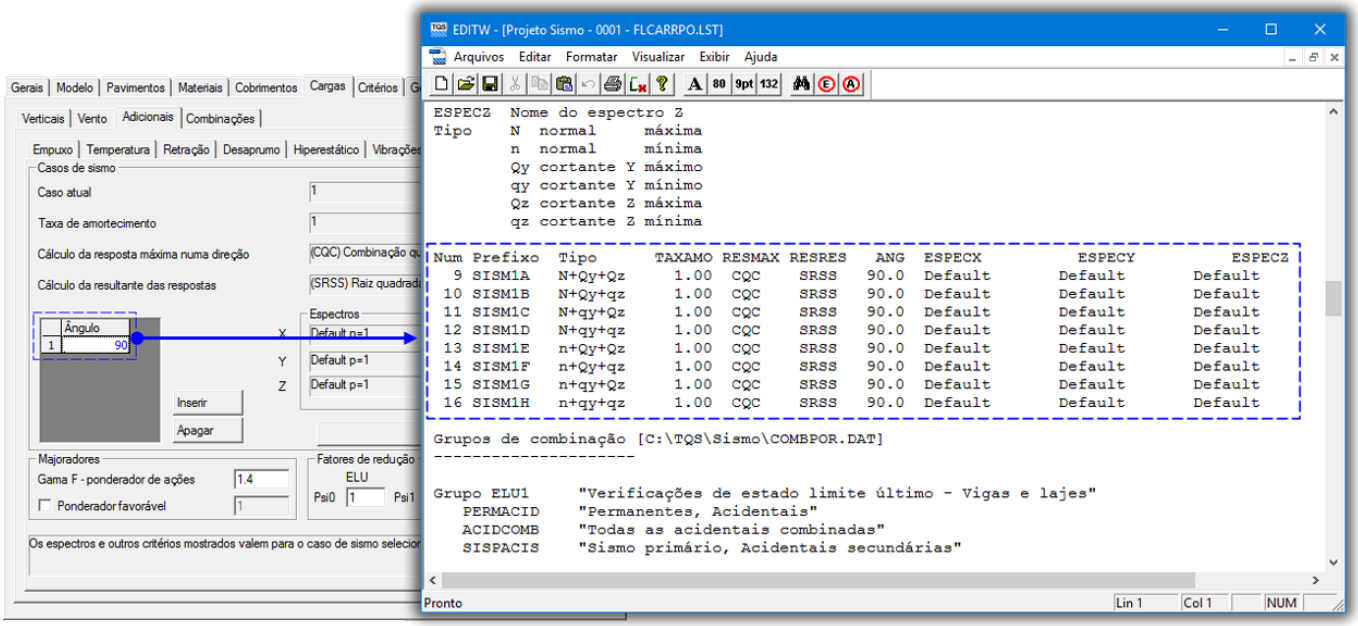
Combinações

A consideração da ação do sismo por meio da análise modal espectral foi introduzida no TQS V9. Desde então, para cada sismo definido nos dados do edifício, um caso de carregamento era adicionado no pórtico espacial.

A análise modal espectral fornece os valores de pico dos esforços relativos à ação sísmica, sem que haja qualquer relação entre os valores de pico de um esforço com os valores simultâneos dos demais esforços (N, Mx, My). Estes valores representam uma envoltória de valores no tempo. Deste modo, a forma de combinar os esforços é considerar que os valores de pico ocorrem simultaneamente e atribuir-lhes o mesmo sinal em cada uma das duas combinações em que participam.

Afim de ajustar a combinação dos resultados provenientes da análise modal espectral com os demais carregamentos (peso-próprio, vento etc.), a partir do TQS V20, os efeitos do sismo passaram a ser representados por 8 casos de carregamentos possíveis (±N; ±Mx; ±My), formatos pela combinação linear entre os máximos valores.



Funcionamento

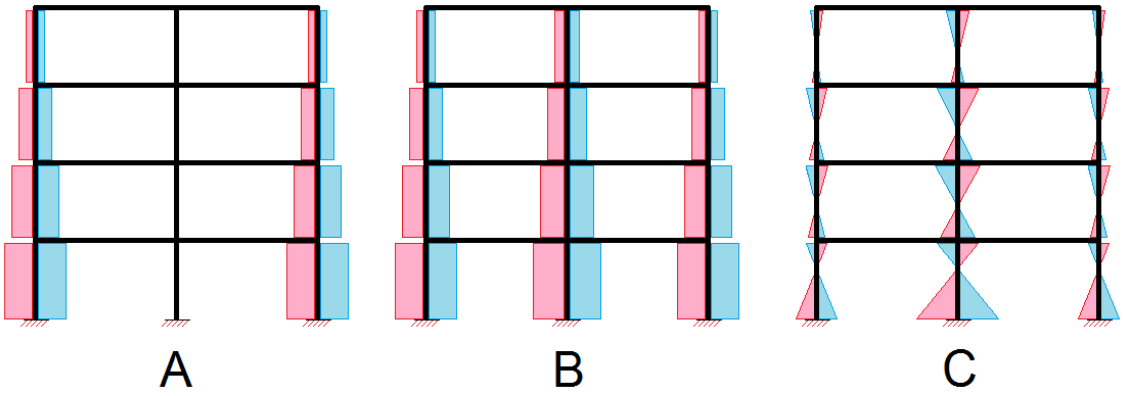
Definição do espectro de resposta

A definição do espectro de resposta é feita a partir dos dados do edifício. Basicamente, os seguintes dados devem ser fornecidos:

Espectro de resposta em termos de aceleração para direção X;
Espectro de resposta em termos de aceleração para direção Y;
Espectro de resposta em termos de aceleração para direção Z;
Taxa de amortecimento;
Método para cálculo da resposta máxima de uma direção (X, Y ou Z);
Método para cálculo da resultante das respostas (X + Y + Z);
Ângulo entre o eixo X global de estrutura e o eixo X de atuação do sismo
Extremamente importante para o caso dos espectros em X e Y não serem iguais.

Esforços devidos a análise modal espectral

A análise modelas espectral fornece os valores de pico dos esforços relativos a ação sísmica, sem que haja qualquer relação entre os valores de pico de um esforço com os valores simultâneos dos outros esforços (N; Mz/Qy; My/Qz).



A: esforços normais;
B: esforços cortantes;
C: esforços de momento fletor.
Deste modo, a forma de combinar os esforços é considerar que os seus valores de pico ocorrem simultaneamente e atribuir-lhes o mesmo sinal em cada uma das duas combinações lineares geradas desta forma.

Dentro do TQS, para todos os elementos estruturais, obtêm-se 8 combinações lineares de esforços possível (±N; ±Qy; ±Qz) que geram os casos de carregamentos devidos às ações sísmicas. Para cada diagrama de Q (cortante) de uma barra do modelo estrutural, existe um diagrama de M (momento) associado e que tende a equilibrar o binário formado pelos esforços cortantes. Os valores dos momentos fletores também são obtidos através da análise modal espectral.

No TQS, a combinação linear dos esforços obtidos pela análise modal espectral é apresentada em termos de normal (N) e cortantes (Q) pois estes esforços são mais simples de serem verificados e entendidos.

Casos de carregamentos

Para cada caso de sismo definido, serão criados 8 casos de carregamento nos modelos de análise estrutural:

09 - Sismo (1A) N+Qy+qz
10 - Sismo (1B) N+qy+Qz
11 - Sismo (1C) N+qy+qz
12 - Sismo (1D) n+Qy+Qz
13 - Sismo (1E) n+Qy+qz
14 - Sismo (1F) n+qy+Qz
15 - Sismo (1G) n+qy+qz
16 - Sismo (1H) N+Qy+Qz

Cada um destes casos de carregamento representa uma combinação linear entre os máximos esforços da análise modal espectral. Abaixo são indicados os valores utilizados destas combinações lineares:

Sismo (1): N + Qy + Qz;
Sismo (2): N + qy + Qz;
Sismo (3): N + Qy + qz;
Sismo (4): N + qy + qz;
Sismo (5): n + Qy + Qz;
Sismo (6): n + qy + Qz;
Sismo (7): n + Qy + qz;
Sismo (8): n + qy + qz;
Onde:
N e n: máximo e mínimo esforço axial;
Q e q: máximo e mínimo esforços cortantes;

Combinações

Cada caso de carregamento de sismo é tratado como um caso independente de um mesmo caso de carregamento. Desta forma, nunca um caso de sismo será combinado com outro caso de sismo.

Seguindo a observação "b" da tabela 11.3 da NBR 6118, quando o caso de sismo é utilizado, os casos de vento não fazem parte da combinação. Isto ocorre pois, o valor Ψ_2 das ações de vento é zero.

Bibliografia

Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures
WILSON, Edward L.
Estruturas de Betão
APPLETON, Júlio
Volume 2, 1a Edição, Edições Orion, 2013