

1.- ACÇÃO DO VENTO.....	2
1.1.- Dados gerais.....	2
1.2.- Pressão dinâmica.....	2
1.2.1.- Coeficiente de exposição.....	3
1.2.2.- Factor topográfico.....	3
1.2.3.- Pressão dinâmica por planta.....	3
1.3.- Pressão de cálculo.....	4
1.3.1.- Coeficientes de pressão.....	4
1.3.2.- Coeficiente de efeito de rajada.....	4
1.3.3.- Pressão de cálculo por planta.....	7
1.4.- Cargas de vento por planta.....	7



1.- ACÇÃO DO VENTO

Norma utilizada: ASCE/SEI 7-10

Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

Método de cálculo: Wind loads on the MWFRS. Directional procedure for buildings of all heights (ASCE/SEI 7-10, Capítulo 27)

1.1.- Dados gerais

Dados da localização

V: Velocidade de referência do vento (ASCE/SEI 7-10, 26.5)

V : 67.0 m/s

Categoria de utilização (ASCE/SEI 7-10, 26.5.1): Categoria IV

Categoria do terreno (ASCE/SEI 7-10, 26.7.3)

Categoria D

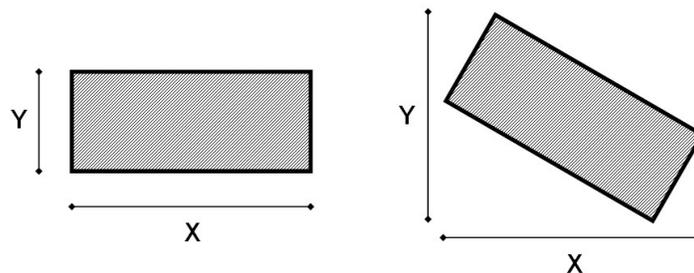
Orografia do terreno (ASCE/SEI 7-10, 26.8)

Direcção X [0° - 180°]: Plano

Direcção Y [90° - 270°]: Plano

Larguras de banda

Larguras de banda são os comprimentos da fachada exposta na direcção perpendicular à acção do vento.



Planta	Largura X (m)	Largura Y (m)
Cobertura	11.7	14.5
Piso 4	11.7	14.5
Piso 3	11.7	14.5
Piso 2	11.7	14.5
Piso 1	11.7	14.5

Coefficientes aplicados à acção do vento

+X: 1.50 -X: 1.50

+Y: 1.50 -Y: 1.50

1.2.- Pressão dinâmica

A pressão dinâmica q_z , avaliada à altura z , calcula-se através da seguinte expressão:

$$q_z = 0.613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \quad (\text{ASCE/SEI 7-10, 27.3.2})$$

Parâmetros necessários para a definição da pressão dinâmica

V: Velocidade de referência do vento (ASCE/SEI 7-10, 26.5)

V : 67.0 m/s

K_d : Factor de direccionalidade (ASCE/SEI 7-10, 26.6)

K_d : 0.85



Justification of wind action

Exemplo prático

Data: 26/11/18

K_z : Coeficiente de exposição (ASCE/SEI 7-10, 27.3.1)

K_{zt} : Factor topográfico (ASCE/SEI 7-10, 26.8)

1.2.1.- Coeficiente de exposição

K_z : Coeficiente de exposição (ASCE/SEI 7-10, 27.3.1)

$$K_z = 2.01 \left(z / z_g \right)^{2/\alpha} \quad 4.6m \leq z \leq z_g$$

$$K_z = 2.01 \left(4.6 / z_g \right)^{2/\alpha} \quad z < 4.6m$$

Constantes de exposição do terreno (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

Direcção	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
Exposição	Categoria D	Categoria D	Categoria D	Categoria D
a	11.5	11.5	11.5	11.5
z_g (m)	213.4	213.4	213.4	213.4

Coeficiente de exposição K_z por planta (ASCE/SEI 7-10, 27.3.1)

K_z				
Planta	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
Cobertura	1.299	1.299	1.299	1.299
Piso 4	1.262	1.262	1.262	1.262
Piso 3	1.200	1.200	1.200	1.200
Piso 2	1.118	1.118	1.118	1.118
Piso 1	1.030	1.030	1.030	1.030

K_z				
Planta	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
MAX(5, h)	1.299	1.299	1.299	1.299

1.2.2.- Factor topográfico

K_{zt} : Factor topográfico (ASCE/SEI 7-10, 26.8.2)

K_{zt} : 1

1.2.3.- Pressão dinâmica por planta

Pressão dinâmica q_z por planta (ASCE/SEI 7-10, 27.3.2)

q_z (kN/m ²)				
Planta	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
Cobertura	3.04	3.04	3.04	3.04
Piso 4	2.95	2.95	2.95	2.95
Piso 3	2.81	2.81	2.81	2.81
Piso 2	2.61	2.61	2.61	2.61
Piso 1	2.41	2.41	2.41	2.41

q_h (kN/m ²)				
Planta	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
h	3.04	3.04	3.04	3.04

h: Altura média da cobertura do edifício

h : 17.3 m

Produzido por uma versão para demonstração de CYPE



1.3.- Pressão de cálculo

As pressões de cálculo exercidas pelo vento para o sistema principal resistente à força do vento devem ser determinadas através da seguinte expressão:

$$p = q_z GC_{p,w} - q_h GC_{p,l} \quad (\text{ASCE/SEI 7-10, Figura 27.4-1})$$

Onde:

q_z : Pressão dinâmica avaliada à altura z

q_h : Pressão dinâmica avaliada à altura h

$C_{p,w}$: Coeficiente de pressão a barlavento

$C_{p,l}$: Coeficiente de pressão a sotavento

G : Coeficiente de efeito de rajada

3.1.- Coeficientes de pressão

Direcção X [$0^\circ - 180^\circ$]

$C_{p,w}$: Coeficiente de pressão a barlavento (ASCE/SEI 7-10, Figura 27.4-1)

$$C_{p,w} : \underline{0.80}$$

$C_{p,l}$: Coeficiente de pressão a sotavento (ASCE/SEI 7-10, Figura 27.4-1)

$$C_{p,l} : \underline{-0.50}$$

L/B: Relação

$$L/B : \underline{0.81}$$

L: Dimensão horizontal do edifício medida paralelamente à direcção do vento

$$L : \underline{11.7} \text{ m}$$

B: Dimensão horizontal do edifício medida perpendicularmente à direcção do vento

$$B : \underline{14.5} \text{ m}$$

Direcção Y [$90^\circ - 270^\circ$]

$C_{p,w}$: Coeficiente de pressão a barlavento (ASCE/SEI 7-10, Figura 27.4-1)

$$C_{p,w} : \underline{0.80}$$

$C_{p,l}$: Coeficiente de pressão a sotavento (ASCE/SEI 7-10, Figura 27.4-1)

$$C_{p,l} : \underline{-0.45}$$

L/B: Relação

$$L/B : \underline{1.24}$$

L: Dimensão horizontal do edifício medida paralelamente à direcção do vento

$$L : \underline{14.5} \text{ m}$$

B: Dimensão horizontal do edifício medida perpendicularmente à direcção do vento

$$B : \underline{11.7} \text{ m}$$

3.2.- Coeficiente de efeito de rajada

Os edifícios de baixa altura podem ser considerados rígidos.

Edifício de baixa altura: Edifícios fechados ou parcialmente fechados que cumprem com as seguintes condições:

1.A altura média da cobertura h é inferior ou igual a 18 m (60 ft).

2.A altura média da cobertura h não excede a menor dimensão horizontal.

Factor de efeito rajada para estrutura flexível

Para as estruturas flexíveis, o factor de efeito rajada determina-se através da expressão:

$$G = 0.925 \left(\frac{1 + 1.7 I_z \sqrt{g_Q^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1.7 g_v I_z} \right) \quad (\text{ASCE/SEI 7-10, 26.9.5})$$

I_z : Intensidade de turbulência à altura z

$$I_{z_s} = c \left(\frac{10}{z} \right)^{1/6}$$

Produzido por uma versão para demonstração de DVP



Justification of wind action

Exemplo prático

Data: 26/11/18

z: Altura equivalente da estrutura

$$\bar{z} = \text{MAX}(0.6 \cdot h, z_{\min})$$

h: Altura média da cobertura do edifício

h : 17.3 m

z_{\min} : Coeficiente de exposição (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

c: Factor de intensidade da turbulência (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

g_o : Factor de pico de resposta quase-estática (ASCE/SEI 7-10, 26.9.4)

g_o : 3.4

g_v : Factor de pico para a resposta ao vento (ASCE/SEI 7-10, 26.9.4)

g_v : 3.4

Q: Factor de resposta quase-estática (ASCE/SEI 7-10, 26.9.4)

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0.63 \left(\frac{B+h}{L_z} \right)^{0.63}}}$$

B: Dimensão horizontal do edifício medida perpendicularmente à direcção do vento

h: Altura média da cobertura do edifício

L_z : Escala de comprimento integral de turbulência

$$L_z = l \left(\frac{\bar{z}}{10} \right)^e$$

l: Factor de escala de comprimento integral (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

e: Expoente para a lei potencial da escala de comprimento integral (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

g_R : Factor de pico para resposta em ressonância (ASCE/SEI 7-10, 26.9.5)

$$g_R = \sqrt{2 \ln(3600 \cdot n_1)} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln(3600 \cdot n_1)}}$$

R: Factor de resposta em ressonância (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

$$R = \sqrt{\frac{1}{\beta} R_n R_h R_B (0.53 + 0.47 R_L)}$$

b: Relação de amortecimento

b : 0.01

$$R_n = \frac{7.47 N_1}{(1 + 10.3 N_1)^{5/3}}$$

N_1 : Frequência reduzida

$$N_1 = \frac{n_1 L_z}{V_z}$$

$$R_h = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2} (1 - e^{-2\eta}); \quad \eta = 4.6 \frac{n_1 h}{V_z}$$



Justification of wind action

Exemplo prático

Data: 26/11/18

$$R_B = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2} (1 - e^{-2\eta}); \quad \eta = 4.6 \frac{n_1 B}{\bar{V}_z}$$

$$R_L = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2} (1 - e^{-2\eta}); \quad \eta = 15.4 \frac{n_1 L}{\bar{V}_z}$$

\bar{V}_z : Velocidade média horária do vento à altura z

$$\bar{V}_z = \bar{b} \left(\frac{z}{10} \right)^{\bar{a}} V$$

b: Factor de velocidade média horária do vento (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

a: Expoente para a lei potencial da velocidade média horária do vento (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

V: Velocidade de referência do vento (ASCE/SEI 7-10, 26.5)

V : 67.0 m/s

Frequência natural da estrutura

$n_{1,x}$: Frequência própria fundamental (Direcção X) (ASCE/SEI 7-10, 26.9.3)

$n_{1,x}$: 1.14 Hz

$$n_1 = \frac{14.9}{h^{0.9}}$$

h: Altura média da cobertura do edifício

h : 17.3 m

$n_{1,y}$: Frequência própria fundamental (Direcção Y) (ASCE/SEI 7-10, 26.9.3)

$n_{1,y}$: 1.14 Hz

$$n_1 = \frac{14.9}{h^{0.9}}$$

h: Altura média da cobertura do edifício

h : 17.3 m

Constantes de exposição do terreno (ASCE/SEI 7-10, Tabela 26.9-1)

Direcção	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
Exposição	Categoria D	Categoria D	Categoria D	Categoria D
z_{min} (m)	2.1	2.1	2.1	2.1
c	0.15	0.15	0.15	0.15
l	198.1	198.1	198.1	198.1
e	0.13	0.13	0.13	0.13
b	0.80	0.80	0.80	0.80
a	0.11	0.11	0.11	0.11

Cálculo do factor de efeito de rajada, G



Justification of wind action

Exemplo prático

Data: 26/11/18

Direcção	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
z_{\min} (m)	2.1	2.1	2.1	2.1
I_z	0.15	0.15	0.15	0.15
L_z	198.92	198.92	198.92	198.92
Q	0.91	0.92	0.91	0.92
g_o	3.40	3.40	3.40	3.40
g_v	3.40	3.40	3.40	3.40
g_R	4.22	4.22	4.22	4.22
V_z	53.79	53.79	53.79	53.79
R	0.84	0.88	0.84	0.88
G	1.09	1.11	1.09	1.11

1.3.3.- Pressão de cálculo por planta

Pressão de cálculo, p (ASCE/SEI 7-10, Figura 27.4-1)

p (kN/m ²)				
Planta	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
Cobertura	4.31	4.22	4.31	4.22
Piso 4	4.24	4.14	4.24	4.14
Piso 3	4.11	4.01	4.11	4.01
Piso 2	3.94	3.84	3.94	3.84
Piso 1	3.76	3.66	3.76	3.66

4.- Cargas de vento por planta

As cargas de vento para o cálculo do sistema principal resistente à força do vento devem ser determinadas através da seguinte expressão:

$$F_i = (p_i \cdot A_i) \cdot c$$

Onde:

F_i : Carga de vento que actua na planta 'i'

p_i : Pressão de dimensionamento na planta 'i'

A_i : Área da planta 'i' sobre a qual actua a pressão de dimensionamento do vento

$$A_i = b_i \cdot h_i$$

b_i : Largura de banda da planta 'i' perpendicular à direcção de análise

h_i : Altura da planta 'i'

c: Coeficiente aplicado à acção do vento

Vento a 0° (+X)				
Planta	p (kN/m ²)	b (m)	h (m)	F (kN)
Cobertura	4.31	14.5	1.3	121.949
Piso 4	4.24	14.5	3.2	290.418
Piso 3	4.11	14.5	3.7	330.923
Piso 2	3.94	14.5	3.7	317.350
Piso 1	3.76	14.5	3.7	302.940

Produzido por uma versão para demonstração de C.A.E.



Justification of wind action

Exemplo prático

Data: 26/11/18

Vento a 90° (-Y)				
Planta	p (kN/m ²)	b (m)	h (m)	F (kN)
Cobertura	4.22	11.7	1.3	-96.252
Piso 4	4.14	11.7	3.2	-229.068
Piso 3	4.01	11.7	3.7	-260.704
Piso 2	3.84	11.7	3.7	-249.581
Piso 1	3.66	11.7	3.7	-237.773

Vento a 180° (-X)				
Planta	p (kN/m ²)	b (m)	h (m)	F (kN)
Cobertura	4.31	14.5	1.3	-121.949
Piso 4	4.24	14.5	3.2	-290.418
Piso 3	4.11	14.5	3.7	-330.923
Piso 2	3.94	14.5	3.7	-317.350
Piso 1	3.76	14.5	3.7	-302.940

Vento a 270° (+Y)				
Planta	p (kN/m ²)	b (m)	h (m)	F (kN)
Cobertura	4.22	11.7	1.3	96.252
Piso 4	4.14	11.7	3.2	229.068
Piso 3	4.01	11.7	3.7	260.704
Piso 2	3.84	11.7	3.7	249.581
Piso 1	3.66	11.7	3.7	237.773

[Produzido por uma versão para demonstração de CYPE](#)