Pilar - Vento e Estabilidade Global

Calculo de Vento / Estabilidade Global / Dimensionamento Pilar

Neste exemplo, verificado o cálculo da Força de Vento, a Estabilidade Global e o dimensionamento dos pilares do exemplo abaixo, utilizando como base a Norma ACI318-19, conforme dados abaixo:

Dados

Se tem os seguintes dados

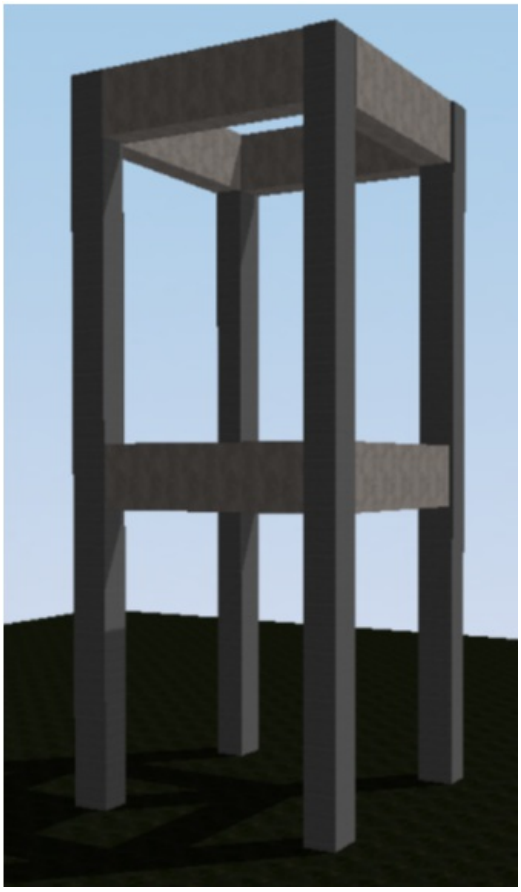
Pé direito = 28 ft

Seção: 30 x 36 in

f´c = 7000 psi

fy = 60000 psi

recobrimento livre = 1.5 in



Cálculo do vento

Este exemplo também vai ser usado para verificar o cálculo das forças laterais do vento, a estabilidade global e o cálculo da coluna.

Para o vento se adota os seguintes valores:

V = 105 mph = 47 m/s,

Categoria de risco II

categoria de exposição D

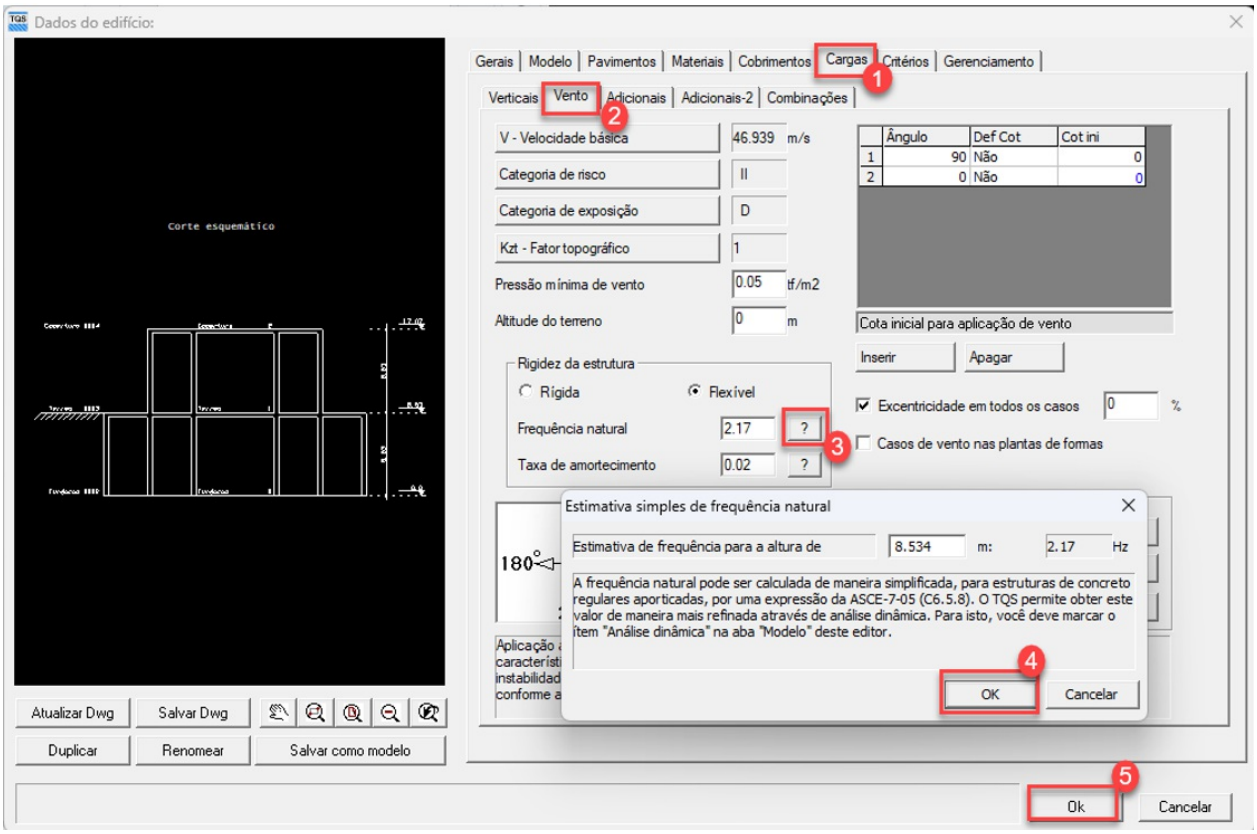
Kzt Fator topográfico = 1

Altitude do terreno 0 ft

Ângulo de incidência do vento = 0 (Se considera só um caso por simetria)

$$K_z = 2{,}01 \cdot \left(\frac{z}{z_g}\right)^{\frac{2}{\alpha}} = 2{,}01 \cdot \left(\frac{5}{213{,}36}\right)^{\frac{2}{11{,}5}} = 1{,}05$$

$$q_z = 0{,}00256 \cdot k_z \cdot k_{zt} \cdot k_d \cdot k_e \cdot V^2 = 0{,}00256 \cdot 1{,}05 \cdot 1 \cdot 0{,}85 \cdot 1 \cdot 105^2 = 25{,}19\ lb/ft^2$$



$$G_f = 0{,}94$$

Barlavento (Windward Wall):

$$p_{z,w} = q_z \cdot G_f \cdot C_p = 25{,}19 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}8 = 18{,}94\ lb/ft^2$$

Sotavento (Leeward Wall):

$$p_{z,s} = q_h \cdot G_f \cdot C_p = 27{,}53 \cdot 0{,}94 \cdot -0{,}50 = -12{,}94\ lb/ft^2$$

$$Pressão\ Total\ de\ Vento: p_{z,w} - p_{z,s} = 18{,}94 - (-12{,}94) = 31{,}88\ lb/ft^2$$

$$A_f = 644\ ft^2 = 59{,}83\ m^2$$

$$F = A_f \cdot P_{tot} = 644 \cdot 31{,}88 = 20530{,}72\ Lb = 20{,}53\ kips = 9{,}13\ tf$$

```
====================

Critérios de cálculo de vento
=============================
Altura do edifício acima do térreo .............          8.53 m
Altitude do edifício acima do mar ..............           0.0 m
Velocidade básica de vento .....................        46.939 m/s
Natureza de ocupação ...........................            II
Categoria de Exposição .........................             D
Fator topográfico Kzt ..........................           1.0
Edifício rígido ou flexível ....................       Flexível
Frequência natural fundamental em Hz ...........          2.17 Hz
Relação de amortecimento, percentagem  do crítico          0.02
Coeficiente de pressão externa à barlavento .....          0.80
Pressão mínima de vento ........................         0.050 tf/m2

Caso   Caso de carregamento
Ps     Piso calculado
z      Altura de aplicação do vento, m
A      Ângulo do vento em graus
B      Largura do edifício ortogonal ao vento, m
L      Comprimento do edifício paralelo ao vento, m
Pd     Distância entre pisos - aplicação de vento, m
Kz     Fator de exposição à pressão dinâmica
Kd     Fator de direcionalidade
Ke     Fator de elevação do solo
Gf     Efeito de rajada
Cps    Coeficiente de pressão externa à sotavento
Q      Pressão de projeto, tf/m2
F      Força total no piso, tf
Fy     Força lateral, imposta ou de túnel de vento, tf
Mz     Momento Z, imposto ou de túnel de vento, tfm

Caso Ps            z    A            B            L            Pd    Kz   Kd  Ke    Gf  Cps    Q    F    Fy   Mz
   5  2        4.267  90.0         7.01         7.01         8.534 1.05 0.85 1.00 0.94 -0.50 0.152 9.10 0.00 0.00
   6  2        4.267  90.0         7.01         7.01         8.534 1.05 0.85 1.00 0.94 -0.50 0.152 9.10 0.00 0.00
   7  2        4.267  90.0         7.01         7.01         8.534 1.05 0.85 1.00 0.94 -0.50 0.152 9.10 0.00 0.00
   8  2        4.267   0.0         7.01         7.01         8.534 1.05 0.85 1.00 0.94 -0.50 0.152 9.10 0.00 0.00
   9  2        4.267   0.0         7.01         7.01         8.534 1.05 0.85 1.00 0.94 -0.50 0.152 9.10 0.00 0.00
  10  2        4.267   0.0         7.01         7.01         8.534 1.05 0.85 1.00 0.94 -0.50 0.152 9.10 0.00 0.00

Pressão média de vento
======================
Caso      Ângulo        Área       Pressão
           graus         m2         tf/m2
   5       90.00       59.82        .152
   6       90.00       59.82        .152
   7       90.00       59.82        .152
   8         .00       59.82        .152
   9         .00       59.82        .152
  10         .00       59.82        .152
```

Estabilidade global:

Enquanto a estabilidade global, se adotou condições (cargas de vigas e pilares) para obter condições semelhantes ao exemplo considerando o modelo reduzido adotado.

O mesmo modelo foi analisado em RAM Elements para verificar os valores, considerando a mesma carga de vento (forças laterais nos nodos)

A seguinte tabela mostra o resumo dos valores obtidos:

Descrição	TQS	RAM
Piso 2: ΣPu (kip)	8806	8982
lc (ft)	28	28
Δo (in)	0.083	0.087
Vus (kip)	11.81	11.81
Q	0.167	0.197
δs	1.20	1.25

Não se observa maior diferencia entre os resultados dos programas.

Em ambos os casos (TQS e RAM Elements) se especificou uma redução da inercia dos elementos (vigas e colunas) de acordo ao estipulado na norma ACI.

As deflexões consideradas são as medias no andar.

Dimensionamento da coluna

O Dimensionamento é bastante simples e está detalhado na referência. Como os momentos atuantes são pequenos, o momento de cálculo mínimo é o adotado.

Se observa que o TQS está calculando valores mínimos com uma diferença com a referência:

$$P_u = 2415\ kip$$

$$h = 36\ in$$

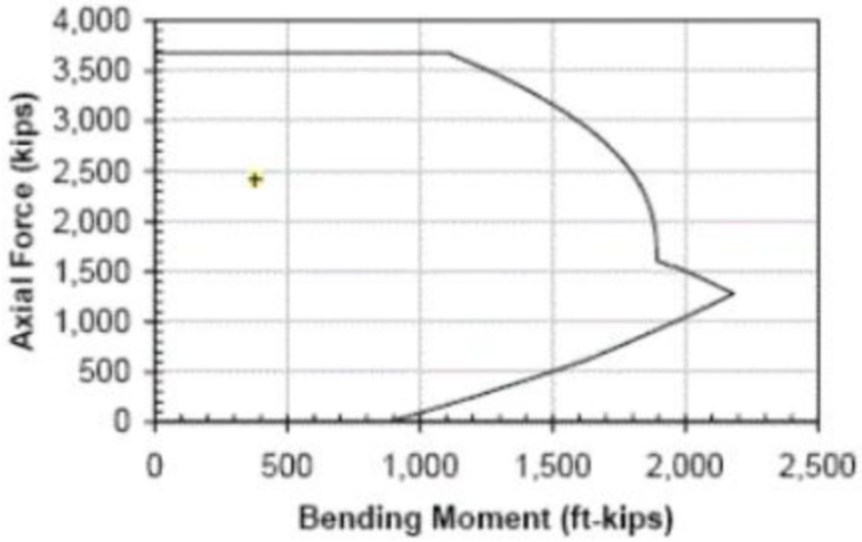
$$b = 30\ in$$

$$M_{x2,min} = P_u \cdot (0{,}6 + 0{,}03 \cdot h) = 2415 \cdot (0{,}6 + 0{,}03 \cdot 36) = 338{,}10\ kip.ft$$

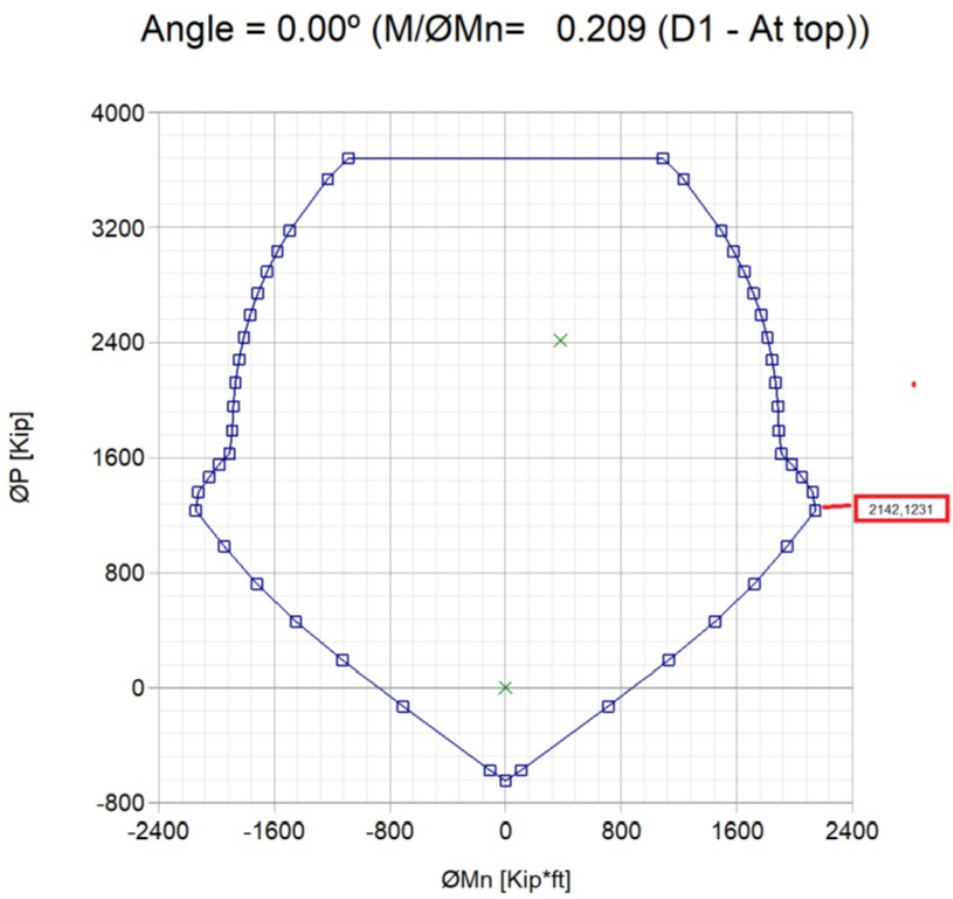
$$M_{y2,min} = P_u \cdot (0{,}6 + 0{,}03 \cdot h) = 2415 \cdot (0{,}6 + 0{,}03 \cdot 30) = 301{,}88\ kip.ft$$

O cálculo das armaduras longitudinais coincide com a referência 12#9.

Os diagramas de interação calculados são:



ACI Reference



RAM Elements

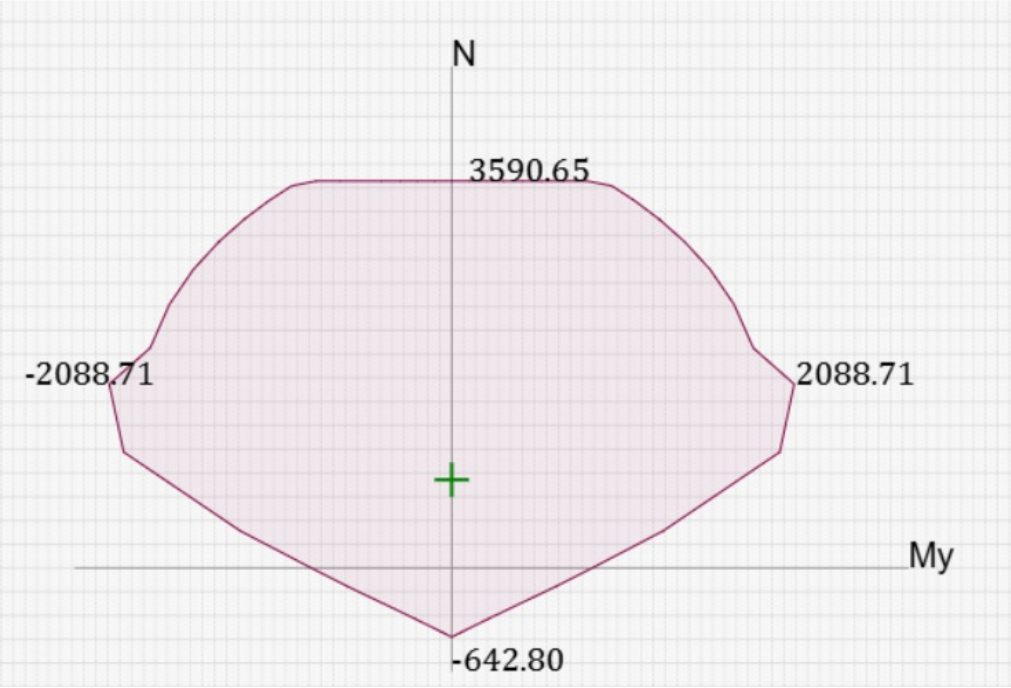


Diagrama TQS

Resumo:

	ϕ Pn (kip)				ϕ M_n (kip.ft)			
	Manual	Software A	TQS	Dif	Manual	Software A	TQS	Dif
Compressão Máxima	4600,00	4600,00	4488,31	2%	-	-	-	-
Compr. Max. Permitida	3680,00	3680,00	3590,65	2%	-	-	-	-
Momento Máximo					2180,00	2142,12	2088,71	-4%

Cortante:

$$V_c = \left(2 \cdot \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6 \cdot A_g}\right) \cdot b_w \cdot d = \left(2 \cdot \sqrt{7000} + \frac{2415 \cdot 1000}{6 \cdot 36 \cdot 30}\right) \cdot 36 \cdot \frac{27{,}5}{1000} = 540{,}47\ kips$$

$$V_{c,lim} = 5 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 5 \cdot 1 \cdot \sqrt{7000} \cdot 36 \cdot \frac{27{,}5}{1000} = 414{,}15\ kips$$

$$V_c \geq V_{c,lim} \rightarrow V_{c,lim}!!$$

$$\emptyset V_c = 0{,}75 \cdot 414{,}15 = 310{,}61\ kips \geq V_u\ (3\ kips)$$

V_c:

TQS: 415,79 kips	RAM: 543 kips

Conclusões:

Se verificou um exemplo de carga lateral de vento, estabilidade lateral e dimensionamento de um exemplo de coluna interna. Os resultados são muito semelhantes com pequenas diferenças não significativas.