

**PARTE 1**

**GENERAL**

**Indice**

1.1. AMBITO DE APLICACION .....	17
1.2. CONTENIDO .....	17
1.3. DEFINICIONES .....	18
1.4. SISTEMA DE UNIDADES .....	22
1.5. NOTACIONES .....	22
1.6. REFERENCIAS DOCUMENTALES .....	22



## **PARTE 1**

## **TABLAS** **Indice**

1.5.1.	Notaciones, abreviaturas y símbolos convencionales fundamentales utilizados en estas Recomendaciones .....	25
--------	--	----



**1.1. AMBITO DE APLICACION**

Las Recomendaciones para la consideración de Acciones Climáticas II: Viento (ROM 0.4.) serán de aplicación en la planificación, proyecto y construcción de todas las obras marítimas y portuarias cualquiera que sea su clase o destino, y los materiales y elementos empleados en su construcción. A estos efectos, se consideran obras marítimas y portuarias aquellas construcciones, estructuras y elementos estructurales ubicados en zonas marítimas o portuarias, o en cualquier otra pertenencia del dominio público marítimo-terrestre, siempre que permanezcan en situación estacionaria en fase de servicio, tanto en forma fija como flotante. De igual modo, estas Recomendaciones serán también de aplicación a aquellas instalaciones, equipamientos, y elementos o fases auxiliares de construcción que puedan afectar a la seguridad o correcto funcionamiento, tanto en fase de servicio como en fase de construcción, de las obras marítimas y portuarias que reúnan los requisitos indicados en el párrafo anterior.

Asimismo, el ámbito de aplicación de estas Recomendaciones se extiende a todos aquellos aspectos funcionales ligados a la actividad portuaria y a la navegación como: la definición de criterios, condiciones de explotación y niveles de operatividad de instalaciones, equipos, puertos y terminales; el estudio de procesos litorales y de dispersión de contaminantes y productos de dragado; y la evaluación de los niveles de dificultad y seguridad de una ruta de navegación o de una maniobra del buque.

Subsidiariamente, en la medida que no haya normativa oficial al respecto o la vigente no contemple todos los aspectos necesarios, también su aplicación podrá generalizarse al campo de la edificación y a otros campos de la ingeniería civil cualquiera que sea la localización de las construcciones.

**1.2. CONTENIDO**

Las presentes Recomendaciones reúnen toda la información y criterios necesarios para la completa caracterización y definición de la acción del viento que actúa sobre cualquier tipo de construcción, instalación, estructura o elemento estructural independientemente de su localización; desarrollando ampliamente aquellos aspectos que son particularmente relevantes para las obras marítimas y portuarias o, en general, para la actividad portuaria y la navegación.

Asimismo, con objeto de facilitar la aplicación práctica de estas Recomendaciones en las condiciones locales y climáticas españolas, se incluye en forma de Mapas de Viento y Atlas de Viento la caracterización media y extremal del viento en el litoral y mar territorial españoles.

La ROM 0.4-95 para la consideración de acciones climáticas II: Viento se estructura en 3 partes y dos anejos:

**PARTE 1. GENERAL.** Incluye todos los aspectos generales necesarios para la correcta aplicación y comprensión de la Recomendación: ámbito de aplicación, descripción general de su contenido, definiciones, unidades utilizadas, notaciones y simbología, y documentación básica de referencia.

**PARTE 2. CARACTERIZACION DEL VIENTO.** Incluye todos los aspectos necesarios para el conocimiento, descripción y caracterización estadística del viento como fenómeno natural tanto en periodos de corta duración (*Estados de Viento*) como en periodos largos de tiempo (*relaciones estadísticas medias y extremales para la predicción*).

**PARTE 3. CARGAS DE VIENTO.** Se fijan los criterios generales para la valoración de la acción del viento, incidiendo especialmente en la determinación de los valores representativos y de cálculo de dicha acción. Se incluye la definición y parametrización de cada uno de

los tipos de cargas debidas a la acción del viento sobre las diversas tipologías y disposiciones estructurales, instalaciones, equipos y flotadores (*fuerzas de presión y fuerzas de rozamiento*), así como los criterios de obtención y de actuación de las mismas. Se analiza la posibilidad de efectos dinámicos debidos a la acción del viento, describiendo los diversos tipos que pueden presentarse, cuantificando su importancia e indicando cuándo y de qué forma deben considerarse en el cálculo.

ANEJO I. ATLAS DE VIENTO EN EL LITORAL ESPAÑOL. Se incluyen las relaciones estadísticas que permiten la caracterización media y extremal del viento en el litoral y mar territorial españoles, obtenidas a partir del análisis estadístico de toda la información disponible tanto instrumental como obtenida desde buques en ruta. Se analizan las características técnicas de la información analizada y la validez de los resultados obtenidos.

ANEJO II. METODO SIMPLIFICADO PARAMETRICO DE PREVISION DE OLEAJE DE VIENTO. Se incluye el método simplificado paramétrico de previsión de oleaje de viento SPM (*Shore Protection Manual/1984*) tanto para aguas profundas como para profundidades reducidas, así como los criterios técnicos imprescindibles para la determinación de los datos de partida necesarios para su aplicación (*longitud del fetch, características del viento generador y profundidad del agua*). El objeto de incluir este anejo en esta Recomendación, cuyo contenido se desarrollará más ampliamente en la ROM 0.3. Oleaje, es dotar al usuario de la ROM 0.4 de una herramienta rápida que le permita estimar el oleaje generado por el viento de cálculo en dársenas, rías, embalses y demás zonas de fetch corto en las que generalmente no existe información de oleaje disponible, y donde la acción del oleaje está estrecha y directamente ligada al viento de proyecto.

### 1.3. DEFINICIONES

Unicamente se definen expresamente en este apartado los términos más específicos de las presentes Recomendaciones. Para otros términos de carácter más general y sólo ocasionalmente utilizados en la ROM 0.4-95, y por tanto no incluidos en la presente relación, deberá recurrirse a las definiciones contenidas en otros documentos ROM, y en particular al apartado correspondiente de la ROM 0.2-90. Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.

- ACCION O CARGA: toda causa o agente actuante capaz de generar estados tensionales o deformaciones tanto en las estructuras como en el terreno.
- ACCION DINAMICA: una acción tendrá la consideración de carga dinámica si su aplicación induce aceleraciones significativas en la totalidad de la construcción, en elementos estructurales diferenciados de la misma, o en el terreno.
- ACCION ESTATICA: acción cuya actuación no genera aceleraciones significativas ni en el terreno ni en las estructuras.
- ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE: parámetro representativo de las características del oleaje. Se define, a partir de discretizar un registro de oleaje en olas individuales según el Método de Paso por Cero, como la media aritmética de las alturas de ola del tercio de olas más alta del registro; o bien, a partir del espectro de oleaje, como cuatro veces la raíz cuadrada del área encerrada por la función de densidad espectral del oleaje.
- ANEMOGRAMA: representación gráfica de un registro de las componentes horizontales de las velocidades y direcciones instantáneas del viento en un punto determinado.
- ANTICICLON: centro de altas presiones.
- ATMOSFERA LIBRE O REGION GEOSTROFICA: zona situada por encima de los 200-1000 metros de altura sobre la superficie de la tierra en la que los efectos friccionales de contorno son despreciables frente a las fuerzas de presión e inerciales que intervienen en la formación del viento, dando como resultado un flujo de viento esencialmente laminar. En esta zona el vector velocidad de viento es constante e independiente de la altura.
- BARLOVENTO: parte de donde procede el viento, con respecto a un punto o zona determinado.

- CAPA LIMITE PLANETARIA: zona situada entre la superficie del terreno y los 200-1000 metros de altura sobre la misma, en la que el equilibrio resultante en la atmósfera libre entre las fuerzas de presión e inerciales que intervienen en la formación del viento se ve modificado significativamente por la influencia de las fuerzas de arrastre inducidas por la superficie terrestre y por las diferencias de temperatura entre el aire y la superficie terrestre, dando como resultado flujo de viento turbulento. Esta capa está formada por dos subcapas: la capa de transición o región de Ekman y la capa límite superficial.
- CAPA LIMITE SUPERFICIAL: subcapa de la capa límite planetaria situada entre la superficie del terreno y los 100 metros de altura sobre la misma.
- CARGA FRECUENCIAL: acción que actúa sobre la estructura de forma cíclica según intervalos regulares de tiempo, o de forma irregular como combinación de cargas cíclicas de características diferentes.
- CARGA VARIABLE: carga cuya magnitud o posición puede sufrir alteraciones durante la fase de proyecto que se analiza.
- CICLON O BORRASCA: centro de bajas presiones.
- CLIMA MARITIMO: caracterización del oleaje en periodos largos de tiempo o descripción estadística de la variación en el dominio del tiempo de los Estados de Mar en un emplazamiento dado.
- COEFICIENTE DE SEGURIDAD O DE MAYORACION DE CARGAS: factor multiplicativo de los valores representativos de las acciones para obtener los valores de cálculo.
- CURVA DE ESTADOS DE VIENTO: función continua que representa la evolución de un determinado parámetro representativo del Estado de Viento (*en particular la velocidad media del viento*) a lo largo del tiempo en un punto determinado.
- CONDICIONES EXTREMAS: situación de una instalación o estructura asociada a las más severas condiciones medioambientales o climáticas de proyecto. Mientras subsistan estas condiciones la instalación debe paralizar o limitar su operatividad.
- CONDICIONES NORMALES DE OPERACION: estado en el que una instalación funciona sin limitaciones, no viéndose afectada su explotación u operatividad por las condiciones medioambientales o climáticas. A efectos del proyecto esta condición está asociada a las condiciones límite de operatividad de la instalación.
- DATOS INSTRUMENTALES DE VIENTO: datos de viento procedentes de medidas instrumentales o registros efectuados tanto en estaciones en tierra como en estaciones marítimas estacionarias, fijas o flotantes.
- DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA O FUNCION ESPECTRAL DEL VIENTO: función que representa la distribución de energía cinética por unidad de masa y por intervalo de frecuencia que se da en un Estado de Viento en un punto determinado, asociada a la componente longitudinal de la velocidad de fluctuación del viento.
- DESPLAZAMIENTO: peso total de un buque a plena carga. Equivale al peso del volumen de agua desplazada por el buque.
- ESLORA: longitud máxima del casco del buque de proa a popa.
- ESTADO DE VIENTO: situación temporal/espacial del viento en la cual puede suponerse el fenómeno como energética y estadísticamente estable; es decir el tiempo durante el cual se puede considerar que los factores que afectan al viento (*generación y disipación*) en un área dada se mantienen en equilibrio. Representa, por tanto, cada una de las situaciones en las que se puede separar la continua evolución del viento.
- ESTADOS LIMITES: aquellos estados o situaciones de la estructura, o de partes de la misma, que de alcanzarse y excederse ponen a la estructura fuera de uso por incumplimiento de las condiciones tensionales o funcionales límite preestablecidas.
- ESTADOS LIMITES DE UTILIZACION O DE SERVICIO: aquellos estados o situaciones que suponen que una estructura o elemento estructural deja de cumplir los requisitos de calidad establecidos en el proyecto (*criterios funcionales, estéticos, de*

*durabilidad, ...*), aunque ello no implique su ruina o puesta fuera de servicio de forma inmediata.

- ESTADOS LIMITES ULTIMOS: situaciones que suponen la puesta fuera de servicio de una determinada obra, estructura o elemento estructural como consecuencia de rotura, hundimiento, pérdida de estabilidad o cualquier otra forma de fallo.
- FASES DE PROYECTO: etapas o situaciones diferenciadas en las cuales se divide normalmente la vida de proyecto de una estructura o instalación.
- FETCH: se define como fetch correspondiente a un punto de observación o previsión a la superficie de agua en la que actúa viento capaz de generar oleaje en el que alguna de sus componentes llege al punto de observación. Queda generalmente determinado por el parámetro longitud del fetch, definido simplificadaamente como la longitud del área de generación en la dirección principal de actuación del viento generador.
- FRANCOBORDO: altura máxima de la sección transversal emergida del casco de un buque o flotador, medida en las bandas del mismo. Depende del estado de carga del flotador.
- FRECUENCIA DE PICO: frecuencia para la cual la función de densidad espectral alcanza su máximo valor (*pico*).
- HETEROGENEIDAD TOPOGRAFICA LOCAL: accidentes topográficos aislados de escala local.
- ISOBARA: línea que une puntos de igual presión atmosférica en un momento temporal concreto.
- MANGA: anchura máxima de la sección transversal del casco del buque.
- MAPA DE VIENTO: mapa de velocidad básica escalar del viento asociada a un periodo de retorno de 50 años.
- MODELOS DE HINDCASTING: modelos numéricos o paramétricos de previsión de oleaje a partir de la consideración de campos de presiones y/o vientos generadores de oleaje, deducidos de cartas meteorológicas de superficie correspondientes a situaciones pasadas.
- OLEAJE TIPO SEA O MAR DE VIENTO: oleaje que se forma y desarrolla en una superficie líquida bajo la acción directa y continua del viento.
- OLEAJE TIPO SEA EN DESARROLLO: mar de Viento en el que el mecanismo de generación y desarrollo del oleaje está limitado por la longitud del fetch o por la duración de actuación del viento generador.
- OLEAJE TIPO SEA TOTALMENTE DESARROLLADO: mar de Viento que ha alcanzado el equilibrio límite con el viento que lo genera independientemente de la longitud del fetch y de la duración de actuación del viento. Por tanto es un oleaje de viento que ha alcanzado el crecimiento máximo de sus características para una determinada velocidad de viento.
- OLEAJE TIPO SWELL O MAR DE FONDO: oleaje que abandona el área de generación y se propaga a través de superficies marítimas sin estar sometido a la acción significativa del viento, y por tanto atenuándose progresivamente hasta su completa extinción.
- PAPEL PROBABILISTICO: soporte cartesiano con eje o ejes de escala distorsionada (*en el sentido de no lineal*) que posibilita la representación gráfica del tipo de funciones de distribución estadísticas asociadas a dicho papel mediante una recta.
- PERIODO DE PICO DEL OLEAJE: periodo para el cual la función de densidad espectral del oleaje alcanza el valor máximo. Es el inverso de la frecuencia dominante del espectro de oleaje.
- PERIODO DE RETORNO: se define como periodo de retorno de un valor determinado de una variable, el intervalo medio de tiempo en el que dicho valor es superado una sola vez; es decir, el tiempo medio entre dos excedencias consecutivas de dicho valor.



- PERSISTENCIA ESCALAR DEL VIENTO: función de probabilidad que determina el tiempo durante el cual la velocidad del viento permanece de forma continuada por debajo o por encima de un valor prefijado.
- PRESION DINAMICA DEL VIENTO: presión unitaria producida por el viento en aquellos puntos donde su velocidad se anula.
- PUNTAL: altura máxima de la sección transversal del casco de un buque medida desde la quilla hasta la parte superior de la banda.
- REGIMEN EXTREMAL DE VELOCIDAD DEL VIENTO: función de distribución de los valores extremos de la variable velocidad del viento. Relaciona los valores máximos previsible de esta variable con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en un año.
- REGIMEN MEDIO DIRECCIONAL DE VELOCIDAD DEL VIENTO: relación entre los diversos valores de la variable velocidad del viento con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en el año climático medio, condicionada a que el viento tenga la dirección comprendida en el sector o sectores considerados.
- REGIMEN MEDIO ESCALAR DE VELOCIDAD DEL VIENTO: relación entre los diversos valores de la variable velocidad del viento con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en el año climático medio.
- RIESGO: probabilidad de presentación de un valor extremal de la variable durante un periodo de tiempo preestablecido.
- ROCION: viento que arrastra abundante contenido de agua.
- ROSA DE VIENTOS: representación gráfica comúnmente utilizada de la distribución conjunta velocidad del viento/dirección, o frecuencia de presentación de velocidades de viento en cada sector direccional.
- SECTOR DIRECCIONAL: sector angular de una amplitud determinada.
- SITUACION DE PROYECTO: esquema simplificado de un problema real que incluye una definición de la geometría, las características de los materiales y las acciones, todo lo cual sirve de base para la realización de los cálculos correspondientes. Generalmente deben diferenciarse situaciones persistentes (*fase de servicio*), transitorias (*fase de construcción*) y accidentales.
- SOTAVENTO: zona de una construcción o estructura opuesta a barlovento en la dirección de actuación del viento. (*Ver barlovento*)
- VALOR CARACTERISTICO DE UNA ACCION: aquel valor de la acción asociado a una probabilidad de excedencia durante la vida de proyecto asignada a cada una de las fases e hipótesis de trabajo.
- VALOR EXTREMAL DE UNA VARIABLE: valor máximo periódico de la variable, determinado mediante base estadística.
- VALOR DE CALCULO DE UNA ACCION: o valor ponderado de la acción, es el que resulta de aplicar a los valores representativos de la misma los apropiados coeficientes de seguridad.
- VALOR REPRESENTATIVO DE UNA ACCION: valor de la acción asociado a su nivel de variación en el tiempo.
- VARIABLE REDUCIDA: variable definida mediante un cambio de coordenadas a partir de otra con objeto de posibilitar la expresión matemática de una función, al definirla en términos de variable reducida, como una recta.
- VELOCIDAD BASICA DEL VIENTO: para un Estado de Viento, se define como Velocidad Básica o Velocidad de Referencia a la velocidad media del viento en un intervalo de medición de 10 minutos, medida a 10 m de altura sobre la superficie en mar abierto o campo abierto llano sin obstáculos.
- VELOCIDAD DE RAFAGA: se define como velocidad de ráfaga asociada a una duración  $t$  en un punto determinado al valor medio de la velocidad instantánea del viento en dicho punto en un intervalo de medición  $t$ .

- VELOCIDAD DE VIENTO MAXIMA O VELOCIDAD DE RAFAGA MAXIMA: máxima velocidad de ráfaga que se produce en un Estado de Viento asociada a un intervalo de medición determinado.
- VELOCIDAD EFICAZ DEL VIENTO: velocidad media del viento corregida con objeto de tener en cuenta la relación no lineal entre la velocidad del viento y su capacidad de arrastre.
- VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO: valor medio de la velocidad instantánea del viento en un intervalo de 10 minutos.
- VIDA UTIL: duración de la fase de servicio.
- VIENTO DE GRADIENTE: viento en la atmósfera libre que resulta del equilibrio de las fuerzas que intervienen en la generación del viento en el caso de isobaras curvas.
- VIENTO GEOSTROFICO: viento en la atmosfera libre que resulta del equilibrio de las fuerzas que intervienen en la generación del viento en el caso de isobaras rectas.

#### 1.4. SISTEMA DE UNIDADES

El sistema de unidades usado en estas Recomendaciones corresponde al sistema legal de medida obligatorio en España, denominado Sistema Internacional de Unidades (SI).

Las unidades básicas y derivadas del Sistema Internacional más comúnmente utilizadas en estas Recomendaciones son las siguientes:

- Longitud : m (*metro*).
- Superficie : m<sup>2</sup> (*metro cuadrado*).
- Volumen : m<sup>3</sup> (*metro cúbico*).
- Tiempo : s (*segundo*), min (*minuto*) y h (*hora*).
- Masa : kg (*kilogramo*), g (*gramo*) y t (*tonelada*).
- Densidad : kg/m<sup>3</sup>.
- Fuerza : N (*Newton*) o su múltiplo kN (*kilonewton*).
- Presión o Tensión : Pa (*Pascal*) ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ).
- Sobrecarga : N/m<sup>2</sup> o su múltiplo kN/m<sup>2</sup>.
- Frecuencia : Hz (*Hertz*) ( $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ ).
- Viscosidad cinemática : m<sup>2</sup>/s.

En algunos casos, y debido a la gran tradición con que cuenta en los sectores marítimo y naval, podrá aceptarse excepcionalmente la utilización del nudo como unidad de velocidad. La equivalencia entre el nudo y las unidades correspondientes del Sistema Internacional es: 1 nudo = 0.5147 m/s.

#### 1.5. NOTACIONES

Las notaciones, abreviaturas y símbolos convencionales fundamentales empleados en estas Recomendaciones y sus unidades se detallan en la tabla 1.5.1.

#### 1.6. REFERENCIAS DOCUMENTALES

Durante las fases correspondientes a la redacción de la versión de ponencia de esta Recomendación y de discusión de la misma por parte de la Comisión Técnica se han consultado varias publicaciones técnicas, prestando una especial atención a aquéllas con objetivos similares (*normativas, códigos de buena práctica, documentos de comités técnicos o grupos de trabajo especializados, etc...*). Estos documentos de referencia son los que principalmente se relacionan a continuación.

Por otra parte, de las numerosas publicaciones y artículos técnicos consultados únicamente se referencian aquéllos que se consideran de mayor interés, con el objeto de que puedan ser consultados por el usuario de estas Recomendaciones en el caso de necesitar aclaraciones o desarrollos complementarios.

- [1] *American standard building Code Requirements for minimum design loads in buildings and other structures.*  
American National Standards Institution. New York, 1972.
- [2] *An introduction to wind effects on structures. C.Scruton.*  
Oxford University Press. Londres, 1981.
- [3] *Atlas basado sobre observaciones visuales de barcos en ruta. Nivel I: condiciones medias para el año medio.*  
Publicación nº 28 del Programa de Clima Marítimo. Dirección General de Puertos y Costas. Madrid, 1988.
- [4] *British standard code of practice for maritime structures. Part 1. General Criteria.*  
British Standards Institution. Londres, 1984.
- [5] *British standard code of practice for maritime structures. Part 6. Design of inshore moorings and floating structures.*  
British Standards Institution. Londres, 1988.
- [6] *Calcul des effets du vent sur les constructions. Recommandations de la CECM.*  
Construction Métallique nº 3-1979.
- [7] *Code of basic data for the design of buildings. Chapter V. Loading. Part 2. Wind loads.*  
British Standards Institution. Londres, 1986.
- [8] *Code of practice for fixed offshore structures.*  
British Standards Institution. Londres, 1982.
- [9] *Colaboración a la ROM 0.4. Viento.*  
Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX. Madrid, 1993.
- [10] *Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 1. Basis of design and Part 2.3. Wind action (Draft Documents).*
- [11] *Manual Canadien de calcul des structures. Supplément nº 4 au Code National du Bâtiment.*  
Conseil National de Recherche du Canada. Ottawa, 1970.
- [12] *Mapa Eólico Nacional.*  
Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Madrid, 1988.
- [13] *NAVFAC Manuals. DM-2.2. Loads.*  
Department of the Navy. Naval Facilities Command. U.S. Washington, 1980.
- [14] *Norma básica de la edificación NBE-AE/88 "Acciones en la Edificación".*  
Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid, 1988.
- [15] *Normas técnicas sobre obras e instalaciones de ayudas a la navegación.*  
Dirección General de Puertos y Costas. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid, 1986.
- [16] *Rapport du Group de Travail I. Méthodes d'analyse des données concernant le vent, les lames et les houles,...*  
Commission internationale pour la reception des grands navires. AIPCN-PIANC. Annexe au Bulletin nº 32. Bruselas, 1979.
- [17] *Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways. EAU 1990.*  
Society for harbour engineering and the German society for soil mechanics and foundation engineering. Ernst & Sohn. Berlin, 1992.
- [18] *Regulamento de segurança e açoes para estruturas de edificios e pontes.*  
Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Lisboa, 1988.

- [19] *ROM 0.2-90. Acciones en el proyecto de obras marítimas y portuarias.*  
Dirección General de Puertos y Costas. Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo.  
Madrid, 1990.
- [20] *Rules and regulations for the construction and classification of offshore platforms.*  
Bureau Veritas. París, 1975.
- [21] *Rules for the design, construction and inspection of offshore structures.*  
Det Norske Veritas. Oslo, 1977.
- [22] *Rules for the design of hoisting appliances.*  
Federation Européenne de la Manutention (FEM), 1987.
- [23] *Shore Protection Manual.*  
Coastal Engineering Research Center (CERC). Department of the Army.  
Washington, 1984.
- [24] *Technical standards for port and harbour facilities in Japan.*  
Bureau of ports and harbours. Ministry of transports. Tokio, 1983.
- [25] *Wind effects on structures: an introduction to wind engineering. Simiu & Scanlan.*  
John Wiley & Sons. New York, 1978.

TABLA 1.5.1. NOTACIONES, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS CONVENCIONALES FUNDAMENTALES UTILIZADOS EN ESTAS RECOMENDACIONES

I. MAYUSCULAS LATINAS		
SIMBOLO	DEFINICION	UNIDADES
A	Parámetro de posición de la función de Weibull.	*
A	Factor de excitación.	*
A <sub>e</sub>	Area frontal efectiva asociada a un determinado coeficiente eólico de fuerza.	m <sup>2</sup>
A <sub>er</sub>	Area efectiva de rozamiento en la dirección de actuación del viento.	m <sup>2</sup>
A <sub>ex</sub>	Area efectiva para viento actuando en la dirección del eje x.	m <sup>2</sup>
A <sub>ey</sub>	Area efectiva para viento actuando en la dirección del eje y.	m <sup>2</sup>
A <sub>k</sub>	Valor característico de una acción accidental.	—
A <sub>opac</sub>	Area de toda la superficie (maciza o no) limitada por el contorno exterior de una estructura, proyectada sobre un plano normal a la dirección de actuación del viento.	m <sup>2</sup>
B	Parámetro de escala de la función de Weibull.	*
B	Manga del buque.	m
B <sub>s</sub>	Factor de reducción.	*
C	Parámetro de forma de la función de Weibull.	*
C	Fuerza de coriolis.	N
C <sub>D</sub>	Coefficiente de arrastre superficial.	*
C <sub>f</sub>	Factor de forma o coeficiente eólico de fuerza.	*
C <sub>fe</sub>	Factor de forma o coeficiente eólico de fuerza efectivo.	*
C <sub>fr</sub>	Coefficiente eólico de rozamiento o arrastre.	*
C <sub>fx</sub>	Coefficiente eólico de fuerza para viento actuando en la dirección del eje x.	*
C <sub>fy</sub>	Coefficiente eólico de fuerza para viento actuando en la dirección del eje y.	*
C <sub>g</sub>	Coefficiente geostrófico de arrastre.	*
C <sub>p</sub>	Coefficiente eólico de presión.	*
C <sub>pe,b</sub>	Coefficiente eólico de presión para cara exterior a barlovento.	*
C <sub>pe,l</sub>	Coefficiente eólico de presión local.	*
C <sub>pe,s</sub>	Coefficiente eólico de presión para cara exterior a sotavento.	*
C <sub>pi,b</sub>	Coefficiente eólico de presión para cara interior a barlovento.	*
C <sub>pi,s</sub>	Coefficiente eólico de presión para cara interior a sotavento.	*
C <sub>p,net</sub>	Coefficiente eólico de presión neto.	*
C <sub>p,net,l</sub>	Coefficiente eólico de presión local neto.	*
C <sub>p,remol</sub>	Coefficiente eólico para el cálculo de la presión estática equivalente a los efectos dinámicos producidos por los remolinos de Von Karman.	*
C <sub>v</sub>	Factor eólico de arrastre.	*
C <sub>vx</sub>	Factor eólico de arrastre para viento actuando en la dirección del eje x.	*
C <sub>vy</sub>	Factor eólico de arrastre para viento actuando en la dirección del eje y.	*
E	Riesgo.	*
E	Módulo de deformación de un material.	N/m <sup>2</sup>
F	Factor de velocidad de viento.	*
F <sub>A</sub>	Factor de altura y de rugosidad superficial.	*
F <sub>R</sub>	Factor de ráfaga máxima o simplícadamente factor de ráfaga.	*
F <sub>R,t(z)</sub>	Factor de ráfaga máxima correspondiente a una duración t y a una altura z.	*

TABLA 1.5.1. (Continuación)

SIMBOLO	DEFINICION	UNIDADES
$F_{R,3s}(10)$	Factor de ráfaga máxima correspondiente a una duración de 3 s y a una altura de 10 m.	*
$F_{R,5s}(10)$	Factor de ráfaga máxima correspondiente a una duración de 5 s y a una altura de 10 m.	*
$F_{R,15s}(10)$	Factor de ráfaga máxima correspondiente a una duración de 15 s y a una altura de 10 m.	*
$F_{R,1min}(10)$	Factor de ráfaga máxima correspondiente a una duración de 1 minuto y a una altura de 10 m.	*
$F_{R,10min}$	Factor de ráfaga máxima correspondiente a una duración de 10 minutos.	*
$F_T$	Factor topográfico.	*
$F_c$	Fuerza centrífuga.	N
$F_r$	Fuerza de arrastre.	N
G	Francobordo del buque.	m
H	Altura efectiva de una heterogeneidad topográfica (colina, sierra, acantilado o ladera), medida sobre el nivel cero efectivo de la superficie a barlovento de la misma.	m
$\frac{H_s}{H}$	Altura de ola significativa.	m
	Altura del nivel cero efectivo sobre la superficie.	m
I	Momento de inercia.	m <sup>4</sup>
I(z)	Intensidad de la turbulencia a una altura z sobre la superficie del terreno.	*
J	Factor espectral.	*
$K_e$	Coefficiente de excentricidad para la determinación del punto de aplicación de la fuerza total de arrastre debida al viento en un buque.	*
$K_T$	Coefficiente que permite obtener la velocidad del viento asociada a un periodo de retorno T a partir de la asociada a un periodo de retorno de 50 años.	*
$K_\alpha$	Coefficiente de direccionalidad.	*
L	Longitud de la proyección horizontal del talud de barlovento sobre el nivel cero efectivo de la superficie a barlovento de una heterogeneidad topográfica (colina, sierra, acantilado o ladera).	m
L	Eslora de un buque.	m
$L_e$	Longitud efectiva del talud a barlovento de una heterogeneidad topográfica.	m
$L_{pp}$	Eslora entre perpendiculares de un buque.	m
$L_F$	Longitud del fetch.	m
$L_{F,efec}$	Longitud del fetch efectiva.	m
$L_f$	Vida útil.	años
$L_1$	Anchura de un valle medida perpendicularmente al eje longitudinal del mismo.	m
$M_e$	Masa concentrada equivalente de una estructura.	kg
$M_v$	Momento resultante de torsión debido a la acción del viento.	N·m
N	Número total de ocurrencias, tanto de las excedencias como de las no excedencias, de un determinado valor prefijado.	—

TABLA 1.5.1. (Continuación)

SIMBOLO	DEFINICION	UNIDADES
$N_i$	Número de observaciones de viento en todas las direcciones contenidas en el sector direccional i.	—
$N_T$	Número total de observaciones de viento válidas en todas las direcciones.	—
$N(\tau)]_{\geq V_{v0}}$	Número de ocurrencias de las excedencias del valor umbral $V_{v0}$ de duración $\geq \tau$ .	—
P	Fuerza de gradiente de presión.	N
$P(V_{v0})$	Probabilidad total de no excedencia del nivel $V_{v0}$ de velocidad de viento.	—
$P(\bar{V}_v)$	Función de distribución de la velocidad media del viento.	—
$P(x)$	Función de distribución de la variable x.	—
$P_i(V_{v0})$	Probabilidad absoluta de no excedencia del nivel $V_{v0}$ de velocidad de viento, correspondiente al sector direccional i.	—
$P_i^*(V_{v0})$	Probabilidad condicional de no excedencia del nivel $V_{v0}$ de velocidad de viento, obtenida del régimen medio direccional correspondiente al sector i.	—
$Q(\tau)]_{\geq V_{v0}}$	Persistencia estadística de las excedencias de $V_{v0}$ .	—
$Q_M$	Acción variable medioambiental, natural o climática.	—
$Q_{M4}$	Carga de viento.	—
$Q_{M4k}$	Valor característico de la acción de viento.	—
$Q_{v2}$	Sobrecargas de equipos e instalaciones de manipulación de mercancías.	—
$Q_{v5}$	Sobrecargas de operaciones de buques.	—
$R_e$	Número de Reynolds.	*
$R_v$	Fuerza resultante de la presión de viento.	N
$R_v(t)$	Fuerza dinámica debida a la acción del viento.	N
$R_{v,equiv}$	Carga estática equivalente a la acción dinámica del viento.	N
$R_{vf}(\tau)$	Función de autocorrelación de la velocidad de fluctuación del viento en el dominio de la frecuencia.	—
$R_{v,opac}$	Fuerza resultante de presión debido a la actuación del viento sobre la totalidad de una estructura no maciza, considerando la existencia de un efecto global de opacidad al viento.	N
$R_{v,som}$	Fuerza resultante de la presión de viento en estructuras situadas a sotavento de otras, tomando en consideración el efecto sombra.	N
$R_{vr}$	Fuerza resultante de rozamiento o arrastre debida al viento.	N
$R_{vt}$	Fuerza total de arrastre resultante de la acción del viento sobre un flotador.	N
$R_{vx}$	Componente según la dirección del eje x de la fuerza resultante de la presión de viento.	N
$R_{vy}$	Componente según la dirección del eje y de la fuerza resultante de la presión de viento.	N
$\bar{R}_v$	Componente media de la fuerza del viento considerada como acción dinámica.	N
S	Factor de reducción.	*
$S_S$	Factor de intensidad de turbulencia de la estela.	*
$S_{r_v}(f)$	Función de densidad espectral de potencia para la componente de fluctuación de la acción del viento.	$N^2 \cdot s$
$S_t$	Número de Strouhal.	*
$S_{vf}(f)$	Función de densidad espectral de potencia correspondiente a la componente longitudinal de la velocidad de fluctuación del viento.	$m^2/s$

TABLA 1.5.1. (Continuación)

SIMBOLO	DEFINICION	UNIDADES
$S_x(f)$	Espectro de respuesta.	$m^2 \cdot s$
T	Duración de un registro de viento o de una muestra representativa del mismo.	min ó h
T	Periodo de retorno.	años
T	Periodo del oleaje.	s
$T_p$	Periodo de pico del oleaje.	s
$T(X_i)$	Periodo de retorno de la variable $X_i$ .	años
$U_A$	Velocidad eficaz del viento.	m/s
$V_b$	Velocidad básica del viento.	m/s
$V_{b T,\alpha}$	Velocidad básica del viento en la dirección $\alpha$ , asociada a un periodo de retorno T.	m/s
$V_{b 50 \text{ años}}$	Velocidad básica escalar del viento, asociada a un periodo de retorno de 50 años.	m/s
$V_g$	Velocidad del viento geostrófico.	m/s
$V_{gr}$	Velocidad del viento de gradiente.	m/s
$V_v(t)$	Velocidad instantánea del viento.	m/s
$V_{vf}(t)$	Componente longitudinal de la velocidad de fluctuación del viento.	m/s
$V_{v,crit}$	Velocidad crítica del viento para una estructura determinada, a partir de la cual se producen efectos dinámicos significativos debido a la aparición de remolinos de Von Karman.	m/s
$V_{v,e}$	Velocidad del viento estimada desde buques en ruta.	m/s
$V_{v,t}$	Velocidad instantánea del viento asociada a un intervalo de medición t.	m/s
$V_{v,t}(z)$	Velocidad de ráfaga asociada a un intervalo de medición t, a una altura z sobre la superficie del terreno.	m/s
$V_{v,t max}$	Velocidad del viento máxima probable o velocidad de ráfaga máxima asociada a un intervalo de medición t.	m/s
$V_{v,t max}(z)$	Velocidad de ráfaga máxima asociada a un intervalo de medición t, a una altura z sobre la superficie del terreno.	m/s
$V_{v,t T,\alpha}$	Velocidad del viento de proyecto en la dirección $\alpha$ , asociada a un periodo de retorno T, correspondiente a un intervalo de medición o duración de ráfaga t.	m/s
$V_{v,3s}$	Velocidad de ráfaga máxima asociada a un intervalo de medición de 3 s.	m/s
$V_{v,5s}$	Velocidad de ráfaga máxima asociada a un intervalo de medición de 5 s.	m/s
$V_{v,15s}$	Velocidad de ráfaga máxima asociada a un intervalo de medición de 15 s.	m/s
$V_{v,1min}$	Velocidad de ráfaga máxima asociada a un intervalo de medición de 1 min.	m/s
$V_{v,10min}(z)$	Velocidad media del viento correspondiente a una altura z sobre la superficie del terreno.	m/s
$V_{v0}^*$	Velocidad de fricción del viento.	m/s
$\overline{V}_v$	Velocidad media del viento.	m/s
$\overline{V}_v(z)$	Velocidad media del viento a una altura z sobre la superficie del terreno.	m/s
$\overline{V}_v(10)$	Velocidad media del viento a 10 m de altura sobre la superficie del terreno.	m/s
$\overline{V}_v _I$	Velocidad media del viento considerando superficie del terreno en categoría I de rugosidad superficial.	m/s
$X_i$	Variable.	—
$Y_i$	Flecha de una estructura en el punto i, en la dirección de la oscilación.	m



TABLA 1.5.1. (Continuación)

II. MINUSCULAS LATINAS		
SIMBOLO	DEFINICION	UNIDADES
a	Dimensión geométrica de una construcción en planta.	m
b	Dimensión geométrica de una construcción en planta.	m
b	Diámetro de una sección circular.	m
$b_{\alpha}$	Menor dimensión de la superficie proyección de una estructura en un plano perpendicular a la dirección de actuación del viento.	m
c	Dimensión geométrica de una construcción.	m
c	Características de amortiguamiento de una estructura.	kg/s
d	Dimensión geométrica de una construcción en planta.	m
d	Profundidad de agua.	m
$\overline{d_{AB}}$	Distancia entre dos isobaras.	<sup>o</sup> terrestre
$dp/dn$	Gradiente horizontal de presiones o máxima pendiente barométrica en un punto.	Pa/ <sup>o</sup> terrestre
e	Excentricidad de una carga.	m
f	Parámetro de Coriolis.	rad/s
f	Variable frecuencia.	Hz
$f_i$	Frecuencia de presentación del sector direccional i.	—
$f_n$	Frecuencia natural o propia de una estructura.	Hz
$f_{ni}$	Frecuencia natural de una estructura correspondiente al modo de oscilación i.	Hz
$\overline{f}$	Frecuencia adimensional.	*
g	Aceleración de la gravedad.	m/s <sup>2</sup>
g(t)	Factor de pico asociado a un intervalo de medición t.	*
h	Profundidad de un valle en el punto considerado, medida desde el nivel efectivo de la superficie del terreno.	m
h	Altura de una construcción.	m
$h_p$	Altura del pretil de una construcción.	m
$h_L$	Altura media de la superficie de la superestructura del buque por encima de la cubierta, proyectada sobre un plano paralelo al plano longitudinal del buque.	m
$h_T$	Altura media de la superficie de la superestructura del buque por encima de la cubierta, proyectada sobre un plano normal al plano longitudinal del buque.	m
k	Constante de Von Karman.	*
k	Factor de reducción para coeficientes eólicos de fuerza en función de la esbeltez del elemento estructural.	*
k	Rigidez de una estructura.	N/m
l	Dimensión longitudinal de un elemento estructural.	m

TABLA 1.5.1. (Continuación)

SIMBOLO	DEFINICION	UNIDADES
m	Masa.	kg
$m_e$	Masa equivalente de la estructura por unidad de longitud.	kg/m
p	Sobrecarga unitaria debida al viento.	Pa
$\rho(\bar{V}_v)$	Función de densidad marginal de la velocidad media del viento.	—
$p_A$	Presión atmosférica en la isobara A.	Pa
$p_B$	Presión atmosférica en la isobara B.	Pa
$p_{equiv,rem}$	Presión estática equivalente a los efectos dinámicos producidos por los remolinos de Von Karman.	Pa
$q_{v,t}(z)$	Presión dinámica del viento asociada a la velocidad del viento $V_{v,t}(z)$ .	Pa
r	Radio de curvatura.	m
r	Factor de rugosidad.	*
$r_v(t)$	Componente de fluctuación de la fuerza del viento considerada como acción dinámica.	N
s	Parámetro utilizado para la definición del factor topográfico. Se define en función de la altura z sobre el nivel local del terreno y de la proyección horizontal de la distancia a la cumbre de la heterogeneidad topográfica (x), relativas a $L_e$ .	*
s	Espaciamiento entre dos remolinos consecutivos de Von Karman.	m
t	Variable tiempo.	s
x	Proyección horizontal de la distancia entre la cumbre de una heterogeneidad topográfica y un punto.	m
$x_r$	Variable reducida en ordenadas.	—
$y_{sup}$	Desplazamiento horizontal del punto superior de una estructura.	m
$y_r$	Variable reducida en abscisas.	—
z	Variable altura.	m
z	Altura efectiva sobre la superficie.	m
z	Altura sobre el nivel local del terreno.	m
$z_g$	Altura sobre la superficie del terreno para la cual la velocidad media del viento coincide con la velocidad del viento de gradiente.	m
$z_0$	Altura de rugosidad superficial.	m
III. GRIEGAS		
SIMBOLO	DEFINICION	UNIDADES
$\alpha$	Medida genérica de un ángulo.	grados
$\alpha$	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal de una mansarda.	grados
$\alpha$	Ángulo formado entre la dirección de actuación del viento y el eje x.	grados
$\alpha$	Ángulo formado entre el eje longitudinal de un buque o flotador y la dirección de actuación del viento.	grados
$\alpha_z$	Ángulo de desviación entre la dirección de la velocidad del viento geostrófico o de gradiente y la dirección de la velocidad media del viento en la capa de transición, a una altura z sobre la superficie.	grados

TABLA 1.5.1. (Continuación)

SIMBOLO	DEFINICION	UNIDADES
$\alpha_0$	Angulo de desviación entre la dirección de la velocidad del viento geostrófico o de gradiente y la dirección de la velocidad media del viento en la capa límite superficial.	grados
$\bar{\alpha}$	Dirección media del viento o del oleaje.	grados
$\beta$	Constante adimensional.	*
$\beta$	Angulo de inclinación respecto a la horizontal de una cubierta.	grados
$\beta$	Indice de huecos o factor de opacidad aerodinámico.	*
$\beta$ y $\beta(f)$	Coefficiente de influencia aerodinámica.	*
$\gamma_f$	Coefficiente de seguridad para obtener el valor de cálculo de las acciones a partir de su valor característico.	*
$\gamma_{fa}$	Coefficiente de seguridad para obtener el valor de cálculo de las acciones para situaciones accidentales.	*
$\gamma_{fq}$	Coefficiente de seguridad para obtener el valor de cálculo de las acciones para situaciones persistentes y transitorias.	*
$\Delta n$	Distancia entre dos isobaras.	<sup>a</sup> terrestre
$\Delta p/\Delta n$	Gradiente horizontal de presiones o máxima pendiente barométrica en un punto.	Pa/ <sup>a</sup> terrestre
$\zeta$	Fracción de amortiguamiento crítico de una estructura.	*
$\zeta_i$	Fracción de amortiguamiento crítico de una estructura para el modo de oscilación a flexión i.	*
$\eta$	Factor de sombra.	*
$\lambda$	Esbeltez o relación h/b en la cara de la construcción perpendicular a la dirección de actuación del viento.	*
$\theta$	Variable ángulo.	grados
$\mu$	Factor de abertura de una construcción no estanca a los efectos de su permeabilidad al viento.	*
$\mu$	Factor de espaciamiento entre dos construcciones.	*
$\nu$	Viscosidad cinemática del aire.	m <sup>2</sup> /s
$\xi$	Constante utilizada para valorar el índice de huecos aerodinámico.	*
$\rho$	Densidad del aire.	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_w$	Densidad del agua.	kg/m <sup>3</sup>
$\sigma_v^2$	Varianza de un registro de velocidad de viento.	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
$\sigma_{vf}$	Desviación estándar de la componente de fluctuación de la velocidad del viento.	m/s
$\sigma_{vf}^2$	Varianza de la componente de fluctuación de la velocidad del viento.	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
$\sigma_{rv}^2$	Varianza de la componente de fluctuación de la fuerza del viento.	N <sup>2</sup>
$\tau$	Duración de las persistencias.	s
$\tau_0$	Fuerza de arrastre superficial del viento por unidad de superficie.	N/m <sup>2</sup>

