

# Circular de Asesoramiento

**Tema:** Elaboración de Estudios Aeronáuticos

**CA N°:** AGA- RAC14/RAC139-015-2020

**Fecha:** 04/12/ 2020 **Revisión:** 01

Página 1 de 32

## 1. Propósito

Esta Circular de Asesoramiento (CA) provee orientación para que el operador del aeródromo y los interesados (personas naturales o jurídicas), dispongan de una metodología estandarizada para la elaboración de Estudios Aeronáuticos (EA) de seguridad operacional en el campo de aeródromos, así como los contenidos mínimos que han de incluir dichos estudios, que permitan al Inspector de Aeródromos (Inspector AGA) evaluar y determinar si existe alguna amenaza a la seguridad operacional del aeródromo y a la regularidad de las operaciones aéreas, como consecuencia de la desviación de ciertos SARPs del Anexo 14 Volumen II Helipuertos (OACI), o alguna norma del RAC 14 y del RAC 139, que hayan motivado el estudio, incluyendo la evaluación y aceptación de las medidas de mitigación propuestas por el solicitante.

El EA debe realizarse de tal forma que permita al Inspector AGA aceptarlo, sin que tenga la menor duda de que las desviaciones objeto de aceptación, los elementos existentes o los nuevos que se pretenden construir o levantar en alguna servidumbre aeronáutica, puedan afectar la seguridad operacional del aeródromo, evitando así que la certificación sea cuestionada; o en su defecto rechazarlo.

Los EA son fundamentales para llevar a cabo el control de obstáculos (construcciones o emplazamientos), que puedan vulnerar las superficies limitadoras de obstáculos (SLO) u otras servidumbres, y cualquier otra situación que pueda afectar la seguridad operacional de los aeródromos.

## 2. Antecedentes

El Apéndice 4 del Doc. OACI 9774 Manual de Certificación de Aeródromos, indica lo siguiente:

*“Se realiza un estudio aeronáutico para evaluar las consecuencias de las desviaciones respecto de las normas de aeródromo especificadas en el Volumen I del Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional y en los reglamentos nacionales, para presentar medios alternativos de garantizar la seguridad de las operaciones de aeronave, evaluar la efectividad de cada alternativa y recomendar procedimientos para compensar la desviación.*

*Un estudio aeronáutico puede realizarse cuando las normas de aeródromo no pueden satisfacerse como resultado de desarrollo o ampliaciones. Dicho estudio se emprende con mayor frecuencia durante la planificación de un nuevo aeropuerto o durante la certificación de un aeródromo existente”.*

A menudo sucede que, debido a las condiciones geográficas, cambios en las regulaciones e infraestructura aeroportuaria antigua, entre otras causas, se crean discrepancias con las regulaciones vigentes que deber ser resueltas como desviaciones a la norma. Una de las posibles soluciones es la elaboración de EA para mitigar los riesgos; no obstante, antes de pensar en éstos, la primera línea de acción deberá ser tratar de cumplir con las regulaciones. Debemos tener en mente los EA como la última opción posible. Para este fin es deseable establecer los parámetros de análisis de cada situación particular debido a que no todas las desviaciones a las regulaciones están sujetas a estudios aeronáuticos. Por citar ejemplos, si el aeródromo no posee la rotulación adecuada, la única solución posible es colocarla. En este caso no es posible elaborar un estudio aeronáutico debido a que existe una solución posible, de costo razonable para cumplir con las regulaciones. Si se trata de la construcción de alguna obra civil en los alrededores del aeródromo, se requiere de la elaboración de un EA para determinar si afecta o no alguna de las superficies limitadoras de obstáculos, y consecuentemente concretar la viabilidad del proyecto.

Si ha ocurrido un accidente o incidente que haya expuesto vidas humanas, o que ha sido producto de la desviación, no se podrá elaborar un EA y el problema deberá ser resuelto en cumplimiento con las regulaciones como única opción

El RAC 14, Diseño y Construcción de Aeródromos, Volumen I, indica las normas sobre las cuales se puede solicitar un estudio aeronáutico, entre ellas la siguiente:

Ej. RAC 14.215(C): *“El área de funcionamiento de un radio altímetro debe extenderse lateralmente, a cada lado de la prolongación del eje de la pista, hasta una distancia de 60 m, salvo que, si hay circunstancias especiales que lo justifiquen, la distancia se puede reducir a 30 m como mínimo cuando un estudio aeronáutico conforme lo determina la RAC 139 indique que dicha reducción no afecta a la seguridad de las operaciones de la aeronave”.*

Dentro de las tareas de certificación y vigilancia del Inspector AGA, el Manual 9774 establece lo siguiente:

#### 5.2.2 Notificaciones al AIS y otras organizaciones

Estas tareas y responsabilidades comprenden:

a) notificar al AIS la condición certificada de un aeródromo y proporcionar los detalles del aeródromo descritos en la Parte 3 del Apéndice 1 de este manual para su promulgación por el AIS.

### 3. Aplicación

El EA aplicará en aquellos casos que la regulación establezca que el mismo puede ser aplicado, con el fin de obtener una desviación de la norma asociada.

El EA se realiza cuando por determinada situación se requiera efectuar una desviación de la regulación o normativa existente, y que, por lo tanto, es necesario evaluar y determinar si existe alguna amenaza a la seguridad operacional del aeródromo y a la regularidad de las operaciones

aéreas. Para ello, es necesario que la misma regulación o normativa establezca que el EA puede ser aplicado, con el fin de obtener una desviación de la regulación o norma asociada.

Las directrices y procedimientos sobre el procesamiento de desviaciones de esta CA, forman parte de los requerimientos de certificación de aeródromos, el operador el aeródromo podrá incorporarla en el Manual de Operaciones de Aeródromo o utilizar esta CA directamente.

Los desarrolladores o interesados (personas naturales o jurídicas) en el emplazamiento de construcciones en las áreas de influencia de los aeródromos, deberán realizar los EA atendiendo las directrices y procedimientos de esta CA. En este caso, para que el EA pueda ser presentado, el interesado debe haber finalizado los respectivos trámites (restricción de alturas, criterios de apantallamiento) ante la Unidad de Infraestructura Aeronáutica de la DGAC.

Si aplicase, una vez que sean aceptadas las medidas de mitigación y eventualmente apruebe la desviación solicitada, se notificará al AIS la condición certificada del aeródromo.

#### **4. Efectividad**

Esta CA se hace efectiva y de cumplimiento mandatorio desde la fecha de su promulgación.

i. Página de aprobaciones.

<b>Elaborado por:</b> Unidad de Supervisión de Aeródromos	04/12/2020	<b>Firma y sello</b>
	<b>Fecha</b>	
	Maricruz Esquivel Hernández	
	Inspectora AGA	

<b>Revisado por:</b> Jefe Unidad de Supervisión de Aeródromos	04/12/2020	<b>Firma y sello</b>
	<b>Fecha</b>	
	Luis Torres Núñez	
	<b>Nombre</b>	

<b>Aprobado por:</b> Director General de Aviación Civil de Costa Rica	04/12/2020	<b>Firma y sello</b>
	<b>Fecha</b>	
	Álvaro Vargas Segura	
	<b>Nombre</b>	

**ii. Tabla de Contenidos**

i. Página de aprobaciones.....	4
ii. Tabla de contenidos.....	5
1. Siglas y abreviaturas.....	6
2. Cuerpo de la CA.....	7
3. Referencias.....	32

## 1. Siglas y Abreviaturas

**Apantallamiento.** Los principios de apantallamiento se aplican cuando algún objeto, un edificio existente o el terreno natural, ya sobresale por encima de una de las superficies de obstáculos que se describen en el Capítulo 4 del Anexo 14. Si se considera que la naturaleza de un objeto es tal que su presencia puede describirse como permanente, entonces puede permitirse que objetos adicionales situados dentro de un área especificada alrededor de dicho objeto permanente atraviesen la superficie de obstáculos, sin que por ello se consideren como tales. El obstáculo original se considera que es dominante o que "apantalla" la superficie que lo rodea.

**Estudio Aeronáutico (EA).** Es el estudio de un problema aeronáutico para determinar posibles soluciones y seleccionar una que sea aceptable sin que haya degradación en la seguridad operacional.

**Lado Aéreo.** Conocido también como Área de Operaciones Aéreas (AOA). Comprende todas las aéreas dentro de la valla de seguridad del perímetro del aeródromo tales como: área de movimiento (plataformas, pistas, calles de rodaje y rampas), instalaciones, ayudas a la navegación, hangares, calles vehiculares y caminos perimetrales.

**Lado Terrestre.** Son aquellas áreas y servicios en el lado externo del perímetro de seguridad del aeródromo o en la terminal aérea; accesible al público.

**Servidumbres Aeronáuticas:** Definen el espacio aéreo que es necesario mantener despejado en el entorno de los aeródromos, para que puedan llevarse a cabo con seguridad, las operaciones aéreas; para lo cual se establecen unas servidumbres que implican restricciones a la existencia de obstáculos. Su función, consiste principalmente en proteger la proliferación de nuevos obstáculos en las proximidades del aeródromo, con el fin de garantizar una operación segura y eficiente, que la calidad de la señal transmitida por las radio ayudas y sistemas de comunicaciones permanezca dentro de los límites establecidos. Para tal efecto, se hace necesario establecer y controlar conjuntamente con la municipalidad correspondiente, una serie de restricciones a las construcciones, instalaciones, plantaciones, etc, que se propone ubicar en los alrededores de los aeródromos.

**Servidumbres del Espacio Aéreo:** Son áreas específicas alrededor de los aeródromos, denominadas superficies limitadoras de obstáculos (SLO), cuyo propósito principal es el control y limitación de obstáculos, que puedan afectar la seguridad aérea. Para su implementación se hace necesario establecer restricciones a las construcciones, instalaciones, plantaciones, etc, que se ubican o que se propone ubicar en los alrededores del aeródromo.

**Servidumbres Radioeléctricas:** Conocidas como Ayudas a la Navegación Aérea, Radioayudas o Ground Aids. Las servidumbres radioeléctricas tienen como finalidad proteger las áreas críticas y sensibles de elementos que puedan perturbar las emisiones radioeléctricas que emiten dichas ayudas a la navegación, con el objeto de garantizar la correcta recepción por las aeronaves y consecuentemente para que pueda garantizarse la seguridad de las operaciones basadas en dichas radio ayudas. Las radioayudas pueden estar dentro o fuera de los aeropuertos.

**Servidumbres de Operación:** Las servidumbres de operación tienen como finalidad proteger las áreas esenciales y los márgenes de franqueamiento (protección vertical) de obstáculos necesarios

para la regularidad y seguridad de vuelos por instrumentos de las aeronaves, que se basan en las radioayudas a la navegación, OACI Doc 8168 PANS-OPS Volúmenes I y II.

**Superficies limitadoras de obstáculos (SLO):**

Superficie Horizontal Externa  
Superficie Cónica  
Superficie Horizontal Interna  
Superficie de Aproximación  
Superficie de Transición  
Superficie Ascenso en Despegue

**AGA:** del inglés Aerodromes and Ground Aids

**ARP:** del inglés Aerodrome Reference Point (punto de referencia de aeródromo)

**DNL:** del inglés day-night-level

**GP:** Senda de planeo, del inglés Glide Path

**ILS Loc** del inglés Instrument Landing System Localizer

**MRLB:** Código de cuatro letras de OACI, para el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber.

**MRLM:** Código de cuatro letras de OACI, para el Aeropuerto Internacional de Limón.

**MROC:** Código de cuatro letras de OACI, para el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría

**MRPV:** Código de cuatro letras de OACI, para el Aeropuerto Internacional Tobías Bolaños

**SARPs:** del inglés Standards and Recommended Procedures, Normas y Métodos Recomendados

**VFR:** del inglés Visual Flight Rules

**VOR:** del inglés (VHF Omnidirectional Radio Range) Radiofaro Omnidireccional de Muy Alta Frecuencia

**2. Cuerpo de la CA**

**2.1 Generalidades**

**2.1.1 Presentación del estudio aeronáutico**

El EA debe ser presentado por medio de una solicitud formal, dirigida a la Unidad de Supervisión de Aeródromos, junto con la respectiva documentación de respaldo de este, tanto de manera física como digital.

En lo que respecta a la información topográfica, se debe aportar el detalle del procesamiento de los datos, debidamente firmado por un profesional en topografía, acreditado por el Colegio de Topógrafos de Costa Rica.

Con el fin de agilizar el proceso, se solicita a los interesados que presenten las plantillas de los escenarios analizados en formato autocad y pdf.

En caso de que el EA incluya un estudio de análisis de procedimientos de vuelo este debe incluir un archivo manipulable de formato DWG que cumpla con las siguientes características:

- a. Una capa por cada procedimiento que represente su trayectoria nominal.
- b. Una capa por cada procedimiento que represente su área de protección.
- c. Cada capa debe incluir las cotas de medida desde el obstáculo a evaluar y las diferentes áreas de diseño de los procedimientos evaluados.
- d. El dibujo debe estar realizado a escala y debe incluir una tabla que indique lo siguiente:
  - ✓ Las unidades de medida utilizadas en la escala (metros, millas etc)
  - ✓ Las pendientes utilizadas para la evaluación de cada segmento de los procedimientos.

#### 2.1.2 Gestión del estudio aeronáutico

La Unidad de Supervisión de Aeródromos será la responsable de recibir y coordinar la revisión del EA, con las áreas de la DGAC que por la naturaleza del estudio presentado, deban emitir criterio al respecto, además de consolidar la información que se reciba y de corroborar que el EA cumple con los requerimientos de contenido la presente CA. Si el Estudio no cumple con los requerimientos de contenido, no se gestionará y se notificará al interesado.

#### 2.1.3 Análisis y aceptación del estudio aeronáutico

Los criterios que remiten las áreas competentes de la DGAC serán compilados por la Unidad de Supervisión de Aeródromos (AGA), que emitirá la aceptación o rechazo del EA, y lo notificará al interesado.

#### 2.1.4 Objetivo de un EA

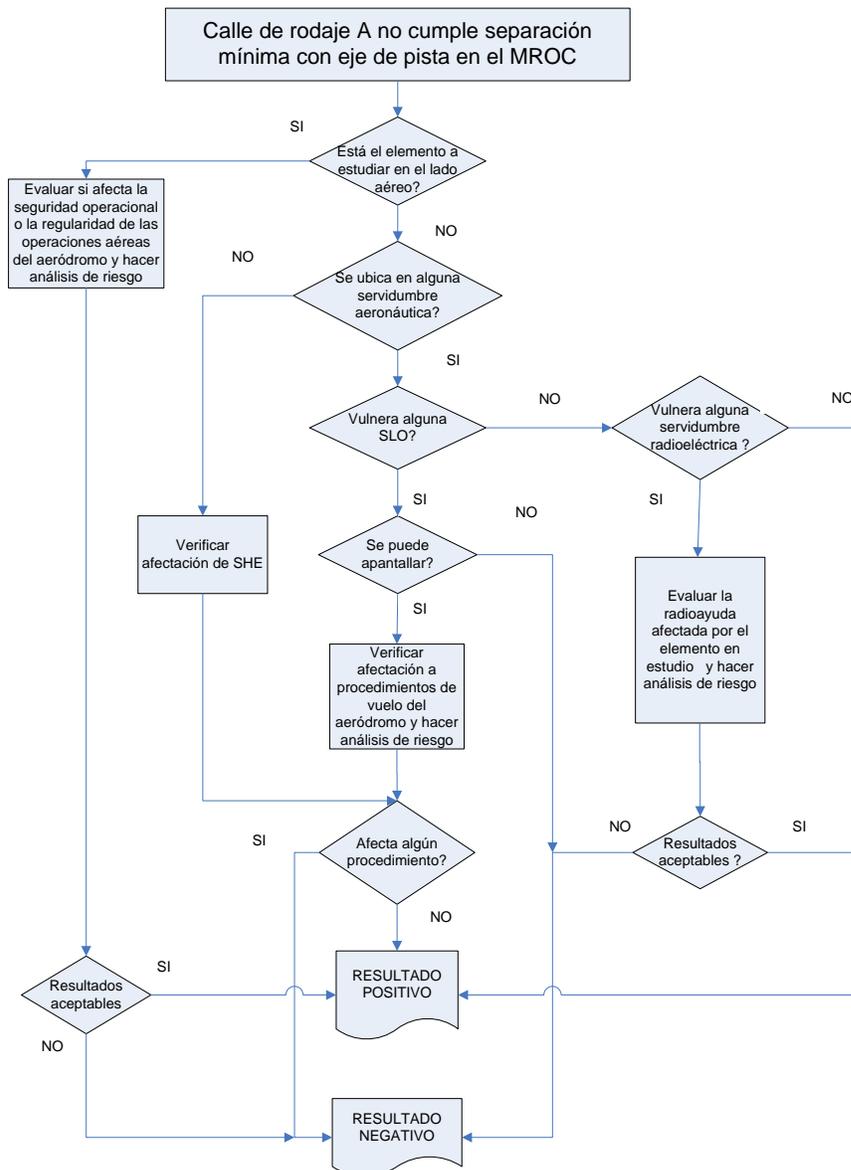
Un EA se realiza para evaluar el impacto de las desviaciones de las normas de los SARPs del Anexo 14 Volumen II Helipuertos (OACI), o alguna norma del RAC 14 y del RAC 139, para proporcionar medios alternativos de garantizar la seguridad operacional del aeródromo, evaluar la eficacia de cada alternativa y recomendar procedimientos para compensar la desviación.

Se aplica generalmente en situaciones en que el costo de corregir un problema que infringe una norma resulta excesivo, pero en que los efectos negativos para la seguridad del problema pueden superarse mediante algún medio o procedimiento que ofrezca soluciones prácticas y razonables.

#### 2.1.5 Consideraciones de la metodología y contenidos del EA

Para orientar y facilitar la realización del estudio aeronáutico se muestra un diagrama de flujo (Figura 1), que contiene a manera de ejemplo ilustrativo las actividades y secuencia de los pasos

a seguir. Además, en este apartado, se aporta una explicación de la metodología y contenidos que deben ser considerados cuando se elabore el EA.



## 2.2 Contenidos del estudio

### 2.2.1 Propósito del estudio

El solicitante del EA especificará las razones que motivan el estudio aeronáutico demostrando que la desviación (deficiencia existente, instalación del nuevo obstáculo u obstáculo existente) para la cual se solicita autorización, no comprometería la seguridad operacional, ni afectaría de modo significativo la regularidad de las operaciones aéreas, aprobadas en la fecha de realización del estudio para el aeropuerto analizado.

Ejemplos para ilustrar el propósito sería como sigue:

*"El objetivo de este estudio aeronáutico es atender la operación de aeronaves de Clave E en un aeropuerto que no dispone de Clave 4E "indicar nombre del aeropuerto" y establecer las medidas necesarias "indicar lista" para garantizar la operación segura de las aeronaves Clave E, en relación con las siguientes normas: "indicar lista".*

*"El objetivo de este estudio aeronáutico es demostrar que la instalación de la antena de telecomunicaciones, en la SLO cónica del aeropuerto "indicar nombre del aeropuerto", no compromete la seguridad operacional, ni afecta de modo significativo la regularidad de las operaciones aéreas del citado aeródromo, en relación con las siguientes normas: "indicar lista".*

#### 2.2.2 Ubicación e identificación del elemento a estudiar

Como primer paso se debe recopilar la información necesaria sobre el escenario en que se trabajará, ubicando e identificando apropiadamente el elemento objeto de estudio, a efecto de entender y destacar las situaciones donde exista alguna amenaza a la seguridad operacional del aeródromo o a la regularidad de las operaciones aéreas. Ya sea por el incumplimiento parcial o total de una norma del lado aéreo, por la existencia elementos naturales y artificiales alrededor del aeródromo o por el emplazamiento de nuevos elementos; destacando la siguiente información:

- Datos publicados en el sistema de información aeronáutica o contenida en el Manual de Operaciones del Aeropuerto, según el RAC 139;
- La categoría de las aeronaves que está previsto que operen en el aeródromo, incluyendo, movimiento o tráfico actual y mezcla de las aeronaves y movimientos IFR y aviación general;
- Distribución de la circulación diaria promedio, tasa de uso de pistas de aterrizaje;
- El análisis meteorológico de entorno del aeropuerto en cuestión, y prevalencia e intensidad de los vientos;
- Datos de obstáculos existentes en el entorno del elemento para el que se solicita autorización;
- La información disponible sobre antecedentes de accidentes e incidentes;
- El porcentaje de uso de las pistas.
- Zonas prohibidas, restringidas y peligrosas, áreas temporalmente segregadas; y
- Zonas de fauna sensible, peligro aviario, etc.
- Fotografías del sitio donde se pretende emplazar.

La siguiente actividad será situar con precisión el elemento del estudio, mediante un plano o planos georreferenciados, bajo el Sistema de Coordenadas oficial de Costa Rica CRTM05,

según Decreto Ejecutivo N° 33797-MJ-MOPT, artículo 1 y 2; el cual será confeccionado por un Profesional en topografía, autorizado por el Colegio de Ingenieros Topógrafos de Costa Rica. Adicionalmente, esta información deberá de ser aportada en el formato de coordenadas geográficas WGS-84 (grados, minutos, segundo milésimas de segundos), y sus respectivas elevaciones (tanto para CRTM05 como WGS-84).

El plano deberá contemplar:

- Croquis de la situación relativa del elemento analizado dentro o respecto al aeropuerto afectado (distancia en metros al punto de referencia de aeródromo ARP y a los umbrales de las pistas utilizables del mismo).
- Un esquema que describa la construcción, instalación o plantación que se pretende edificar, indicando: Tipología, el número de plantas (cuando proceda), el área ocupada en m<sup>2</sup>, las coordenadas (en los sistemas de coordenadas indicadas anteriormente) de cada uno de los vértices y todos aquellos datos que se consideren oportunos.

#### 2.2.3 Comprobar si el elemento a estudiar esta dentro o fuera de alguna servidumbre aeronáutica

Se analizarán todas las servidumbres del aeropuerto objeto de estudio, es decir: las SLO, servidumbres radioeléctricas, servidumbres acústicas y las servidumbres de operación; para determinar si el elemento afecta alguna de ellas.

En el caso de las SLO, la zona de limitación de alturas es el área de terreno limitada por la proyección ortogonal de cada SLO. En general en esta zona se prohíbe que un elemento (obstáculo) sobre el terreno, vulnere la altura de la SLO correspondiente u otra servidumbre.

#### 2.2.4 El elemento a estudiar esta fuera de las SLO

Según el Anexo 14 Vol. I, si el elemento esta fuera del área de protección de las SLO y no alcanza los 150m de altura sobre el terreno de la Superficie Horizontal Externa (SHE), no se considera obstáculo, aunque se aconseja realizar una evaluación operacional.

Si el elemento alcanza o supera los 150m de altura sobre el terreno, se requiere realizar la evaluación desde el punto de vista de afectación de procedimientos publicados en el AIP, sobre altitudes mínimas de vuelo en aproximación o salidas, procedimientos de fallo de motor en despegue. Así como de altura mínima de las reglas de vuelo visual, para vuelos VFR diurno y nocturno.

#### 2.2.5 El elemento a estudiar está dentro de las SLO

En caso de que el elemento este dentro del área de protección de las SLO, no significa necesariamente que no cumpla con las especificaciones de limitación de alturas y estaría cumpliendo con la normativa si dicho elemento no vulnera la SLO correspondiente. Si se produce la vulneración el proceso de valoración debe continuar.

#### 2.2.6 Determinar si se vulnera alguna SLO

En la Subparte D del RAC 14 Volumen I, establece las especificaciones que definen el espacio aéreo que ha mantenerse libre de obstáculos en los alrededores de los aeródromos, para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones previstas, procurándose así, que los aeródromos no queden subutilizados por los múltiples obstáculos emplazados en sus alrededores.

En general las especificaciones indican que no se podrán agrandar los obstáculos existentes, ni emplazar nuevos obstáculos que vulneren las SLO. Con respecto a los obstáculos existentes la normativa indica que se les debe realizar un estudio aeronáutico para acordar su eliminación o para establecer las medidas de mitigación.

El Plan Maestro o los documentos de certificación de cada aeródromo, contienen los planos de las SLO. Si no se dispone de esta información y particularmente en caso de aeródromos locales (privados o estatales) de "uso público", el solicitante aplicará directamente lo establecido en el RAC 14 Volumen I (Tabla D-1), concernientes a la Clave 2B, y los SARPs del Anexo 14 Volumen II en caso de helipuertos.

Si el elemento en análisis no vulnera las SLO o se considera que esta claramente apantallado, el mismo cumple con la normativa. Caso contrario se continúa con el análisis de procedimientos operativos.

#### 2.2.7 Criterios de apantallamiento

Los objetos apantallantes serán aquellos que tengan un carácter claramente permanente. No se considerarán como tales las líneas eléctricas de transporte de energía, líneas aéreas de comunicaciones, antenas montadas directamente sobre el terreno o techos, chimeneas y similares.

La fórmula de apantallamiento se basa en dos planos:

- Uno horizontal que nace en el punto más elevado del obstáculo dominante que sirve de apantallamiento; y
- otro plano en forma de cono que partiendo del punto más elevado del obstáculo dominante y con una pendiente negativa del 10%, se extiende hacia la pista y hacia los laterales del objeto dominante.

Todo objeto que se encuentre dentro de un radio de 150 metros y por debajo de cualquiera de los planos indicados, se considerara apantallado por el objeto dominante.

Se considera que un elemento esta apantallado cuando algún objeto, edificio existente o el terreno natural, ya sobresalga por encima de una de las SLO y se considere que la naturaleza del objeto es tal que su presencia puede describirse como permanente, en cuyo caso puede permitirse que nuevos objetos situados dentro de un área especificada alrededor del mismo atraviesen la superficie limitadora de obstáculos, sin que por ello se los considere como tales. El obstáculo original se considera que es dominante o que "apantalla" la superficie que lo rodea.

Los principios de apantallamiento no regirán para posibilitar la construcción o emplazamiento de nuevos obstáculos cuando concorra alguno de los siguientes factores:

- a. Dentro de una franja de pista.
- b. A una distancia menor a 3.000 mts del umbral de una pista, por encima de una superficie de aproximación o superficie de ascenso en el despegue.
- c. Cuando el objeto, a pesar de no superar los límites definidos por las superficies limitadoras de obstáculos, penalice las áreas de aproximación por instrumentos.
- d. Cuando no obstante satisfacer lo expresado en c), la disponibilidad de espacio o áreas libres inmediatas a las cabeceras de pista fuesen consideradas en el Plan Maestro u otros estudios, como ampliación de las longitudes útiles de las mismas, o como futura zona de parada.
- e. Cuando se prevean pistas paralelas y se exija la unificación de áreas comunes a los procedimientos de aproximación por instrumentos.
- f. Cuando se trate de objetos que, a pesar de ser frangibles, su altura ha sido considerada para mantener separación vertical de la aeronave respecto de los mismos.
- g. Cuando se trate de aeródromos cuya utilización se prevea para aproximación por instrumentos sin haberse definido el tipo de implantación y procedimiento de probable utilización.

Un objeto apantallado no podrá ser utilizado para apantallar otro obstáculo.

#### 2.2.8 Servidumbres de Operación: Criterios para evaluar los procedimientos de vuelo

Para satisfacer este requerimiento deberán analizarse todos y cada uno de los procedimientos publicados que pudieran verse afectado por el elemento bajo estudio. Para tal propósito se han identificado tres grupos de procedimientos a valorar:

- Procedimientos de vuelo instrumental
- Procedimientos de vuelo visual
- Procedimientos de emergencia: fallo de motor en despegue

##### 2.2.8.1 Evaluación de procedimientos de vuelo instrumental

Las SLO están destinadas al uso por parte de los planificadores del espacio aéreo, para el diseño de procedimientos de vuelo por instrumentos y para la especificación de alturas mínimas seguras para cada tramo del procedimiento.

Los procedimientos de vuelo por instrumentos diseñados y calculados acorde a los criterios establecidos en los PANS-OPS del Doc. 8168 de la OACI, satisfacen los requisitos exigibles sobre protección contra obstáculos.

Según lo anterior, el solicitante debe demostrar que el elemento o conjunto de elementos no afecta la seguridad de la navegación aérea, para lo cual debe valorar el obstáculo contra los procedimientos instrumentales vigentes o planificados y se considerara demostrada la no afectación si no fuese necesario modificar en término alguno ningún procedimiento.

Los procedimientos de vuelo por instrumentos que el solicitante debe analizar son los de ruta, llegada, aproximación y salida instrumental:

- Publicados para el aeropuerto correspondiente en el AIP;
- Los planificados según el horizonte de desarrollo y para el máximo desarrollo posible que contemple el Plan Maestro del aeropuerto correspondiente, y
- Los posibles procedimientos futuros contenidos en el Plan Maestro u otros medios.

#### 2.2.8.2 Evaluación de procedimientos de vuelo visual

En los vuelos VFR, el piloto es responsable de separarse de otros tráficos y de los obstáculos naturales y artificiales que haya en el entorno de la aeronave. No obstante, es necesario que en el entorno próximo al aeródromo, la configuración de obstáculos permita realizar las maniobras de aproximación y salida siguiendo los procedimientos visuales estándar.

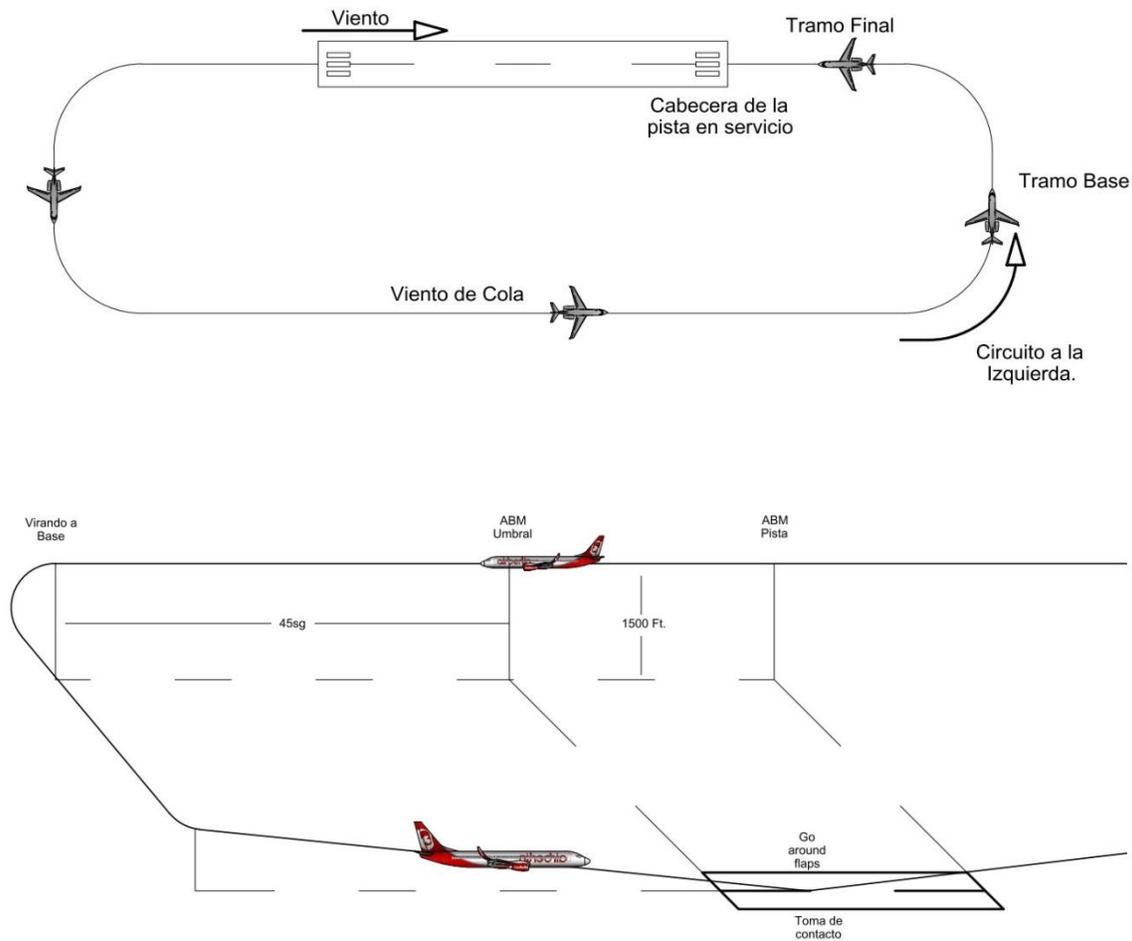
El solicitante debe comprobar que el recorrido de las aeronaves en vuelos VFR, con destino o salida del aeródromo en estudio, que llegan a través de pasos o corredores visuales, hacia los puntos de notificación determinados en la carta de aproximación visual del aeródromo, para integrarse al circuito de tránsito, no sea afectado por el elemento o conjunto de elementos que motivaron el EA.

Los procedimientos de vuelo visual a evaluar son:

- Los publicados en el AIP;
- La carta de aproximación visual del aeródromo objeto de estudio;
- El circuito de vuelo visual;
- Las Reglas VFR; y
- Otros requerimientos del Servicio de ATS.

Se considera que el elemento o conjunto de elementos objeto de estudio no afecta las trayectorias de vuelo visual, cuando no fuese necesario modificarlas y las aeronaves pueden mantener un margen de separación vertical de 500 pies sobre el punto más alto del obstáculo.

Figura 2 Patrón de vuelo del circuito de transito



### 2.2.8.3 Evaluación de procedimientos de emergencia: fallo de motor en despegue

El diseño de procedimientos de fallo de motor en despegue es responsabilidad del operador de la aeronave. Sin embargo, la presencia de obstáculos podría ocasionar que la trayectoria que seguirán determinadas aeronaves, quede inutilizada o bien que se presenten penalizaciones en sus pesos de despegue, lo cual afecta su operación.

La OACI recomienda que el procedimiento de fallo de motor en despegue, siga siempre que sea posible la misma trayectoria que la salida de instrumentos normalizada.

En el diseño de procedimientos de fallo de motor en despegue se tendrán en cuenta las categorías de aeronaves en términos de “Performance”, siendo los criterios de franqueamiento de obstáculos distintos para cada grupo de “Performance”; los criterios completos y la información detallada se encuentran en el MRAC-OPS. Las categorías son:

Performance Clase A: Aviones multimotores con motores turbohélice con una configuración máxima aprobada de más de 9 asientos para pasajeros, o un peso máximo de despegue mayor de 5700 Kg. y todos los aviones multimotores de turboreacción.

Performance Clase B: Aviones de hélice con una configuración máxima aprobada de 9 asientos para pasajeros o menos, y un peso máximo de despegue de 5700 Kg. o inferior.

Performance Clase C: Aviones con motores recíprocos con una configuración máxima aprobada de más de 9 de asientos para pasajeros, o un peso máximo de despegue superior a 5700 Kg.,

A modo de ejemplo se presenta a continuación el perfil y las áreas de protección, para una aeronave del grupo de Performance Clase A:

Tabla 1 Margen vertical sobre los obstáculos

Performance clase	Margen vertical
A	35ft.
B	50ft.
C	50ft. +0.01xD

Para aeronaves Performance Clase A, debe garantizarse que la trayectoria neta de vuelo en despegue, permita franquear (salvar) todos los obstáculos, como mínimo con un margen vertical de 35 pies, o con un margen horizontal de 90m más  $0.125xD$ , donde D es la distancia recorrida por el avión desde la distancia de despegue disponible, o el extremo de la distancia de despegue si está programado un viraje antes del final de la distancia de despegue disponible. Para los aviones con una envergadura inferior a 60m, se podrá usar un margen horizontal de franqueamiento de obstáculos igual a la mitad de la envergadura del avión más 60m más  $0.125xD$ .

Figura 3 Senda de despegue con fallo de motor (Performance Clase A)

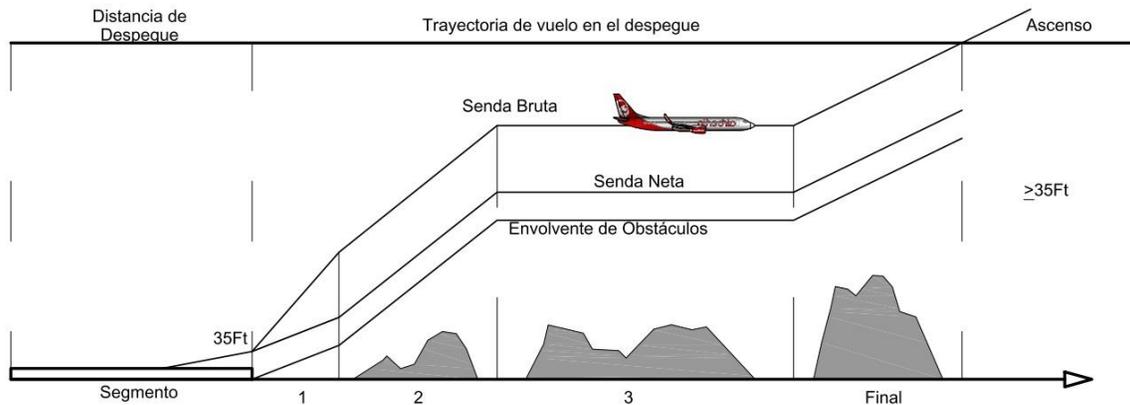


Figura 4 Área de despegue en procedimiento de fallo de motor con cambios de rumbo de hasta 15°. (Performance Clase A).

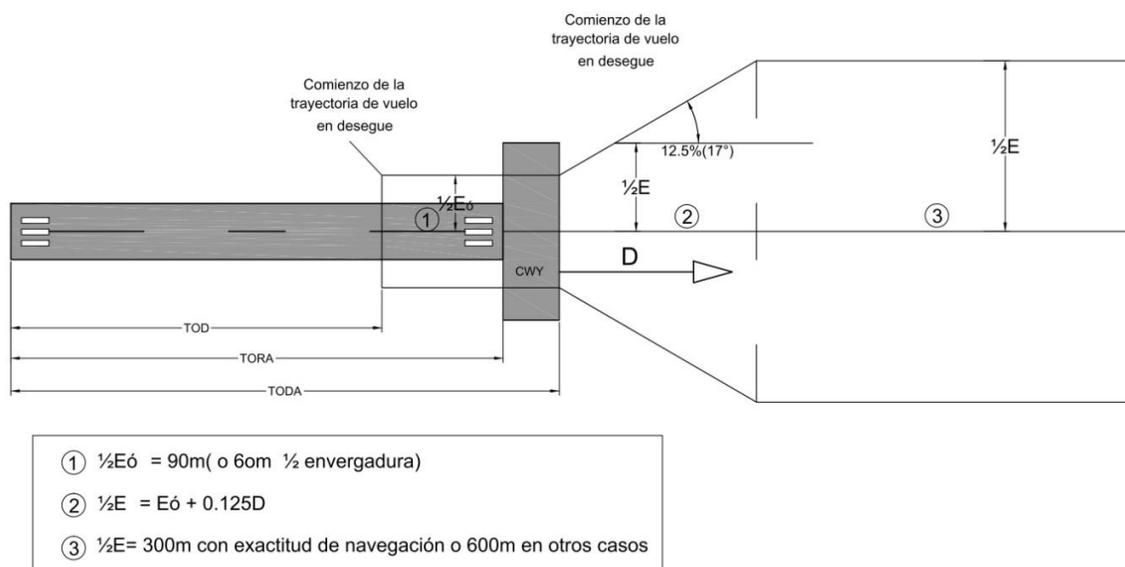
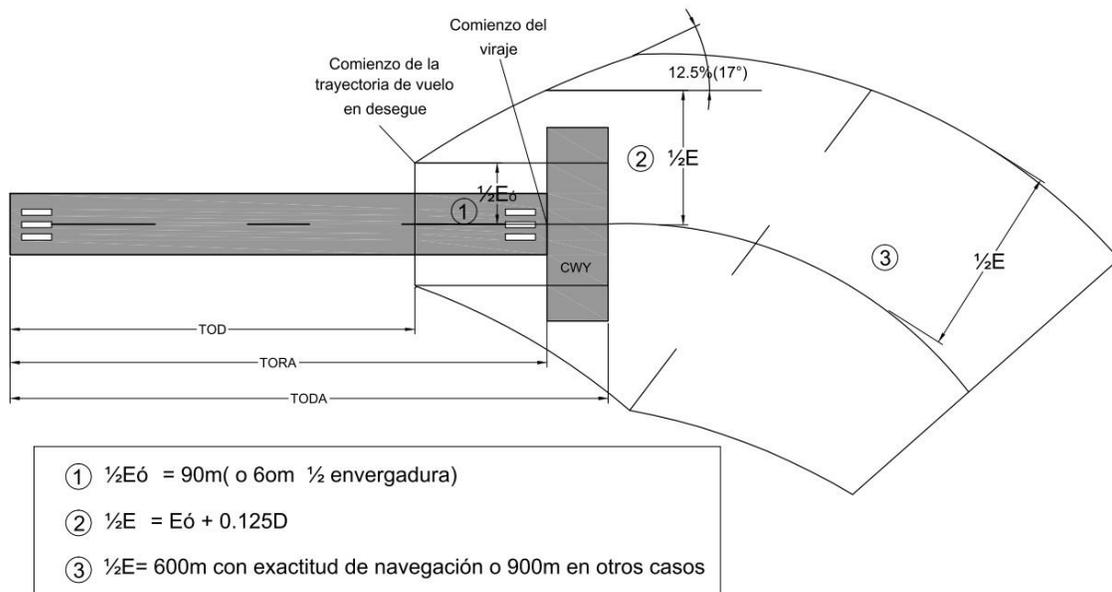


Figura 5 Área de despegue con viraje en procedimiento de fallo de motor con cambios de rumbo mayores a 15°. (Performance Clase A).



### 2.2.9 Evaluación de servidumbres radioeléctricas

El propósito de las servidumbres radioeléctricas, es asegurar la calidad de la señal transmitida por los sistemas de ayudas a la navegación, sistemas radar y sistemas de comunicación, no sea afectada por el emplazamiento de obstáculos (construcciones, instalaciones y plantaciones), en las áreas críticas y sensibles de dicho equipo.

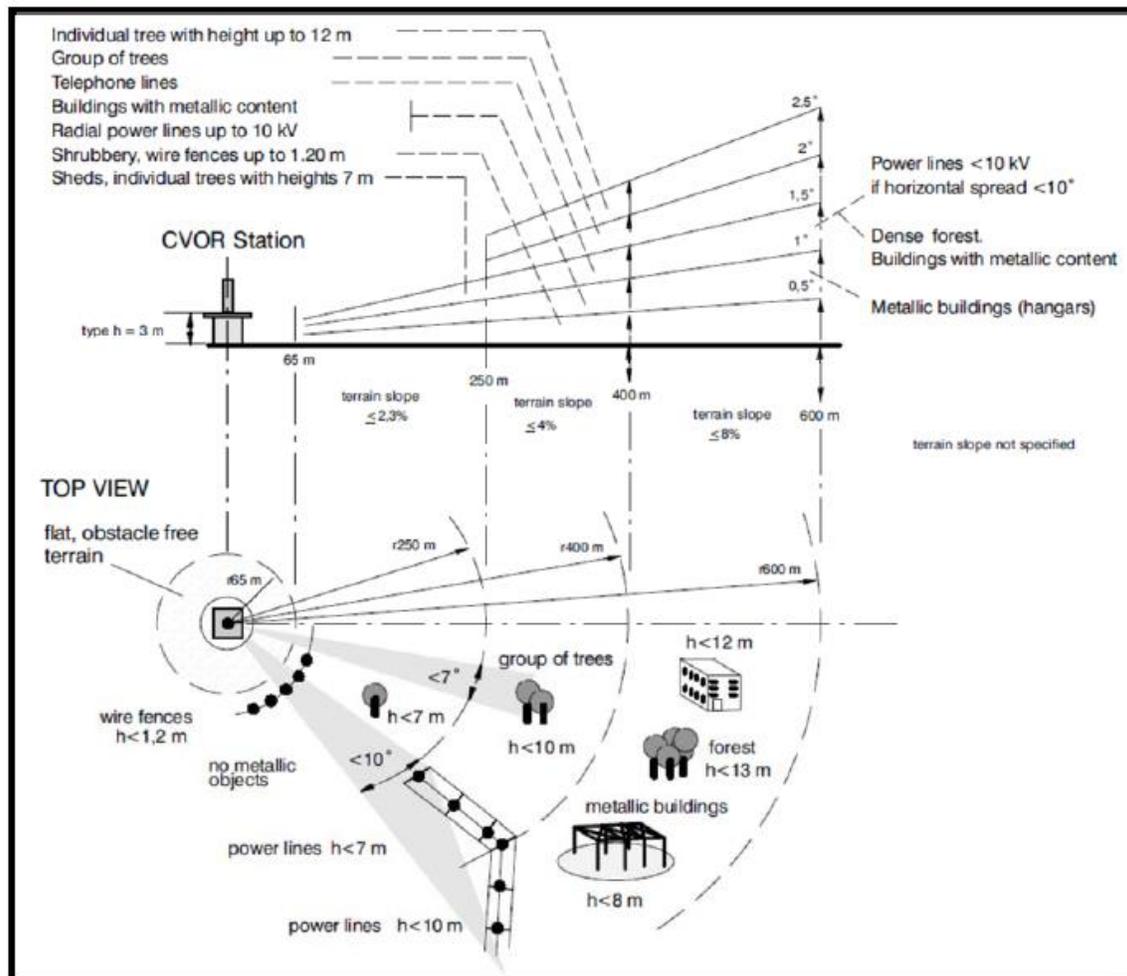
El análisis de las servidumbres radioeléctricas (direccionales y omnidireccionales), se realiza independientemente de que las SLO o los procedimientos de vuelo no estén vulnerados.

Tabla 2 Dimensiones áreas sensibles del DVOR

Radio (m)	Vegetación	Construcciones	Cercas de alambre	Líneas de distribución eléctrica
0 a 250	H < 7m	No construcciones, no objetos metálicos	h < 1,2m hasta los 70 m	No

250 a 400	Grupo árboles, H < 10m	No construcciones		h < 7m
400 a 600	Bosque h < 13m	Edificios h < 12m, objetos metálicos h < 8m		h < 10m

Figura 6 Criterios de Emplazamiento CVOR



CVOR Siting Criteria

Las propuestas de nuevas turbinas eólicas deben ser valoradas hasta una distancia de 15 km desde la estación VOR.

Una valoración más detallada se realizará para cualquier aerogenerador a instalar en las siguientes condiciones:

- Dentro de los 600 m más próximos a la estación.
- Si el aerogenerador penetra en una superficie de pendiente 1° con origen en el centro de la antena a nivel del terreno, y está colocada a una distancia entre 600 m y 3 km.
- Si el aerogenerador penetra una superficie horizontal situada a 52 m por encima del emplazamiento de la instalación y está a una distancia entre 3 km y 15 km.
- Si el terreno tiene pendiente hay que considerar alguna modificación de las superficies.
- En la mayoría de los casos, los generadores eólicos aislados pueden aceptarse a distancias mayores de 5 km de la instalación.
- Los desarrollos de menos de 6 generadores se pueden aceptar a más de 19 km de la instalación. De todos modos si las prestaciones del VOR son marginales, el desarrollo puede no ser aceptable.
- Cuando hay generadores ya instalados, las nuevas propuestas deben valorarse considerando el efecto acumulativo de todos ellos.

Tabla 3 Dimensiones áreas sensibles de los sistemas de comunicaciones con transmisor omnidireccional

Tipo de instalación de comunicaciones	Angulo $\alpha$ (°)	Radio R (m)	Radio r (m)
Centro de emisiones VHF	1.0	2000	300
Centro de recepciones VHF	1.0	2000	300

Tabla 4 Dimensiones áreas sensibles de los sistemas de vigilancia con transmisor omnidireccional

Tipo de radar	Angulo $\alpha$ (°)	Radio R (m)	Radio r (m)
PSR	0.25	15 000	500
SSR	0.25	15 000	500

En la aplicación de estas superficies deben considerarse aclaraciones siguientes:

- Se recomienda que ciertas edificaciones como edificios de gran altura, grandes excavaciones,

torres con antenas de TV u otras torres de gran altura se evalúen siempre, aún cuando estén fuera de las zonas de limitación de alturas.

- La altura de los aerogeneradores se considera cuando la punta de la pala está en posición vertical.
- Para instalaciones de comunicaciones y vigilancia se recomienda valorar los aerogeneradores incluso cuando éstos se encuentren fuera de sus zonas de limitación de alturas.

#### 2.2.10 Radio ayudas con transmisión direccional

De forma similar se definen las formas y dimensiones de las superficies que sirven para proteger las instalaciones de transmisión direccional. El Apéndice C y D, muestran las formas y los valores de los distintos parámetros respectivamente.

#### 2.2.11 Análisis de riesgos de seguridad operacional

- a. Selección de los procedimientos, métodos y fuentes de datos:

Descripción de las metodologías utilizadas en el análisis de riesgos, el impacto en la capacidad operativa, los costos y beneficios, las encuestas de opinión. Indicar las limitaciones del estudio y caracterizar las condiciones que fueron adoptadas. Uno de los aspectos más importantes es la definición del enfoque cuantitativo o cualitativo para el análisis de riesgo, en base a las fuentes de datos disponibles. Enfoque cuantitativo es recomendable, pero cuando no están disponibles o son insuficientes o poco confiables, debería adoptar un enfoque cualitativo. En este caso, el análisis de riesgo debe basarse en el informe pericial de técnicos expertos, de quienes se indicará la formación, experiencia y las responsabilidades asumidas.

Para elaborar el análisis de riesgo se seguirán las variables cualitativas que OACI ha establecido en el Manual 9858 y en el Apéndice B de esta CA se incluyen las tablas para realizar dicho análisis.

- b. Análisis del riesgo existente:

##### 1. Definición de los problemas y el objetivo del análisis

En general, identificaron del problema y las implicaciones del incumplimiento, en relación con las actuales normas y prácticas de seguridad operacional. El propósito es relacionar la forma en que las medidas de mitigación de riesgo puedan afectar la seguridad.

##### 2. Identificación de eventos indeseables

Clasificación de eventos indeseables como pérdida total de la aeronave o muertes, grandes daños a la aeronave y/o lesiones, daños menores en la aeronave, colisiones y otros.

Caracterización de los eventos indeseables: accidentes o incidentes relacionados con las condiciones operativas, clima, infraestructura de análisis etc.

##### 3. Análisis de factores causales y consecuencias

El establecimiento de escenarios de riesgo, como una secuencia de eventos. Realizar análisis de frecuencia asociados con efectos adversos en relación con la seguridad operacional, cuya ocurrencia potencializa la probabilidad de un accidente. La secuencia de eventos debe incluir la condición del riesgo que genera una determinada pérdida y sus consecuencias.

En general, los escenarios de riesgo pueden ser identificados a través de la consideración integral y estructurada de las condiciones generadoras de riesgo (las condiciones climáticas, fallas operacionales, fallo del material, infraestructura inadecuada, etc.), sobre la base de las pérdidas y accidentes históricos, o a través de un panel de expertos.

#### 4. Descripción del riesgo

Calcular y describir el riesgo actual, basado en los puntos planteados anteriormente, caracterizando la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias asociadas con el incumplimiento, para cada tipo de condiciones de operación en el aeropuerto.

##### 2.2.11.1 Medidas de mitigación de riesgos

La señalización y/o iluminación de obstáculos es una medida de mitigación de riesgos para las aeronaves, que facilitan al piloto la localización del peligro.

También está dentro de las medidas de mitigación el establecimiento o revisión de procedimientos.

El señalamiento y/o la iluminación de los obstáculos tienen la finalidad de reducir los riesgos para las aeronaves indicando la presencia de obstáculos, pero no reducen forzosamente las limitaciones de operación que pueda imponer la presencia de los obstáculos.

El señalamiento y/o la iluminación de los obstáculos deben llevarse a cabo, según lo dispuesto en el RAC 14 Volumen I, Subparte F Ayudas Visuales Indicadoras de Obstáculos y la Subparte H Sistema Eléctrico.

##### 2.2.11.2 Conclusiones del análisis

En esta parte se incluirán de forma clara, ordenada y concisa las conclusiones obtenidas del estudio aeronáutico de seguridad operacional, indicando si la discrepancia con la norma, construcción del obstáculo en cuestión compromete o no la seguridad operacional y/o regularidad de las operaciones.

##### 2.2.12 Exenciones y excepciones

Durante el proceso de certificación de aeródromos, si un aeródromo no cumple con las regulaciones aplicables por razones geográficas, topográficas o bien por su antigüedad de diseño entre otras razones y no es posible cumplirlas por causas debidamente justificadas ante la Autoridad de Aviación Civil, el operador podrá solicitar a la DGAC una exención o una excepción, amparando su solicitud con un medio alternativo de cumplimiento al llevar la diferencia a un nivel aceptable de riesgo mediante un análisis de riesgo o un estudio aeronáutico según corresponda. Como material adicional de guía se utilizará el Doc. 9981 PANS-

Aeródromos, edición vigente. Los procedimientos y acciones de mitigación que establezca el estudio deberán incluirse en el Manual del Aeródromo.

#### 2.2.13 Seguimiento medidas de mitigación propuestas

Una vez que las medidas de mitigación propuestas sean aprobadas por la DGAC y se hayan implementado, el solicitante del EA debe aportar a la Unidad de Supervisión de Aeródromos la respectiva evidencia, para dar un seguimiento a las medidas propuestas a fin de garantizar su efectiva aplicación y establecer métricas (si aplicase) para determinar que el resultado de las mismas es el esperado en cuanto a la reducción del riesgo asociado a la desviación.

En caso de que se verifique que las medidas de mitigación propuestas no están dando el resultado esperado, el solicitante del EA procederá a efectuar un nuevo análisis de riesgo para ajustar las medidas o bien proponer nuevas. Cuando el solicitante del EA proponga cambios a los procedimientos establecidos como medidas de mitigación a la desviación deberá someter dichos cambios a la aceptación de la Unidad de Supervisión de Aeródromos. Adicionalmente, deberá someter a aprobación la respectiva solicitud de enmienda al MOA (cuando así aplique).

#### 2.2.14 Apéndices

Apéndice – A: Estructura del documento relativo al Estudio Aeronáutico

Con el fin de normalizar los contenidos de los estudios aeronáuticos a los que refiere esta CA, se propone la estructura mínima del documento o memoria técnica, que se incluye a continuación:

1. Introducción/Antecedentes del estudio: Razones o causas que motivan la presentación de un estudio aeronáutico de seguridad.
2. Objeto del estudio :(a) aborda las preocupaciones de seguridad, (b) identifica medidas de seguridad y (c) hace referencia a normas SARPs o RACs).
3. Descripción y ubicación del elemento en estudio.
  - 3.1 Coordenadas del elemento en estudio.
  - 3.2 En caso de no ser un elemento puntual: superficie en planta y dimensiones en superficie y altura.
  - 3.3 Situación respecto al aeródromo.
  - 3.4 Cualquier información necesaria para ubicar el nuevo elemento respecto al aeródromo.
4. Servidumbres vulnerables por la construcción o instalación.
  - 4.1 Identificación de las SLO afectadas.
  - 4.2 Identificación de las Ayudas a la Navegación Aérea afectadas
5. Análisis de riesgo de la seguridad operacional
  - 5.1 Análisis de procedimientos de vuelo instrumental que pueden verse afectados.
  - 5.2 Análisis de procedimientos de vuelo visual
  - 5.3 Análisis de procedimientos de emergencia: fallo de motor en despegue
6. Análisis de Riesgo
  - 6.1 Medidas de mitigación: Identificación de las medidas de mitigación que podrían adoptarse en caso de ser aceptable la desviación.

- 6.2 Medidas que dependen del obstáculo y del procedimiento que pueda afectar.  
(Desplazamiento lateral del elemento hasta no afectar a las operaciones o ayudas, reducción de la altura del obstáculo).
- 6.3 Señalización y balizamiento, acordes al RAC 14 Volumen I.
- 6.4 Inserción en las cartas de navegación correspondientes.
7. Conclusiones del análisis: Indicar claramente la afectación que representa el incumplimiento de la norma, con respecto a la seguridad operacional, si el nuevo elemento afecta a algún procedimiento o instalación, e Indicar asimismo si el nuevo elemento puede o no ser autorizado.
8. Otra información
- Ubicación y características de la construcción o instalación futura.
  - Servidumbres vulneradas
  - Márgenes de franqueamiento
  - Señalización e iluminación
  - Fotografías

Apéndice – B: Gestión de los riesgos de seguridad operacional

Tabla 5- Probabilidad de los riesgos de seguridad operacional

<i>Probabilidad</i>	<i>Significado</i>	<i>Valor</i>
Frecuente	Es probable que suceda muchas veces (ha ocurrido frecuentemente)	5
Ocasional	Es probable que suceda algunas veces (ha ocurrido con poca frecuencia)	4
Remoto	Es poco probable que ocurra, pero no imposible (rara vez ha ocurrido)	3
Improbable	Es muy poco probable que ocurra (no se sabe que haya ocurrido)	2
Sumamente improbable	Es casi inconcebible que el suceso ocurra	1

Tabla 6 - Gravedad de los riesgos de seguridad operacional

<i>Gravedad</i>	<i>Significado</i>	<i>Valor</i>
Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeronave o equipo destruidos</li> <li>• Varias muertes</li> </ul>	A
Peligroso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran reducción de los márgenes de seguridad operacional, estrés físico o una carga de trabajo tal que ya no se pueda confiar en que el personal de operaciones realice sus tareas con precisión o por completo</li> <li>• Lesiones graves</li> <li>• Daños importantes al equipo</li> </ul>	B
Grave	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción importante de los márgenes de seguridad operacional, reducción en la capacidad del personal de operaciones para tolerar condiciones de operación adversas, como resultado de un aumento en la carga de trabajo o como resultado de condiciones que afecten su eficiencia</li> </ul>	C
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incidente grave</li> <li>• Lesiones a las personas</li> </ul>	
Leve	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molestias</li> <li>• Limitaciones operacionales</li> <li>• Uso de procedimientos de emergencia</li> <li>• Incidente leve</li> </ul>	D
Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocas consecuencias</li> </ul>	E

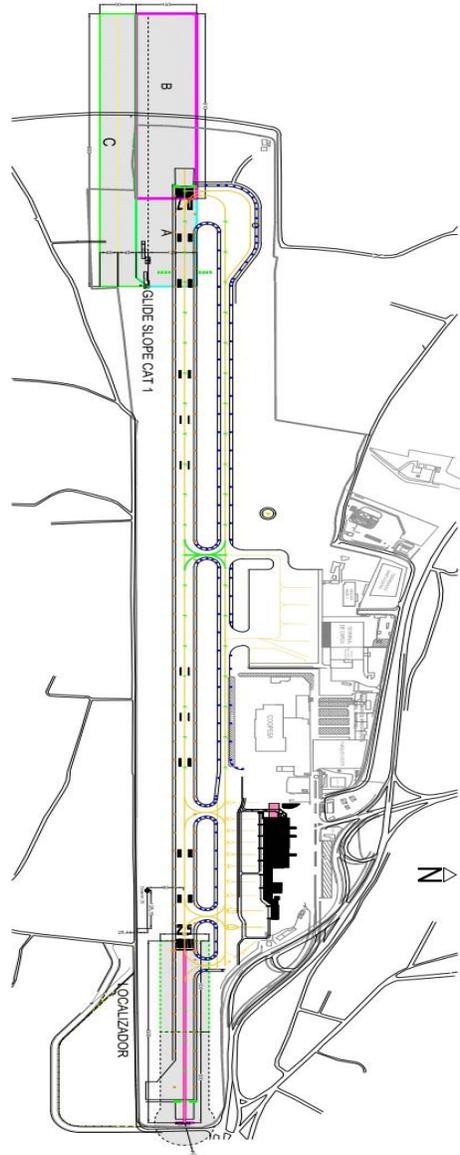
Tabla 7 - Matriz de matriz de riesgos de seguridad operacional

<i>Probabilidad del riesgo de seguridad operacional</i>		<i>Gravedad del riesgo</i>				
		<i>Catastrófico A</i>	<i>Peligroso B</i>	<i>Importante C</i>	<i>Leve D</i>	<i>Insignificante E</i>
<i>Probabilidad</i>						
Frecuente	5	5A	5B	5C	5D	5E
Ocasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remoto	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Sumamente improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

Tabla 8 - Matriz de tolerabilidad de los riesgos de seguridad operacional

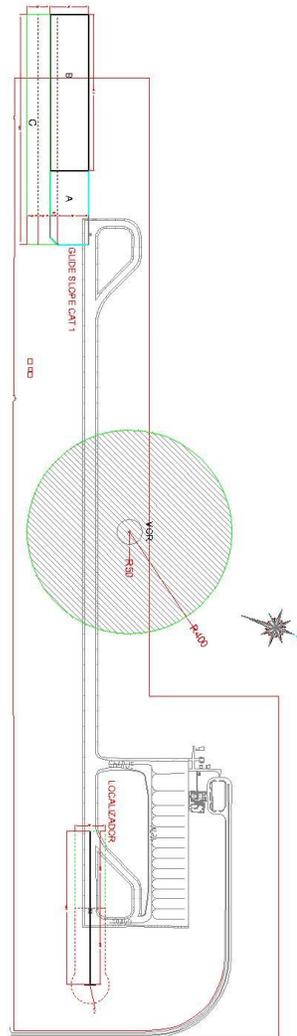
<i>Rango del índice de riesgo de seguridad operacional</i>	<i>Descripción del riesgo</i>	<i>Medida recomendada</i>
5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	INTOLERABLE	Tomar medidas inmediatas para mitigar el riesgo o suspender la actividad. Realizar la mitigación de riesgos de seguridad operacional prioritaria para garantizar que haya controles preventivos o adicionales o mejorados para reducir el índice de riesgos al rango tolerable.
5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A	TOLERABLE	Puede tolerarse sobre la base de la mitigación de riesgos de seguridad operacional. Puede necesitar una decisión de gestión para aceptar el riesgo.
3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E	ACEPTABLE	Aceptable tal cual. No se necesita una mitigación de riesgos posterior.

Apéndice – C: Áreas críticas y sensibles de ayudas a la navegación, ILS Loc., GP, VOR y Radar en el MROC





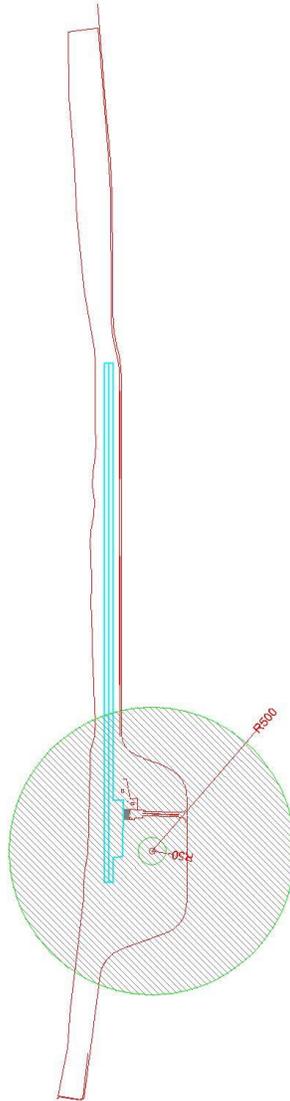
Apéndice – D: Áreas críticas y sensibles de ayudas a la navegación ILS Loc., GP y VOR en el MRLB



Apéndice – E: Áreas críticas y sensibles de ayudas a la navegación VOR en el MRLM



Intencionalmente en blanco



### **3. Referencias**

- a. Decreto Ejecutivo N° 42395-MOPT, RAC 14 Volumen I “Diseño y Construcción de Aeródromos” (algunas normas a manera de ejemplo): 14.207 (d), 14.215 (c), 14.217 (g), 14.305 (b).
- b. Decreto N° 42395-MOPT, RAC 139 “Certificación, Operación y Vigilancia de aeródromos”, RAC139.015.
- c. Manual de OACI 9774 Certificación de Aeródromos, Apéndice 3
- d. Curso/taller OACI, México 2012, Estudios Aeronáuticos en la Certificación de Aeródromos
- e. Libro: Certificación de Aeródromos de Rafael Sanjurjo, Págs. 278 a 301