

CAPITULO B.3 CARGAS MUERTAS

B.3.1 - DEFINICION

La carga muerta cubre todas las cargas de elementos permanentes de construcción incluyendo su estructura, los muros, pisos, cubiertas, cielos rasos, escaleras, equipos fijos y todas aquellas cargas que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación. Las fuerzas netas de preesfuerzo deben incluirse dentro de la carga muerta.

B.3.2 – MASA DE LOS MATERIALES

Al calcular las cargas muertas deben utilizarse las densidades de masa reales de materiales. Pueden usarse como guía los valores mínimos siguientes:

Material	Densidad	Material	Densidad
Acero	7 800 kg/m ³	Madera, densa, seca	750 kg/m ³
Agua dulce	1 000 kg/m ³	Madera, densidad baja, seca	450 kg/m ³
Agua marina	1 030 kg/m ³	Madera, densidad media, seca	600 kg/m ³
Aluminio	2 700 kg/m ³	Mampostería de ladrillo hueco	1 300 kg/m ³
Asfalto	1 300 kg/m ³	Mampostería de ladrillo macizo	1 800 kg/m ³
Baldosin cerámico	2 400 kg/m ³	Mampostería de piedra	2 200 kg/m ³
Cal, hidratada, compacta	730 kg/m ³	Mampostería de concreto	2 150 kg/m ³
Cal, hidratada, suelta	500 kg/m ³	Mortero de inyección para mampostería	2 250 kg/m ³
Carbón (apilado)	800 kg/m ³	Mortero de pega para mampostería	2 100 kg/m ³
Cobre	9 000 kg/m ³	Plomo	11 400 kg/m ³
Concreto Reforzado	2 400 kg/m ³	Tierra: Arcilla y grava, seca	1 600 kg/m ³
Concreto Simple	2 300 kg/m ³	Tierra: Arcilla, húmeda	1 750 kg/m ³
Enchape Arenisca	1 350 kg/m ³	Tierra: Arcilla, seca	1 000 kg/m ³
Enchape Granito	1 550 kg/m ³	Tierra: Arena y grava, húmeda	1 900 kg/m ³
Enchape Mármol	1 500 kg/m ³	Tierra: Arena y grava, seca, apisonada	1 750 kg/m ³
Escoria	1 550 kg/m ³	Tierra: Arena y grava, seca, suelta	1 600 kg/m ³
Hielo	920 kg/m ³	Tierra: Limo, húmedo, apisonado	1 550 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción baja	2 000 kg/m ³	Tierra: Limo, húmedo, suelto	1 250 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción media	1 850 kg/m ³	Vidrio	2 560 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción alta	1 600 kg/m ³	Yeso, suelto	1 150 kg/m ³
Madera, laminada	600 kg/m ³	Yeso, tablero para muros	800 kg/m ³

Debe tenerse en cuenta que dentro del sistema de unidades internacional (SI) el kg es una unidad de masa, por lo tanto para calcular la carga muerta debida a los efectos gravitacionales que actúan sobre la masa de los materiales, ésta debe multiplicarse por la aceleración debida a la gravedad ($g = 9.8 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$), para obtener densidades en N/m^3 , newtons por metro cúbico. El newton por definición es la fuerza que ejerce una masa de 1 kg al ser acelerada 1 m/s^2 . ($\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$). Así, por ejemplo para el concreto reforzado, una losa de $h = 0.5 \text{ m}$ de espesor produce una carga muerta de: $m \cdot g \cdot h = 2\,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0.5 \text{ m} = 12\,000 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \cdot 1/\text{m}^2 = 12\,000 \text{ N/m}^2 = 12 \text{ kN/m}^2$. Para convertir de toneladas fuerza (1000 kgf) a kN se multiplica por 10 (1 ton = 10 kN, ó 1 kN = 0.1 ton)

B.3.3 – CARGAS MUERTAS MINIMAS

Al calcular las cargas muertas deben utilizarse las masas reales de los materiales. Debe ponerse especial cuidado en determinar masas representativas en este cálculo. Pueden usarse como guía los siguientes valores mínimos:

Entrepisos de madera (entresuelo, listón, arriostramientos y cielo raso pañetado)	1.20 kN/m ²	(120 kgf/m ²)
Pisos de baldosin de cemento	1.00 kN/m ²	(100 kgf/m ²)
Placa ondulada de asbesto cemento	0.18 kN/m ²	(18 kgf/m ²)
Canaleta 43	0.30 kN/m ²	(30 kgf/m ²)
Canaleta 90	0.22 kN/m ²	(22 kgf/m ²)
Teja de lámina galvanizada (zinc)	0.05 kN/m ²	(5 kgf/m ²)
Teja de aluminio	0.02 kN/m ²	(2 kgf/m ²)
Teja de barro (incluido el mortero)	0.80 kN/m ²	(80 kgf/m ²)
Alistado en cubiertas de concreto por mm de espesor	0.022 kN/m ²	(2.2 kgf/m ²)
Impermeabilización	0.15 kN/m ²	(15 kgf/m ²)
Cielos rasos livianos pegados a la losa	0.05 a 0.10 kN/m ²	(5 a 10 kgf/m ²)
Cielos rasos de yeso, suspendidos	0.25 kN/m ²	(25 kgf/m ²)
Cielos rasos de madera	0.10 a 0.50 kN/m ²	(10 a 50 kgf/m ²)
Cielos rasos de malla y pañete	0.80 a 1.00 kN/m ²	(80 a 100 kgf/m ²)

Para otros productos debe utilizarse el peso especificado por el fabricante o a falta de éste, debe evaluarse analítica o experimentalmente.

B.3.4 – FACHADAS, MUROS DIVISORIOS Y PARTICIONES

B.3.4.1 – FACHADAS – La carga muerta causada por las fachadas de la edificación debe evaluarse como una carga por metro lineal sobre el elemento estructural de soporte al borde de la losa, o como una carga concentrada en el extremo exterior cuando se trate de elementos en voladizo. Pueden emplearse los siguiente valores mínimos, por m² de área de fachada alzada

Fachadas en ladrillo tolete a la vista y pañetado en el interior.....	3.00 kN/m ²	(300 kgf/m ²)
Fachadas en ladrillo tolete a la vista, más muro adosado en bloque de perforación horizontal de arcilla de 100 mm de espesor, pañetado en el interior.....	4.50 kN/m ²	(450 kgf/m ²)
Fachadas bloque de perforación horizontal de arcilla de 120 mm de espesor, pañetado en ambas caras	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
Ventanas incluye el vidrio y el marco.....	0.45 kN/m ²	(45 kgf/m ²)
Lámina de yeso de 16 mm (5/8") protegida, al exterior, costillas de acero y lámina de yeso de 10 mm al interior.....	1.00 kN/m ²	(100 kgf/m ²)
Lámina de yeso de 16 mm (5/8") protegida, mas enchape cerámico al exterior, costillas de acero y lámina de yeso de 10 mm al interior	2.50 kN/m ²	(250 kgf/m ²)
Enchapes en granito; adicional a la fachada, por cada mm de espesor del enchape.....	0.017/mm kN/m ²	(1.7/mm kgf/m ²)
Enchapes en mármol, adicional a la fachada, por cada mm de espesor del enchape.....	0.015/mm kN/m ²	(1.5/mm kgf/m ²)
Enchapes en piedra arenisca; adicional a la fachada, por cada mm de espesor del enchape	0.013/mm kN/m ²	(1.3/mm kgf/m ²)
Enchape cerámico, adicional a la fachada.....	1.50 kN/m ²	(150 kgf/m ²)

B.3.4.2- DIVISIONES Y PARTICIONES DE MATERIALES TRADICIONALES - La carga muerta producida por muros divisorios y particiones de materiales tradicionales, cuando éstos no hacen parte del sistema estructural, debe evaluarse para cada piso y se puede utilizar como carga distribuida en las placas. Si se hace dicho análisis, éste debe figurar en la memoria de cálculos y además debe dejarse una nota explicativa en los planos. Cuando no se realice un análisis detallado pueden utilizarse, como mínimo, 3.0 kN/m² (300 kgf/m²) de área de placa, cuando se trate de muros de ladrillo bloque hueco de arcilla o concreto y 3.5 kN/m² (350 kgf/m²) de área de placa, cuando se trate de muros de ladrillo macizo, tolete, de arcilla, concreto o silical. Estos valores hacen referencia a alturas libres de entrepiso de 2.20 m, cuando haya una mayor altura libre deben utilizarse valores proporcionales a la mayor altura. Cuando el muro haga parte del sistema estructural su peso debe contabilizarse dentro del peso propio del elemento y se exige de tener que usar los valores mínimos dados

B.3.4.3 – DIVISIONES LIVIANAS - La carga muerta producida por muros divisorios y particiones livianas, debe evaluarse para cada piso y se puede utilizar como carga distribuida en las placas. La determinación de la carga muerta debe incluir los elementos de soporte y el espesor de las láminas de material de acabado en ambos costados de la división. Cuando el diseño se realice para estas divisiones livianas, debe colocarse una nota al respecto tanto en los planos arquitectónicos como en los estructurales. Pueden emplearse los siguiente valores minimos, pero en

ningún caso se puede emplear menos de 0.5 kN/m^2 (50 kgf/m^2) de área de placa. Los valores están definidos para alturas libres de entrepiso de 2.20 m, cuando haya una mayor altura libre deben utilizarse valores proporcionales:

Divisiones móviles de media altura (0.40 kN/m^2 , pero debe utilizarse el mínimo)	0.50 kN/m^2	(50 kgf/m^2)
Lámina de yeso de 13 mm ($1/2''$) en cada costado y costillas de acero o de madera, agregar 0.04 kN/m^2 (4 kgf/m^2) por cada mm adicional de espesor de la lámina	0.90 kN/m^2	(90 kgf/m^2)
Lámina de madera protegida y costillas de madera, pañetado sobre malla	2.00 kN/m^2	(200 kgf/m^2)

B.3.5 - EQUIPOS FIJOS

Dentro de las cargas muertas deben incluirse la masa correspondiente de todos los equipos fijos que estén apoyados sobre elementos estructurales tales como ascensores, bombas hidráulicas, transformadores, equipos de aire acondicionado y ventilación y otros

B.3.6 - ACABADOS

La carga producida por los acabados de los pisos debe evaluarse para los materiales que se van a utilizar en cada uno de los pisos de la edificación. El valor que se utilice en terrazas y azoteas debe tener en cuenta los pendientes que se coloquen. Cuando no se realice un análisis detallado, puede utilizarse 1.5 kN/m^2 (150 kg/m^2) en pisos y terrazas.

B.3.7 - CONSIDERACIONES ESPECIALES

Los profesionales que participen en el diseño y la construcción y el propietario de la edificación deben ser conscientes de los valores de las cargas muertas utilizados en el diseño y tomar las precauciones necesarias para verificar en la obra que los pesos de los materiales utilizados no superen los valores usados en el diseño.

CAPITULO B.4 CARGAS VIVAS

B.4.1 - DEFINICION

B.4.1.1 - Las cargas vivas son aquellas cargas producidas por el uso y ocupación de la edificación y no deben incluir cargas ambientales tales como viento, sismo, ni la carga muerta.

B.4.1.2 - Las cargas vivas en las cubiertas son aquellas causadas por

- (a) Materiales, equipos y trabajadores utilizados en el mantenimiento de la cubierta y
- (b) Durante la vida de la estructura las causadas por objetos móviles y por las personas que tengan acceso a ellas

B.4.2 - CARGAS VIVAS UNIFORMEMENTE REPARTIDAS

B.4.2.1 - CARGAS VIVAS REQUERIDAS - Las cargas vivas que se utilicen en el diseño de la estructura deben ser las máximas cargas que se espera ocurran en la edificación debido al uso que ésta va a tener. En ningún caso éstas cargas vivas pueden ser menores que las cargas vivas mínimas que se dan a continuación:

Vivienda	1.80 kN/m ²	(180 kgf/m ²)
Oficinas	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
Escaleras en oficinas y vivienda	3.00 kN/m ²	(300 kgf/m ²)
Salones de Reunión		
- Con asientos fijos (anclados al piso)	3.00 kN/m ²	(300 kgf/m ²)
- Sin asientos fijos	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
Hospitales		
- Cuartos	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
- Salas de operaciones	4.00 kN/m ²	(400 kgf/m ²)
Coliseos y Estadios		
- Graderías	4.00 kN/m ²	(400 kgf/m ²)
- Escaleras	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
Garajes		
- Automóviles	2.50 kN/m ²	(250 kgf/m ²)
- Vehículos pesados		Según uso
Hoteles	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
Escuelas, Colegios y Universidades	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
Bibliotecas		
- Salas de lectura	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
- Depositos de libros	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación	
Cubiertas inclinadas de estructuras metálicas y de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la acá estipulada:		
- si la pendiente es mayor del 20%	0.35 kN/m ²	(35 kgf/m ²)
- si la pendiente es menor del 20%	0.50 kN/m ²	(50 kgf/m ²)
Fábricas		
- Livianas	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
- Pesadas	10.00 kN/m ²	(1000 kgf/m ²)
Depósitos		
- Livianos	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
- Pesados	10.00 kN/m ²	(1000 kgf/m ²)
Almacenes		
- Detal.	3.50 kN/m ²	(350 kgf/m ²)
- Por Mayor	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)

B.4.6 - PUENTES GRUAS - En el diseño de las vigas carrilera de los puentes grúas debe tenerse en cuenta una fuerza horizontal equivalente a por lo menos el 20% de la suma de los pesos de la grúa y la carga levantada. En la suma no entra el peso de las partes estacionarias del puente grúa. Esta fuerza debe suponerse colocada en la parte superior de los rieles, normalmente a los mismos y debe distribuirse entre las vigas teniendo en cuenta la rigidez lateral de la estructura que soporta los rieles. Además debe tenerse en cuenta una fuerza horizontal longitudinal, aplicada al tope del riel, igual al 10% de las cargas máximas de rueda de la grúa.

B.4.7 - EFECTOS DINAMICOS - Las estructuras expuestas a excitaciones dinámicas producidas por el público tales como: estadios, coliseos, teatros, gimnasios, pistas de baile, centros de reunión o similares, deben ser diseñadas de tal manera que tengan frecuencias naturales superiores a 5 Hz (períodos naturales menores de 0.2 s) para vibraciones verticales



CAPITULO B.5 EMPUJE DE TIERRA Y PRESION HIDROSTATICA

B.5.1 - EMPUJE EN MUROS DE CONTENCION DE SOTANOS

B.5.1.1 - En el diseño de los muros de contención de los sótanos y otras estructuras aproximadamente verticales localizadas bajo tierra, debe tenerse en cuenta el empuje lateral del suelo adyacente. Deben tenerse en cuenta las posibles sobrecargas tanto vivas como muertas que pueda haber en la parte superior del suelo adyacente. Cuando parte o toda la estructura de sótano está por debajo del nivel freático, el empuje debe calcularse para el peso del suelo sumergido y la totalidad de la presión hidrostática. Deben consultarse los requisitos del Título H del Reglamento.

B.5.1.2 - El coeficiente de empuje de tierra deberá elegirse en función de las condiciones de deformabilidad de la estructura de contención, pudiéndose asignar el coeficiente de empuje activo cuando las estructuras tengan libertad de giro y de traslación; en caso contrario, el coeficiente será el de reposo o uno mayor, hasta el valor del pasivo, a juicio del ingeniero geotecnista y de acuerdo con las condiciones geométricas de la estructura y de los taludes adyacentes, cumpliendo los requisitos adicionales del Título H del Reglamento.

B.5.2 - PRESION ASCENDENTE, SUBPRESION, EN LOSAS DE PISO DE SOTANOS

En el diseño de la losa de piso del sótano y otras estructuras aproximadamente horizontales localizadas bajo tierra debe tenerse en cuenta la totalidad de la presión hidrostática ascendente aplicada sobre el área. La cabeza de presión hidrostática debe medirse desde el nivel freático. La misma consideración debe hacerse en el diseño de tanques y piscinas.

B.5.3 – SUELOS EXPANSIVOS

Cuando existan suelos expansivos bajo la cimentación de la edificación, o bajo losas apoyadas sobre el terreno, la cimentación, las losas y los otros elementos de la edificación, deben diseñarse para que sean capaces de tolerar los movimientos que se presenten, y resistir las presiones ascendentes causadas por la expansión del suelo, o bien los suelos expansivos deben retrarse o estabilizarse debajo y en los alrededores de la edificación, de acuerdo con las indicaciones del ingeniero geotecnista. Debe consultarse el Título H del Reglamento.

B.5.4 – ZONAS INUNDABLES

En aquellas zonas designadas por la autoridad competente como inundables, el sistema estructural de la edificación debe diseñarse y construirse para que sea capaz de resistir los efectos de flotación y de desplazamiento lateral causados por los efectos hidrostáticos, hidrodinámicos, y de impacto de objetos flotantes. ■

CAPITULO B.6 FUERZAS DE VIENTO

B.6.1 – ALCANCE

A continuación se presentan métodos para calcular las fuerzas de viento con que deben diseñarse las edificaciones y sus componentes. No es aplicable a las estructuras de forma o localización especiales, las cuales requieren investigación apropiada, ni a aquellas que puedan verse sometidas a oscilaciones graves inducidas por el viento, ni a estructuras de puentes. Cuando existan datos experimentales, obtenidos en túneles de viento, pueden usarse en lugar de los especificados aquí, siempre y cuando reciban la aprobación de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.

B.6.2 – DEFINICIONES

Las siguientes definiciones se aplican a este capítulo:

Altura - Altura de la edificación por encima del terreno adyacente

Altura por encima del terreno - La dimensión a barlovento, por encima del nivel general del terreno.

Ancho - La menor dimensión horizontal de una edificación, por encima del terreno adyacente, o el ancho de un elemento estructural normal a la dirección del viento. Es una dimensión relacionada con la configuración en planta de la edificación

Area de elemento de superficie - El área de una superficie sobre la cual se considera constante el coeficiente de presión.

Area frontal efectiva - Area normal a la dirección del viento.

Barlovento - Dirección de donde viene el viento.

Coeficiente de fuerza - Un coeficiente adimensional tal que multiplicado por la presión dinámica del viento incidente sobre un cuerpo y por una área apropiada, como se define en este capítulo, da la fuerza total de viento sobre este cuerpo

Coeficiente de presión - La razón entre la presión que actúa en un punto de una superficie y la presión dinámica del viento incidente.

Frente - Dimensión de la edificación normal a la dirección del viento

Longitud - La mayor dimensión horizontal de un edificio por encima del terreno adyacente; o la longitud entre apoyos, de un miembro estructural individual. Es una dimensión relacionada con la configuración en planta de la edificación

Permeabilidad - Relación entre el área de las aberturas de una pared y el area total de la misma

Presión dinámica del viento - La presión dinámica, en flujo libre, que produce la velocidad del viento de diseño

Profundidad - Dimensión de la edificación medida en la dirección del viento

Topografía - Las características de la superficie terrestre en lo que respecta a la configuración de valles y montañas

Rugosidad del terreno - Las características de la superficie terrestre en lo relacionado con obstrucciones de pequeña escala tales como árboles y edificaciones (a diferencia de la topografía)

Sotavento - Dirección hacia donde va el viento.

B.6.3 – NOMENCLATURA

La nomenclatura siguiente comprende las variables utilizadas en el presente capítulo.

A	=	elemento de área superficial
A_e	=	área frontal efectiva
B	=	menor dimensión en planta de la edificación
b	=	frente
C_f	=	coeficiente de fuerza
C_{fn}	=	coeficiente de fuerza normal
C_{ft}	=	coeficiente de fuerza transversal
C'_f	=	coeficiente de arrastre por fricción
C_p	=	coeficiente de presión
C_{pe}	=	coeficiente de presión externa
C_{pi}	=	coeficiente de presión interna
d	=	profundidad
D	=	diámetro
F	=	fuerza
F_n	=	fuerza normal
F_t	=	fuerza transversal
F'	=	fuerza de fricción
h	=	altura
H	=	altura sobre el terreno
J_a	=	ancho del miembro, según se indica en el diagrama pertinente
j	=	ancho del miembro normal a la dirección del viento
k	=	una constante
K	=	coeficiente de reducción
l	=	longitud
p	=	presión sobre la superficie
p_e	=	presión externa
p_i	=	presión interna
q	=	presión dinámica del viento
R_e	=	número de Reynolds
S_1	=	coeficiente topográfico
S_2	=	coeficiente de rugosidad, tamaño del edificio y altura sobre el terreno
S_3	=	coeficiente estadístico
S_4	=	coeficiente que tiene en cuenta la densidad del aire
V	=	velocidad del viento básico (m/s)
V_s	=	velocidad del viento de diseño (m/s)
w	=	ancho del edificio
w'	=	ancho de un vano en edificios de varios vanos
α	=	ángulo del viento (con respecto a un eje dado)
β	=	relación de solidez aerodinámica
η	=	coeficiente de resguardo por apantallamiento
ν	=	viscosidad cinemática
ϕ	=	relación de solidez geométrica

B.6.4 - PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LAS FUERZAS DE VIENTO QUE ACTUAN SOBRE LAS ESTRUCTURAS**B.6.4.1 - DISPOSICIONES VARIAS**

B.6.4.1.1 - En una estructura es preciso calcular las fuerzas de viento que actúan sobre.

- (a) La estructura en conjunto
- (b) Los elementos estructurales individuales, por ejemplo paredes, techos, y
- (c) Las unidades individuales de revestimiento y sus elementos de conexión.

B.6.4.1.2 – Edificaciones en construcción - Es importante considerar la fuerza de viento que actúe sobre una estructura sin terminar, que depende del método y secuencia de construcción y que puede llegar a ser crítica. Es razonable suponer que la velocidad máxima del viento de diseño, V_s , no se presente durante un período de construcción corto, y se puede usar en consecuencia un coeficiente de reducción S_3 para calcular el máximo viento probable. Sin embargo, no se permite usar períodos de exposición menores de dos años, con un valor mínimo de $S_3 = 0.8$

B.6.4.1.3 - Las cargas producidas por el viento deben aplicarse en cualquier dirección

B.6.4.1.4 - El sistema estructural de la edificación debe ser capaz de transferir a la cimentación las fuerzas producidas por el viento

B.6.4.1.5 - Los amarres o anclajes del material de cubierta colocado dentro de una distancia $0.2B$ del borde de los aleros deben diseñarse para una presión negativa (succión), de 1.5 veces la presión dinámica, normal a la superficie.

B.6.4.2 - ANALISIS SIMPLE - Si al evaluar los efectos producidos por las fuerzas de viento con el análisis simple descrito a continuación, se encuentra que éstos no son fundamentales en el diseño, se puede adoptar el análisis simple como válido, con la presión de viento calculada mediante la ecuación B.6.4.1 y las tablas B.6.4-1, B.6.4-2 y B.6.4-3. Por el contrario, si las fuerzas de viento en algún sentido resultan determinantes, el diseño deberá regirse por el análisis completo como se establece en B.6.4.3 y subsiguientes.

B.6.4.2.1 - Presión producida por el viento - El viento produce una presión

$$p = C_p q S_d \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{(B.6.4-1)}$$

Los valores de q para diferentes intervalos de altura se obtienen de la tabla B.6.4-1, con base en la velocidad del viento básico para el sitio, definida en B.6.5.2.

Tabla B.6.4-1 - Valores de q en kN/m^2 ($1 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kgf/m}^2$)

Altura (m)	Velocidad (kph)*						
	60	70	80	90	100	110	120
0 - 10	0.20	0.27	0.35	0.45	0.55	0.67	0.79
10 - 20	0.22	0.30	0.40	0.50	0.62	0.75	0.89
20 - 40	0.27	0.37	0.48	0.61	0.75	0.91	1.08
40 - 80	0.33	0.45	0.59	0.74	0.92	1.11	1.32
80 - 150	0.40	0.54	0.71	0.90	1.11	1.34	1.59
> 150	0.50	0.68	0.88	1.12	1.38	1.67	1.99

(*véase la figura B.6.5-1)

Tabla B.6.4-2 - Valores de C_p para superficies verticales

Estructuras prismáticas con $h < 2b$	1.2
Estructuras prismáticas alargadas	1.6
Superficies cilíndricas	0.7
Superficies planas de poca profundidad tales como vallas	1.4

Para los aleros en todos los casos deberá utilizarse $C_p = -1.5$

Para pórticos a dos aguas, al considerar el viento soplando paralelamente a la cumbrera se tomará $C_p = -0.6$

Para los edificios con uno o más lados abiertos se deberá añadir -1.0 a los valores negativos de C_p que aparecen en la tabla B.6.4-3 para superficies inclinadas

Para efectos de computar la presión del viento sobre una cubierta curva, ésta debe dividirse como mínimo en cinco segmentos iguales. La presión en cada segmento, positiva o negativa, debe determinarse usando los valores de C_p que para la pendiente respectiva aparecen en la tabla B.6.4-3.

Tabla B.6.4-3 - Valores de C_p para superficies inclinadas

Inclinación de la cubierta (grados)	Barlovento	Sotavento
0 - 10.0	-0.8	-0.5
10.1 - 20.0	-0.7	-0.5
20.1 - 30.0	-0.4	-0.5
30.1 - 40.0	-0.1	-0.5
40.1 - 50.0	+0.2	-0.5
50.1 - 60.0	+0.5	-0.5
60.1 - 70.0	+0.7	-0.5
70.1 - 80.0	+0.8	-0.5
> 80		Véase la tabla B.6.4-2

Los valores de S_1 se determinan de acuerdo con el numeral B.6.6.2

B.6.4.3 - ANALISIS COMPLETO - Para establecer la fuerza de viento, debe procederse así:

Paso 1 - Se busca la velocidad del viento básico V en el sitio de la construcción de acuerdo con B.6.5.2.

Paso 2 - La velocidad de viento básico se multiplica por los coeficientes S_1 , S_2 y S_3 , para obtener la velocidad del viento de diseño, V_s , para la parte en consideración, de acuerdo con la siguiente ecuación

$$V_s = V S_1 S_2 S_3 \quad (\text{B.6.4-2})$$

Paso 3 - Para los valores de S_1 , S_2 y S_3 siganse B.6.5.3 a B.6.5.6. La velocidad del viento de diseño se convierte a la presión dinámica q , en kN/m^2 , mediante la ecuación.

$$q = 0.000625 V_s^2 S_d \quad (q \text{ en } \text{kN/m}^2 \text{ y } V_s \text{ en } \text{m/s}) \quad (\text{B.6.4-3a})$$

$$q = 0.000048 V_s^2 S_d \quad (q \text{ en } \text{kN/m}^2 \text{ y } V_s \text{ en } \text{kph}) \quad (\text{B.6.4-3b})$$

Para determinar los valores de S_d véase B.6.6.2

Paso 4 - La presión dinámica q se multiplica luego por el coeficiente de presión apropiado, C_p , para obtener la presión p ejercida sobre cualquier punto de la superficie de un edificio

$$p = C_p q \quad (\text{B.6.4-4})$$

Los valores negativos de C_p indican succión. Puesto que la fuerza resultante sobre un elemento depende de la diferencia de presión entre sus caras opuestas, pueden darse coeficientes de presión diferentes para las superficies externas, C_{pe} , e internas, C_{pi} . La fuerza de viento resultante sobre un elemento de superficie actúa normalmente a ésta y vale.

$$F = (C_{pe} - C_{pi}) q A \quad (\text{B.6.4-5})$$

en donde A es el área de la superficie

Un valor negativo de F indica que la fuerza va dirigida hacia afuera. La fuerza total del viento, que actúa sobre una superficie, puede obtenerse sumando vectorialmente las cargas que actúan sobre todas las superficies.

Alternativamente para hallar la fuerza total del viento sobre la edificación en conjunto, en vez de usar el procedimiento del paso 4, puede usarse un coeficiente de fuerza, C_f , cuando éste se conoce. La fuerza total de viento está dada entonces por:

$$F = C_f q A_e \quad (\text{B.6.4-6})$$

en donde A_e es el área frontal efectiva de la estructura. La dirección en la cual actúa la fuerza se indica en las tablas de coeficientes de fuerza.

En B.6.7 se dan coeficientes de presión y de fuerza para varias configuraciones de edificios, y en B.6.8, coeficientes de fuerza para estructuras sin revestir.

B.6.5 - VELOCIDAD DEL VIENTO DE DISEÑO

B.6.5.1 - GENERAL - La velocidad del viento de diseño se calcula mediante la ecuación B.6.4-2.

B.6.5.2 - VELOCIDAD DEL VIENTO BASICO - La velocidad del viento básico, V , es la velocidad de ráfaga de 3 segundos, que se estima será excedida en promedio una vez cada 50 años, medida a 10 m de altura del terreno y en campo abierto. Los valores de esta velocidad deben tomarse del mapa de amenaza eólica, figura B.6.5.1

B.6.5.3 - COEFICIENTES DE VELOCIDAD DEL VIENTO - La velocidad del viento básico, debe modificarse mediante los coeficientes S_1 , S_2 y S_3 para tener en cuenta los efectos topográficos; de rugosidad, tamaño del edificio y altura sobre el terreno; y la vida útil e importancia del proyecto y la densidad del aire respectivamente

B.6.5.4 - COEFICIENTE DE TOPOGRAFIA, S_1 - Deben utilizarse los coeficientes dados a continuación:

Tabla B.6.5-1
Coeficiente de topografía S_1

Topografía	Valor de S_1
(a) Todos los casos excepto los dados en (b) y (c).	1.0
(b) Laderas y cimas montañosas muy expuestas en donde se sabe que el viento se acelera, y valles donde debido a su forma se concentra el viento.	1.1
(c) Valles encerrados protegidos de todo viento.	0.9

B.6.5.5 - COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DEL TERRENO, DEL TAMAÑO DEL EDIFICIO Y DE ALTURA SOBRE EL TERRENO, S_2 - El efecto combinado de estos factores se tiene en cuenta mediante el coeficiente S_2 , que se obtiene de la tabla B.6.5-2 en función de los siguientes parámetros:

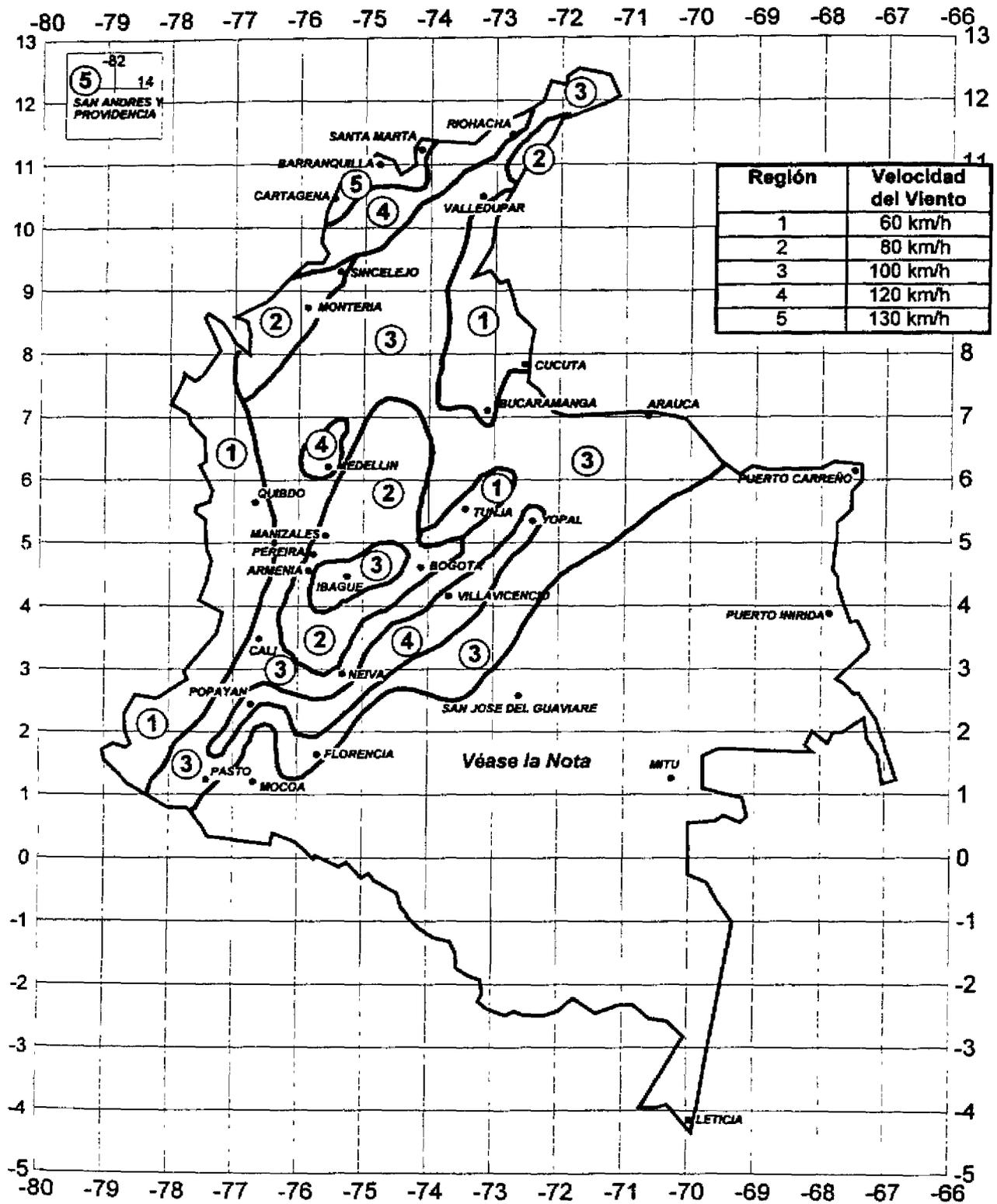
B.6.5.5.1 - Rugosidad del terreno - Para los fines de estas normas la rugosidad del terreno se divide en cuatro categorías así:

Rugosidad 1 - Grandes extensiones de campo abierto, plano o casi plano, sin abrigo, como bordes costeros, pantanos, aeropuertos, pastizales y labrantíos sin cercas de arbustos o piedra.

Rugosidad 2 - Terreno plano u ondulado con obstrucciones de arbustos o cercas alrededor de los campos, con árboles en algunos sitios y una que otra edificación. Como la mayoría de las zonas cultivadas y áreas rurales con excepción de aquellas partes muy boscosas.

Rugosidad 3 - Superficies cubiertas con numerosas obstrucciones de gran tamaño. Se supone que el nivel general de los techos y de los obstáculos es de 10 m, pero esta categoría comprende la mayoría de las áreas construidas diferentes de aquellas incluidas en la categoría 4

Rugosidad 4 - Superficies cubiertas por numerosas obstrucciones de gran tamaño con techos construidos a 25 o más metros de altura. Esta categoría cubre únicamente los centros de las ciudades donde los edificios son no solamente altos sino poco espaciados



Nota: Estas zonas no han sido estudiadas y se recomienda ser conservador al evaluar las fuerzas eólicas que puedan presentarse en ellas. Mientras no existan datos confiables se calcularán con base en una velocidad mínima de 100 km/h

Mapa de amenaza eólica: velocidad del viento básico
Figura B.6.5.1

Tabla B.6.5-2
Coefficiente de rugosidad, tamaño del edificio y altura sobre el terreno, S_2

H (m)	Rugosidad 1			Rugosidad 2			Rugosidad 3			Rugosidad 4		
	CAMPOS ABIERTOS SIN OBSTRUCCIONES			CAMPOS ABIERTOS CON VALLAS			CAMPOS CON MUCHAS VALLAS, PUEBLOS O AFUERAS DE CIUDADES			ZONAS CON GRANDES Y FRECUENTES OBSTRUCCIONES COMO CENTROS DE CIUDAD		
	CLASE			CLASE			CLASE			CLASE		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
3	0.83	0.78	0.73	0.72	0.67	0.63	0.64	0.60	0.55	0.56	0.52	0.47
5	0.88	0.83	0.78	0.79	0.74	0.70	0.70	0.65	0.60	0.60	0.55	0.50
10	1.00	0.93	0.90	0.95	0.88	0.83	0.78	0.74	0.69	0.67	0.62	0.58
15	1.03	0.99	0.94	1.00	0.95	0.91	0.88	0.83	0.78	0.74	0.69	0.64
20	1.06	1.01	0.96	1.03	0.98	0.94	0.95	0.90	0.85	0.79	0.75	0.70
30	1.08	1.05	1.00	1.07	1.03	0.98	1.01	0.97	0.92	0.90	0.85	0.79
40	1.12	1.08	1.03	1.10	1.06	1.01	1.05	1.01	0.96	0.97	0.93	0.89
50	1.14	1.10	1.06	1.12	1.08	1.04	1.08	1.04	1.00	1.02	0.98	0.94
60	1.15	1.12	1.08	1.14	1.10	1.04	1.10	1.06	1.02	1.05	1.02	0.98
80	1.18	1.15	1.11	1.17	1.13	1.09	1.13	1.10	1.06	1.10	1.07	1.03
100	1.20	1.17	1.13	1.19	1.16	1.12	1.16	1.12	1.09	1.13	1.10	1.07
120	1.22	1.19	1.15	1.21	1.18	1.14	1.18	1.15	1.11	1.15	1.13	1.10
140	1.24	1.20	1.17	1.22	1.19	1.16	1.20	1.17	1.13	1.17	1.15	1.12
160	1.25	1.22	1.19	1.24	1.21	1.18	1.21	1.18	1.15	1.19	1.17	1.14
180	1.26	1.23	1.20	1.25	1.22	1.19	1.23	1.20	1.17	1.20	1.19	1.16
200	1.27	1.24	1.21	1.26	1.24	1.21	1.24	1.21	1.18	1.22	1.21	1.18

B.6.5.5.2 - Revestimiento y tamaño del edificio - Se establecen tres clases a saber:

Clase A - Todas las unidades de revestimiento, vidriería y cubierta y sus aditamentos, lo mismo que los miembros individuales de las estructuras sin revestir.

Clase B - Todos los edificios y estructuras cuya máxima dimensión vertical u horizontal, no llega a 50 m.

Clase C - Todos los edificios con dimensiones máximas, verticales u horizontales, que sobrepasan los 50 m.

Para entrar a la tabla B.6-5-2, se considera la altura de la parte superior de la estructura, o si se prefiere, puede dividirse ésta en varias partes, y calcularse la fuerza en cada una de ellas, aplicándole el coeficiente S_2 correspondiente al nivel superior de cada parte. La fuerza se considera aplicada a media altura de la estructura o parte considerada, respectivamente

Al estimar la altura sobre el terreno circundante debe darse debida consideración a cualquier condición especial que presente

B.6.5.6 - COEFICIENTE S_3 - Este coeficiente tiene en cuenta el grado de seguridad y de vida útil de la estructura. Según los grupos de uso estipulados en el numeral A.2.5 1, se utilizarán los siguientes valores

Para todas las edificaciones y estructuras de ocupación normal correspondientes al grupo de uso I $S_3 = 1.00$

Para las edificaciones y estructuras de ocupación especial pertenecientes al grupo de uso II y las diseñadas para prestar servicios indispensables esenciales o de atención a la comunidad, correspondientes a los grupos de uso III y IV $S_3 = 1.05$

Para edificaciones agrícolas y estructuras de almacenamiento que por su ocupación implican bajo riesgo para la vida humana y para construcciones temporales $S_3 = 0.95$