

mCalc_AC

Cálculo de Vigas e Colunas mistas aço-concreto

Apresentamos a ferramenta que o mercado de estruturas metálicas aguardava: o programa **mCalc_AC**.

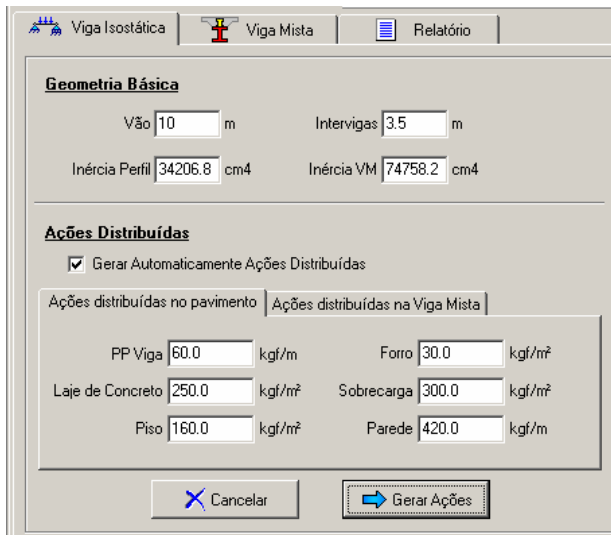
O **mCalc_AC** contempla o cálculo de vigas e colunas mistas em dois módulos distintos.

1. VIGAS MISTAS

No módulo Viga Mista foram implementados dois programas: um programa para geração e análise de vigas isostáticas e outro programa para o dimensionamento de vigas mistas.

1.1 Programa de geração e análise de vigas:

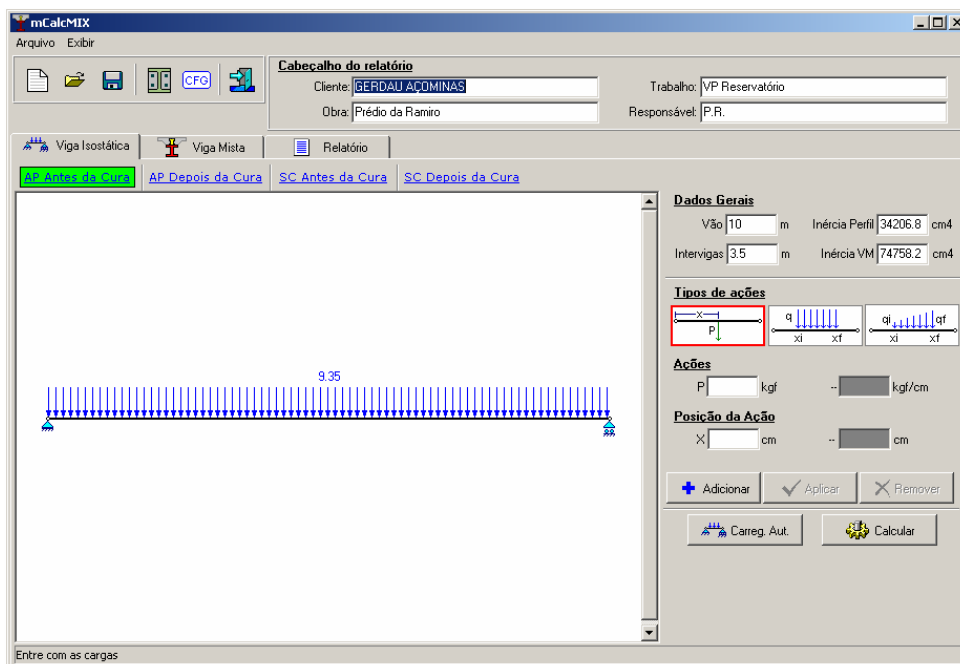
Fornecem-se alguns parâmetros – vão, intervigas, e carregamento - e o programa gera a viga e 4 estados de ações, separando-os em: ação permanente antes da cura, sobrecarga antes da cura, ação permanente após a cura e sobrecarga após a cura.



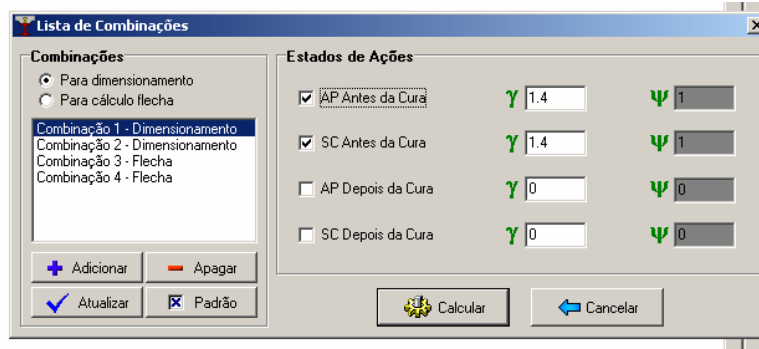
A figura ao lado apresenta a janela onde se informam os dados de geometria e cargas da viga.

A figura abaixo apresenta o ambiente após a geração da geometria e os estados de ações da viga.

Salienta-se que a programa aceita, além das cargas geradas, cargas concentradas e outras cargas distribuídas, inclusive cargas com variação linear.



Clicando no botão **Calcular** será exibida a janela abaixo, onde se declararam as combinações de ações e os coeficientes de ponderação:



Esse programa analisará a viga fornecendo as solicitações e deslocamentos principais com diagramas que se apresentam abaixo.

Diagrama de Cortantes:

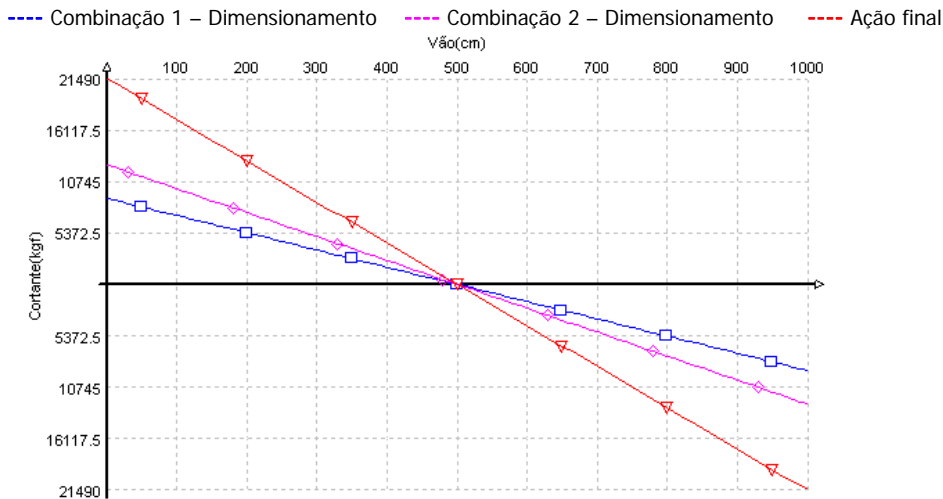


Diagrama de Momentos:

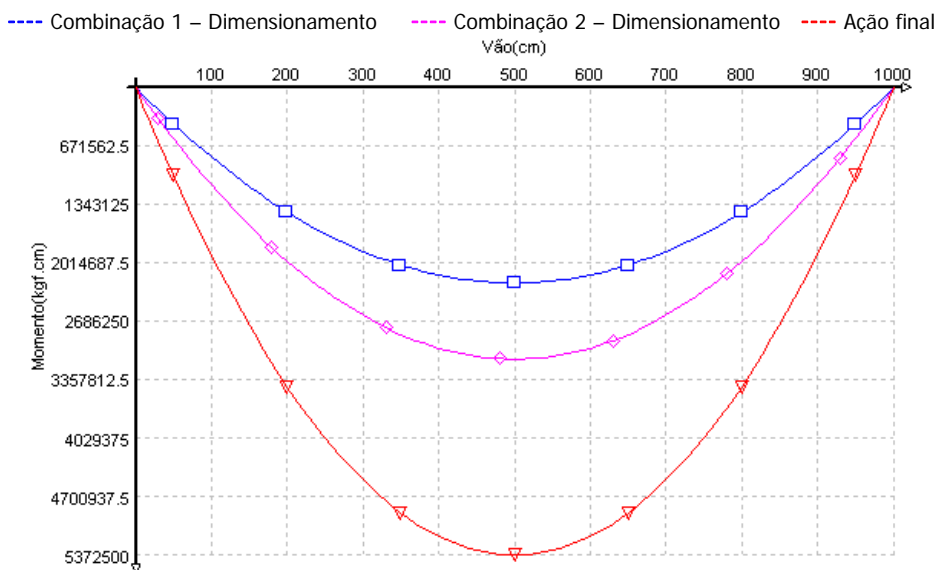


Diagrama de deslocamentos com Contra flecha:

$$CF = - (f_{AP0} + f_{AP2}) = 10 \text{ mm}$$

$$f_T = f_{AP0} + f_0 + f_{AP2} + f_2 - CF = 29.03 \text{ mm}$$

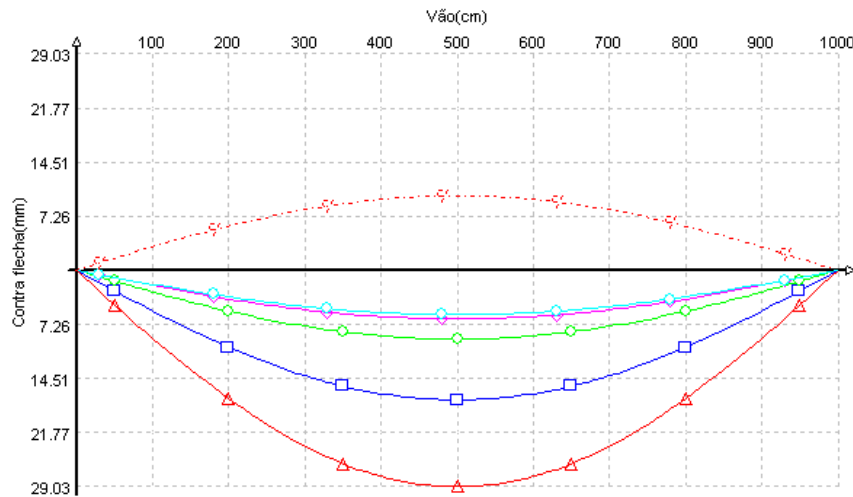
$f_{AP0} = 17.36 \text{ mm}$ flecha máxima devido à ação permanente no lançamento.

$f_0 = 6.5 \text{ mm}$ flecha máxima devido à sobrecarga no lançamento.

$f_{AP2} = 9.22 \text{ mm}$ flecha máxima relacionada à ação permanente após a cura.

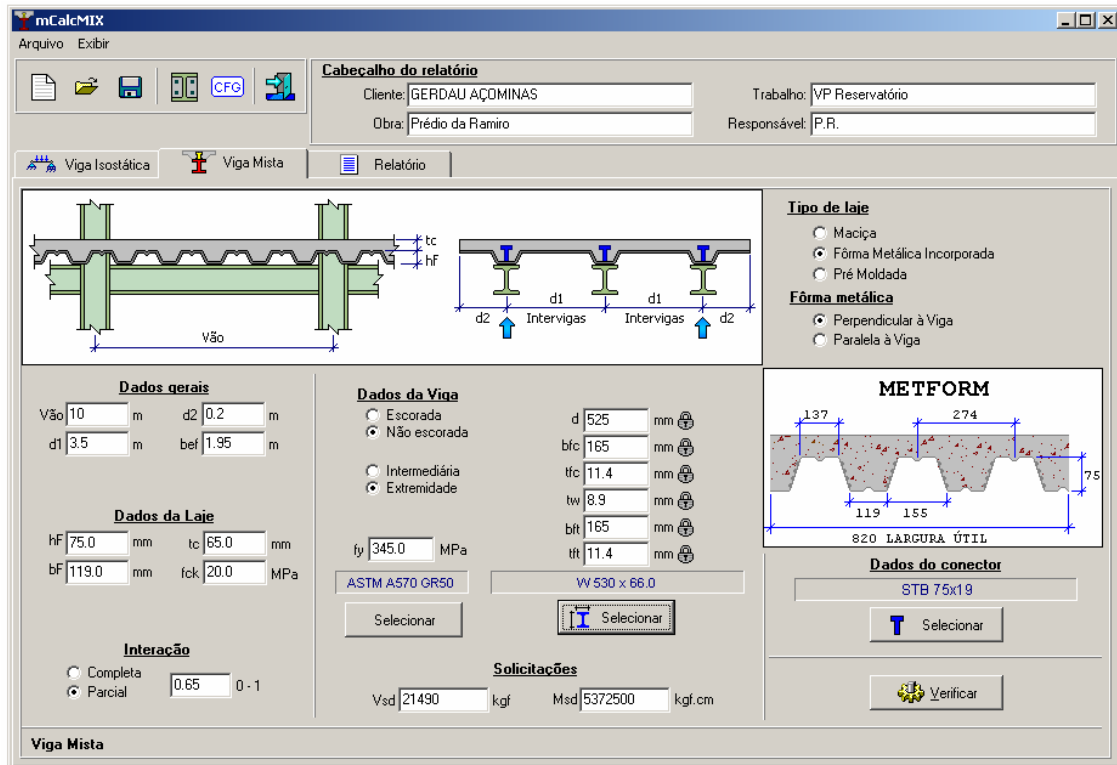
$f_2 = 5.95 \text{ mm}$ flecha máxima relacionada à sobrecarga após a cura.

--- f_{AP0} --- f_0 --- f_{AP2} --- f_2 --- f_T --- Contra flecha



1.2 Dimensionamento de vigas mistas

Esse programa recebe os resultados da análise – momentos antes e depois da cura e o cortante máximo e dimensionará a viga mista.



O programa dimensiona vigas mistas usando perfis laminados, soldados e formados a frio: perfis I da Açominas, perfis I padrão americano, perfis I soldados (PS e VS), perfis I e I enrijecidos formados a frio e perfis caixa formado a frio.

Como lajes de concreto é possível configurar-se: lajes maciças, lajes com formas *steel-deck* (usando Metform e Perfilor) e pré-lajes.

A biblioteca de conectores do programa contempla: conectores em U (laminados e formados a frio), conectores tipo *stud bolt* e conector perfobond.

Apresenta-se, a seguir parte da memória de cálculo gerada pelo programa de dimensionamento:

5. Avaliação da posição da linha neutra plástica na laje de concreto

(Afy)_a: é o produto da área da seção da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$\frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot t_c}{1,40} = 153910.72 \text{ kgf} \quad \text{Força de plastificação da laje de concreto.}$$

$$\frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10} = 258172.3 \text{ kgf} \quad \text{Força de plastificação do perfil de aço.}$$

V_{hRd} = 153910.72 kgf Força resistente de cisalhamento longitudinal.

$$Q_{Rd} = \eta \cdot V_{hRd} = 100041.96 \text{ kgf}$$

$$a = \frac{C_d}{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b} = 4.22 \text{ cm} \quad \text{Espessura comprimida da laje.}$$

C_d = 100041.96 kgf Resistência de cálculo da região comprimida da laje.

$$C'_d = \frac{1}{2} \left[\frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10} - C_d \right] = 79065.17 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região comprimida do perfil de aço.}$$

$$T_d = C_d + C'_d = 179107.13 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região tracionada do perfil de aço.}$$

$$C'_d > \frac{(A \cdot f_y)_t}{1,10}$$

6. Determinação do momento resistente de cálculo

β_{vm} coeficiente dado conforme a capacidade de rotação da ligação. Para vigas biapoiadas é igual a 1,00.

y_p = 8.33 cm distância da linha neutra da seção plastificada até a face superior da viga de aço.

y_c = 1.63 cm distância do centro de gravidade da parte comprimida da seção da viga de aço até a face superior dessa viga.

y_t = 15.38 cm distância do centro de gravidade da parte tracionada da seção da viga de aço até a face inferior dessa viga.

d = 52.5 cm Altura do perfil de aço.

$$M_{Rd} = \beta_{vm} \cdot \left[C'_d \cdot (d - y_t - y_c) + C_d \cdot \left(t_c - \frac{a}{2} + h_f + d - y_t \right) \right] = 7708951 \text{ kgf.cm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Sd} \quad \text{OK!} \quad \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 0.7 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

8. Cálculo do número de conectores

Conector: STB 75x19 Acs = 2.84 cm² Área da seção transversal dos conectores.

E_c = 4760 · √f_{ck} = 21287.37 MPa Módulo de elasticidade do concreto.

$C_{red} = 1$ Coeficiente de redução.

$$Q_{Rd} = C_{red} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{A_{cs} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot E_c}{1,25} = 7400.02 \text{ kgf}$$

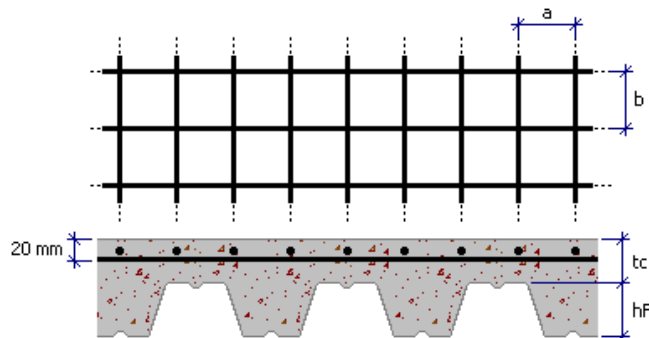
$$\frac{Q_{Rd}}{q_{Rd}} = 14 \quad \text{Número de conectores} ; \quad \text{Distância interconectores} \quad \frac{\text{vão}/2}{N^{\circ} \text{conec.}} = 35.71 \text{ cm}$$

Conectores STB 75x19 a cada 35.71 cm

9. Armadura adicional

9.1. Armadura de retração

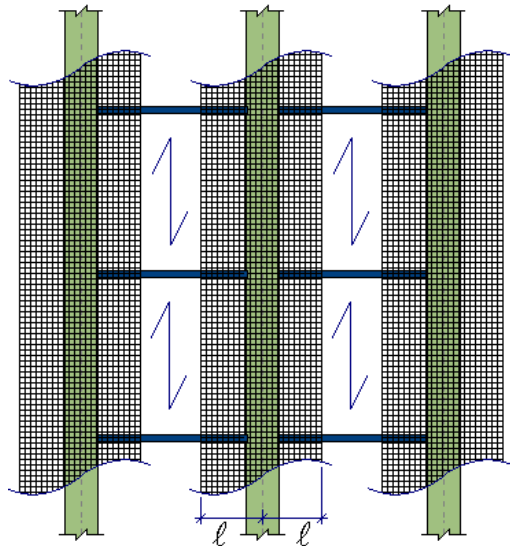
Recomendações do fabricante da fôrma metálica



$$hF + tc = 140 \text{ mm} \quad a = 150 \text{ mm} \quad b = 150 \text{ mm} \quad \phi = 3.8 \text{ mm}$$

9.2. Armadura de fissuração

Recomenda-se uma malha de mesmas proporções que a de retração sobre as vigas de apoio.



l = Largura de influência da armadura de fissuração

10. Determinação da inércia da viga mista: Análise elástica simplificada

$$E_c = 4760 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 21287.37 \text{ MPa} \quad \text{Módulo de elasticidade do concreto.}$$

$\kappa = 2$ Coeficiente que leva em conta a fluência do concreto no cálculo da relação modular.

$$R_{MO} = \frac{E_a}{E_c} = 9.63 \quad \text{Relação modular para ações de curta duração.}$$

$$R_M = \kappa \cdot R_{MO} = 19.26 \quad \text{Relação modular para ações de longa duração.}$$

Para ações de curta duração

$$I_{tr} = 104000.46 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento de inércia da seção mista homogeneizada.}$$

$$I_{ef} = I_a + \sqrt{\frac{Q_{Rd}}{V_{hRd}}} \cdot (I_{tr} - I_a) = 90476.25 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento efetivo de inércia.}$$

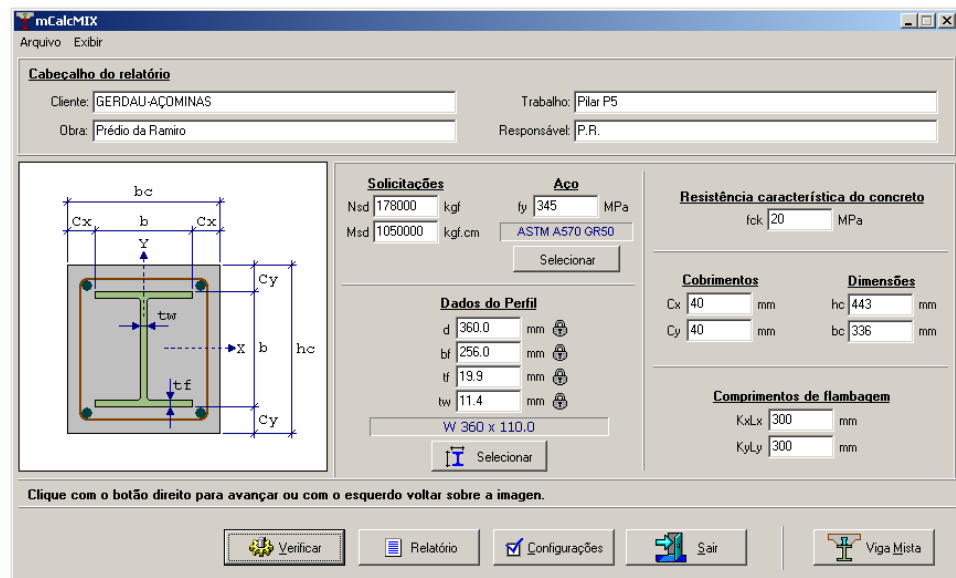
Para ações de longa duração

$$I_{tr} = 84504.7 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento de inércia da seção mista homogeneizada.}$$

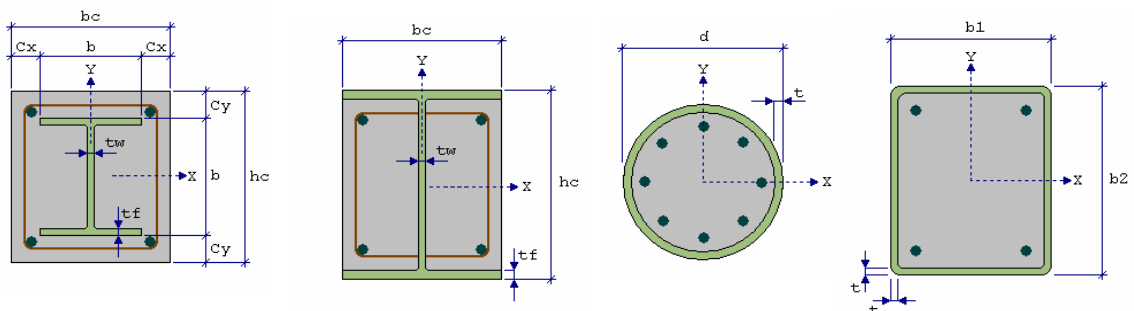
$$I_{ef} = I_a + \sqrt{\frac{Q_{Rd}}{V_{hRd}}} \cdot (I_{tr} - I_a) = 74758.26 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento efetivo de inércia.}$$

2. COLUNAS MISTAS

Ao se carregar o módulo **Colunas Mistas** será exibido a janela ao lado



No módulo **Colunas Mistas** foram implementados os seguintes tipos de colunas:



Preenchendo-se os dados do pilar o programa fará a verificação e apresentará a memória de cálculo completa com dados de entrada e com o formulário utilizado a verificação do pilar.