros exactos y referencias de altitud deben ser usadas para obtener resultados precisos.

- 8.3.5.3.2 Un método alternativo para obtener la altura de obstáculos es seleccionar otro obstáculo cercano, que tenga una elevación publicada conocida y utilizando el ala de la Aeronave de Verificación (como referencia de nivel para proyección del punto más alto del obstáculo conocido), se podrá fijar el altímetro del copiloto para leer la misma altitud al nivel del mar (MSL) publicada. Sin volver a tocar el altímetro, volará luego con el ala de la Aeronave de Verificación (como referencia de nivel para proyección del obstáculo del cual se desconoce la elevación) anotándose la lectura del altímetro, el dato de la elevación AGL y cualquier desviación del procedimiento mencionado, necesaria para compensar por el desnivel del terreno.
- 8.3.5.4 El reporte de la Inspección en Vuelo reflejará documentalmente el método para determinar la elevación.
- 8.3.5.5 El control de obstáculos para cada segmento de aproximación deberá ser confirmado visualmente mediante el vuelo de la Aeronave de Verificación u observación terrestre. Si no es posible confirmar que el Obstáculo a Ser Controlado, es el obstáculo más alto en el segmento, se tendrá que listar la localización, tipo y la elevación aproximada de todos los obstáculos que el Inspector en Vuelo quiere que el Especialista en Procedimientos considere. El Inspector en Vuelo pondrá especial énfasis en descubrir obstáculos que no estén en la lista de la base de datos. Si dicho obstáculo en cuestión está listado como terreno / árboles o es un Obstáculo de Presunción Adversa (AAO), no es necesario verificar qué árbol es el que está en cuestión, a menos que no se encuentre otro obstáculo más alto hecho por el hombre en el espacio aéreo protegido. Si el Inspector en Vuelo observa que el Obstáculo a Ser Controlado, ha sido eliminado o desmantelado, hará llegar esa información al Especialista en Procedimientos.
- 8.3.5.6 El Obstáculo a Ser Controlado, para segmentos de aproximación inicial de algunos procedimientos RNAV puede también ser el Obstáculo a Ser Controlado para un segmento del Área Terminal de Llegada (TAA). El obstáculo no siempre estará dentro de los límites de la zona primaria o secundaria del segmento de aproximación. Se verificará que no haya obstáculos en los segmentos de aproximación que sean más altos que el Obstáculo a Ser Controlado. No hay requerimiento para verificar que el Obstáculo a Ser Controlado, sea el más alto en todo el segmento de la TAA, pero mientras se transite el segmento, se deberá observar el área, por obstáculos que excedan la elevación del Obstáculo a Ser Controlado.
- 8.3.5.7 Evaluaciones de obstáculos deberán efectuarse en condiciones meteorológicas visuales (VMC) solamente. El inspector en Vuelo debe asegurarse que el procedimiento es operacionalmente seguro, y puede usar su propio criterio para variar el patrón que resulte mejor en la evaluación. Si durante una Inspección en Vuelo a la Radioayuda que soporta el procedimiento se vuela de noche, en condiciones instrumentos (IMC) o el Inspector en Vuelo no está seguro de franquear el obstáculo, él deberá anotarlo en la sección de OBSERVACIONES del reporte de Inspección en vuelo (es decir, que la verificación de obstáculos no se completó y para qué procedimiento). Si la verificación del obstáculo no puede ser finalizada ya sea por otros medios terrestres ni en la próxima Inspección en Vuelo a la Radioayuda que soporta el procedimiento, este deberá ser puesto fuera de servicio con un NOTAM hasta que la verificación se pueda completar. Durante las Inspecciones en Vuelo a la Radioayuda que soporta el procedimiento, no es necesario identificar visualmente el Obstáculo a Ser Controlado sino más que todo verificar (visualmente) la integridad de la Aeronave de Verificaciones en el franqueamiento del

obstáculo para los segmentos de aproximación final y aproximación fallida. Para aproximaciones de precisión con pendiente de franqueamiento de obstáculos, solamente datos previamente estudiados deberán ser usados cuando se consideren las obstrucciones.

- 8.3.5.8 GPWS Alertas. Algunos sistemas de alarma de proximidad a tierra (GPWS) pueden alertar cuando se vuele sobre terreno irregular o cuando exista un rápido acercamiento a altitudes, proporcionando franqueamiento de obstáculos generalizado. Si alertas de GPWS son recibidas mientras se inspeccionan los procedimientos, se deberán repetir la maniobra, asegurándose de volar a la altitud verdadera designada. Si la alerta es repetitiva, se tendrá que notificar al Especialista de Procedimientos.

8.4 PARÁMETROS DE INSPECCIÓN EN VUELO

La tabla I-8-1, presenta la lista de los parámetros a verificar en la Inspección en Vuelo.

Tabla I-8-1. Parámetros a Verificar en la Inspección en vuelo.

Parámetro	Comisión	Periódica
Segmento de Aproximación Final.	X	X
Segmento de Aproximación Frustrada	X	X
Segmento de Circulación	X	(i)
Segmentos de Ruta y Terminales	X	(i)
Cartas Visuales de Aproximación.		
Patrones de Espera y Fijos	X	(i)
Comunicaciones Aire/Tierra	X	(i)
Navegación de Area (RNAV)	X	(ii)

1. Vigilancia.
2. Procedimientos de Aproximación por Instrumentos requieren de inspección periódica, asociados a la Radioayuda bajo Inspección en Vuelo

- 8.4.1 **Segmento de Aproximación Final.** El curso de aproximación final deberá llevar a la Aeronave de Verificaciones al punto deseado. El cual, varía con el tipo de sistema que proporciona la guía de procedimiento, lo que debe ser determinado por el Especialista de Procedimientos. Después que una Inspección en Vuelo determina el punto deseado de llegada, este no será cambiado sin la concurrencia del Especialista de Procedimientos. Si el sistema fallara en llevar a la Aeronave de Verificaciones al punto deseado establecido y

no pueda ser ajustado para volver al alineamiento deseado, esto se deberá tomar en consideración para enmendar el procedimiento.

Servicios de Categoría II/III requieren el uso de radio altímetro. Rasgos irregulares del terreno pueden causar indicaciones erráticas del radio altímetro. Cuando sea Comisionamiento, se deberá reportar la indicación del radio altímetro para Categoría II y la Altura de Decisión (DH). Para Inspecciones en Vuelo de la Radioayuda que soporta el procedimiento, se tendrán que registrar las indicaciones del radio altímetro para propósitos de análisis de ingeniería.

- 8.4.2 **Segmento de Aproximación Frustrada.** La Inspección en Vuelo del segmento de aproximación frustrada asegurará que las altitudes designadas para el procedimiento proporcionan franqueamiento de obstáculos. El Inspector en Vuelo deberá también determinar que el procedimiento es seguro y operacional para la categoría de avión que se pretende. Para Inspecciones periódicas a la Radioayuda que soporta el procedimiento, se deberá volar el procedimiento de aproximación frustrada hasta el punto que el Inspector en Vuelo pueda identificar cualquier obstáculo que parezca ser un peligro potencial.
- 8.4.3 **Segmento de Circulación.** El Inspector en Vuelo deberá verificar que las maniobras de circulación propuestas sean seguras y se ajustan a la categoría de aeronaves propuestas. Las altitudes del procedimiento deberán ser evaluadas.
- 8.4.4 **Cartas Visuales de Aproximación.** Un Comisionamiento de los procedimientos visuales publicados será a requerimiento, para lo cual deberá determinarse previamente la factibilidad de volarlo, asegurándose que las señales de tierra representadas son visibles de día y de noche. La factibilidad del vuelo es determinada por la dificultad del desplazamiento de la Aeronave de Verificación, cantidad de trabajo en la cabina, identificación de las señales en tierra, localización y visibilidad más franqueamiento de obstáculos en condiciones VFR. Ambas evaluaciones, de día y de noche, deben ser completadas previa autorización del uso del procedimiento. No hay requerimientos periódicos.
- 8.4.5 **Segmentos de Ruta y Terminales.** Se deberá evaluar cada segmento de ruta o segmento terminal de ruta durante un Comisionamiento, para asegurarse que la altitud mínima de franqueamiento de obstáculos es adecuada.
- 8.4.5.1 **Mínima altitud de ruta (MEA) y puntos de cambio (Changeover points).** La MEA y los puntos de cambio deberán ser predeterminados en la altitud mínima de franqueamiento de obstáculos (MOCA), altitud mínima de recepción (MRA), espacio aéreo específico y requerimientos de comunicación. Si más de una de las altitudes arriba mencionadas es requerida por el procedimiento, la altitud más alta determinada a través de la Inspección de Vuelo será la altitud mínima de ruta.
- 8.4.5.2 **Máximas altitudes autorizadas (MAA).** Estas son limitaciones basadas en restricciones del espacio aéreo, características en el desempeño de los sistemas, o interferencias predecibles. Si la MAA está basada en un problema de interferencia, la fuente de la interferencia deberá ser identificada y una acción correctiva tendrá que ser iniciada.
- 8.4.6 **Patrones de Espera y Fijos.** Obstáculos a Ser Controlados deberán ser identificados para asegurar la altitud mínima de espera (MHA). El desempeño del sistema será evaluado para asegurar que está dentro de los límites de tolerancia. Si el desempeño de los sistemas e información de franqueamiento de obstáculos están registrados, la Inspección en Vuelo del procedimiento no es requerida.

- 8.4.7 **Comunicaciones Aire/Tierra.** Las comunicaciones aire / tierra con el ATC deben ser satisfactorias en el punto de aproximación inicial (IAF), a mínima altitud y a la altitud de aproximación frustrada. La cobertura satisfactoria de comunicaciones en toda la aerovía o segmento de ruta a la altitud mínima de ruta IFR, deberá estar disponible con las Radioayudas del ATC. Donde las operaciones de ATC requieran continuidad en la cobertura de comunicaciones, la Inspección de Vuelo deberá evaluar esta cobertura de acuerdo con los procedimientos respectivos.
- 8.4.8 **Navegación de Area (RNAV):** Este es un método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier senda de vuelo deseada dentro de los límites de cobertura de estaciones de ayuda para la navegación o dentro de los límites de la capacidad de ayudas autónomas (GPS, FMS; etc.) en las aeronaves.

CAPITULO 9 INDICADORES VISUALES DE SENDA DE PLANE0

9.1 INTRODUCCIÓN

- 9.1.1 Los Sistemas Visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación son dispositivos que usan luces para definir una Pendiente de descenso durante la aproximación final a una pista. La señal visual deberá consistir de dos colores: rojo y blanco. Los sectores de color deberán ser precisos e identificables a través del ancho horizontal del haz de señales a todos los niveles de intensidad. Solamente el rojo es usado para indicar que está por debajo de la Pendiente de Aproximación del sistema.
- 9.1.2 El área de aproximación final de los Indicadores Visuales de la Pendiente de Descenso es 10 grados a cada lado de la prolongación del eje de la pista, medida desde la barra o luz delantera, extendiéndose desde el umbral de la pista hacia fuera; hasta por lo menos 4 NM. Esta guía lateral es obtenida por referencias visuales o con ayudas electrónicas. Estos sistemas están alineados para proveer una Pendiente de Aproximación no menor de 0.9 grados por arriba de los obstáculos.
- 9.1.3 La altura de cruce del umbral (TCH) es la indicación de la mínima altura sobre el umbral, que le indica al piloto que todavía se encuentra en la Pendiente de Aproximación correcta. La altura de cruce mínima del umbral es obtenida para la aeronave más crítica que normalmente opera en la pista. Los valores típicos de la TCH son de 7 a 22 metros.
- 9.1.4 Los Sistemas Visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación normalizados se clasifican de la siguiente manera:
1. PAPI
 2. APAPI.

9.2 RESERVADO

9.3 SISTEMA INDICADOR DE PENDIENTE DE APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN (PAPI Y APAPI)

- 9.3.1 El PAPI usa un sistema proyector de luz de dos colores, que produce una Pendiente de Descenso Visual. Cada caja de luz consiste de por lo menos dos proyectores ópticos que producen un solo haz de luz, la parte de arriba del haz de luz es BLANCA y la parte inferior ROJA. Cuando se pasa a través de los haces de luz, la transición de un color a otro es casi instantánea.
- 9.3.2 **Hay dos configuraciones básicas de PAPI descritas a continuación:**
- 9.3.2.1 Sistema de cuatro cajas. El ángulo de la Pendiente de Descenso del sistema de 4 cajas, es el punto anular del centro del haz de luces. El ancho sobre la Pendiente es la diferencia entre los ángulos de las cajas 2 y 3. La instalación normal requiere 0.33° entre las marcaciones de las cajas 1 y 2, 2 y 3, y, 3 y 4. Los sistemas que dan soporte a los aviones grandes requieren 0.50° entre las cajas de luces 2 y 3. La indicación de que se encuentra en la Pendiente de Descenso son dos luces ROJAS y dos luces BLANCAS en las barras de luces. Cuando el avión está por debajo de la Pendiente de Descenso, el piloto ve un incremento progresivo del número de luces ROJAS, y si el avión está arriba de la Pendiente de Descenso, el número de luces BLANCAS incrementa. Este sistema proporciona información de descenso durante el día hasta una distancia de 4 millas.

9.3.2.2 Sistema de dos cajas. En este sistema el ángulo de la Pendiente de Descenso es el punto medio entre el ajuste de las dos cajas de luces. El ancho de la Pendiente de este sistema es normalmente 0.50° , pero puede ser reducido para proveer separación de obstáculos. La indicación de que se encuentra en la Pendiente de Descenso es una luz ROJA y una BLANCA. Cuando la aeronave está debajo de la Pendiente de Descenso el piloto ve dos luces ROJAS, y dos luces BLANCAS arriba de la Pendiente. Este sistema proporciona información de descenso durante el día hasta una distancia de dos millas.

9.3.2.3 **Instalación.** El sistema es normalmente instalado en el lado izquierdo de la pista, pero puede estar a la derecha o en ambos lados de la pista.

9.3.3 Requisitos de Pre-vuelo.

9.3.3.1 En Tierra, el respectivo personal de mantenimiento deberá:

1. Asegurarse que todas las lámparas estén operando;
2. Verificar que las lámparas no se estén oscureciendo y que los lentes se encuentren limpios;
3. Verificar el ángulo de cada caja, para determinar apropiadamente su ajuste;
4. Corroborar si no existe restricción alguna con respecto al sitio; y
5. Mantener permanentemente libre de obstáculos el haz de las luces (frente).

9.3.4 **Procedimientos de Inspección en Vuelo.** Las Inspecciones en Vuelo verifican la funcionalidad de cada sistema, así como la coincidencia de la Pendiente Visual de Descenso con otras radioayudas (ILS), sirviendo a la misma pista y confirma si no hay obstáculos. Algunos de los procedimientos detallados a continuación son tipos específicos; la adaptación de estos procedimientos puede ser requerida para equipos nuevos o modificados. El Inspector en Vuelo deberá revisar las instrucciones de instalación y criterios contenidas en otras directivas apropiadas, principalmente por el fabricante.

9.3.4.1 Lista de Chequeo.

Tabla I-9-3 Parámetros de Inspección en Vuelo.

Parámetros Verificados	Comisionamiento	Periódica	Evaluación de Sitio
Intensidad de las Luces.	X	X	X
Angulo de Pendiente de Descenso	(iii)	X	(i) y (iii)
Cobertura Angular	X	X	-
Franqueamiento de Obstáculos.	X	X	(ii)
Sistema de Identificación y Contraste.	X	-	X
Control por Radio	X		X
Armonización ILS	X	X	X

Notas:

1. *Se harán comprobaciones previas, en los casos que la coincidencia con otras ayudas de navegación ha sido cambiada u otras anomalías han sido observadas.*
2. *Se inspeccionará si nuevas construcciones u obstrucciones cuestionables han sido identificadas en el área de aproximación final.*
3. *A solicitud técnica.*

9.3.4.2 Intensidad de Luces.

9.3.4.2.1 Generalidades. Dependiendo del diseño del sistema, la intensidad de las luces puede ser manualmente o automáticamente controlada para operaciones durante el día o la noche. Algunos sistemas están diseñados para proporcionar diferentes niveles de intensidad, que permiten ajustar para la luz del día, la penumbra y la noche; se puede seleccionar una o dos opciones para operaciones nocturnas y acomodar las condiciones locales del sitio debido a situaciones climatológicas.

9.3.4.2.2 **Posicionamiento.** Para las Radioayudas que son controladas manualmente, la Aeronave de Verificación volará hacia adentro mientras el Controlador cambia de intensidad en todos los rangos. Sistemas que usan intensidad automática deberán ser verificados en la misma manera que los controlados manualmente, si un método para cambiar la intensidad está disponible. La intensidad deberá ser observada durante la Inspección en Vuelo.

9.3.4.2.3 **Evaluación.** Forma parte de la Inspección en Vuelo, el asegurarse que todas las lámparas se encuentren operativas y están a la misma relativa intensidad a la que se han calibrado. Si es posible, la Inspección en Vuelo no deberá ser hecha durante los periodos de luz del día de mayor intensidad, debido a que reduce la efectividad del PAPI. La intensidad normal de calibración para las operaciones de día es de 100 por ciento, para los periodos de penumbra 30% y para las horas nocturnas de 10%.

9.3.5 **Angulo de la Pendiente de Descenso**

9.3.5.1 **Generalidades.** Los Indicadores Visuales del PAPI proveen la guía para aproximaciones VFR o para la porción visual de una aproximación por instrumentos. El ángulo establecido por el PAPI es referido como el ángulo de la Pendiente Visual de Descenso. Los formatos de señales usados para establecer el ángulo visual de la Pendiente de Descenso pueden variar de una sola fuente de luz, dos o tres fuentes de luces en un arreglo longitudinal, y cuatro o más fuentes de luces en un arreglo lateral y/o longitudinal. Ajustar el ángulo visual requerido es función del personal de instalación en tierra.

9.3.5.2 Posicionamiento.

9.3.5.2.1 Método de Pase Nivelado. Este método puede ser usado en lugares donde las distancias de los puntos fijos en tierra son conocidas. Se posicionará la Aeronave de Verificación hacia adentro, sobre la prolongación del eje de la pista en el sector por debajo de la Pendiente, a la altitud del procedimiento de interceptación o 1000 pies AGL, cualquiera que sea el más alto. Luego se vuela hacia adentro mientras se mantienen la altitud y la velocidad constantes.

9.3.5.2.2 Método Sobre la Pendiente. Se posicionará la Aeronave de Verificación hacia adentro sobre la prolongación del eje de la pista en el sector por debajo de la Pendiente, a la altitud del procedimiento de interceptación o 1000 pies AGL, cualquiera que sea más alta

Alcanzando las indicaciones de la Pendiente de Descenso, se iniciará el descenso, manteniendo la aeronave en el centro de indicación de la Pendiente de Descenso.

9.3.5.2.3 Posicionamiento con teodolito. Se deberá posicionar el teodolito a un lado de la pista, de modo que la Pendiente de Descenso imaginaria (originándose desde un punto exactamente al lado del punto de referencia de la pista RRP), pasará a través del lugar de vista del teodolito. El RRP es el sitio sobre la pista donde la Pendiente Visual de Descenso intercepta la superficie.

9.3.5.3 Evaluación.

1. Método de Pase Nivelado. Este método puede ser usado para determinar el ángulo de la Pendiente de Descenso del PAPI durante el Comisionamiento, y subsecuentemente en las inspecciones de vigilancia de este sistema. Se posicionará la Aeronave de Verificación en aproximación final, con el AFIS operando. Manteniendo la velocidad y altitud constantes se procede a grabar la marcación de cada punto de chequeo. Adicionalmente, el Inspector de Verificaciones marca el punto debajo de la Pendiente, la primera y última indicación de estar en la Pendiente; y la primera indicación de estar arriba de esa. El centro de la indicación sobre la Pendiente es usado para computar el ángulo de la Pendiente de Aproximación. Si es usado un teodolito, el operador sigue la Aeronave de Inspección durante el vuelo nivelado. El piloto avisa cuando pasa por el sector debajo de la Pendiente, en esa y luego sobre la misma. El operador del teodolito graba el ángulo de los tres avisos; el ángulo en la Pendiente es considerado el ángulo de la Pendiente de Aproximación. El ángulo del sistema es el promedio de por lo menos dos pases nivelados.
2. Método en la Pendiente. Este método usando AFIS o teodolito puede ser utilizado en todas las Verificaciones para determinar el ángulo de la Pendiente de todo el PAPI. El operador sigue a la Aeronave de Verificación desde el comienzo del pase hacia adentro. El piloto avisa al operador del teodolito cuando la Aeronave de Verificación se encuentra exactamente sobre el punto de medición. Las indicaciones de distancia pueden provenir de GPS o DME.

Se determinará el ángulo de las cajas de luces individuales midiendo el ángulo al que la caja de luz cambia color de BLANCO a ROJO y de ROJO a BLANCO. Se deberán volar los cambios de colores de una sola caja y se medirá el ángulo al cual cambia colores. El ángulo de la caja de luz es el promedio de no menos cuatro cambios de color de luz en cada dirección. El ángulo de las PAPI es el promedio entre el ángulo de las cajas de luces 2 y 3 (de un sistema de 4 cajas de luces), 1 y 2 (de un sistema de 2 cajas). Para un ángulo preciso, se deben promediar avisos iguales de BLANCO / ROJO y ROJO / BLANCO; de otra manera, el promedio es determinado en la dirección del mayor número de avisos. Esto es causado por el retraso de tiempo en reconocer el cambio de color, avisando o marcando el cambio y grabando el ángulo.

No hay requerimiento de grabar el ángulo de las cajas 1 y 4 de un sistema de 4 cajas, a menos que a juicio del Inspector de Verificaciones, las cajas de luces están fuera de simetría con todo el sistema. Si la simetría es inaceptable, el ángulo de las cajas de luces 1 y 4 deberá ser medido para que el personal de tierra pueda hacer los ajustes.

9.3.6 Cobertura Angular.

9.3.6.1 **General:** El Sistema PAPI proveerán cobertura de franqueamiento de obstáculos 10° a cada lado de la prolongación del eje de la pista, medido desde el lado de la primera barra de cajas de luces. Durante la inspección de Comisionamiento se volará un cruce perpendicular para determinar la cobertura angular horizontal del PAPI. Si un ILS está instalado en la misma pista donde existe un PAPI, las relaciones angulares deberán ser cuidadosamente analizadas para determinar la precisión de la cobertura.

9.3.6.2 **Posicionamiento.** Se inspeccionará la cobertura angular al cruzar, la Aeronave de Verificación, la prolongación del eje de la pista a un ángulo de 90° y a una distancia suficiente para permitir al Inspector de Verificaciones observar cualquier efecto de escudo o pantalla en el sistema. Se deberá conducir la maniobra a una altitud que proporcione una indicación de “estar en la Pendiente”.

9.3.6.3 **Evaluación.** Durante la Inspección en Vuelo, se deberá observar el punto donde el PAPI comienza a funcionar y el punto donde deja de funcionar. El área donde puede ser usado es la cobertura angular. Para un sistema instalado a un solo lado de la pista y ser considerado utilizable, todas las luces deben ser visibles. Para instalaciones duales (es decir, en ambos lados), la cobertura de cada lado es requerida.

9.3.7 Franqueamiento de obstáculos.

9.3.7.1 **General.** El sistema PAPI debe proveer franqueamiento de obstáculos dentro del volumen operacional de servicios comisionados. La Inspección de Vuelo no verifica franqueamiento de obstáculos como lo puede determinar un estudio de sitio, pero sí verifica que los obstáculos por debajo de la Pendiente sean franqueados dentro de su volumen operacional. La aproximación por debajo de la Pendiente de Aproximación es conducida durante la inspección de Comisionamiento y en cualquier momento que el franqueamiento de obstáculos sea cuestionable, para determinar guía y franqueamiento de obstáculos satisfactoriamente. Para esta inspección se utilizará el Teodolito.

9.3.7.2 **Posicionamiento.** El teodolito deberá ser ajustado para un ángulo vertical de 0.6 grados (PAPI) o 0.9 grados (APAPI) encima del obstáculo de mayor altura; debiendo efectuarse las aproximaciones, manteniendo el ángulo como orientación. En esa situación, el Inspector en Vuelo deberá visualizar el sistema con todas las barras rojas bien definidas.

9.3.7.3 **Sistema de Identificación y Contraste.** El PAPI debe proporcionar una Pendiente de Descenso fácilmente identificable y distinguible de otras ayudas visuales y luces aeronáuticas dentro del umbral de la pista y de la zona de toque (aterrizaje).

9.3.7.4 **Posicionamiento.** Esta evaluación es conducida durante otras maniobras de la Inspección en Vuelo.

9.3.7.5 **Evaluación.** Durante las maniobras de Inspección en Vuelo, se deberá observar si cualquier luz alrededor o aviones sobre las calles de rodaje interfieren con la identificación o con el uso del sistema instalado. Si hay alguna duda, mala identificación o con interferencia, este parámetro de la inspección deberá ser verificado de noche. Si un problema específico puede ser identificado durante el día, no se requiere que sea confirmado de noche.

9.3.8 Reservado.

9.3.8.1 Reservado.

- 9.3.8.2 Reservado.
- 9.3.8.3 Reservado.
- 9.3.8.4 **Armonización ILS** Cuando el PAPI y el ILS, sirven a la misma pista, el ángulo de la Pendiente Visual de Aproximación debe coincidir lo más posible con el ángulo de la Pendiente electrónica de precisión. La Pendiente Visual también deberá ser lo más coincidente posible con la Pendiente electrónica a lo largo de toda la aproximación final.
- 9.3.8.5 **Evaluación.** Se compararán las Pendientes de Descenso electrónica y visual en el área de 6000 y 1000 pies previos al umbral, para ver la coincidencia del punto de intercepción de pista. Para el Comisionamiento, ambos ángulos deben ser optimizados, de ser posible o necesario.
- 9.3.9 **Tolerancias.** Para una clasificación sin restricciones, todos los sistemas deberán cumplir las tolerancias establecidas en la tabla **I-9-4**
- 9.3.9.1 **Intensidad de Luces.** Todas las luces deberán operar a la misma intensidad para cada configuración.
- 9.3.9.2 **Angulo Visual de la Pendiente de Descenso.**
- 9.3.9.2.1 **La Pendiente de** Descenso visual es normalmente 3 grados, a menos que un ángulo más alto sea necesario para franqueamiento de obstáculos u operaciones especiales. El ángulo debe ser publicado en el directorio del aeropuerto para Radioayudas o publicaciones similares.
- 9.3.9.2.2 El ángulo efectivo de la Pendiente de Descenso deberá estar dentro de 0.20 grados del ángulo establecido o deseado.
- 9.3.9.3 Las Pendientes de Descenso visuales y electrónicas deberán coincidir en el área entre 6000 pies y 1000 pies previos al umbral, de tal manera que no debe haber indicaciones conflictivas que resulten en la confusión del piloto. En Aeropuertos con soporte para aviones de gran envergadura, la coincidencia deberá ser considerada satisfactoria si la Pendiente de Descenso visual intercepta la pista, 300 a 350 pies pasado el punto en donde la Pendiente de Descenso electrónica intercepta la pista.
- 9.3.9.4 **Cobertura Angular.** El sistema PAPI deberá proporcionar una guía relativa al ángulo de aproximación sobre un ángulo horizontal de no menos de 10 grados a cada lado de la extensión de la línea del centro de la pista. Cuando la cobertura o el franqueamiento de obstáculos son menor de 10 grados a cada lado del centro de la pista, se deberá restringir la Radioayuda y emitir un NOTAM al respecto.
- 9.3.9.5 **Franqueamiento de Obstáculos.** La Pendiente de Descenso deberá ser por lo menos 1.0 grados arriba de todos los obstáculos en el área de aproximación final. Una indicación definitiva de que se debe ascender, deberá ser visible mientras se mantenga también el franqueamiento de todo obstáculo dentro del área de aproximación.
- 9.3.9.6 **Campo Aéreo y Sistema de Contraste.** El PAPI deberá proporcionar una señal de Pendiente de descenso, la cual sea fácilmente identificable y distinguible de otras ayudas y luces aeronáuticas dentro del entorno de la instalación. En el caso que durante la Inspección en Vuelo se presenten confusiones o fallas en cuanto a identificar rápidamente el PAPI, requerirá una designación de “no-utilizable” para la Radioayuda.

Tabla I-9-4 Resumen de los Requerimientos para la Inspección en Vuelo de los PAPI

Parámetro a inspeccionar	Tolerancias
Intensidad y brillo de las luces.	Todas las luces deberán estar operando con la misma intensidad relativa para cada ajuste seleccionado
Operación de las lámparas	Todas las lámparas deberán estar operando.
Ángulo nominal de la Pendiente de aproximación	a) PAPI/APAPI El ángulo de la Pendiente será establecido normalmente en 3 grados, a no ser que existan requisitos especiales para un ángulo diferente. En ese caso, el ángulo no deberá exceder de 4.5 grados. 1. Comisionamiento: ± 0.05 grados del ángulo nominal. 2. Inspección periódica: ± 0.1 grados del ángulo nominal.
Ancho de la pendiente	I) PAPI (1) Sistema autónomo a) Comisionamiento: ≥ 0.33 grados ≤ 0.43 grados. b) Inspección Periódica: ≥ 0.23 grados. ≤ 0.43 grados (2) Sistema Armonizado con ILS a) Comisionamiento: ≥ 0.5 grados ≤ 0.6 grados. b) Periódica: ≥ 0.4 grados ≤ 0.7 grados. II) APAPI a) Comisionamiento: ≥ 0.5 grados ≤ 0.6 grados. b) Inspección Periódica: ≥ 0.4 grados. ≤ 0.7 grados

Parámetro a Inspeccionar	Tolerancias
Cobertura a) Utilización	La cobertura efectiva del sistema en condiciones atmosféricas favorables deberá ser: 1. PAPI : ≥ 4 NM 2. APAPI : ≥ 2.4 NM
b) Angular	El haz de luz producido por las cajas deberá ser visible a través de un ángulo, en azimut de por lo menos 10 grados durante el día y 15 grados durante la noche.

Franqueamiento de obstáculos	Una indicación roja bien definida en todas las barras deberá ser visible, manteniendo un franqueamiento de 1 grado por encima de todos los obstáculos dentro del área de aproximación
Identificación del Sistema y Contraste	El sistema deberá proveer una información de Pendiente que sea fácilmente identificable y prontamente distinguible de otras ayudas visuales y luces aeronáuticas de superficie dentro del medio ambiente en el cual está instalado. Identificaciones erróneas o imposibilidad de una pronta identificación del PAPI/APAPI, clasificará la ayuda en “ No utilizable

CAPITULO 10 COMUNICACIONES

10.1 INTRODUCCIÓN

Los servicios de comunicaciones aire/terresta se clasifican de acuerdo con su función. Las comunicaciones en ruta y las comunicaciones terminales son el servicio de enlace entre los controladores y los pilotos, para poder desarrollar las coordinaciones de vuelo correspondientes.

10.2 REQUISITOS PREVIOS AL VUELO

El Inspector en Vuelo deberá preparar la verificación aérea de acuerdo con los procedimientos y los requisitos de cobertura a evaluar, inclusive las definiciones de sectores establecidos deberán ser proporcionadas por el personal de mantenimiento y de tráfico aéreo.

10.3 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN EN VUELO

El desempeño de las instalaciones de comunicaciones es usualmente evaluado por el tráfico de oportunidad. Consecuentemente, las inspecciones de puesta en servicio sólo se requieren cuando son solicitadas por las entidades responsables al efecto. Se deberá llevar a cabo inspecciones periódicas, sobre la base de una vigilancia en conjunto con la evaluación de las instalaciones de apoyo a la navegación.

10.3.1 Lista de Verificaciones:

La tabla I-10-1 muestra los ítems de verificación:

Tipo de Verificación	Comisión	Periódica
TCOM	(i)	(ii)
ECOM	(i)	(ii)
ATIS	(i)	(ii)

Notas:

- (i) A solicitud
- (ii) Inspecciones de vigilancia realizadas durante otras verificaciones aéreas.

10.3.1.1 **Cobertura.** Cuando la instalación técnica no pueda predecir la cobertura, se solicitará una inspección en vuelo. Se deberán evaluar las instalaciones donde la Altitud Mínima en ruta (MEA) este determinada por la cobertura de las comunicaciones.

10.3.1.1.1 Durante las inspecciones de puesta en servicio solicitadas, la cobertura será determinada por las necesidades del servicio de tráfico aéreo establecidas localmente.

10.3.1.1.2 Los perfiles de vuelo pueden variar de acuerdo con los requisitos locales y podrían incluir una evaluación de órbita o una evaluación detallada del sector. Se deberán

verificar las comunicaciones para los puntos fijos de posición (fixes), puntos de cambio de control o límites del espacio aéreo controlado.

- 10.3.1.1.3 Las frecuencias adicionales asignadas a las necesidades de un mismo servicio, no requerirán una inspección completa, sino deberán ser evaluadas sobre la base de una vigilancia.
- 10.3.1.1.4 El equipo de reserva deberá ser verificado durante cualquier inspección de puesta en servicio solicitado.
- 10.3.1.2 Las Comunicaciones Terminales (TCOM) incluyen las frecuencias de la torre de control, franqueamiento de entrega, control en tierra, más despegue y llegada. Las inspecciones de puesta en servicio, cuando se solicitan, se deberán llevar a cabo en los extremos del aeropuerto para determinar si hay puntos ciegos y si la cobertura es adecuada. Las frecuencias de salida y llegada deberán ser verificadas para comprobar el servicio en todo el volumen del sector establecido.
- 10.3.1.3 Las Comunicaciones en Ruta (ECOM) incluyen las frecuencias VHF y UHF aire/tierra. Cuando se solicite, estas frecuencias deberán ser evaluadas a través de todo el volumen de servicio del sector establecido.
- 10.3.1.4 El servicio de Información Terminal Automático (ATIS) transmitido mediante una Radioayuda, deberá ser puesto en servicio e inspeccionado junto con esa ayuda a la navegación aérea. Cuando se solicite una puesta en servicio, para un ATIS que transmite en una frecuencia de comunicaciones VHF independiente, este se verificará de acuerdo con los requisitos locales. Los ATIS de despegue deberán ser verificados en los extremos de los aeropuertos.
- 10.3.1.5 Calidad de Modulación de Voz. Se evaluará la modulación de voz en base a la calidad percibida en la comunicación, libre de distorsión y variaciones, produciéndose una continuidad del nivel de recepción de la misma.
- 10.3.1.6 Intensidad de Señal. Será evaluada en base al nivel de señal registrado en intervalos de distancia, pudiéndose considerar óptima la modulación de voz emitida hasta completar el nivel de cobertura de vuelo requerido.

10.4 PREVENCIÓN

Se deberá dar aviso al control aéreo correspondiente y al personal de mantenimiento de las instalaciones cuando se encuentren condiciones insatisfactorias.

10.5 TOLERANCIAS

Cobertura. Las frecuencias de las comunicaciones están diseñadas para que tengan volúmenes de espacio aéreo claros, con la garantía de estar libre de un nivel de interferencia prefijado (proveniente de una fuente no deseada). Cada función específica tiene su volumen de servicio protegido de frecuencias. A continuación se entrega una lista de la altitud máxima y dimensiones de radio recomendadas para cada tipo de servicio.

SERVICIO	ALTITUD(pies)	DISTANCIA (NM)
ECOM		
	45,000	150
	25,000	60
TCOM		
Control de tierra	100	5
Franqueamiento de Entrega	100	5
Control Local	25,000	30
Control de Aproximación	25,000	60
Control de Despegue	25,000	60
ATIS		
Llegada	25,000	60
Despegue	100	5

10.6 AJUSTES

Todas las solicitudes para que se realicen ajustes deberán ser específicas. La Certificación de inspección en vuelo deberá estar basada en el desempeño de la instalación después que se hayan terminado todos los ajustes.

ANEXO

Anexo I. actividades que requieren desarrollar una inspección en vuelo.

Anexo I

ACTIVIDADES QUE REQUIEREN DESARROLLAR UNA INSPECCIÓN EN VUELO

A continuación se detallan por tipo de Radioayuda, las actividades de mantenimiento más relevantes (mediante una lista no exhaustiva), cuya ejecución automáticamente invalida el correspondiente Certificado de Inspección en Vuelo y consecuentemente se requiere de la realización de una nueva Inspección en Vuelo. Únicamente para efectos de referencia también se incluye una lista no exhaustiva de las actividades de mantenimiento cuya ejecución no impone la obligatoriedad para efectuar una nueva Inspección en Vuelo (ni afecta por supuesto la validez del mencionado Certificado).

A.1 VOR, DVOR, VOR/DME

A.1.1 Actividades cuya ejecución requieran efectuar una nueva inspección en vuelo.

A.1.1.1 Cambios mayores en obstrucciones o edificaciones locales, que podrían afectar el nivel, calidad, cobertura o curso de la señal radiada.

A.1.1.2 Reemplazo de la antena.

A.1.1.3 Ajustes de Faseo.

A.1.1.4 Modernización o mantenimiento correctivo de la contra antena, incluyendo la modificación en cuanto a la extensión de su área.

A.1.1.5 Cambio de la frecuencia de operación de la RadioRadioayuda.

A.1.1.6 Modificación del nivel de salida de potencia, con el propósito de incrementar o reducir el área de servicio.

A.1.1.7 Llevar a cabo alguna modificación con el propósito de mejorar el espectro de RF para el espaciado de canal de 50 Khz., o para eliminar la interferencia de canal adyacente.

A.1.1.8 La reparación, alineamiento o reemplazo del Goniómetro.

A.1.1.9 El ajuste o reemplazo de líneas de transmisión de RF (incluyendo líneas de alimentación, acoples posicionadores, puentes coaxiales o híbridos).

A.1.1.10 El reemplazo del distribuidor del VOR Doppler.

A.1.1.11 Ajuste, reparación o reemplazo de alguno de las antenas del sistema de radiación de bandas laterales del VOR Doppler.

A.1.2 Actividades cuya ejecución no requieren nueva inspección en vuelo.

A.1.2.1 El reemplazo de cualquiera de los componentes de estado sólido.

A.1.2.2 El reemplazo o reparación de unidades o componentes del equipo.

- A.1.2.3 La sintonía completa del transmisor, logrando obtener las condiciones de los parámetros de operación del equipo, registradas al momento de la última Inspección en Vuelo.
- A.1.2.4 La medición o ajuste de los niveles de modulación.
- A.1.2.5 La instalación o reubicación del mástil del DME.
- A.1.2.6 La instalación o reemplazo de luces de obstrucción o pintura del resguardo.
- A.1.2.7 El cumplimiento de otros procedimientos de mantenimiento, tales como pequeñas reparaciones de la contra antena del VOR/DVOR, toda vez se mantengan las condiciones existentes durante la última inspección en vuelo y si el ground check está entre $\pm 0.2^\circ$ del chequeo en tierra utilizado como referencia.
- A.1.2.8 La reparación, reemplazo, modificación o reposicionamiento de algún detector de campo utilizado para el monitoreo de la RadioRadioayuda.
- A.1.2.9 El reemplazo o modificación de cualquier elemento de evaluación de señal en los monitores.
- A.1.2.10 El ajuste o reemplazo de componentes de apoyo físico a las antenas del VOR (incluyendo pedestal, retornos y refuerzos de soporte).
- A.1.2.11 El reemplazo, reparación o modificación de equipo de prueba incorporado a la radioayuda.

A.2 SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS (ILS).

- A.2.1 Actividades cuya ejecución sí requieren efectuar una nueva Inspección en Vuelo.
 - A.2.1.1 Cambios físicos de las obstrucciones y edificaciones locales, instalación de líneas de energía eléctrica, etc., que podrían afectar la señal radiada.
 - A.2.1.2 Construcciones de casetas o instalaciones de diversos tipos, reparaciones en pista, etc., desarrolladas en el sector cercano o incidente del localizador o trayectoria de planeo. De igual forma, si existe alguna duda del grado de afectación por esas causas en el desempeño de la Radio ayuda.
 - A.2.1.3 Cambio de la frecuencia de operación asignada.
 - A.2.1.4 Reemplazo o reposición de cualquiera de las antenas de la trayectoria de planeo en su arreglo de radiación.
 - A.2.1.5 Reemplazo de componentes críticos del ILS, tales como: líneas de RF, componentes de antena, puentes de RF, moduladores o partes del mismo, divisores de potencia y unidades completas de transmisores si estos contienen componentes críticos.
 - A.2.1.6 Reparación o reemplazo de cualquiera de las antenas del localizador en el arreglo de radiación.
 - A.2.1.7 Reemplazo, reparación o reinstalación de cualquiera de las antenas de la trayectoria de planeo en el arreglo de radiación.
- A.2.2 **Actividades que no requieren de una nueva Inspección en Vuelo.**
 - A.2.2.1 El reemplazo de cualquiera de los componentes de estado sólido.

A.2.2.2 El reemplazo o reparación de unidades o componentes del equipo.

A.2.2.3 La sintonía del transmisor, logrando obtener las condiciones de los parámetros de operación del equipo registradas en la misma oportunidad en que se llevó a cabo la última Inspección en Vuelo.

A.2.2.4 La medición o ajuste de los niveles de modulación.

A.2.2.5 La instalación o reemplazo de luces de obstrucción o pintura del resguardo.

A.2.2.6 Cualquier otro mantenimiento menor que no afecte la integridad de la señal radiada.

A.3 RADIOFARO NO DIRECCIONAL (NDB).

A.3.1 Actividades cuya ejecución sí requieren efectuar una nueva Inspección en Vuelo:

A.3.1.1 Cambios mayores en obstrucciones y edificaciones locales, que pueden afectar la potencia de la señal y cobertura.

A.3.1.2 Reemplazo de la antena por una de tipo diferente; modificación de la antena o del plano de tierra.

A.3.1.3 Modificación en la corriente de antena para incrementar o reducir el área de servicio.

A.3.1.4 Cambio de Frecuencia.

A.3.1.5 Retiro físico del equipo, de su emplazamiento, y su ulterior reinstalación.

A.3.2 Actividades cuya ejecución no requieren efectuar una nueva Inspección en Vuelo:

A.3.2.1 El reemplazo de cualquiera de los componentes de estado sólido.

A.3.2.2 El reemplazo o reparación de unidades o componentes del equipo.

A.3.2.3 La sintonía del transmisor, logrando obtener las condiciones de los parámetros de operación del equipo, registradas en la misma oportunidad que se llevó a cabo la última Inspección en Vuelo.

A.3.2.4 La medición o ajuste de los niveles de modulación.

A.3.2.5 La instalación o reemplazo de luces de obstrucción o pintura de las torres o resguardo.

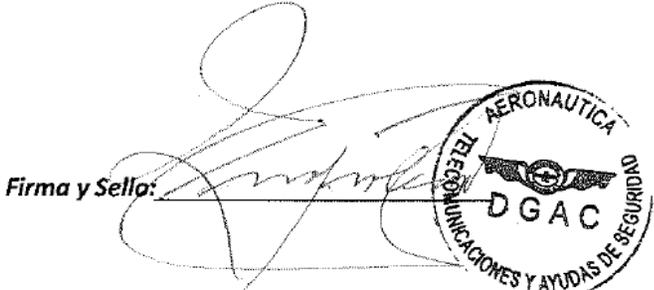
A.3.2.6 Cualquier otro mantenimiento menor que no afecte la integridad de la señal radiada.

A.4 RADAR PRIMARIO Y SECUNDARIO.

Las siguientes condiciones o actividades requieren la ejecución de una Inspección en Vuelo:

- A.4.1 Una vez que se compruebe que la potencia de salida Direccional del Radar secundario sea reducida abajo del nivel de potencia de salida mínima o la relación de potencia omnidireccional es incrementada arriba del nivel previamente Inspeccionado en Vuelo.
- A.4.2 Cuando la entidad responsable de la Radio ayuda considere necesario verificar la capacidad operacional del equipo, ante la existencia de circunstancias que estén afectando el funcionamiento del sistema.
- A.4.3 Después de la instalación de un nuevo mapa si los fijos mostrados no son coincidentes con los del mapa previamente certificado.

APROBACIÓN DE LA UNIDAD TÉCNICO/ADMINISTRATIVA

Aprobado Por:
Nombre: Ing. Rudy Napoleón López Taracena
Nombre del Puesto: Gerente de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia de Radar
<i>Firma y Sello:</i> 

PERSONAL QUE PARTICIPÓ EN LA COORDINACIÓN Y ELABORACIÓN

Julio Roberto Gálvez Mendizábal
Técnico en Telecomunicaciones

Ing. Rudy López Taracena
Gerente de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia de Radar

Christian Galindo
Asistente de Planificación

Licda. Wendy Yohana Soto
Unidad de Planificación

MANUAL DE REFERENCIA PARA VERIFICACIÓN EN VUELO DE LOS SISTEMAS CNS (MRVVS CNS)

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL

Actualícese anualmente
Enero, año 2018