



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD TICOMAN

**“PROPUESTA PARA ESTABLECER LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO DE HIDROAERÓDROMOS EN MÉXICO”**

T E S I N A

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO EN:
INGENIERO EN AERONÁUTICA**

**PRESENTAN:
BLANCA ESTHER CÁZARES PEÑA
MIGUEL DE LUNA INZUNZA
ENRIQUE HERRERA MEJÍA**

**ASESORES:
M.EN C. LUIS SÁNCHEZ ESTRADA
M. EN C. LUIS G. GARCÍA ROJAS REYNOSO
DR. ALONSO PÉREZ ESQUIVEL**



MÉXICO D.F.

2008

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD TICOMÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO EN AERONÁUTICA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN: CURRICULAR
DEBERÁN PRESENTAR: LOS CC.. PASANTES:
CÁZARES PEÑA BLANCA ESTHER
DE LUNA INZUNZA MIGUEL
HERRERA MEJÍA ENRIQUE

TESINA

“PROPUESTA PARA ESTABLECER LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE HIDROAERÓDROMOS EN MÉXICO”

ÍNDICE
RESUMEN
GLOSARIO
OBJETIVO GENERAL
JUSTIFICACIÓN
ALCANCE
METODOLOGÍA
INTRODUCCIÓN
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
MARCO TEÓRICO
PARÁMETROS DE DISEÑO
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA
APÉNDICES

CAPÍTULO I
CAPÍTULO II
CAPÍTULO III
CAPÍTULO IV
CAPÍTULO V

México, DF., a 30 de junio de 2008.

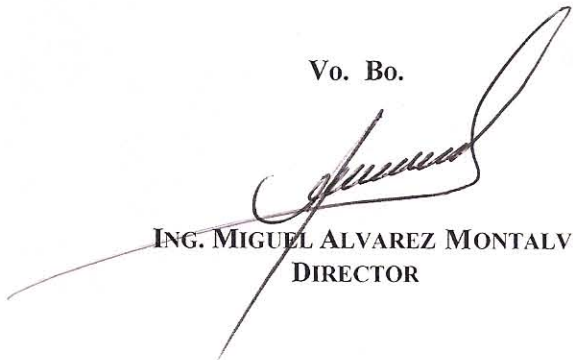
A S E S O R E S


M. EN C. LUIS SÁNCHEZ ESTRADA


M. EN C. LUIS GUSTAVO GARCIA
ROJAS REYNOSO


DR. ALONSO PEREZ ESQUIVEL

Vo. Bo.


ING. MIGUEL ALVAREZ MONTALVO
DIRECTOR



I. P. N.
ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD TICOMÁN
DIRECCIÓN



INSTITUTO
POLITÉCNICO
NACIONAL

PROPUESTA PARA ESTABLECER LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE HIDROAERÓDROMOS EN MÉXICO

Titulación Curricular | Ingeniería en Aeronáutica

Blanca E. Cázares Peña

Miguel De Luna Inzunza

Enrique Herrera Mejía

ASESORES

M. en C. Alonso Pérez Esquivel

M. en C. Gustavo García Rojas Reynoso

M. en C. Luis Sánchez Estrada

ÍNDICE

Índice	1
Resumen	3
Glosario	5
Objetivo General	10
Justificación	10
Alcance	10
Metodología	11
Introducción	12
Capítulo 1. Planteamiento del problema	13
Capítulo 2. Marco teórico	14
2.1 Antecedentes, evolución y estado del problema	14
2.2 Normatividad relativa	16
2.2.1 Organización de Aviación Civil Internacional	16
2.2.2 España	17
2.2.3 México	20
2.3 Ayudas a la navegación	21
2.3.1 Descripción	22
2.3.2 Tipos de ayudas a la navegación	25
Capítulo 3. Parámetros de diseño	33
3.1 Clave de referencia	33
3.2 Datos del hidroaeródromo	35
3.3 Características físicas	37
3.3.1 Canal principal	37
3.3.2 Canales complementarios	38
3.3.3 Franjas del canal principal	41

3.3.4 Zona libre de obstáculos	42
3.3.5 Zona de viraje	43
3.3.6 Canales de deslice	44
3.3.7 Áreas de amarre	45
3.4 Restricción y eliminación de obstáculos	46
3.4.1 Canal principal de vuelo visual	46
3.4.2 Superficies limitadoras de obstáculos	48
3.4.3 Objetos situados fuera de la superficie limitadora de obstáculos	52
3.4.4 Rompeolas o diques	52
3.4.5 Otros objetos	54
3.5 Ayudas visuales para la navegación	54
3.5.1 Indicadores y dispositivos de señalización	54
3.5.2 Señalamiento	55
3.6 Ayudas visuales indicadoras de obstáculos	63
Capítulo 4. Análisis de resultados y conclusiones	64
Capítulo 5. Recomendaciones	66
Bibliografía	67
Apéndices	70
Apéndice A	70
Apéndice B	73
Apéndice C	75
Apéndice D	83
Apéndice E	84
Apéndice F	85

RESUMEN

Los hidroaviones han sido desde siempre, uno de los medios de transporte para lograr lo que otros no han podido, llegar de forma rápida a lugares remotos y en ocasiones inexplorados. Con el paso de los años, y con la apuesta por aeronaves que permitan operaciones mas extensas y seguras, además de mas rentables, este tipo de aeronaves se fue dejando de lado al competir con aviones terrestres y helicópteros de alta tecnología.

Esta problemática es un punto clave a analizar cuando tenemos lugares en el mundo donde, encontramos sobresaturación de las instalaciones donde operan aeronaves terrestres de todos tipos y tamaños, y donde los helicópteros ya no se consideran el medio más rápido ni seguro al compartir espacio aéreo e instalaciones diseñadas primordialmente para aeronaves de ala fija.

México no es la excepción a esta problemática, es por esto que a través de la propuesta analizada, se da una visión más amplia y detallada del uso de hidroaviones y los parámetros a considerar para su operación, tratando aspectos tan básicos como las condiciones óptimas a cumplir en las localidades seleccionadas para la implementación y buen desempeño de los mismos, hasta una clasificación detallada de las medidas de las distintas áreas que requieren los diferentes tipos y configuraciones de hidroaviones existentes. Sin dejar de lado los medios tecnológicos disponibles adecuados para un funcionamiento óptimo y seguro al nivel que así lo requiere el medio aeronáutico.

Aprovechando la ventaja con la que cuenta nuestro país en el aspecto de extensión de ríos, lagos y mar territorial, aunado a la cantidad de lugares explotables mediante este medio de transporte, es necesario fomentar la creación de espacios óptimos para recibir

hidroaviones que satisfagan necesidades varias y requeridas hoy en día. Ejemplo de estas necesidades son el turismo a lugares ya sean poco comunicados y de difícil acceso, o reconocidos mundialmente y por esto saturados; medios de transporte para patrullar zonas no controladas o inseguras para otros medios; o simplemente ser un apoyo a la demanda de rutas comerciales e infraestructura aeroportuaria del país.

A lo largo de esta tesis se tratarán todos los aspectos relacionados al diseño de hidroaeródromos basándonos en la situación real de México en relación a su normatividad y condiciones actuales logrando así una propuesta para la implementación de este tipo de infraestructura lo más fiable y segura posible.

GLOSARIO

Los términos indicados a continuación son ocupados con frecuencia dentro de la tesina y se agregan para una mejor comprensión del lector:

Acuatizaje. Acción y efecto de acuatizar o posar en cualquier superficie de agua una aeronave.

Acuatizar. Posar en el agua una aeronave.

Aleta auxiliar. Estabilizador horizontal adicional instalado sobre algunos aviones de flotador para compensar el aumento de la superficie de los flotadores delante del centro de gravedad de la aeronave.

Amarizaje. Acción y efecto de amarizar o posar en el agua una aeronave.

Amarizar. Amarar, posar en el agua una aeronave.

Ancla. Gancho pesado unido o conectado al hidroavión por una línea o cable, cuya finalidad es aferrarse o clavarse al fondo del mar para impedir que al hidroavión irse a la deriva.

Anfibio. Hidroavión con tren de aterrizaje retráctil que puede retraerse para permitir realizar aterrizajes en tierra.

Área de amarre. Área definida, en un hidroaeródromo, destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, abastecimiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

Área de deslice. Zona definida dentro de un hidroaeródromo, destinada al movimiento de hidroaviones entre el canal principal y el área de amarre.

Baliza. Es una marca artificial fija, en tierra o agua, para la navegación que puede ser reconocida por su forma, color, silueta, marca de tope, característica de su luz o una combinación de estos.

Bomba de sentina. Maquina o artefacto que sirve para extraer el agua que ha ingresado o filtrado al interior de la sentina de un flotador o casco de hidroavión.

Boya. Cuerpo flotante fijado al fondo del mar por una cadena, que sirve para indicar los obstáculos o para señalar un punto determinado.

Calado. Profundidad de un buque, bajo el plano de flotación, medida verticalmente hasta el punto más bajo del casco o de cualquier accesorio.

Canal de deslice. Área definida en un hidroaeródromo, destinada al movimiento de hidroaviones y destinada a proporcionar enlace entre el canal principal y el área de deslice.

Canal principal. Área rectangular definida en un hidroaeródromo preparada para el acuatizaje y el despegue de las aeronaves.

Corriente. Corriente a veces violenta en la proximidad de las costas, provocada por los movimientos complejos de las mareas.

Cresta. Cima de una ola.

Elevación del hidroaeródromo. Elevación del punto más alto del canal principal.

Escala de Beaufort. Escala estandarizada en los límites de 0 a 12 que correlaciona la velocidad del viento con rasgos observables de la superficie del agua.

Faro de hidroaeródromo. Faro aeronáutico utilizado para indicar la posición de un hidroaeródromo desde el aire.

Faro de identificación. Faro aeronáutico que emite una señal en clave, por medio de la cual puede identificarse un punto determinado que sirve de referencia.

Faro de peligro. Faro aeronáutico utilizado a fin de indicar un peligro para la navegación aérea.

Flotabilidad. Tendencia de un cuerpo a flotar o elevarse al ser sumergido en un fluido.

Flotadores o pontones. Componentes del tren de aterrizaje de un hidroavión que proveen de flotabilidad al mismo y mantienen el fuselaje alejado del mismo.

Fuerzas hidrodinámicas. Fuerzas relacionadas con el movimiento de los fluidos y su interacción con objetos en movimiento relativo respecto a estos y sus efectos.

Hidroaeródromo certificado. Hidroaeródromo a cuyo explotador se le ha otorgado un certificado de hidroaeródromo.

Hidroaeródromo. Área definida de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

Hidroavión de casco. También llamado bote volador, es una aeronave cuya flotabilidad es proporcionada por el fuselaje, que tiene forma de casco de barco. la mayoría de estos hidroaviones tiene flotadores más pequeños en las alas que les proporcionan estabilidad.

Hidroavión de flotadores. También llamado hidroflotador, es una aeronave diseñada para ser usada en el agua equipada con uno o varios pontones (flotadores) que sirven para mantener el cuerpo completo del avión fuera del agua.

Hidroavión. Aeronave que lleva, en lugar de ruedas, uno o varios flotadores o fuselaje en forma de casco para posarse sobre el agua. Esto

le hace capaz de despegar y aterrizar en el agua (amarizar). Se consideran dentro de esta definición a todas las aeronaves de ala fija capaces de utilizar una superficie de agua como pista de despegue o aterrizaje.

Levantamiento hidrodinámico. En el caso de hidroaviones, la fuerza ascendente generada por el movimiento de los flotadores o casco de un hidroavión sobre el agua. Cuando el hidroavión se encuentra en reposo, no presenta levantamiento hidrodinámico, pero conforme acelera, el levantamiento hidrodinámico comienza a soportar mayor cantidad del peso del hidroavión.

MN. Milla náutica.

Muelle. Orilla de un curso de agua o de un puerto, especialmente dispuesta para la carga y descarga de los hidroaviones.

Objeto frangible. Objeto de poca masa diseñado para quebrarse, deformarse o ceder al impacto, de manera que represente un peligro mínimo para las aeronaves.

Obstáculo. Todo objeto fijo (ya sea temporal o permanente) o móvil, o partes del mismo, que esté situado en un área destinada al movimiento de las aeronaves en la superficie o que sobresalga de una superficie definida destinada a proteger a las aeronaves en vuelo.

Puesto de estacionamiento de aeronave. Área de amarre destinada al estacionamiento de una aeronave.

Punto de referencia de hidroaeródromo. Punto geográfico que designa al hidroaeródromo.

Sentina. Punto más bajo dentro de un flotador o pontón, casco o compartimiento de un buque donde se acumula el agua.

Señal de identificación de hidroaeródromo. Señal colocada en un hidroaeródromo para ayudar a que se identifique el hidroaeródromo desde el aire.

Servicio de dirección en el área de amarre. Servicio proporcionado para regular las actividades y el movimiento de aeronaves y vehículos en el área de amarre.

Sistema de referencia horizontal. El Sistema Geodésico Mundial se utilizará como sistema de referencia (geodésica) horizontal. Las coordenadas geográficas aeronáuticas publicadas (que indiquen la latitud y la longitud) se expresarán en función de la referencia geodésica del WGS-84.

Zona libre de obstáculos. Área rectangular definida en el terreno o en el agua y bajo control de la autoridad competente, designada o preparada como área adecuada sobre la cual una aeronave puede efectuar una parte del ascenso inicial hasta una altura especificada.

OBJETIVO GENERAL

Proponer los parámetros de diseño para la construcción y equipamiento de hidroaeródromos en México, acordes a la normatividad aeronáutica aplicable.

JUSTIFICACIÓN

Debido al creciente interés en el fomento turístico y a la cantidad de litorales que ofrece la República Mexicana, se considera que el establecimiento de hidroaeródromos representaría una alternativa con características diferentes e innovadoras con respecto a la construcción de aeródromos regionales terrestres de similar capacidad.

Lo anterior permitirá el desarrollo de este tipo de infraestructuras, sabiendo que las aeronaves anfibas e hidroaviones tienen la capacidad de amarizar en superficies no acondicionadas, permitiendo transportar todo tipo de clientes a un menor costo, y cubrir un mayor número de necesidades.

Los resultados de este trabajo permitirán disponer de una propuesta que servirá como guía para el diseño y construcción de hidroaeródromos, además de ser de utilidad para el establecimiento de normas oficiales mexicanas que ayuden a regular la infraestructura y equipamiento para este tipo de instalaciones.

ALCANCE

Este proyecto servirá como base para el diseño, construcción y equipamiento de un hidroaeródromo, estableciendo los principales

lineamientos que deberá cumplir cualquier instalación de este tipo en la República Mexicana.

Los parámetros se establecerán considerando las aeronaves (anfibia e hidroaviones) fabricados hasta el momento, para vuelos visuales.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de esta tesina fue variando dependiendo de la información que se necesitara, y a continuación se enlistarán los procedimientos de investigación utilizados:

Lo primero fue una recopilación de información mediante internet, la cual ayudó a saber si era factible o no realizar esta tesina.

Posteriormente se empezó una extensa búsqueda de información en tesis, libros, revistas, artículos y en cualquier medio que se encontrara impreso, con el objetivo de empezar a conocer el tema y enfocar el tipo de investigación a utilizar.

Ya recopilada la información, se procedió a investigar con las Autoridades Aeronáuticas competentes la forma en que ellos manejan la certificación o autorización de hidroaeródromos, con cuántos cuentan autorizados y si era posible, la localización de ellos.

No olvidemos que las reuniones con los asesores de la tesina fueron de gran ayuda, ya que con tanta información recopilada es muy fácil perderse en el tema e involucrar aspectos ajenos al mismo.

Ya con la orientación e información necesaria, se analizó el Anexo 14 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, con el objetivo de que la tesina tenga una estructura similar a la de un documento con

reconocimiento internacional, lo cual podría ayudar para una futura aplicación dentro de nuestra aviación.

INTRODUCCIÓN

Dentro de esta tesina se encontrarán los parámetros técnicos para establecer un hidroaeródromo dentro de la Republica Mexicana. Para esto se estructuró la tesina de la siguiente manera:

Capítulo I. En este capítulo se describirá el planteamiento del problema que se trata de resolver.

Capítulo II. En este capítulo se incluye la normatividad existente en España, Estados Unidos y México sobre este tipo de aeródromos, características generales sobre boyas, iluminación y señalamientos.

Capítulo III: Dentro de este capítulo se encuentra el desarrollo de la investigación de la tesina.

Capítulo IV. Aquí se encuentra el análisis de los datos obtenidos dentro del desarrollo.

Capítulo V. En este capítulo se encuentran las conclusiones y las recomendaciones.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué parámetros se deben considerar para el establecimiento de un hidroaeródromo en México?

Esta investigación está enfocada a resolver el problema de la falta de normatividad en México para la construcción de instalaciones que permitan las operaciones de aeronaves diseñadas para utilizar la superficie del agua como área de movimiento.

De esta manera se pretende motivar su uso con el fin de obtener una alternativa de transporte rápida y segura hacia y desde lugares localizados en el litoral nacional.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES, EVOLUCIÓN Y ESTADO DEL PROBLEMA

Desde el inicio de la aviación, los hidroaviones han sido considerados un medio alternativo de transporte; éstos presentaban hasta los años 40 bastantes ventajas frente a los aviones diseñados para operar en tierra, lo cual les permitió imponerse en las rutas de largo alcance, debido a que "un hidroavión lleva su propio aeropuerto en la panza".

Sin embargo los avances en el diseño de aviones terrestres y la gran cantidad de pistas de aterrizaje construidas durante la Segunda Guerra Mundial hicieron totalmente obsoleto el negocio de operar desde el agua, dejando de lado importantes proyectos para el desarrollo de un sinnúmero de hidroaeródromos.

Como toda buena tendencia, este tipo de diseño en las aeronaves está volviendo con la construcción y operación de nuevos tipos de hidroaviones destinados al uso turístico, comercial, privado y, en menor medida, al militar y comercial.

México se encuentra en desarrollo en todos los sentidos, y la aviación no es la excepción; la normatividad relacionada con la construcción y operación de hidroaeródromos es poca, y la existente es limitada en su contenido. Es por esto que es necesario un análisis de los avances que otros países han logrado en éste ámbito.

Muchos países, tales como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Rusia y España siguen aventurándose en el uso de hidroaviones y aviones anfibios. Como ejemplo, la tecnología española ha sido pionera

en el desarrollo y uso, tanto de hidroaviones como de hidroaeródromos. Su industria aeronáutica constituye la quinta potencia aeronáutica europea tanto en facturación como en empleo, y se encuentra dentro de las 10 industrias aeronáuticas más importantes en el mundo.

Como comprobación de lo ya mencionado, dentro de España se busca establecer una red de hidroaeródromos y aeropuertos en las zonas de desarrollo costero como se muestra en la siguiente ilustración¹.



Ilustración 1. Desarrollo de proyectos aeroportuarios en España

Es por esto que es necesario el proponer e implementar nuevamente parámetros que permitan la segura ejecución y

¹ Ilustración obtenida de la página web oficial de AENA www.aena.es

estandarización de operaciones de hidroaviones en el mundo, como se hace con las operaciones del transporte marítimo.

2.2 NORMATIVIDAD RELATIVA

Dentro del proceso que se lleva a cabo para la autorización de un hidroaeródromo, es indispensable tomar en cuenta la normatividad que servirá como base para llevar a cabo este proceso.

A continuación se menciona la normatividad que utiliza la OACI, España y México para el establecimiento de aeródromos marítimos.

2.2.1 Organización de Aviación Civil Internacional

La Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO por sus siglas en inglés) está obligada a emitir normas y métodos recomendados orientados a regular las especificaciones técnicas del diseño de hidroaeródromos, como lo hace con los aeródromos terrestres y helipuertos en su Anexo 14 volúmenes I y II.

El significado general del término aeródromo, ya sea marítimo o terrestre por parte de OACI es el siguiente:

Aeródromo²: Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

De los puntos que es importante considerar del Anexo 14 Volumen I, y que se pueden aplicar al diseño de los hidroaeródromos son:

- ➔ Temperatura de referencia del aeródromo.
- ➔ Punto de referencia del aeródromo.

² Definición extraída del Anexo 14 volumen I

- Número y orientación de las pistas.
- Elección de la componente transversal máxima admisible del viento.
- Distancias mínimas de separación entre las calles de rodaje.
- Zonas libres de obstáculos.
- Superficies limitadoras de obstáculos, y
- Características de las boyas

Como complemento a este Anexo, se debe hacer referencia al Manual de Diseño de Aeródromos (OACI), el cual presenta aspectos a considerar tales como las formas de corrección de la longitud de la pista; se da orientación sobre las características y preparación de los márgenes de las pistas.

Dentro del volumen I del Anexo 14, que se publicó en 1951, sus 61 páginas de normas y métodos recomendados y páginas adicionales daban directrices para su aplicación en el diseño y construcción de aeródromos terrestres y marítimos. Esta edición contenía especificaciones para los hidroaeródromos y aeródromos sin pistas, disposiciones que ya se han eliminado.

2.2.2 España

Como se mencionó anteriormente, España ha sido uno de los países que más ha aprovechado este tipo de aeródromos, y por lo mismo, cuenta con métodos de autorización más detallados.

La Autoridad Aeronáutica Española, representada por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), establece las normas para la solicitud de establecimiento de hidroaeródromos privados en su país.

Dentro de estas normas se regulan las instalaciones, las boyas de amarre, embarcaciones auxiliares, muelle de atraque, grúas, rampas de acceso, edificio de estación, explanada de servicio y hangares, edificios de servicios, balizamiento, combustibles y lubricantes, instalaciones radioeléctrica, urbanización y accesos.

Intentando hacer un boceto general, cabe indicar que las condiciones de emplazamiento de un hidroaeródromo vienen impuestas fundamentalmente por los siguientes factores:

- Superficies limitadoras de obstáculos
- Procedimiento de aproximación visual o por instrumental
- Ayudas marítimas o limitaciones portuarias
- Orientación e intensidad predominante de vientos
- Formación de nieblas y altura de base de las nubes
- Altura y frecuencia de oleajes
- Corrientes predominantes
- Profundidad de las aguas
- Tráfico marítimo
- Hidroavión determinante, en función de sus rendimientos

Para su construcción, la Autoridad Aeronáutica española toma en cuenta fundamentalmente tres aspectos: los vientos predominantes, las limitaciones que imponen los obstáculos en las superficies cónicas, horizontal interna, de aproximación y de transición, y por último, la superficie de agua disponible en un puerto o en la zona exterior próxima al mismo.

Una vez seleccionadas las direcciones o rumbos más favorables (teniendo en cuenta la componente transversal máxima del viento), tendremos que estudiar las posibles alternativas para el canal principal,

considerando la profundidad de las aguas, el oleaje y las corrientes, así como la operación de cada hidroavión y de las aguas utilizadas.

Las longitudes necesarias para las carreras de despegue y acuatizaje deben ser calculadas con correcciones de temperatura y humedad para cada categoría de hidroavión, profundidad y altura media de olas. La anchura del canal principal suele ser mayor que la normalizada para una pista de vuelo en tierra, pero también es función de la categoría de los hidroaviones (envergadura y anchura exterior entre pontones).

A través de "zonas de viraje", el canal principal debe unirse con "canales de deslice" por ambos extremos que permitan asegurar la navegación de los hidroaviones y su rápido traslado a las zonas de muelles y amarre. A modo de salidas rápidos y calles de rodaje en los aeropuertos, estos segundos canales deberán disponer de una cierta anchura y profundidad en función del tipo de hidroavión de que se trate.

Complementario a lo anterior, está la señalización visual (luminosa y no luminosa) de canales y zonas de viraje, así como de los obstáculos que obstruyan las superficies limitadoras de los mismos.

Deben formar parte inseparable y estrechamente ligada de un proyecto de hidroaeródromos los procedimientos de aproximación visual y, en su caso, también aproximación instrumental, contruidos sobre ambas cabeceras del canal principal: circuito de espera, tramo de aproximación inicial, tramo de aproximación intermedia, aproximación final hasta la altitud / altura de decisión, que permita llegar a la zona de contacto con el agua y tramo de aproximación frustrada, para el caso de

interrumpir el acuatizaje por razones de visibilidad, obstáculos en el canal o fallo del hidroavión.³

2.2.3 México

Las investigaciones realizadas dentro de la Dirección General de Aeronáutica Civil, específicamente en la Dirección de Aeropuertos, demostraron que no se tienen normas enfocadas a la autorización de este tipo de aeródromos marítimos, y que se basan en normas que están diseñadas y establecidas para aeródromos terrestres.

Ahora bien, la Autoridad Aeronáutica Mexicana únicamente toma en cuenta 2 instructivos para la obtención del permiso correspondiente de este tipo de instalaciones. El primero⁴ establece los requisitos generales sobre el lugar en donde se planea construir el aeródromo y los datos de la persona que realizará los trámites.

En el segundo instructivo⁵ se establecen las especificaciones técnicas que debe de tener el área de amarre, el canal principal y el canal de deslice.

En la actualidad se tienen autorizados 9 hidroaeródromos en la República Mexicana.

La siguiente tabla se elaboró con la información obtenida de la base de datos de la Dirección de Aeropuertos:

³ Apéndice C

⁴ Apéndice A

⁵ Apéndice B

Tabla 1. Hidroaeródromos de la República Mexicana

Nombre	Punto Geográfico	Canal principal	Aeronave Crítica	Observaciones
<i>Avoturismo (ATC)</i>	<i>Cancún (21°08' 35.4"N)(86°46' 45.5"W)</i>	<i>2 (1500x18)</i>	<i>Ultraligero</i>	<i>Plataforma y Muelle (15x15)</i>
<i>Bahía Mujeres (BMS)</i>	<i>Isla Mujeres (21°13' 16"N)(86°48'12"W)</i>	<i>1 (300x20)</i>	<i>Ultraligero</i>	<i>Plataforma</i>
<i>Club Catamaranes (CCG)</i>	<i>Cancún (21°08' 55.5"N)(86°47' 23.1"W)</i>	<i>1 (200x20)</i>	<i>Ultraligero</i>	<i>Muelle (18x16) Estación de Combustible</i>
<i>Aeroturquesa (HTQ)</i>	<i>Cancún (21°06' 5.20"N)(86°47' 1.8"W)</i>	<i>1 (1200x50)</i>	<i>Helicóptero</i>	<i>Muelle y es un Helipuerto</i>
<i>Transcaribe y Nichupte (HTN)</i>	<i>Laguna Nichupte (21°05' 38"N)(86°47' 40"W)</i>	<i>1 (2000x60)</i>	<i>Twin otter (Anfibio)</i>	-
<i>Transcaribe Cozumel (HTD)</i>	<i>Cozumel (20°30' 06"N)(86°55' 30"W)</i>	<i>1 (2000x60)</i>	<i>Twin otter (Anfibio)</i>	-
<i>Punta Soliman (PSM)</i>	<i>Cancún (20°17' 10"N)(87°22' 23"W)</i>	<i>1 (300x20)</i>	<i>Ultraligero</i>	-
<i>Bahía de Santalucía (BSL)</i>	<i>Guerrero</i>	<i>1</i>	-	-
<i>Banco Chinchorro (BCQ)</i>	<i>Quintana Roo (18°35' 14.4"N)(87°19' 31.14"W)</i>	<i>1 (350x50)</i>	<i>Ultraligero</i>	-
<i>Paredes (PDS)</i>	<i>Sonora (31°18' 39.6"N)(113°33' 8.40"W)</i>	<i>1 (800x20)</i>	<i>Cessna 206</i>	

2.3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Las ayudas a la navegación son instrumentos construidos con propósitos específicos que comunican la información a un observador capacitado con el propósito de ayudarlo en la tarea de la navegación.

Los ejemplos comunes de ayudas a la navegación incluyen faros, balizas, buques faro, boyas, marcas diurnas y señales de tráfico.

La eficacia de una ayuda a la navegación se determina por factores tales como:

- El tipo y las características de la ayuda proporcionada.
- Ubicación de la ayuda con respecto a las rutas usuales tomadas.
- La distancia (alcance) de la ayuda desde el observador.
- Condiciones atmosféricas.
- Contraste con respecto a las condiciones de luminosidad de fondo.
- La fiabilidad y disponibilidad de la ayuda.

Las ayudas a la navegación tienen las siguientes características:

- Forma
- Tamaño
- Elevación
- Color
- Iluminación
- Característica de la señal
- Intensidad de la luz
- Materiales de construcción
- Nombres, letras y números

2.3.1 Descripción

Las ayudas a la navegación normalmente están asociadas con localizaciones donde:

- Sería impracticable establecer una ayuda fija debido a la profundidad del agua a las condiciones del fondo marino o la costa.
- Los peligros temporales.
- Cuando la ayuda tiene un alto riesgo de daño, pérdida o posibilidad de impactos y como consecuencia está considerada como material frangible.
- Cuando se requiere una marca provisional.

Diseño del anclaje

El sistema de anclaje para una ayuda a la navegación es el conjunto de componentes que mantienen la ayuda dentro de un área determinada. Estos componentes tienen que luchar contra las fuerzas del viento, las olas y las corrientes que actúan sobre la boya y la tensión en la línea de anclaje. Es importante considerar que:

- La cadena sea tangente al fondo marino bajo todas las condiciones de corriente y viento en el lugar.
- El eje de la boya esté vertical en las condiciones más comunes de corriente y viento.
- La relación de la fuerza de ruptura de la cadena respecto a la tensión calculada no sea menor que cinco bajo las condiciones más desfavorables de corriente y viento.
- La reserva de flotabilidad de la boya con todo su equipamiento sea mayor que las cargas combinadas de corriente y viento bajo las más desfavorables condiciones.

Posicionamiento de ayudas

En la mayoría de las ayudas a la navegación existe la posibilidad de que el punto de anclaje cambie de lugar durante alguna tormenta o que haya habido errores de posición durante el fondeo. Controlando el descenso del ancla podemos mejorar la actitud de posicionamiento de las boyas.

Deslumbramiento

El deslumbramiento puede ser causado por luces brillantes emitidas desde la costa, tales como las luces de un coche o por otro hidroavión que esté usando indiscriminadamente una luz de búsqueda.

Una luz de ayuda a la navegación también puede causar deslumbramiento si es demasiado brillante para distancias cortas especialmente cuando el plano focal de la luz y el ojo del observador están a la misma altura.

Factor de condiciones de servicio

En condiciones normales de trabajo es probable que la intensidad luminosa de una luz se degrade entre periodos o intervalos de servicio. Hay varios componentes que influyen en esta degradación:

- ➔ Las condiciones meteorológicas (que pueden ser solo temporales).
- ➔ La suciedad y los depósitos de salitre (que pueden ser minimizados con un programa eficiente de limpieza del sistema óptico y linterna) y un deterioro progresivo de la fuente de luz a lo largo del intervalo de servicio.

Es claramente imposible representar una cadena tan compleja de factores de una forma simple y una adecuada evaluación solamente podría hacerse mediante mediciones a intervalos regulares en cada lugar. Sin embargo, para dar una cifra más realista del servicio de la luz en condiciones normales de trabajo, cuando se mide la intensidad luminosa en el laboratorio o un alcance fotométrico puede ser adecuado aplicar a la intensidad medida un factor de condiciones de servicio.

Principios generales y reglas del sistema

Dentro del sistema de balizamiento se consideran marcas que pueden utilizarse combinadamente. Estas balizas pueden distinguirse fácilmente, ya que son reconocibles a primera vista. El significado de cada marca está determinado por una o más de las siguientes características:

- ➔ De noche: color y ritmo de la luz.
- ➔ De día: color, forma y marca de tope.

2.3.2 Tipos de ayudas a la navegación

Faros

Generalmente un faro se considera que es:

- ➔ Una estructura visible (marca visual) en tierra cercana a la costa o dentro del agua:
 - ✦ que actúa como marca de día;
 - ✦ proporciona un haz de luz de señalización marítima con un alcance hasta 25 MN;
 - ✦ otras ayudas a la navegación o señales audibles sobre o cerca del faro.

→ Puede funcionar manual o automáticamente:

- ✈ lo primero es cada vez menos común;
- ✈ un faro automático a menudo estará monitorizado por control remoto y en algunos casos controlados también remotamente.

Balizas

Generalmente se considera como baliza una pequeña señal visual fija, en tierra o en el agua. Sus características visuales a menudo están definidas con marcas diurnas, marcas de tope y con números. Si tiene incluida una luz de señalización marítima, generalmente tendría un alcance de menos de 10 MN.

En canales navegables puede ser usada una baliza de espeque como una alternativa a una boya.

Objetivo de los faros y balizas

Un faro o baliza puede proporcionar una o más de las siguientes funciones a la navegación:

- Marcar una posición de recalada a tierra.
- Señalar una obstrucción o peligro.
- Indicar los límites laterales de un canal o vía navegables.
- Indicar un punto de giro o una unión de canales navegables.
- Formar parte de una enfilación.
- Señalar una zona.
- Dar una referencia para que los navegantes tomen un rumbo o una Línea de Posición (LOP).

Sin embargo, no es infrecuente que los faros, en particular, se usen para otros propósitos que pueden incluir:

- ➔ Función de observación costera o guardacostas.
- ➔ Base de señales audibles (para niebla).
- ➔ Recolección de datos meteorológicos y oceanográficos.
- ➔ Proporcionar prestaciones de telecomunicaciones y radio.
- ➔ Utilidades turísticas.

Boyas

Las boyas generalmente son huecas y a menudo están infladas con aire o con algún gas neutro, aunque también es común encontrar boyas rellenas de un material sólido más ligero que el agua, como puede ser la espuma de poliestireno, con el fin de impedir que el contenido se llene de agua o que se desinflen, perdiendo así su eficacia, en caso de un pinchazo o fuga tras un golpe.

Existen multitud de tipos de boyas, dependiendo de la finalidad que se les dé:

- ➔ Las boyas de balizamiento ayudan a la navegación marcando un canal marítimo, así como obstáculos y áreas administrativas, para permitir a los barcos navegar con seguridad.
- ➔ Las boyas salvavidas, diseñadas para ser lanzadas a una persona que haya caído al agua, proporcionándole flotación. Generalmente están unidas mediante una cuerda a la embarcación, para poder rescatar al naufrago tirando de ella.

- ➔ Las boyas DART, de detección de tsunamis o maremotos, que pueden detectar cambios drásticos en la presión del agua y forman parte de los sistemas de alerta de tsunamis.
- ➔ Las boyas respondedoras, que pueden ser interrogadas mediante ondas de radar por los barcos y que responden con su situación y distancia a la nave.
- ➔ Las sonoboyas, utilizadas en la guerra submarina para detectar submarinos mediante sonar.
- ➔ Las boyas a la deriva o correntómetros, tubulares y generalmente de aluminio, pueden regularse para permanecer a un cierto nivel de densidad, y así comprobar la velocidad de las corrientes marinas.
- ➔ Las boyas meteorológicas y oceanográficas, que incorporan sistemas de adquisición de datos para obtener datos meteorológicos y oceanográficos en alta mar.
- ➔ Los submarinistas utilizan boyas con dos finalidades distintas:
- ➔ Boyas de balizamiento, para indicar su situación a modo de emergencia, en cuyo caso cumplen la misma función que la bandera alfa, aunque el código de señales marítimas no la reconoce.
- ➔ Boyas inflables, para marcar una posición, o como ayuda para sacar objetos pesados del agua. Se pueden inflar con el aire comprimido de la botella.

Marcas laterales

Las marcas laterales se utilizan para indicar los sentidos de desplazamiento dentro de los canales de deslice. En el punto de

bifurcación de un canal puede utilizarse una marca lateral modificada para indicar el canal principal.

En el punto de bifurcación de un canal, siguiendo el sentido convencional de balizamiento, se puede indicar el canal principal mediante una marca lateral de viraje a la izquierda o a la derecha modificada de la manera siguiente:

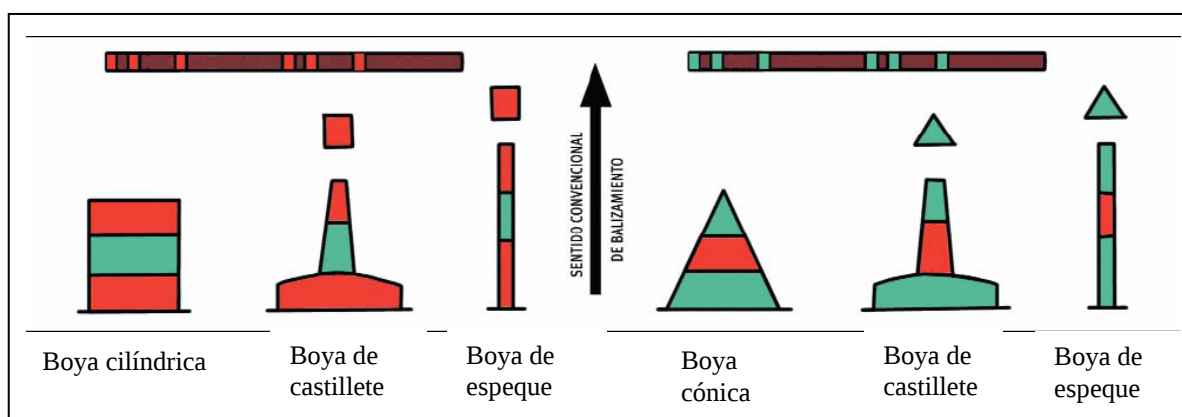


Ilustración 2. Marcas laterales⁶

Tabla 2. Características de las marcas laterales⁷

	Canal principal a derecha	Canal principal a izquierda
Color	Rojo con una banca ancha horizontal verde	Verde con una banda ancha horizontal roja
Forma (boyas)	Cilíndrica, de castillete o esque	Cónica de castillete o esque
Marca de tope	Un cilindro rojo	Un cono verde en el vértice hacia arriba
Luz (si tiene)		
Color	Una roja	Una verde
Ritmo	Grupo de 2+1 destello	Grupos de 2 +1 destello

⁶ Ilustración extraída de la “Guía de las ayudas a la navegación marítima (NAVGUIDE)”

⁷ Tabla extraída de la “Guía de las ayudas a la navegación marítima (NAVGUIDE)”

Además del establecimiento de las boyas, las marcas laterales deberán tener una marca de tope y su respectiva designación numérica o alfabética.

Marcas de peligro aislado

Las marcas de peligro aislado se colocan sobre un peligro de pequeñas dimensiones rodeado por todas partes de aguas navegables su marca de tope está formada por dos esferas negras y la luz es blanca con un ritmo de grupos de dos destellos.

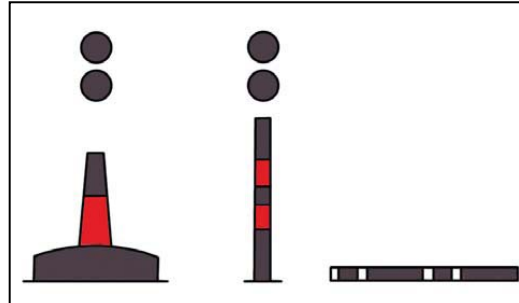


Ilustración 3. Marcas de peligro aislado⁸

Tabla 3. Características de las marcas de peligro aislado⁹

Marca de tope	Dos esferas negras superpuestas
Color	Negro con una o varias bandas anchas horizontales rojas
Forma (boyas)	A elegir pero sin que se confunda con marcas laterales; preferibles las formas de castillete o espeque
Luz (si tiene)	
Color	Blanco
Ritmo	Grupos de dos destellos

Marcas especiales

⁸ Ilustración extraída de la “Guía de las ayudas a la navegación marítima (NAVGUIDE)”

⁹ Tabla extraída de la “Guía de las ayudas a la navegación marítima (NAVGUIDE)”

Las marcas especiales tienen por objeto principal indicar una zona o una configuración particular, por ejemplo:

- ➔ Marcas para indicar la presencia de cables o conductos submarinos.
- ➔ Marcas para indicar las zonas de depósitos de materiales o zonas de dragado.

Las marcas especiales son de color amarillo y pueden llevar una marca de tope en forma de X, si tienen luz es amarilla. Para evitar la posibilidad de confundir el amarillo con el blanco cuando la visibilidad no es buena, los ritmos de las luces amarillas son distintos a los empleados en las luces blancas de las marcas cardinales.

La forma de las boyas de las marcas especiales no se prestarán a confusión con las de las boyas de las marcas cuyo objeto principal es ayudar al navegante.

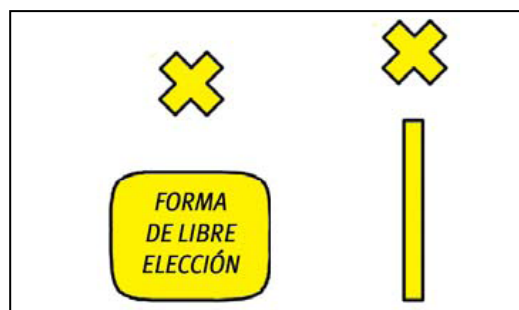


Ilustración 4. Marcas especiales¹⁰

Tabla 4. Características de marcas especiales¹¹

Color	Amarillo
-------	----------

¹⁰ Ilustración extraída de la “Guía de las ayudas a la navegación marítima (NAVGUIDE)”

¹¹ Tabla extraída de la “Guía de las ayudas a la navegación marítima (NAVGUIDE)”

Forma (boyas)	De libre elección
Marca de tope	Una aspa amarilla
Luz (si tiene)	
Color	Amarillo
Ritmo	Cualquiera

Peligros nuevos

Una marca de “peligro nuevo” se utiliza para designar peligros descubiertos recientemente; éste puede llevar una baliza activa de radar codificada con la letra Morse “D”.

CAPÍTULO 3. PARÁMETROS DE DISEÑO

Mediante la siguiente propuesta, se establecen los parámetros técnicos de diseño de las instalaciones que pretenderán proporcionar un servicio adecuado, seguro y controlado a las operaciones de aeronaves en hidroaeródromos. Fundamentalmente se considera que estos parámetros son los siguientes:

- ➔ Maniobra de desembarco y amarre, por medios propios o siendo remolcado.
- ➔ Desembarco de pasajeros y mercancías, bien a un muelle o a otra embarcación.
- ➔ Asistencia al hidroavión: repostado, revisión, limpieza, etc.
- ➔ Posible aparcamiento en tierra, bien ascendiendo por una rampa o mediante una grúa, ya sea por medios propios, si dispone de ruedas.
- ➔ Retorno al agua del hidroavión, sea de la zona de aparcamiento en tierra o lugar de amarre.
- ➔ Recorrido hasta el punto de iniciación del despegue, por medios propios o remolcado.

3.1 CLAVE DE REFERENCIA

La clave de referencia sirve para establecer las características de los hidroaeródromos, a fin de que las instalaciones cubran las necesidades mínimas de las aeronaves destinados a operar dentro del mismo.

Dicha clave está compuesta por dos elementos que se relacionan con las características y dimensiones del hidroavión.

Estos dos elementos son un número y una letra, y tendrán el siguiente significado:

- ➔ Número: Corresponde al valor de la longitud de campo de referencia de la aeronave más grande a operar.
- ➔ Letra: Corresponde a la envergadura de la aeronave más grande que se pretenda operar.

Tabla 5. Clave de Referencia de Hidroaeródromo¹²

CLAVE DE REFERENCIA DE HIDROAERÓDROMO			
ELEMENTO NUMÉRICO DE LA CLAVE		ELEMENTO ALFABÉTICO DE LA CLAVE	
NO. DE CLAVE	LONGITUD DE CAMPO DE REFERENCIA DEL HIDROAVIÓN	LETRA DE CLAVE	ENVERGADURA
1	Menos de 500m	A	Hasta 25m
	(exclusive)		(exclusive)
2	Desde 500m hasta 800	B	De 25m hasta 40m
	(exclusive)		(exclusive)
3	Desde 800m hasta 1200m	C	De 40m hasta 50m
	(exclusive)		(exclusive)
4	Desde 1200 en adelante	D	De 50m hasta 75m
	(exclusive)		(exclusive)

¹² Tabla elaborada tomando como referencia el Apéndice D

3.2 DATOS DEL HIDROAERÓDROMO

En todo aeródromo es necesario contar con una referencia para la navegación hacia, desde y dentro de la zona estipulada del mismo. En el caso de hidroaeródromos, se deben tomar en consideración los mismos parámetros que los estipulados para los aeródromos terrestres.

Punto de referencia

Para cada hidroaeródromo se establecerá un punto de referencia, que estará situado cerca del centro geométrico del hidroaeródromo (canal principal), el cual se medirá en grados, minutos y segundos, y deberá de ser lo más preciso posible.

Elevación

Se deberá de determinar la elevación del hidroaeródromo y del canal principal con la mayor exactitud posible para evitar errores operacionales.

Se deberá considerar que cuando se trate de un hidroaeródromo que se encuentre a nivel del mar, la elevación será considerada cero, pero cuando se instale un hidroaeródromo en algún río o lago, se tendrá que considerar una corrección por elevación a la que se encuentre de la siguiente manera:

“El canal de despegue y acuatizaje debe tener como mínimo al nivel del mar 500 x 30 m, dentro de una franja acuática de 500 x 60 m. Estas dimensiones deben ajustarse con la corrección por altitud (7% de

aumento por cada 300 m de elevación sobre el nivel del mar) y temperatura.”¹³

Temperatura de referencia

Se determinará la temperatura de referencia en grados Celsius redondeando al valor próximo. Para esto se tendrá que hacer un estudio en el cual se medirá la media diaria del mes más caluroso, y este estudio tendrá que hacerse por varios años para poder estar seguros de la temperatura más alta.

Distancias declaradas

Se calcularán las siguientes distancias redondeadas al metro o pie más próximo para una pista destinada a servir al transporte aéreo comercial internacional:

- a) recorrido de despegue disponible
- b) distancia de despegue disponible
- c) distancia de aceleración-parada disponible
- d) distancia disponible de aterrizaje

¹³ Extracto parcial del libro titulado *Ingeniería Aeroportuaria* del Ing. Marcos García Cruzado. (Véase la Bibliografía).

3.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

3.3.1 Canal principal

Orientación

Un factor importante para determinar la orientación del canal principal es la distribución de los vientos. La distribución de vientos es una estadística que abarca un periodo tan largo como sea necesario (no menor a 5 años) y varias veces al día para obtener valores medios estándares.

A partir de este estudio se obtendrá la determinación del número del canal principal con base en la dirección en la que el viento sople predominantemente en la zona analizada.

Si es posible, su orientación debe cubrir el 95% de los vientos, con componentes transversales admisibles máximas entre 9 y 45 Km/h, según el tamaño de los aviones.

Emplazamiento del umbral

El umbral debería situarse normalmente en el extremo del canal principal, a menos que consideraciones de carácter operacional justifiquen la elección de otro emplazamiento.

La decisión con respecto al desplazamiento del umbral y la extensión del desplazamiento debería hacerse tratando de obtener el equilibrio óptimo entre una superficie de aproximación libre de obstáculos y una distancia adecuada para el acuatizaje.

Longitud del canal principal

La longitud del canal principal estará en función del hidroavión más grande que se considere operará dentro de las instalaciones y de especificaciones del fabricante como la longitud de campo de referencia del hidroavión.

Anchura del canal principal

Debido a las diferencias en el diseño de los distintos hidroaviones (de casco y de pontones) y las dimensiones de los mismos, la anchura del canal principal se determinara con base en la siguiente tabla:

Tabla 6. Anchura del canal principal

LETRA DE CLAVE	ANCHO
A	35
B	50
C	65
D	95

3.3.2 Canales complementarios

Este tipo de canal(es) deberá de considerar los mismos parámetros para el cálculo dimensional que los usados para el canal principal; cuidando no sobrepasar el coeficiente de utilidad del canal principal.

En el caso de que los canales complementarios se encuentren en ubicaciones paralelas, la distancia mínima entre sus ejes deberá de ser la siguiente:

Tabla 7. Distancia mínima entre pistas paralelas

Número de clave	Distancia
1	120m
2	150m
3 y 4	210m

NOTA: El coeficiente de utilidad del canal principal debe ser igual o mayor al 95% de las operaciones totales del hidroaeródromo.

Superficie y profundidad de los canales

Las operaciones de acuatizaje y despegue deben hacerse en zonas de aguas tranquilas y profundas. En este caso es muy importante el estudio meteorológico de intensidades y orientación de vientos, formación de nieblas, y longitudes, alturas y frecuencias de los oleajes. Las corrientes marítimas deben ser también objeto de especial atención.

En todas las superficies dentro de las instalaciones del hidroaeródromo influyen decisivamente dos elementos:

- ➔ El oleaje¹⁴ o la velocidad de la corriente¹⁵.
- ➔ La profundidad.

Esta última viene condicionada por el calado del avión y por la distinta resistencia hidrodinámica al avance que originan las diferentes

¹⁴ APENDICE E

¹⁵ APENDICE F

proximidades del fondo. En cuanto al oleaje, el más perjudicial es el de menor periodo, es decir, de mayor frecuencia, que causa movimientos continuos y más violentos a la aeronave.

La superficie de agua para las operaciones de despegue y acuatizaje de hidroaviones (canal principal) deberá cumplir con los siguientes parámetros de diseño:

- ➔ La altura máxima del oleaje, también en función del tamaño de la aeronave, debe estar entre 70 y 90 cm.
- ➔ Las carreras de despegue en condiciones estándar (dadas por los fabricantes de cada aeronave) deben corregirse igual que las longitudes de pista por altura, temperatura y humedad.
- ➔ Si el área elegida para el hidroaeródromo tiene corrientes de velocidad superiores a 5 km/h, debe tomarse alguna precaución o hacer un rompeolas. Velocidades mayores de 12 km/h son prohibitivas.
- ➔ La profundidad del canal principal deberá de contemplar tanto el calado del pontón(es), como el movimiento vertical del mismo, lo anterior se representa en la siguiente ilustración.

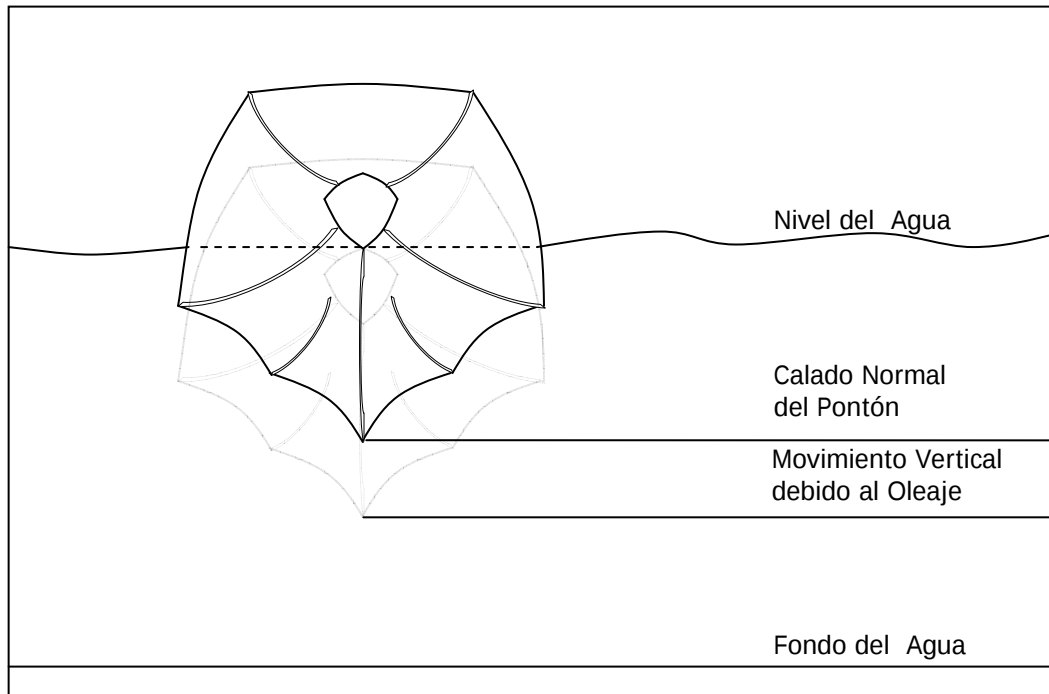


Ilustración 5. Consideraciones para la profundidad de los canales

3.3.3 Franjas del canal principal

El canal principal y cualquier zona asociada deberán estar comprendidas dentro de una franja de seguridad.

Longitud de las franjas de canal principal

Toda franja se extenderá antes del umbral y más allá del extremo del canal principal tomando como referencia la siguiente tabla:

Tabla 8. Longitud de las franjas de canal principal

Número de Clave	Longitud
1	30 m
2	60 m
3	60 m
4	60 m

Anchura de las franjas de canal principal

Siempre que sea posible, toda franja que comprenda un canal principal debería extenderse a cada lado del eje del canal principal y de su prolongación a lo largo de la franja tomando como referencia la siguiente tabla:

Tabla 9. Anchura de las franjas de canal principal

Número de Clave	Longitud
1	75 m
2	75 m
3	150 m
4	150 m

Objetos en las franjas de canal principal

Con excepción de las ayudas visuales requeridas para fines de navegación aérea y que satisfagan los requisitos sobre frangibilidad pertinentes, no se permitirá ningún objeto fijo en la franja de un canal principal:

No se permitirá ningún objeto móvil en esta parte de la franja del canal principal mientras se utilice la pista para acuatizar o despegar.

3.3.4 Zona libre de obstáculos

Esta zona se presentará en el extremo del canal principal que sea considerado para la carrera despegue.

La longitud de esta zona no deberá ser mayor a la mitad de la longitud del canal de despegue y deberá de extenderse lateralmente por lo menos 75% a cada lado de la prolongación del eje del canal principal.

Nota: Cualquier objeto que represente un peligro para las operaciones de los hidroaviones dentro de estas áreas, deberá de ser eliminado.

3.3.5 Zona de viraje

Se deberá considerar una zona en los extremos del canal principal para facilitar el viraje de los hidroaviones a los canales de deslice.

El radio de viraje de estas zonas deberá cubrir la envergadura del hidroavión más exigente.



Ilustración 6. Boya de zona de viraje

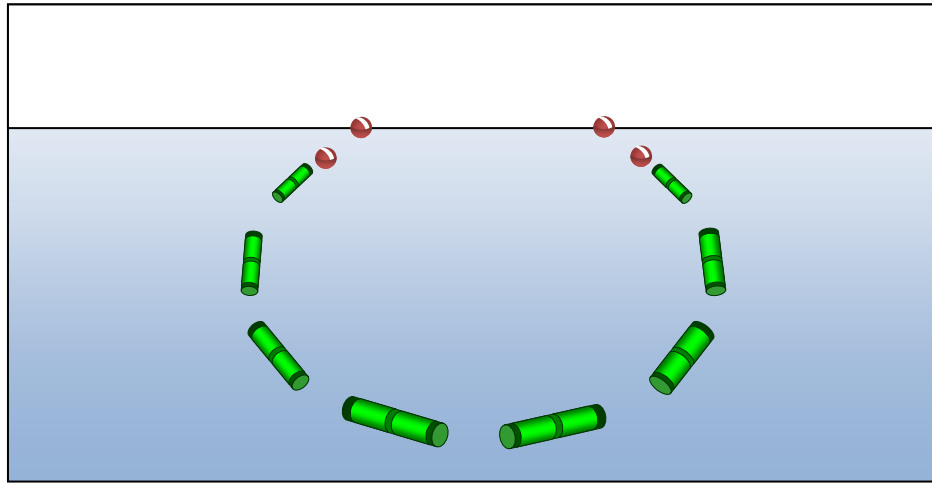


Ilustración 7. Emplazamiento de las boyas de zona de viraje

3.3.6 Canales de deslice

Deberán de incluirse canales de deslice para agilizar el movimiento del canal principal al área de amarre.

Para esta acción, se podrán agregar canales de salida rápida, que conecten al canal principal con el canal de deslice, dichos canales deberán de tener un ángulo que permita que el hidroavión no realice un viraje muy grande y se tenga que disminuir la velocidad.

Los canales de deslice y de salida rápida deberán de cubrir los mismos parámetros de anchura que los canales principales.

Los radios de curvatura de los canales de deslice deberán de satisfacer las maniobras de viraje de la aeronave más grande considerada para operar.

3.3.7 Áreas de amarre

El objetivo de estas áreas de amarre será el de satisfacer las necesidades de embarque y desembarque de pasajeros, carga o correo de los usuarios del hidroaeródromo, siendo instaladas estas áreas en agua o tierra. El área total deberá ser suficiente para permitir el movimiento rápido del tránsito del hidroaeródromo en los períodos de densidad máxima.

Para esto se establecerán puestos de estacionamiento; dichos puestos deberán de contar con un margen de separación entre cada hidroavión, que permita realizar las acciones necesarias para el embarque y desembarque de pasajeros, carga o correo.

La separación de los puestos de estacionamiento será dependiendo de la envergadura de la aeronave, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10. Margen de separación en área de amarre

Letra de Clave	Margen
A	6m
B	6m
C	9m
D	15m

Deberá de existir un lugar alejado de las instalaciones del hidroaeródromo para atender algún caso de interferencia ilícita, de modo que se mantenga intacta la seguridad de las operaciones y de las instalaciones.

3.4 RESTRICCIÓN Y ELIMINACIÓN DE OBSTÁCULOS

Se definirá el espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos para que se puedan realizar las operaciones dentro de los hidroaeródromos de forma segura y de esta manera evitar la suspensión de las actividades dentro éstos debido a la existencia de obstáculos en sus alrededores. Esto se logra mediante el establecimiento de superficies limitadoras de obstáculos que marcan límites hasta donde los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo.

3.4.1 Canal principal de vuelo visual

En el canal principal de vuelo visual se establecerán las siguientes superficies limitadoras de obstáculos:

- Superficie cónica
- Superficie horizontal interna
- Superficie de aproximación
- Superficies de transición

Las alturas y pendientes de las superficies no serán superiores, ni sus otras dimensiones inferiores, a las que se especifican en la siguiente tabla.

Tabla 11. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

CLASIFICACIÓN DEL CANAL PRINCIPAL				
	Aproximación visual			
Superficies y dimensiones	1	2	3	4
CÓNICA				
Pendiente	5%	5%	5%	5%
Altura	35 m	55 m	75 m	100 m
HORIZONTAL INTERNA				

Altura	45 m	45 m	45 m	45 m
Radio	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m
APROXIMACIÓN				
Longitud del borde interior	60 m	80 m	150 m	150 m
Distancia desde el umbral	30 m	60 m	60 m	60 m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%
Primera sección				
Longitud	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m
Pendiente	5%	4%	3.33%	2.5%
DE TRANSICIÓN				
Pendiente	20%	20%	14.3%	14.3%

No se permitirá la presencia de nuevos objetos ni agrandar los existentes por encima de una superficie de aproximación o de una superficie de transición, excepto cuando, en opinión de la autoridad competente, el nuevo objeto o el objeto agrandado esté apantallado por un objeto existente e inamovible.

Debido a las pendientes transversales o longitudinales que pueden existir en una franja, es posible que en ciertos casos el borde interior de la superficie de aproximación o partes del mismo se encuentren por debajo de la elevación correspondiente a dicha franja. No se pretende que se nivele la franja para que coincida con el borde interior de la superficie de aproximación, ni esto quiere decir que haya que eliminar las partes del terreno o los objetos que se encuentren por encima de dicha superficie más allá del borde de la franja pero por debajo del nivel de la misma, a menos que se considere que pueden representar un peligro para los hidroaviones.

3.4.2 Superficies limitadoras de obstáculos

Superficie horizontal externa

Superficie cónica

Es una superficie de pendiente ascendente y hacia afuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna. Los límites de la superficie cónica comprenderán:

- a) un borde inferior que coincide con la periferia de la superficie horizontal interna
- b) un borde superior situado a una altura determinada sobre la superficie horizontal interna.

La pendiente de la superficie cónica se medirá en un plano vertical perpendicular a la periferia de la superficie horizontal interna correspondiente.

Superficie horizontal interna

Superficie situada en un plano horizontal sobre un hidroaeródromo y sus alrededores. El radio o límites exteriores de la superficie horizontal interna se medirán desde el punto o puntos de referencia que se fijen con este fin.

La altura de la superficie horizontal interna se medirá por encima del punto de referencia para la elevación que se fije con este fin.

Superficie de aproximación

Es el plano inclinado o combinación de planos anteriores al umbral. Los límites de la superficie de aproximación serán:

- a) Un borde interior de longitud especificada, horizontal y perpendicular a la prolongación del eje del canal principal y situado a una distancia determinada antes del umbral.
- b) Dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje del canal principal.
- c) Un borde exterior paralelo al borde interior.
- d) Las superficies mencionadas variarán cuando se realicen aproximaciones con desplazamiento lateral, con desplazamiento o en curva. Específicamente, los dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de la derrota con desplazamiento lateral, con desplazamiento o en curva.

La elevación del borde interior será igual a la del punto medio del umbral. La pendiente o pendientes de la superficie de aproximación se medirán en el plano vertical que contenga al eje del canal principal y continuará conteniendo al eje de toda derrota con desplazamiento lateral o en curva.

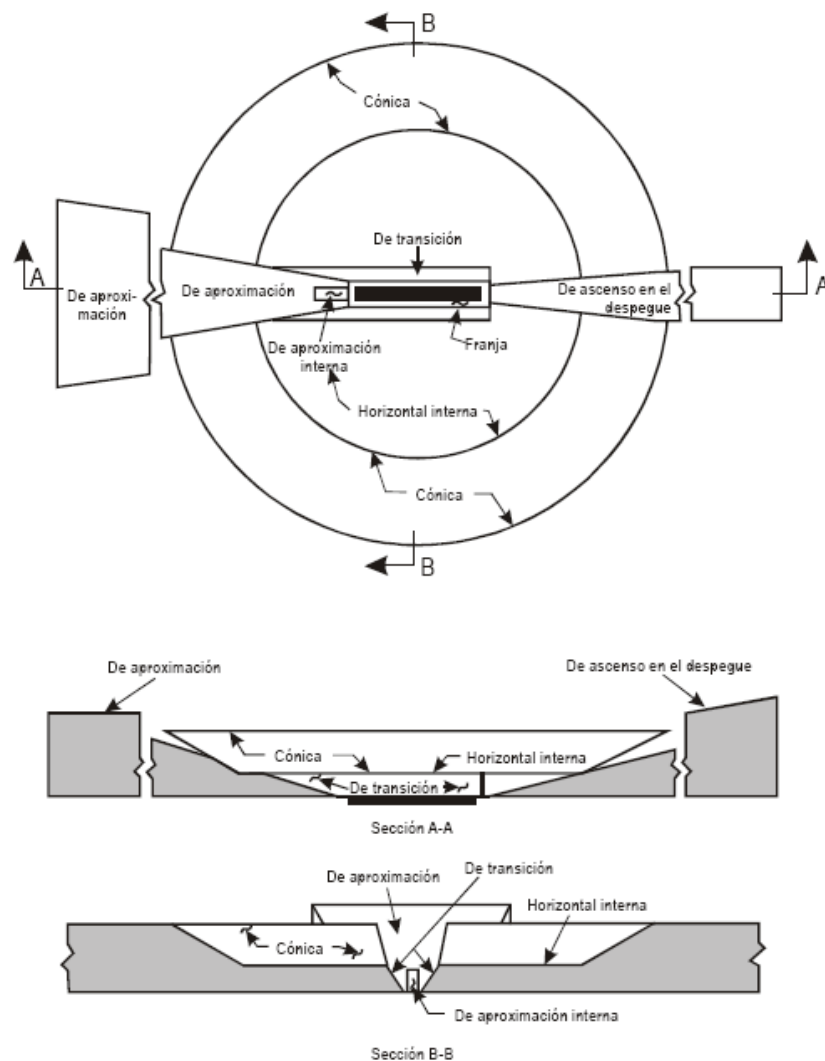


Ilustración 8. Superficies limitadoras de obstáculos¹⁶

Superficie de transición

Es la superficie compleja que se extiende a lo largo del borde de la franja y parte del borde de la superficie de aproximación, de pendiente ascendente y hacia afuera hasta la superficie horizontal interna.

Los límites de una superficie de transición serán:

¹⁶ Imagen extraída del Capítulo 4 del Anexo 14. Volumen I

- a) Un borde inferior que comienza en la intersección del borde de la superficie de aproximación con la superficie horizontal interna y que se extiende siguiendo el borde de la superficie de aproximación hasta el borde interior de la superficie de aproximación y desde allí, por toda la longitud de la franja, paralelamente al eje del canal principal.
- b) Un borde superior situado en el plano de la superficie horizontal interna.

La elevación de un punto en el borde inferior será:

- a) A lo largo del borde de la superficie de aproximación: igual a la elevación de la superficie de aproximación en dicho punto.
- b) A lo largo de la franja: igual a la elevación del punto más próximo sobre el eje del canal principal o de su prolongación.

La pendiente de la superficie de transición se medirá en un plano vertical perpendicular al eje del canal principal.

Requisitos de la limitación de obstáculos

Los requisitos relativos a las superficies limitadoras de obstáculos se determinan en función de la utilización prevista del canal principal (despegue o acuatizaje y tipo de aproximación) y se han de aplicar cuando el canal principal se utilice de ese modo. En el caso de que se realicen operaciones en las dos direcciones del canal principal, cabe la posibilidad de que ciertas superficies queden anuladas debido a los requisitos más rigurosos a que se ajustan otras superficies más bajas.

3.4.3 Objetos situados fuera de las superficies limitadoras de obstáculos

Deberían adoptarse las medidas oportunas para consultar a la autoridad competente cuando exista el propósito de levantar construcciones, más allá de los límites de las superficies limitadoras de obstáculos, que se eleven por encima de la altura fijada por dicha autoridad, de forma que pueda procederse a un estudio aeronáutico de los efectos de tales construcciones en las operaciones de los hidroaviones.

3.4.4 Rompeolas o diques

Es necesario para el hidroaeródromo obras que atenúen la acción del mar, y que al mismo tiempo cumplan con las condiciones necesarias para realizar sus operaciones con normalidad. Para esto es necesaria la construcción de diques o rompeolas, los cuales permiten que el oleaje sea idóneo para las operaciones de los hidroaviones y del hidroaeródromo.

A continuación se mencionan las configuraciones de diques o rompeolas que se pueden considerar para su uso en hidroaeródromos:

Diques paralelos a la costa

Este tipo de diques o rompe olas son muy utilizados cuando no se esta muy lejos de la costa, o bien cuando no se disponga de terreno tierra adentro.

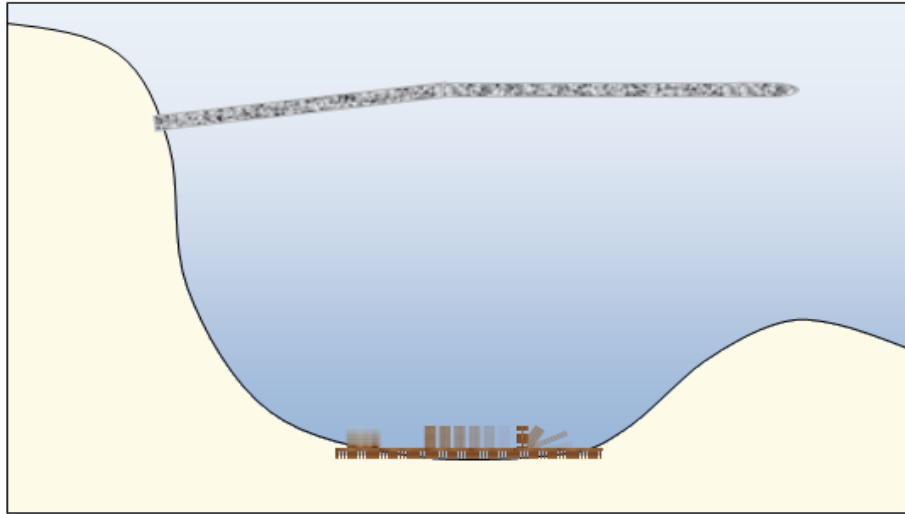


Ilustración 9. Dique paralelo a la costa

Diques paralelos entre sí

Este tipo de diques son muy utilizados cuando el hidrodromo se encuentra en ríos o lagos, ya que permite ampliar el canal principal.

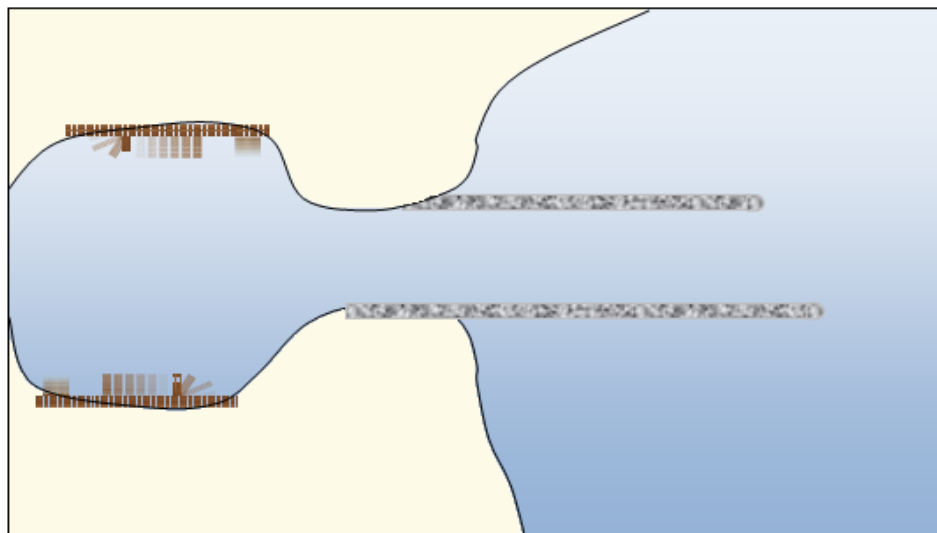


Ilustración 10. Diques paralelos entre sí

3.4.5 Otros objetos

Los objetos que no sobresalgan por encima de la superficie de aproximación pero que sin embargo puedan comprometer el emplazamiento o el funcionamiento óptimo de las ayudas visuales o las ayudas no visuales, deberían eliminarse en la medida de lo posible.

3.5 AYUDAS VISUALES PARA LA NAVEGACIÓN

3.5.1 Indicadores y dispositivos de señalización

Indicadores de la dirección de viento

El hidroaeródromo dispondrá de, por lo menos, un indicador de dirección de viento, ubicado en un lugar visible para las aeronaves ya sea en vuelo o desde el área de movimiento y que no sufra alguna perturbación debido al aire producido por cualquier otro objeto.

El indicador de dirección del viento será del tipo manga y estará hecho de tela, su color deberá escogerse de tal manera que pueda verse claramente desde una altura de por lo menos 300m y que sea contrastante con el fondo sobre el cual se encuentre, preferentemente blanco o anaranjado.

Lámparas de señales

En la torre de control del hidroaeródromo se deberá contar con lámpara de señales, la cual deberá producir señales de color rojo, verde y blanco; y dispondrá de un sistema que le permita orientarse al objetivo deseado, emitir una señal en un color de los antes mencionados y a su vez transmitir códigos en clave Morse a velocidad de 4 palabras por minuto.

Para su utilización durante el día deberá tener una intensidad de luz no menor a 6000 cd, y en general tener una abertura del haz que oscile entre 1° y 3°.

Paneles de señalización y área de señales

Los paneles de señalización estarán situados de modo que sean visibles desde todos los ángulos de azimut y además que puedan ser vistos desde una altura de 300 m. El área de señales deberá tener un color contrastante con la superficie.

3.5.2 Señalamiento

Interrupción de las señales de canales

Cuando se presenten intersecciones entre el canal principal y canales de deslice, conservarán las señales del canal principal y se deberán interrumpir las señales de los canales de deslice.

Señal designadora del canal principal

Los umbrales de los canales principales tendrán señales designadoras. Esta señal se emplazará en el extremo izquierdo del canal principal.

Esta señal consistirá en un número de 2 cifras de color negro y será instalado en una boya rectangular de color amarillo.



Ilustración 11. Boya designadora de pista

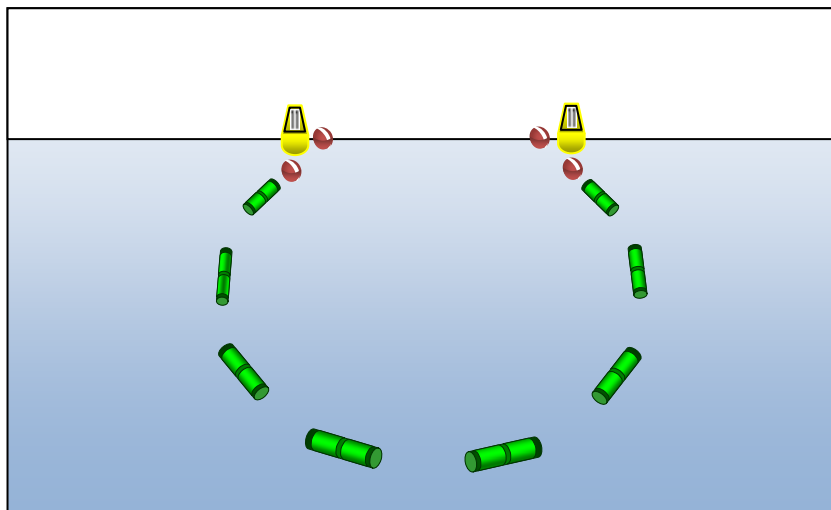


Ilustración 12. Emplazamiento de las boyas designadoras de pista

Faro de hidroaeródromo

Los hidroaeródromos deberán estar equipados con un faro de hidroaeródromo debido a que predominantemente se realizan vuelos visuales o en caso que se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- ➔ Que la visibilidad sea reducida

- Que sea difícil localizar el hidroaeródromo desde el aire debido a luces circundantes o a la topografía

El faro de identificación emitirá destellos de color amarillos alternados con destellos blancos en un total de 20 a 30 destellos por minuto. El faro deberá estar localizado en un punto (dentro del hidroaeródromo o en sus proximidades) de baja iluminación de fondo.

Faro de identificación

Un hidroaeródromo que no pueda identificarse fácilmente desde el aire por las luces existentes u otros medios estará provisto de un faro de identificación y éste deberá localizarse en una zona de baja iluminación de fondo.

El faro de identificación será visible en cualquier ángulo de azimut, emitirá destellos amarillos y la intensidad efectiva de los destellos no será inferior a 2000 cd. Las características de identificación del hidroaeródromo se transmitirán en el código Morse internacional.

Señal de identificación

Es recomendable colocar la señal de identificación de hidroaeródromo, generalmente su nombre, en letras fácilmente visibles desde el aire a una altura no menor de 3 m.

Boyas de borde de canal principal

Se instalará un sistema de boyas de borde de canal principal para delimitar las operaciones dentro del mismo depende del tipo de clave de

hidroaeródromo que se tenga contemplado instalar. Estas boyas se emplazarán a lo largo del área destinada a servir de canal principal en dos filas paralelas.

Las boyas estarán espaciadas uniformemente en filas, a intervalos no mayores de 10 m y deberán cubrir como mínimo una longitud y anchura que cubra las necesidades de acuatizaje y despegue del hidroavión crítico contemplado, serán de forma cilíndrica o esférica, las dimensiones máximas serán de 30cm por 1m y se colocarán de manera que su lado más largo sea paralelo al eje de la pista. Las boyas esféricas, deberían tener una circunferencia que no exceda los 40cm.

Las boyas de borde del canal principal serán de color rojo con una franja vertical blanca y deberán ser visibles para facilitar la orientación al piloto que acuatice o despegue en cualquiera de los dos sentidos.

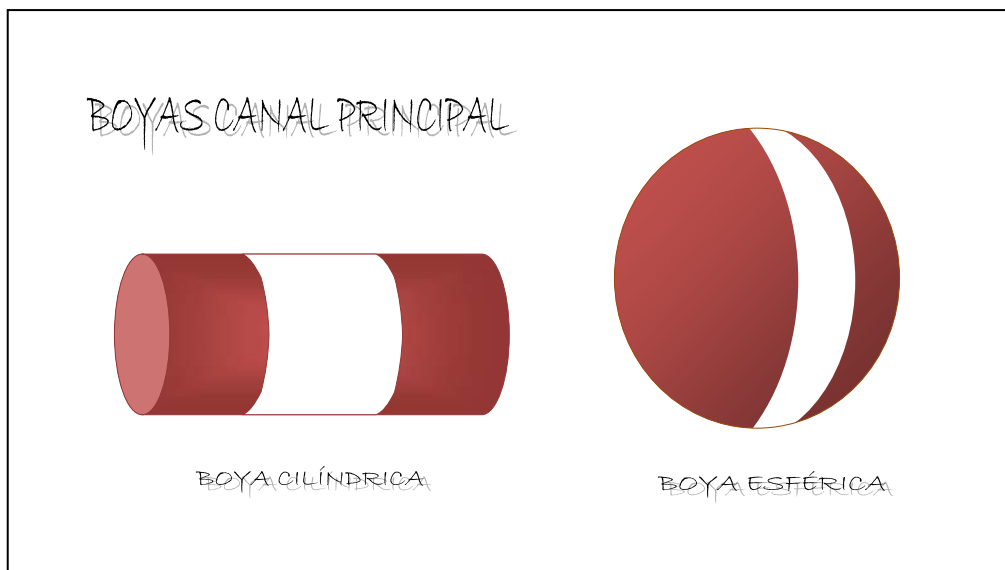


Ilustración 13. Boyas de canal principal

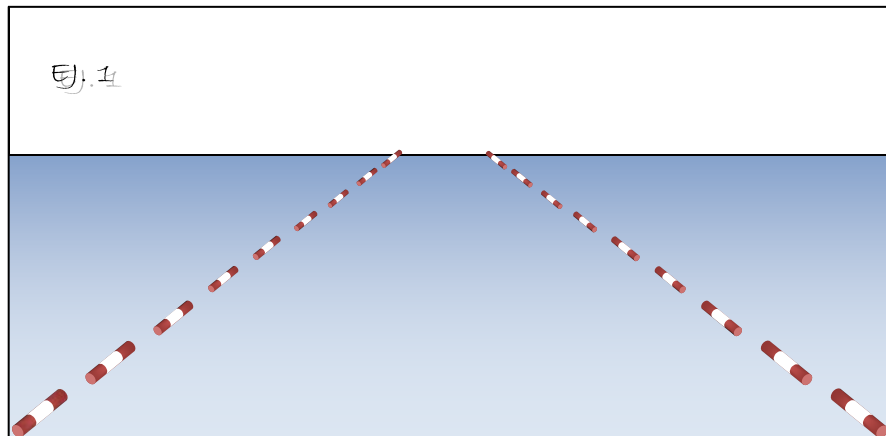


Ilustración 14. Emplazamiento de boyas cilíndricas de canal principal

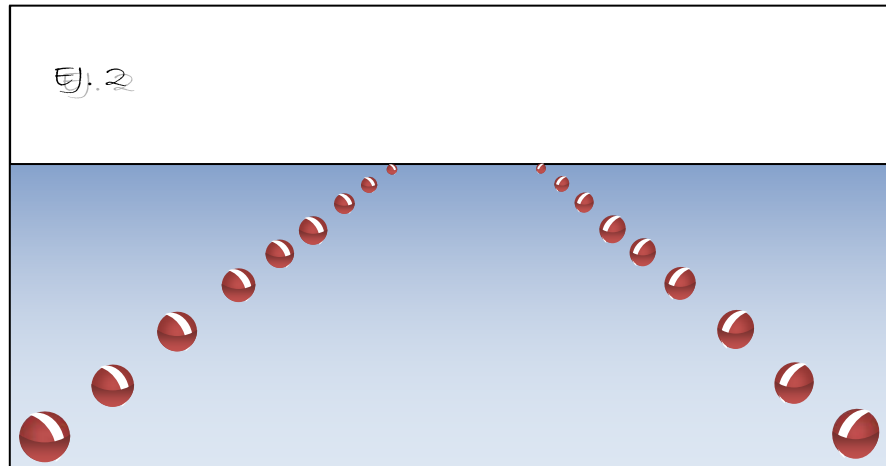


Ilustración 15. Emplazamiento de boyas esféricas de canal principal

Boyas de borde de canales de deslice

Deberían proporcionarse boyas de borde de canal de deslice como prolongación del canal principal. La instalación de las boyas que se ocuparan para definir el borde del canal principal depende del tipo de clave de hidroaeródromo que se tenga contemplado instalar.

Las boyas a ocupar deberán tener forma cilíndrica cuyas dimensiones máximas deberían ser 30 cm por 1 m y colocarse de manera que el largo indique la dirección a seguir de los hidroaviones.

Las boyas de borde de canal de deslice serán de color naranja con franjas blancas y se deberán colocar en intervalos no mayores de 10 m.

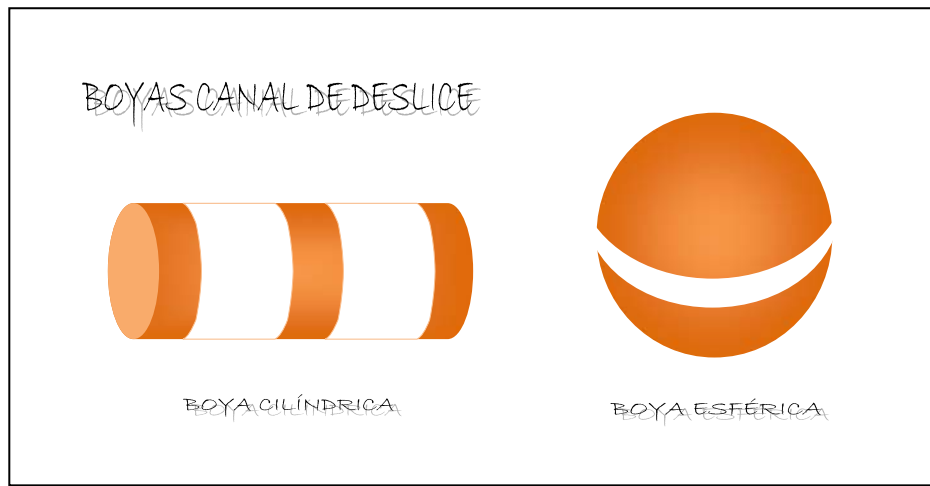


Ilustración 16. Boyas de canal de deslice

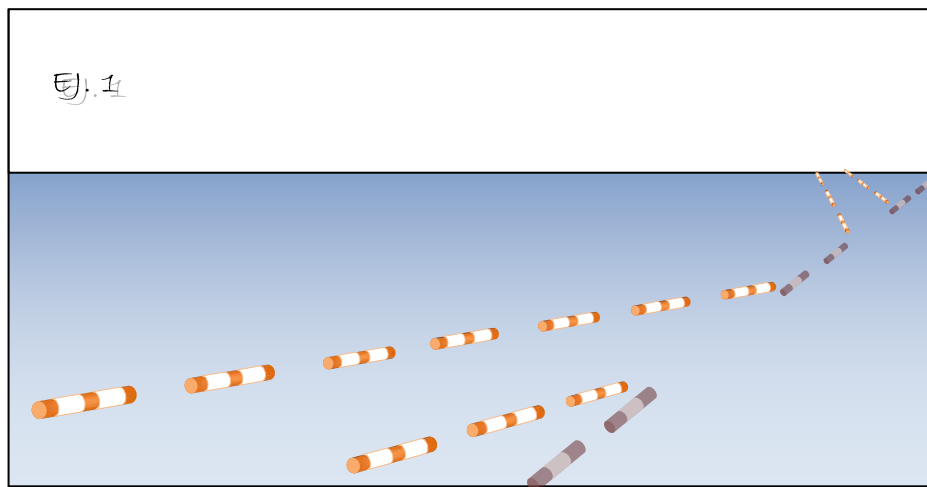


Ilustración 17. Emplazamiento de las boyas de canal de deslice

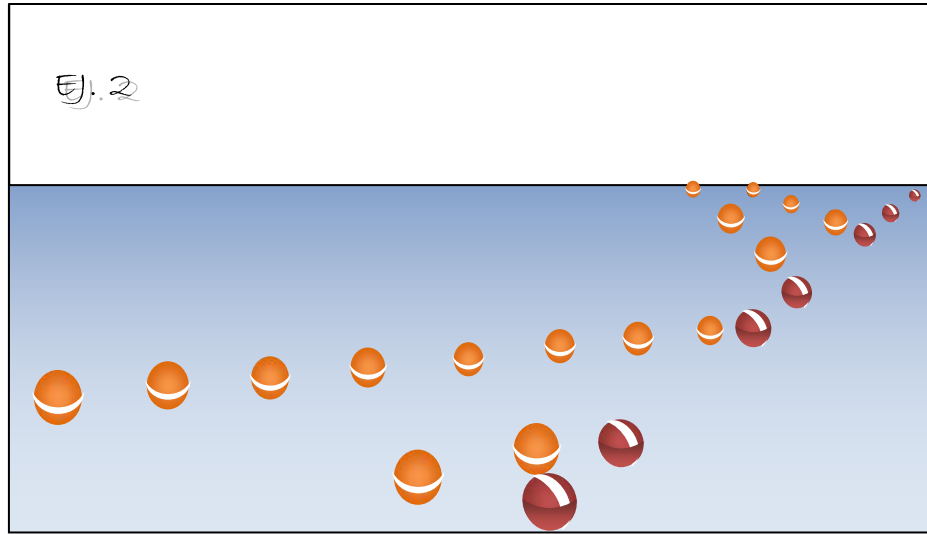


Ilustración 18. Emplazamiento de las boyas de canal de deslice

Boyas de designación de canales de deslice

Se colocarán en las intersecciones del canal principal al canal de deslice para señalar que el piloto se aproxima a un canal de deslice. La inscripción de estos letreros consistirá en la designación alfabética del canal de deslice.

Estas boyas se situarán cerca del inicio de los canales de deslice.

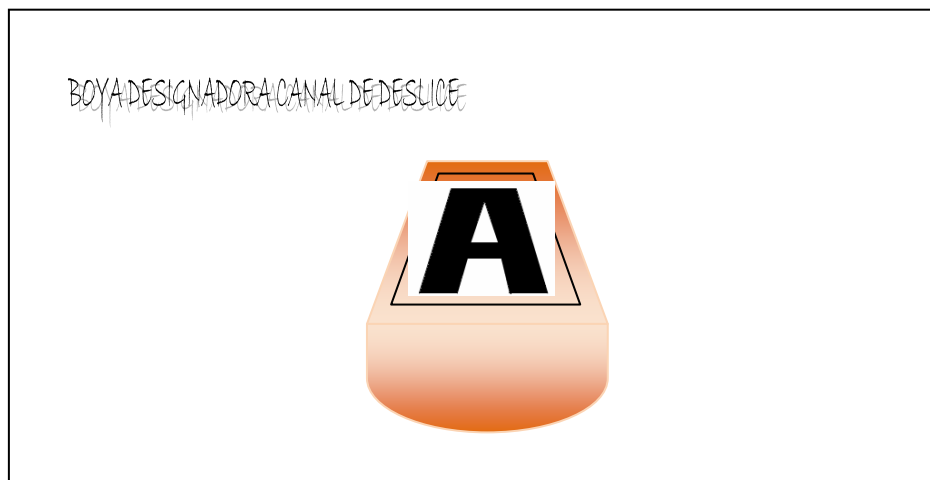


Ilustración 19. Boyas designadoras de canal de deslice

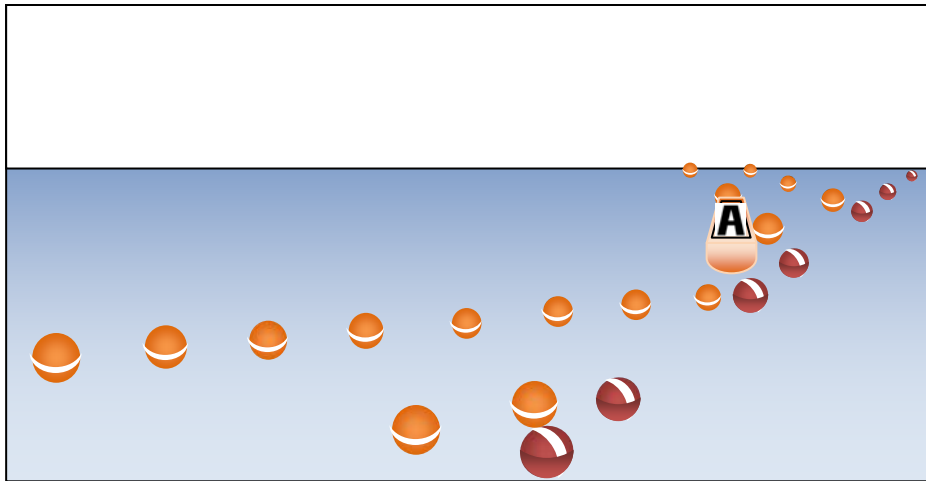


Ilustración 20. Emplazamiento de las boyas designadoras de canal de deslice

Boyas ayuda para la navegación

Estas marcas están compuestas por un grupo de cuatro diferentes tipos de boyas, la cual indica un punto cardinal de la rosa de los vientos. Se colocan al norte, este, sur u oeste de un peligro para alertar sobre la presencia de una amenaza a la navegación. Son señales para indicar la mayor profundidad en el área, o el lado más seguro para evitar un peligro, o para llamar la atención sobre una configuración especial de un canal navegable.

Cuando la extensión de un peligro, por ejemplo un banco o bajo fondo requiera de más de una boya, como las empleadas para señalar peligros aislados, entonces se prefiere demarcar esta zona con boyas cardinales que le indiquen al navegante como debe franquearse tal dificultad.

Debe entenderse que una boya cardinal norte debe dejarse al sur de la embarcación o navegar más al norte de esta marca, igual razonamiento se aplicará para las otras marcas cardinales.

El esquema adjunto muestra sus marcas de tope, colores y características generales.

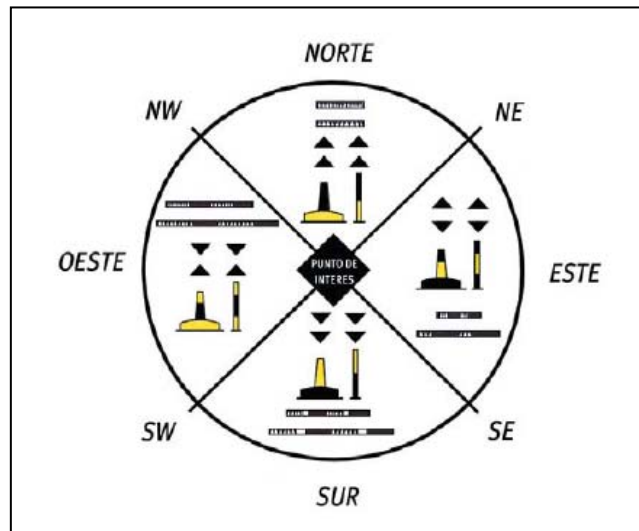


Ilustración 21. Descripción de las marcas cardinales¹⁷

Iluminación de la zona de amarre

Se deberá suministrar iluminación con proyectores en las zonas de amarre con el mínimo de deslumbramiento para los pilotos de hidroaviones

3.6 AYUDAS VISUALES INDICADORAS DE OBSTÁCULOS

Se deberán señalar los obstáculos con la finalidad de reducir los riesgos operacionales. Para esto es necesario la utilización de marcas de peligro aislado las cuales utilizan boyas de espeque de color negro con una o varias franjas horizontales rojas. Para su iluminación se debe utilizar luz blanca con un ritmo de grupos de dos destellos.

¹⁷ Ilustración extraída de la “Guía de las ayudas a la navegación marítima (NAVGUIDE)”

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y

CONCLUSIONES

Por medio del actual trabajo se logra la creación de una propuesta de parámetros de diseño para la construcción de hidroaeródromos en México que cumple con las primicias de seguridad que exige el medio de la aviación, ofreciendo una opción viable y fiable para el acondicionamiento y establecimiento de instalaciones capaces de recibir hidroaviones en la República Mexicana.

Es importante mencionar que los resultados obtenidos partieron de un proceso de investigación y análisis deductivo de la información consultada.

Debido a la falta de normatividad internacional y a la inexistencia de regulación referente a las operaciones de hidroaviones y de instalaciones para recibirlos por parte de la autoridad mexicana, un aspecto muy importante a considerar es la creación de una serie de regulaciones que permitan llevar a cabo las operaciones de hidroaviones de forma controlada para que éstas sean seguras y confiables.

Bajo este contexto, y tomando como base el anexo 14, sus consideraciones, limitantes y sus carencias respecto a las operaciones marítimas, se analizaron los factores que influirían en la realización de hidroaeródromos, como lo son:

- ➔ Hidroaviones
- ➔ Condiciones de operación de hidroaviones
- ➔ Formas de medición de oleaje y vientos
- ➔ Equipo de instalaciones marítimas

➔ Legislación nacional e internacional marítima y aérea

Derivado de la evaluación de la información obtenida se considera el conjunto de sistemas que conforman los hidroaeródromos como lo son el canal principal, el canal de deslice, la zona de amarre, entre otros; los cuales deben de ser analizados en su conjunto e individualmente.

El punto esencial y en el cual se basaron las dimensiones y propuestas establecidas en el desarrollo son las características de los hidroaviones existentes y para los cuales se construirán las instalaciones, éstas son el punto de partida para la delimitación de todos los elementos del hidroaeródromo.

El proyecto fue planteado con la finalidad de establecer una normativa que tanto la Secretaría de Marina como la DGAC no habían considerado y así buscar el máximo aprovechamiento de la situación geográfica del país para lograr un incremento de la inversión en el sector turístico.

En la actualidad, los proyectos de ingeniería deben considerar no sólo beneficios directos o indirectos, sino también las posibles consecuencias y afectaciones que puedan generar al medio. Es por esto que se establecieron diferentes alternativas para poder llevar a cabo el diseño de las instalaciones dentro de un hidroaeródromo de forma que se obtengan los máximos beneficios.

Sin duda el presente trabajo representa una alternativa al transporte en México, principalmente en el rubro de la aviación; su aplicación debería ser evaluada y considerada por las autoridades aeronáuticas mexicanas para ser incluida en la normatividad de nuestro país.

CAPÍTULO 5. RECOMENDACIONES

Después de haber concluido esta propuesta, se observo que la legislación mexicana carece de leyes, normas o manuales que contemplen aspectos relacionados con hidroaeródromos, por lo cual se recomienda lo siguiente:

Desarrollar el Manual de Diseño de Hidroaeródromo, para detallar los parámetros de diseño contemplados en esta tesina.

Modificar el Manual sobre Gestión de la Seguridad Operacional (Doc. 9859), para que en su contenido se contemplen aspectos sobre hidroaeródromos.

Crear un Manual de Certificación de Hidroaeródromo para regular los estándares de diseño.

Realizar procedimientos de aproximación, entrada y salida a estas áreas.

Adaptación del Reglamento de Licencias para incluir licencias al personal que laboren en este tipo de instalaciones como:

- ➔ Controlador de Tránsito Aéreo,
- ➔ Personal de Despacho y,
- ➔ Pilotos

Identificación de las áreas más viables para el establecimiento de hidroaeródromos tomando como base estudios de oleajes y vientos.

Identificación de áreas viables para la instalación de hidroaeródromos tomando como base proyectos turísticos que se encuentren desarrollando en la actualidad o próximos.

BIBLIOGRAFÍA

- Adell, Xavier (2002). Las pistas del futuro. [Electrónico]. El Periódico. <http://www.elperiodico.com> [Recuperado 28 Octubre, 2007 de World Wide Web.]

- Australian Government, Civil Aviation Safety Authority. (2008) Manual of Standards Part 139- Aerodromes, Chapter 2: Application of Standards to Aerodromes, Table 2.1-2: "Aerodrome Reference Codes and Aeroplane Characteristics". (Versión 1.4), pp. 2-4, 2-5,2-6. Australia: Civil Aviation Safety Authority.

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General. (2006) Ley de Aeropuertos DOF 05-07-2006. México: CDHCU Secretaría de Servicios Parlamentarios, Centro de Documentación, Información y Análisis.

- García Cruzado, Marcos. (2000) Ingeniería Aeroportuaria. (2^a Ed.) Pp. 411-416. España: Escuela Técnica Superior de Ingeniero Aeronáuticos.

- Gunston, Bill. (1980) The Illustrated Encyclopedia of Propeller Airliners. EUA: Exeter Books.

- International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities. (2001) Guía de las Ayudas a la Navegación

Marítima (Navguide). (4^a Ed.) España: Ministerio de Fomento, Puertos del Estado.

- Larousse. (1996). El pequeño Larousse Ilustrado. México: Larousse.

- List of seaplanes and flying boats (2008). [Electrónico]. Wikipedia. <http://www.answers.com/topic/list-of-seaplanes-and-flying-boats> [Recuperado el 17 de Febrero, 2008 de Página Web de Answers.com].

- Organización de Aviación Civil Internacional. (2001) Anexo 14 “Aeródromos”, Vol. 1 “Diseño y Operaciones de Aeródromos”. Canadá: OACI.

- Pan Books Ltd London and Sydney. (1980) The Flier 's Handbook Guide to Airports, Aircrafts and Air Travel. Inglaterra: Marshall Editions Ltd.

- Real Academia Española (2001). Diccionario de la Lengua Española - 22.^a Edición. [Electrónico]. Real Academia Española. <http://buscon.rae.es/drae/>.

-Seaplane (2008). [Electrónico]. Wikipedia. <http://www.answers.com/topic/seaplane> [Recuperado el 10 de Febrero, 2008 de Página Web de Answers.com]

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil. (2008) Instructivo Requisitos para la Autorización de Aeródromos, destinados a Servicios Generales o a Servicio Particular, Previo Estudio Técnico. México: SCT, DGAC, Subdirección de Aeropuertos.

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil. (2008) Instructivo Requisitos Técnicos para el Proyecto de los Hidroaeródromos para Aviones Ultraligeros. México: SCT, DGAC, Subdirección de Aeropuertos.

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil. (2008) Tabla Hidroaeródromos de la República Mexicana. México: SCT, DGAC, Subdirección de Aeropuertos.

- Secretaría General de Transportes, Dirección General de Aviación Civil. (2007) Normas para la Solicitud de Establecimiento de Hidroaeródromos Privados Doc637018_4.España: Ministerio de Fomento de la Secretaría General de Transportes.

- U.S Department of Transportation Federal Aviation Administration. (2004) Seaplane, Skiplane, and Float/Ski Equipped Helicopter Operations Handbook FAA-H-8083-23. USA: FAA Flight Standards Service.

APÉNDICES

APÉNDICE A

INSTRUCTIVO

REQUISITOS PARA LA AUTORIZACIÓN DE AERÓDROMOS, DESTINADOS A SERVICIOS GENERALES O A SERVICIO PARTICULAR, PREVIO ESTUDIO TÉCNICO.

Con fundamento en los Artículos 2, fracción IV, 17, 18, 22, 30, 31, 41, 74, 75, 78 de la Ley de Aeropuertos; 16, 17, 18 y demás aplicables del Reglamento de la Ley de Aeropuertos, los interesados deberán presentar la siguiente documentación:

- 1. Solicitud exponiendo la necesidad de contar con esta vía de comunicación, sin omitir nombre, domicilio ni número telefónico con clave lada, dirigida a Dra. Laura López Villarreal, Directora de Aeropuertos, con domicilio en Providencia 807 - 5to. piso, Colonia Del Valle, 03100 México, D.F. y número telefónico / fax 01 (55)-55-23-46 51.*
- 2. Poder Notarial otorgado por el permisionario a favor de la persona que vaya a realizar el trámite ante esta Dirección General, en su caso.*
- 3. Copia certificada del acta de nacimiento y de una identificación oficial vigente (credencial de elector, pasaporte ó cédula profesional) en el caso de persona física ó escritura constitutiva de la sociedad e identificación oficial vigente del administrador único, director general ó equivalente en el caso de persona moral y en cualquier caso, copia certificada del R.F.C. correspondiente.*

4. *Copia certificada del documento que justifique que la SEMARNAT otorgue el permiso de propiedad, posesión ó uso del terreno en que se localice el hidroaeródromo (contrato de arrendamiento ó escritura de propiedad; en los casos de arrendamiento, cesión, comodato, donación, etc., se someterá a la revisión de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes).*
5. *Copia certificada del documento que justifique la propiedad, posesión ó uso del terreno en que se localice el aeródromo (contrato de arrendamiento ó escritura de propiedad; en los casos de arrendamiento, cesión, comodato, donación, etc., se someterá a la revisión de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes).*
6. *Copias certificadas de las declaraciones Fiscales correspondientes a los tres últimos años.*
7. *Copia certificada del alta ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.*
8. *Escrito en donde manifieste el permisionario, bajo protesta de decir verdad, que no se encuentra en el supuesto de quiebra.*
9. *Llenar el formato de requisitos mínimos de seguridad para el aeródromo, debidamente contestado y firmado por el permisionario.*
10. *Escrito en donde manifieste el permisionario ó el administrador general de la empresa, bajo protesta de decir verdad, no estar en el supuesto del Artículo 22 de la Ley de Aeropuertos.*
11. *Constancia de cumplimiento de requisitos en materia de desarrollo urbano, expedida por la autoridad correspondiente en la entidad.*

- 12. Constancia de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de cumplimiento de disposiciones en materia de protección al medio ambiente.*
- 13. Plano de localización a escala, por duplicado, incluyendo: coordenadas geográficas, población más cercana, vías de comunicación, elevaciones (curvas de nivel), etc., se recomienda el uso de cartografía topográfica INEGI escala 1:50,000.*
- 14. Plano general del aeródromo a escala por duplicado.*
- 15. Estudio operacional de trayectorias, con base en el equipo de vuelo que se pretende operar, cuando el aeródromo se localice dentro de un radio de 10.0 millas náuticas, de un aeropuerto controlado.*
- 16. Fotografías de los horizontes de las trayectorias de aproximación y despegue, así como también una aérea.*
- 17. Efectuar el pago de Derechos correspondientes, de conformidad con los Artículos 153 y 154 de la Ley Federal de Derechos en la Comandancia del aeropuerto de la localidad ó en las Oficinas Centrales en Av. Providencia 807 - 3er. Piso Col. Del Valle, 03100 México, D.F., remitiendo los comprobantes de pago al Departamento de Aeródromos y Helipuertos.*
- 18. Coordinar una visita de inspección técnica al aeródromo con personal adscrito a esta Dirección, de conformidad con lo establecido en los Artículos 78 de la Ley de Aeropuertos, 123 de la Ley de Vías Generales de Comunicación y 5to. fracción VII de la Ley Federal de Derechos.*

NOTA: SOLO SERAN VALIDAS PARA EFECTOS DEL TRAMITE, AQUELLAS SOLICITUDES QUE DEN CUMPLIMIENTO EN SU TOTALIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL PRESENTE.

APENDICE B

INSTRUCTIVO

REQUISITOS TECNICOS PARA EL PROYECTO DE LOS HIDROAERODROMOS PARA AVIONES ULTRALIGEROS

De acuerdo a los Artículos 1, 2, 5, 17, 18, 21, 36, 75, Fracción II, 78 de la Ley de Aeropuertos y 1, 3, 17, y 29 del Reglamento de la Ley de Aeropuertos, se enuncian los requisitos para el emplazamiento de hidroaeródromos para aviones ultraligeros:

- 1.- AREA DE AMARRE.- Área equivalente a la posición de estacionamiento en la plataforma de operaciones, debiendo contar con las suficientes de acuerdo a la demanda del lugar.*

Estas áreas servirán para el ascenso y descenso del pasaje y podrá limitarse para estacionar el avión ultraligero o subirlo a una rampa terrestre.

El área de amarre deberá estar limitada en el sentido longitudinal con boyas con franjas amarillas y negras con un ancho de acceso de los usuarios de 2m.

- 2.- CANAL PRINCIPAL.- Representa la franja de aterrizaje-despegue y deberá estar limitado por boyas de color rojo y blanco a cada 50m., debiendo considerarse como mínimo 300m de longitud y un ancho de 20m.*

3.- CANAL DE DESLICE.- Equivalente a al rodaje hacia las áreas de amarre, se encuentra en la prolongación del canal principal y deberá ser delimitado con boyas de color amarillo, con una dimensión mínima de 10m de ancho.

APÉNDICE C



Secretaría General de Transportes
Dirección General de Aviación Civil

NORMAS PARA LA SOLICITUD DE ESTABLECIMIENTO DE HIDROAERÓDROMOS PRIVADOS

El procedimiento de solicitud para el establecimiento de este tipo de instalaciones, cuya utilización está restringida a aeronaves que operen bajo reglas de vuelo visual (VFR) y uso privado, consta de las dos fases que a continuación se exponen:

FASE 1 - CONSULTA PREVIA

Consiste en efectuar una valoración previa sobre la compatibilidad del emplazamiento seleccionado para el hidroaeródromo con relación al espacio aéreo. Para ello, es necesario que el solicitante remita a esta Dirección General de Aviación Civil los datos que a continuación se relacionan:

- Nombre de la instalación.
- Personalidad jurídica del solicitante.
- Uso al que se destinaría la instalación.
- Plano topográfico en el que esté representado el hidroaeródromo, a escala 1:50.000.
- Coordenadas geográficas del emplazamiento. (WGS-84)

La información favorable a esta consulta por parte de la Dirección General de Aviación Civil lo es, exclusivamente, desde el punto de vista de espacio aéreo y no presupone ningún tipo de autorización de la instalación, la cual está condicionada a la presentación y valoración de los documentos y estudios recogidos en la Fase 2 de estas Normas y a su resolución favorable.

FASE 2 – SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN

De acuerdo a lo establecido en la Orden Ministerial n° 1957/66, se presentará por el solicitante o persona debidamente acreditada una **Instancia dirigida al Director General de Aviación Civil** exponiendo el uso al que se destinará la instalación.



Secretaría General de Transportes
Dirección General de Aviación Civil

A la instancia se adjuntará, **por duplicado**, la siguiente documentación.

Documentación administrativa.-

- Nombre de la instalación.
- Documento acreditativo de la personalidad jurídica del solicitante:
 - a) Si el solicitante es una persona física, copia compulsada del documento nacional de identidad (DNI).
 - b) Si el solicitante es una persona jurídica, certificación del registro correspondiente (Mercantil, de Asociaciones, etc.) en el que conste la existencia de la misma, su forma organizativa y societaria, así como la condición o cualidad que, dentro de la misma, ostenta la persona física que presenta la solicitud.
- Documento acreditativo de la disponibilidad de la superficie de agua a utilizar para establecer el hidroaeródromo:
- Autorización de la Administración u organismo público competente de quién dependa la referida superficie.
- Tipo y matrícula de los hidroaviones a utilizar, con especificación de la propiedad de los mismos.
- Relación de los pilotos por los que será utilizado el hidroaeródromo.
- Medio de comunicación que va a emplearse para dar cuenta de las entradas y salidas (Planes de Vuelo).

Documentación técnica.-

Se presentarán **dos ejemplares** de un Estudio Técnico sobre el hidroaeródromo (1), firmado por un Facultativo Aeronáutico y visado por el correspondiente Colegio Oficial (2), que contemple al menos los siguientes aspectos:



Secretaría General de Transportes
Dirección General de Aviación Civil

- Análisis de la viabilidad del emplazamiento.

En este apartado deberá recogerse los resultados sobre:

- Compatibilidad del Espacio Aéreo de acuerdo con el resultado de la Consulta Previa establecida en la Fase 1 de estas Normas.
 - Asimismo, se considerará la compatibilidad del emplazamiento con relación al tráfico aéreo y marítimo de la zona, y con la proximidad de otros aeródromos y núcleos urbanos.
 - Conformidad medioambiental de acuerdo al pronunciamiento del Ministerio de Medio Ambiente sobre la tramitación medioambiental del hidroaeródromo.
- Estudio meteorológico.

A partir de un periodo estadístico de al menos un año, se determinará:

- Rosa de los vientos donde se recoja las frecuencias de los mismos, en %, en función de las distintas intensidades consideradas y para las 16 direcciones de la Rosa.
- Coeficiente de utilización del hidroaeródromo en función de la componente transversal considerada en el Manual de Vuelo de la aeronave estimada.
- Visibilidad y altura de nubes. Cuadro en donde se recoja, en %, el alcance visual horizontal en función de la altura de nubes (vertical), medido en metros.
- Dirección y altura de las olas.
- Coeficiente de utilización del hidroaeródromo (por vientos y corrientes) para las aeronaves a las que esté destinado a servir.



Secretaría General de Transportes
Dirección General de Aviación Civil

- Determinación de la temperatura de referencia del hidroaeródromo.

- Obstáculos.

Se determinarán las características de las superficies limitadoras de obstáculos aplicables establecidas en el Anexo 14 de OACI, efectuando un análisis particular de todos aquellos elementos que constituyen obstáculo y de aquellos otros que sin serlo sean objeto de consideración. En este sentido, se prestará especial atención a líneas eléctricas, torres de antenas, arbolado, viales y, en general, otros objetos singulares del entorno, como mástiles de las embarcaciones (navegando o en sus puestos de atraque), etc.

Así mismo, se efectuará un estudio específico de los sectores de aproximación y ascenso en el despegue del hidroaeródromo.

- Estudio del área de movimiento del hidroaeródromo.

Se realizará un estudio detallado de las características físicas de los canales de amerizaje y despegue, canales de enlace y áreas de amarre y muelles.

Se definirá, calculará y justificará:

- Número y orientación de los canales de amerizaje y despegue.
- Longitud, anchura y profundidad de los canales de amerizaje y despegue en función del hidroavión determinante, corrientes, etc.
- Longitud básica de los canales de amerizaje y despegue.
- Zonas de viraje.
- Longitud, anchura y profundidad de los canales de enlace.
- Áreas de amarre.



Secretaría General de Transportes
Dirección General de Aviación Civil

- Muelles.
- Otros.
- Emplazamiento y características de hangares y edificaciones del hidroaeródromo.
- Ayudas visuales a la navegación.

Consistirá en un estudio de la señalización y balizamiento con que estará dotado el hidroaeródromo, así como la descripción de las características y dimensiones de cada una de las ayudas y señales previstas: ayudas para localización, señalización de los canales, balizas, manga indicadora de viento, situación y dimensiones de esta, etc.

- Medios de extinción de incendios con que va a estar dotado el hidroaeródromo y situación de los mismos.

Su dotación estará en consonancia con lo especificado en el Manual de Servicios de Aeropuertos, parte I "Salvamento y extinción de incendios" de OACI.

- Datos del hidroaeródromo.

Se proporcionará un cuadro resumen con los valores de los parámetros fundamentales de la instalación, debiendo figurar al menos los siguientes:

- Coordenadas geográficas, referidas al sistema geodésico mundial WGS-84, y elevación del punto de referencia del hidroaeródromo.
- Temperatura de referencia del hidroaeródromo.
- Orientación de los canales de amerizaje y despegue respecto de los Nortes Geográfico y Magnético.
- Longitud, anchura y profundidad de los canales de amerizaje y despegue.
- Longitud, anchura y profundidad de los canales de enlace.



Secretaría General de Transportes
Dirección General de Aviación Civil

- Ayudas visuales.
- Número de puestos de amarre.
- Planos. Los planos que deberán acompañar a la documentación técnica serán, como mínimo, los siguientes:
 - Localización a escala 1:200.000.
 - Situación a escala 1:25.000.
 - Emplazamiento y accesos a escala 1:10.000 (3).
 - Sobre un plano topográfico y batimétrico oficial a escala 1:2.000, se representarán las superficies limitadoras de obstáculos, con indicación de las cotas de las rasantes de dichas superficies respecto al nivel del mar, así como, en caso de existir, los elementos o áreas del terreno que perforan las superficies limitadoras de obstáculos.
 - Sobre un plano topográfico y batimétrico oficial se representarán las superficies de aproximación y ascenso en el despegue, con sus correspondientes rasantes, tanto en planta como en alzado, así como el perfil de alturas máximas dentro de los sectores de dichas superficies. Escala (3) horizontal 1:5.000 y vertical 1:250.
 - Plano de configuración del hidroaeródromo a escala 1:2000 (3), en el que estén representados los canales de amerizaje y despegue, canales de enlace, áreas de amarre, muelles, hangares, edificaciones, así como la situación de la manga y servicio de extinción de incendios, punto de referencia, Norte Magnético y Geográfico, límites de contorno del hidroaeródromo, etc.
 - Ayudas visuales para la navegación (señalización) y balizamiento de los canales de amerizaje y despegue y de enlace.
 - Plano batimétrico del hidroaeródromo.



Secretaría General de Transportes
Dirección General de Aviación Civil

Documentación Medio Ambiental.-

Asimismo, de acuerdo con lo estableciendo el apartado 5 del Artículo 1 del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto ambiental, modificado por la Ley 9/2006, de 28 de abril, los proyectos comprendidos en el anexo II (entre los que se encuentran los contemplados en estas Normas) que deban ser autorizados por la Dirección General de Aviación Civil, Ministerio de Fomento, deberán acompañar a la solicitud de establecimiento, y junto con el proyecto requerido (en nuestro caso estudio aeronáutico), **dos copias de un documento ambiental** sobre dicha instalación con el contenido recogido en el citado apartado 5, para que, tras la verificación oportuna, la Dirección General de Aviación Civil lo envíe a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, como órgano medioambiental, al objeto de que dicho órgano dicte la resolución correspondiente o, en su caso, dictamine si el proyecto debe someterse al procedimiento de evaluación ambiental.

Lo establecido anteriormente no será de aplicación a aquellos proyectos para los que las normativas de las comunidades Autónomas, en el ámbito de sus competencias, bien **exijan evaluación de impacto ambiental**, en todo caso, bien hayan fijado umbrales de acuerdo con los criterios del anexo III de la citada Ley (párrafo final del apartado 3 del artículo 1).

Sin el informe positivo, relativo a los requisitos medioambientales contemplados en el citado apartado 5 del artículo 1, que cubra los aspectos relativos tanto a la localización y construcción como a la puesta en servicio de la instalación, no se podrá conceder ninguna autorización por parte de la Dirección General de Aviación Civil.

Por ultimo, se hace constar que las autorizaciones que estos trámites pudieran dar lugar lo son sin perjuicio de los demás permisos, licencias, habilitaciones y otros actos de similar contenido que en su caso se precisen o sean exigibles por cualquier administración pública.

NOTAS



Secretaría General de Transportes
Dirección General de Aviación Civil

- (1) La normativa técnica aplicable para la realización del estudio solicitado será, con carácter general, el Anexo 14 "Aeródromos", volumen I: "Diseño y operaciones de aeródromos" de OACI, y en aspectos particulares, las "Especificaciones de hidroaeródromos para aeronaves pequeñas", de la Dirección General de Aviación Civil.
- (2) Excepto en los casos de obras del Estado, organismos autónomos del Estado y entidades locales, en cuyo caso es suficiente, o bien la intervención de la oficina de supervisión de proyectos de los citados organismos o la aprobación técnica de la entidad correspondiente (Artículo 47.2 del Reglamento de Disciplina Urbanística).
- (3) Las escalas dadas lo son a título orientativo.

APÉNDICE D.

Aeronaves anfibas e hidroaviones

AERONAVE	TIPO	LONGITUD DE CAMPO DE REFERENCIA (m)	ENVERGADURA (m)	MTOW (kg)
Bombardier Canadair CL-415	Casco, Anfibio, Contra incendios	1090	28,6	19848
Bombardier Canadair CL-215	Casco, Anfibio, Contra incendios	980	28,6	17100
DHC-2 Beaver	Flotadores, Anfibio, STOL	381	14,6	2490
DHC-3 Otter	Flotadores, Anfibio, STOL	470	17,7	3628
DHC-6 Twin Otter	Flotadores, STOL	695	19,8	5670
Fleet 80 Canuck	Flotadores, Adiestramiento	300	10,3	
Harbin Shuihong SH-5	Casco, Anfibio, Contra incendios, Patrulla	1230	36	45000
Beriev BE-12P-200	Casco, Anfibio, Contra incendios			
Breguet Br.521 Bizerte	Casco, Militar Reconocimiento	1180	35,18	16600
CAMS 58	Casco, Transporte			
Farman F.160 Goliath	Flotadores, Bombardero	850	26,25	2000
Latécoère 631	Casco, Carguero	1780	57,43	75000
Arado Ar 196	Flotadores, Reconocimiento	400	15	3720
Blohm & Voss BV 222	Casco, Carguero	1450	46	49000
Blohm & Voss BV 238	Casco, Carguero	2000	60,17	100000
Dornier Seawings Seastar	Casco, Anfibio, Civil, Ala parasol	480	17,74	5000
Dornier Do 24	Casco, Anfibio, Búsqueda y Rescate	990	27	18400
Beriev A-40 Albatross	Casco, Anfibio, Patrulla	1300	41,62	86000
Beriev BE-12 Chayka	Casco, Anfibio, Patrulla	1050	29,84	36000
Beriev Be-103	Casco, Anfibio, Civil, Ala delta	570	12,5	5,011
Beriev Be-112	Casco, Anfibio, Civil	860	21,2	11,000
Beriev Be-200	Casco, Anfibio, Civil	1000	32,78	38,000

APÉNDICE E.

Escala Douglas - Estado del oleaje

Grado	Denominación	Altura metros	Descripción	Equivalencia Escala Beaufort
0	Calma	0	La mar está como un espejo.	0
1	Rizada	0-0,2	Mar rizada con pequeñas crestas sin espuma	1-2
2	Marejadilla	0,2-0,5	Pequeñas ondas cuyas crestas empiezan a romper	3
3	Marejada	0,5-1,25	Olas pequeñas que rompen. Se forman frecuentes borreguillos.	4
4	Fuerte Marejada	1,25-2,5	Olas moderadas de forma alargada. Se forman muchos borreguillos.	5
5	Gruesa	2,5-4	Se forman grandes olas con crestas de espuma blanca por todas partes	6
6	Muy Gruesa	4-6	La mar empieza a amontonarse y la espuma blanca de las crestas es impulsada por el viento.	7
7	Arbolada	6-9	Olas altas. Densas bandas de espuma en la dirección del viento y la mar empieza a romper. El agua pulverizada dificulta la visibilidad.	8-9
8	Montañosa	9-14	Olas muy altas con crestas largas y rompientes. La espuma va en grandes másas en la dirección del viento y la superficie del mar aparece casi blanca. Las olas rompen brusca y pesadamente. Escasa visibilidad.	10-11
9	Enorme	> 14	El aire está lleno de espuma y agua pulverizada. La mar completamente blanca. Visibilidad prácticamente nula.	12

APÉNDICE F.

Escala Beaufort - Intensidad del viento

Grado	Denominación	Símbolo	Velocidad		Descripción
			nudos	Km/h	
0	Calma		< 1	< 2	Mar como un espejo.
1	Ventolina		1-3	2-6	Rizos como escamas de pescado, pero sin espuma.
2	Flojito (Brisa muy débil)		4-6	7-11	Pequeñas olas, crestas de apariencia vitrea, sin romperse.
3	Flojo (Brisa débil)		7-10	12-19	Pequeñas olas, crestas rompientes, espuma de aspecto vitreo aislados vellones de espuma..
4	Bonacible (Brisa moderada)		11-16	20-30	Olas un poco largas. Numerosos borreguillos.
5	Fresquito (Brisa fresca)		17-21	31-39	Olas moderadas y alargadas. Gran abundancia de borreguillos y eventualmente algunos rociones.
6	Fresco (Brisa fuerte)		22-27	40-50	Comienza la formación de olas grandes. Las crestas de espuma blanca se ven por doquier. Aumentan los rociones y la navegación es peligrosa para embarcaciones menores.
7	Frescachón (Viento fuerte)		28-33	51-61	La espuma es arrastrada en dirección del viento. La mar es gruesa.
8	Temporal (Viento duro)		34-40	62-74	Olas altas con rompientes. La espuma es arrastrada en nubes blancas.
9	Temporal Fuerte (Muy duro)		41-47	75-87	Olas muy gruesas. La espuma es arrastrada en capas espesas. La mar empieza a rugir. Los rociones dificultan la visibilidad.
10	Temporal Duro (Temporal)		48-55	88-102	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. La superficie de la mar parece blanca. Visibilidad reducida. La mar ruge.
11	Temporal Muy Duro (Borrasca)		56-63	103-117	Olas excepcionalmente grandes (los buques de mediano tonelaje se pierden de vista). Mar completamente blanca. Visibilidad muy reducida.
12	Temporal Huracanado (Huracán)		64-71 >	118-132 >	El aire está lleno de espuma y de rociones. La visibilidad es casi nula.