

EVALUACIÓN DE CÓDIGO POR VIENTO

CUBA

Evaluación llevada a cabo por Carlos Llanes Burón

NOMBRE DEL DOCUMENTO: NC 285: 2003. Carga de Viento. Método de Cálculo.

AÑO: 2003

COMENTARIOS GENERALES: Aprobación oficial por la “Oficina Nacional de Normalización” (NC).

TEMAS ESPECÍFICOS:

NOTA: Los números entre corchetes se refieren a capítulos o artículos del Código: [].
Los números entre paréntesis se refieren a temas de este documento: (ver 2.2).

1. ALCANCE. [1]

1.1 Conceptos Explícitos y Limitaciones

Será aplicada a todas las construcciones terrestres y marinas, excepto para construcciones y facilidades inusuales y no consideradas en la presente norma.

1.2 Objetivos del Desempeño

Todas las construcciones, edificios o partes de ellos, no soterrados, serán proyectados para resistir la acción del viento.

2. RIESGO POR VIENTO

2.1 Velocidad Básica del Viento [2.1y Figura 1]

Es la presión correspondiente a una velocidad de viento de referencia medida a 10 metros de altura sobre un terreno plano sin obstáculos, considerando un tiempo de promediación de 10 minutos y para un período de retorno de 50 años.

Cuba está dividida en tres zonas según la presión de viento probable.



Regionalización según las presiones básicas del viento.

2.2 Topografía [2.2 y Tabla 2]

Toma en cuenta la influencia de características topográficas definidas. Como ejemplos de posibles lugares expuestos se pueden analizar los cayos, las penínsulas angostas, valles estrechos donde el viento se encajona, las cimas de promontorios, las montañas aisladas o altas y otros. (Como ejemplo de estructura, los faros están en un lugar expuesto).

Para elementos y proyectos típicos de uso múltiple y nacional se utilizará el coeficiente correspondiente al lugar normal; excepto en estructuras civiles cuya ubicación normal siempre está en un lugar expuesto.

2.3 Altura sobre el nivel del Terreno (Caso específico) [2.4 y Tablas 3 y 4, 2.4.1 y Figura 3 y Tabla 5]

El coeficiente de altura (C_h), de acuerdo a la categoría del tipo de terreno será dado por la siguiente expresión:

$$C_h = k_{q_0} \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{2\alpha}$$

Hay tres expresiones, una para cada tipo de terreno.

Tipo de Terreno	C_h	Z_g (m)
A	$(Z/10)^{0,32}$	300
B	$0.65 (Z/10)^{0,44}$	400
C	$0.30 (Z/10)^{0,66}$	500

Donde Z_g , es la altura de gradiente y Z es la altura analizada.

Para estructuras localizadas en colinas, suelos ondulados y taludes el incremento de la velocidad normativa del viento sobre colinas y taludes es un aspecto importante a considerar.

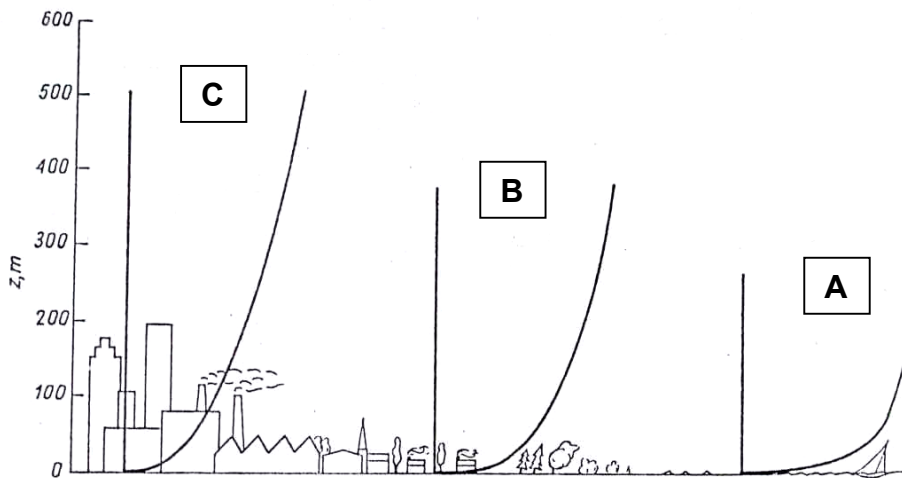
El coeficiente de altura C_h en este caso es similar a su valor definido para el terreno llano de la categoría **A** multiplicado por el siguiente factor:

$$C_{h,mod} = C_h \left[1 + \Delta S_{z,max} \left(1 - \frac{|x|}{k_{red} L_H} \right) e^{-\left(\frac{a \cdot z}{L_H}\right)} \right]^2$$

2.4 Rugosidad del Terreno (Número de Categorías de Exposición) [2.3 y Figura 2]

Se definen tres **Categorías de Exposición (A, B y C)**.

La influencia que refleja las grandes variaciones de la rugosidad del terreno que varían de acuerdo a la topografía natural, la vegetación y construcciones existentes, determina las tres categorías de terreno en las cuales la edificación o estructura estará ubicada.



Gradientes de la velocidad de viento según la categoría del terreno.

3. ACCIONES DE DISEÑO POR VIENTO

3.1 Factores de Importancia [1.5 y Tabla 1]

El coeficiente de recurrencia en este caso se combina con el de importancia. Este es el mismo adoptado por la mayoría de los países, $C_T = 1$ para 50 años.

Este período de retorno es calculado para una probabilidad, $p(n)$ de 98 % de que el valor de la velocidad no será excedido en ningún año, y con una probabilidad $p_1(n)$ de 64 % de que la velocidad será excedida al menos una vez en (n) años.

Donde n es la vida útil de la construcción en años.

3.2 Efectos de Escala [4, 4.1 y 4.2 y Figura 4]

El coeficiente de reducción por área expuesta, C_{ra} , esta en función de la Dimensión Máxima ≥ 15 m, y H (altura máxima de la edificación).

3.3 Presión (Interna y Externa) [Capítulos 6, 7, 8, 10 y 11 con varias Tablas y Figuras]

Se definen los coeficientes aerodinámicos de las estructuras más típicas como: edificaciones con y sin fachadas abiertas, edificaciones industriales, cubiertas aisladas, chimeneas, tanques, torres, puentes, paneles aislados, cables, tubos, armaduras planas y espaciales entre otras.

3.4 Efectos Dinámicos y Aeroelásticos (Efectos de Ráfaga) [3 y 12.5, 12.5.1 a 12.5.8 y Tabla 21 y Figura 17]

Se define un **Coefficiente de Ráfaga de Viento**, C_r .

Este tiene un valor único para $z = H$,

$$C_r = f(H, \text{Categoría del terreno})$$

Para paneles aislados de fachadas,

$$C_r(z) = f(z, \text{Categoría del terreno})$$

Para el cálculo y diseño de los cimientos, el coeficiente de ráfaga de viento a ser usado tendrá el valor de uno (1).

Verificación de la resonancia: La oscilación de resonancia aparece durante la velocidad de viento crítica, V_{CRI} , correspondiente al modo "1^{mo}" de oscilación de la estructura; esta velocidad es determinada por la siguiente formula:

$$V_{CRI}(i) = \frac{d}{T_I S_N}$$

donde

T_I período de oscilaciones de la estructura de acuerdo al modo de oscilación. "1^{mo}", s.

S_N Número de Strouhal de la sección transversal (para sección circular $S_N = 0,2$).

d es el diámetro o lado de la estructura, (m).

3.5 Efectos de Direccionalidad [1.2 y Tabla 7. Caso 2, 3, 12, 13 a y b, 8.1.1, 8.1.3, 8.3, 8.4.2 y Figura 10 y Tabla 11. Caso 1 y Caso 4]

Se supondrá, excepto para condiciones excepcionales, que el viento actúa horizontalmente y en cualquier dirección. De estas direcciones se considerará el efecto del viento fundamentalmente, de acuerdo a las direcciones principales de la estructura. En las estructuras especialmente expuestas al viento, tales como faros, torres y otras, también se investigará su acción en la dirección de las diagonales de estas estructuras.

4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

4.1 Procedimiento Simplificado [12.3, 13 y Figura 16]

Sólo se considera en el caso de la componente dinámica en edificaciones industriales, y para las cargas de viento no extremas.

4.2 Procedimiento Analítico [5 y 12, con varias Tablas y Figuras]

Análisis Estático de la carga de viento. En este caso la presión de la carga de viento ha sido definida como

$$q = \{ q_{10} C_T C_h C_S \} C_r C_f C_{ra} \quad [\text{kN/m}^2]$$

donde

q_{10} es la presión básica en un terreno plano, abierto a una altura de 10 m sobre el terreno, [kN/m^2];

C_T es el coeficiente de recurrencia;

C_h es el coeficiente de altura y categoría de terreno;

C_S es el coeficiente de topografía o lugar;

C_r es el coeficiente de ráfaga de viento;

C_f es el coeficiente de presión o aerodinámico, y

C_{ra} es el coeficiente de reducción para área expuesta.

Análisis Dinámico de la carga de viento. La componente dinámica de la carga de viento es la que corresponde al valor de la componente fluctuante de la velocidad del viento. Su magnitud depende en gran medida de la respuesta dinámica de la estructura debido a las pulsaciones causadas por el viento.

La componente dinámica de la carga de viento debe ser considerada en estructuras con períodos de oscilaciones propias mayores que un segundo ($T > 1.0$ s), como sucede en: torres, chimeneas, postes de transmisión, mástiles; en edificaciones altas.

Los valores normativos de la componente dinámica de la carga de viento deben ser determinados para cada modo de oscilación de estructura empezando a partir

de un esquema de fuerzas de inercia aplicadas sobre las masas concentradas en las cuales la estructura ha sido subdividida de acuerdo al método adoptado.

La fuerza de inercia aplicada en la masa “j^{ma}” en el modo “i^{mo}” de oscilaciones de estructura, se determina mediante la formula:

$$Q^N = M_J C_I^D C_{CE} N_{JI} \quad \text{en kN}$$

donde

- M_J masa concentrada “j^{ma}” en kg.
- C_I^D coeficiente dinámico en el modo “i^{mo}”.
- N_{JI} aceleración reducida de la masa “j^{ma}”, m/s².
- C_{CE} Coeficiente que toma en cuenta la correlación espacial de las pulsaciones de acuerdo a la altura y fachada de la edificación.

4.3 Procedimiento Experimental[2.3]

En el caso de la Categoría de Terreno **C** se recomienda hacer una prueba en túnel de viento.

Se recomienda cualquier procedimiento experimental en particular.

5. EFECTOS INDUCIDOS

5.1 Impacto de Objetos Volantes [6.2]

En el epígrafe 6.2 se presenta una Observación acerca del Impacto de Objetos Volantes y Elementos de Revestimiento.

5.2 Lluvia Impulsada por Viento

No se ha considerado.

6. VERIFICACIONES DE SEGURIDAD

6.1 Estructura [12.4.2 y (Ver 3.4)]

No se presenta dentro de esta norma ninguna otra verificación de seguridad.

6.2 Revestimientos y Elementos No Estructurales [6.2 y Figuras 5, 6, 6a, 6b y 6c]

Para Elementos de Revestimiento, lo mismo que (5.1).

No se define una verificación de seguridad especial para Elementos No Estructurales.

7. EDIFICIOS RESIDENCIALES PEQUEÑOS

No se define una metodología especial para este tipo de edificios.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL CÓDIGO

La Norma de Carga de Viento de Cuba puede ser considerada una norma moderna, a pesar de que algunos temas no se han considerado. Quizás se pueden añadir algunas pequeñas modificaciones para mejorar la Norma.