

## Armaduras de Vigas e Lajes Inclinadas

O dimensionamento e detalhamento de vigas e lajes inclinadas é efetuado de maneira simplificada e deve ser completado conforme necessário pelo engenheiro.

### Vigas inclinadas

Uma viga inclinada é definida no sistema TQS como uma barra de ligação entre dois planos (pavimento ou piso auxiliar). Os esforços considerados na sua análise são provenientes do processamento do modelo de pórtico espacial, e portanto, levam em conta a sua continuidade com os demais elementos que estão interligados a ela.

Além dos esforços de flexão, as vigas inclinadas usualmente estão submetidas à esforços axiais (força normal de tração ou compressão). Desta forma, o TQS-Vigas foi adaptado para fazer o dimensionamento de uma seção à flexão composta normal, aumentando se necessário as armaduras.

O detalhamento da viga inclinada, porém, precisa da interferência manual do engenheiro estrutural, pois o tramo inclinado da viga é dimensionado e detalhado de forma separada. O TQS-Vigas desenha este trecho como se fosse um elemento horizontal já com a seção de aço correta. Trata-se de um bom ponto de partida para o detalhamento final. Por esse motivo, após o processamento, todos os desenhos de vigas inclinadas apresentam a seguinte mensagem:

**ATENÇÃO**

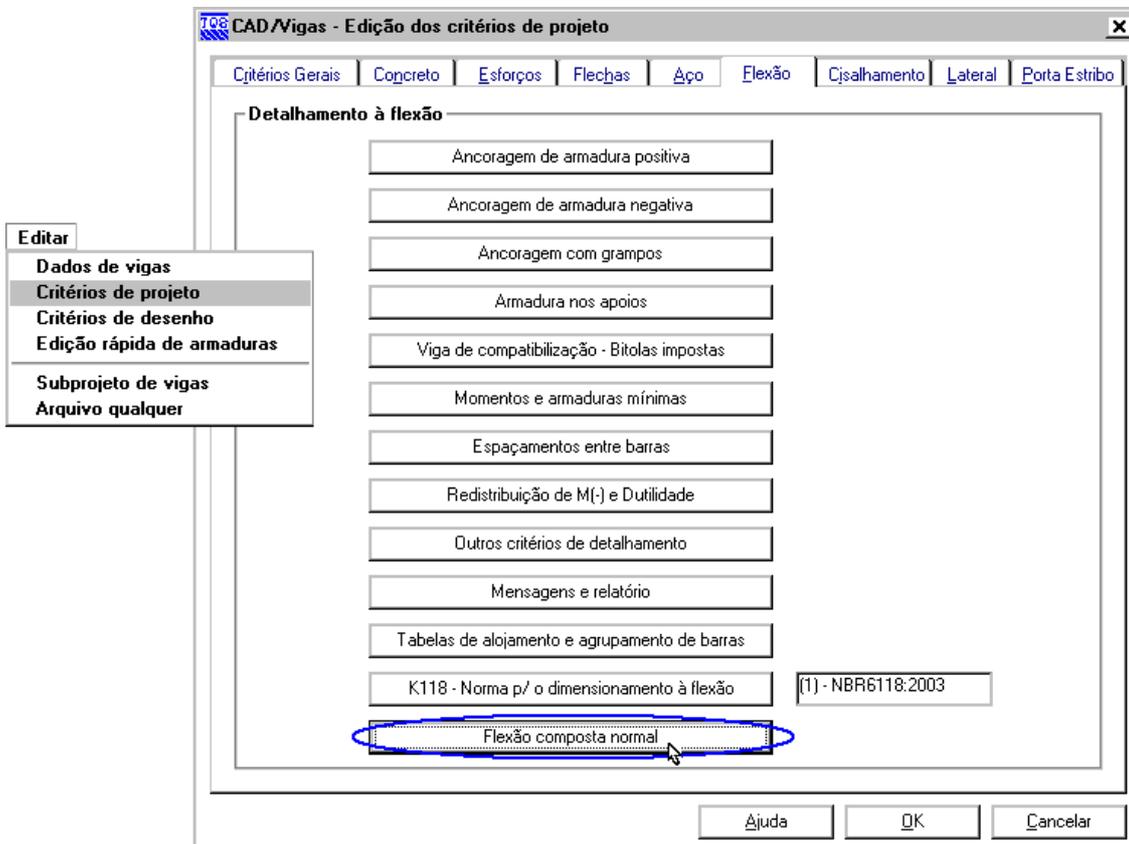
Este desenho refere-se a uma viga inclinada. O detalhamento mostrado não é válido, devendo servir unicamente como referência da quantidade de armadura necessária na seção transversal.

A viga inclinada correspondente a este desenho deve ser detalhada manualmente, considerando a inclinação da seção longitudinal e a ancoragem adequada dos ferros desta viga nos apoios superior e inferior.

**OBSERVAÇÃO:** todas as vigas de um pavimento (não só as inclinadas) passam a ser dimensionadas à flexão composta normal.

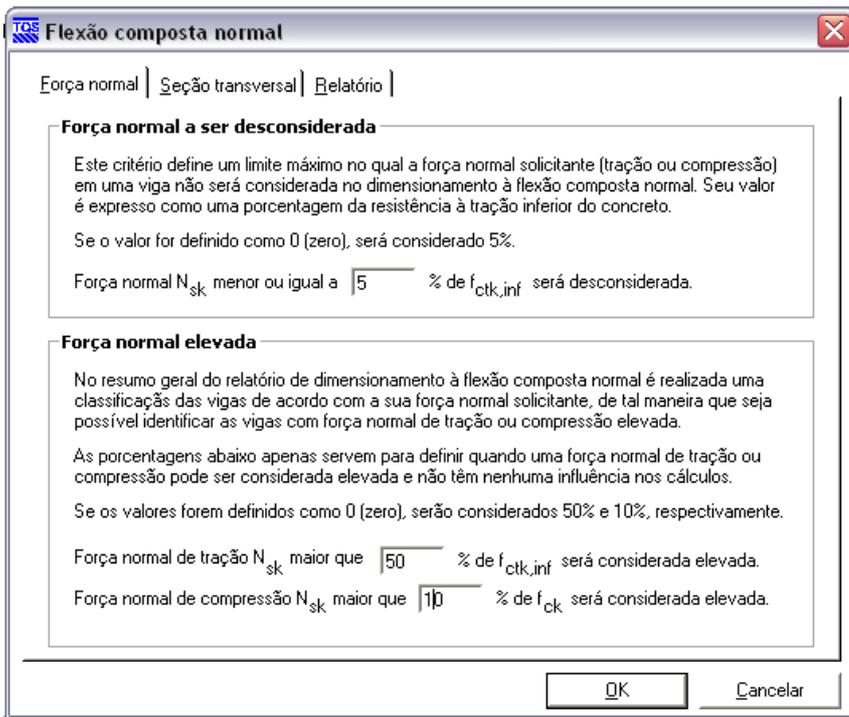
### Critérios de projeto

Foram adicionados novos critérios de projeto específicos para o dimensionamento de vigas submetidas à flexão composta normal. Para acessá-los, ative no TQS-Vigas, "Editar, Critérios de projeto, Flexão", botão "Flexão composta normal".

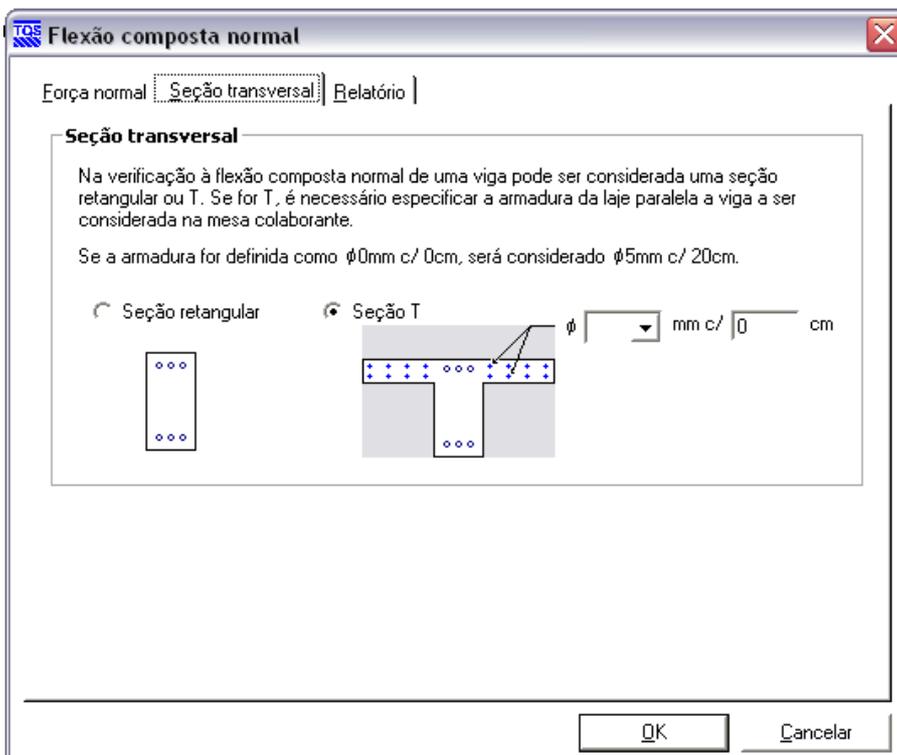


Os novos critérios estão subdivididos em dois grupos: força normal e seção transversal. O primeiro define parâmetros relativos a força axial solicitante. O segundo estabelece o tipo de seção a ser considerada.

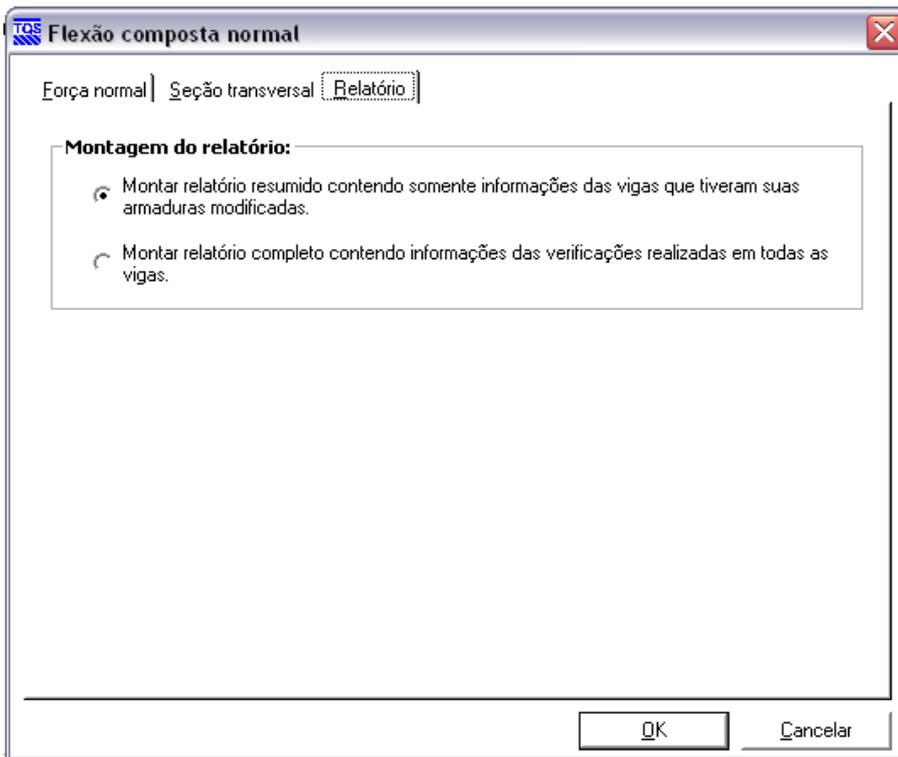
No grupo “Força normal” é possível estabelecer um limite para que o esforço axial atuante nas vigas seja desconsiderado no dimensionamento. Além disso, define-se, também, valores limites para que as forças de tração ou compressão sejam consideradas elevadas, de tal forma que a análise dos resultados possa ser realizada de forma mais fácil e eficiente (ver o resumo geral do relatório).



No grupo “Seção transversal” é possível definir o tipo de seção a ser levado em conta no dimensionamento (retangular ou T). Caso a mesa colaborante seja considerada, é necessário especificar a armadura da laje paralela a viga.

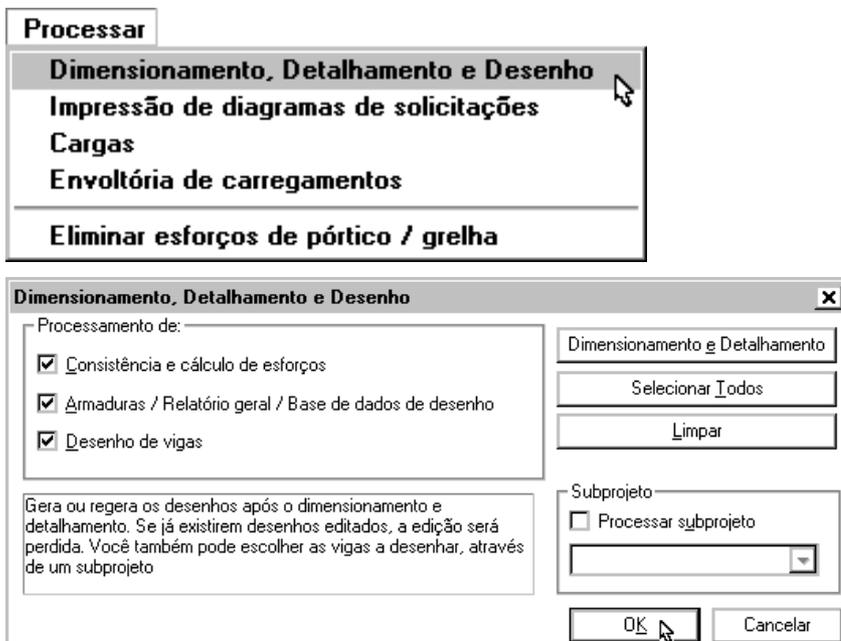


No grupo “Relatório” é possível definir duas opções para geração do relatório: resumida ou completa. Na primeira são impressas somente as modificações nas vigas cujas armaduras foram alteradas devido ao esforço normal.



## Processamento de vigas

O dimensionamento à flexão composta normal de todas as vigas dos pavimentos de um edifício é sempre realizado de forma automática no processamento global. Porém, se o cálculo for efetuado localmente dentro do TQS-Vigas (menu “Processar, Dimensionamento, detalhamento e desenho”), existe uma opção que ativa/desativa esta consideração.

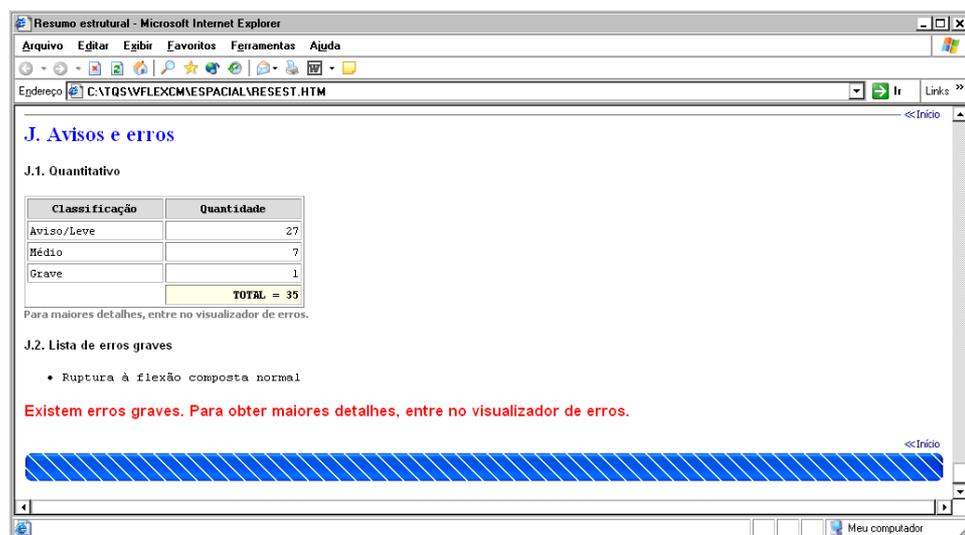


## Dimensionamento à flexão composta normal

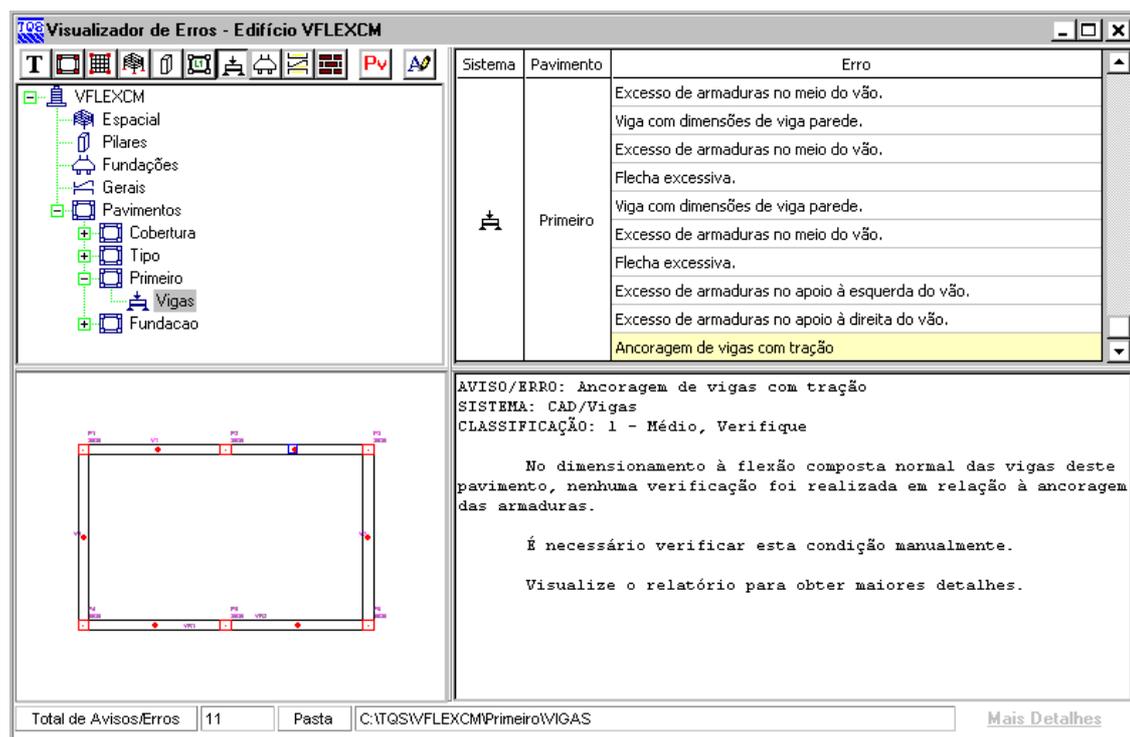
O dimensionamento à flexão composta normal das vigas é sempre realizado após o dimensionamento à flexão simples. O dimensionamento à flexão positiva e negativa não mudaram, continuam sendo os mesmos que já existiam nas versões anteriores do sistema TQS.

Durante o dimensionamento à flexão composta normal, diversas seções ao longo de cada um dos vãos das vigas são verificadas com as armaduras pré-calculadas à flexão simples. Caso alguma seção não passe (ruptura) em virtude da força normal solicitante (normalmente de tração), o TQS-Vigas aumentará as armaduras (porta-estribos ou armadura lateral) procurando obter uma uniformidade em toda viga.

Se porventura, mesmo após as alterações nas armaduras, ainda exista alguma seção que não passe, será emitido um erro grave que aparecerá tanto no resumo estrutural como no visualizador de erros.



Nenhuma verificação especial em relação à ancoragem das vigas tracionadas é realizada pelo TQS, de tal forma que é necessário que o engenheiro estrutural cheque tal condição manualmente.



# Relatório de dimensionamento à flexão composta

Um relatório em HTML é gerado durante o dimensionamento das vigas à flexão composta normal, possibilitando uma análise mais refinada das verificações realizadas pelo programa. Para acessá-lo, ative o TQS-Vigas, menu “Visualizar > Esforços e armaduras > Dimensionamento à flexão composta”.

**Dimensionamento de vigas à flexão composta normal**

13/02/2008 14:51:18

**Conteúdo**

Observações

[Viga V1](#)  
[Viga V3](#)  
[Viga VR7](#)  
[Viga V5](#)  
[Viga V2](#)  
[Viga VR9](#)  
[Viga V4](#)  
[Resumo geral](#)

**Observações**

- Diversas seções ao longo de cada um dos vãos das vigas foram analisadas segundo uma flexão composta normal.
- Foram consideradas a armadura de flexão e lateral existentes em cada seção.
- Foram verificadas as seguintes condições de carregamento: (Nk,min;Mk,min) (Nk,min;Mk,máx) (Nk,máx;Mk,min) (Nk,máx;Mk,máx).
- **IMPORTANTE:** é necessário verificar o comprimento de ancoragem das armaduras.
- Na coluna "Situação", "Ignorado" significa que a seção não foi verificada pois a força normal, segundo os critérios, pode ser desprezada.

**(Legenda das tabelas)**

X: posição da seção em relação ao início da viga.  
Nk,min: força normal característica mínima, (+)compressão.  
Nk,máx: força normal característica máxima, (+)compressão.  
Mk,min: momento fletor característico mínimo.  
Mk,máx: momento fletor característico máximo.  
As,sup: área total de armadura de flexão acima do CG.  
As,inf: área total de armadura de flexão abaixo do CG.

**Concluído**

**Esforços e armaduras em vigas**

- Processamento de esforços em vigas
- Dimensionamento de vigas ao cisalhamento
- Dimensionamento de vigas à flexão positiva
- Dimensionamento de vigas à flexão negativa
- Dimensionamento de vigas à flexão composta normal
- Dimensionamento de furos em vigas

Aperte o botão correspondente ao relatório desejado. Estes relatórios contêm informação detalhada que é apresentada de forma mais sucinta no "Relatório geral" de vigas.

Fechar

Todas as alterações de armaduras realizadas nas vigas são documentadas de forma detalhada.

Dimensionamento de vigas - Flexão composta normal - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço C:\TQSV872-Bracco-12V2ss\WIGAS\WFLEXCM.HTM

### Viga V10

(Vão 2)

Comprimento efetivo: 2.35m  
 Dimensões da seção: 14cm X 55cm  
 Mesa colaborante superior: 60cm X 11cm

Seção	X (cm)	Nk,min (tf)	Nk,máx (tf)	Mk,min (tf.m)	Mk,máx (tf.m)	As,sup (cm2)	As,inf (cm2)	Situação
1	50.7	-11.75	26.84	.27	10.19	1.6	8.0	Não passou

O diâmetro do porta-estribos foi alterado.

Seção	X (cm)	Nk,min (tf)	Nk,máx (tf)	Mk,min (tf.m)	Mk,máx (tf.m)	As,sup (cm2)	As,inf (cm2)	Situação
1	50.7	-11.75	26.84	.27	10.19	1.6	8.0	Não passou

O diâmetro da armadura lateral foi alterado para 5.0mm.

Seção	X (cm)	Nk,min (tf)	Nk,máx (tf)	Mk,min (tf.m)	Mk,máx (tf.m)	As,sup (cm2)	As,inf (cm2)	Situação
1	50.7	-11.75	26.84	.27	10.19	1.6	8.0	OK
2	70.3	-11.51	26.66	.37	8.78	1.6	8.0	OK
3	89.9	-11.26	26.49	.47	7.38	9.6	8.0	OK
4	109.4	-11.02	26.31	.59	5.97	9.6	8.0	OK
5	129.0	-10.78	26.14	.68	4.56	9.6	8.0	OK
6	148.6	-10.54	25.97	.62	2.98	9.6	8.0	OK
7	168.2	-10.29	25.79	.53	1.41	9.6	8.0	OK
8	187.7	-10.05	25.62	-.27	.39	8.0	8.0	OK
9	207.3	-9.81	25.45	-2.03	.14	8.0	4.0	OK
10	226.9	-9.56	25.27	-3.80	-.12	8.0	4.0	OK
11	246.5	-9.32	25.10	-5.88	-.68	8.0	4.0	OK
12	266.0	-9.08	24.93	-7.99	-1.28	8.0	4.0	OK
13	285.6	-8.83	24.75	-10.11	-1.89	8.0	4.0	OK

Concluído

No final do relatório é possível acessar um resumo geral que facilita bastante a análise dos resultados. Vigas com tração ou compressão elevada são listadas a parte.

Dimensionamento de vigas - Flexão composta normal - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço C:\TQSV872-Bracco-12V2ss\WIGAS\WFLEXCM.HTM

### Resumo geral

Viga	Situação
V1	OK
V2	OK
V3	OK
V4	OK
V5	OK, porta-estribos e armadura lateral alterados
V7	OK, porta-estribos e armadura lateral alterados
V8	OK, porta-estribos e armadura lateral alterados
V9	OK
V10	OK, porta-estribos e armadura lateral alterados
V11	OK, porta-estribos e armadura lateral alterados
V12	OK, porta-estribos e armadura lateral alterados
V14	OK

Vigas com tração elevada ( $Nk > 50.0\% \cdot f_{ct,inf}$ )

V8 V11 V12 V6

Vigas com compressão elevada ( $Nk > 10.0\% \cdot f_{ck}$ )

V7 V14

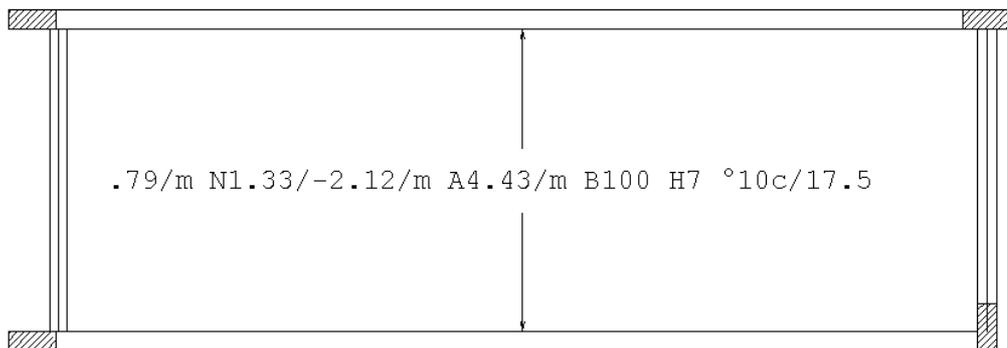
Concluído

## Dimensionamento de lajes inclinadas

Por simplificação, o Editor de Esforços determina as forças normais máxima e mínima de cada faixa e verifica o momento da faixa combinado com cada uma delas. A armadura final será a maior das armaduras calculadas.

O detalhamento será realizado somente quando, para o momento positivo ou negativo, for necessária armadura apenas em uma das face da laje. Se for necessária armadura em ambas as faces na mesma seção, o editor mostrará o valor delas na faixa de esforços, que aparecerá detalhamento neste caso precisará ser completado manualmente.

Nas faixas de esforços com força normal, o Editor de Esforços mostra os valores máximos e mínimos usados no cálculo. No exemplo abaixo, estes valores são respectivamente 1.33 tf/m (compressão) e -2.12 tf/m (tração):



A armadura dimensionada será a maior necessária entre as solicitações características de  $(M=0.79, N=1.33)$  e  $(M=0.79, N=-2.12)$ . Na direção longitudinal, o comprimento do ferro é modificado de acordo com a inclinação da laje e mostrado nesta inclinação:

