

PARTE 2

CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO

PARTE 2

CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO

	Indice
2.1. FASES DEL PROYECTO	61
2.2. VIDA UTIL	62
2.3. ELEMENTOS QUE DEFINEN UN AREA DE NAVEGACION Y FLOTACION	62
2.4. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO	64
2.5. CRITERIOS DE VALORACION DE DIMENSIONES GEOMETRICAS	66
2.6. VALORACION DE CASOS ACCIDENTALES	70

2.1.	Vidas útiles mínimas para áreas de navegación o flotación de carácter definitivo (en años)	63
2.2.	Riesgos máximos admisibles E_{max} para la determinación, a partir de datos estadísticos, de valores característicos de las dimensiones que definen el espacio ocupado por los buques	69

PARTE 2

2.1. FASES DEL PROYECTO

2.1.1. Se define como vida de proyecto de un Area de Navegación o Flotación al período de tiempo que va desde el comienzo de su construcción hasta su inutilización, abandono o cambio de uso.

2.1.2. La vida de proyecto se divide en las siguientes fases:

a) FASE DE CONSTRUCCION

Esta fase comprende el período que va desde el comienzo de la construcción del Area de Navegación o Flotación hasta su entrada en servicio.

Dado que las Areas de Navegación y Flotación, por lo que incumbe a esta Recomendación, no se refieren a las características estructurales de sus contornos, no tiene interés el análisis de las Subfases de Construcción que se especifican en la ROM 02.90 referentes a tales estructuras, al quedar ya cubiertas por dicha Recomendación.

La utilización provisional de las Areas de Navegación o Flotación durante su fase de construcción, modificación o mantenimiento, que son supuestos habituales (por ejemplo, realización de un dragado de mantenimiento en un Area de Flotación preexistente) y que si pueden afectar a los espacios de agua disponibles, se considerarán como casos particulares de la Fase de Servicio.

b) FASE DE SERVICIO

Esta fase comprende el período que va desde la puesta en servicio del Area de Navegación o Flotación, completa, hasta su inutilización, abandono o cambio de uso. A dicho período se le denominará también vida útil.

En esta fase se considerarán las siguientes hipótesis de trabajo:

- S1. Condiciones Normales de Operación:
Las Areas de Navegación o Flotación funcionan sin limitaciones, no viéndose afectadas por las condiciones climáticas marítimas o meteorológicas.
- S2. Condiciones Extremas:
Las Areas de Navegación ó Flotación tienen que paralizar o limitar su operatividad mientras subsistan acciones climáticas superiores a los límites de explotación. Esta condición está asociada a las más severas condiciones climáticas para las cuales estarán diseñadas las estructuras de sus contornos.
- S3. Condiciones Excepcionales:
Las Areas de Navegación ó Flotación están sometidos, como consecuencia de accidentes, mal uso o condiciones climáticas o de trabajo excepcionales, a limitaciones extraordinarias no usuales aunque sí previsibles.
- S4. Mantenimiento:
Incluye el mantenimiento de los requerimientos de espacios de agua o aéreos de las Areas de Navegación o Flotación, así como los supuestos asimilables a ello (modificaciones de espacios a causa de cambios de criterios de operación, cambios de usos, etc).

2.1.3. Para el proyecto de las Areas de Navegación o Flotación incluidas en el ámbito de aplicación de estas Recomendaciones se tendrán en cuenta todas las fases, subfases,

e hipótesis de trabajo posibles siempre que afecten al dimensionamiento; teniendo en cuenta que el procedimiento más habitual para resolver las subfases S3 y S4 consistirá en el establecimiento de condiciones más restrictivas para la Operación, acompañadas normalmente de mejoras temporales en el balizamiento, sin necesidad de recurrir a modificaciones en el dimensionamiento de estas zonas.

2.1.4. El Proyectista deberá fijar la duración máxima de cada una de las fases de proyecto que afecten al dimensionamiento, dada su especial significancia en la valoración de:

- Niveles de riesgo/seguridad que se deriven del uso de estas áreas
- Niveles de operatividad asociados al clima marítimo existente en la zona y al tráfico previsible en la fase correspondiente del Proyecto.
- Factibilidad económica del proyecto y de su posibilidad de desarrollo futuro.

2.2. VIDA UTIL

2.2.1. La elección de la vida útil se realizará para cada proyecto ajustándose al tiempo en que se prevé en servicio el Area de Navegación o Flotación que se considere.

Para su determinación se tendrá en cuenta la posibilidad, facilidad y factibilidad económica de modificar su dimensionamiento, la probabilidad y posibilidad de cambios en las circunstancias y condiciones de utilización previstas en el proyecto como consecuencia de variaciones en operaciones o tráfico portuario y la viabilidad de readaptaciones a nuevas necesidades de servicio.

Dado el carácter aleatorio de bastantes de los parámetros que afectan a las condiciones de uso de estas obras marítimas, no es realista la aplicación estricta de los criterios anteriores a obras con vidas previsibles muy cortas. Se adoptarán como mínimo para obras con carácter definitivo y sin justificación específica los valores consignados en la tabla 2.1., en función del tipo de obra y del nivel de seguridad requerido. Se advierte sobre lo inadecuado que puede resultar minorar la Vida Util de este tipo de obras basándose en el argumento de que un dragado posterior puede corregir un infradimensionamiento inicial; si bien un cambio de la profundidad de agua de un área es relativamente sencillo, especialmente si las estructuras de los contornos están dimensionadas para ello, la configuración geométrica en planta de un Area de Navegación o Flotación puede resultar una limitación física prácticamente inalterable durante muchos años.

Cuando se admitan vidas útiles diferenciadas en partes de una misma obra, cada una de ellas deberá ser calculada separadamente en función de la valoración que le corresponda, tomando la precaución de que no se produzcan estrangulamientos no deseados en el conjunto.

2.3. ELEMENTOS QUE DEFINEN UN AREA DE NAVEGACION Y FLOTACION

2.3.1. La definición correcta de un Area de Navegación o Flotación precisa la determinación de los elementos siguientes:

- La configuración geométrica de los espacios de agua y aéreos utilizados, mediante las definiciones precisas en planta y alzado de ejes, alineaciones, curvas, cotas, niveles y cuantos elementos sean necesarios para una determinación inequívoca de tales espacios.
- El balizamiento que se prevea instalar para la identificación «in situ» de tales espacios, cuya definición deberá ser especialmente concreta en el caso de que se haya afinado el dimensionamiento basándose en la precisión de determinadas ayudas a la navegación.
- Las condiciones climáticas marítimas y atmosféricas límites que permitan la utilización de las Areas de Navegación o Flotación en Condiciones Normales de Operación. Estas condiciones podrán ser diferentes según e tipo y dimensiones de los buques, los re-

TABLA 2.1 . VIDAS UTILES MINIMAS PARA AREAS DE NAVEGACION O FLOTACION DE CARACTER DEFINITIVO (en años)

TIPO DE OBRA	NIVEL DE SEGURIDAD REQUERIDO		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Infraestructura de carácter general	25 (15)	50 (25)	100 (40)
De carácter industrial específico	15 (10)	25 (15)	50 (25)

NOTA: Las cifras indicadas entre paréntesis podrán utilizarse cuando se mantengan reservas de espacio en planta y alzado que no constituyan limitaciones físicas prácticamente inalterables, entendiéndose por tales las que obliguen a demoler las estructuras que delimiten sus contornos.

LEYENDA:

INFRAESTRUCTURA DE CARACTER GENERAL:

Areas de Navegación o Flotación de carácter general; no ligadas a la explotación de una instalación industrial o de una sola terminal concreta.

DE CARACTER INDUSTRIAL ESPECÍFICO:

Areas de Navegación o Flotación al servicio de una instalación industrial o de un solo terminal concreta o ligadas a la explotación de recursos o yacimientos de naturaleza transitoria (por ejemplo, puerto de servicio de una industria, cargadero de mineral afecto a un yacimiento concreto, plataforma de extracción de petróleo...).

NIVEL 1:

Areas de Navegación o Flotación en instalaciones de interés local o auxiliares. Pequeño riesgo de pérdidas de vidas humanas o daños medioambientales en caso de accidente.

(Puertos menores sin tráfico de buques con productos contaminantes, inflamables o peligrosos, puertos deportivos, puertos auxiliares para equipos de construcción de obras o para embarcaciones que no tengan que operar en condiciones más desfavorables que las de diseño del puerto auxiliar, etc).

NIVEL 2:

Areas de Navegación o Flotación en instalaciones de interés general. Riesgo moderado de pérdidas de vidas humanas o daños medioambientales en caso de accidente.

(Grandes puertos sin tráfico de productos contaminantes, inflamables o peligrosos o puertos menores que en caso de tener estos tráficos mantengan en todos los accesos y áreas de flotación accesibles a ellos, las distancias de seguridad a núcleos urbanos o espacios de elevado valor medioambiental especificadas por sus reglamentos particulares, etc).

NIVEL 3:

Areas de Navegación o Flotación en puertos e instalaciones de carácter supranacional. Riesgo elevado de pérdidas humanas o daños medioambientales en caso de accidente.

(Grandes puertos con tráfico de productos contaminantes, inflamables o peligrosos debiéndose adoptar los valores mayores de la Vida Util si las Areas de Navegación y Flotación están situadas en zonas urbanas o de elevado valor medioambiental, etc).

molcadores disponibles, o en función de cualquier otra condición particular que se haya definido en cada caso.

- Los requerimientos básicos de remolque que se precise disponer para la utilización de las Areas de Navegación o Flotación por determinados tipos de buque, asociados a las condiciones climáticas en que puedan desarrollarse estas maniobras en Condiciones Normales de Operación.

Un Area de Navegación o Flotación no queda definida, por tanto, solamente por sus características geométricas y su balizamiento, sino también por sus condiciones operativas y por la necesidad o no de utilización de remolcadores u otras ayudas a la navegación, circunstancias que determinan, no sólo el que pueda disponerse de mayores o menores porcentajes de tiempo aptos para la operación de los buques, sino también las propias dimensiones de los espacios de agua requeridos.

2.4. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

2.4.1. El criterio fundamental para la definición y dimensionamiento de los elementos que definen un Area de Navegación o Flotación es la seguridad de las maniobras y operaciones que se desarrollen en ellos, a tal fin, y con independencia de los criterios generales de seguridad especificados en la Tabla 2.1., se recogen en el apartado 2.5 de esta Sección los criterios de riesgo/seguridad recomendados atendiendo a la incidencia y características de cada caso.

Una vez fijados los criterios de seguridad podrá entrarse en un análisis económico de alternativas que determine la solución más idónea para el supuesto que se considere, en el bien entendido que cualquier alternativa que se analice deberá respetar como mínimo los factores de seguridad previamente definidos.

El análisis económico y la posible minoración (o mayoración) de inversiones que se derive de él no debe conllevar en ningún caso una merma de la seguridad, sino una reducción (o incremento) de los tiempos de operatividad de la zona que se considere. Cada Autoridad Portuaria, Propietario o responsable de estas áreas podrá decidir, basándose en consideraciones económicas o comerciales, si, por ejemplo, un canal se draga a una u otra cota en función de las mareas, los oleajes o cualquier otra circunstancia existente en la zona, pero la consecuencia de esta decisión no será que los buques entren con mayor o menor riesgo de tocar fondo, sino que el canal permanecerá más o menos tiempo abierto para determinadas operaciones. El análisis económico contrapone por tanto inversión a operatividad, pero no inversión a riesgo, ya que los requerimientos de seguridad recomendados deben mantenerse en todo caso.

2.4.2. El procedimiento recomendado para efectuar los diferentes estudios que conducen a la definición de un Area de Navegación o Flotación es el siguiente:

- 1.º Determinar la Vida Útil, en función del tipo de Obra que se trate y de los Niveles de Seguridad requeridos, así como los Riesgos máximos admisibles según los criterios que se definen en esta Recomendación.
- 2.º Establecer las características de la flota de buques que operará en la zona en los diferentes años horizonte que vayan a considerarse dentro de la Vida Útil; en general se dispondrá de varias hipótesis de configuración de la flota atendiendo a las previsiones de tráfico.

Según sea la complejidad del procedimiento de dimensionamiento que se adopte de los definidos en esta Recomendación, podrá ser suficiente con concretar los buques más desfavorables, o será necesario conocer la composición de la flota por tramos, estableciendo los buques más representativos de cada tramo.

- 3.º Cuantificar el número de operaciones de buques que se prevé efectuar en los diferentes años horizonte. Según la complejidad del método que se utilice puede ser necesario conocer solamente el número de operaciones de los buques más desfavorables o el de todos los buques, desglosando esta información en el mismo número de tramos que se haya utilizado en el apartado anterior.

Para la realización de este estudio generalmente bastará con información acumulada de carácter anual, a no ser que los fenómenos de estacionalidad de tráfico o de

presencia de condiciones climáticas u otros, aconsejen utilizar períodos de evaluación más reducidos (semestrales, trimestrales, etc.).

- 4.° Prefijar las condiciones climáticas marítimas y atmosféricas límites para las distintas maniobras de buques que puedan desarrollarse en la zona que se considere. Estas condiciones podrán ser diferentes para los distintos tipos de buques o incluso variarse para un mismo tipo de buque según tamaños o características de los mismos.

En ausencia de criterios al respecto, se recogen en esta Recomendación las condiciones climáticas que suelen utilizarse habitualmente como límites de operación para las maniobras de buques que pueden realizarse en las diferentes áreas. En caso de utilizarse valores no contrastados por la experiencia local deberá verificarse previamente su idoneidad para el caso concreto que se analice.

- 5.° Prefijar las condiciones operativas de los buques asociados a las maniobras que se consideren en cada zona. Para los procedimientos más sencillos de análisis recogidos en esta Recomendación será necesario precisar aspectos muy elementales (velocidad del buque, porcentaje de carga, etc.); para los análisis más complejos habrá que tomar otros muchos factores relativos a la navegación del buque.

Como parte de este proceso se establecerá la asistencia o no de remolcadores en algunas de las maniobras, evaluándose los requerimientos mínimos que deberán satisfacer en función de las características de los buques, del emplazamiento, de las condiciones medioambientales límites de operación, etc.

- 6.° Efectuar el dimensionamiento geométrico del área que se analice tomando en consideración los sistemas de balizamiento y ayudas a la navegación que se prevea desarrollar al respecto. En la realización de este dimensionamiento podrá seguirse, según esta Recomendación, dos procedimientos:

— *Determinístico*

Con este método la dimensión geométrica de las diferentes áreas en planta y alzado, se calcula por adición de varios factores que, en la mayor parte de los casos, ya sea mediante tabulaciones o formulaciones matemáticas, conducen a un resultado concreto y cierto. Esta terminología se mantiene aunque las tablas y formulaciones matemáticas sean reflejo de análisis estadísticos y aunque en algunas de las variables se mantenga un tratamiento estadístico de las mismas que permita asociar el dimensionamiento al riesgo que se haya fijado para el diseño.

En este procedimiento determinístico los factores de seguridad son uno más de los sumandos que intervienen en la cuantificación de las dimensiones geométricas y en su valoración, así como en la de otros factores, se toman en consideración aspectos asociados al riesgo, con lo cual el dimensionamiento resultante puede ajustarse a las características específicas de cada caso.

— *Semiprobabilístico*

En este procedimiento el dimensionamiento geométrico se basa fundamentalmente en el análisis estadístico de la ocupación de espacios por los buques en las diferentes maniobras que se consideren, lo que permite asociar con mayor precisión matemática el dimensionamiento resultante al riesgo previamente establecido en cada caso.

La aplicación práctica de este método obliga a realizar estudios en simulador, ensayos a escala reducida o mediciones en tiempo real, que permitan disponer de una base de datos estadísticos suficientemente representativa para la fiabilidad del método.

En este procedimiento los factores de seguridad podrían introducirse en el propio análisis estadístico, sin más que exigir unas probabilidades de excedencia o unos riesgos más reducidos; sin embargo, en homogeneidad con otras Recomendaciones del programa ROM, que utilizan el sistema de coeficientes parciales de seguridad, se ha optado por introducir la seguridad como un resguardo adicional a considerar en las dimensiones correspondientes (planta o alzado), valorado con los mismos criterios del método determinista. De esta manera se homogeneizan los dos procedimientos, ya que ambos valoran por diferentes sistemas e espacio ocupado por los buques en condiciones homogéneas, y sobre estos espacios se incrementan los recomendados como márgenes de seguridad.

Asimismo y en el caso de que los simuladores o modelos no permitan tomar en consideración algunos otros factores que afecten al dimensionamiento (balizamiento, aterramientos, etc) se adoptarán los mismos procedimientos de valoración que en el método determinístico.

El procedimiento semiprobabilístico permitirá conocer con mayor precisión que el determinístico el riesgo asociado a unas dimensiones geométricas y, en consecuencia, permitirá afinar más el diseño. El método determinístico no permitirá cuantificar el riesgo en los mismos términos numéricos, lo cual no implica que este riesgo no esté considerado adoptando valores del lado de la seguridad basados en experiencias de proyectos similares. Con el análisis determinístico podrán resolverse la totalidad de los casos a nivel de estudios previos, anteproyectos, estudios económicos, etc e incluso podrá utilizarse para el proyecto definitivo siempre que se adopten las normas de buena práctica en el diseño y operación del Área de Navegación o Flotación que se recogen en esta Recomendación. El método semiprobabilístico, con el consiguiente recurso al estudio en simuladores o procedimientos similares, será necesario cuando se trate de casos especiales, sobre los que se alerta a lo largo de esta Recomendación, o cuando en casos normales se quiera optimizar el diseño, en sentido amplio, de los elementos que definen el Área de Navegación o Flotación.

- 7.º Determinar en función de las condiciones climáticas límites que se hayan fijado para la operación en Condiciones Normales, los tiempos en los que el Área de Navegación o Flotación permanecerá cerrada por encontrarse «bajo mínimos», utilizando para ello los Regímenes Medios o funciones de distribución de la frecuencia de presentación de las variables que se consideren. En los casos en que la operatividad del área sea sensible no sólo a estos tiempos de cierre expresados en porcentajes sobre el tiempo total, sino también a la duración que pudieran tener estos períodos de inactividad, será necesario disponer de los Regímenes de Duración de las diferentes variables que se contemplen (se define duración de un determinado valor umbral del parámetro o de la variable en un intervalo de tiempo, al tiempo que transcurre entre dos pasos consecutivos de su valor por aquel valor umbral).
- 8.º En el caso de que se desee efectuar un estudio económico del proyecto, que asocie la operatividad del Área de Navegación o Flotación a las inversiones realizadas, tal estudio se efectuará tomando en consideración que la paralización efectiva de la zona exigiría no sólo que ésta se encontrase «bajo mínimos» climáticos sino también que en esas circunstancias existiese una demanda de utilización de tales espacios por los buques que pudieran acceder a la zona, para lo cual será necesario considerar la probabilidad de presentación conjunta de ambos sucesos, utilizando para ellos los análisis efectuados según los puntos 7.º y 3.º de este apartado.

En el supuesto de que de este análisis se concluyese la inviabilidad del proyecto (ya sea por el elevado volumen de inversiones, o por los costos ocasionados por la paralización efectiva del área, o por otras razones asociadas al nivel de servicio mínimo que quisiera establecerse para esa zona en concreto), se estudiarían soluciones alternativas que podrían modificar todos o algunos de los elementos que definen el Área de Navegación o Flotación, por ejemplo, reducir los límites de operación en condiciones Normales con lo que se conseguiría un proyecto más económico aunque con un peor nivel de servicio, o mejorar la dotación de remolcadores para permitir la operación en condiciones más desfavorables, lo que mejoraría el nivel de servicio aumentando la inversión en ayudas a la navegación, etc.

El criterio básico para el estudio de estas alternativas y para la selección al final de la más idónea en cada caso, es que en cualquiera de ellos se mantengan los criterios de seguridad adecuados al Área que se considere, ya que, como se indicó anteriormente la optimización económica nunca debe conllevar una merma de la seguridad requerida.

2.5. CRITERIOS DE VALORACION DE DIMENSIONES GEOMETRICAS

2.5.1 La definición geométrica de las Áreas de Navegación y Flotación está basada en el conocimiento de los espacios ocupados por los buques, que dependen de:

- El propio buque y los factores que afectan a sus movimientos.
- El nivel de las aguas y los factores que afectan a su variabilidad.

Para que la navegación se efectúe en condiciones de seguridad, estos espacios ocupados por el buque deberán tener cabida suficiente dentro de los espacios físicos disponibles en el emplazamiento, para lo cual será necesario tomar en consideración los factores de incertidumbre relacionados con el contorno (suelo, paramentos, otros buques navegando o en flotación, elementos que afecten a los gálibos aéreos, etc).

2.5.2. Con objeto de mantener un adecuado margen de seguridad, se precisa disponer de unos espacios adicionales entre los requeridos por los buques y los disponibles según las condiciones de contorno del emplazamiento, que se introducen para tener en cuenta, entre otros, los factores que no pueden ser modelizados adecuadamente en los procesos de cálculo, el grado de fiabilidad estadística de los datos de partida, la incertidumbre en los métodos de determinación del comportamiento del buque, etc.

Los coeficientes de seguridad de otras Normas y Recomendaciones de dimensionamiento son, por tanto, aquí, Márgenes o Resguardos de Seguridad y se trata por tanto de espacios adicionales que deben añadirse a los requeridos por los buques, para verificar que estos espacios, suma de ambos, tienen cabida en los espacios disponibles en el emplazamiento. La relación de verificación de los requisitos de seguridad para las dimensiones de un Área de Navegación o Flotación, vendrá expresada así por:

$$X_e \geq X_b + X_s$$

en donde:

X_e = Espacio disponible en el emplazamiento

X_b = Espacio ocupado por el buque

X_s = Resguardo de Seguridad

2.5.3. La valoración de espacios se efectuará cuantificando las dimensiones geométricas de las superficies exteriores que delimitan sus contornos. Para cada una de estas dimensiones geométricas (que podría ser una altura o una anchura) se utilizará como Valor Representativo su Valor Característico (X_k), que se define como aquel valor de la dimensión asociado a una probabilidad de excedencia durante la vida de proyecto asignada a cada una de las Fases e Hipótesis de Trabajo.

Dado que la verificación de la Seguridad no se introduce mayorando los Valores Característicos de las dimensiones mediante un factor multiplicador, sino introduciendo unos Márgenes o Resguardos de Seguridad adicionales, la comprobación de la seguridad quedará así expresada por:

$$X_{ek} \geq X_{bk} + X_{sd}$$

en donde:

X_{ek} = Valor característico de la dimensión que define el espacio disponible en el emplazamiento

X_{bk} = Valor característico de la dimensión que define el espacio ocupado por el buque

X_{sd} = Resguardo de seguridad aplicable a la dimensión que se considera (anchura, profundidad, gálibo, etc.)

2.5.4. Para la valoración de los Resguardos de Seguridad se tomará en consideración los diferentes supuestos de riesgo que pueden presentarse atendiendo a la siguiente tipología de modos de fallo o Estados Límite Últimos (ELU):

- Colisión entre embarcaciones en navegación.
- Colisión de una embarcación en navegación con un objeto flotante (embarcación fondeada o amarrada, boya, etc.).
- Impacto de un buque con un objeto fijo rígido (muelle, pila o tablero de un puente, etc.).
- Contacto de un buque con el fondo o taludes del suelo, tomando en cuenta la naturaleza de éste, así como la posibilidad de que se produzca una varada.

En los capítulos VII y VIII se establecen los Resguardos de Seguridad recomendados, en función de la naturaleza del Area que se considere y de los riesgos que pueden presentarse en cada caso.

2.5.5. Los valores característicos de las dimensiones que definen el emplazamiento se determinarán por su valor nominal donde sea conocido o pueda garantizarse; en ausencia de datos podrá determinarse mediante un análisis estadístico, adoptando el valor que minimiza el espacio de agua o aéreo disponible correspondiente al 1 % de probabilidad de excedencia con un intervalo de confianza del 95%. A reserva de estudios específicos podrá suponerse que las dimensiones se ajustan a una distribución normal. Asimismo se tomará en consideración los errores que puedan provenir del sistema de medición y registro de datos.

En el capítulo VII se establecen recomendaciones específicas al respecto en relación con la Profundidad de agua, dado que es la dimensión del emplazamiento cuyo conocimiento tiene una especial transcendencia a los efectos de esta Recomendación.

2.5.6. Los valores característicos de las dimensiones que definen el espacio ocupado por los buques se determinarán, en la medida que sea posible, a partir de datos estadísticos, adoptando el valor asociado al nivel de riesgo admisible (E), que se define como la probabilidad de que se produzca al menos un fallo (contacto, varada, impacto o colisión tal como se describen en el apartado 2.5.4) de al menos un buque durante la vida útil de la fase del proyecto que se analice (L_f).

Los máximos riesgos admisibles para la Fase de Servicio se recogen en la Tabla 2.2. Para la Fase de Construcción se adoptarán los mismos riesgos admisibles, a no ser que se justifique que puedan ser menores.

En la actualidad no se dispone de estudios estadísticos de fallos que permitan calcular dimensiones basándose en el Régimen Extremal de la variable que se considere, por lo que será necesario recurrir a procedimientos que permitan calcular el Riesgo, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- La Vida útil (L_f) del Area y fase que se analiza.
- El número de buques por año (N_a) que se prevé operarán en el año medio representativo de toda la Vida Util del área y fase que se analiza.
- La frecuencia de presentación de los buques, desglosado en tipos o categorías de características homogéneas en relación con sus condiciones de maniobrabilidad para el caso que se analiza (f_{bi}). A este respecto en el Capítulo III se establece una clasificación de los buques en función de sus características de maniobrabilidad, recomendándose establecer en cada grupo varios subgrupos según sus dimensiones y condiciones de carga. De cada subgrupo que así se considere se adoptará el buque más desfavorable como representativo de todos ellos. Esta frecuencia de presentación se expresará en «tanto por uno» en relación con el número de buques por año « N_a » que se prevé operarán en el año medio representativo de toda la Vida Util y Fase que se analice.
- La frecuencia de presentación de las condiciones de operatividad en las que puedan desarrollarse las maniobras que se analicen. Para una correcta evaluación del Riesgo se recomienda establecer varios subgrupos hasta alcanzar las condiciones límite que definan las Condiciones Normales de Operación, determinando la frecuencia de presentación de cada uno de estos subgrupos (f_{oj}). De cada subgrupo que así se considere, se adoptarán las condiciones operativas más desfavorables de su límite superior como representativas de todo el intervalo. Esta frecuencia de presentación se expresará en «tanto por uno» en relación con el año medio.

Para la configuración de estos subgrupos de condiciones de operación se tomará en consideración la posible interdependencia de las variables (por ejemplo oleajes asociados a vientos o corrientes asociadas a condiciones de marea).

- El Número probable de maniobras de cada tipo de buque asociada a unas determinadas condiciones de operatividad que se prevé realizar durante toda la Vida Util del Area que se analiza. Este número de maniobras (N_{ij}) será:

$$N_{ij} = f_{bi} \cdot f_{oj} \cdot L_f \cdot N_a$$

TABLA 2.2. RIESGOS MAXIMOS ADMISIBLES E_{max} PARA LA DETERMINACIÓN, A PARTIR DE DATOS ESTADÍSTICOS, DE VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS DIMENSIONES QUE DEFINEN EL ESPACIO OCUPADO POR LOS BUQUES

a) RIESGO DE INICIACIÓN DE AVERIAS

		POSIBILIDAD DE PERDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
REPERCUSION ECONOMICA EN CASO DE FALLO (ELU) <i>Indice : $\frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$</i>	BAJA	0,50	0,30
	MEDIA	0,30	0,20
	ALTA	0,25	0,15

b) RIESGO DE DESTRUCCION TOTAL

		POSIBILIDAD DE PERDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
REPERCUSION ECONOMICA EN CASO DE FALLO (ELU) <i>Indice : $\frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$</i>	BAJA	0,20	0,15
	MEDIA	0,15	0,10
	ALTA	0,10	0,05

Se adoptará como riesgo máximo admisible el de iniciación de averías o el de destrucción total atendiendo a la importancia de los daños sobre él o los buques afectados y a la incidencia que estos daños puedan ocasionar en la operación del área que se analiza o de otras zonas afectadas por ella.

En el caso de que los daños previsibles para los buques no afecten significativamente a su navegabilidad o cuando las consecuencias del fallo no conlleven la interrupción del tráfico marítimo general de la zona por períodos superiores a 2 días en el caso de puertos o instalaciones de carácter supranacional, 5 días en el caso puertos e instalaciones de interés general o 10 días en el resto de los casos, podrán adoptarse los valores de riesgo correspondientes a iniciación de averías. En los demás casos se adoptarán los valores correspondientes al riesgo de destrucción total.

LEYENDA:

• POSIBILIDAD DE PERDIDAS HUMANAS

- Reducida: Cuando no es esperable que se produzcan pérdidas humanas en caso de accidente.
- Esperable: Cuando es previsible que se produzcan pérdidas humanas en caso de accidente.

• REPERCUSION ECONOMICA EN CASO DE FALLO

$$\text{Indice } r_e = \frac{\text{Coste de pérdidas directas e indirectas}}{\text{Inversión}}$$

- BAJA: $r_e \leq 5$
- MEDIA: $5 < r_e \leq 20$
- ALTA: $r_e > 20$

en esta expresión el producto $L_f \cdot N_a$ representa el número total de operaciones de buques que se prevé realizar durante toda la Vida Útil que se considere.

- La probabilidad de excedencia (p_{ij}) de que un espacio cualquiera (X_o) sea sobrepasado por un buque del tipo (i) en las condiciones de operatividad del intervalo (j), en el desarrollo de una maniobra independiente, es decir:

$$P_{ij} = P_{ti}(X_n > X_o)$$

Para la valoración de espacios que dependan de variables de las que exista una amplia base estadística (por ejemplo los movimientos verticales de un buque debidos al oleaje) podrán utilizarse las leyes de distribución estadística contrastadas por la experiencia. En los casos en los que no exista esta base estadística (por ejemplo la ocupación de espacio en planta en maniobras de buques efectuadas en tiempo real) será necesario definir estas distribuciones estadísticas, para lo cual se establecen recomendaciones específicas en los Capítulos VIII y IX.

Conocidos los datos anteriores y prefijado un valor de la variable (X_o), la determinación del Riesgo (E_{ij}) asociado a la operación de los buques de tipo (i) en las condiciones de operatividad del intervalo (j) será:

- Para vidas útiles $L_f \geq 10$ años

$$E_{ij} = 1 - (1 - p_{ij})^{N_{ij}}$$

- Para vidas útiles L_f comprendidas entre 1 y 10 años puede aplicarse la siguiente simplificación de la fórmula anterior

$$E_{ij} = 1 - e^{-N_{ij} \cdot p_{ij}}$$

El riesgo asociado a todos los buques y a todas las condiciones de operatividad previstas en las Condiciones Normales de Operación, será:

$$E = 1 - \prod_{ij} (1 - E_{ij})$$

siendo \prod_{ij} el producto de todos los valores correspondientes a todos los tipos de buques en todos los intervalos de condiciones de operatividad.

En el supuesto de que este riesgo así calculado sea superior al máximo admisible (E_{max}), será necesario considerar un nuevo valor de la variable (X_o) hasta conseguir este ajuste; este proceso también será necesario realizarlo en el caso de que el riesgo calculado sea sensiblemente menor del máximo admisible ya que en caso contrario se estarían sobredimensionando los espacios.

2.6. VALORACION DE CASOS ACCIDENTALES

Se entienden por Casos Accidentales, aquellos supuestos de carácter fortuito o anormal que no provienen de las meras dificultades de gobierno del buque en Condiciones Normales de Operación. Cabría citar entre ellos los fallos en la máquina o el timón del buque, averías en la actuación de los remolcadores, roturas de cabos de amarre, etc.

Pueden considerarse como supuestos de carácter variable con pocas probabilidades de actuación, o que presentan pequeñas duraciones de manifestación a lo largo de la Vida Útil del área que se considere, pero que, de producirse, su efecto puede ser significativo para la seguridad.

Si bien estos casos accidentales no deben ser la base para el dimensionamiento de los elementos de las Areas de Navegación y Flotación, se aconseja contemplar la incidencia de estos supuestos en el dimensionamiento, tomando en consideración que en estos casos los Márgenes de Seguridad podrán ser reducidos o eliminados según la valoración que, en cada caso, se haga de las consecuencias del accidente.