Carga de Viento

El viento produce en los edificios una presión horizontal que aumenta con la altura. Por ejemplo, en un edificio de P.B. y diez pisos, ubicado en una determinada zona de nuestro país, el viento podría ejercer una presión en su fachada (llamada presión dinámica qz) de 70 kg/m^2 (0,70 KN/m^2) en P.B., otra de 130 kg/m^2 (1,30 KN/m^2) en el décimo piso y valores intermedios en los demás.
El primer objetivo de este reglamento es precisamente establecer el valor de esas presiones dinámicas qz en cada piso.

Factores que inciden:
.- Ubicación geográfica
.- Dimensiones de la estructura.
.- Destino o función.
.- Protección por parte del entorno (rugosidad).
.- Forma del edificio.
.- Proporción entre aberturas y fachada.

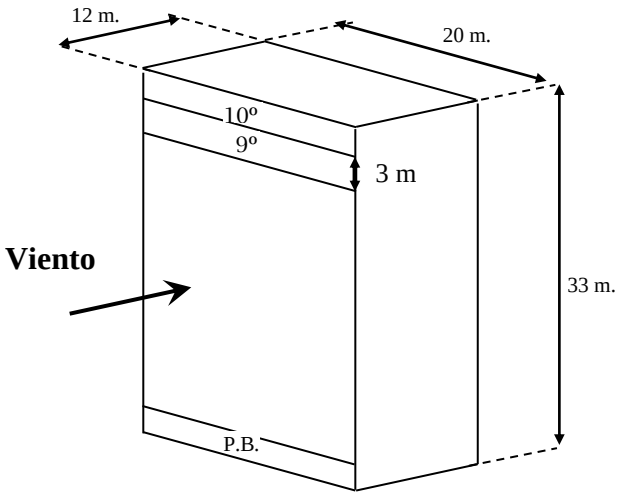
Proceso de cálculo según Reglamento CIRSOC 102 2005

Cálculo de la presión dinámica qz:

$$\mathbf{q_z} = 0{,}613 \times \mathbf{V}^2 \times \mathbf{k_{zt}} \times \mathbf{k_d} \times \boldsymbol{I} \times \mathbf{k_z}$$

Lo que vamos a ver a continuación en un ejemplo es cómo hallar los valores de todos los parámetros de esta fórmula y así poder calcular la presión dinámica qz en cada piso.

Ejemplo:
Edificio de viviendas en la ciudad de Neuquén.
Planta baja y diez pisos altos. Topografía plana.
Sistema estructuras contraviento: tabiques de hormigón armado.
Altura de cada entrepiso: 3 metros



De la tabla de la página siguiente se obtiene el valor de V (velocidad básica) de acuerdo a la ubicación geográfica

Figura 1 B | **Velocidades básicas del viento en ciudades**

CIUDAD	*V* (m/s)
BAHIA BLANCA	55,0
BARILOCHE	46,0
BUENOS AIRES	45,0
CATAMARCA	43,0
COMODORO RIVADAVIA	67,5
CORDOBA	45,0
CORRIENTES	46,0
FORMOSA	45,0
LA PLATA	46,0
LA RIOJA	44,0
MAR DEL PLATA	51,0
MENDOZA	39,0
NEUQUEN	48,0
PARANA	52,0
POSADAS	45,0
RAWSON	60,0
RESISTENCIA	45,0
RIO GALLEGOS	60,0
ROSARIO	50,0
SALTA	35,0
SANTA FE	51,0
SAN JUAN	40,0
SAN LUIS	45,0
SAN MIGUEL DE TUCUMAN	40,0
SAN SALVADOR DE JUJUY	34,0
SANTA ROSA	50,0
SANTIAGO DEL ESTERO	43,0
USHUAIA	60,0
VIEDMA	60,0

Nota:

Los valores se refieren a velocidad de ráfaga de 3 segundos en m/s a 10 m. sobre el terreno para Categoría de Exposición C y están asociadas con una probabilidad anual de 0,02.

$$qz = \mathbf{q_z} = 0{,}613 \times \mathbf{V}^2 \times \mathbf{k_{zt}} \times \mathbf{k_d} \times \boldsymbol{I} \times \mathbf{k_z}$$

V = 48 m/s
Pág. 8

Tabla 6 Factor de direccionalidad kd

Es un factor que reduce la presión del viento teniendo en cuenta que es muy improbable que coincida la velocidad máxima del viento, con su dirección más desfavorable, o sea, perpendicular a la fachada.

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d *
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares	
Cuadradas	0,90
Hexagonales	0,95
Redondas	0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85
Torres reticuladas	
Triangular, cuadrada, rectangular	0,85
Toda otra sección transversal	0,95

$\mathbf{q_z} = 0{,}613 \times \mathbf{V}^2 \times \mathbf{k_{zt}} \times \mathbf{k_d} \times \boldsymbol{I} \times \mathbf{k_z}$

V = 48 m/s
Pág. 8

k_d = 0,85
Pág. 9

Apéndice A Clasificación de edificios y otras estructuras

Las categorías varían de I a IV, donde la categoría I representa edificios y otras estructuras con bajo peligro para la vida humana en caso de falla y la categoría IV representa instalaciones esenciales. Cada edificio u otra estructura se debe asignar a la categoría aplicable más alta.

NATURALEZA DE LA OCUPACIÓN

Categoría I

Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo:
-Instalaciones agrícolas.
-Ciertas instalaciones temporarias.
-Instalaciones menores para almacenamiento.

Categoría II

Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos instalados en Categorías I.III y IV.

Categoría III

Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo:
-Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área.
-Edificios y otras estructuras para guarderías, escuelas primarias y secundarias con capacidad mayor que 150 personas.
-Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas.
-Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 personas para universidades o instalaciones para educación de adultos.
-Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia.
-Instalaciones para cárceles y detenciones.
-Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la categoría IV.
Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de substancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo:
-Instalaciones petroquímicas.
-Instalaciones para almacenamiento de combustibles.
-Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos.
-Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos.

Categoría IV

Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitados a:
-Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia.
-Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia.
-Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias.
-Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias.
-Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia.
-Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo a tanques de almacenamiento de combustible, torres de refrigeración, estructuras de sub-estaciones de electricidad, tanques de agua para incendio u otras estructuras de alojamiento de agua o equipamiento para combatir el fuego.
-Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia.
-Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios.
-Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional.

Tabla 1 Factor de importancia

Categoría	*I*
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

$\mathbf{q_z} = 0{,}613 \times \mathbf{V}^2 \times \mathbf{k_{zt}} \times \mathbf{k_d} \times \boldsymbol{I} \times \mathbf{k_z}$ (resultados en newton/m2) 10 newton = 1 kg

V = 48 m/s
Pág. 8

k_d = 0,85
Pág. 9

I = 1 de categoría II
Pág. 10

<u>Kzt: factor topográfico</u>.

Es igual a 1 en zonas planas.
Es distinto de 1 en lomas o acantilados.

$\mathbf{q_z} = 0{,}613 \times \mathbf{V}^2 \times \mathbf{k_{zt}} \times \mathbf{k_d} \times \boldsymbol{I} \times \mathbf{k_z}$ (resultados en newton/m2) 10 newton = 1 kg

V = 48 m/s
Pág. 8

k_{zt} = 1
Pág. 11

k_d = 0,85
Pág. 9

I = 1 de categoría II
Pág. 10

.

<u>Categorías de exposición</u>

En el antiguo reglamento, se llamaba rugosidad y se refiere a la protección por parte del entorno.

Para cada dirección de viento considerada, se debe determinar una categoría de exposición que refleje adecuadamente las características de las irregularidades de la superficie del terreno para el lugar en el cual se va a construir el edificio o la estructura.
Para un sitio de emplazamiento ubicado en la zona de transición entre categorías, se debe aplicar aquella que conduzca a las mayores fuerzas de viento.

Exposición A: Centro de grandes ciudades con al menos 50% de los edificios de altura mayor que 20m. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición A prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 800 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor. Se tendrán en cuenta los posibles efectos de acanalamiento o presiones dinámicas incrementadas debido a que el edificio o estructura se localiza en la estela de edificios adyacentes.

Exposición B: Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición B prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 500 m. ó 10 veces la altura u otra estructura, la que sea mayor.

Exposición C: Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas , con alturas generalmente menores que 10m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.

Exposición D: Áreas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1600m. Esta exposición se debe aplicar solamente a aquellos edificios y otras estructuras expuestas al viento soplando desde el agua. La exposición D se extiende desde tierra adentro desde la costa a una distancia de 500 m. ó 10 veces la altura del edificio o estructura,. la que sea mayor

Para este edificio en la ciudad de Neuquén, adoptamos exposición A.

Kz: coeficiente para la presión dinámica.

Tiene en cuenta que la presión del viento aumenta con la altura; por ejemplo, en un mismo edificio, la presión resultará mayor en el décimo piso que en la planta baja.
Se obtiene de la tabla 5 de la pág. siguiente. Para la ciudad de Neuquén, habíamos adoptado exposición A y para edificios hay que entrar por la columna del caso 2.
Para evitar la interpolación que exige la tabla 5, usé la fórmula con la que se hizo esta tabla, $kz = 2{,}01 \times (Z/457)^{2/5}$, donde Z es la altura del piso estudiado y construí la siguiente planilla de kz para alturas hasta 95 metros **(planilla válida sólo para la exposición A, que es la de nuestro ejemplo)**.
Por lo tanto, en este caso no es necesario usar la tabla de la página siguiente.

altura	kz	altura	kz	altura	kz	altura	kz	altura	kz	altura	kz
6	0,355	21	0,586	36	0,727	51	0,836	66	0,927	81	1,006
7	0,378	22	0,597	37	0,735	52	0,843	67	0,933	82	1,011
8	0,399	23	0,608	38	0,743	53	0,849	68	0,938	83	1,016
9	0,418	24	0,618	39	0,751	54	0,855	69	0,944	84	1,021
10	0,436	25	0,629	40	0,759	55	0,862	70	0,949	85	1,026
11	0,453	26	0,639	41	0,766	56	0,868	71	0,954	86	1,030
12	0,469	27	0,648	42	0,774	57	0,874	72	0,960	87	1,035
13	0,484	28	0,658	43	0,781	58	0,880	73	0,965	88	1,040
14	0,499	29	0,667	44	0,788	59	0,886	74	0,970	89	1,045
15	0,512	30	0,676	45	0,795	60	0,892	75	0,976	90	1,049
16	0,526	31	0,685	46	0,802	61	0,898	76	0,981	91	1,054
17	0,539	32	0,694	47	0,809	62	0,904	77	0,986	92	1,059
18	0,551	33	0,702	48	0,816	63	0,910	78	0,991	93	1,063
19	0,563	34	0,711	49	0,823	64	0,916	79	0,996	94	1,068
20	0,575	35	0,719	50	0,830	65	0,921	80	1,001	95	1,072

Tabla 5 | **Coeficientes de exposición para la presión dinámica, K_h y K_z**

Altura sobre el nivel del terreno, z	Exposición (Nota 1)					
	A		B		C	D
(m)	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0 – 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,90	1,08
7,50	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12
10	0,68	0,44	0,72	0,72	1,00	1,18
12,50	0,68	0,48	0,77	0,77	1,05	1,23
15	0,68	0,51	0,81	0,81	1,09	1,27
17,50	0,68	0,55	0,84	0,84	1,13	1,30
20	0,68	0,57	0,88	0,88	1,16	1,33
22,50	0,68	0,60	0,91	0,91	1,19	1,36
25	0,68	0,63	0,93	0,93	1,21	1,38
30	0,68	0,68	0,98	0,98	1,26	1,43
35	0,72	0,72	1,03	1,03	1,30	1,47
40	0,76	0,76	1,07	1,07	1,34	1,50
45	0,80	0,80	1,10	1,10	1,37	1,53
50	0,83	0,83	1,14	1,14	1,40	1,56
55	0,86	0,86	1,17	1,17	1,43	1,59
60	0,89	0,89	1,20	1,20	1,46	1,61
75	0,98	0,98	1,28	1,28	1,53	1,68
90	1,05	1,05	1,35	1,35	1,59	1,73
105	1,12	1,12	1,41	1,41	1,64	1,78
120	1,18	1,18	1,46	1,46	1,69	1,82
135	1,23	1,23	1,51	1,51	1,73	1,86
150	1,29	1,29	1,56	1,56	1,77	1,89

Notas:

1. **Caso 1:** a. Todos los componentes y revestimientos.
   b. Sistema principal resistente a la fuerza del viento en edificios de baja altura diseñados usando la Figura 4.

   Caso 2: a. Todos los sistemas principales resistentes a la fuerza de viento con excepción de aquellos en edificios de baja altura diseñados usando la Figura 4.
   b. Todos los sistemas principales resistentes a la fuerza de viento en otras estructuras.
2. El coeficiente de exposición para la presión dinámica se puede determinar mediante la siguiente expresión:

   Para $5\ m \le z \le z_g$:

   $$K_z = 2{,}01\left(z / z_g\right)^{2/\alpha}$$

   Para $z < 5\ m$:

   $$K_z = 2{,}01\left(5 / z_g\right)^{2/\alpha}$$

   Observación: No se debe tomar z menor que 30 m para el Caso 1 en exposición A, ni menos que 10 m para el caso 1 en exposición B.
3. α y z_g se obtienen de la Tabla 4.
4. Se permite la interpolación lineal para valores intermedios de la altura z.
   Las categorías de exposición están definidas en el artículo 5.6.

INTEGRALTaller de Arquitectura / Aráoz 2193.(1425)-Buenos Aires, Tel. 4824-5656 (L. Rotativas) - Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723 www.integral.com.ar

Ahora que tenemos todos los valores podemos calcular qz

Presión dinámica qz

$\mathbf{q_z} = 0{,}613 \times \mathbf{V}^2 \times \mathbf{k_{zt}} \times \mathbf{k_d} \times \boldsymbol{I} \times \mathbf{k_z}$ (resultados en newton/m2) 10 newton = 1 kg

V = 48 m/s
Pág. 8

k_{zt} = 1
Pág. 11

k_d = 0,85
Pág. 9

I = 1 de categoría II
Pág. 10

k_z del cuadro pág. 12

Altura (metros)	V	k_d	*I*	k_z	q_z (nw/m^2)	q_z (Kg/m^2)
33	48	0,85	1	0,702	843	84
30	48	0,85	1	0,676	812	81
27	48	0,85	1	0,648	778	78
24	48	0,85	1	0,618	742	74
21	48	0,85	1	0,586	703	70
18	48	0,85	1	0,551	661	66
15	48	0,85	1	0,512	615	61
12	48	0,85	1	0,469	563	56
9	48	0,85	1	0,418	502	50
6	48	0,85	1	0,355	426	43
3	48	0,85	1	0,33	396	40
0	48	0,85	1	0,33	396	40

Presión de viento de diseño p

Para calcular finalmente la verdadera incidencia de la carga de viento en un determinado edificio, falta hallar la **presión de viento de diseño p**, que tiene en cuenta dos factores:

1.- La proporción entre sus aberturas y su superficie lateral, ya que el ingreso del viento al interior puede aumentar su fuerza.
2.- La rigidez o flexibilidad del edificio, que puede hacer que las ráfagas sucesivas produzcan un balanceo que amplifique su movimiento.

$p = q_z \times G \times Cp - qi \times (GCpi)$

donde p = presión de viento de diseño
q_z = hallados en la tabla que está más arriba.
qi = valor de qz a la altura del coronamiento del edificio.
(el coronamiento está a 33 m en este ejemplo y el valor de qz a esa altura es de 84 Kg/m^2 según la tabla que está más arriba)
G = factor de ráfaga (pág. 17).
Cp = coeficiente de presión externa (de la tabla de la pág. 16)
GCpi = coeficiente de presión interna. (en este ejemplo 0,18, pág. 15)

(Esta fórmula terminará siendo una suma porque (GCpi) es negativo. Es lógico que así sea porque las presiones exteriores e interiores actúan en el mismo sentido)

Clasificación del cerramiento

Contempla la presión que produciría el viento en el interior del edificio si rompieran los vidrios de las aberturas o si no estuvieran las aberturas (por ejemplo, por no estar terminado el edificio) o si encontraran abiertas. Esta acción se debe sumar a la del viento en el exterior Los edificios pueden ser abiertos, parcialmente cerrados o cerrados, según la proporción de aberturas respecto a su superficie total.

Abiertos: cuando el área total de aberturas supera al 80% de la superficie de esa fachada.
Al ser abiertos, en estos edificios el viento va a seguir su camino sin presionar o succionar cerramientos.
Parcialmente cerrados: cuando el área total de aberturas en la fachada analizada supera al 110% del área total de aberturas del resto del edificio.
En los parcialmente cerrados es donde la influencia del viento va a ser mayor, ya que al entrar en el interior, el viento se "embolsa" y la presión del viento sobre los cerramientos interiores se suma a la presión sobre los muros exteriores.
Cerrados: los que no son abiertos ni parcialmente cerrados. Un ejemplo de cerrado puede ser un edificio entre medianeras. El frente y el contrafrente pueden tener aberturas similares, por lo tanto ninguno de los dos supera el 110 % .
Supondremos que este ejemplo se trata de un edificio cerrado.

Tabla 7 Coeficientes de presión interna

La tabla siguiente nos muestra que en los edificios abiertos lógicamente no hay presión interna y el coeficiente (**GCpi)** vale cero –el viento "pasa de largo"- y en los parcialmente cerrados es donde más influye y le corresponde el valor más alto, (**GCpi) =** 0,55

Clasificación de cerramiento	(**GCpi)**
Edificios abiertos	0,00
Edificios parcialmente cerrados	+0,55 -0,55
Edificios cerrados	+0,18 -0,18

Notas:
Los signos más significan presiones actuando hacia la superficie.(presión)
Los signos menos significan presiones actuando desde la superficie hacia fuera (succión).

Como supusimos que nuestro ejemplo es de un edificio cerrado, (**GCpi) = 0,18.**

Coeficiente de presión externa Cp

Sistema principal resistente a la fuerza del viento		Para todo h
Figura 3 (cont.)	Coeficientes de presión externa, C_p	Paredes y cubiertas
Edificios cerrados total o parcialmente		

Coeficientes de presión en paredes, C_p

Superficie	L/B	C_p	Usar con
Pared a barlovento	Todos los valores	0,8	q_z
Pared a sotavento	0 – 1	-0,5	q_h
	2	-0,3	
	≥4	-0,2	
Paredes laterales	Todos los valores	- 0,7	q_h

Coeficientes de presión para cubiertas, C_p, para usar con q_h

Dirección del viento		Barlovento Ángulo θ en grados								Sotavento Ángulo θ en grados		
	h/L	10	15	20	25	30	35	45	≥60#	10	15	≥20
Normal a la cumbrera para θ≥10°	≤0,25	-0,7	-0,5 0,0*	-0,3 0,2	-0,2 0,3	-0,2 0,3	0,0* 0,4	0,4	0,01θ	-0,3	-0,5	-0,6
	0,5	-0,9	-0,7	-0,4 0,0*	-0,3 0,2	-0,2 0,2	-0,2 0,3	0,0* 0,4	0,01θ	-0,5	-0,5	-0,6
	≥1,0	-1,3**	-1,0	-0,7	-0,5 0,0*	-0,3 0,2	-0,2 0,2	0,0* 0,3	0,01θ	-0,7	-0,6	-0,6

Normal a la cumbrera para θ<10° y paralela a la cumbrera para todo θ		Distancia horizontal desde el borde a barlovento	C_p
	≤0,5	0 a h/2	-0,9
		h/2 a h	-0,9
		h a 2h	-0,5
		> 2h	-0,3
	≥1,0	0 a h/2	-1,3**
		> h/2	-0,7

* Se da el valor para fines de interpolación

** El valor puede reducirse linealmente con el área sobre la cual es aplicable como sigue:

Area (m^2)	Factor de reducción
≤ 10	1,0
25	0,9
≥ 100	0,8

Notas:

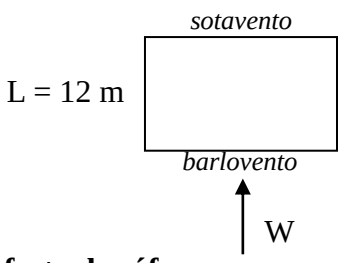
1. Los signos más y menos significan presiones que actúan acercándose a la superficie o alejándose de ella, respectivamente.
2. Se permite la interpolación lineal para valores de *L/B*, *h/L* y θ distintos a los indicados. La interpolación sólo se llevará a cabo entre valores del mismo signo. Donde no se dan valores del mismo signo, se toma 0,0 a los fines de la interpolación.

Barlovento Cp = 0,8
Sotavento.
L/B = 12m / 20 m = 0,6

Cp = -0,5

Planta del edificio:

B = 20 m



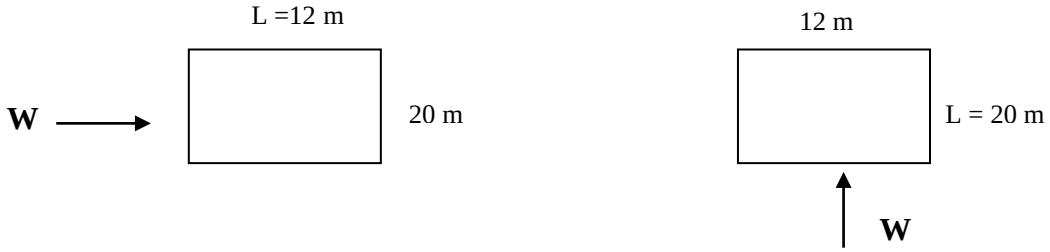
G: Factor de efecto de ráfaga

Toma en cuenta el efecto dinámico, o sea, si el edificio se "hamaca" con ráfagas sucesivas debido a su flexibilidad

Para determinar si el edifício es flexible o rígido se debe calcular el período de oscilación del edificio:

$$T = 0{,}08 \frac{h}{\sqrt{L}} \sqrt{\frac{h}{L+h}}$$

donde:
T: tiempo que tarda el edificio en realizar una oscilación completa expresado en segundos.
h: altura total del edificio expresada en metros.
L: longitud en planta en la dirección considerada, en metros.



Si T<= 1 segundo el edificio es rígido, si T > 1 segundo es flexible.

En nuestro caso L = 12 m y h = 33 m

$$T = 0{,}08 \frac{33}{\sqrt{12}} \sqrt{\frac{33}{12+33}} = 0{,}65 \text{ segundos} \quad \text{(es rígido)}$$

Una forma más sencilla de comprobar si es rígido o flexible, aunque aproximada, es hallar la proporción Altura / lado menor. Si resulta menor a 4 se considera rígido.
Si es rígido, el factor de ráfaga es G = 0,85 o sea que la ráfaga de viento no afecta al edificio y al multiplicar por 0,85 la fuerza del viento disminuirá..
Si es flexible, se produce una amplificación de la fuerza del viento y se determina mediante un cálculo complejo (no está en este ejemplo).

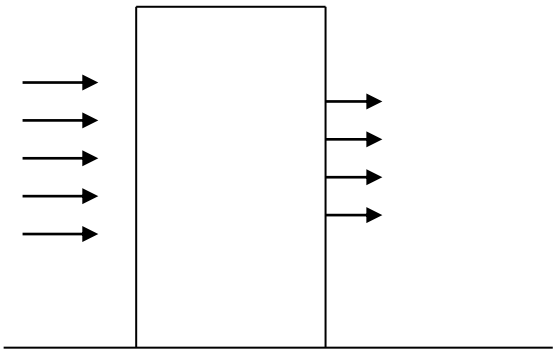
Altura (metros)	V	k_d	I	k_z	q_z nw/m^2	q_z Kg/m^2
33	48	0,85	1	0,702	843	84
30	48	0,85	1	0,676	812	81
27	48	0,85	1	0,648	778	78
24	48	0,85	1	0,618	742	74
21	48	0,85	1	0,586	703	70
18	48	0,85	1	0,551	661	66
15	48	0,85	1	0,512	615	61
12	48	0,85	1	0,469	563	56
9	48	0,85	1	0,418	502	50
6	48	0,85	1	0,355	426	43
3	48	0,85	1	0,33	396	40
0	48	0,85	1	0,33	396	40

Cuadro calculado en la página 14

p = Presión del viento a barlovento

Presión (barlovento)

Succión (sotavento)



p = qz . G . Cp – qi . (GCpi)

barlovento

Alt.	qz Kg/m^2	G (pág. 17)	Cp (pág. 16)	qi	GCpi (pág. 15)	p Kg/m^2
33	84	0,85	0,8	84	-0,18	72
30	81	0,85	0,8	84	-0,18	70
27	78	0,85	0,8	84	-0,18	68
24	74	0,85	0,8	84	-0,18	66
21	70	0,85	0,8	84	-0,18	63
18	66	0,85	0,8	84	-0,18	60
15	61	0,85	0,8	84	-0,18	57
12	56	0,85	0,8	84	-0,18	53
9	50	0,85	0,8	84	-0,18	49
6	43	0,85	0,8	84	-0,18	44
3	40	0,85	0,8	84	-0,18	42
0	40	0,85	0,8	84	-0,18	42

p = Presión (succión) del viento a sotavento

p = qh . G . Cp – qi . (GCpi) donde qh = qz en el coronamiento

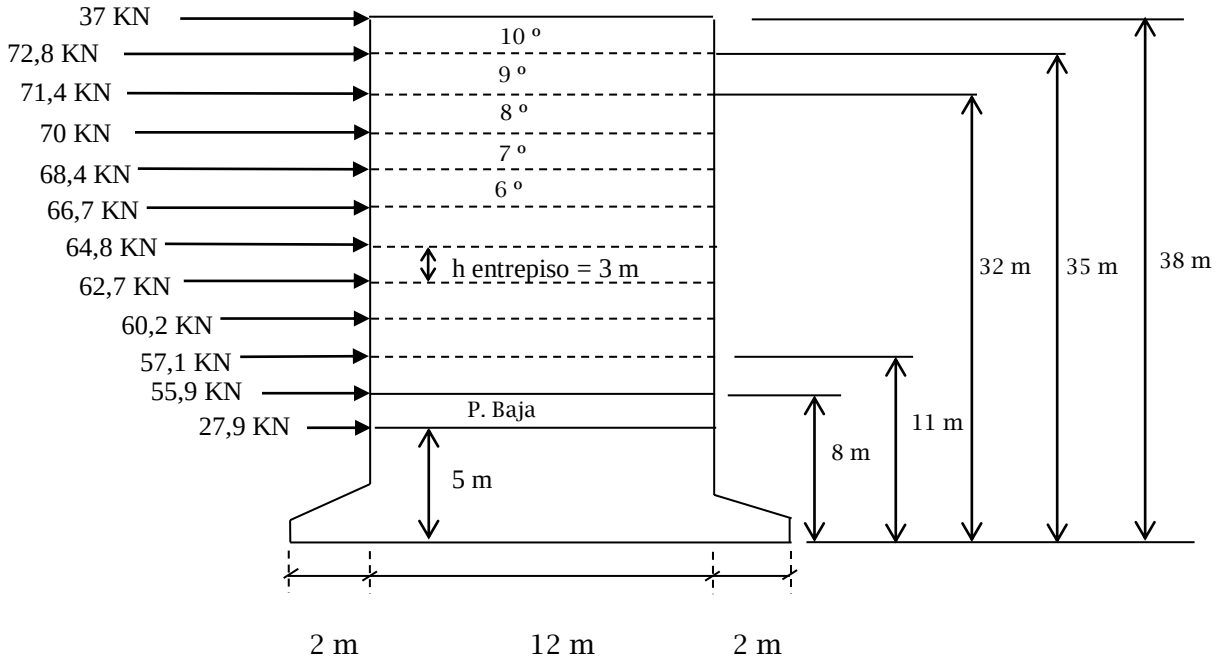
sotavento

qh Kg/m^2	G (pág 17)	Cp (pág. 16)	qi	GCpi (pág. 15)	p Kg/m^2
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51
84	0,85	-0,5	84	0,18	-51

barlovento y sotavento

100 kg = 1 KN (kilo newton)

Alt.	Barlo vento Kg/m^2	Sota vento Kg/m^2	Acción conjunta Kg/m^2	Area de influencia m^2	Fuerza en cada planta kg	Fuerza en cada planta KN
33	72 +	51 =	123 x	30 =	3704	37,0
30	70 +	51 =	121 x	60 =	7280	72,8
27	68 +	51 =	119 x	60 =	7143	71,4
24	66 +	51 =	117 x	60 =	6996	70,0
21	63 +	51 =	114 x	60 =	6840	68,4
18	60 +	51 =	111 x	60 =	6668	66,7
15	57 +	51 =	108 x	60 =	6477	64,8
12	53 +	51 =	104 x	60 =	6267	62,7
9	49 +	51 =	100 x	60 =	6017	60,2
6	44 +	51 =	95 x	60 =	5708	57,1
3	42 +	51 =	93 x	60 =	5586	55,9
0	42 +	51 =	93 x	30 =	2793	27,9
					Fuerza total =	714,8



Momento volcador = 37 KN x 38 m + 72,8 KN x 35 m + 71,4 KN x 32 m + 70 KN x 29 m +68,4 KN x 26 m + 66,7 KN x 23 m + 64,8 KN x 20 m + 62,7 KN x 17 m + 60,2 KN x 14 m + 57,1 KN x 11 m + 55,9 KN x 8 m + 27,9 KN x 5 m = 16000 KNm

Verificación de esbeltez $\lambda = \frac{\text{altura}}{\text{lado menor}} = \frac{33\text{ m}}{12\text{ m}} = 2{,}75 < 10$ (reglamento) verifica

Verificación de rigidez $\frac{\text{lado mayor}}{\text{lado menor}} = \frac{20\text{ m}}{12\text{ m}} = 1.67 < 5$ (reglamento) verifica

Conclusiones

El resumen conceptual del cálculo de la acción del viento sobre las construcciones, se puede dividir en las siguientes etapas:

1) Cálculo de la presión dinámica qz

   Para determinarla, los factores que se tienen en cuenta son:
   La velocidad máxima del viento registrada en el lugar
   La topografía
   El destino de la construcción (vivienda, hospital, fábrica, etc.).
   La protección por parte del entorno por la presencia de otros edificios, lomas, arboledas, etc..
   La altura de cada planta.

2) Cálculo de presión de viento de diseño.

   Considera si el edificio es rígido o flexible, aumentando la presión del viento en caso de resultar flexible, porque el eventual balanceo que podrían producir ráfagas sucesivas, aumentaría los esfuerzos en la estructura.

   También considera la proporción de aberturas en comparación con la fachada, debido a que el ingreso del viento al interior del edificio puede dar como resultado un aumento de la presión.

3) Finalmente, se suman la presión de barlovento y la succión de sotavento para obtener la presión final en kg/m^2. Se calcula el área de influencia de fachada que corresponde a cada losa y se determina la fuerza horizontal resultante multiplicando esta área de influencia por la presión final.