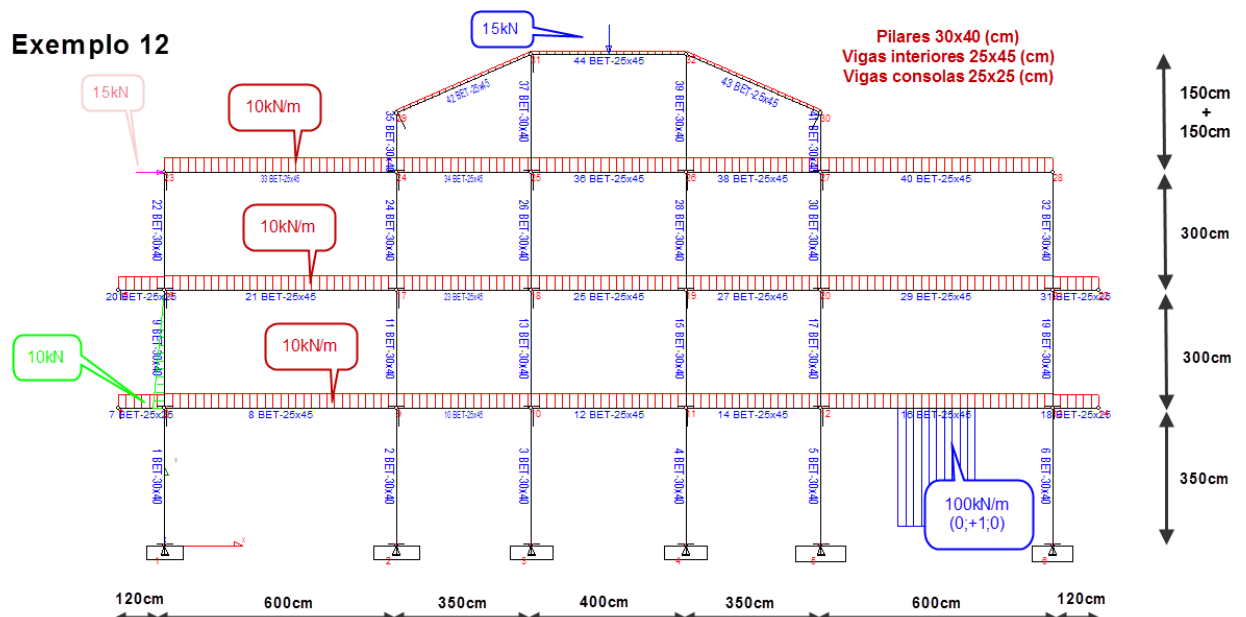


Nível básico - Exemplo 12

Pórtico: Três Pisos com consolas

O **EXEMPLO 12** dá início a um conjunto de exercícios centrado em estruturas porticadas. Ao longo deste exemplo vamos modelar um pórtico bidimensional com vários pisos de altura, com consolas e com lados inclinados. Aplicaremos igualmente ações pontuais, contínuas, triangulares e descontínuas. Após o cálculo iremos ver como as ferramentas de análise gráfica e numérica do Tricalc permitem rapidamente perceber o comportamento da estrutura e quantificar deslocamentos e esforços da estrutura.



Abrir uma nova estrutura com o nome **EXEMPLO 12** em *Ficheiro / Abrir...*

Opções iniciais

Ao abrir a estrutura escolher a opção de trabalhar com a precisão de coordenadas em 'mm'.

Para termos uma situação inicial igual para todos para todos vamos ativar as opções por defeito em *Ficheiro / Opções / Opções Por Defeito*

Pressionar [F6] para ativar a representação no ecrã do nome de seção.

Pressionar [Shift] + [F6] para ativar a representação no ecrã do corte da seção.

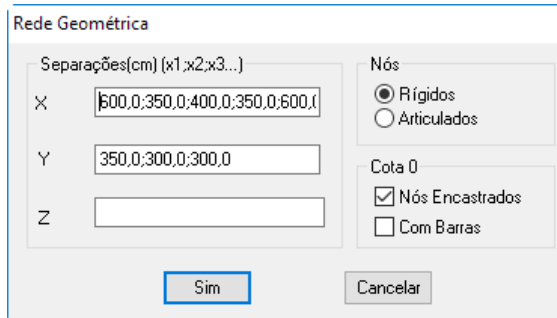
Pressionar [F5] para ativar a representação no ecrã das ações.

Pressionar [F1] para ativar a representação no ecrã do número das barras.

Pressionar [F2] para ativar a representação no ecrã do número dos nós.

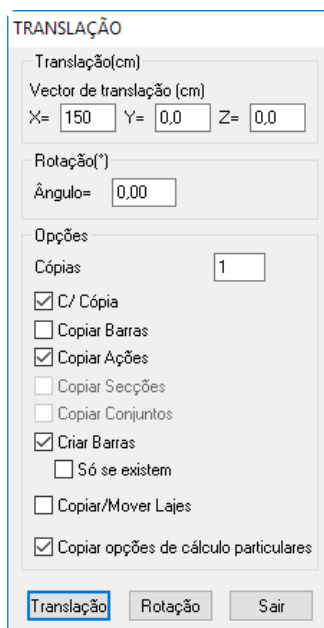
Definição de Geometria

Vamos modelar o pórtico recorrendo à função **Geometria | Rede** onde introduzimos os valores dos vãos segundo Xg de 600;350;400;350;600 cm e as alturas segundo Yg de 350;300;300 cm, como ilustrado na imagem seguinte.



Terminar pressionando em 'Sim'.

Seguidamente vamos criar as barras das consolas. Para o efeito utilizamos a função **Geometria | Nó | Translação** para realizar uma translação de 120cm segundo Xg+ e Xg-, conforme ilustrado na imagem seguinte.



De referir que se deve desativar a opção 'Copiar Barras' e ter ativadas as opções 'C/Cópia' e 'Criar Barras'.

Clicamos no botão **Translação** e selecionamos com uma janela de seleção (botão direito do rato) os nós onde queremos criar as consolas (nós 13 e 21).

Repetimos a operação para os nós 8 e 16, porém com uma translação de -120cm em Xg.

Para adicionar o piso recuado no topo do pórtico utilizamos também a função **Geometria | Nó | Translação** e, com uma janela de seleção (botão direito do rato) selecionamos os nós 24, 25, 26 e 27. O valor da translação é de +300cm segundo Yg. Desta vez devemos ativar a opção 'Copiar barras' para que se copiem as vigas para o último piso.

Finalmente, vamos deslocar os vértices da cobertura segundo Yg de -150cm, para fazermos os lados inclinados. Utilizamos uma vez mais a função **Geometria | Nó | Translação** porém desativamos a opção 'C/Cópia' para deslocarmos os nós. O valor da translação é de -150cm segundo Yg.

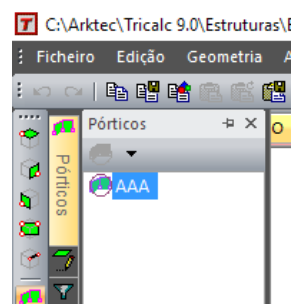
Fazemos **Geometria | Renumerar**, **Geometria | Reordenar** e **Geometria | Verificar**.

Para podermos selecionar o pórtico como um plano 2D e rebater vamos introduzir a definição de pórtico do **Tricalc** com a função **Geometria | Pórtico | Automáticos**.

Criar-se-á automaticamente o pórtico **AAA** que podemos selecionar na janela deslizante de 'Pórticos'.

Também o topo da janela onde está representado o modelo estrutural, passa a incluir a identificação 'Portico' quando selecionado.

Para terminar a geometria utilizamos a função **Geometria | Sapata | Introduzir isolada** e selecionamos todos os apoios do modelo.

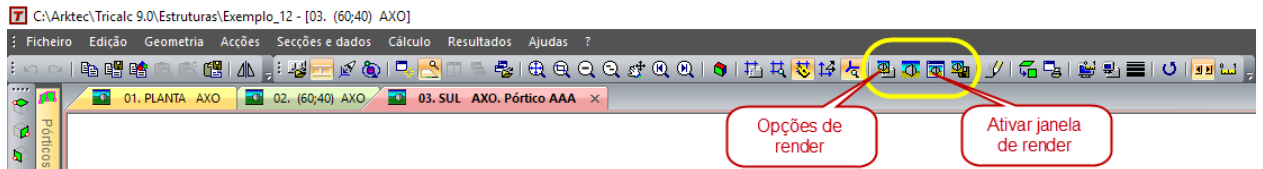


Visualização

Tricalc permite visualizar a estrutura em modelo 'arame', 'sólido' ou 'misto'.

Para ativar a opção de visualização do modelo em 'sólido' deve-se ativar o ícone 'Janela de Render'.

Para configurar as opções do 'Render' deve-se utilizar o ícone 'Opções de render' abaixo assinalado.



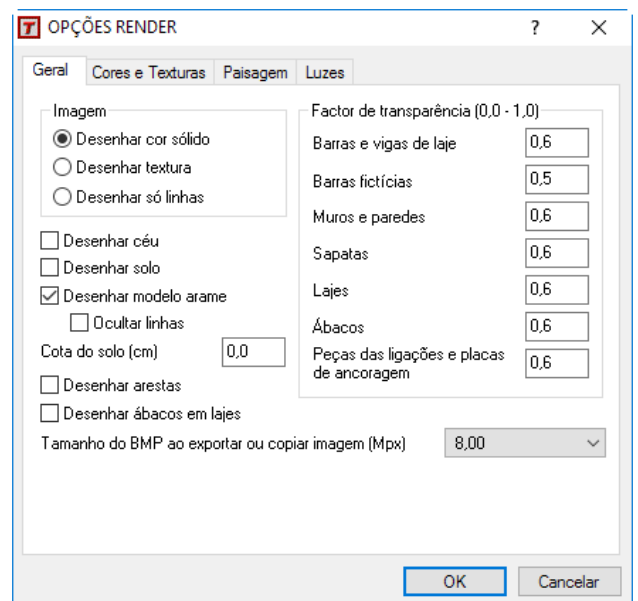
Na caixa de 'Opções de render' devem-se ativar as opções assinaladas na respetiva imagem.

Ao ativar-se 'Desenhar modelo arame' passar-se-á a visualizar o modelo sólido e arame em simultâneo. É a forma de trabalho preferencial.

Para representação sólido pode-se utilizar a opção 'Desenhar cor sólido' ou 'Desenhar textura'.

Normalmente colocam-se 'Factores de transparência' com o valor 0,6 para se poder visualizar através dos elementos estruturais e ter uma maior perceção da estrutura.

A opção 'Desenhar arestas' poderá estar ativa ou desativada, dependendo da preferência do utilizador ao nível da representação dos modelos,

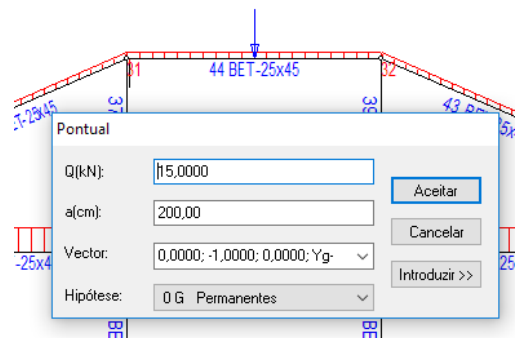


Definição de Ações

Ao longo do exercício iremos introduzir vários tipos de ações no nosso modelo estrutural. Para o efeito utilizaremos a função **Ações / Definir / Em barras** e **Ações / Definir / Em nós** onde selecionaremos o tipo de ação a aplicar bem como as suas características. Seguidamente escolheremos o nó ou barra onde aplicar a ação utilizando o botão esquerdo do rato ou uma janela de seleção com o botão direito do rato.

Ação 01 'Ação Pontual em barra'

Ação Pontual de 15kN, aplicada na barra 44, com vetor de atuação Yg- (0;-1;0). Ação aplicada a 200cm do nó de menor numeração da barra. Hipótese de 'Carga permanente'.



Ação 02 'Ação Pontual em barra'

Ação Pontual 15kN, aplicada no nó 23, com vetor de atuação Xg+ (+1;0;0). Hipótese de 'Carga permanente'.

Ação 03 'Ação Triangular em barra'

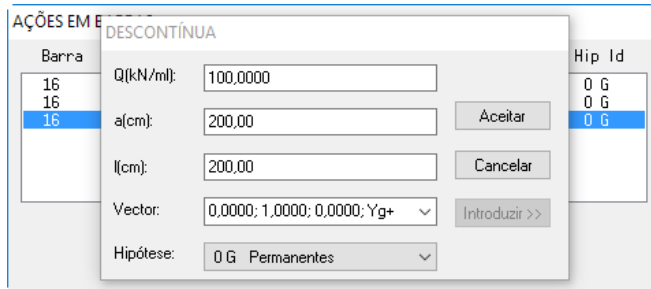
Ação Triangular de 10kN no nó de menor numeração e 0kN no nó de maior numeração, aplicada na barra 9, com vetor de atuação Xg+ (0;+1;0). Hipótese de 'Carga permanente'.

Ação 04 'Ação Contínua em barra'

Ação Contínua de 10kN/m, aplicada nas vigas das cotas 350cm, 650cm e 950cm, com vetor de atuação Yg- (0;-1;0). Hipótese de 'Carga permanente'.

Ação 05 'Ação Descontínua em barra'

Ação Descontínua de 100kN/m, aplicada na viga 16 da cota 350cm, a 200cm do nó de menor numeração e com 200cm de comprimento (l), com vetor de atuação Yg+ (0;+1;0). Hipótese de 'Carga permanente'.



Definição de Seções

O **Exemplo 12** recorre a seções diferenciadas para pilares, vigas e consolas.

Pilares
Bet 30x40

Vigas
Bet 25x45

Consolas
Bet 25x25

Para atribuir as seções pretendidas aos respetivos elementos deve-se utilizar a função **Secções e dados / Definir seção...**

Pilares

Utilizar a função **Secções e dados / Definir seção...** pressionar *Procurar/ Betão/ BET/ 30x40* e pressionar *Aceitar*. Seguidamente, na janela deslizante do 'Filtro de visualização', pode-se desativar a representação das vigas. Seguidamente, só com os pilares no ecrã, pode-se abrir uma janela de seleção (com o botão direito do rato) e selecionar todos os pilares.

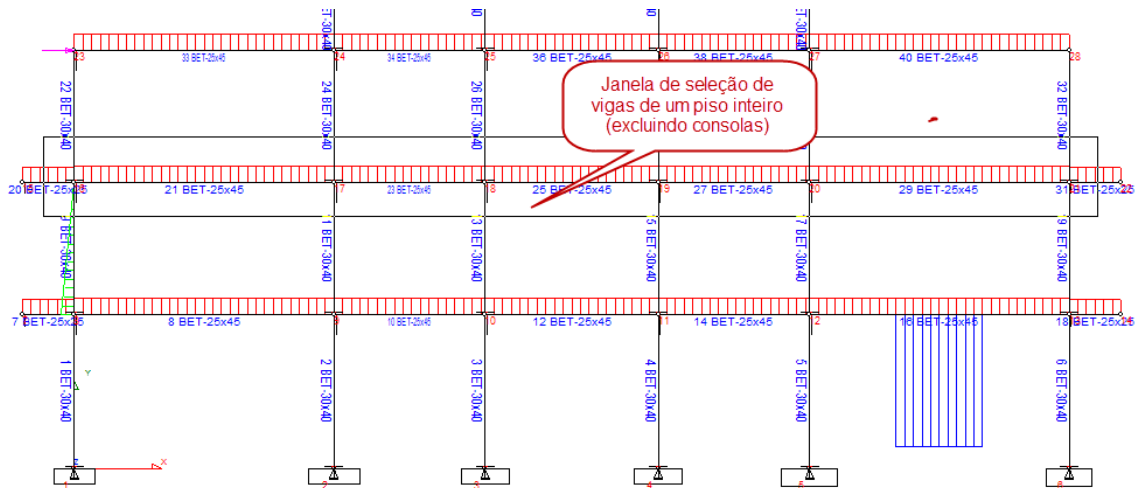
Após esta operação deve-se voltar a ativar a representação das vigas no 'Filtro de visualização'.

Vigas

Utilizar a função **Secções e dados / Definir seção...** pressionar *Procurar/ Betão/ BET/ 25x45* e pressionar *Aceitar*. Seguidamente, abrimos uma janela de seleção (com o botão direito do rato) que selecione horizontalmente as vigas de cada piso (ver imagem seguinte).

Consolas

Utilizar a função **Secções e dados / Definir seção...** pressionar *Procurar/ Betão/ BET/ 25x25* e pressionar *Aceitar*. Seguidamente, clicamos (com o botão esquerdo do rato), em cima das barras que modelam as consolas.



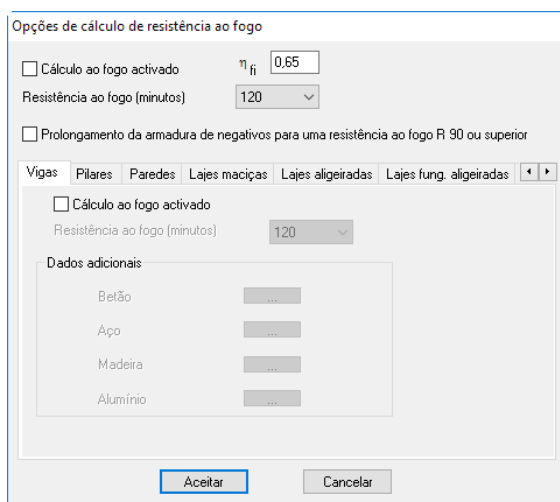
Opções de ações e cálculo

Ir a **Ações / Opções...** e confirmar que a ação do vento e sismo estão desativadas.

Ir à janela deslizante de 'Opções de Cálculo' e, em 'Esforços' desativar o cálculo de 2ª ordem.

Ir à janela deslizante de 'Opções de Cálculo' e, em 'Fundações\Gerais', ativar a opção 'Comprovar esperas de pilar'.

Ir à janela deslizante de 'Opções de Cálculo' e, em 'Fogo\Gerais', desativar comprovação ao fogo.



Cálculo esforços

Selecionar o cálculo automático de toda a estrutura, com a opção '1 vez' ativada, em **Cálculo / Cálculo automático...**

Gráficos de Deslocamento e Esforços

Após o cálculo de esforços vamos estudar o comportamento da estrutura. Para o efeito podemos utilizar as listagens e os gráficos que o *Tricalc* disponibiliza.

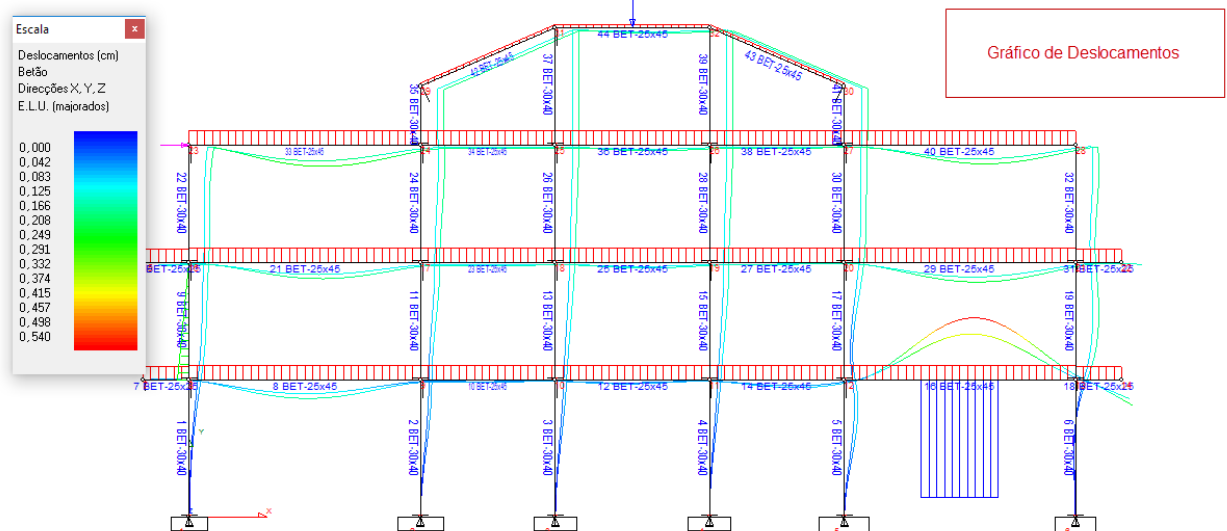
Neste exercício, para analisar o comportamento da estrutura vamos, por conveniência, utilizar os gráficos de deslocamentos e esforços bem como as etiquetas emergentes. Torna-se assim a análise mais prática e mais intuitiva.

Para ativar a informação das etiquetas emergentes devemos ir a **Ajudas / Preferências de ecrã / Etiquetas emergentes** e, após ativar a opção 'Etiquetas emergentes', clicar no botão 'Opções'. Devemos, dentro da caixa de diálogo que nos é apresentada, ativar as opções 'Resultados' e 'Deslocamentos'. Terminar clicando em 'Aceitar'.

Nas opções dos gráficos, em **Resultados / Gráficos / Opções** podemos ativar a hipótese de ações permanentes e a representação dos valores nos gráficos de esforços.

Resultados / Gráficos / Deslocamentos

Começamos por solicitar o gráfico de deslocamentos em **Resultados / Gráficos / Deslocamentos** e, surge-nos um gráfico com a apresentação abaixo representada:



Podemos constatar que o valor máximo do deslocamento em ELU é de 0,54cm segundo Yg+ no vão que possui a carga descontínua que atua de baixo para cima. Com o cursor do rato podemos posicionar-nos em qualquer nó da estrutura e obter o seu deslocamento. Também com o cursor do rato podemos posicionar-nos em qualquer barra da estrutura e obter os seus esforços. Por exemplo, na extremidade da consola do lado direito na cota 350cm (nó 14), o deslocamento vertical (Yg) é de -0,216cm.

Também facilmente concluímos que o pórtico se desloca para a direita, pois só existem ações horizontais com esse sentido. Se nas opções de representação dos gráficos ativarmos unicamente os deslocamentos em Xg, conseguiremos ver na legenda qual o maior deslocamento nessa direção (0,212cm).

No fim, deverão voltar às opções de representação dos gráficos e repor as opções de visualização dos deslocamentos em Yg e Zg.

Opções para etiquetas emergentes

Informação que se mostra

Geometria

Resultados

Resultados que se mostram nos nós e nudos

Deslocamentos

Reações

Tensões no terreno das lajes de fundação

Tensões em nodos de paredes resistentes

Combinções de esforços / Materiais...

Tamanho do Tipo de Letra

Normal

Grande

Pequeno

Aceitar Cancelar

Deslocamentos

Direções

X (Este - Oeste)

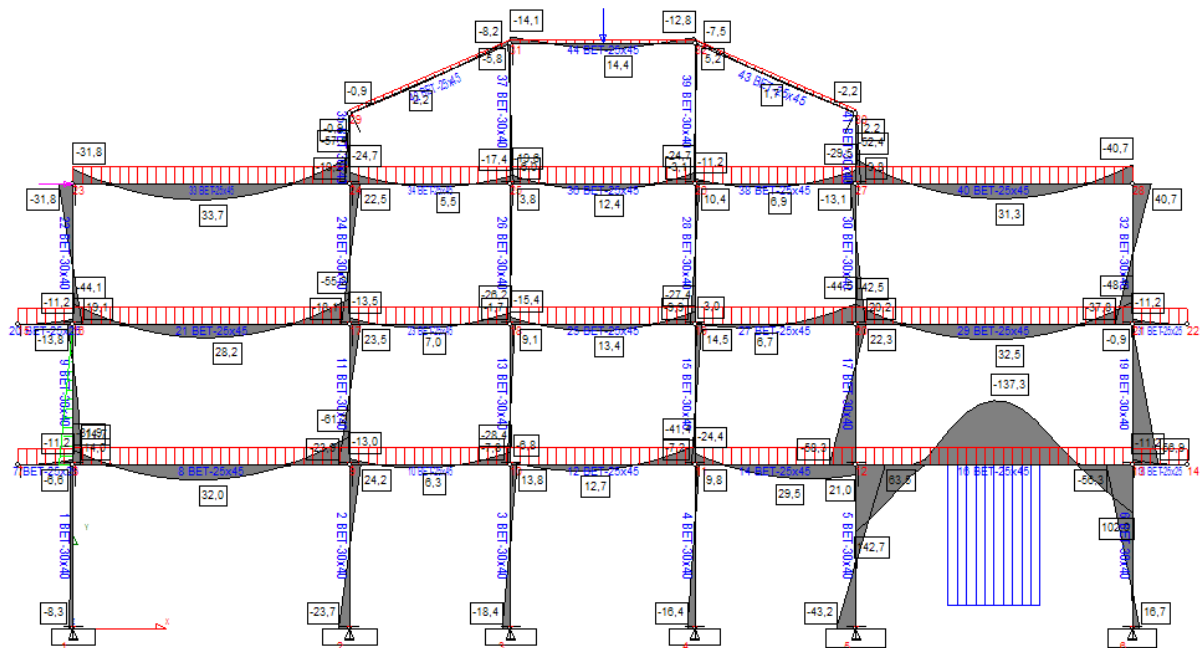
Y (Vertical)

Z (Norte - Sul)

Deslocamento mínimo a desenhar (mm) 0,00

Resultados / Gráficos / M. Flectores Z

Vamos solicitar o gráfico de momentos flectores em Zp com a função **Resultados / Gráficos / M. Flectores Z**



Podemos constatar que o valor máximo do momento fletor M_z é de **-137,3kN.m** no local de aplicação da ação descontínua com 100kN/m. Também podemos facilmente verificar que nos vãos de 600cm temos momentos a rondar os 30kN.m, nos vãos de 350cm momentos a rondar os 7kN.m (exceção para o troço adjacente ao vão carregado com a ação descontínua). O vão de 400cm tem momentos na ordem dos 13kN.m. É ainda possível verificar os momentos nas fundações.

Com o cursor do rato podemos posicionar-nos em qualquer barra da estrutura e obter os seus esforços. Por exemplo, na extremidade da consola do lado direito na cota 350cm (nó 14), o deslocamento vertical (Y_g) é de -0,216cm.

Também as listagens de esforços (**Resultados / Listagens / Esforços** / em nós e em seções) permitem obter valores analíticos sobre os esforços na estrutura.

Resultados / Gráficos / Axiais

Vamos solicitar o gráfico de esforços axiais em **Resultados / Gráficos / Axiais**

As barras em vermelho representam-se as compressões e as azuis as trações. O maior valor de tração na estrutura é de $F_x = +45,5\text{kN}$ na barra 29.

Neste gráfico é possível verificar as reações em F_x .

