CESAN
qualidade em saneamento



CONTRATO 255/2021
AS N°009

MUNICÍPIO DE ALTO RIO NOVO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE ALTO RIO NOVO

VOLUME II – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A

MEMORIAL DESCRITIVO, DE CÁLCULO E ESPECIFICAÇÕES

B-029-000-92-4-MD-0001

Consórcio SDV

Fevereiro|2023

Cliente:
CESAN **COMPANHIA ESPIRITO SANTENSE DE SANEAMENTO**

‘Codificação Consórcio SDV:	Codificação CESAN:	Revisão:	Data de Emissão:
B-4-SDV-009-92-MD-001	**B-029-000-92-4-MD-0001**	**00**	**FEVEREIRO/23**

ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS DIVERSOS, INCLUSIVE REVISÕES E/OU COMPLEMENTAÇÕES PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

AS 009 – AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE ALTO RIO NOVO

VOLUME II - PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A

MEMORIAL DESCRITIVO, DE CÁLCULO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Emitido por:	Local:
CONSÓRCIO SDV	**VITÓRIA-ES**

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte integrante do Contrato nº 255/2021, firmado entre a CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento e o Consórcio SDV, referente à Elaboração de Estudos e Projetos Diversos, Inclusive Revisões e/ou Complementações para Sistemas de Abastecimento de Água e Sistemas de Esgotamento Sanitário, em Municípios do Estado do Espírito Santo.

Os serviços foram desenvolvidos em consonância com a Autorização de Serviço Nº009/255/2021 para elaboração de projetos para ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Alto Rio Novo.

O projeto é composto dos seguintes documentos:

VOLUME I – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas

TOMO B – Desenhos

VOLUME II – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas;

TOMO B – Desenhos.

VOLUME III – PROJETO ELÉTRICO

TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas;

TOMO B – Desenhos.

VOLUME IV – ORÇAMENTO

Sumário

APRESENTAÇÃO 3
1. NORMAS TÉCNICAS 7
2. DOCUMENTOS UTLIZADOS 8
3. DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS 10
4. PARÂMETROS DE DURABILIDADE – NBR 6118 10
4.1. VIDA ÚTIL DE PROJETO 10
4.2. MANUTENÇÃO DA ESTRUTURA 11
4.3. PARÂMETROS DE DURABILIDADE 12
5. SISTEMA ESTRUTURAL E CONCEPÇÃO ESTRUTURAL 15
6. AÇÕES E COMBINAÇÕES 16
6.1. AÇÕES VERTICAIS 16
6.2. AÇÕES HORIZONTAIS 18
6.3. COMBINAÇÕES 20
6.4. COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL (CRV) 22
6.4.1. MÉTODO SPT – TENSÃO ADMISSÍVEL 23
7. MATERIAIS 23
7.1. CONCRETO 23
7.2. MÓDULO DE ELASTICIDADE 23
7.3. AÇO DE ARMADURA PASSIVA 24
8. ANÁLISE ESTRUTURAL E DETALHAMENTO DA ESTRUTURA 24
8.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 24
8.1.1. LAJES 24
8.1.2. VIGAS 25
8.1.3. PAREDES 27
8.1.4. SAPATAS 27
8.1.4.1. Verificação contra Tombamento 27
8.1.4.2. Verificação contra Deslizamento 28
8.1.4.3. Compressão Diagonal, Cortante e Momento 28
8.2. TRATAMENTO PRELIMINAR 30
8.2.1. LAJES 30
8.2.2. VIGAS 31
8.2.3. PILARES 229
8.2.4. SAPATAS 237
8.3. BIOFILTRO 249

8.3.1. LAJE 249
8.4. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RECIRCULAÇÃO 250
8.4.1. LAJE 250
8.4.2. PAREDE 254
8.5. TRATAMENTO SECUNDÁRIO 256
8.5.1. LAJE 256
8.6. LEITO DE SECAGEM DE LODO 257
8.6.1. LAJE 257
8.6.2. VIGA 259
8.6.3. PAREDE 287
8.6.4. PILAR 291
8.6.5. SAPATA 294
8.7. LEITO DE SECAGEM OPERACIONAL 299
8.7.1. LAJE 299
8.7.2. PAREDE 302
8.7.3. PILAR 308
8.7.4. SAPATA 308
8.8. MEDIDOR DE VAZÃO 309
8.8.1. LAJE 309
8.8.2. PAREDE 310
8.9. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE EFLUENTE TRATADO 313
8.9.1. LAJE 313
8.9.2. PAREDE 317
8.10. CASA DOS SOPRADORES 319
8.10.1. LAJE 319
8.10.2. VIGA 320
8.10.3. PILAR 351
8.10.4. SAPATA 352
8.11. CASA DE OPERAÇÃO 354
8.11.1. LAJE 354
8.11.2. VIGA 355
8.11.3. PILAR 374
8.11.4. SAPATA 376
9. RELAÇÃO DE DESENHOS 379

1. NORMAS TÉCNICAS

NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;

NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento;

NBR 6122:2019 – Projeto e execução de fundações;

NBR 7191:1982 – Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado;

NBR 6120:2019 – Cargas para o cálculo de estruturas.

NBR 8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento

NBR8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

NBR 155575:2015 – Coletânea de Normas Técnicas - edificações Habitacionais – Desempenho

NBR 7480:2007 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação

NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento

2. DOCUMENTOS UTLIZADOS

Para elaboração do Projeto Estrutural foram utilizados os seguintes documentos.

PROJETO HIDRÁULICO:

B-029-000-92-5-XX-0001.dwg

B-029-000-92-5-XX-0002.dwg

B-029-000-92-5-XX-0003.dwg

B-029-000-92-5-XX-0004.dwg

B-029-000-92-5-XX-0005.dwg

B-029-000-92-5-XX-0006.dwg

B-029-000-92-5-XX-0007.dwg

B-029-000-92-5-XX-0008.dwg

B-029-000-92-5-XX-0009.dwg

B-029-000-92-5-XX-0010.dwg

B-029-000-92-5-XX-0011.dwg

B-029-000-92-5-XX-0012.dwg

B-029-000-92-5-XX-0013.dwg

B-029-000-92-5-XX-0014.dwg

B-029-000-92-5-XX-0015.dwg

B-029-000-92-5-XX-0016.dwg

B-029-000-92-5-XX-0017.dwg

B-029-000-92-5-XX-0018.dwg

B-029-000-92-5-XX-0019.dwg

B-029-000-92-5-XX-0020.dwg

B-029-000-92-5-XX-0021.dwg

B-029-000-92-5-XX-0022.dwg

B-029-000-92-5-XX-0023.dwg

B-029-000-92-5-XX-0024.dwg

B-029-000-92-5-XX-0025.dwg

B-029-000-92-5-XX-0026.dwg

B-029-000-92-5-XX-0027.dwg

B-029-000-92-5-XX-0028.dwg

B-029-000-92-5-XX-0029.dwg

SONDAGEM:

A-029-000-90-3-SD-0001.PDF

3. DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

Trata-se da implantação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) a ser construída em concreto armado em sistema construtivo conhecido como estrutura convencional, composto por lajes, vigas e pilares. A ETE está localizada no Município de Alto Rio Novo / ES.

A Estação de Tratamento de Esgoto é composta por 10 elementos construtivos. São eles: Tratamento Preliminar, Biofiltro, Estação Elevatória de Recirculação, Tratamento Secundário, Leito de Secagem de Lodo, Leito de Secagem Operacional, Medidor de Vazão, Estação Elevatória de Efluente Tratado, Casa dos Sopradores e Casa de Operação.

O perfil de sondagem geotécnico apresentou um solo composto basicamente por Argila Arenosa Média a Rija com profundidade máxima de aproximadamente 7 metros, com um SPT médio em torno de 6. Dessa forma, optou-se por fundação direta. A tensão máxima observada das estruturas dos elementos construtivos sobre o solo foi de 0,9 kgf/cm².

4. PARÂMETROS DE DURABILIDADE – NBR 6118

4.1. VIDA ÚTIL DE PROJETO

Conforme prescrição da NBR 15575-2 edificações habitacionais - Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, a Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto é estabelecida em 50 anos.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho da NBR 15575-2.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes no projeto estrutural, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao Escritório para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Este memorial apresenta também a instrução referente à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, conforme item 4.2 deste documento.

Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à edificação e que seja cumprida a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.

É importante destacar que a Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade da execução da estrutura, da eficiência e correção das atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da edificação, ou de alterações ambientais e climáticas.

4.2. MANUTENÇÃO DA ESTRUTURA

Uma edificação começa a deteriorar-se a partir do momento em que está concluída. Isso se deve à ação de vários agentes, como variações térmicas, poluição ambiental, produtos químicos, biológicos e mecânicos, clima, alterações no entorno da edificação e outros que ocasionam deteriorações provocando o envelhecimento, perda de desempenho, funcionalidade e conforto do usuário.

Para proteger a estrutura da edificação desses agentes, ações de manutenção preventiva devem ser previstas, visando manter e prolongar a sua vida útil e evitar custos de recuperação que podem se tornar cada vez mais significativos, quanto mais tempo se demorar a fazer a prevenção e a recuperação.

A norma de desempenho, ABNT NBR 15575, Parte 1, seção 5.4.2, prevê que ao Construtor ou Incorporador cabe elaborar o Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, conforme ABNT NBR 14037.

Para o bom desempenho da estrutura durante sua vida útil é dever do usuário cumprir as seguintes orientações quanto à Manutenção, sobretudo quanto a se evitar a corrosão das armaduras, devendo ser corrigida a patologia, tão logo verificada, para evitar uma deterioração maior do elemento estrutural:

- Manutenção periódica da impermeabilização nos trechos em que a estrutura está sujeita a intempéries;
- Manutenção de elementos de fachada de modo que os elementos estruturais não fiquem expostos;
- Evitar o acúmulo de água em locais onde não houve proteção adequada à estrutura. Exemplos: Vazamentos, acúmulo de água em fachadas e marquises;
- Manutenção periódica dos lugares com pouca ventilação e submetidos à umidade excessiva e constante;
- Não deverão ser utilizados na limpeza de paredes e pisos produtos que contenham ácidos de qualquer tipo em sua composição, pois estes poderão atacar o concreto e suas armaduras, gerando patologias que somente serão detectadas em estágios avançados.

A Inspeção periódica das estruturas deve ser uma das recomendações do Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis para se detectar precocemente sinais patológicos nos elementos estruturais, como:

- Deformações excessivas;
- Recalques;
- Lixiviação;

- Expansões;
- Desagregações;
- Fissuras, trincas e rachaduras;
- Lascamentos;
- Ferros aparentes;
- Corrosão de armaduras;
- Manchas de umidade;
- Perda de elasticidade de juntas de dilatação.

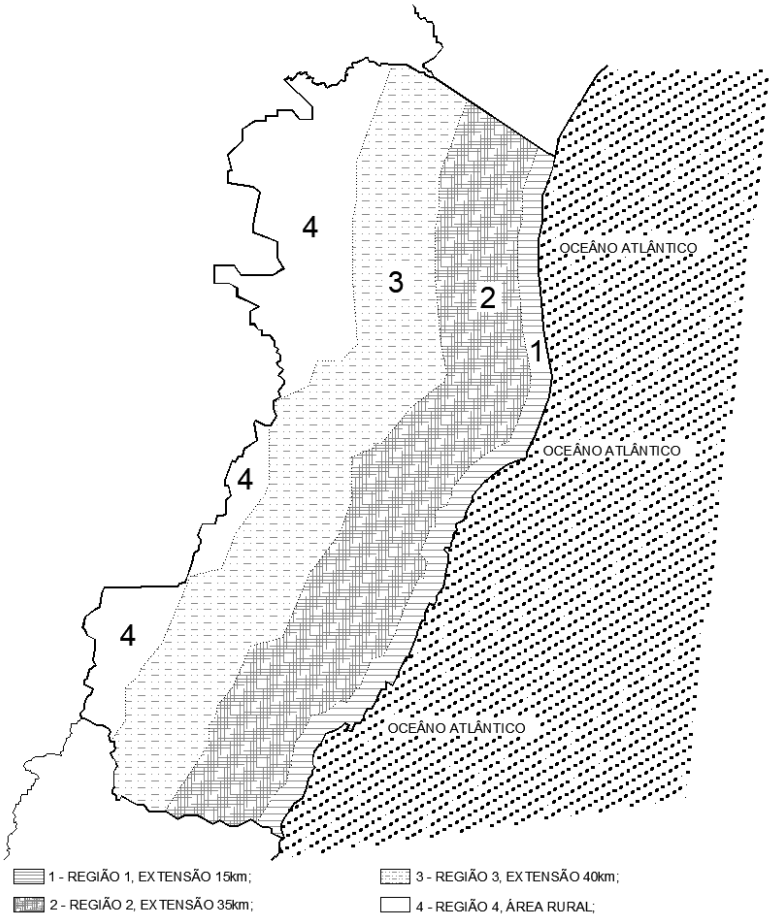
Recomenda-se que os manuais de uso, operação e manutenção dos imóveis, visando atender à Vida Útil do Projeto, estabeleçam inspeções quinquenais visuais para detectar tais sintomas e inspeções decenais (ou antes, caso indicado na inspeção quinquenal) por meio de instrumentação adequada para prospecção de aspectos mais específicos, como profundidades de frentes de cloretos, carbonatação, resistividade elétrica e potencial de corrosão eletroquímica.

Estas inspeções devem ser realizadas por profissional habilitado com experiência em patologias de estruturas de concreto. Ao final da inspeção, deverá ser elaborado um relatório descrevendo as principais patologias detectadas, classificando-as segundo o seu grau de gravidade.

Caso o profissional que realizou a inspeção tenha experiência em reabilitação, este apresentará as soluções para sanar as patologias.

4.3. PARÂMETROS DE DURABILIDADE

A Estação de Tratamento de Esgoto está localizada no Município de Alto Rio Novo / ES. De acordo com o mapa de agressividade abaixo, Alto Rio Novo está situado na Região 4.


4
3
2
1
OCEÂNO ATLÂNTICO
OCEÂNO ATLÂNTICO
4
4
OCEÂNO ATLÂNTICO
1 - REGIÃO 1, EXTENSÃO 15km;
2 - REGIÃO 2, EXTENSÃO 35km;
3 - REGIÃO 3, EXTENSÃO 40km;
4 - REGIÃO 4, ÁREA RURAL;

Os parâmetros de durabilidade adotados para os elementos estruturais da Estação de Tratamento de Esgoto são apresentados na tabela abaixo:

	Classe de Agressividade Ambiental	Classe do Concreto	Consumo Mínimo de Cimento (kgf/m3)	Relação Água/Cimento	Cobrimento de Lajes (mm)	Cobrimento de Vigas (mm)	Cobrimento de Pilares (mm)	Cobrimento de Elementos em Contato com o Solo (mm)	Diâmetro Máximo do Agregado Graúdo (mm)
Tratamento Preliminar	III (Forte)	C30	320	0,55	35	40	40	40	≤ 19
Biofiltro	III (Forte)	C30	320	0,55	35	40	40	40	≤ 19
Estação Elevatória de Recirculação	III (Forte)	C30	320	0,55	35	40	40	40	≤ 19
Tratamento Secundário	III (Forte)	C30	320	0,55	35	40	40	40	≤ 19
Leito de Secagem de Lodo	III (Forte)	C30	320	0,55	35	40	40	40	≤ 19
Leito de Secagem Operacional	III (Forte)	C30	320	0,55	35	40	40	40	≤ 19
Medidor de Vazão	III (Forte)	C30	320	0,55	35	40	40	40	≤ 19
Estação Elevatória de Efluente Tratado	III (Forte)	C30	320	0,55	35	40	40	40	≤ 19
Casa dos Sopradores	I (Fraca)	C20	260	0,65	20	25	25	30	≤ 19
Casa de Operação	I (Fraca)	C20	260	0,65	20	25	25	30	≤ 19

5. SISTEMA ESTRUTURAL E CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

Na análise estrutural foi utilizada a modelagem global de todos os elementos estruturais no sistema TQS. Esta modelagem consiste em dois modelos de cálculo:

- Modelo de grelha para os pavimentos;
- Modelo de pórtico espacial para a análise global.

Os elementos foram modelados por um único pórtico espacial mais os modelos dos pavimentos. O pórtico será composto apenas por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado ao modelo. Os efeitos oriundos das ações verticais e horizontais nas vigas e pilares serão calculados com o pórtico espacial.

Nas lajes, somente os efeitos gerados pelas ações verticais serão calculados. Nos pavimentos simulados por grelha de lajes, os esforços resultantes das barras de lajes sobre as vigas serão transferidos como cargas para o pórtico espacial, ou seja, há uma 'certa' integração entre ambos os modelos (pórtico e grelha). Para os demais tipos de modelos de pavimentos, as cargas das lajes serão transferidas para o pórtico por meio de quinhões de carga.

A análise do comportamento estrutural dos pavimentos foi realizada através de modelos de grelha ou pórtico plano. Nestes modelos as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares existentes.

Para a avaliação das deformações dos pavimentos em serviço, também foram realizadas análises considerando a não linearidade física, onde através de incrementos de carga, as inércias reais das seções são estimadas considerando as armaduras de projeto e a fissuração nos estádios I, II ou III.

Os esforços obtidos dos modelos estruturais dos pavimentos foram utilizados para o dimensionamento das lajes à flexão e cisalhamento. Nestes modelos foi utilizado o módulo de elasticidade secante do concreto

Com relação aos critérios de projetos, a seguir são apresentadas algumas considerações de projeto utilizadas para a análise estrutura do edifício em questão:

- Utilização da flexibilização das ligações viga/pilar;
- Método para análise de 2ª. Ordem global: P-Delta

O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais. O módulo de elasticidade utilizado no modelo foi de secante, de acordo com o fck do elemento estrutural (já apresentado anteriormente). O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento do edifício, verificação da deformação excessiva e fissuração. Neste modelo a inércia utilizada para os elementos estruturais foi a bruta.

Com relação à fundação, todas foram consideradas rigidamente conectadas à base. O dimensionamento da fundação foi realizado de acordo com o projeto geotécnico.

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento de vigas e pilares, onde um conjunto de combinações conciliando os esforços de cargas verticais e de vento são agrupados e ponderados segundo as prescrições das normas NBR8681 e NBR6118.

No dimensionamento das armaduras das vigas é utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao grupo ELU1. Para o dimensionamento de armaduras dos pilares são utilizadas todas as hipóteses de solicitações (combinações do grupo ELU2).

6. AÇÕES E COMBINAÇÕES

6.1. AÇÕES VERTICAIS

Conforme prescrição da NBR 6120:2019, as cargas que foram consideradas para o dimensionamento da estrutura são:

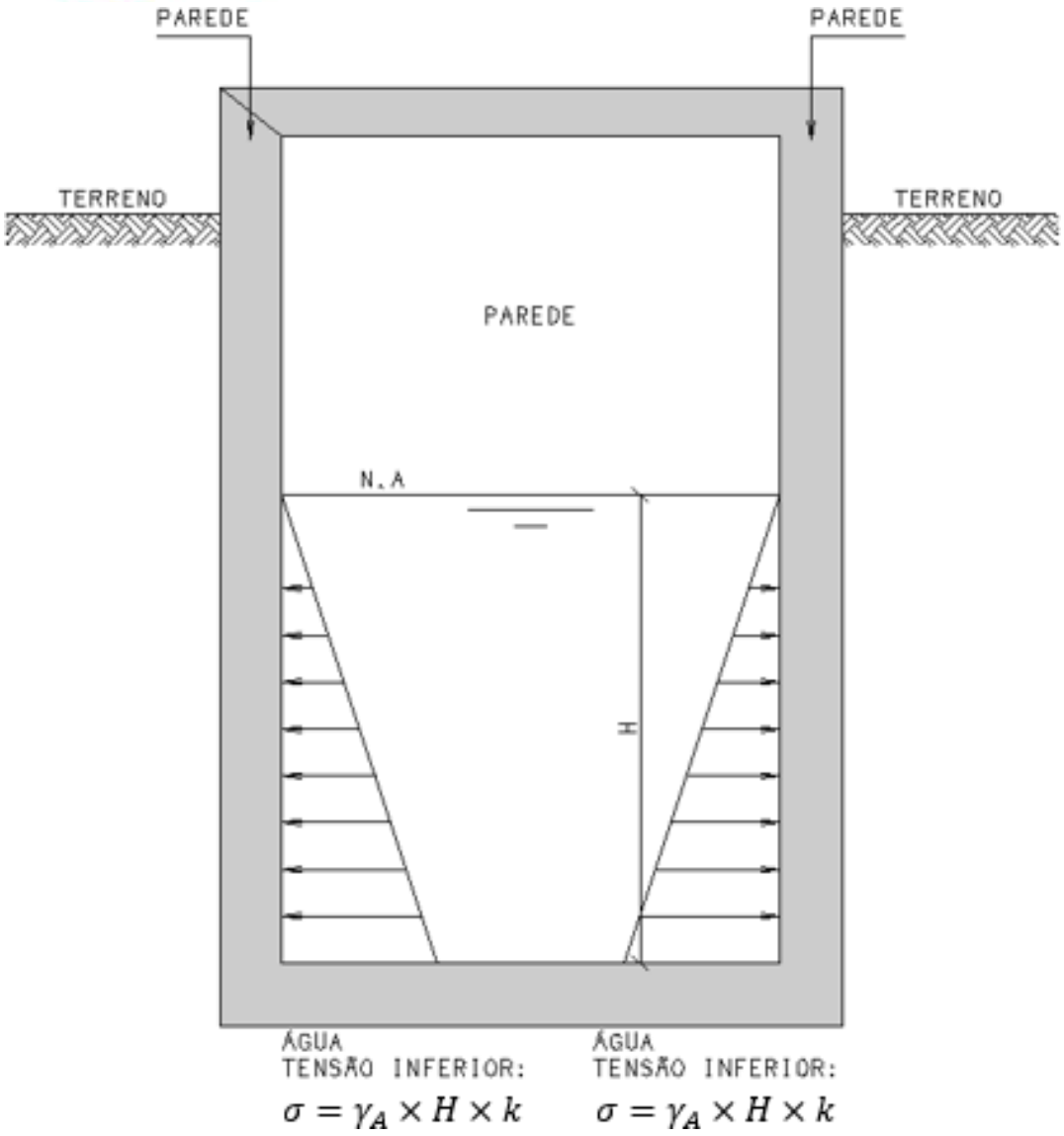
Elemento		Natureza	Descrição da carga	Carga Adotada (kgf/m²)
Tratamento Preliminar	Caixa de Saída / Caixa de Gordura / Caixa Divisória de Vazão / Calha Parshal / Caixa de Areia / Gradeamento	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Água	1000 x H
		Variável		100
	Passarela	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
		Variável		100
	Escada	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
		Variável		100
	Caixa de Recolhimento	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Água	1000 x H
		Variável		100
Biofiltro		Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Água	1000 x H
		Variável		100
Estação Elevatória de Recirculação	Poço de Sucção	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200

			Água	1000 x H
		Variável		100
	Caixa Barrilete	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Água	1000 x H
		Variável		100
Tratamento Secundário		Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Reservatório	7000
		Variável		100
Leito de Secagem de Lodo	Caixa de Inspeção e Limpeza	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Água	1000 x H
		Variável		100
	PV	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
		Variável		100
	Rampa / Patamar	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
		Variável		100
Leito de Secagem Operacional	PV	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
		Variável		100
	Rampa / Patamar	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
		Variável		100

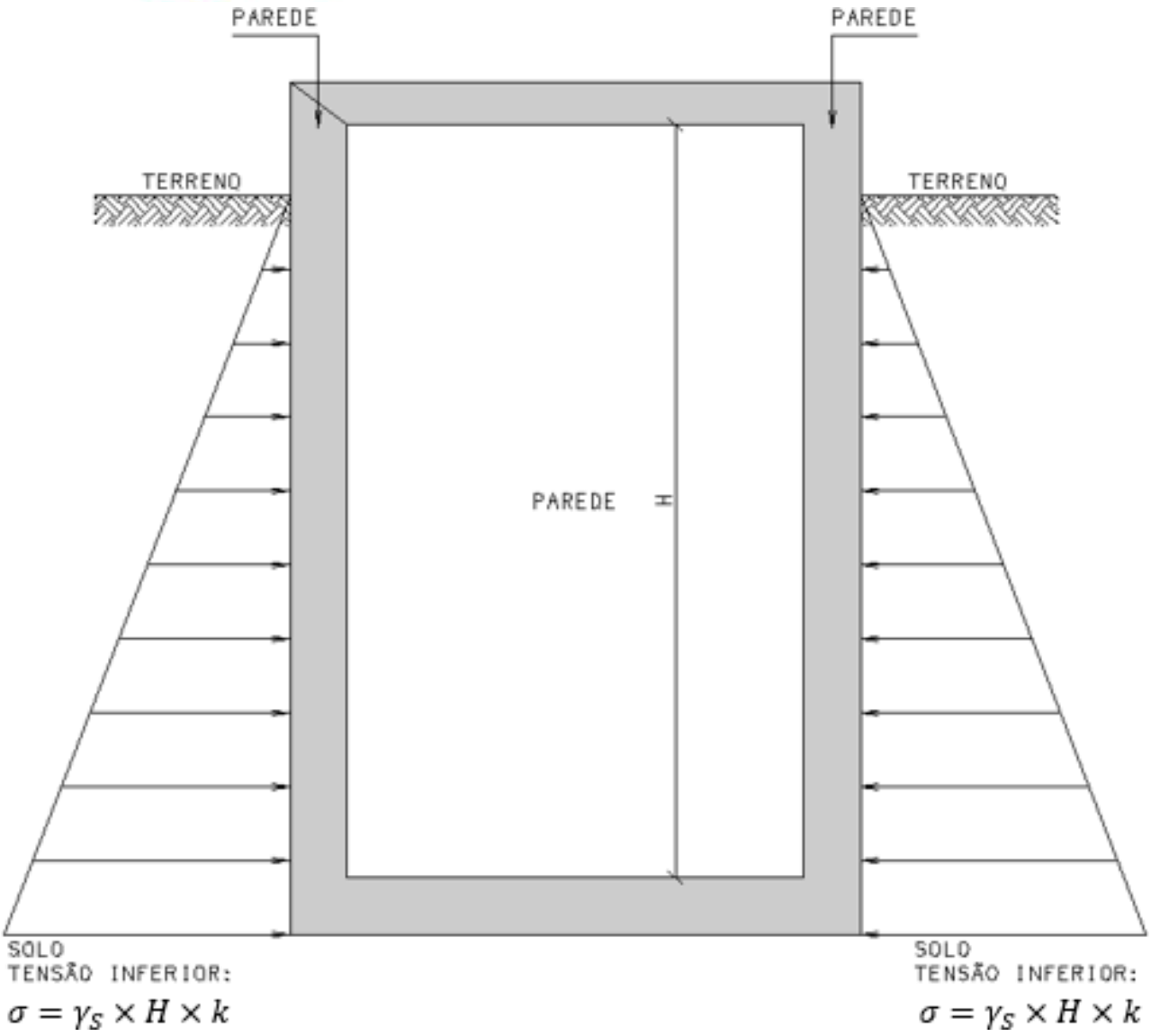
Medidor de Vazão	Medidor de Vazão	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Água	1000 x H
		Variável		100
	Abrigo do Painel Elétrico	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
		Variável		100
Estação Elevatória de Efluente Tratado	Caixa de Descarga	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Água	1000 x H
		Variável		100
	Poço de Sucção	Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Água	1000 x H
		Variável		100
Casa dos Sopradores		Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
		Permanente	Apoio de Concreto	1250
		Permanente	Soprador	200
		Variável		300
Casa de Operação		Permanente	Revestimento de Pisos e Impermeabilizações	200
			Caixa D'Água	1000 x H
		Variável		100

6.2. AÇÕES HORIZONTAIS

As cargas devidas ao empuxo de água foram aplicadas lateralmente nas paredes dos elementos que apresentam internamente lâmina d'água, conforme imagem abaixo:



As cargas devidas ao empuxo de solo foram aplicadas lateralmente em todos os elementos enterrados, conforme imagem abaixo:



6.3. COMBINAÇÕES

Conforme prescrição da NBR 6118 e NBR 8681, as combinações serão apresentadas neste item.

Os casos de carregamento simples são:

Num	Prefixo	Título
1	TODAS	Todas permanentes e acidentais dos pavimentos
2	PP	Peso Próprio
3	PERM	Cargas permanentes
4	ACID	Cargas acidentais
5	EMPU1	Empuxo (1): Solo
6	EMPU2	Empuxo (2): Água

Os dados por caso simples de carregamento são:

NÚMERO	PREFIXO	TIPO	GAMAF	PSI0	PSI1	PSI2
1	TODAS	TODAS	1.4			
2	PP	PERM.	1.4			
3	PERM	PERM.	1.4			
4	ACID	VARIA.	1.4	0.7	0.6	0.4
5	EMPU1	PERM.	1.4			
6	EMPU2	PERM.	1.4			

As combinações geradas e utilizadas para o dimensionamento dos elementos que apresentam internamente lâmina d'água e/ou estão enterrados foram:

1 - TODAS - Todas permanentes e acidentais dos pavimentos

2 – PP – Caso Simples

3 – PERM – Caso Simples

4 – ACID – Caso Simples

5 - EMPU1 – Caso Simples

6 - EMPU2 – Caso Simples

7 – ELU1/PERMACID/PP+PERM+EMPU1+ACID

8 – ELU1/PERMACID/PP+PERM+EMPU2+ACID

9 - ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU1+0.6ACID

10 - ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU2+0.6ACID

11 - ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU1+0.4ACID

12 - ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU2+0.4ACID

Matriz de combinações – fatores de ponderação						
Caso	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
7		1.40	1.40	1.40	1.40	
8		1.40	1.40	1.40		1.40
9		1.40	1.40	0.60	1.40	
10		1.40	1.40	0.60		1.40
11		1.40	1.40	0.40	1.40	
12		1.40	1.40	0.40		1.40

As linhas representam combinações e as colunas representam casos simples.

As combinações geradas e utilizadas para o dimensionamento dos demais elementos foram:

1 - TODAS - Todas permanentes e acidentais dos pavimentos

2 – PP – Caso Simples

3 – PERM – Caso Simples

4 – ACID – Caso Simples

7 – ELU1/PERMACID/PP+PERM+EMPU1+ACID

8 – ELU1/PERMACID/PP+PERM+EMPU2+ACID

9 - ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU1+0.6ACID

10 - ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU2+0.6ACID

Matriz de combinações – fatores de ponderação						
Caso	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
7		1.40	1.40	1.40	1.40	
8		1.40	1.40	1.40		1.40
9		1.40	1.40	0.60	1.40	
10		1.40	1.40	0.60		1.40

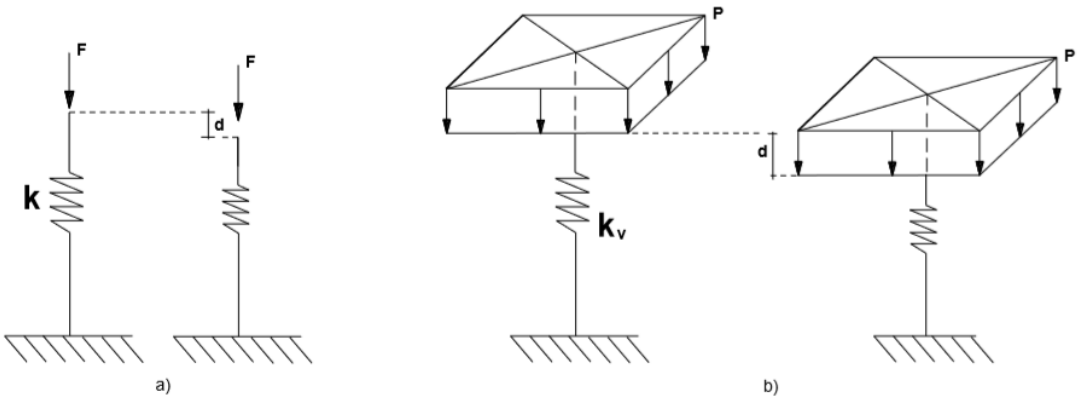
As linhas representam combinações e as colunas representam casos simples.

6.4. COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL (CRV)

Para considerar a influência do solo junto à fundação, usou-se a hipótese de Winkler, onde se estabelece que as pressões aplicadas sejam proporcionais, em uma relação escalar, ao recalque mobilizado. Não havendo influência entre o ponto de aplicação desta pressão com sua vizinhança.

Considerando esta hipótese, estabelece-se uma relação discreta (pontual) entre fundação-solo, mediante a definição de uma constante de mola que representará a rigidez do maciço. Para isto, é necessário definir o valor de Kv o qual é denominado de Coeficiente de Reação Vertical (CRV). Este é um valor escalar que representa o coeficiente de rigidez que o solo possui para resistir ao deslocamento mobilizado por uma pressão imposta. Ele é análogo ao coeficiente de mola, mas não relacionado a uma força, mas sim a uma pressão (força por área), de acordo com o exemplo esquemático na figura abaixo:

$F = k \cdot d$ $P = k_v \cdot d$



a) coeficiente de mola, quociente entre força – deslocamento;

b) coeficiente de reação vertical, quociente entre pressão – deslocamento.

6.4.1. MÉTODO SPT – TENSÃO ADMISSÍVEL

Neste método, obtêm-se a média dos valores do SPT compreendidos dentro do bulbo de pressões. Com o valor do número de golpes médio, calcula-se a tensão admissível pela conhecida relação empírica:

$$\sigma = 0{,}20 \times SPT_{médio}$$

De acordo com os relatórios de sondagem, foi admitido uma tensão de 1,00 kgf/cm^2. Com as tensões admissíveis estimadas, retira-se da tabela SAFE, MORRISON (1993), o valor de Kv em kgf/cm^3. Dessa forma, para tensões de 1,00 kgf/cm^2 o valor de Kv é de 2,20 kgf/cm^3.

7. MATERIAIS

7.1. CONCRETO

O valor de fck para toda obra é de 30 MPa.

7.2. MÓDULO DE ELASTICIDADE

O módulo de elasticidade utilizado para resistência de concreto definida em projeto é listado a seguir:

	AlfaE	E_{cs} (MPa)	E_{ci} (MPa)	G_c (MPa)
C30	1	26838	30672 (31000)	13282

Observação Importante:

Para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118, devendo ser definido antes do início do projeto.

Recomendação Importante:

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e redução de custo dela, recomenda-se a contratação de tecnologista do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

7.3. AÇO DE ARMADURA PASSIVA

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	E_{cs} (MPa)	f_{yk} (MPa)	Massa específica (kgf/m³)	η_1
CA-50	210000	500	7850	2,25
CA-60	210000	600	7850	1,40

8. ANÁLISE ESTRUTURAL E DETALHAMENTO DA ESTRUTURA

Neste capítulo serão apresentados os esforços solicitantes característicos existentes dos elementos estruturais, a saber: esforço fletor, cortante e normal, quando houver.

O detalhamento será apresentado agrupado por tipo de elemento, a saber:

- Lajes

- Vigas

- Pilares

- Fundação

8.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

8.1.1. LAJES

A apresentação dos resultados para laje será por pavimento (elevação) ou tipo de elemento estrutural.

Os dados preliminares utilizados nas lajes são:

⇒ Modelo estrutural realizado por meio de pórtico espacial e grelha;

⇒ Momento mínimo de cálculo da NBR 6118, de acordo com item 17.3.5.2.1, para laje com espessura de:

- 50cm: $M_{d,min} = 16{,}81\ tf/m$ e $M_{k,min} = 12{,}01\ tf/m$
- 25cm: $M_{d,min} = 4{,}58\ tf/m$ e $M_{k,min} = 3{,}28\ tf/m$
- 20cm: $M_{d,min} = 2{,}88\ tf/m$ e $M_{k,min} = 2{,}06\ tf/m$
- 15cm: $M_{d,min} = 1{,}68\ tf/m$ e $M_{k,min} = 1{,}20\ tf/m$
-

⇒ Área de aço mínima, para esforço de momento negativo de laje e espessura de:

- 50cm: 7,88 cm²/m
- 25cm: 4,13 cm²/m
- 20cm: 3,38 cm²/m

- 15cm: 2,63 cm²/m

⇒ Área de aço mínima, para momento positivo de laje (armada em 2 direções) e negativo de borda de laje com espessura de ($\rho_s = 0{,}67\ .\ \rho_{min}$):

- 50cm: 5,28 cm²/m
- 25cm: 2,77 cm²/m
- 20cm: 2,26 cm²/m
- 15cm: 1,76 cm²/m

Os esforços apresentados são com valores característicos.

DETALHAMENTO DA ARMADURA DAS LAJES

O detalhamento das armações das lajes será apresentado por meio de faixas, segundo a direção vertical e horizontal, para momento positivo e negativo. Para facilitar a leitura dos dados das faixas, é apresentado abaixo um exemplo de como deve-se ler as faixas do detalhamento.

Exemplo de como ler as faixas utilizadas no detalhamento:

0.44tfm/m	A3.80cm2/m	B100	d15.1	Ø8c/12
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

(1) Esforço obtido na faixa, extraído da grelha, em tf.m/m;
(2) Área de aço necessária requerida devido ao esforço da faixa, em cm²/m;
(3) Largura considerada para cálculo, em cm;
(4) Altura útil considerada para cálculo, em cm;
(5) Alojamento da armadura. Neste caso: Ø de 8mm com espaçamento de 12 cm;

8.1.2. VIGAS

A apresentação dos resultados das vigas será por elemento hidráulico.

Os dados preliminares utilizados nas vigas são:

⇒ Modelo estrutural realizado por meio de pórtico espacial e grelha;

⇒ Momento mínimo de cálculo da NBR 6118, de acordo com item 17.3.5.2.1, para vigas:

- $f_{ck} = 30\ MPa$ e $\rho_{min} = 0{,}15\%$;
- $f_{ck} = 20\ MPa$ e $\rho_{min} = 0{,}15\%$;
- b_w: largura da viga;
- h: altura da viga;
- $A_c = b_w\ .h$: largura da viga;
- A_c: área da seção transversal da viga.

$$A_{s,min} = \rho_{min}\ .A_c$$

⇒ Os esforços apresentados são com valores característicos;

⇒ Foi adotada armadura mínima de pele para vigas com altura maior que 60cm conforme NBR 6118, item 17.3.5.2.3:

$$A_{s,min,pele} = 0{,}1\% \,.\, A_c \leq 5\ cm^2$$

No caso das paredes do reservatório, a armadura de pele foi comparada com os esforços obtidos ao longo da altura da parede. A maior armadura foi adotada.

⇒ A armadura mínima transversal para vigas conforme NBR 6118, é de:

$$A_{sw,min} > \frac{20\,.\,f_{ct,m}}{f_{ywk}}\,.\,b_w$$

$$f_{ct,m} = 0{,}3\,.\,\sqrt[3]{f_{ck}^2} = 0{,}3\,.\,\sqrt[3]{30^2} = 2{,}89\ MPa$$

$$f_{ct,m} = 0{,}3\,.\,\sqrt[3]{f_{ck}^2} = 0{,}3\,.\,\sqrt[3]{20^2} = 2{,}21\ MPa$$

$$f_{ywk} = 500\ MPa$$

⇒ O dimensionamento das vigas verificou as seguintes armaduras:

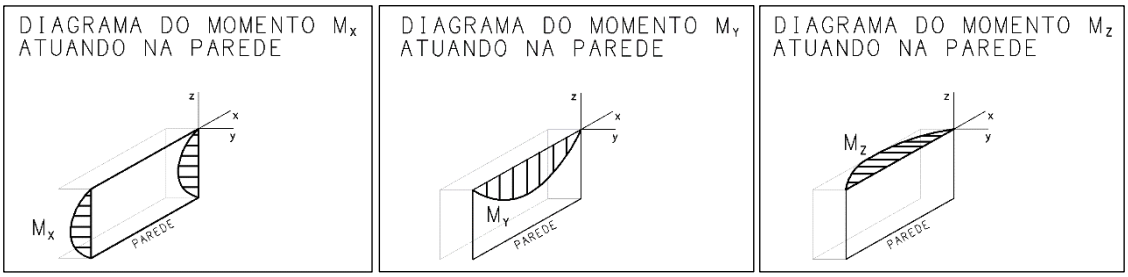
- Armadura longitudinal superior e inferior (flexão);
- Armadura Transversal;
- Armadura de pele ou lateral.

Legenda:

L: Comprimento dos vãos das vigas
H/L: Relação entre altura e comprimento dos vãos das vigas
ρs: Taxa geométrica de armadura longitudinal. Obtida em diversas seções ao longo do vão, não considera a armadura lateral.
n: Quantidade de armaduras
Ø: Diâmetro da armadura
As': Indica a existência de armadura negativa
As,lat: Indica a existência de armadura lateral
L/Δ: Relação entre vão e deslocamento máximo
L: Comprimento da faixa
ρsw: Taxa geométrica de armadura transversal. Obtida nas faixas existentes no vão
Øe: Diâmetro do estribo externo
Øi: Diâmetro do estribo interno
c/: Espaçamento entre estribos
VSd: Força cortante solicitante de cálculo
VRd: Força cortante resistente de cálculo
TSd: Torção solicitante de cálculo
TRd: Torção resistente de cálculo

8.1.3. PAREDES

Os momentos atuantes nas paredes possuem os seguintes diagramas:



A laje de piso dos elementos enterrados, que é a fundação (radier), atua como elemento de apoio para as paredes ao longo de seu comprimento. Dessa forma, os momentos fletores My são iguais a zero. Assim, o dimensionamento das paredes pode ser resumido da seguinte forma:

- Armadura longitudinal de flexão (positiva e negativa):
  - Momentos My iguais a zero → Adotar armadura mínima de flexão longitudinal.
- Armadura Transversal (estribos) das paredes: Adotar o pior caso entre:
  - Verificação do esforço cortante como viga (cortante mínimo de 1tf);
  - Verificação da flexão simples (Mx) devido às cargas laterais (empuxo de solo e/ou água) como laje;
  - Verificação da armadura mínima como viga ou laje, e adotar o maior valor.
- Armadura de pele ou lateral das paredes: Adotar o pior caso entre:
  - Verificação da armadura de pele como viga;
  - Verificação da flexão simples (Mz) devido às cargas laterais (empuxo de solo e/ou água) como laje;
  - Verificação da armadura mínima como viga ou laje, e adotar o maior valor.

8.1.4. SAPATAS

8.1.4.1. Verificação contra Tombamento

$$Tomb = \frac{Nsk \cdot \left(\frac{DSap}{2} - exc\right) + PPsk \cdot \left(\frac{Dsap}{2}\right)}{Msk - Hsk \cdot Hsap}$$

Legenda:

Tomb: Coeficiente de tombamento atuante
Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata
Msk: Momento fletor característico atuante no topo da sapata
Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata
PPsk: Peso próprio característico da sapata
Dsap: Dimensão da base da sapata na direção considerada

Hsap: Altura da sapata
exc: Excentricidade do ponto de aplicação de Nsk em relação ao ponto central da base da sapata

8.1.4.2. Verificação contra Deslizamento

Coeficiente de atrito solo-concreto = 0.3

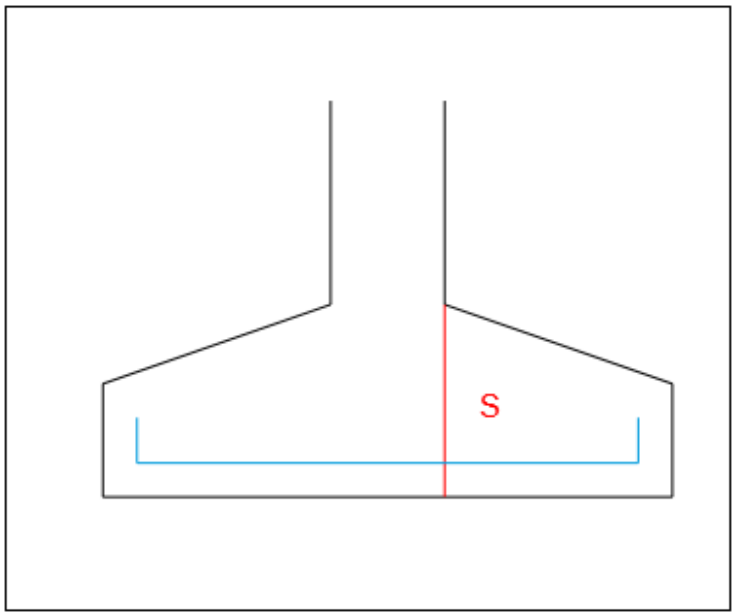
$$Desliz = \frac{(Nsk + PPsk) \cdot ca}{Hsk}$$

Legenda:

Desliz: Coeficiente de deslizamento atuante
Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata
Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata
PPsk: Peso próprio característico da sapata
ca: Coeficiente de atrito solo-concreto

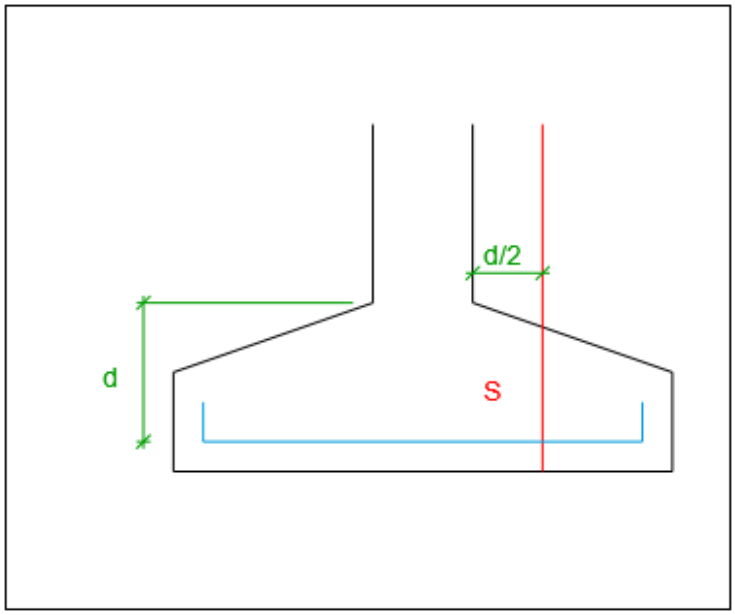
8.1.4.3. Compressão Diagonal, Cortante e Momento

Os valores de cortante para cálculo da tensão de compressão diagonal são obtidos na seção S3 da sapata:

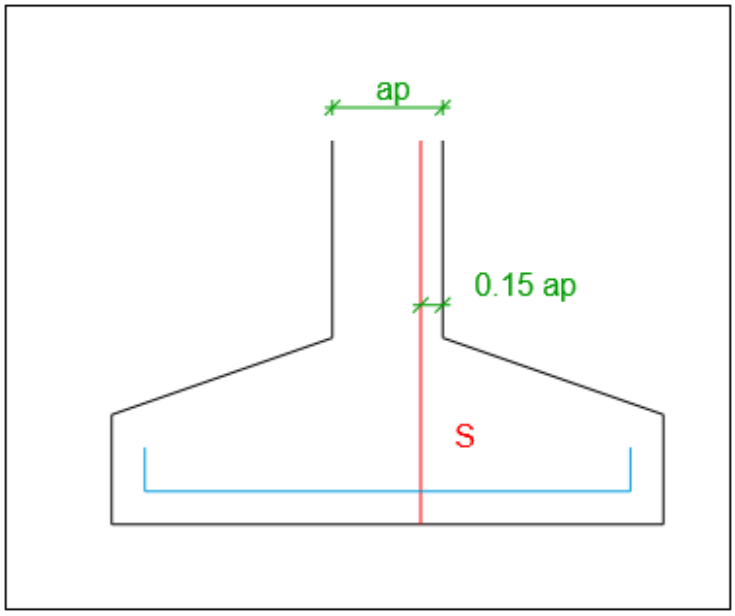


Os valores de cortante são obtidos na seção S2 da sapata.

Os valores de cortante são obtidos na seção S1 da sapata.



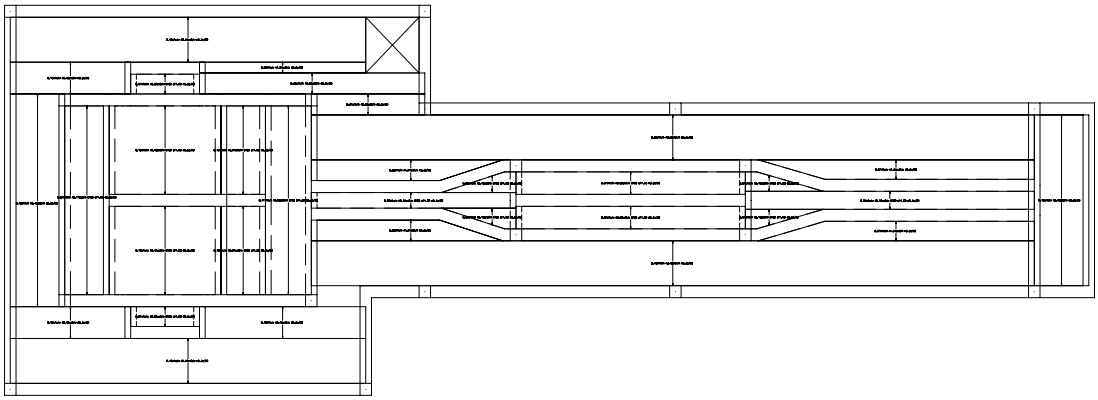
Os valores de momentos fletores são obtidos na seção S1 da sapata.



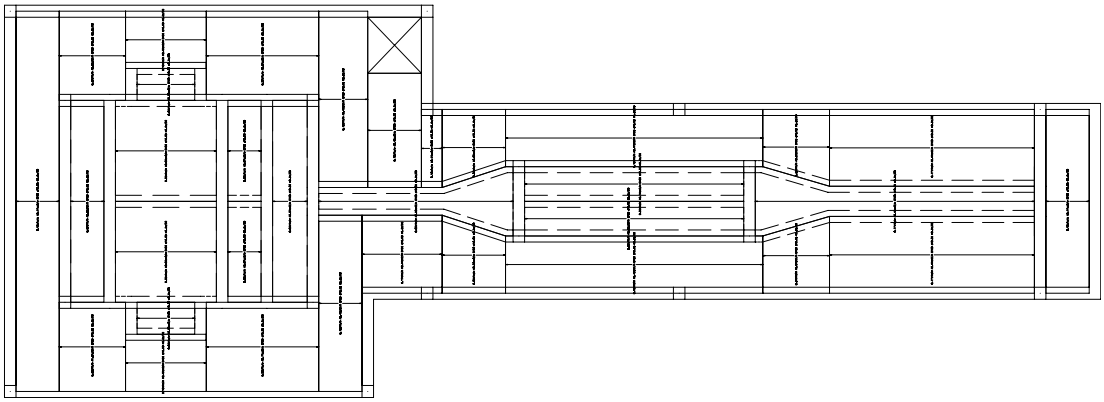
8.2. TRATAMENTO PRELIMINAR

8.2.1. LAJES

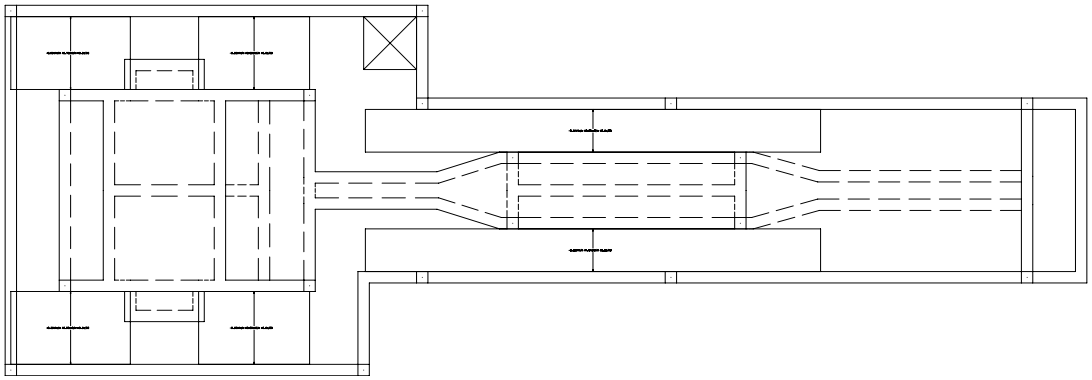
8.2.1.1. ARMAÇÃO POSITIVA HORIZONTAL



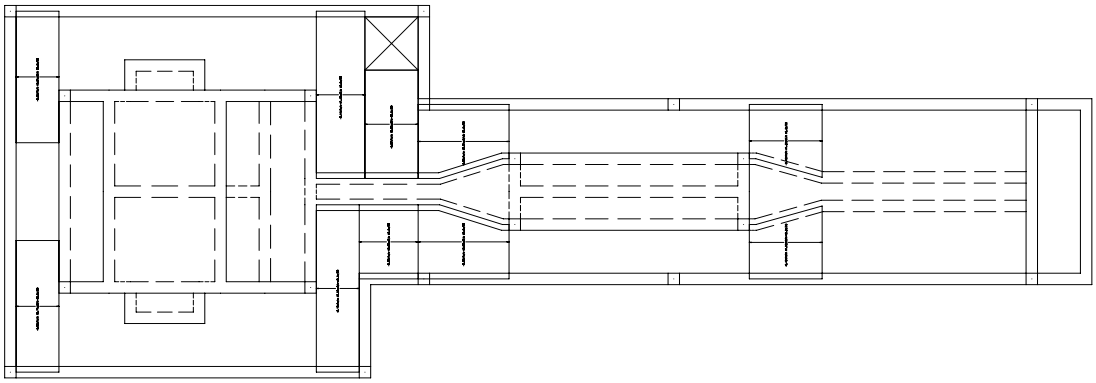
8.2.1.2. ARMAÇÃO POSITIVA VERTICAL



8.2.1.3. ARMAÇÃO NEGATIVA HORIZONTAL



8.2.1.4. ARMAÇÃO NEGATIVA VERTICAL



8.2.2. VIGAS

8.2.2.1. NÍVEL +523.160

8.2.2.1.1. VIGA V1

Viga V1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 430 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

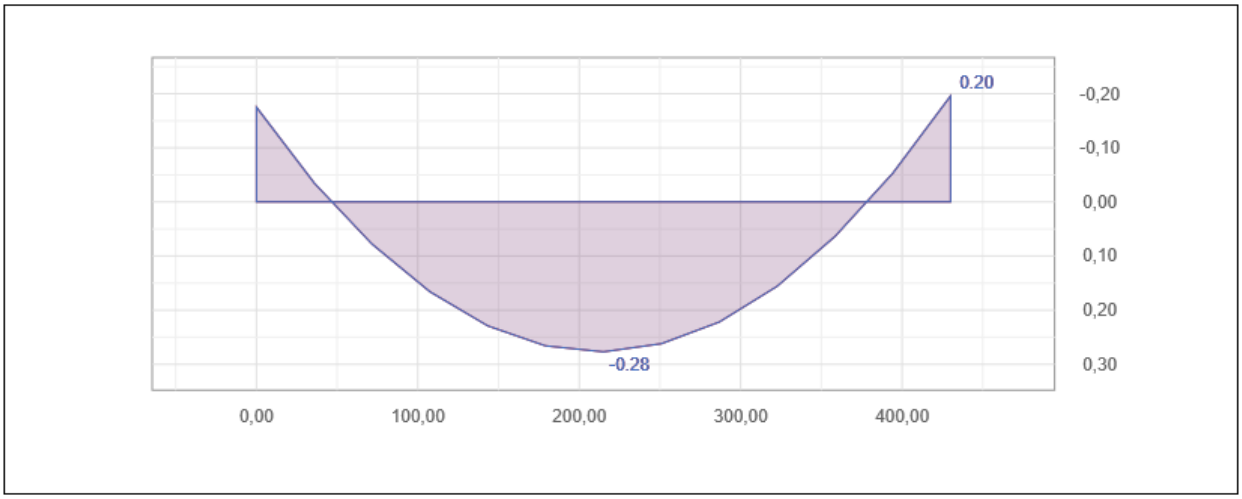
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.18 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.20 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

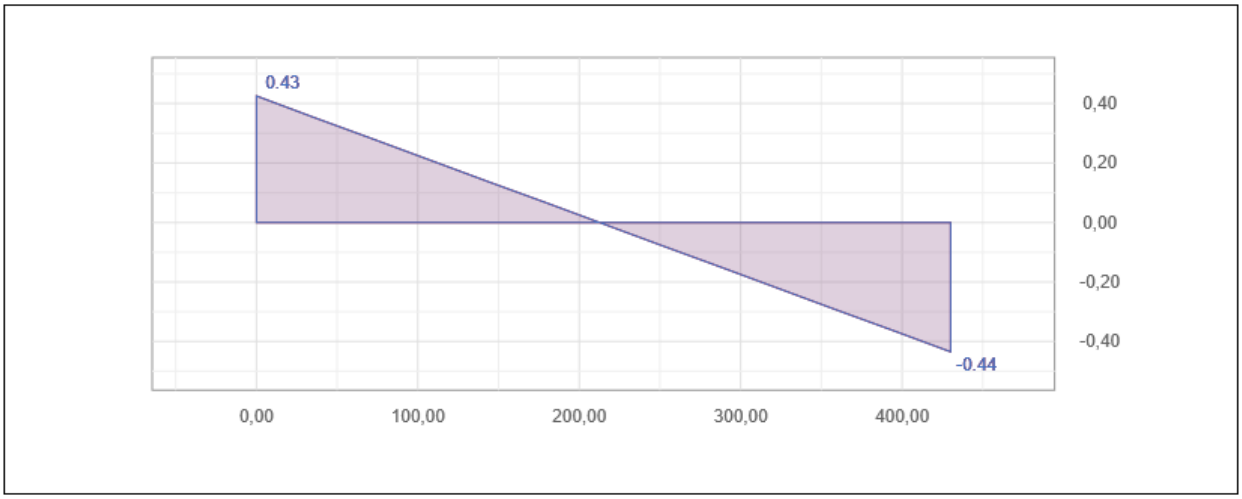
Δ_{lim} = 1.72 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 11451.75) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 410.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 410.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.61 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.60 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.31 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.2. VIGA V2

Viga V2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 437 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

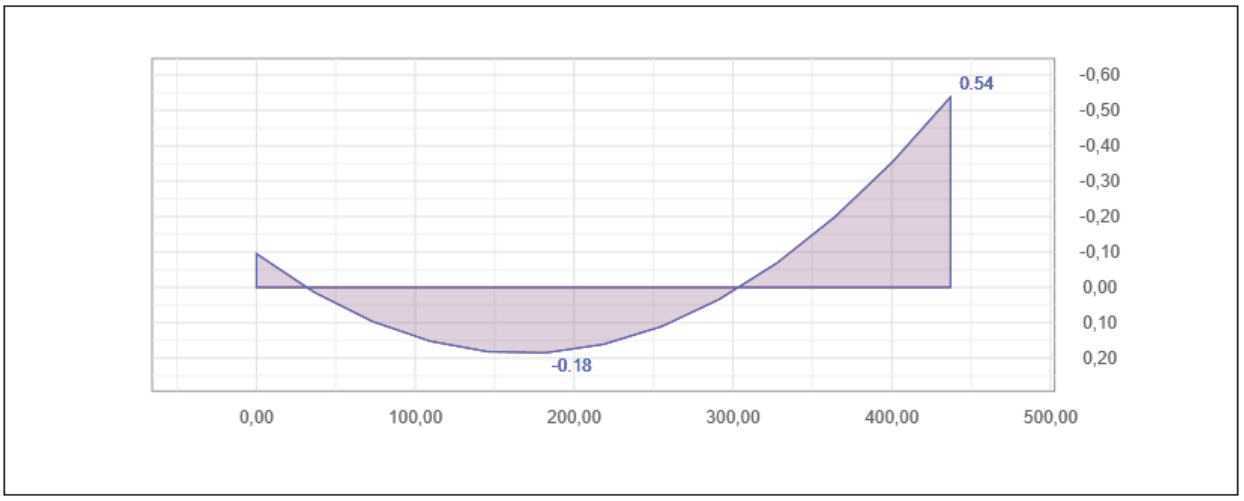
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.10 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.18 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.54 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.75 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 34855.25) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 626 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

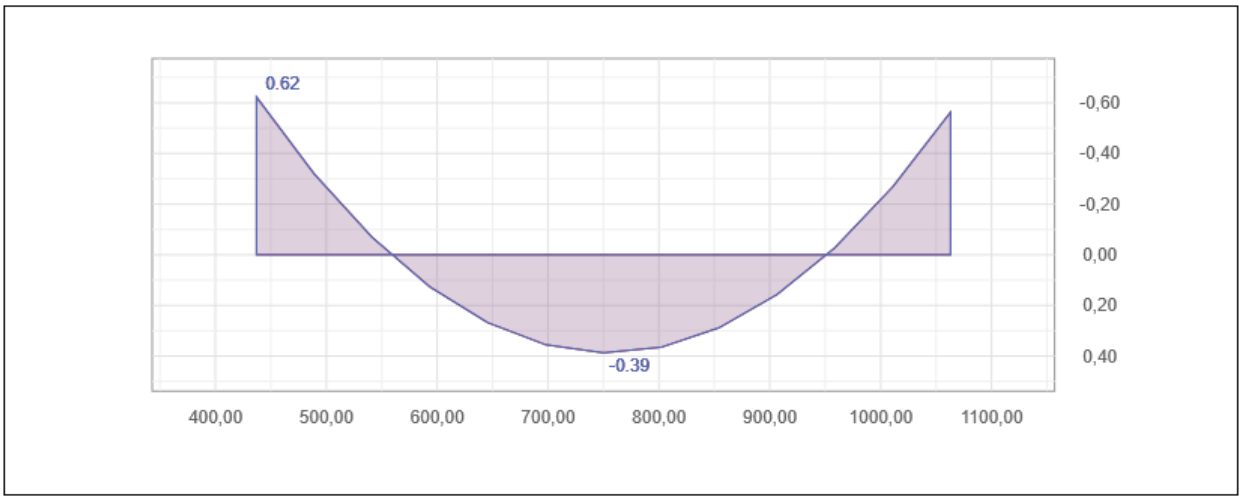
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.62 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.39 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 2.50 cm (L/250)

Δ = 0.05 cm (L/Δ = 12528.57) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 3 (Flexão)

Geometria

L = 105 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

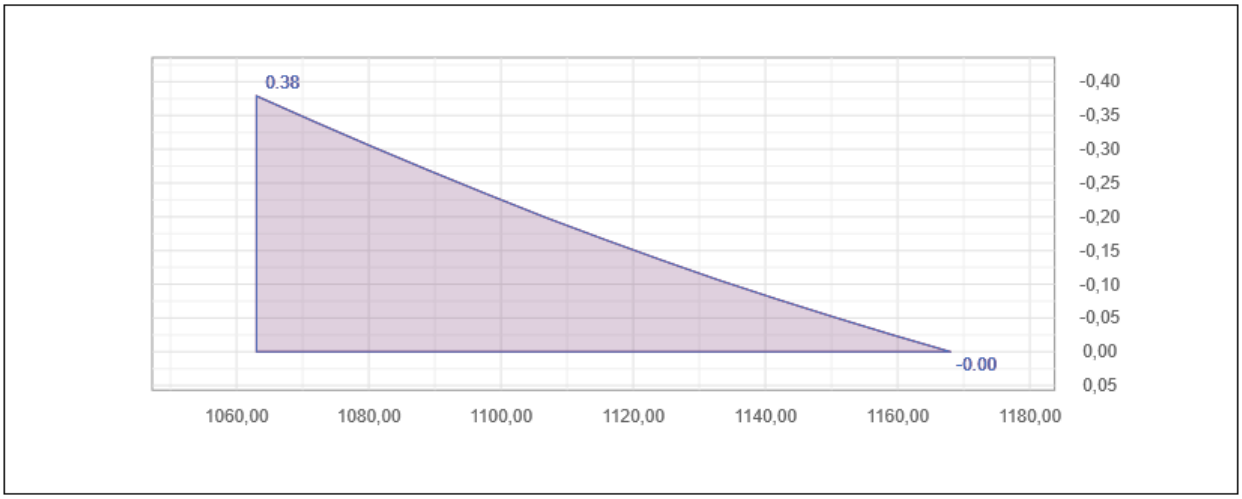
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Flechas

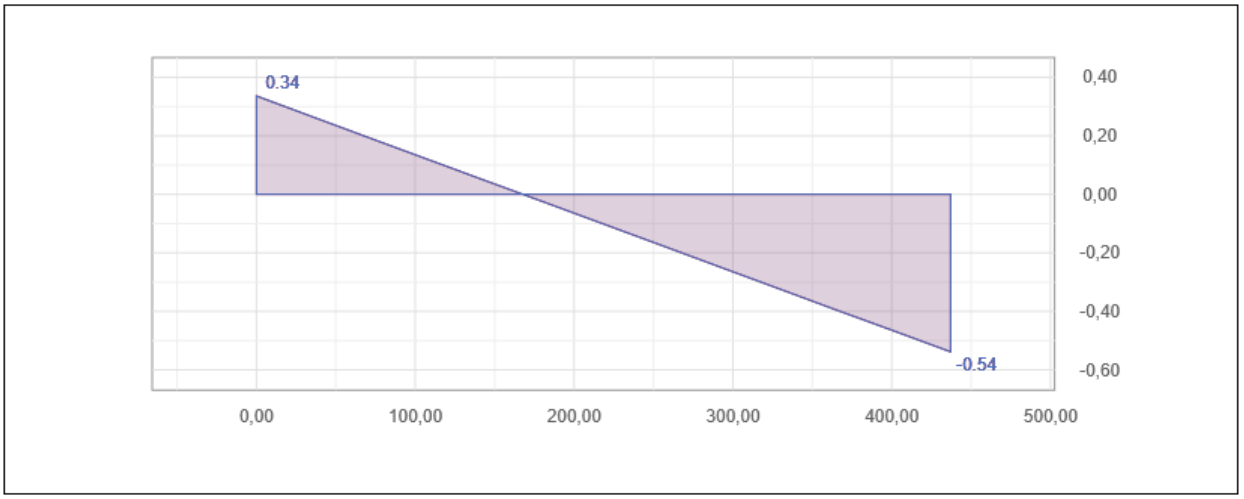
Δ_{lim} = 0.84 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 65050.95) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 417.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 417.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.75 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.47 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.44 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

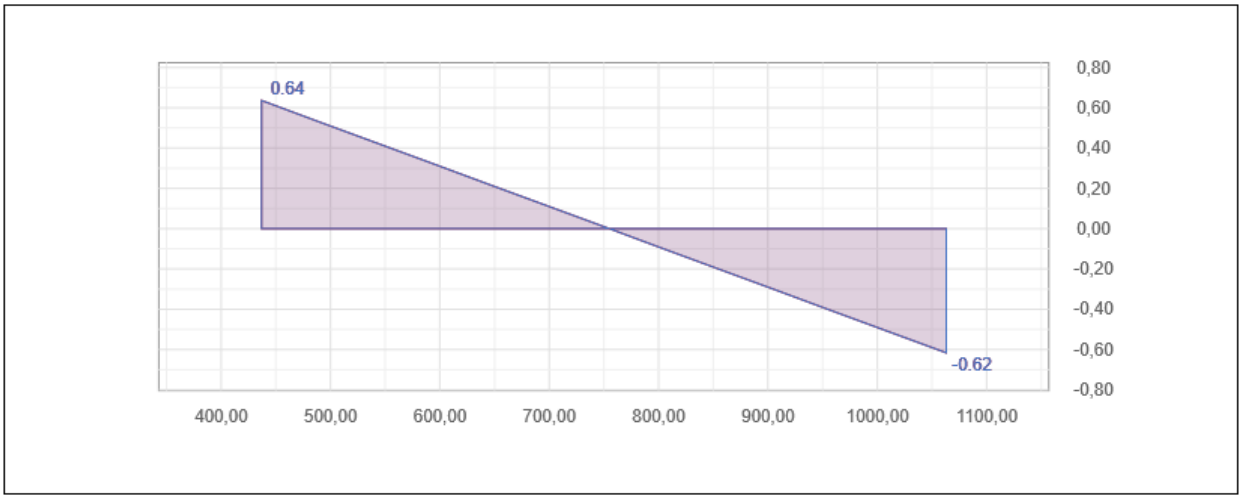
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V2 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 606.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 606.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.89 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.89 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.02 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

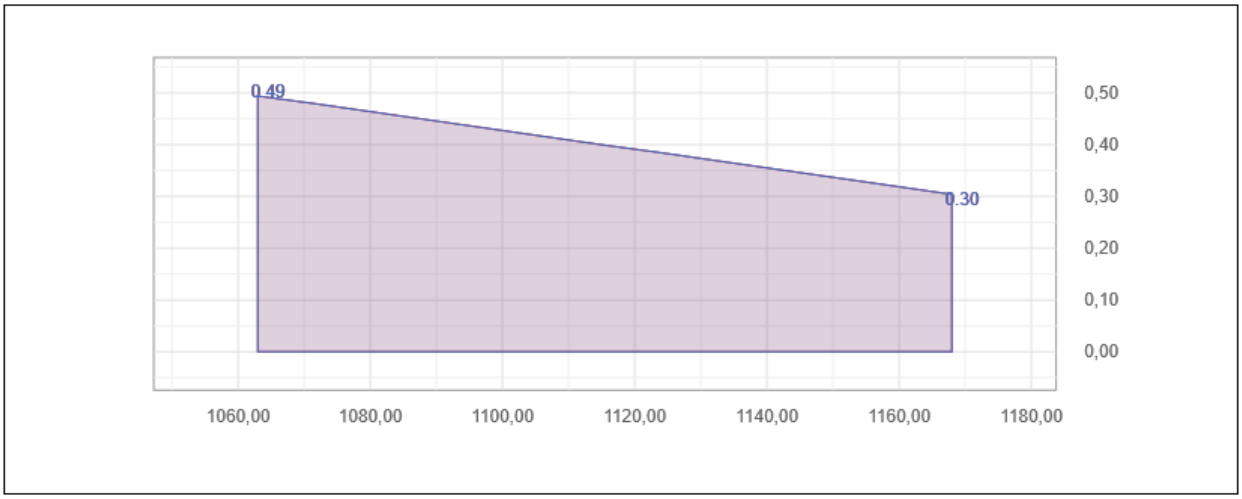
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V2 / Vão 3 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.69 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.69 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.22 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.26 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.3. VIGA V3

Viga V3 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 400 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

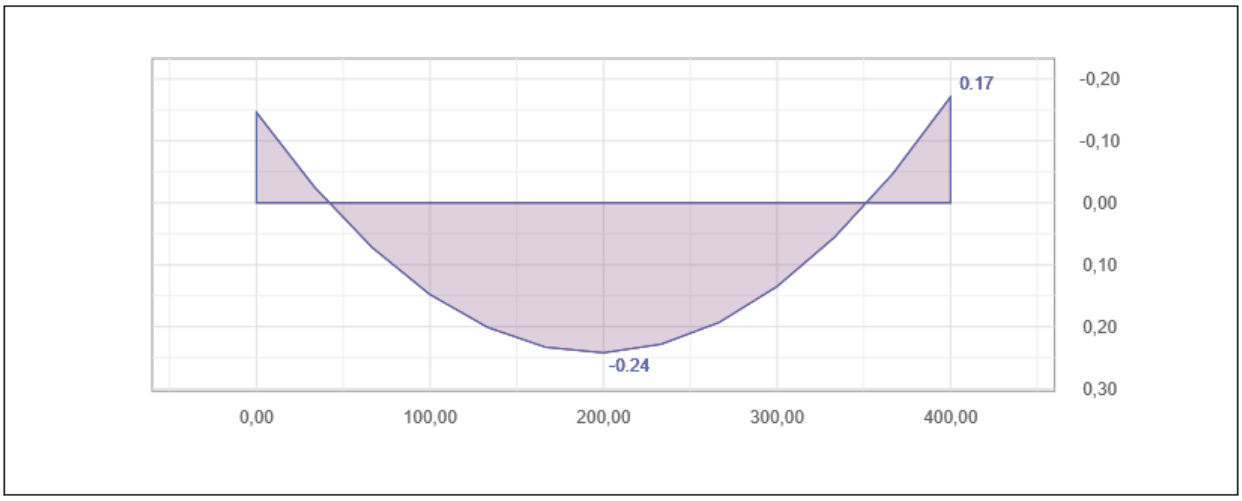
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.15 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.24 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.17 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

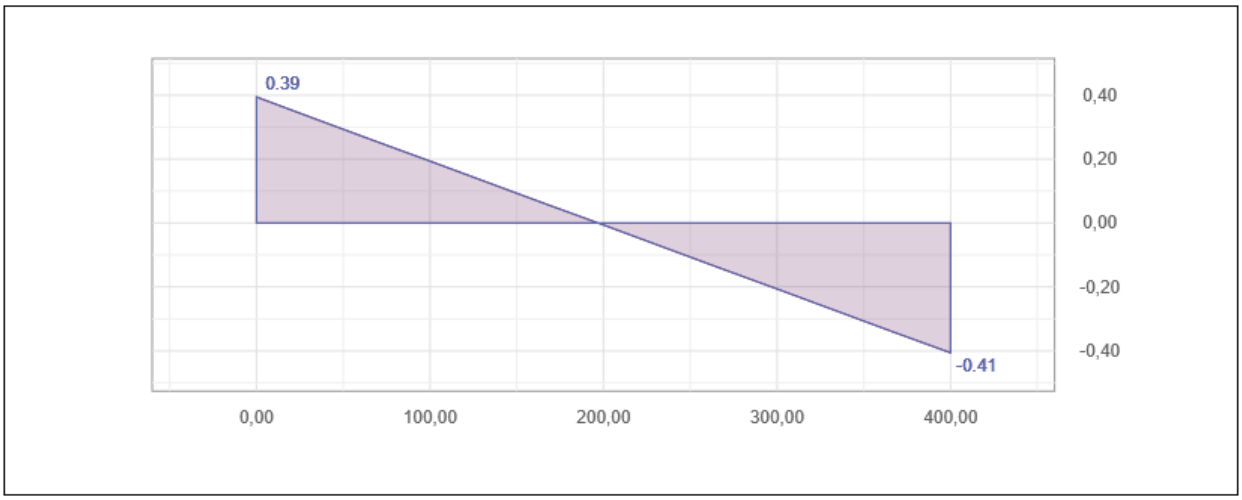
Δ_{lim} = 1.60 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 15557.39) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 380.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 380.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.57 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.55 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.36 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.4. VIGA V4

Viga V4 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 400 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

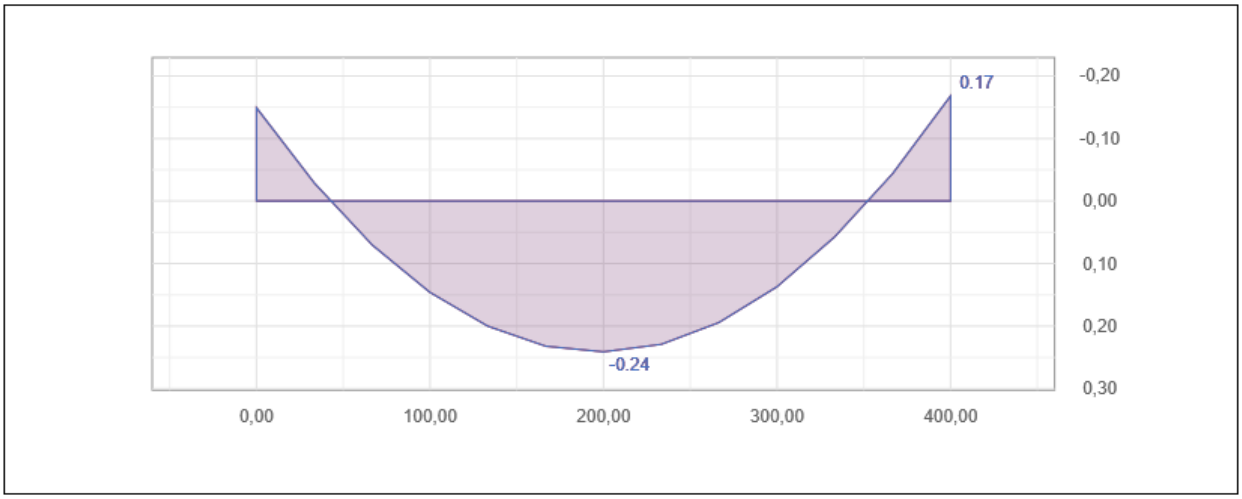
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.15 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.24 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.17 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

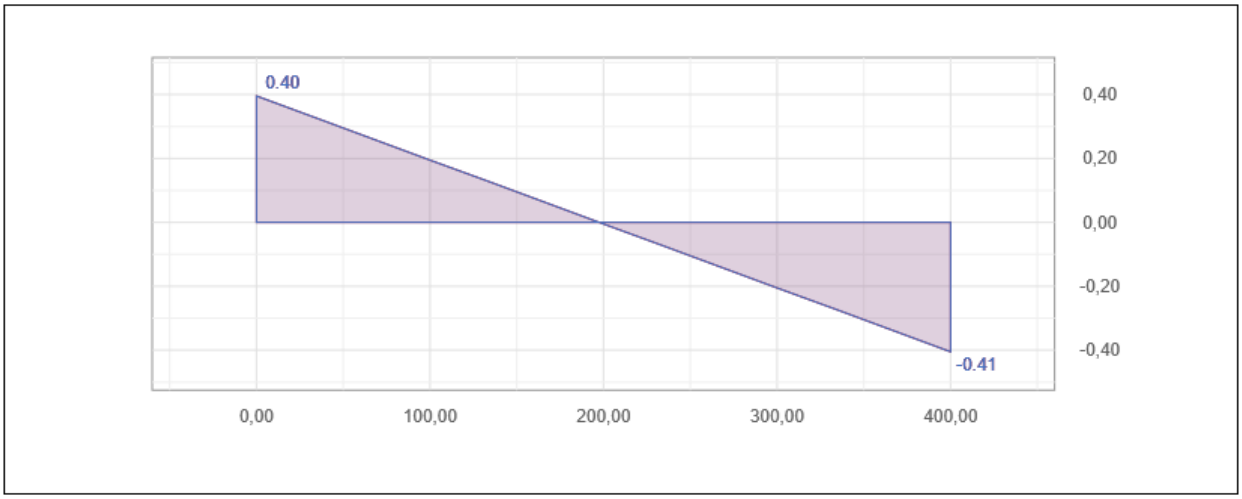
Δ_{lim} = 1.60 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 15603.3) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V4 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 380.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 380.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.57 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.55 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.36 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.5. VIGA V5

Viga V5 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 113 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

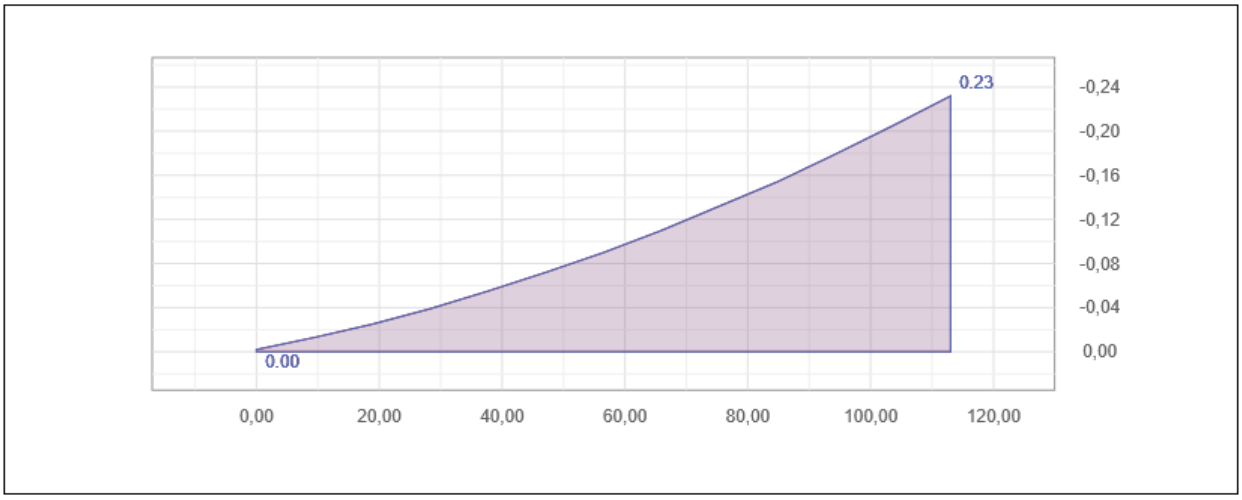
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Flechas

Δ_{lim} = 0.90 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 26609.19) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 437 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

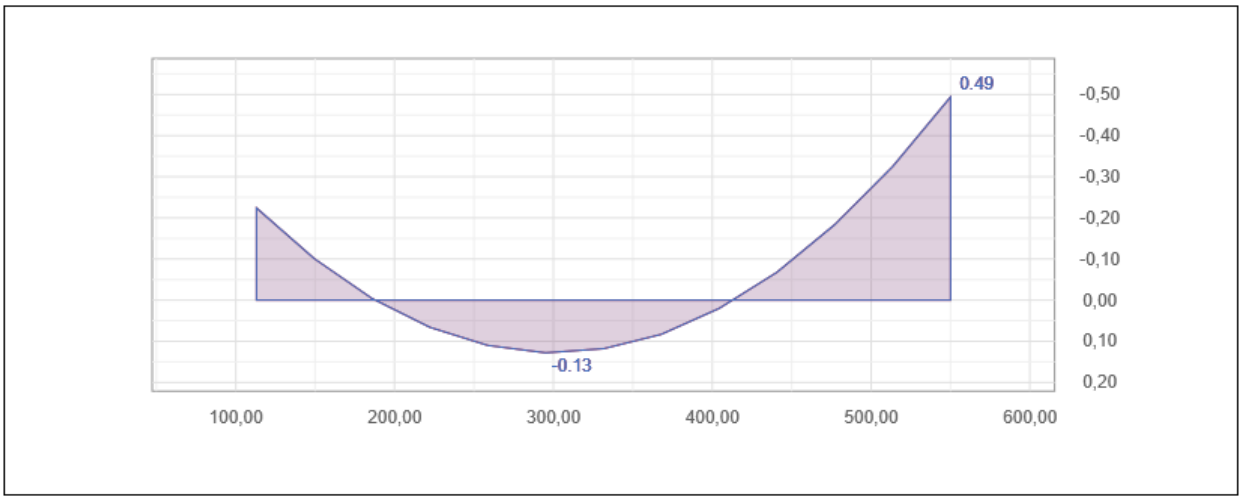
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.13 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.49 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.75 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 59107.94) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 3 (Flexão)

Geometria

L = 626 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

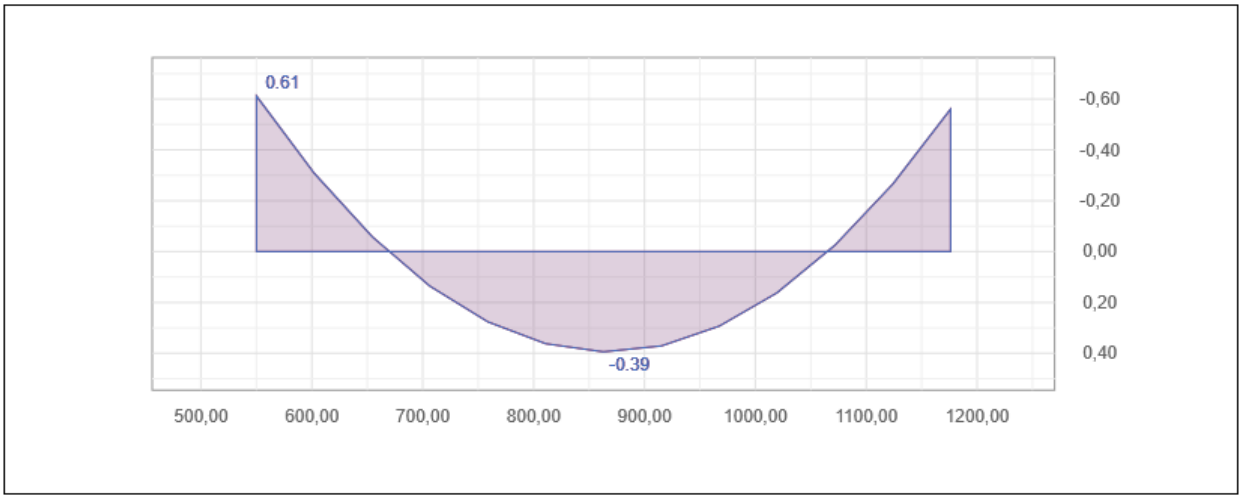
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.61 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.39 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 2.50 cm (L/250)

Δ = 0.05 cm (L/Δ = 12189.03) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 4 (Flexão)

Geometria

L = 105 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

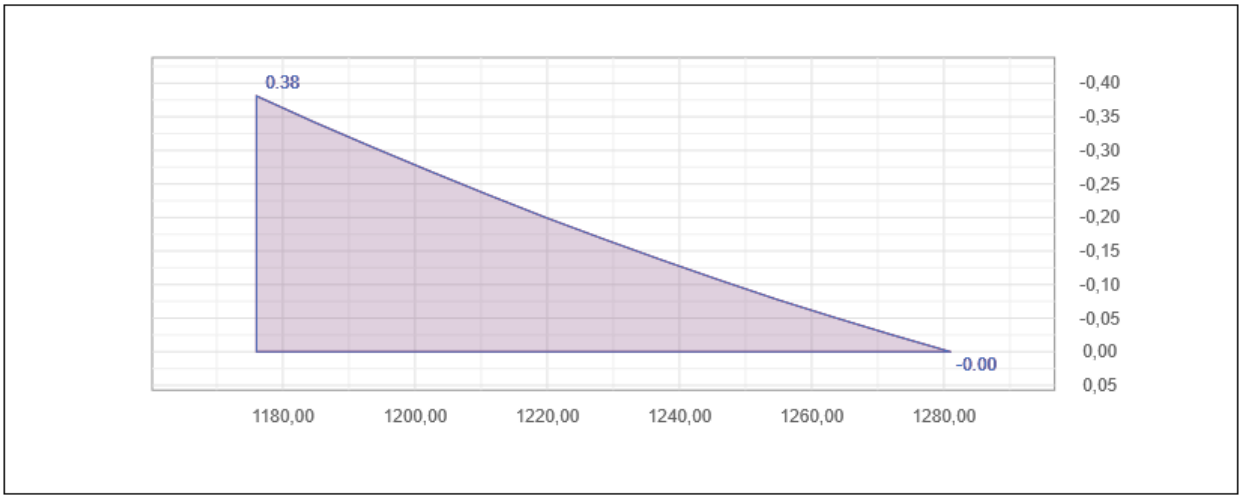
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Flechas

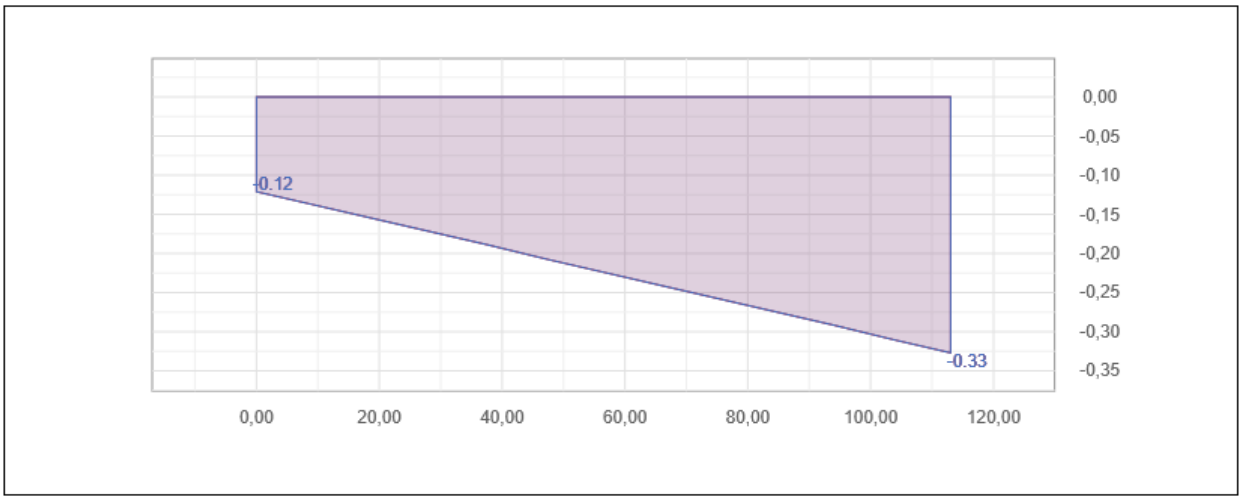
Δ_{lim} = 0.84 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 90661.97) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 103 cm (x_i = 0 cm; x_f = 103 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.46 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.26 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.65 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.11 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

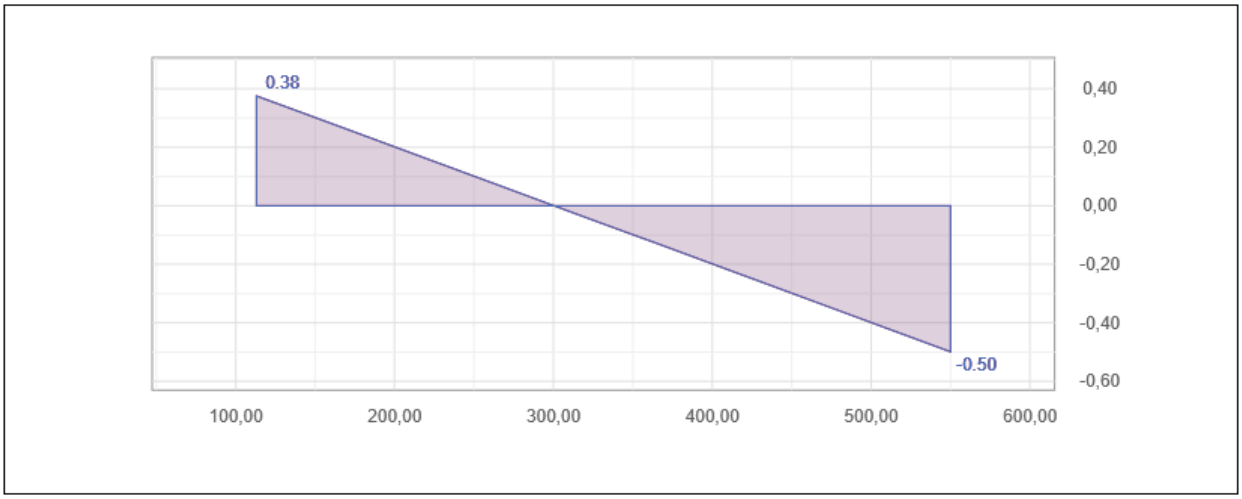
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V5 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 417.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 417.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.70 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.53 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.38 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

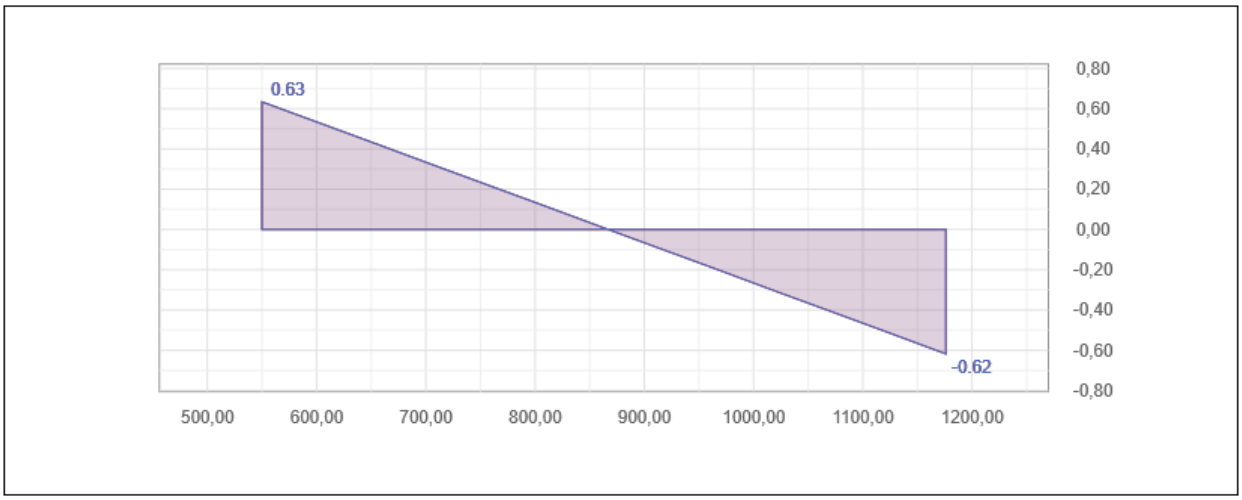
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V5 / Vão 3 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 606.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 606.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.89 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.89 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.02 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

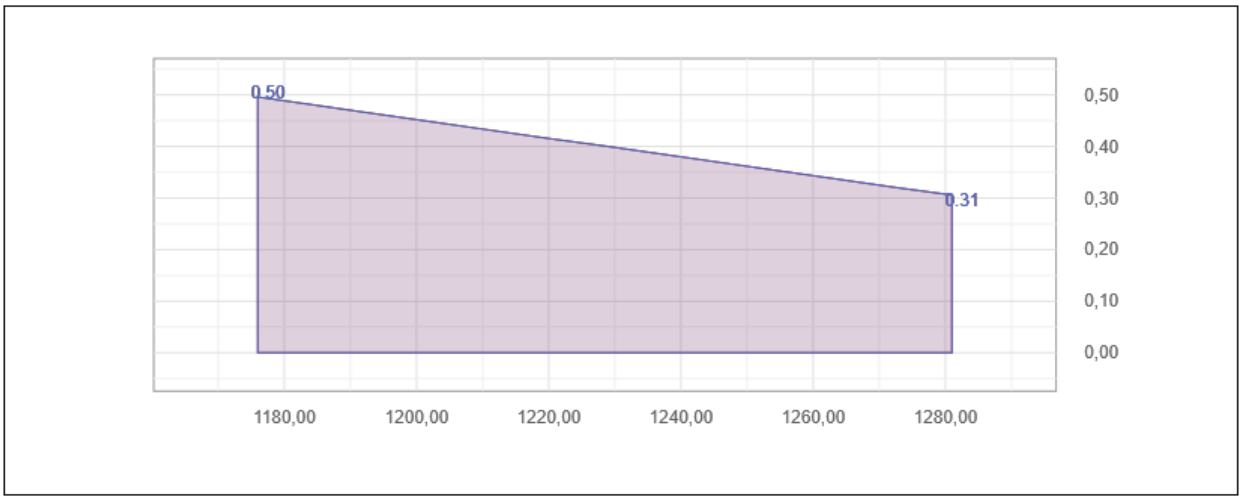
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V5 / Vão 4 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.69 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.69 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.21 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.27 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.6. VIGA V6

Viga V6 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 430 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

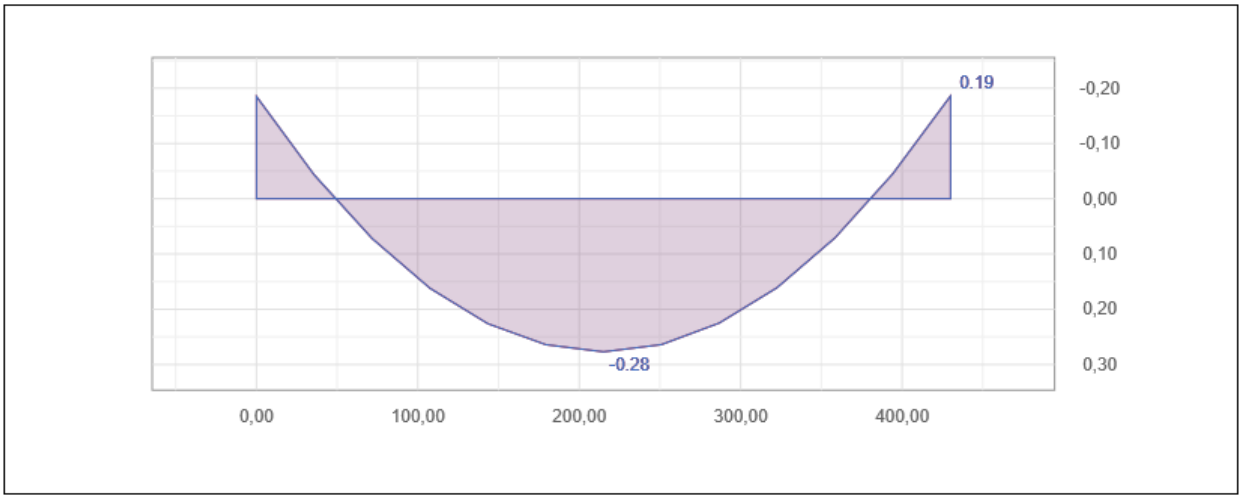
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.19 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.19 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

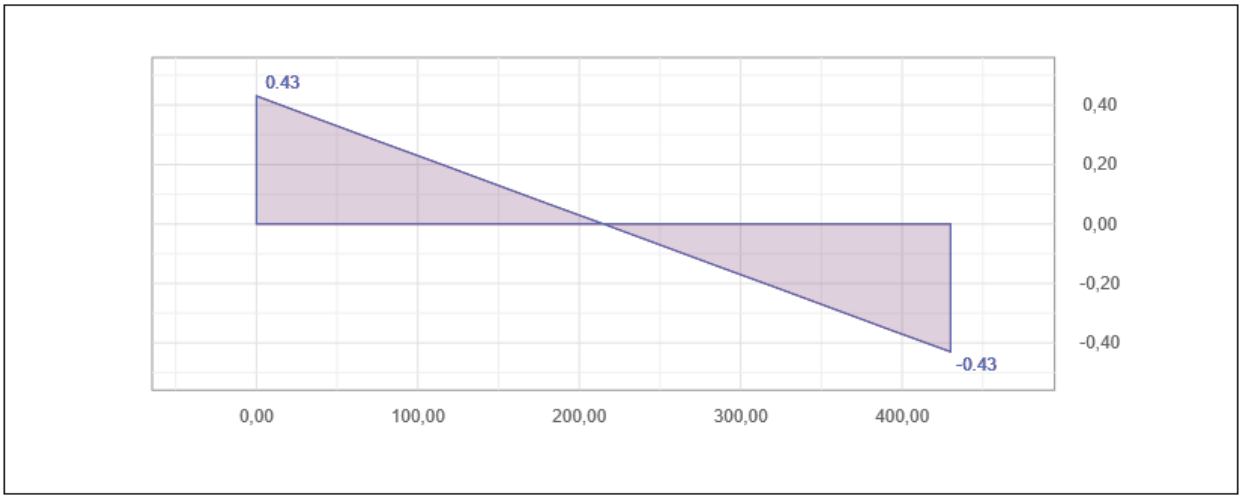
Δ_{lim} = 1.72 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 11665.95) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V6 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 410.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 410.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.60 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.60 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.31 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.7. VIGA V7

Viga V7 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 620 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

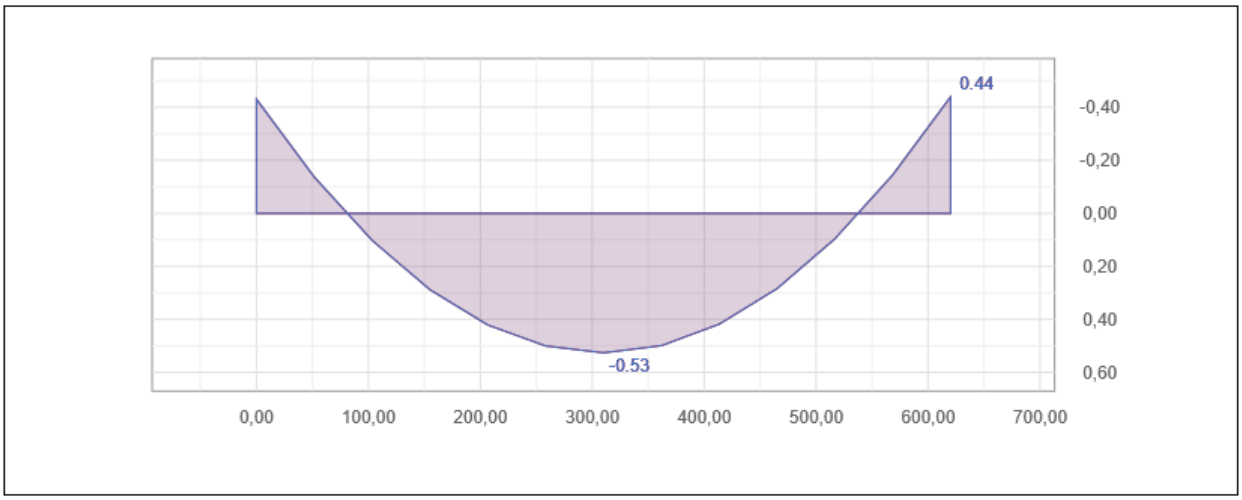
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.43 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.53 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.44 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

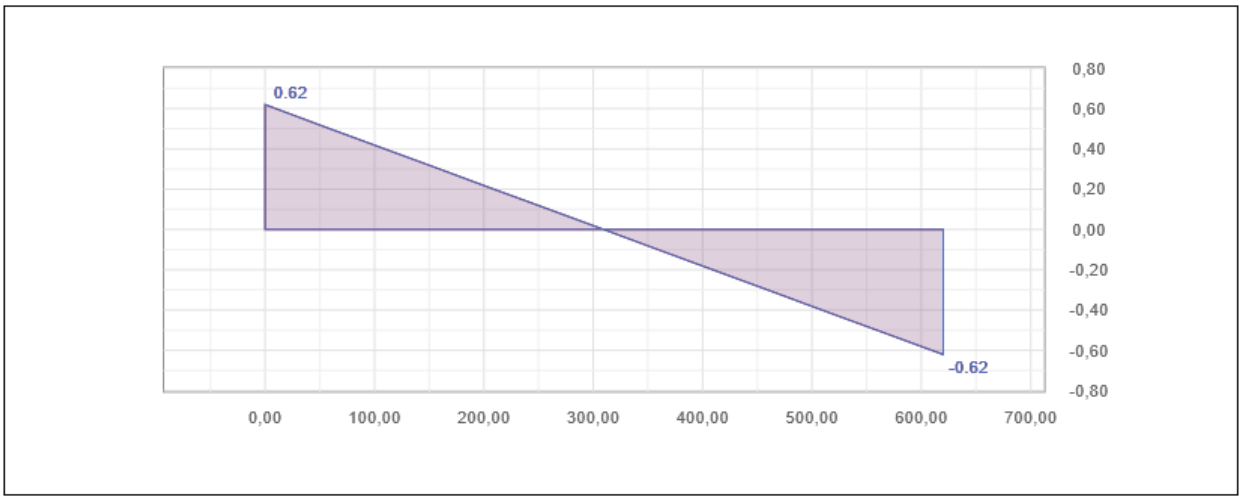
Δ_{lim} = 2.48 cm (L/250)

Δ = 0.08 cm (L/Δ = 7343.25) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V7 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 600.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 600.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.87 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.87 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.04 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.8. VIGA V8

Viga V8 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 631 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

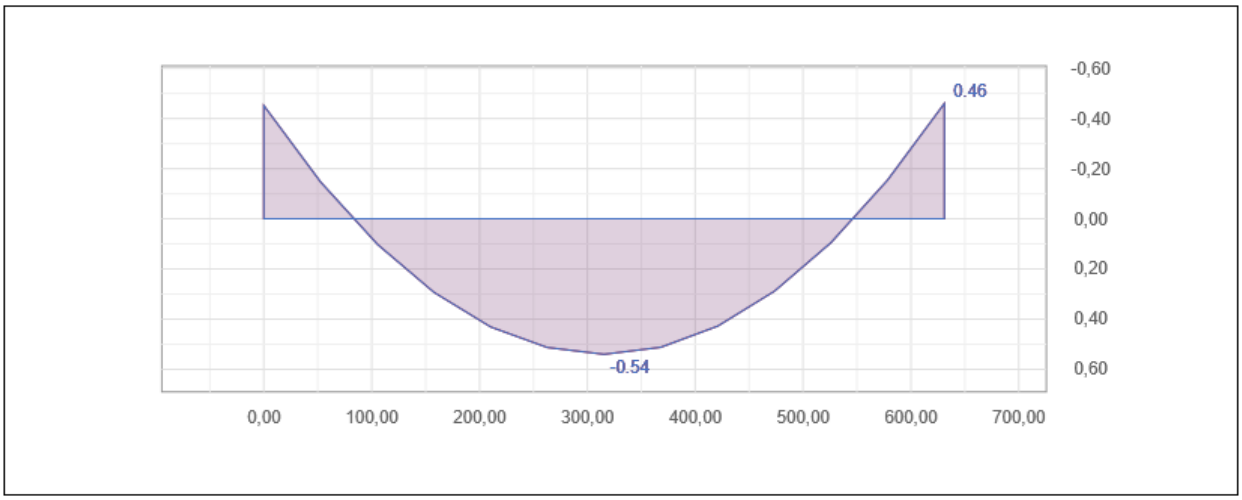
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.45 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.54 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.46 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

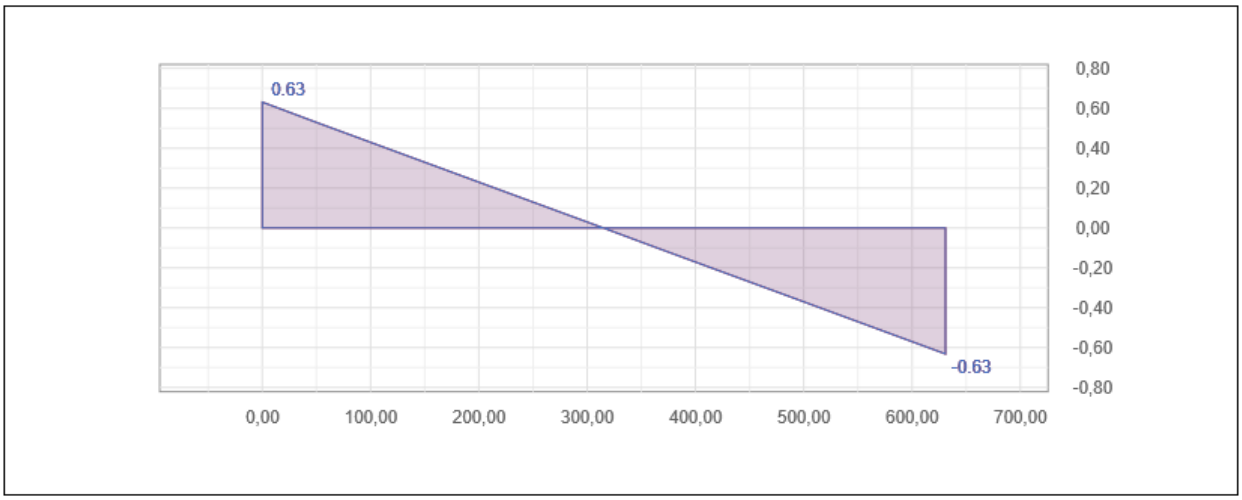
Δ_{lim} = 2.52 cm (L/250)

Δ = 0.09 cm (L/Δ = 7001.61) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V8 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 611.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 611.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.88 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.88 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.03 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.9. VIGA V9

Viga V9 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

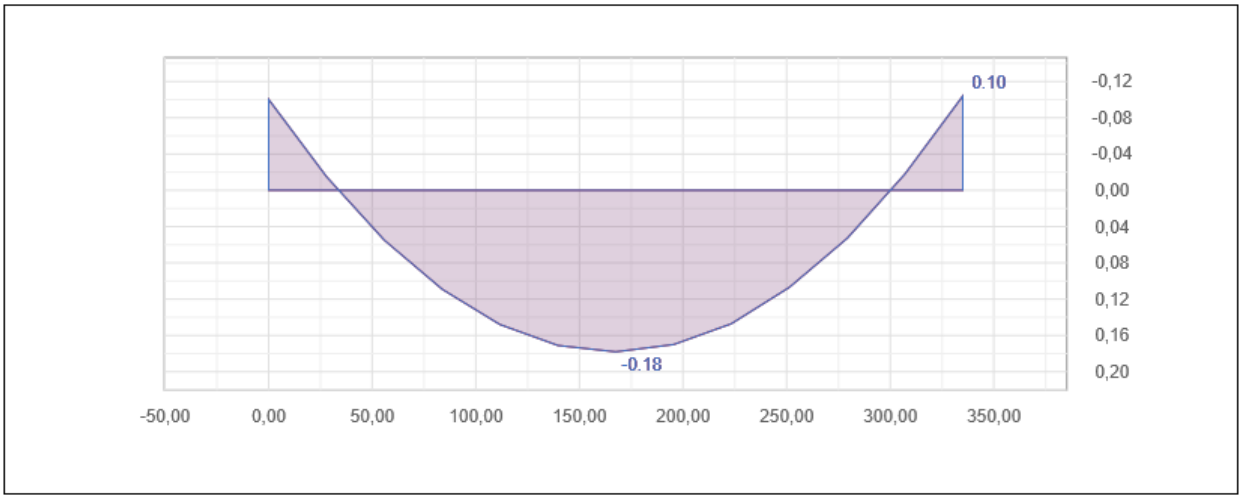
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.10 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.18 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.10 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

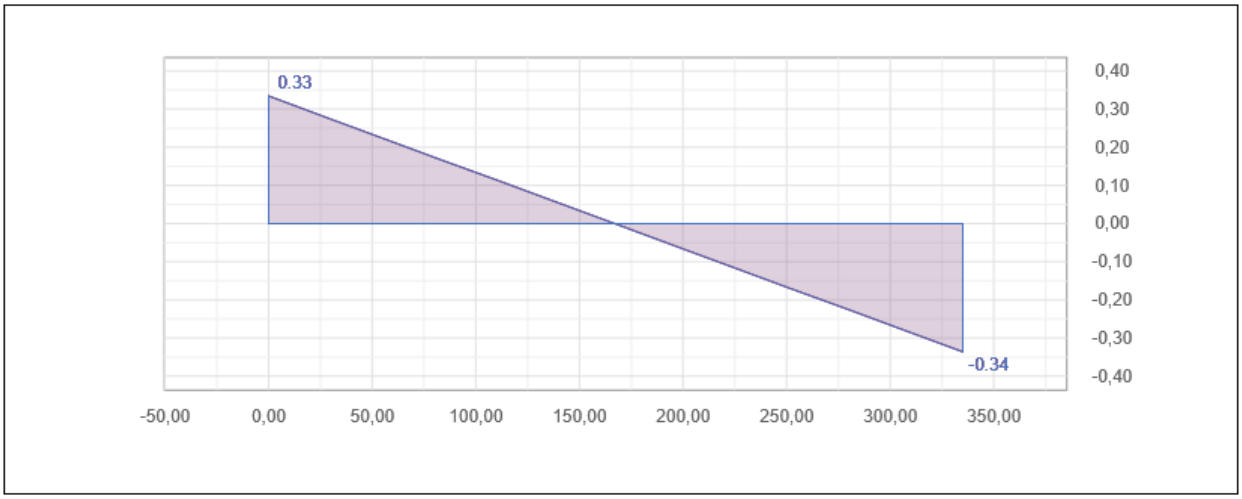
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 14022.28) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V9 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.47 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.47 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.44 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.10. VIGA V10

Viga V10 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

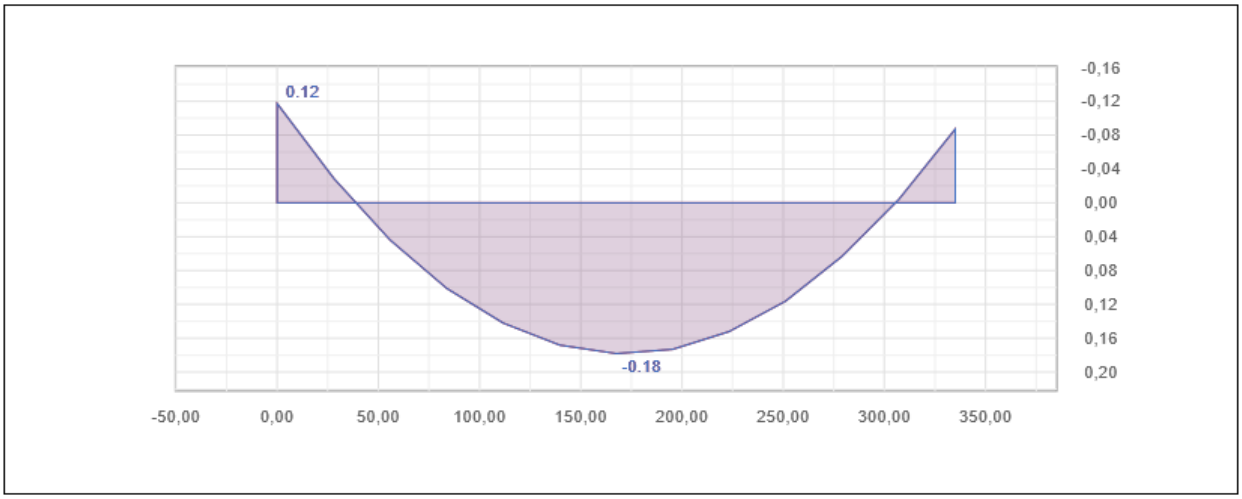
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.12 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.18 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.09 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.40 cm²

Flechas

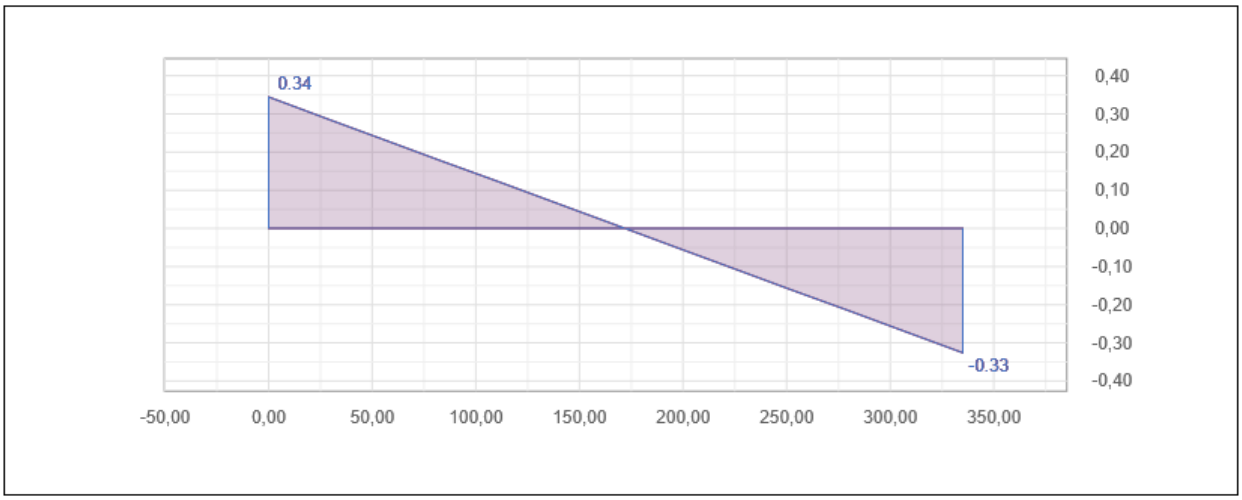
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 12440.57) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V10 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.48 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.48 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.43 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.11. VIGA V11

Viga V11 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 163 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

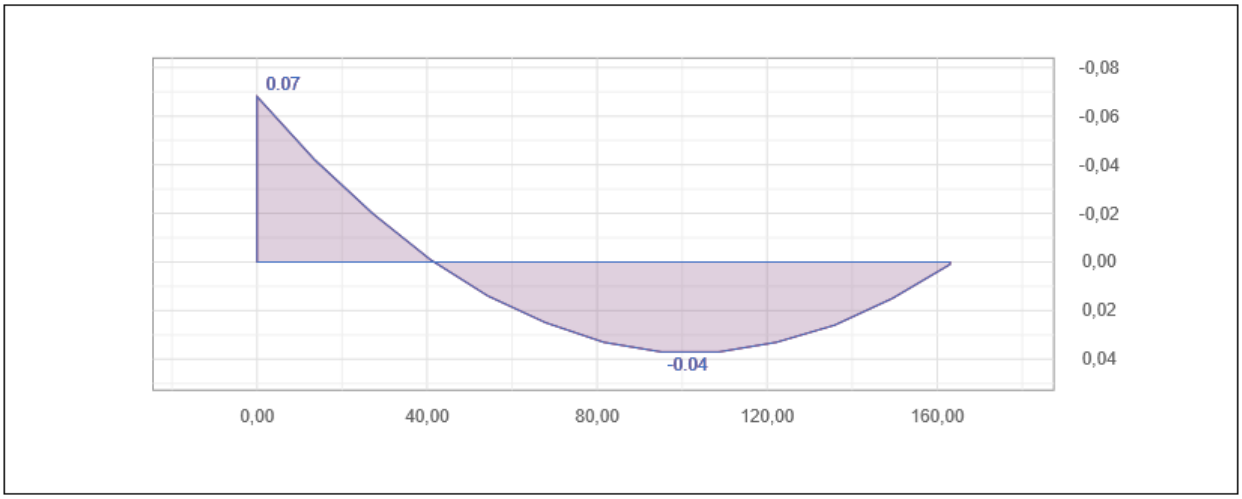
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.07 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

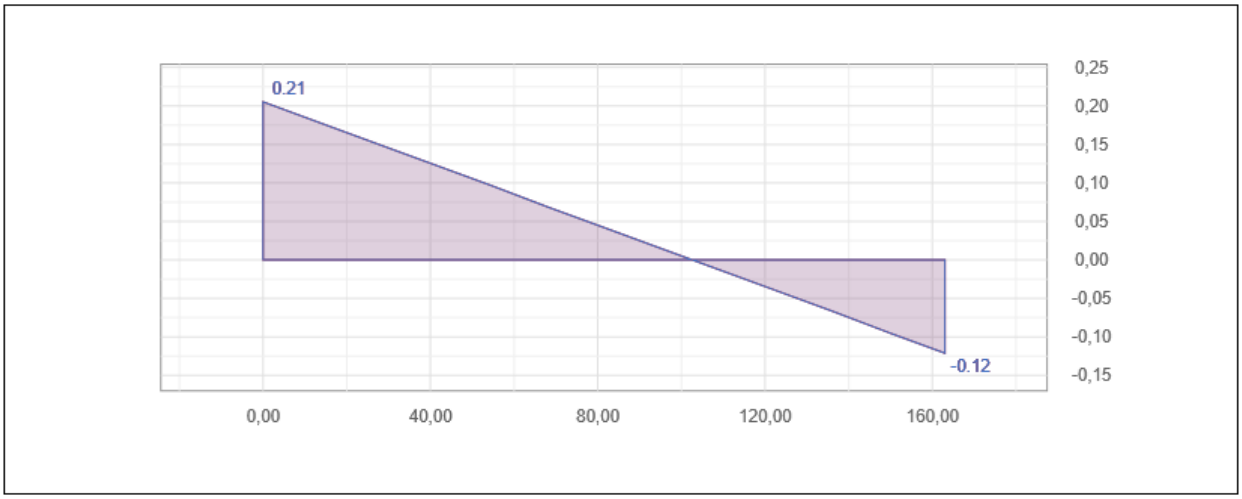
Δ_{lim} = 0.65 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 23219.74) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V11 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 143.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 143.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.29 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.29 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.62 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.12. VIGA V12

Viga V12 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 163 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

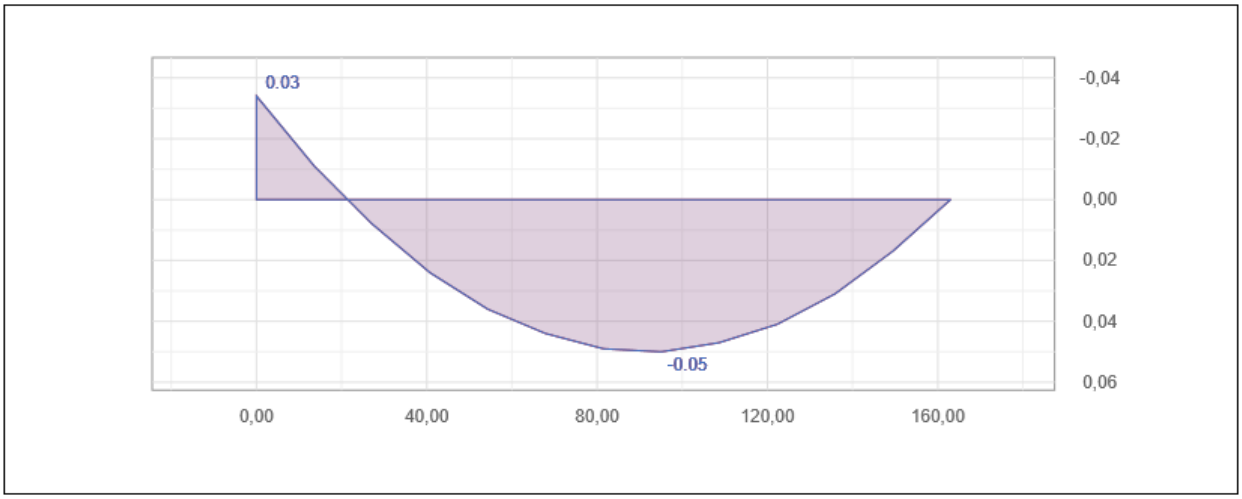
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.03 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.40 cm²

Flechas

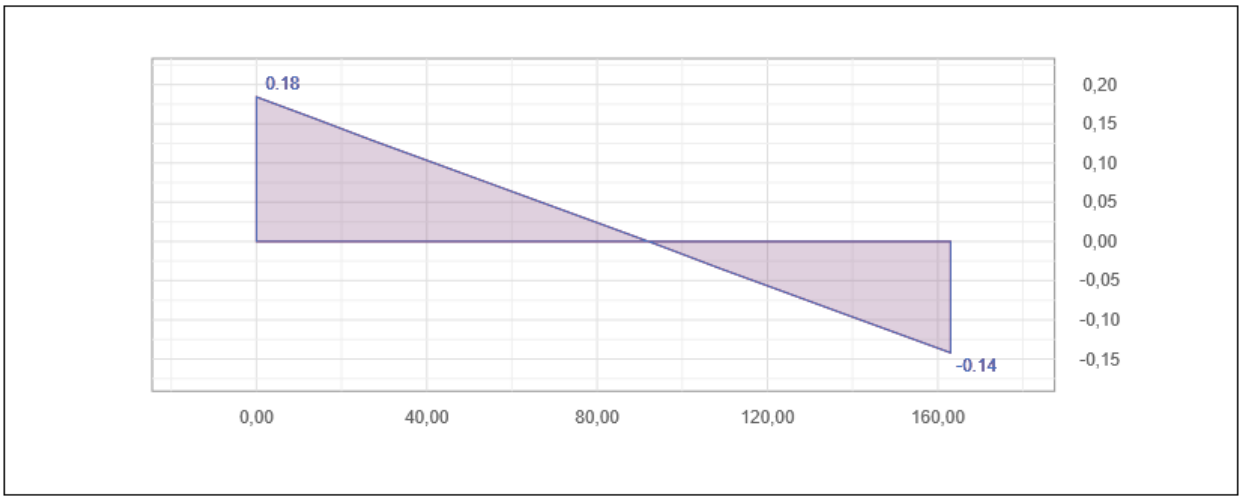
Δ_{lim} = 0.65 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 35895.7) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V12 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 143.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 143.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.26 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.26 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.65 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.13. VIGA V13

Viga V13 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 115 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

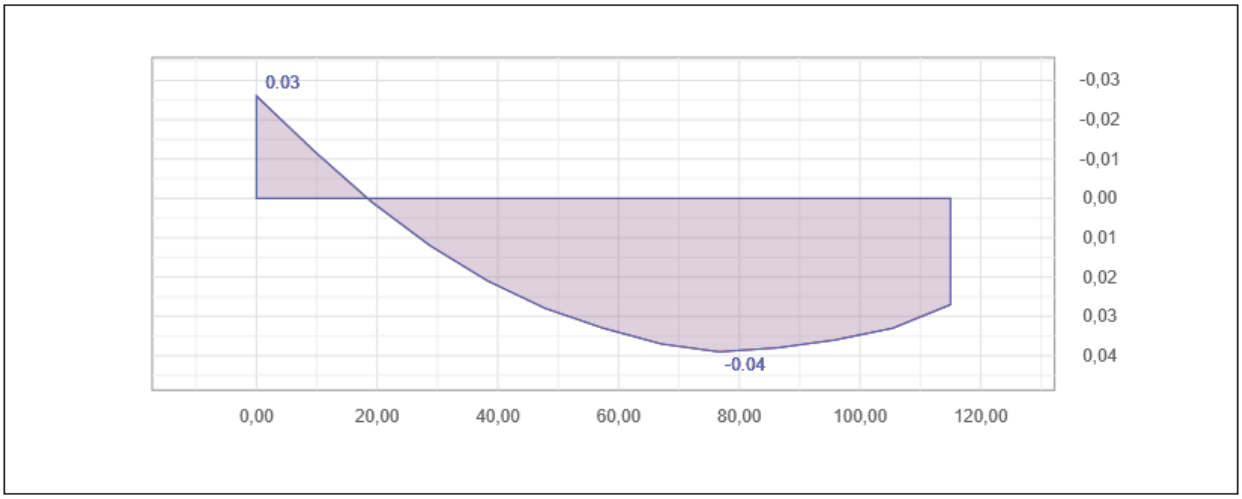
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.03 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

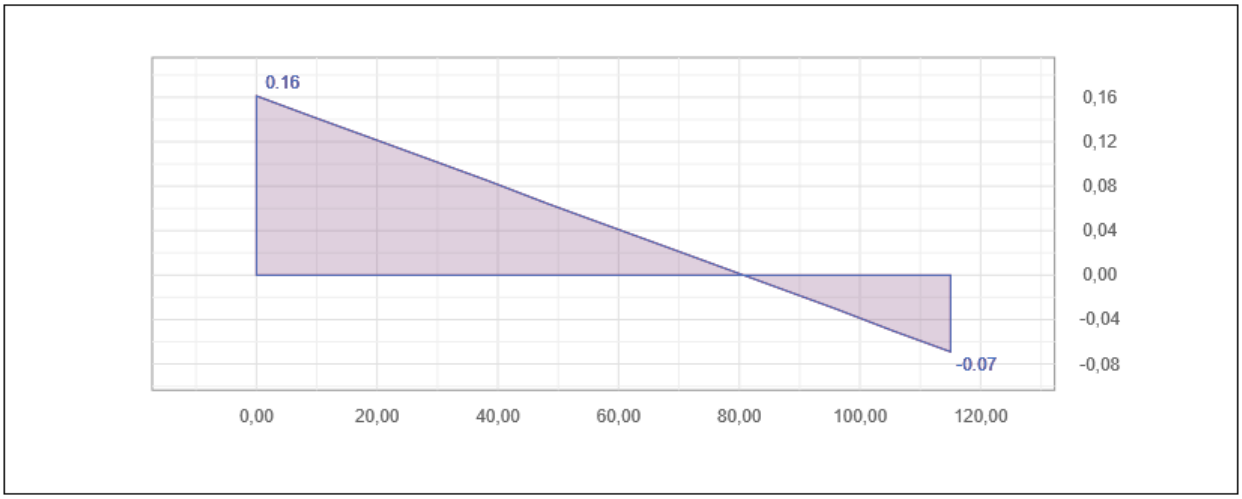
Δ_{lim} = 0.46 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 11102.38) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V13 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.23 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.23 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.68 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.14. VIGA V14

Viga V14 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 115 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

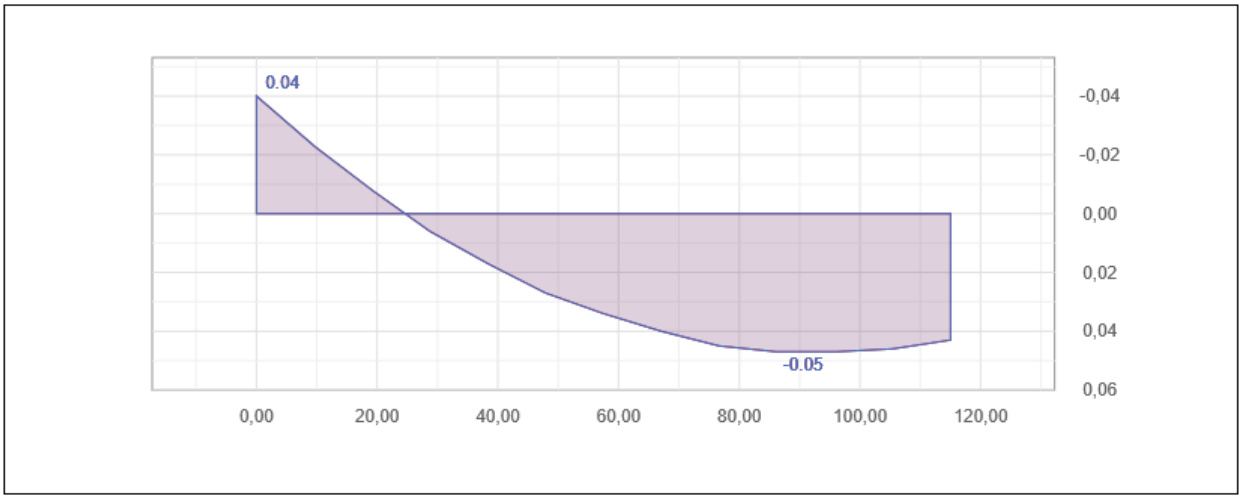
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.04 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

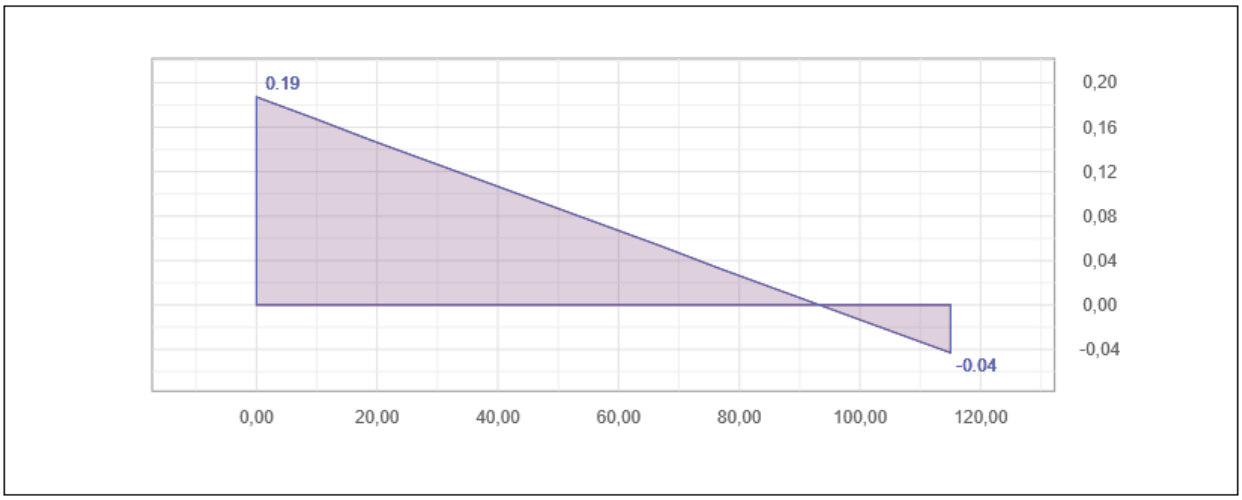
Δ_{lim} = 0.46 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 10170.67) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V14 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.26 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.26 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.65 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.1.15. VIGA V15

Viga V15 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 305 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

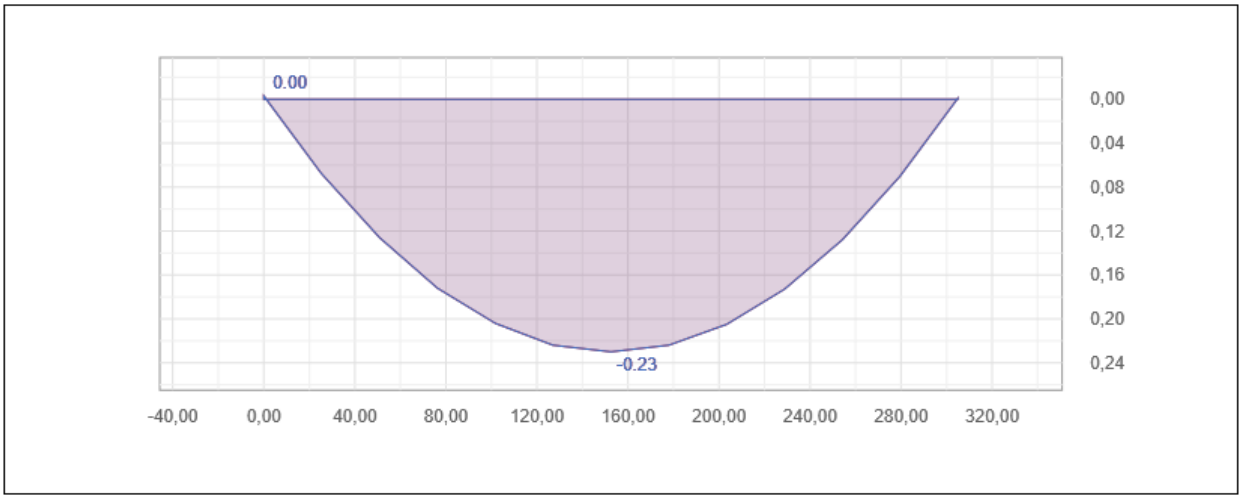
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.40 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.23 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.40 cm²

Flechas

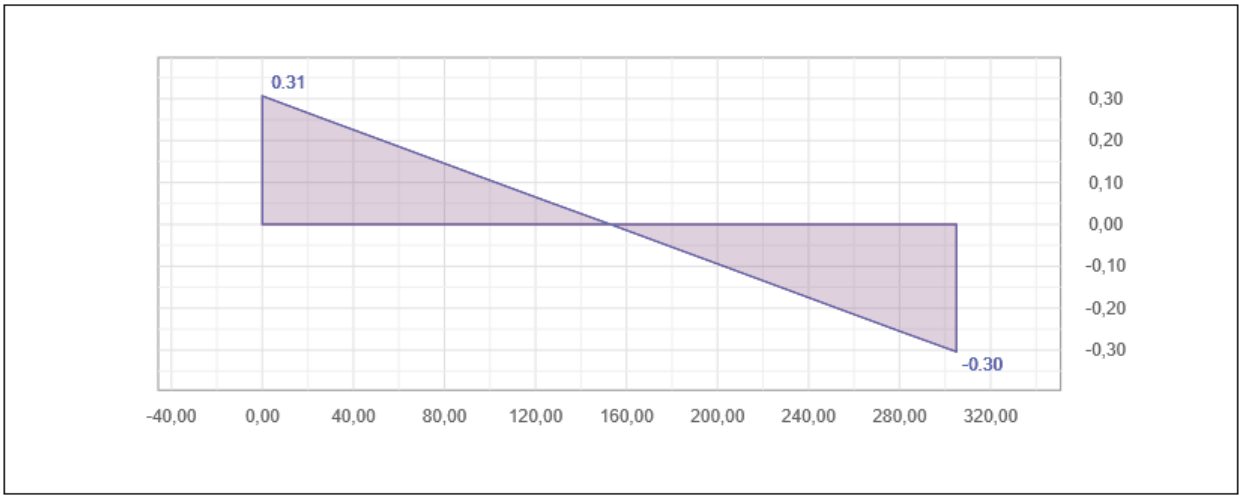
Δ_{lim} = 1.22 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 28760.78) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V15 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 285.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 285.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.43 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.43 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.48 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.2. NÍVEL +523.950

8.2.2.2.1. VIGA VE1

Viga VE1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 70 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

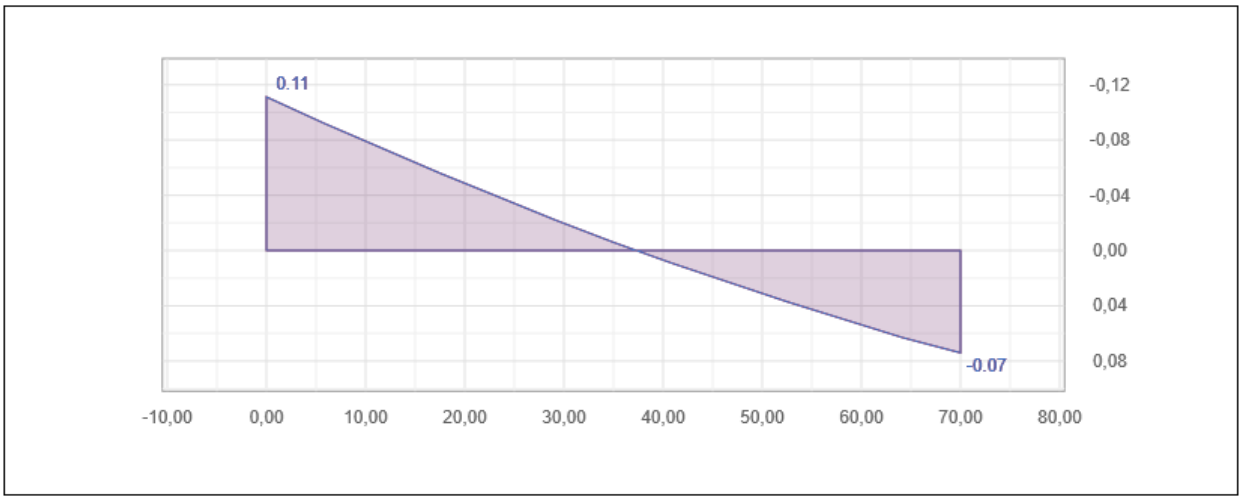
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.11 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.07 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

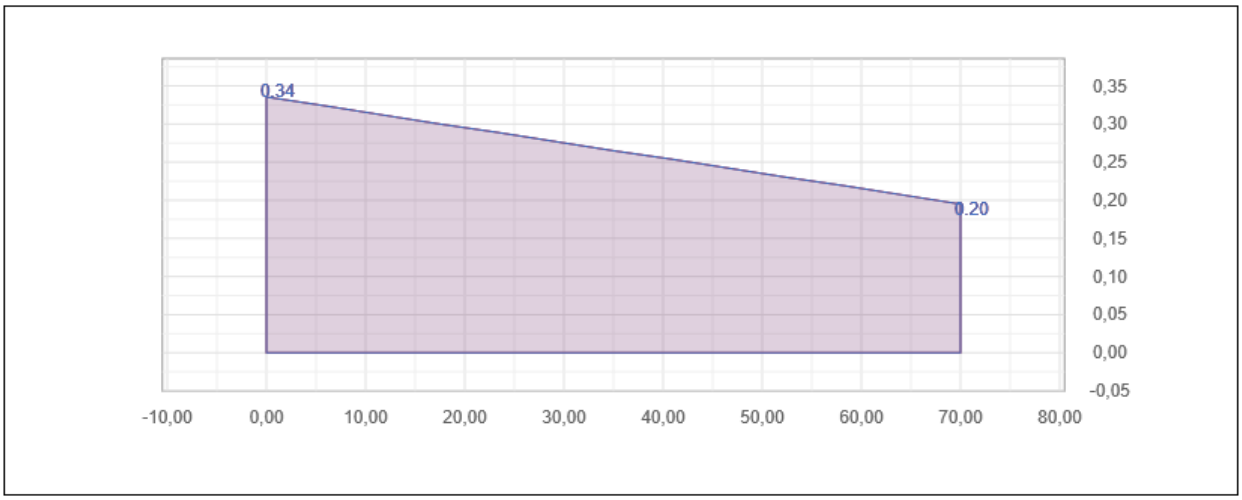
Δ_{lim} = 0.28 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 20491.78) - Flecha obtida da grelha linear

Viga VE1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 50.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 50.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.47 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.47 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.44 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.2.2. VIGA VE2

Viga VE2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 70 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 27 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

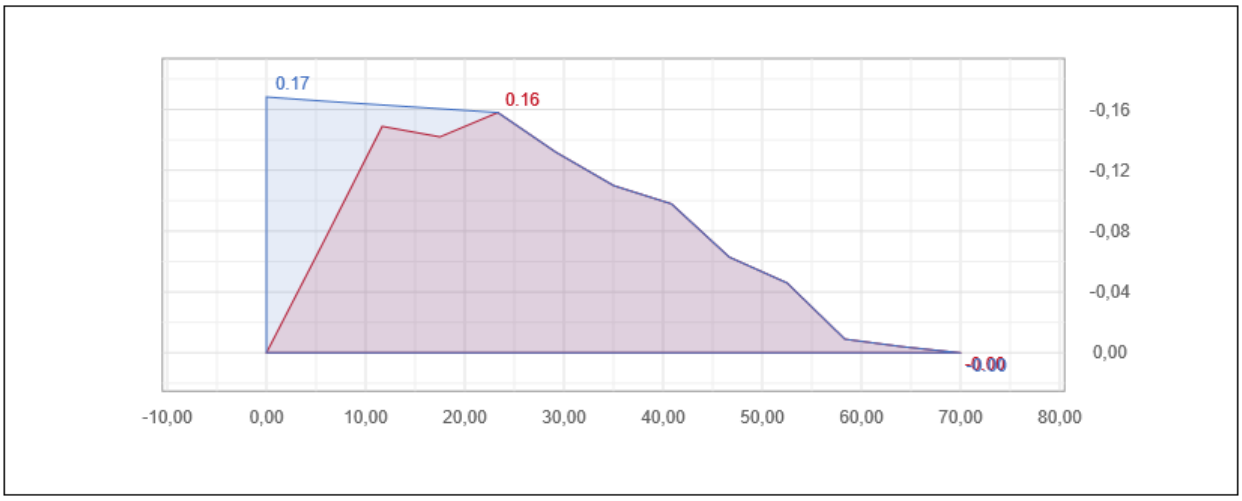
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.17 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.44 tfm

A_s = 1.38 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.34 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.25 tfm

A_s = 1.36 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.3094 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.45 cm²

Flechas

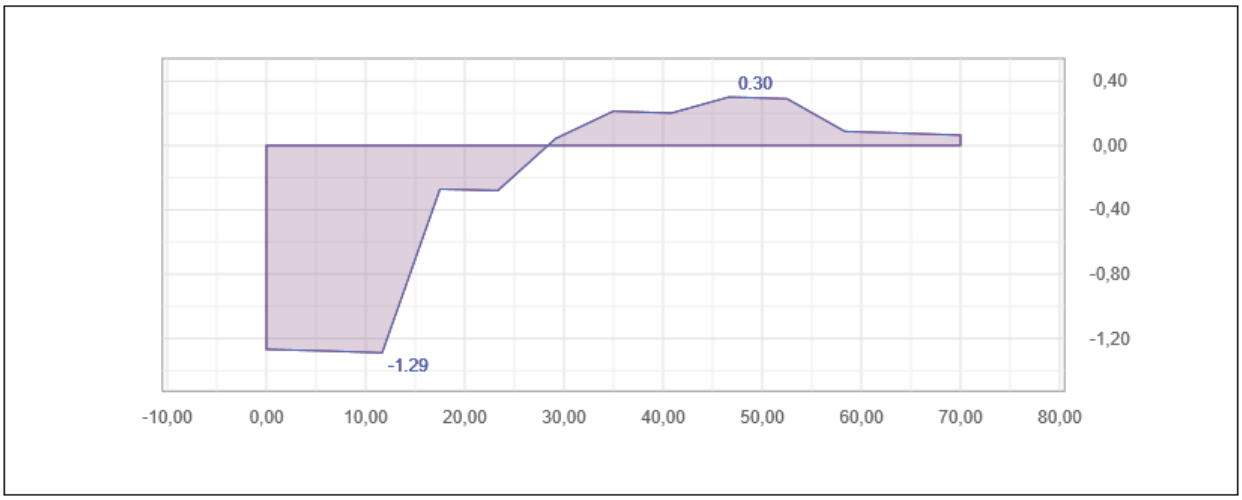
Δ_{lim} = 0.28 cm (L/250)

Δ = 0.07 cm (L/Δ = 984.78) - Flecha obtida da grelha linear

Viga VE2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 50.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 50.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.80 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 1.80 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -4.10 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3. NÍVEL +524.970

8.2.2.3.1. VIGA V1

Viga V1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 430 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

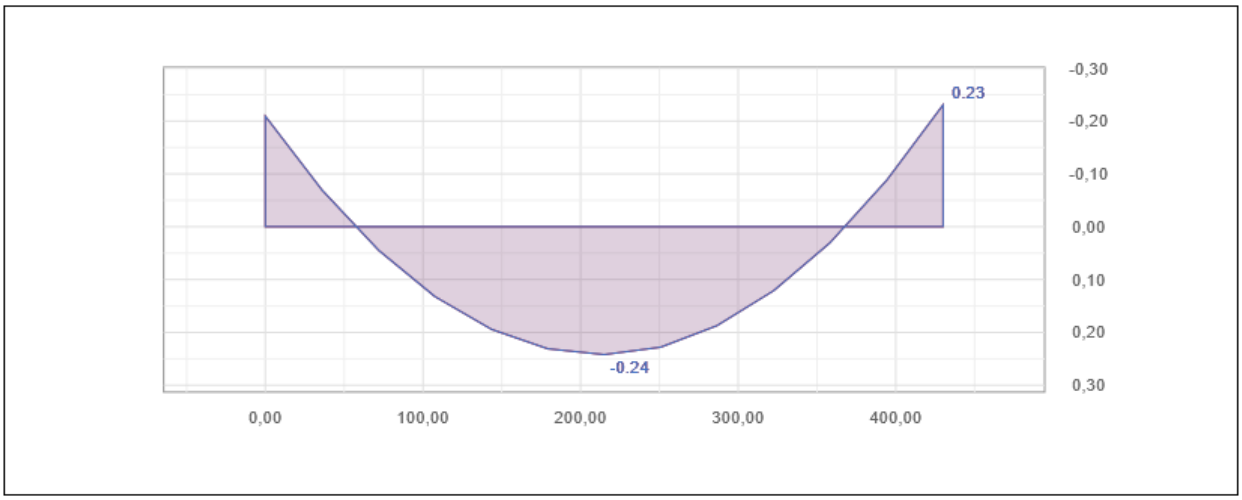
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.21 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.24 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.23 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

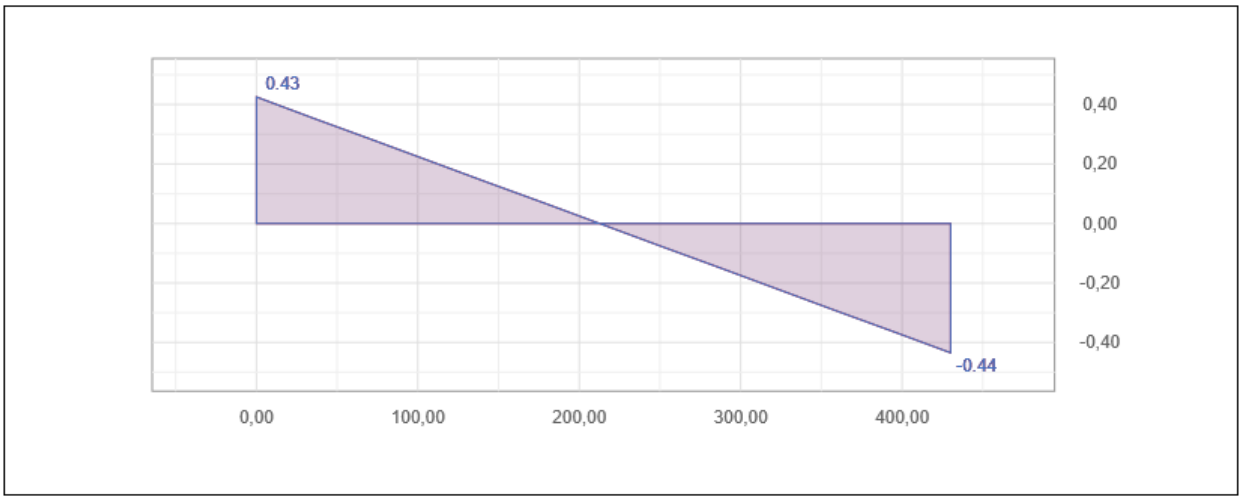
Δ_{lim} = 1.72 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 9786.37) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 410.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 410.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.61 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.60 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.31 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.2. VIGA V2

Viga V2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 437 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

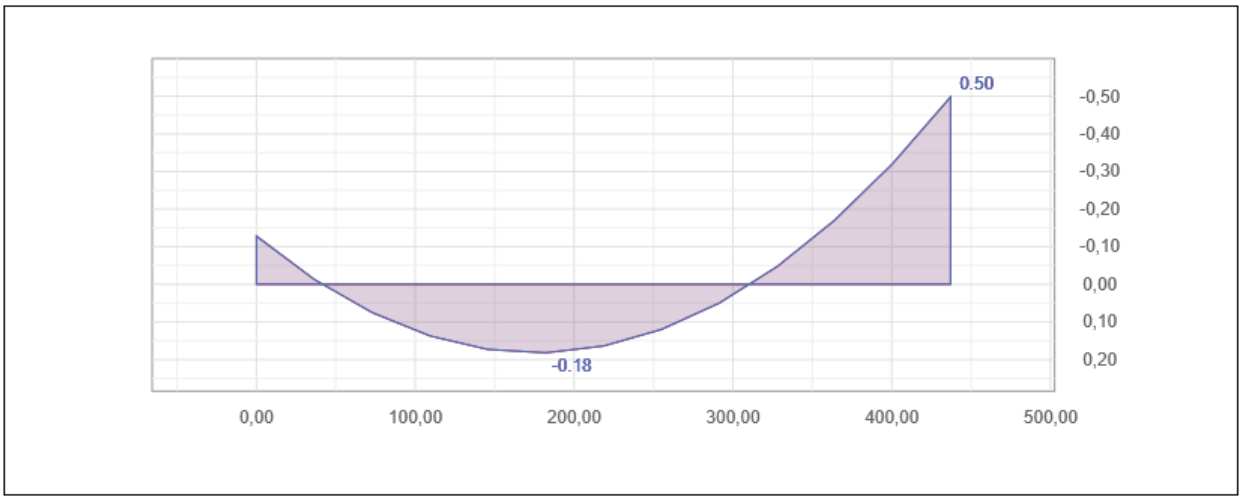
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.13 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.18 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.50 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.75 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 29726.71) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 626 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

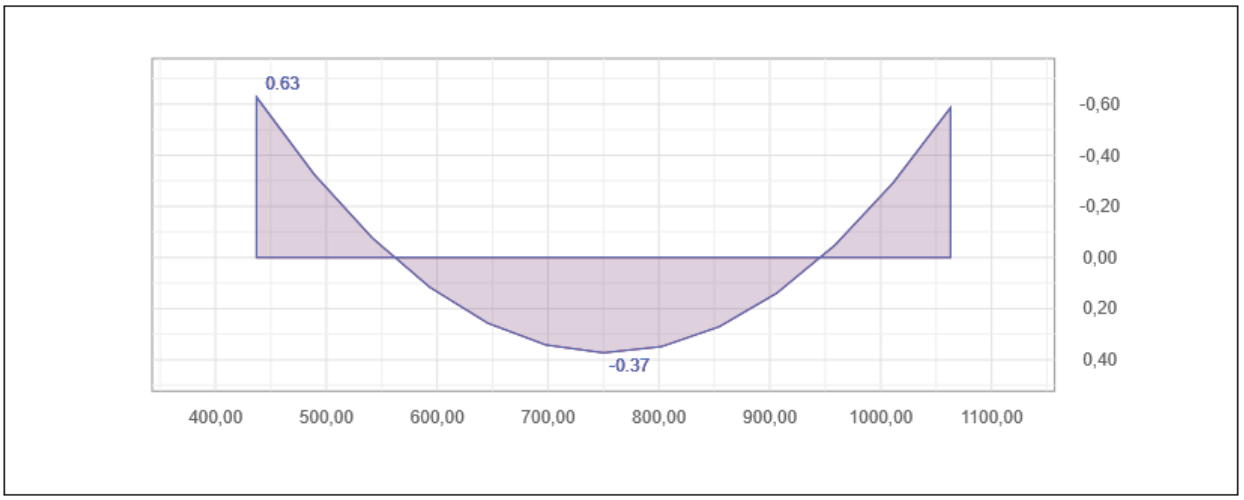
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.63 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.37 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 2.50 cm (L/250)

Δ = 0.05 cm (L/Δ = 12084.48) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 3 (Flexão)

Geometria

L = 105 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

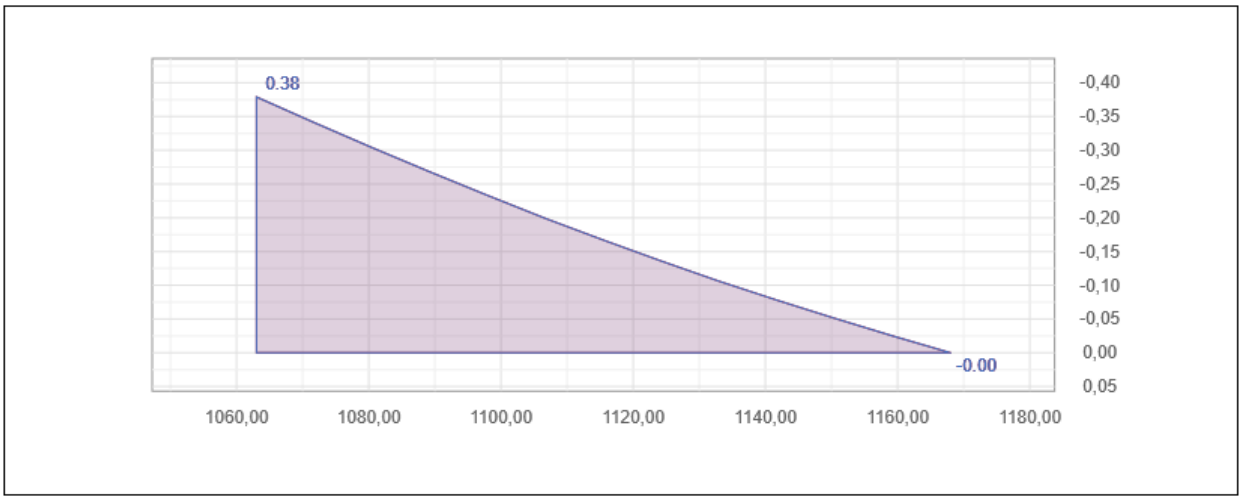
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Flechas

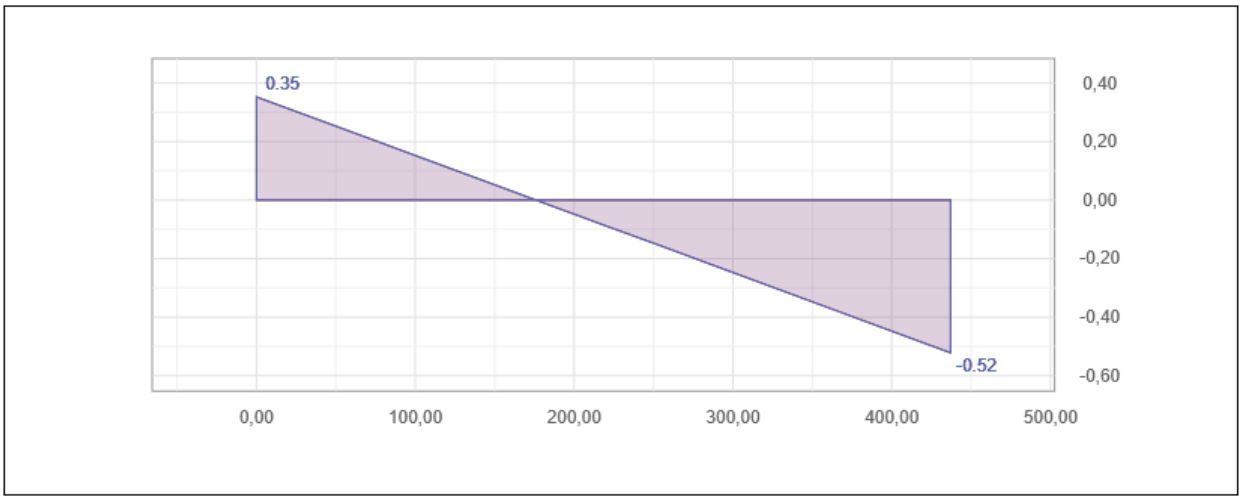
Δ_{lim} = 0.84 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 22983.3) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 417.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 417.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.73 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.49 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.42 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

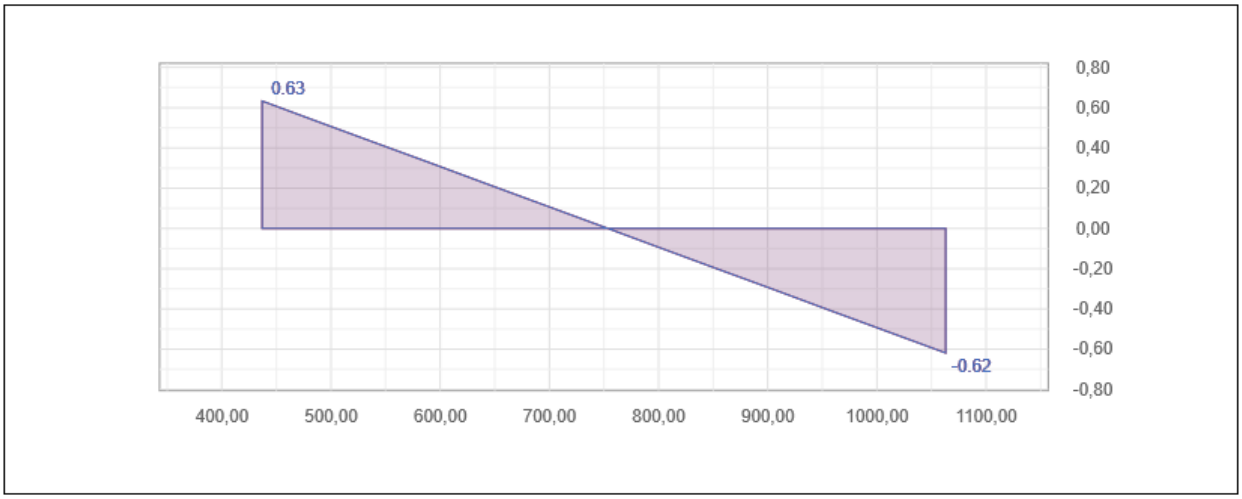
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V2 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 606.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 606.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.89 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.89 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.02 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

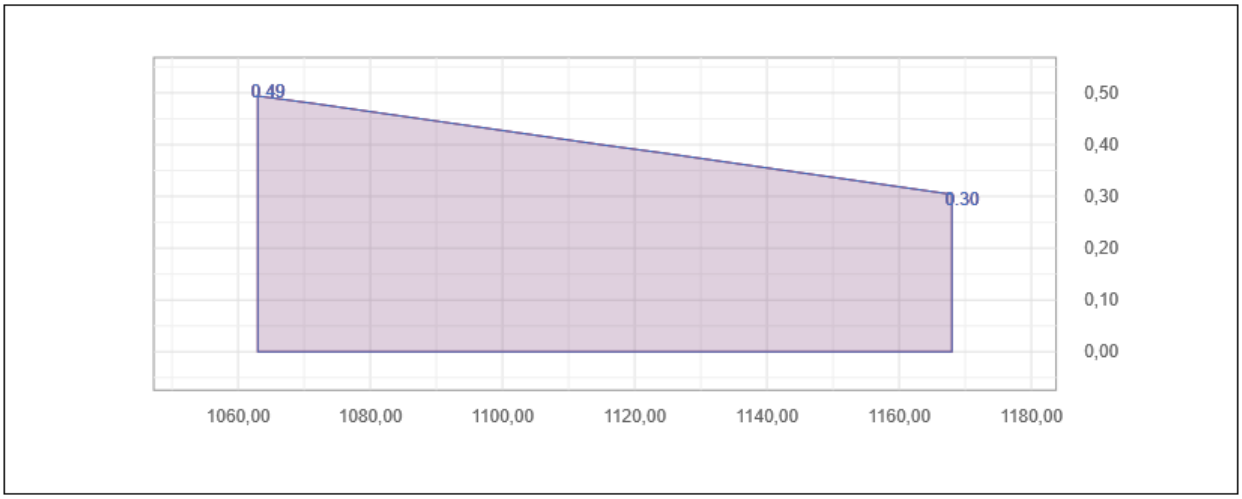
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V2 / Vão 3 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.69 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.69 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.22 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.26 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.3. VIGA V3

Viga V3 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 400 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

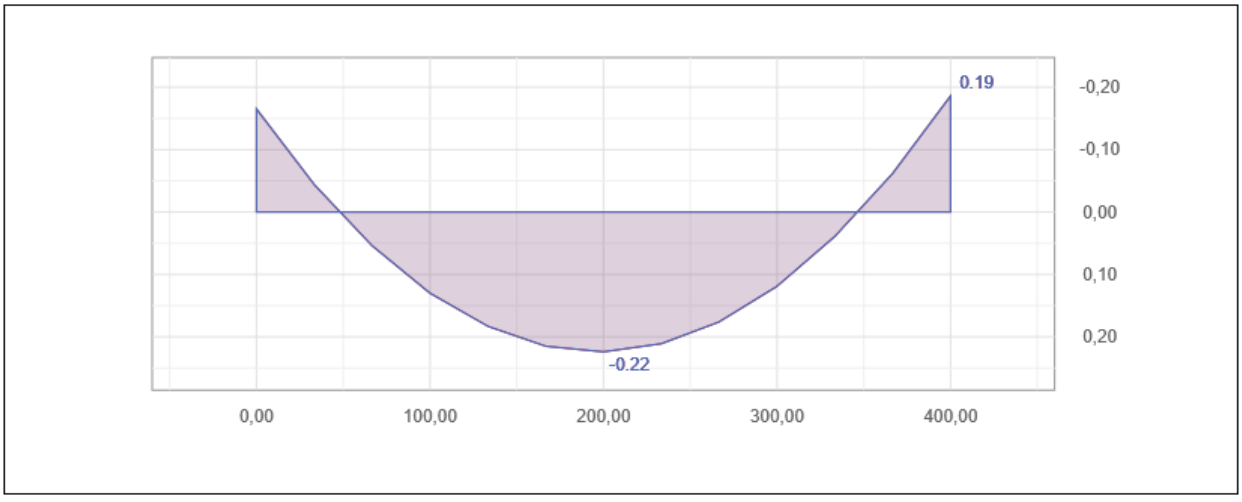
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.17 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.22 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.19 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

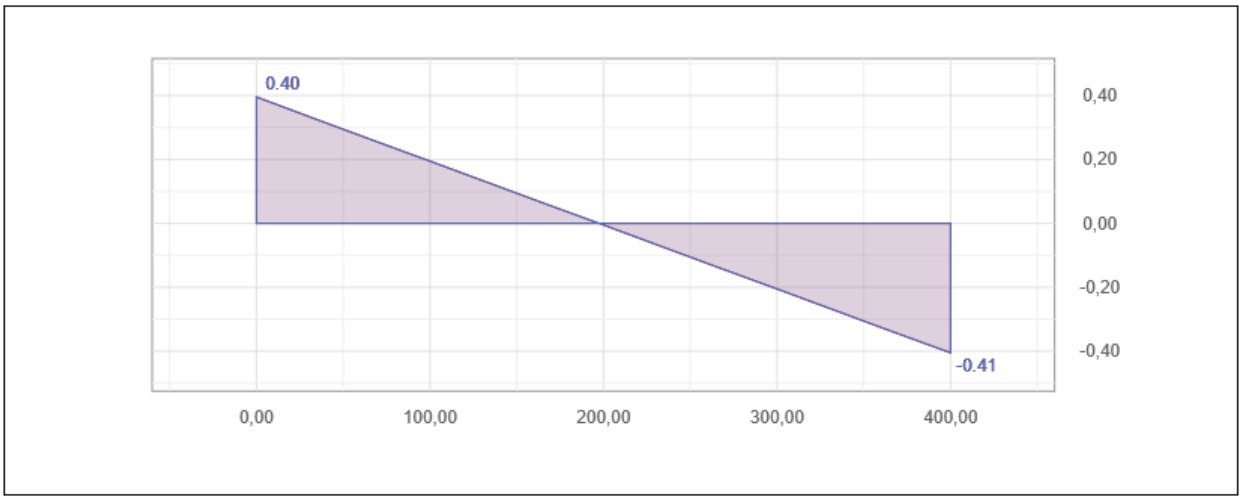
Δ_{lim} = 1.60 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 13493.05) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 380.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 380.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.57 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.55 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.36 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.4. VIGA V4

Viga V4 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 400 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

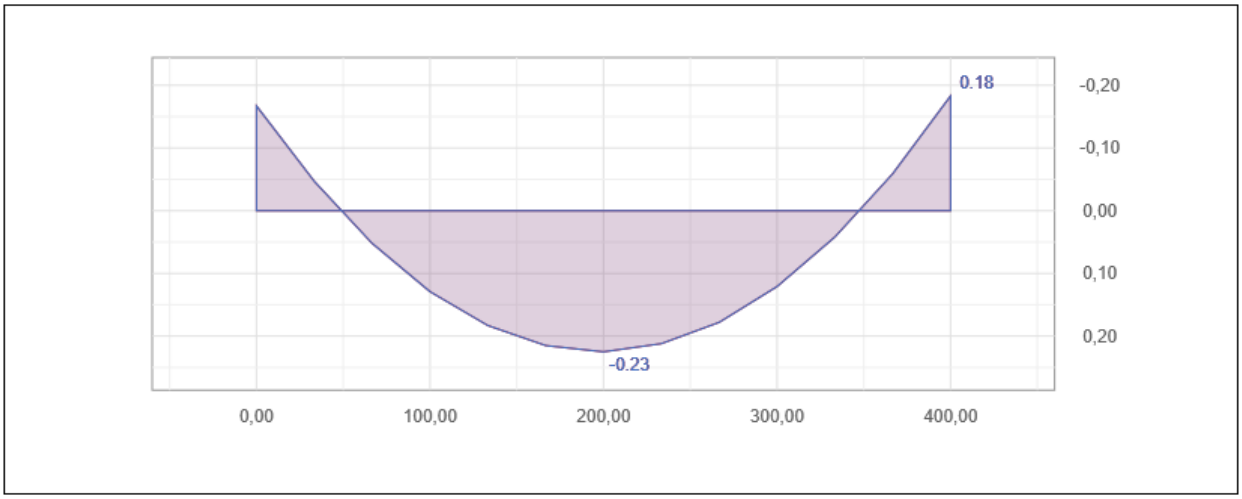
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.17 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.23 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.18 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

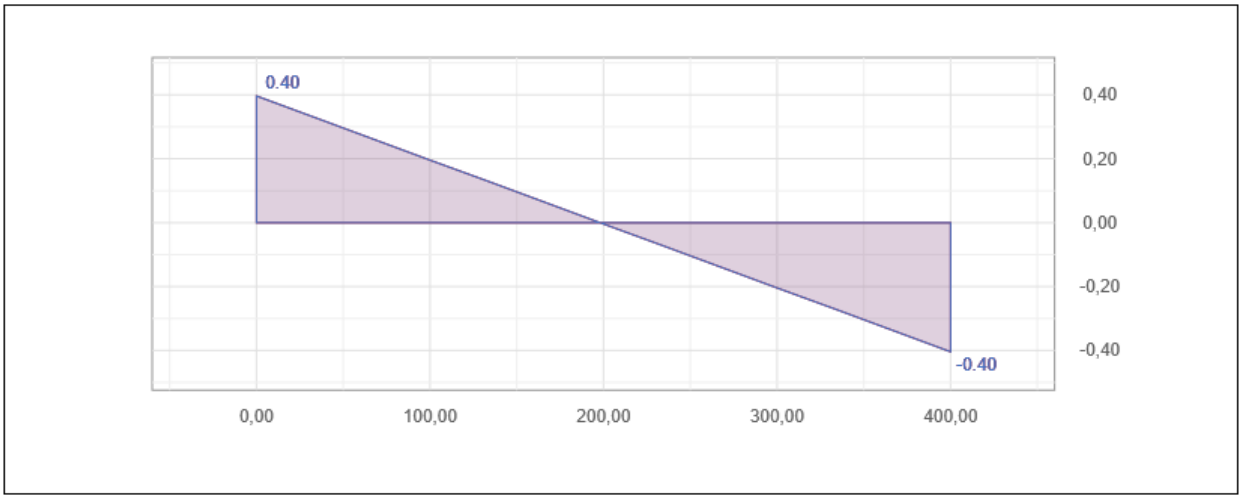
Δ_{lim} = 1.60 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 13541.56) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V4 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 380.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 380.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.57 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.56 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.35 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.5. VIGA V5

Viga V5 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 113 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

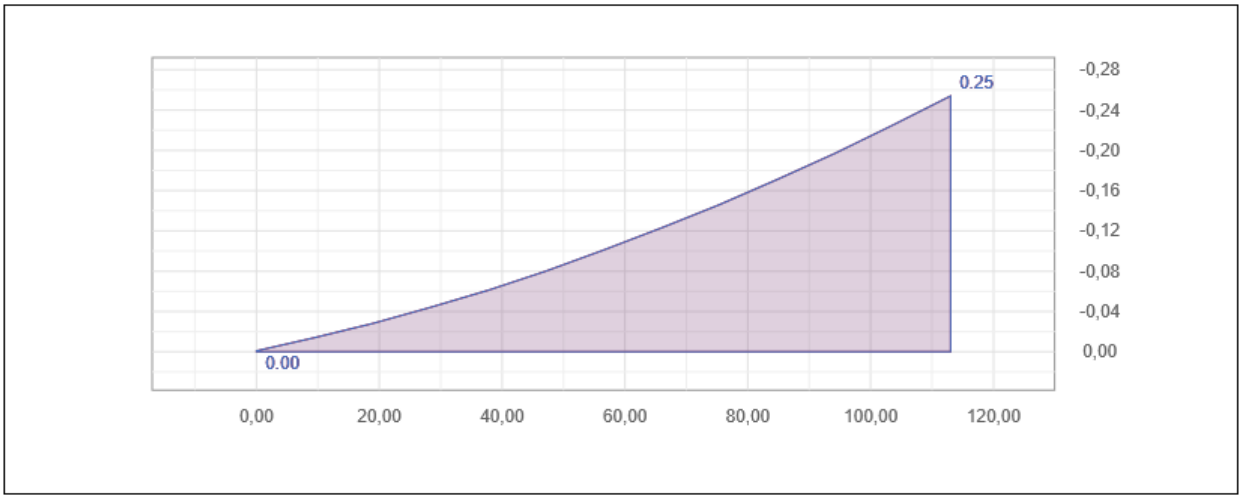
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Flechas

Δ_{lim} = 0.90 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 20323.42) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 437 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

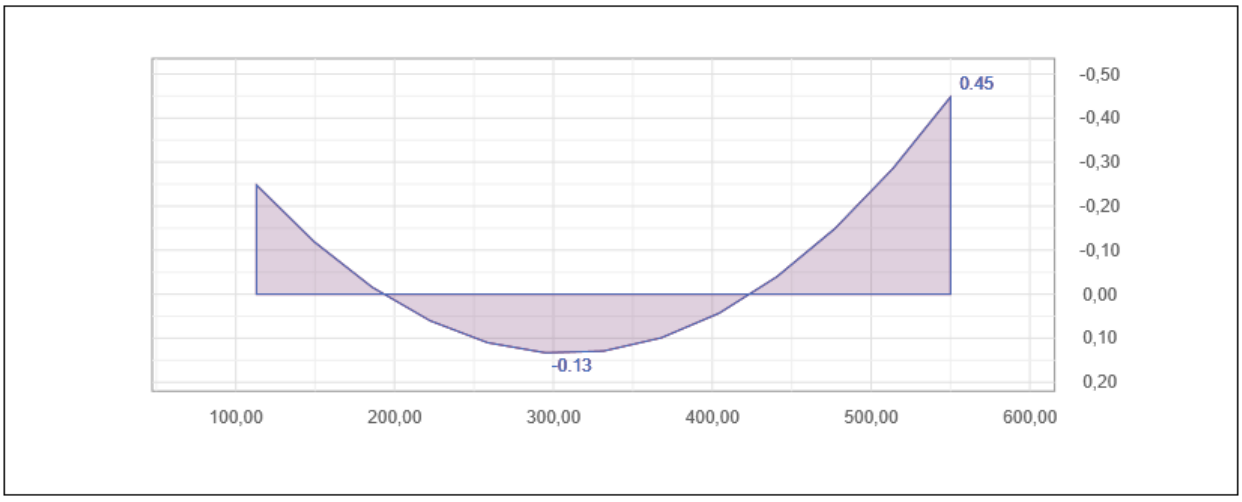
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.13 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.45 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.75 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 43955.68) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 3 (Flexão)

Geometria

L = 626 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

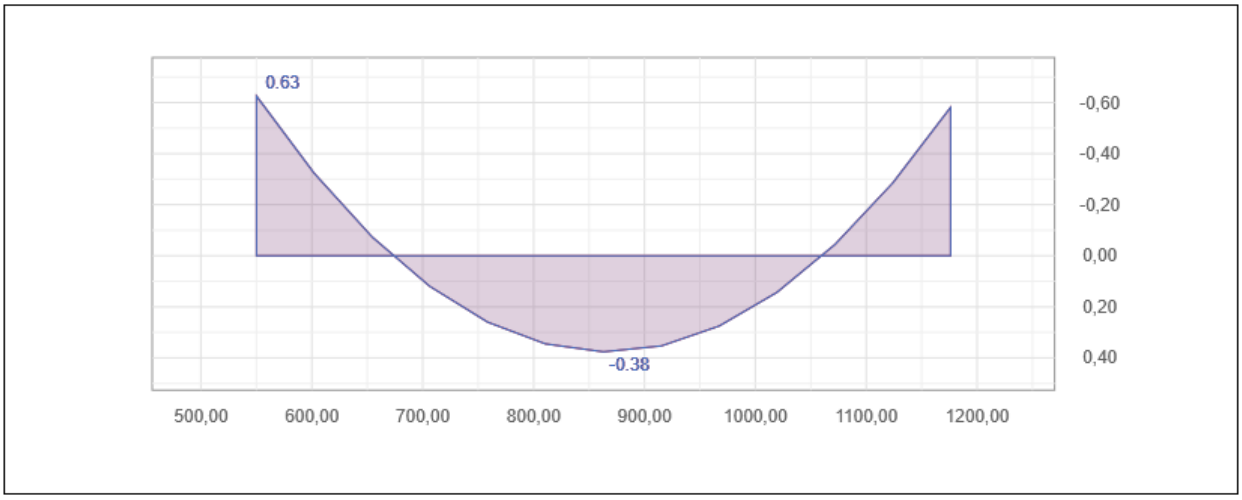
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.63 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.38 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 2.50 cm (L/250)

Δ = 0.05 cm (L/Δ = 11935.97) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 4 (Flexão)

Geometria

L = 105 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

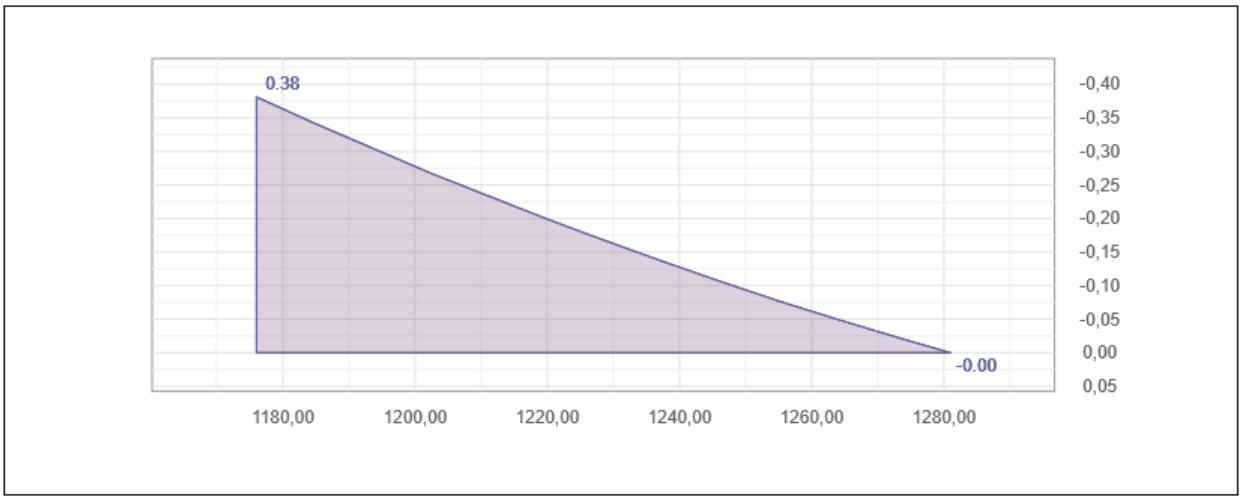
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Flechas

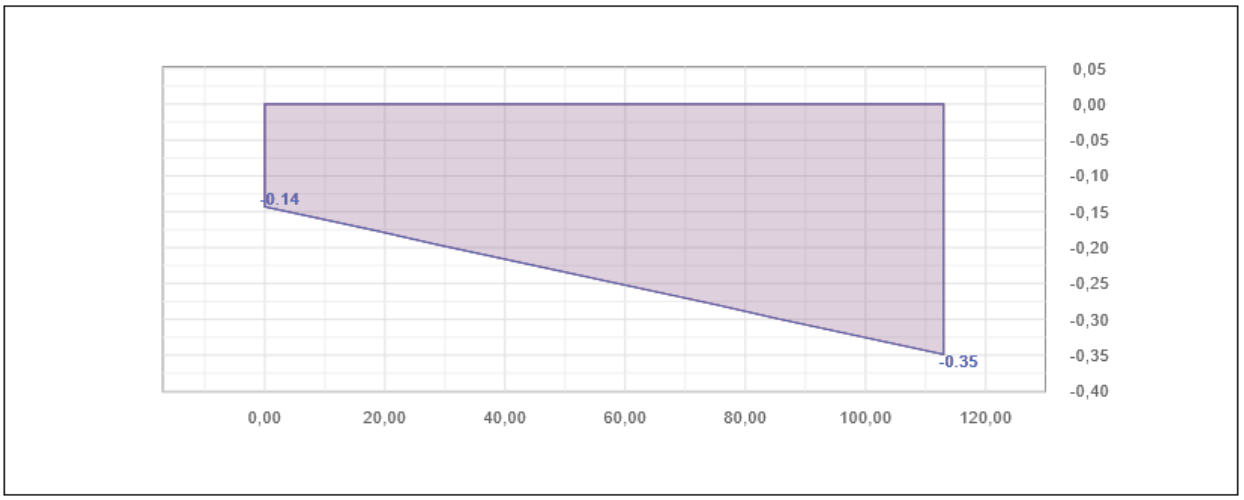
Δ_{lim} = 0.84 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 25132.17) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 103 cm (x_i = 0 cm; x_f = 103 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.49 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.30 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.61 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.12 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

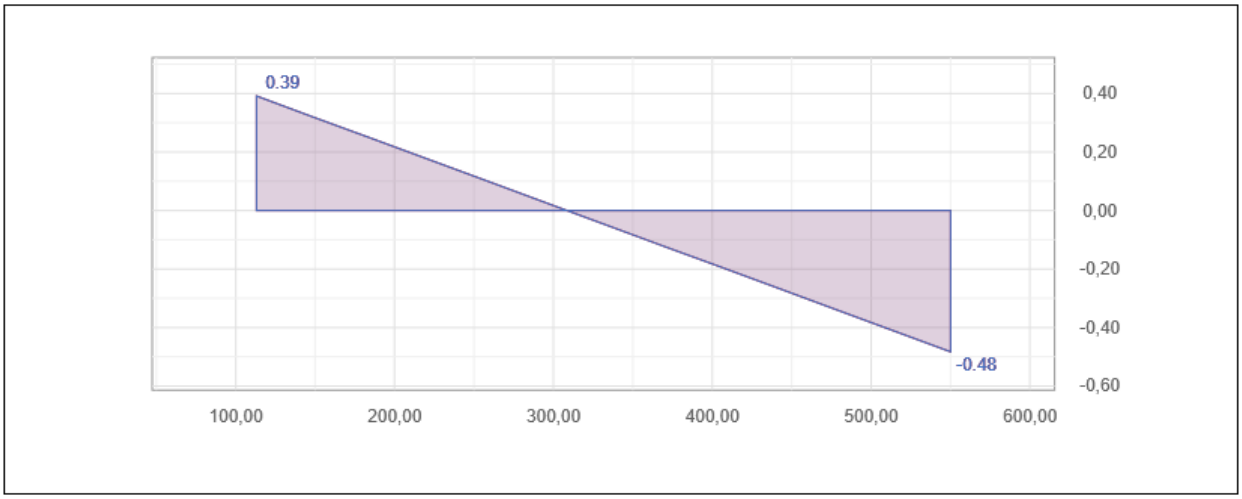
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V5 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 417.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 417.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.68 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.55 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.36 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

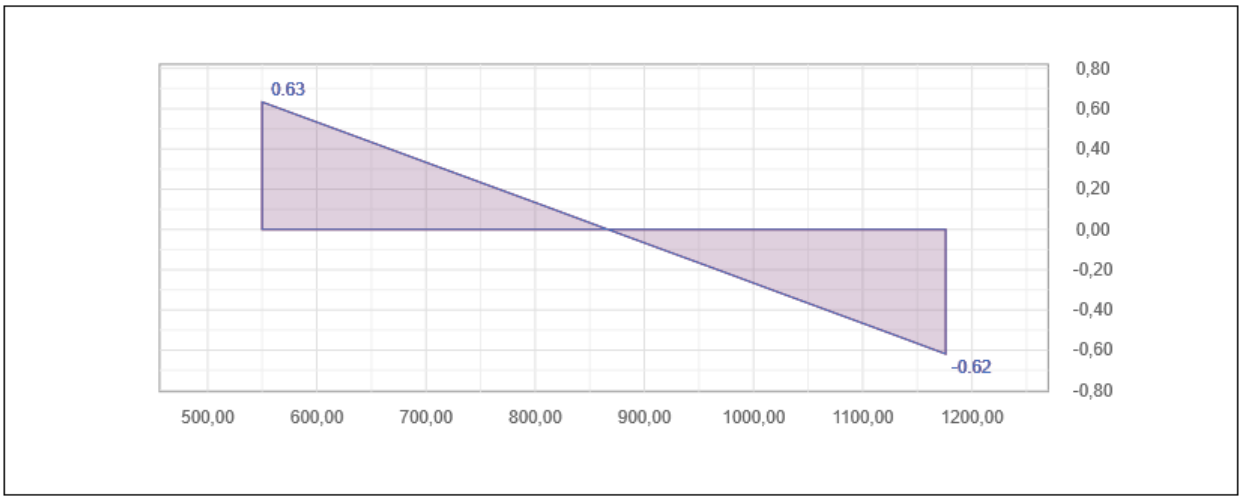
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V5 / Vão 3 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 606.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 606.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.89 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.89 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.02 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

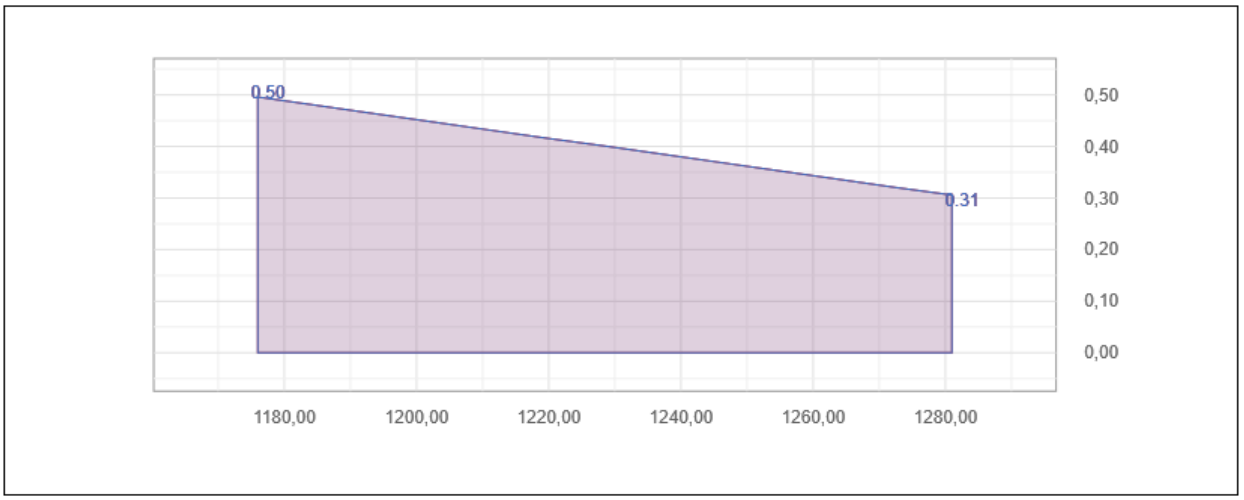
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V5 / Vão 4 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.69 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.69 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.21 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.27 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.6. VIGA V6

Viga V6 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 430 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

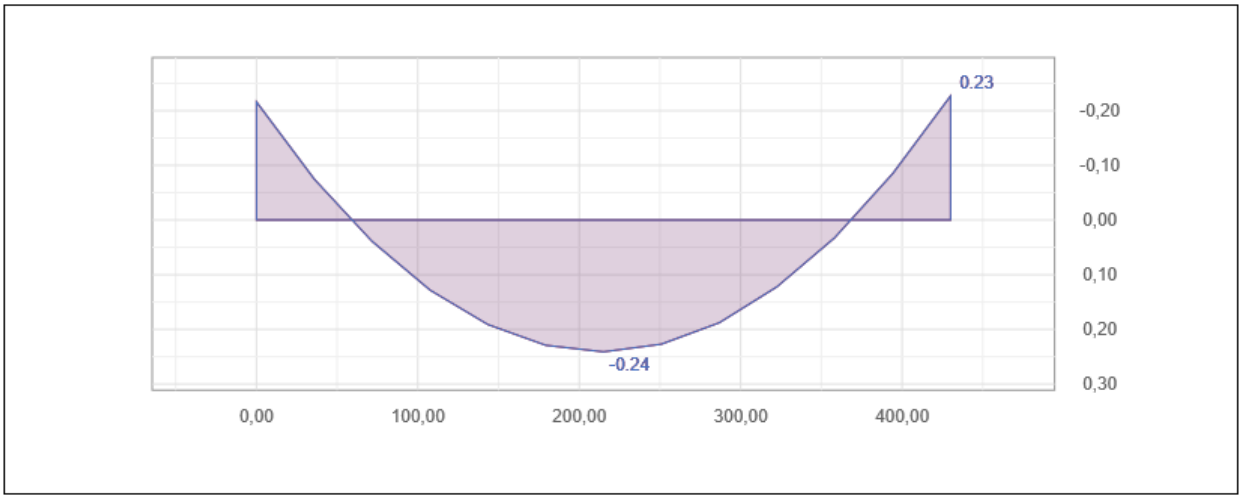
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.22 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.24 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.23 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

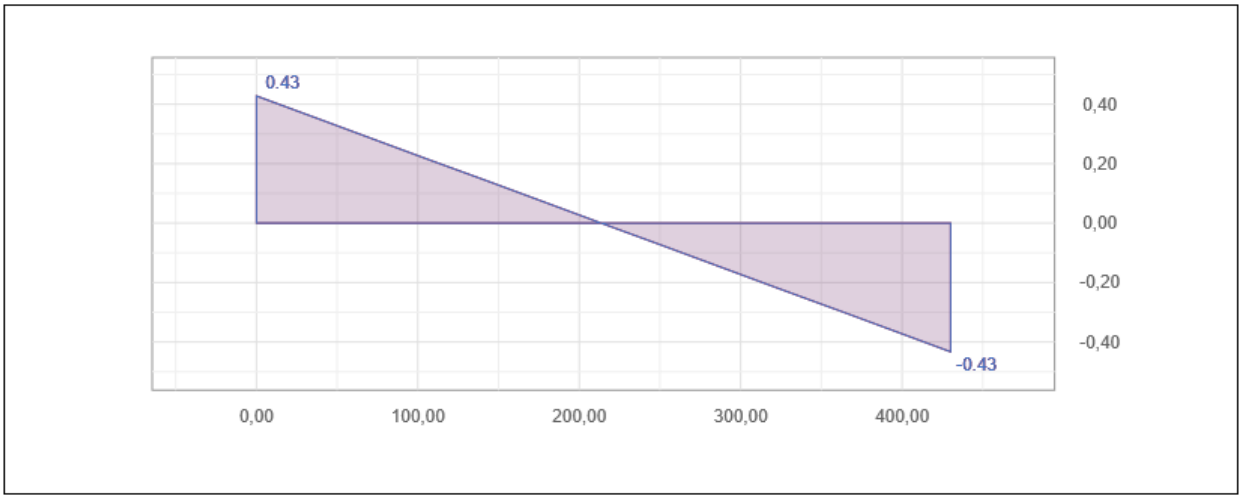
Δ_{lim} = 1.72 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 10054.55) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V6 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 410.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 410.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.61 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.60 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.31 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.7. VIGA V7

Viga V7 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 620 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

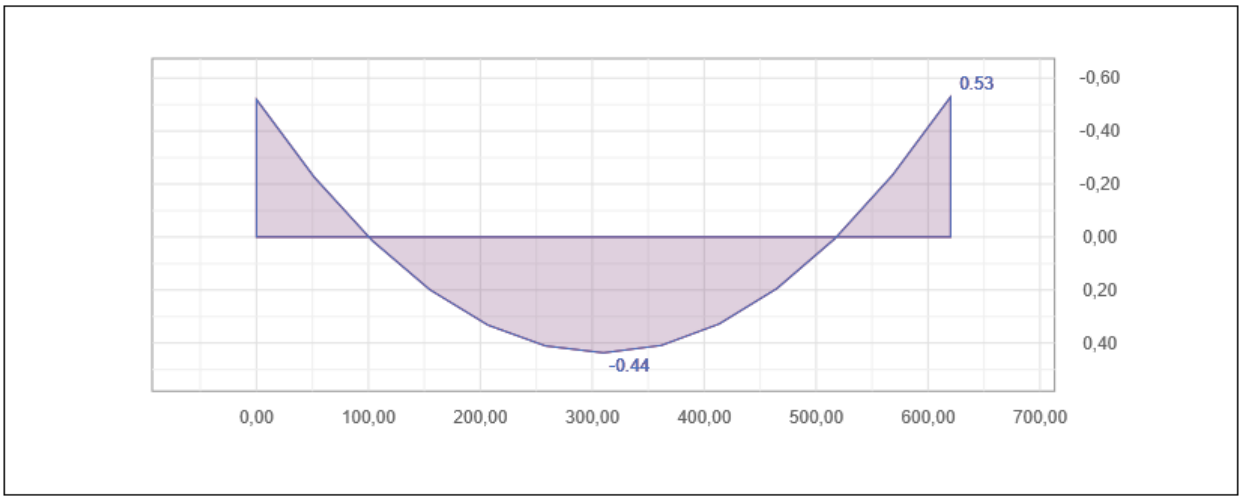
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.52 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.44 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.53 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

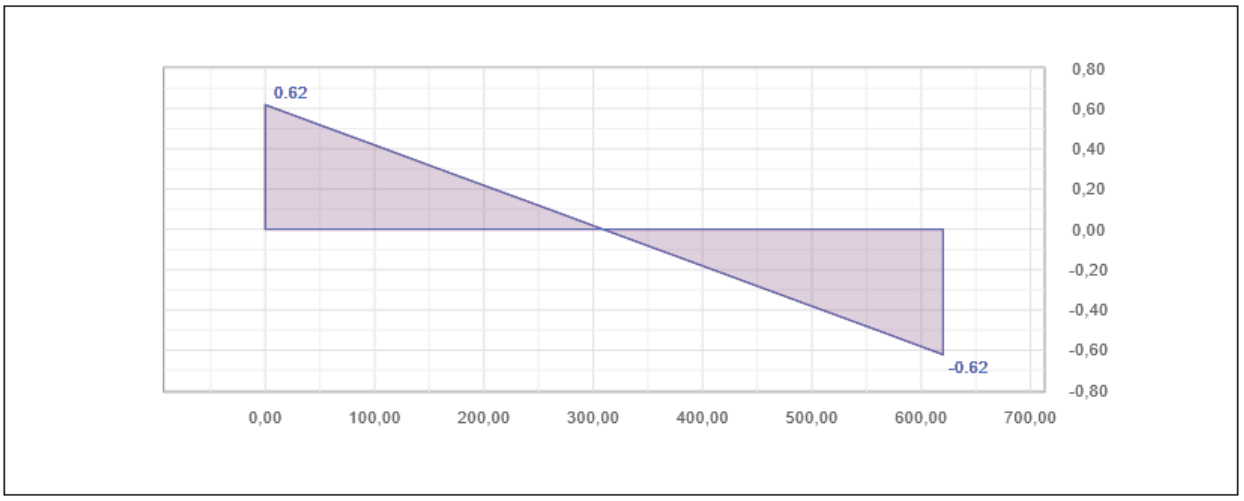
Δ_{lim} = 2.48 cm (L/250)

Δ = 0.07 cm (L/Δ = 8482.43) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V7 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 600.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 600.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.87 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.87 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.04 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.8. VIGA V8

Viga V8 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 631 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

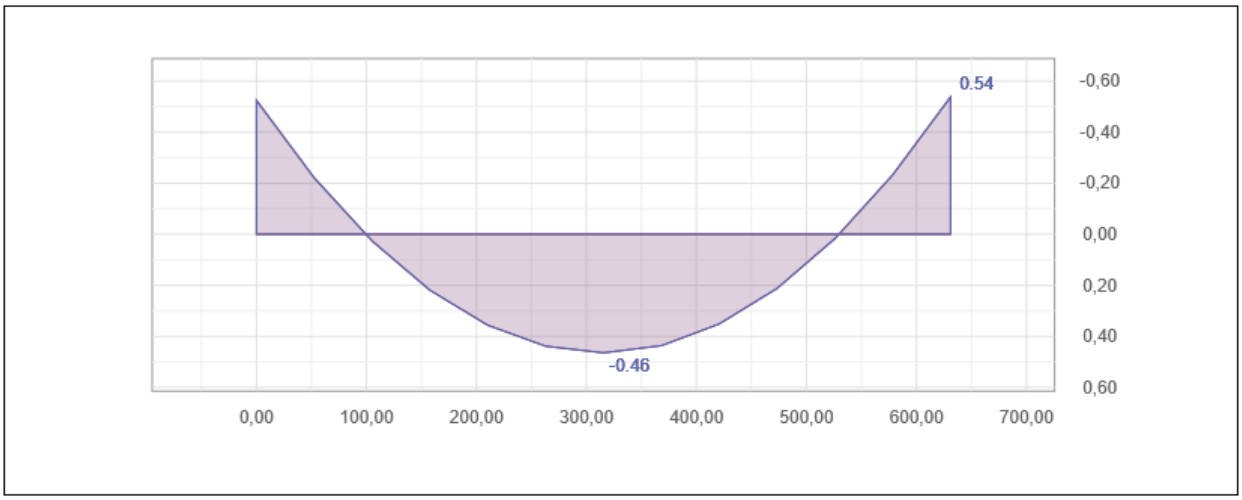
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.52 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.46 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.54 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

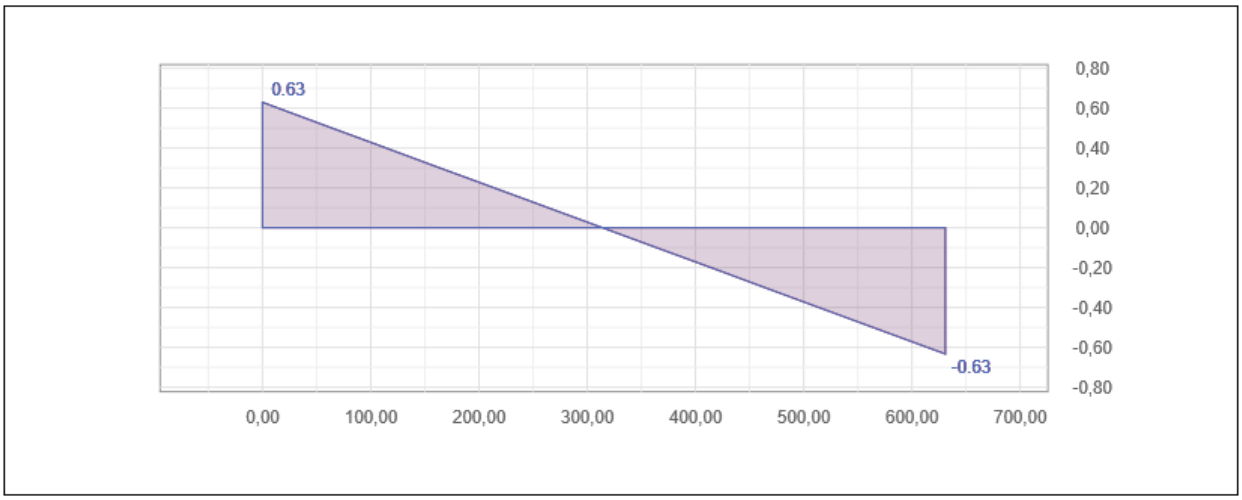
Δ_{lim} = 2.52 cm (L/250)

Δ = 0.08 cm (L/Δ = 7852.53) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V8 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 611.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 611.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.89 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.88 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.03 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.9. VIGA V9

Viga V9 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

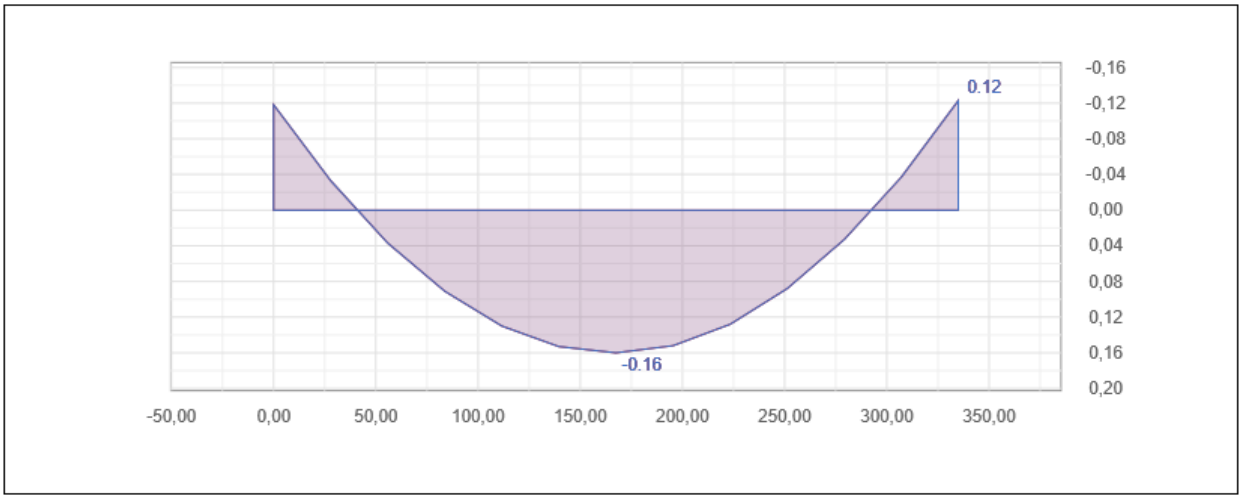
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.12 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.16 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.12 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

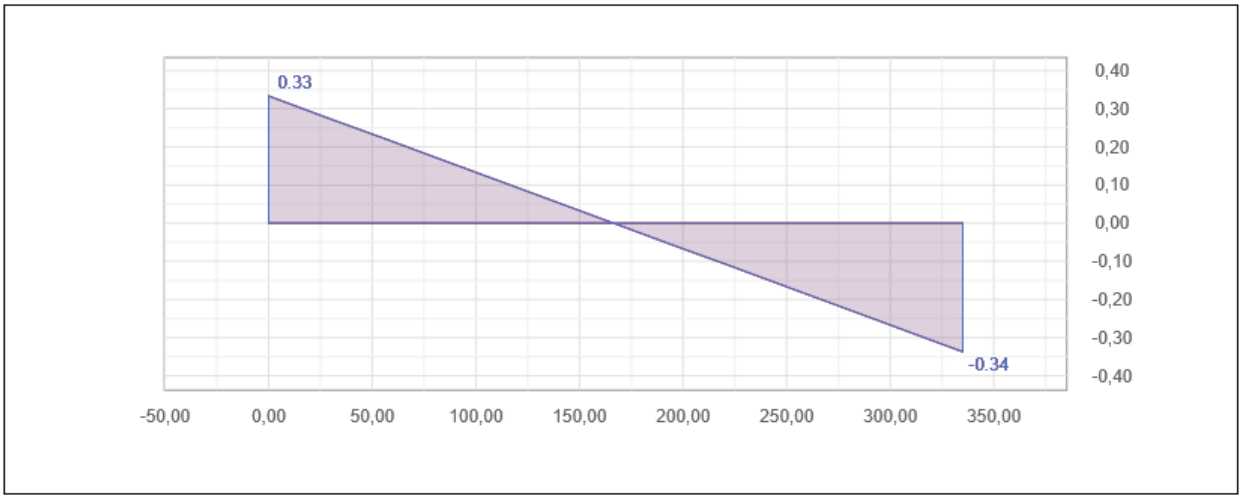
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 10924.74) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V9 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.47 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.47 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.44 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.10. VIGA V10

Viga V10 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

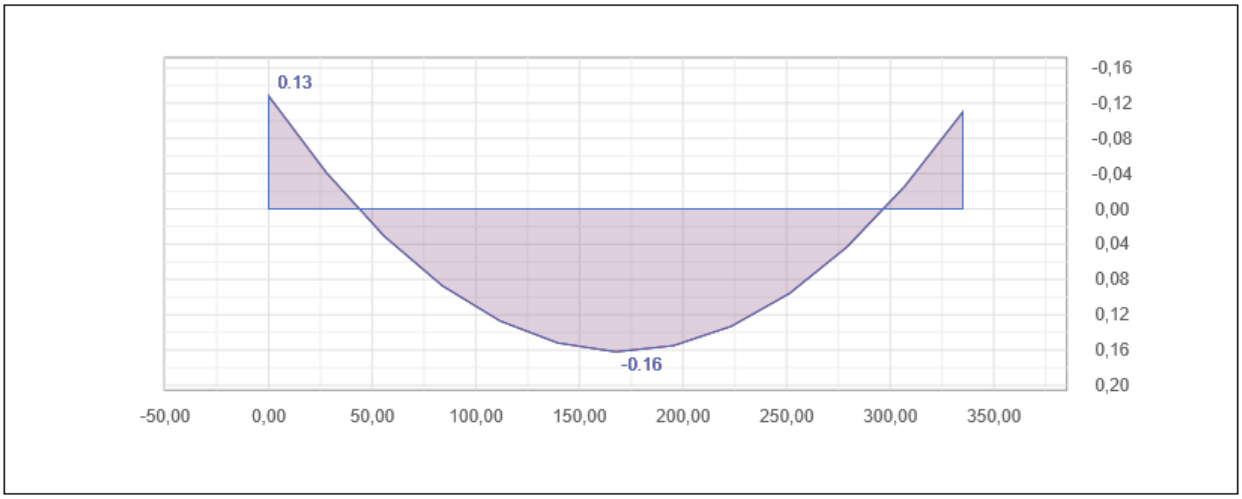
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.13 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.16 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.11 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

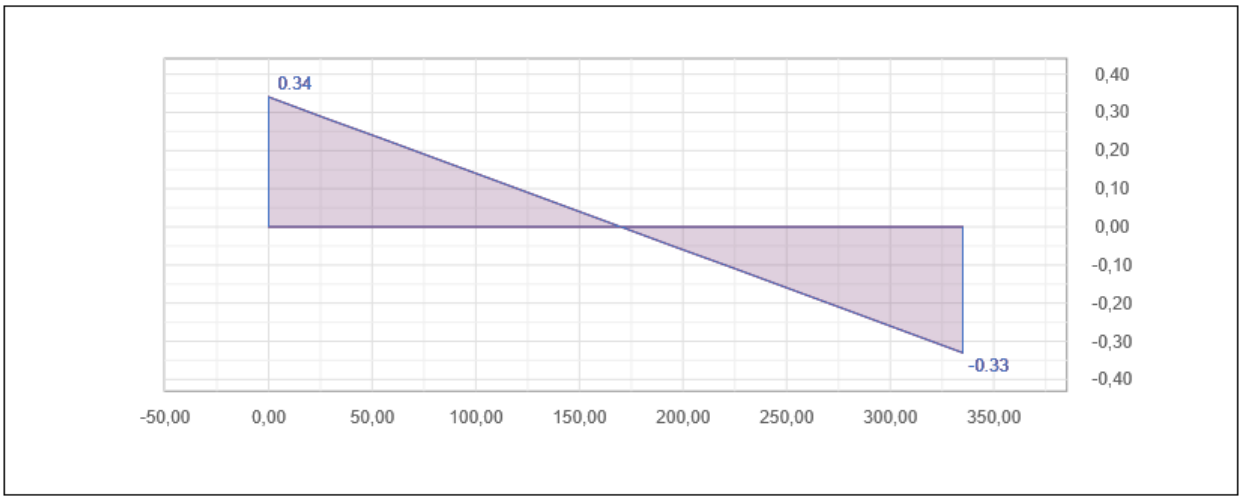
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 9482.95) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V10 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.48 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.48 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.43 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.11. VIGA V11

Viga V11 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 163 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

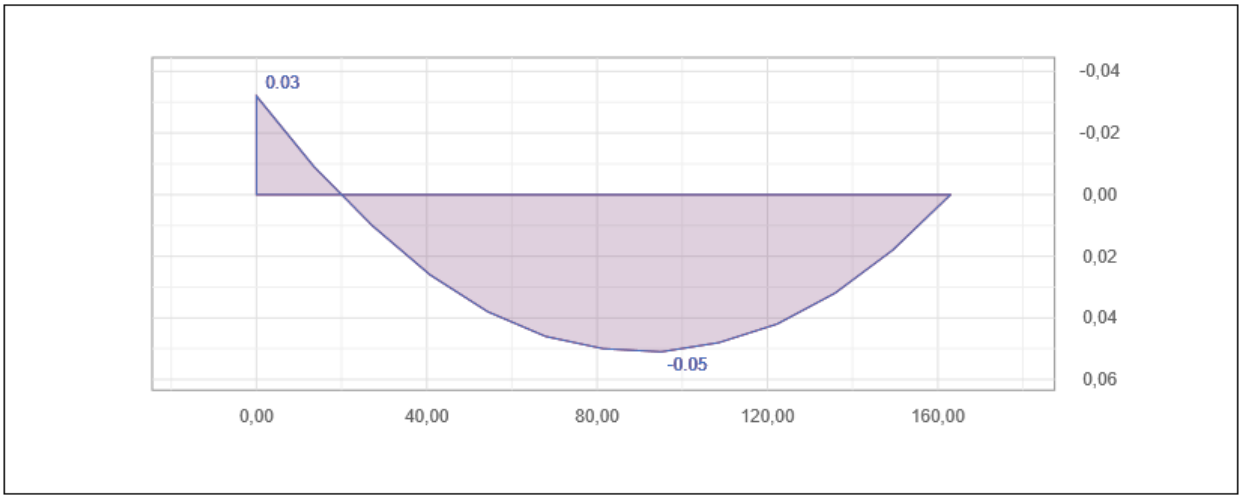
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.03 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.05 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.40 cm²

Flechas

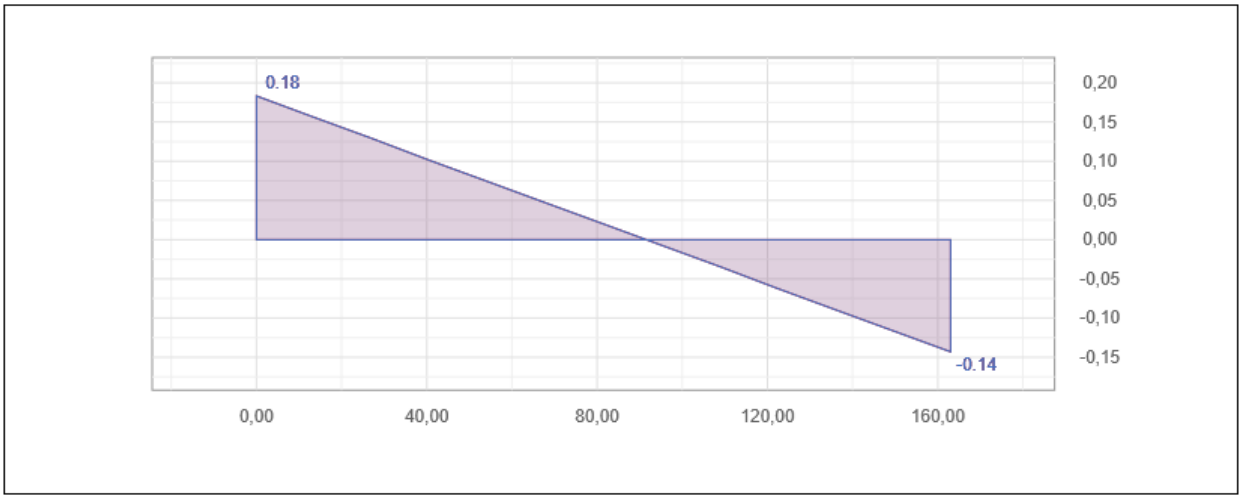
Δ_{lim} = 0.65 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 17160.55) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V11 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 143.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 143.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.26 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.26 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.65 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.12. VIGA V12

Viga V12 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 163 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

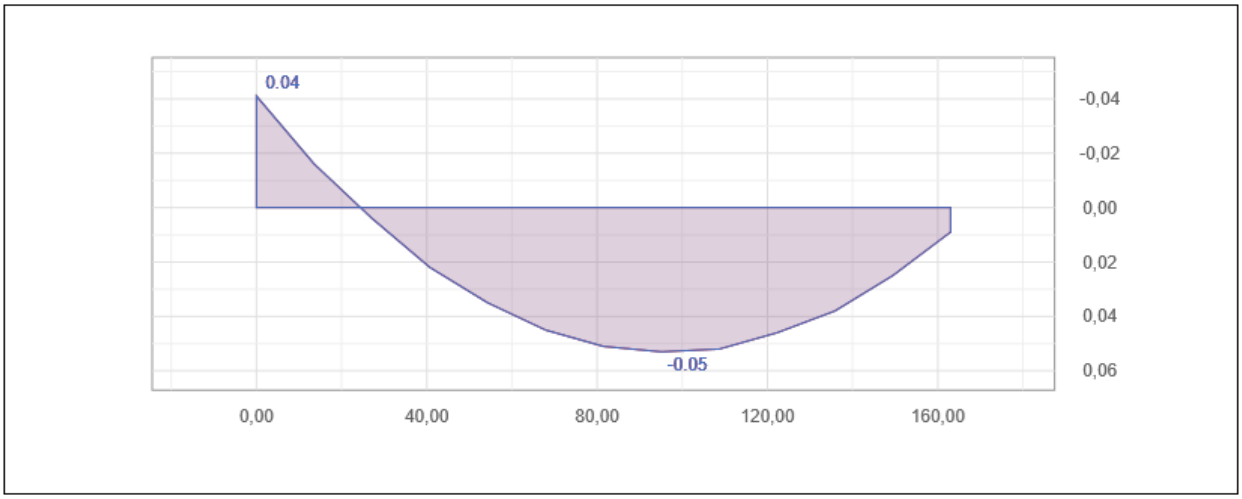
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.04 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.05 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.40 cm²

Flechas

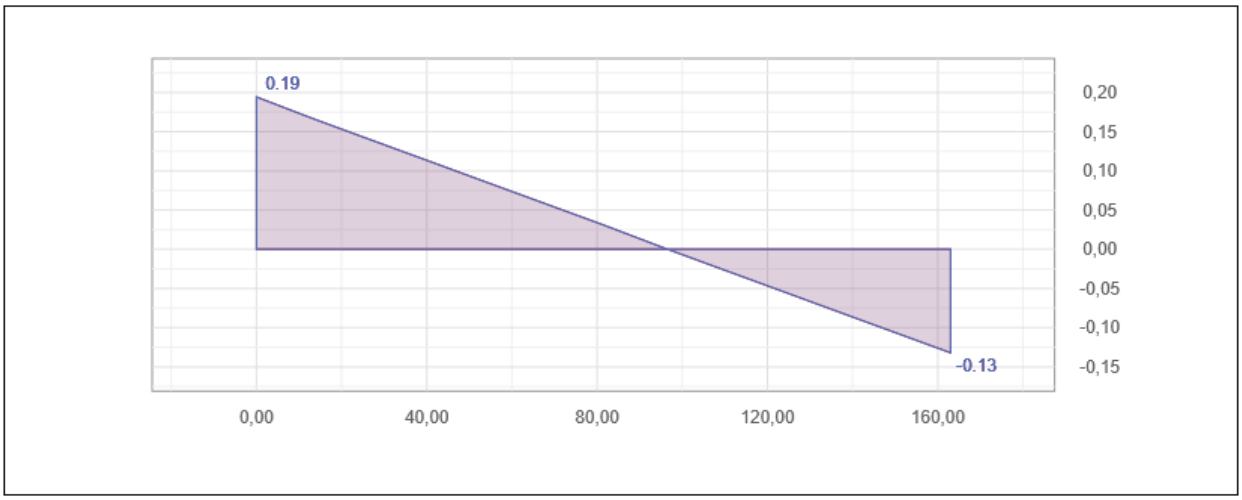
Δ_{lim} = 0.65 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 25679.39) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V12 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 143.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 143.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.27 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.27 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.64 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.13. VIGA V13

Viga V13 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 115 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

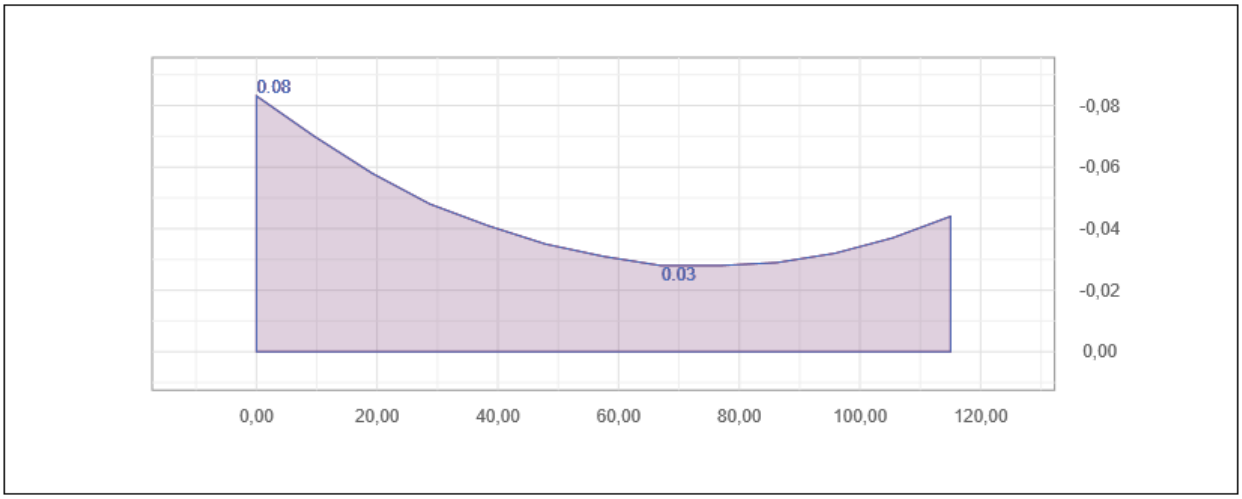
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.08 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.04 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

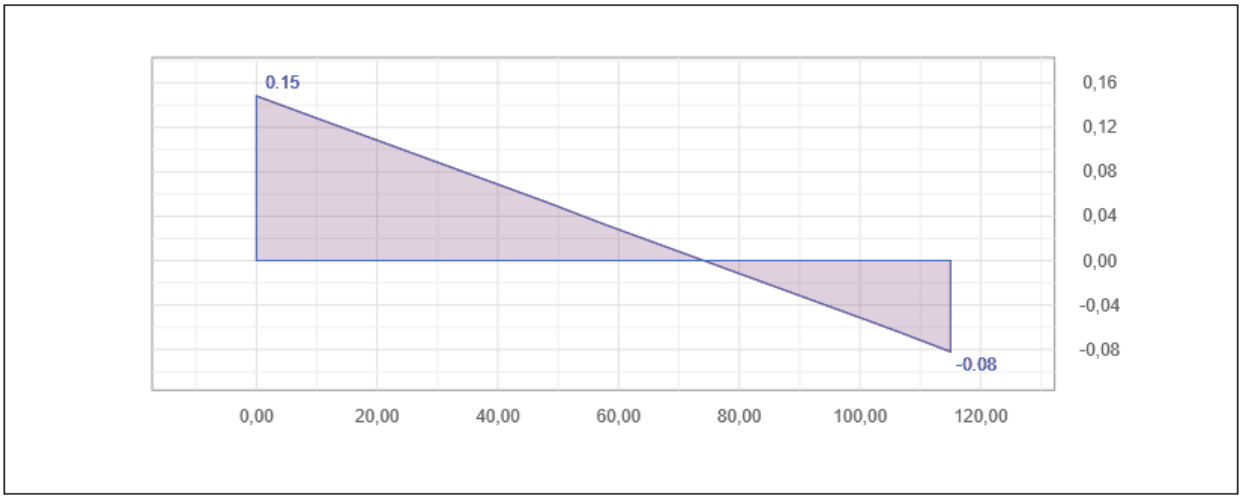
Δ_{lim} = 0.46 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 7749.29) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V13 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.21 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.21 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.70 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.14. VIGA V14

Viga V14 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 115 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

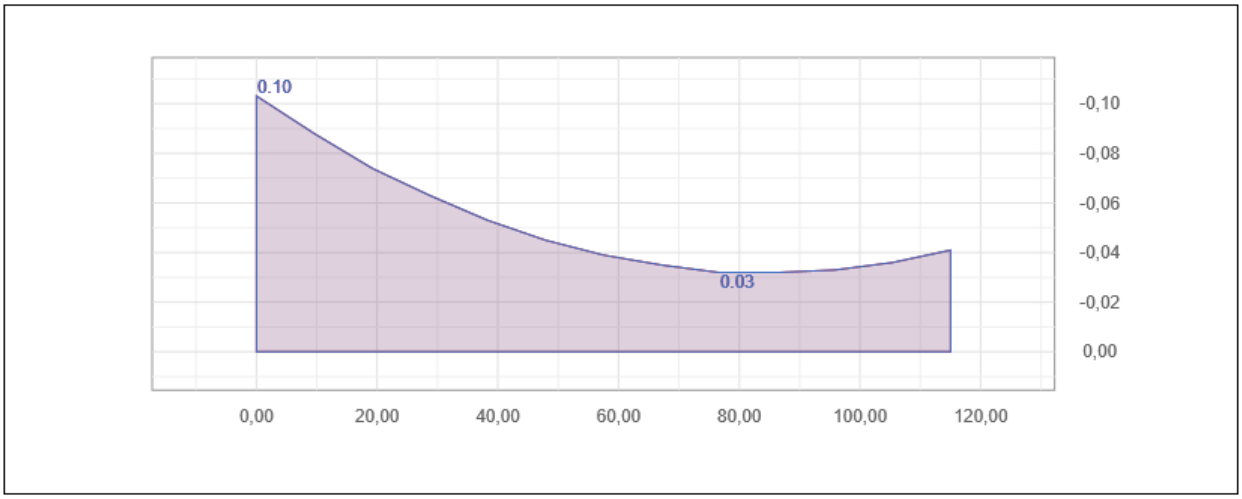
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.10 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.04 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

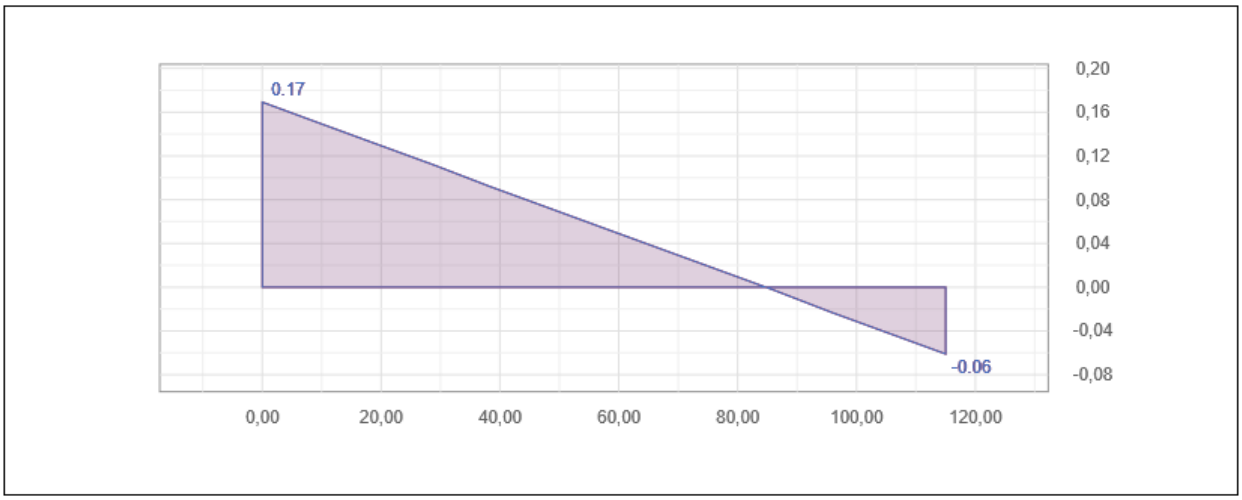
Δ_{lim} = 0.46 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 7092.45) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V14 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.24 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.24 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.67 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.15. VIGA V15

Viga V15 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 305 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

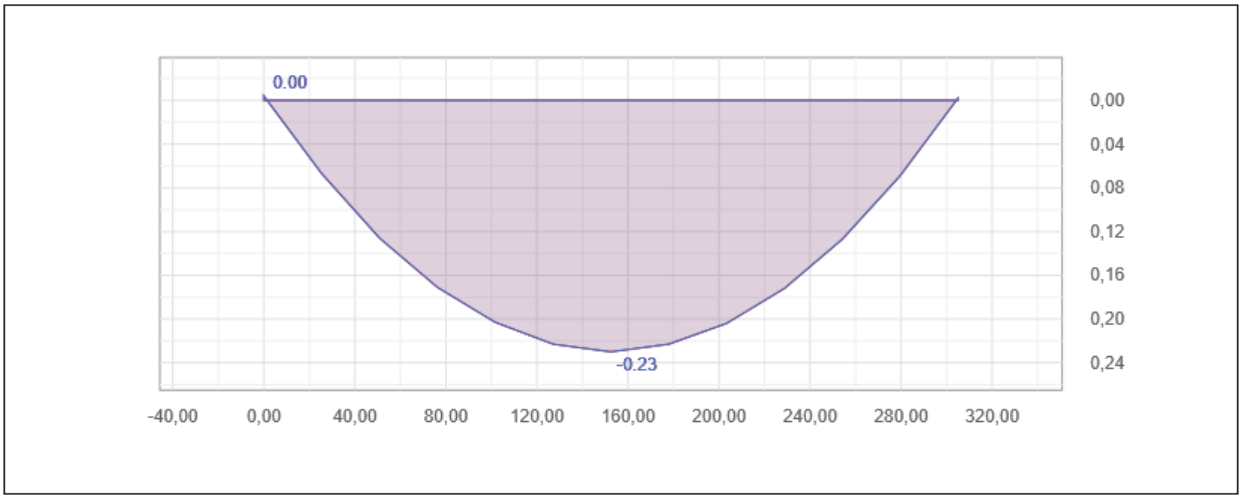
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.40 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.23 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.40 cm²

Flechas

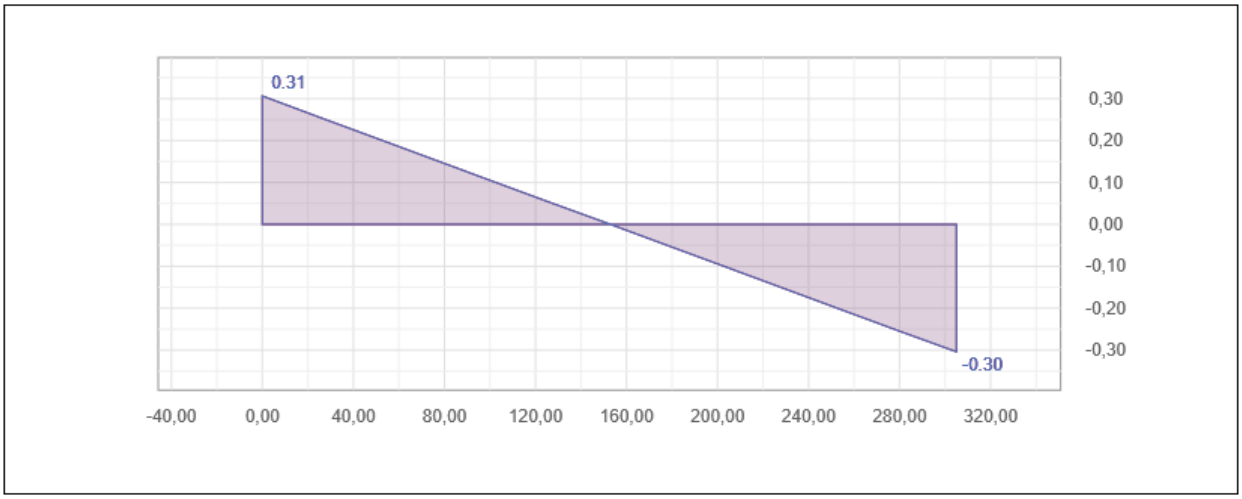
Δ_{lim} = 1.22 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 18410.37) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V15 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 285.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 285.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.43 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.43 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.48 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.3.16. VIGA V16

Viga V16 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 723 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

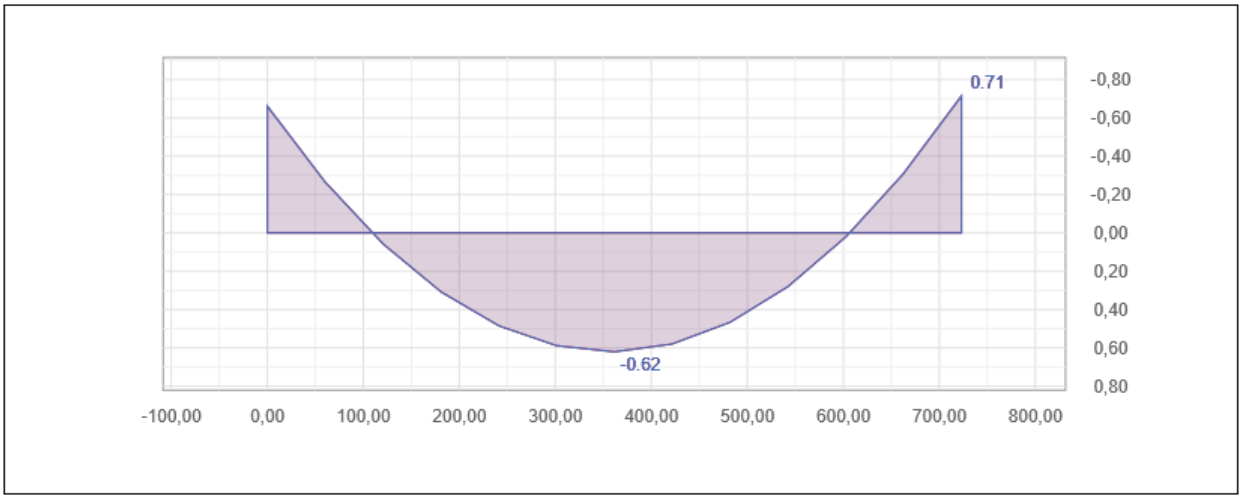
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.66 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.62 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.648881 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.71 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.30 cm²

Flechas

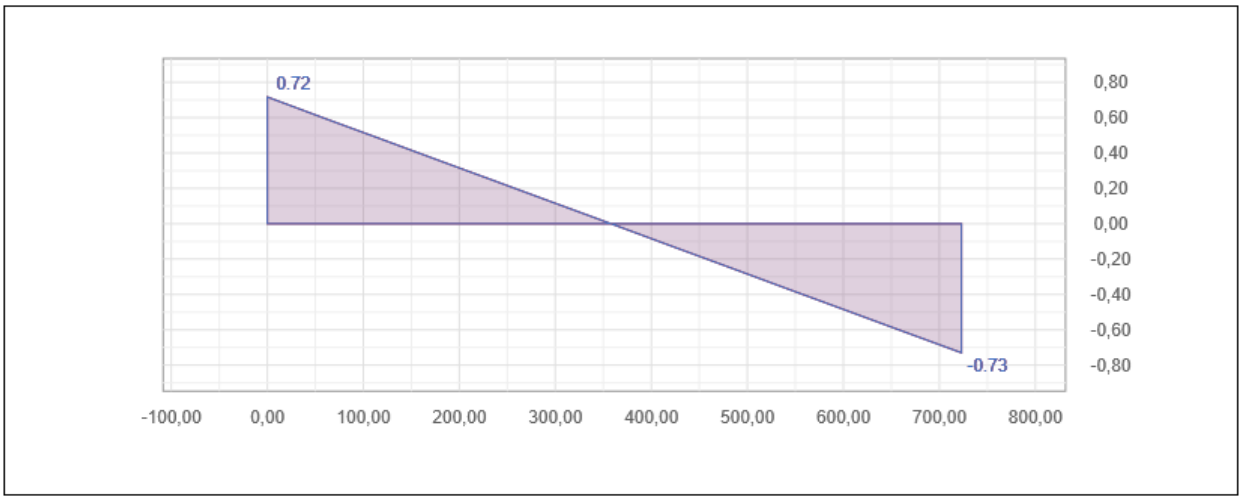
Δ_{lim} = 2.89 cm (L/250)

Δ = 0.14 cm (L/Δ = 5226.99) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V16 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 703.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 703.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.02 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 1.00 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -4.91 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.4. NÍVEL +525.520

8.2.2.4.1. VIGA VE3

Viga VE3 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 70 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 27 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

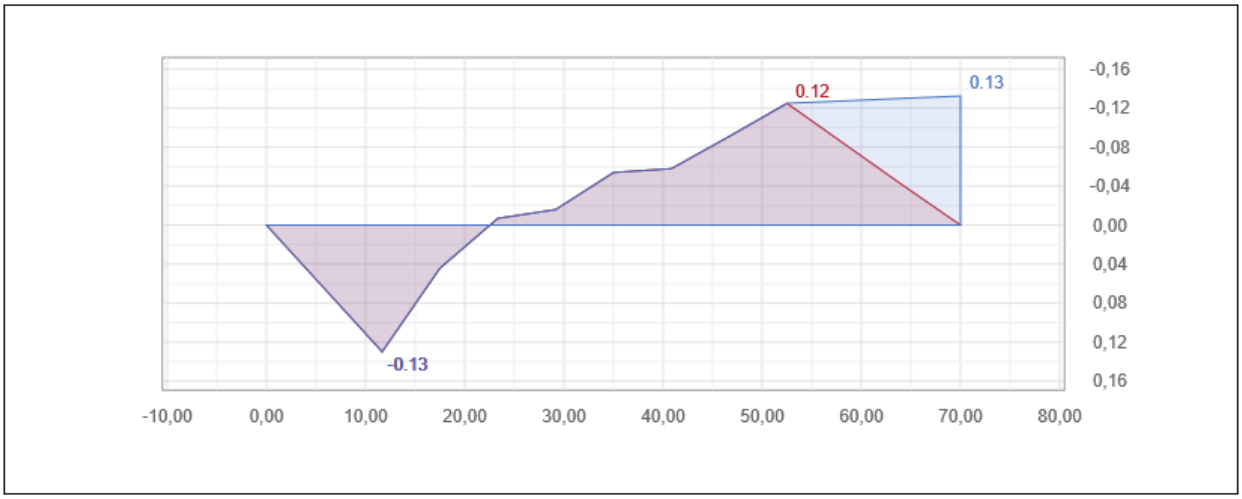
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.45 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.13 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.25 tfm

A_s = 1.36 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.3094 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.13 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.44 tfm

A_s = 1.38 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.34 cm²

Flechas

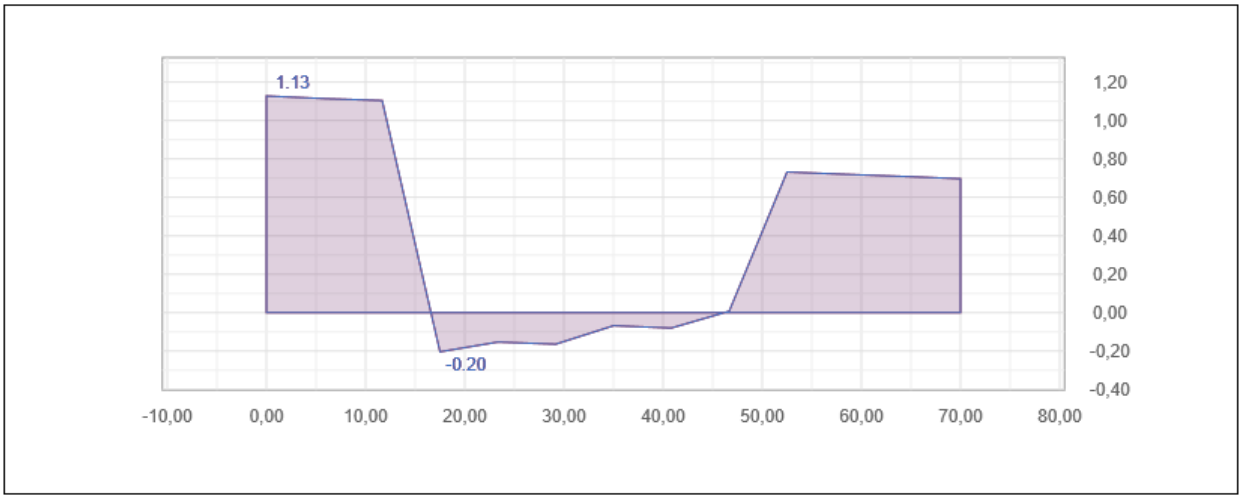
Δ_{lim} = 0.28 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 1995.17) - Flecha obtida da grelha linear

Viga VE3 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 50.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 50.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.58 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 1.58 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -4.33 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5. NÍVEL +526.740

8.2.2.5.1. VIGA V1

Viga V1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 723 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 20 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

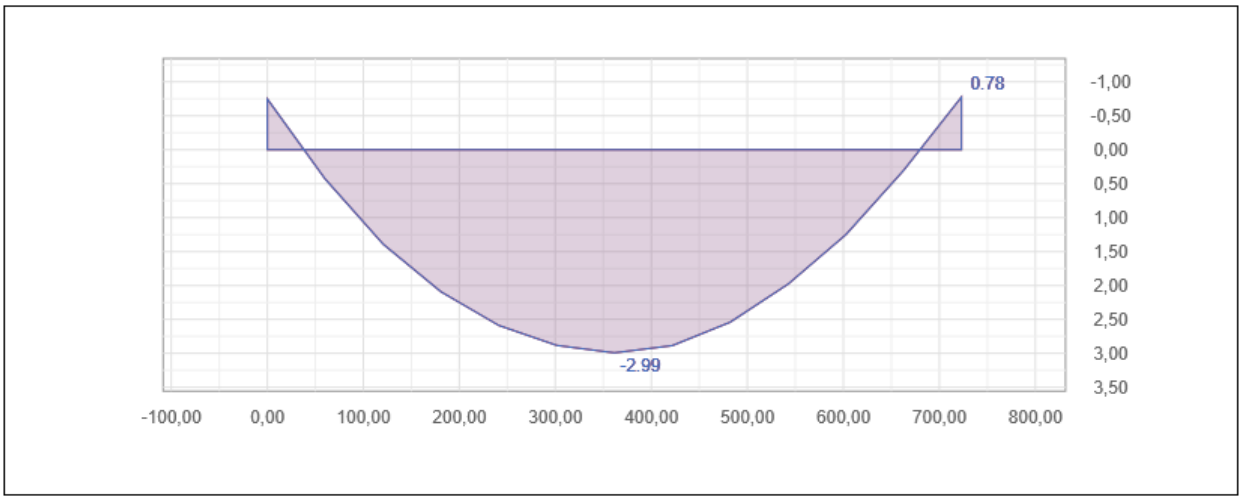
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.75 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.61 tfm

A_s = 1.80 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.60 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 2.99 tfm

$M_{1k,min+}$ = 2.61 tfm

A_s = 1.81 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.694665 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.78 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.61 tfm

A_s = 1.80 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.60 cm²

Flechas

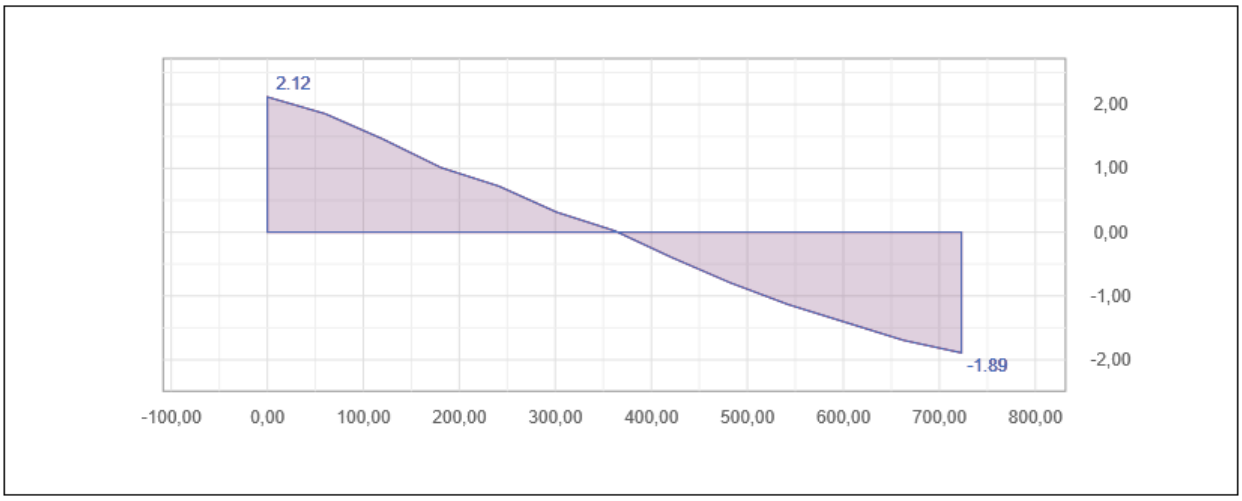
Δ_{lim} = 2.89 cm (L/250)

Δ = 0.20 cm (L/Δ = 3650.47) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 703.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 703.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.97 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 2.97 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -6.42 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.2. VIGA V2

Viga V2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 430 cm

b_w = 20 cm

h = 159 cm

d = 153 cm

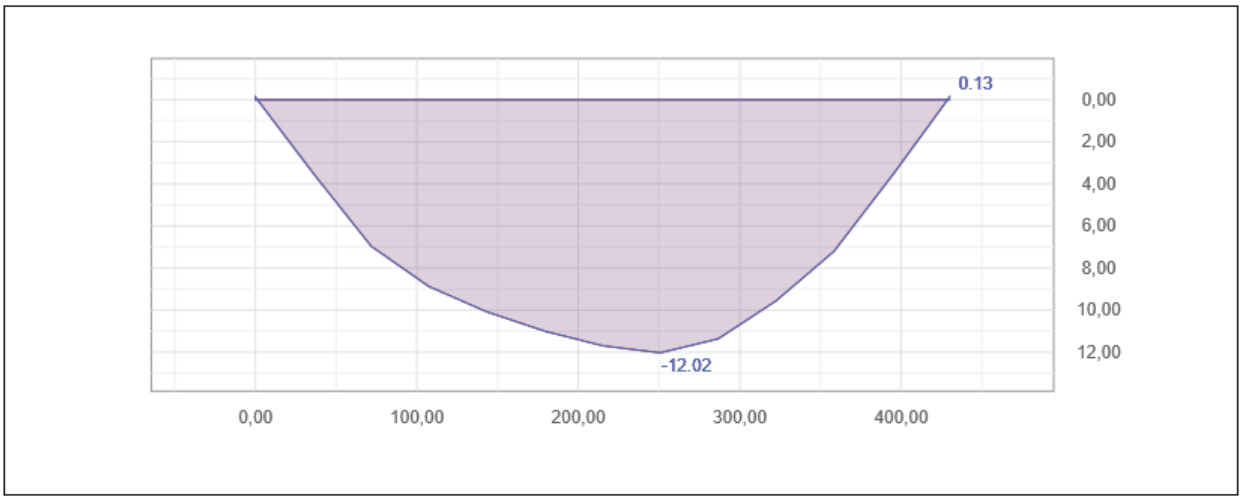
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.12 tfm

$M_{1k,min-}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 2.62 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 12.02 tfm

$M_{1k,min+}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 5.828537 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.13 tfm

$M_{1k,min-}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 2.71 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3180.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

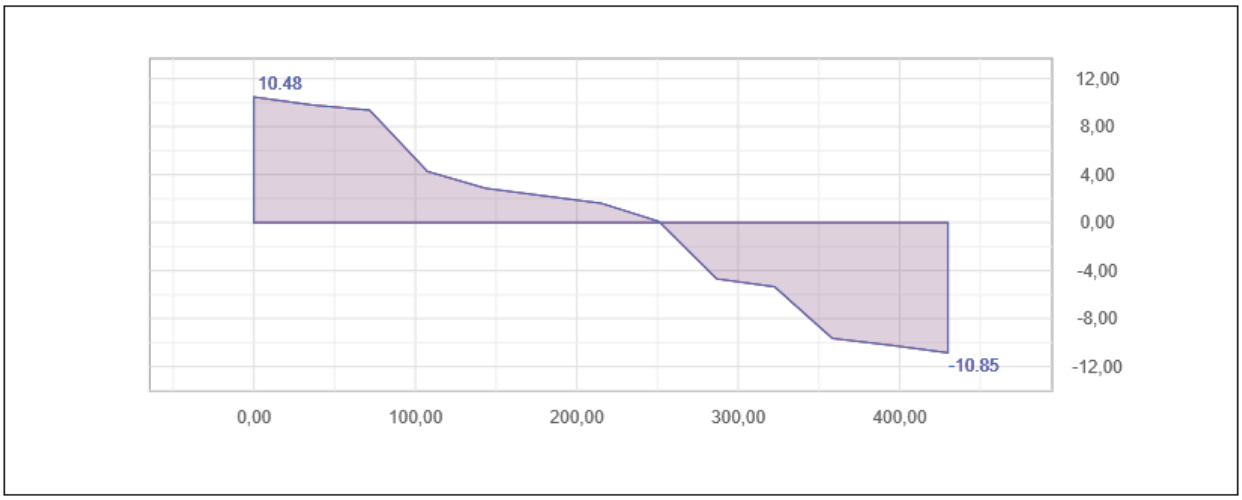
Δ_{lim} = 1.72 cm (L/250)

Δ = 0.05 cm (L/Δ = 8534.66) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 410.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 410.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 153 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 15.20 tf

V_{Rd2} = 155.80 tf

V_{Rd3} = 14.67 tf

V_c = 26.59 tf

V_{sw} = -11.92 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.83 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.3. VIGA V3

Viga V3 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 437 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 52.775 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

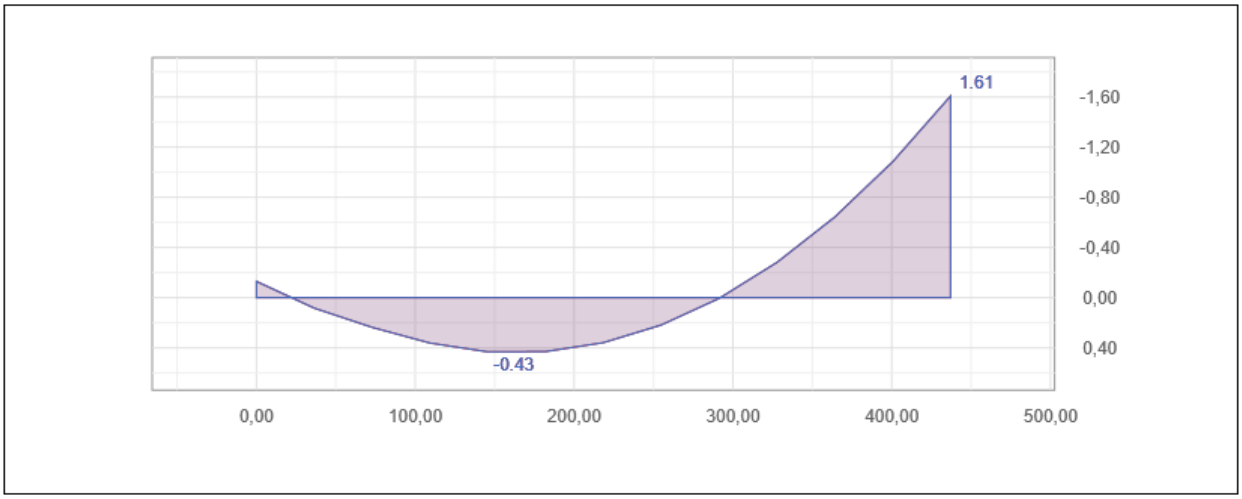
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.13 tfm

$M_{1k,min-}$ = 3.19 tfm

A_s = 1.96 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.85 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.43 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.24 tfm

A_s = 2.54 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.095931 cm

Armadura = 5 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.61 tfm

$M_{1k,min-}$ = 5.05 tfm

A_s = 3.10 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.08

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.63 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.75 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 20422.3) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 626 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 57.56 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

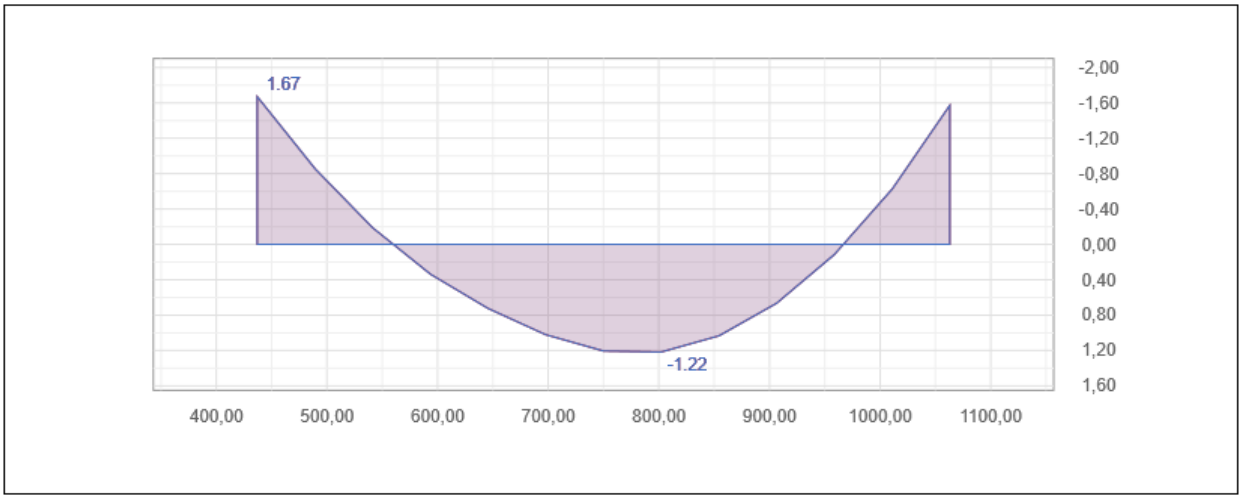
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.67 tfm

$M_{1k,min-}$ = 5.38 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.66 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.22 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.30 tfm

A_s = 2.65 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.020868 cm

Armadura = 5 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.88 tfm

$M_{1k,min-}$ = 5.38 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.66 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 2.50 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 17156.21) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 3 (Flexão)

Geometria

L = 105 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 41 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

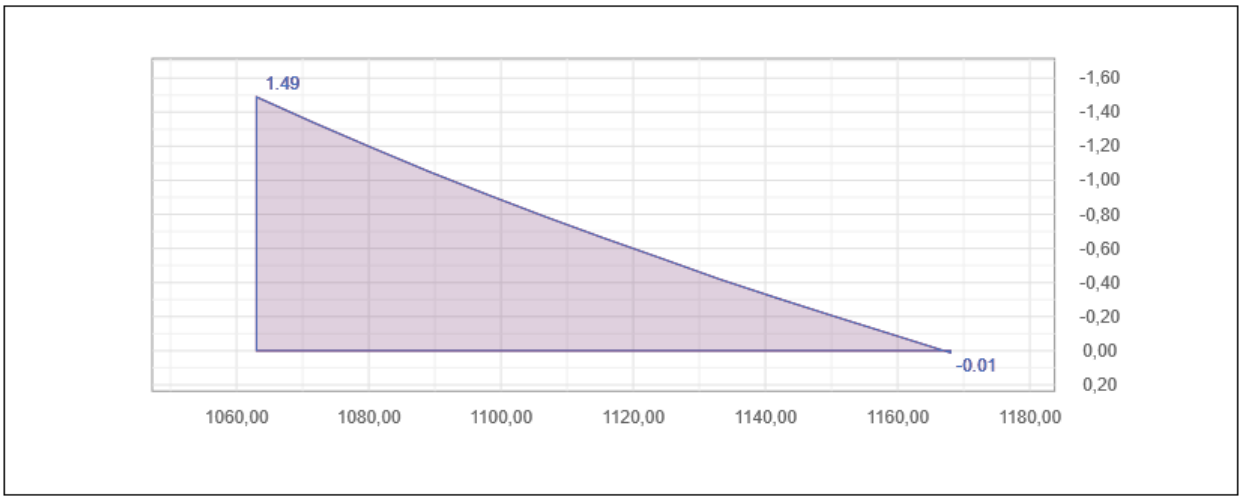
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 2.88 tfm

$M_{1k,min+}$ = 4.22 tfm

A_s = 2.57 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Flechas

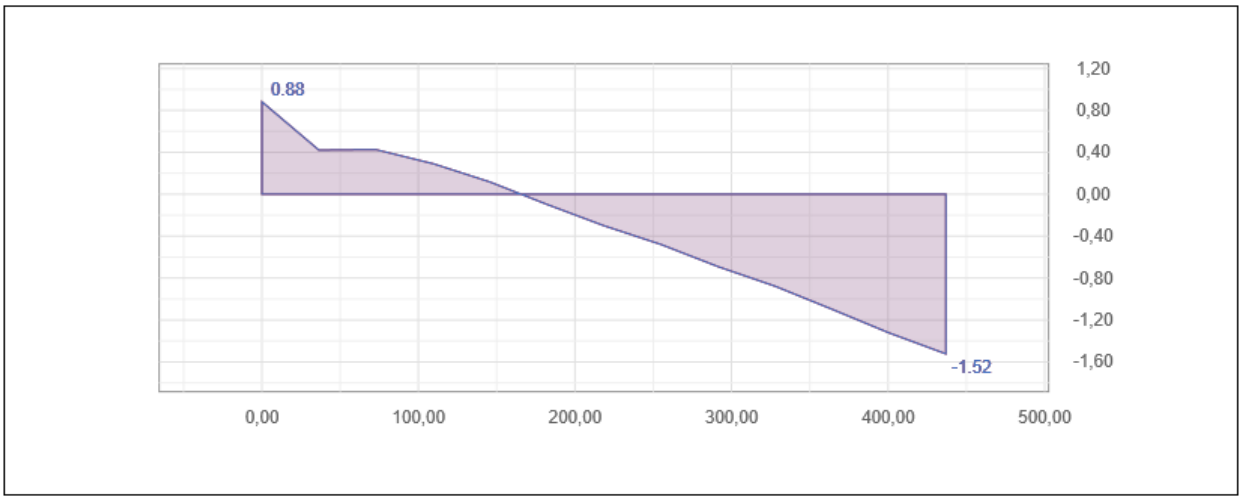
Δ_{lim} = 0.84 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 11773) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 417.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 417.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.13 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 1.24 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -8.15 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

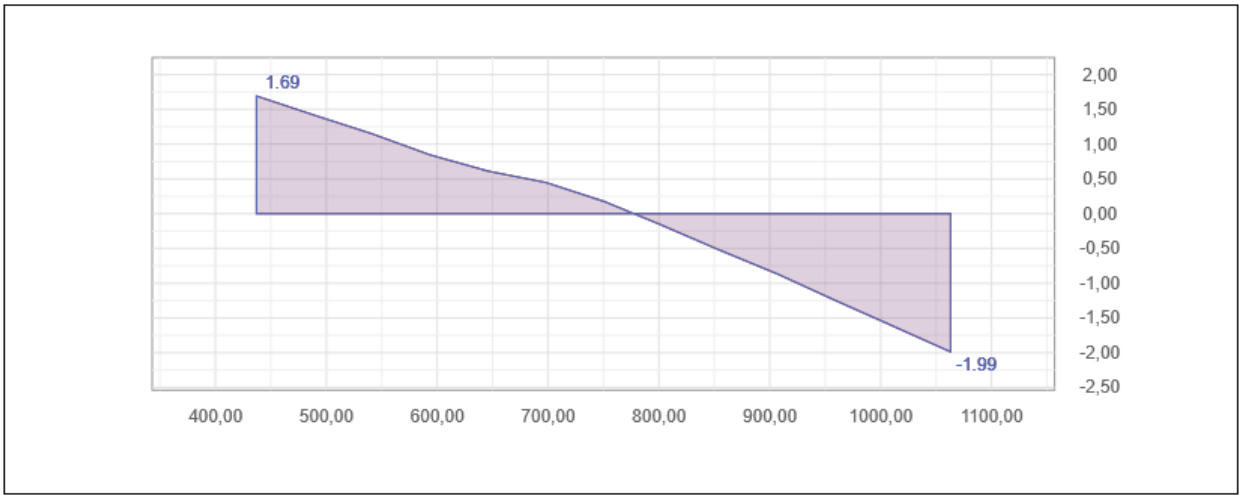
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V3 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 606.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 606.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.78 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 2.37 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -7.01 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

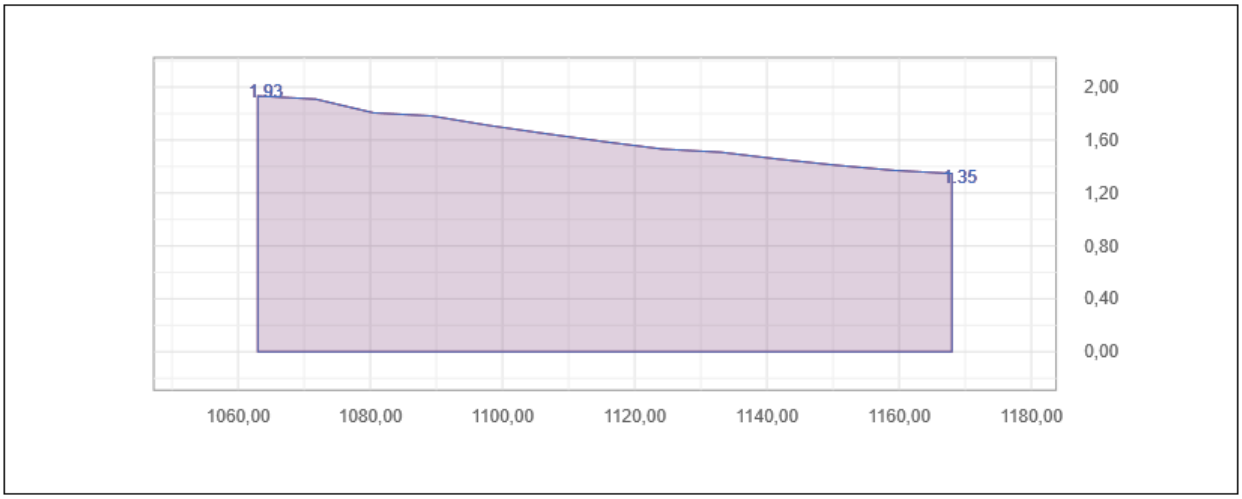
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V3 / Vão 3 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.71 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 2.71 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -6.68 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.92 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.4. VIGA V4

Viga V4 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 508.5 cm

b_w = 20 cm

h = 110 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 104 cm

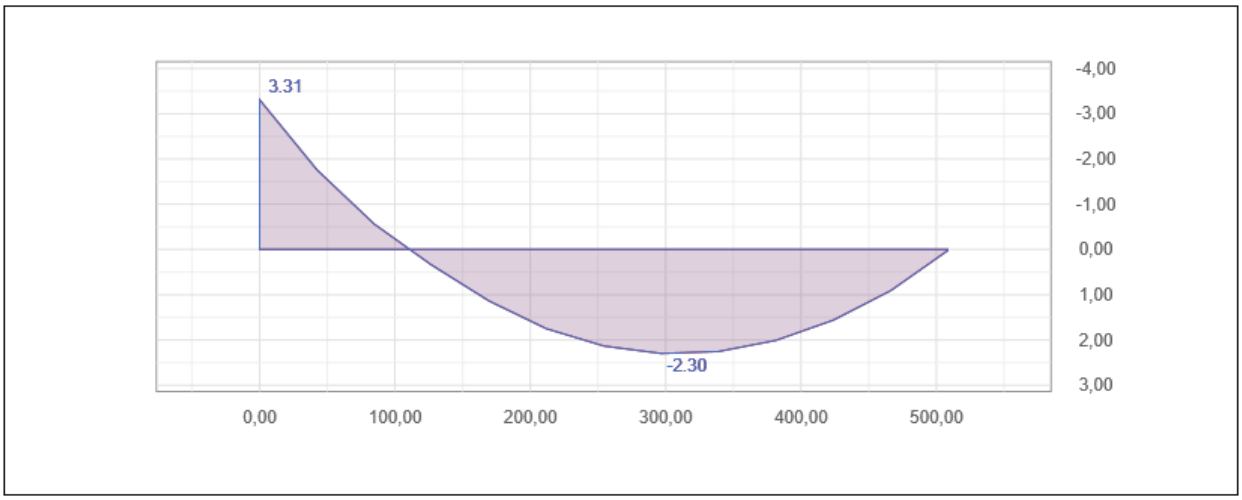
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 3.31 tfm

$M_{1k,min-}$ = 8.76 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.04 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 2.30 tfm

$M_{1k,min+}$ = 8.76 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 4.094225 cm

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 8.76 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.10 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 2200.00 cm²

Armadura = 10 Ø 8 mm

Flechas

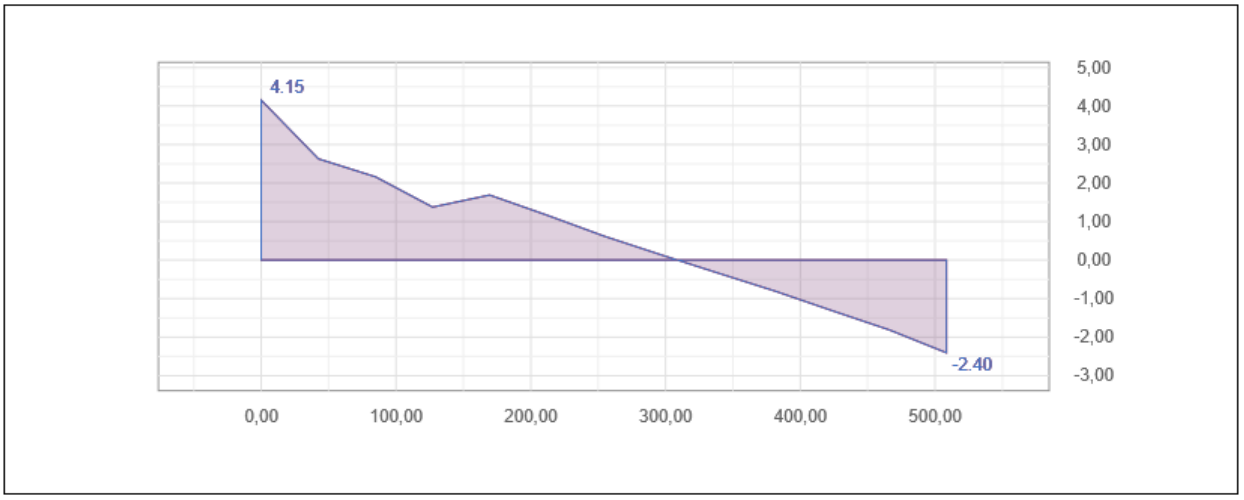
Δ_{lim} = 2.03 cm (L/250)

Δ = 0.13 cm (L/Δ = 4054.81) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V4 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 488.52 cm (x_i = 0 cm; x_f = 488.52 cm)

b_w = 20 cm

d = 104 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.81 tf

V_{Rd2} = 105.90 tf

V_{Rd3} = 5.81 tf

V_c = 18.07 tf

V_{sw} = -12.26 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.5. VIGA V5

Viga V5 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 362.3 cm

b_w = 20 cm

h = 150 cm

b_{ci} = 29.0575 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 144 cm

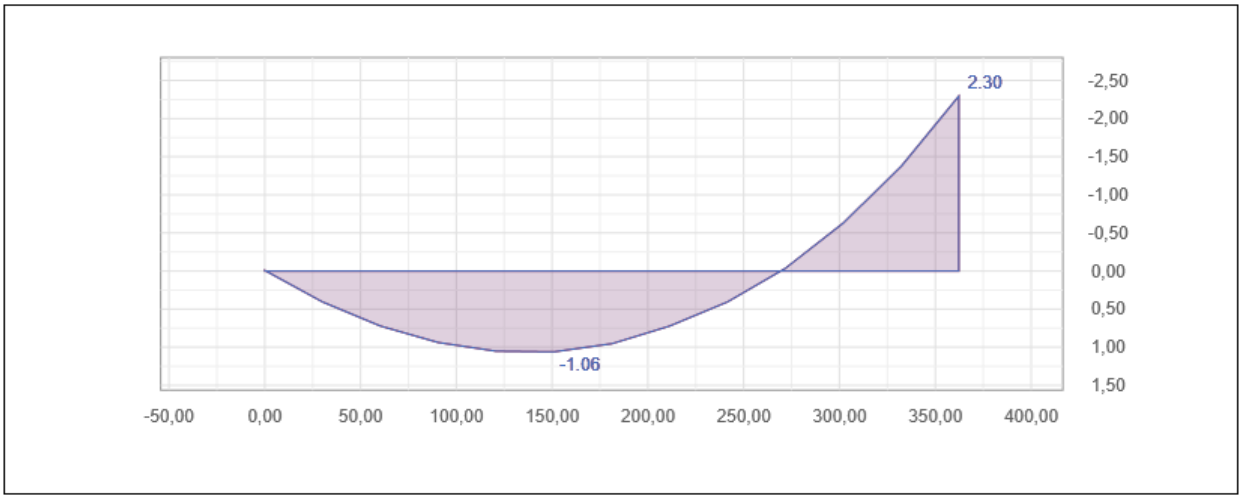
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 17.33 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.57 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.06 tfm

$M_{1k,min+}$ = 18.74 tfm

A_s = 4.70 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 6.356837 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.30 tfm

$M_{1k,min-}$ = 17.33 tfm

A_s = 4.70 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.03

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.18 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3000.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

Δ_{lim} = 1.45 cm (L/250)

Δ = 0.08 cm (L/Δ = 4680.15) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 400 cm

b_w = 20 cm

h = 150 cm

b_{ci} = 30 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 144 cm

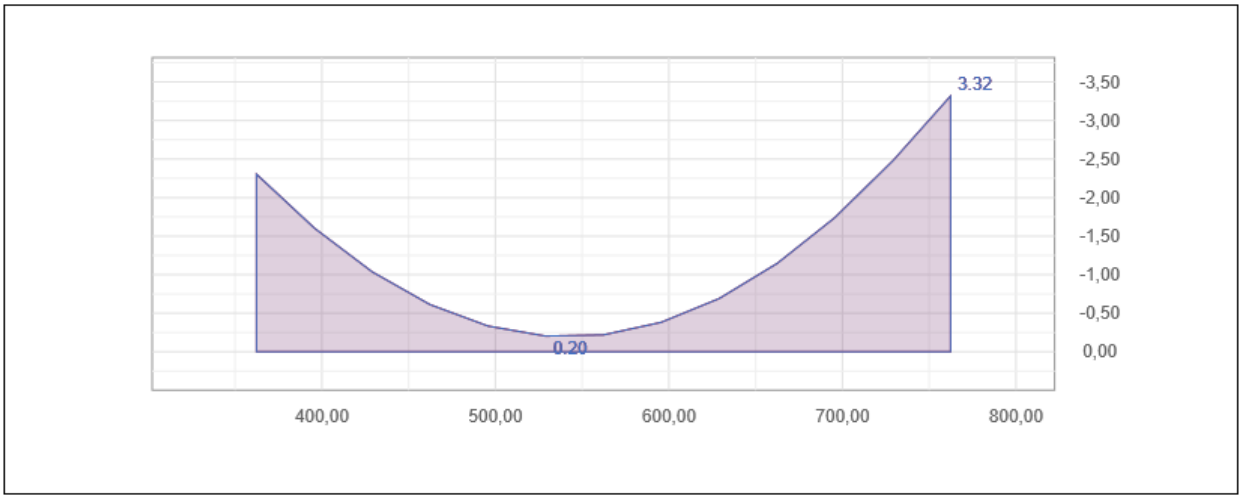
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 2.30 tfm

$M_{1k,min-}$ = 17.43 tfm

A_s = 4.72 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.03

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.18 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 18.99 tfm

A_s = 4.72 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 6.444596 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 3.32 tfm

$M_{1k,min-}$ = 17.43 tfm

A_s = 4.72 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.03

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.18 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3000.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

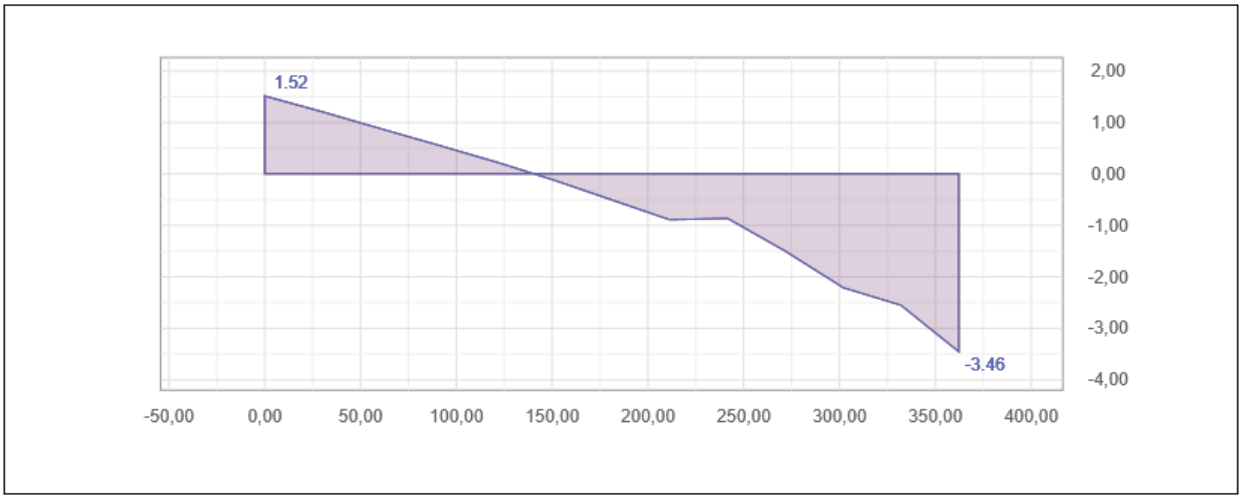
Δ_{lim} = 1.60 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 18450.08) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 342.31 cm (x_i = 0 cm; x_f = 342.31 cm)

b_w = 20 cm

d = 144 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 4.84 tf

V_{Rd2} = 146.63 tf

V_{Rd3} = 2.12 tf

V_c = 25.03 tf

V_{sw} = -22.90 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

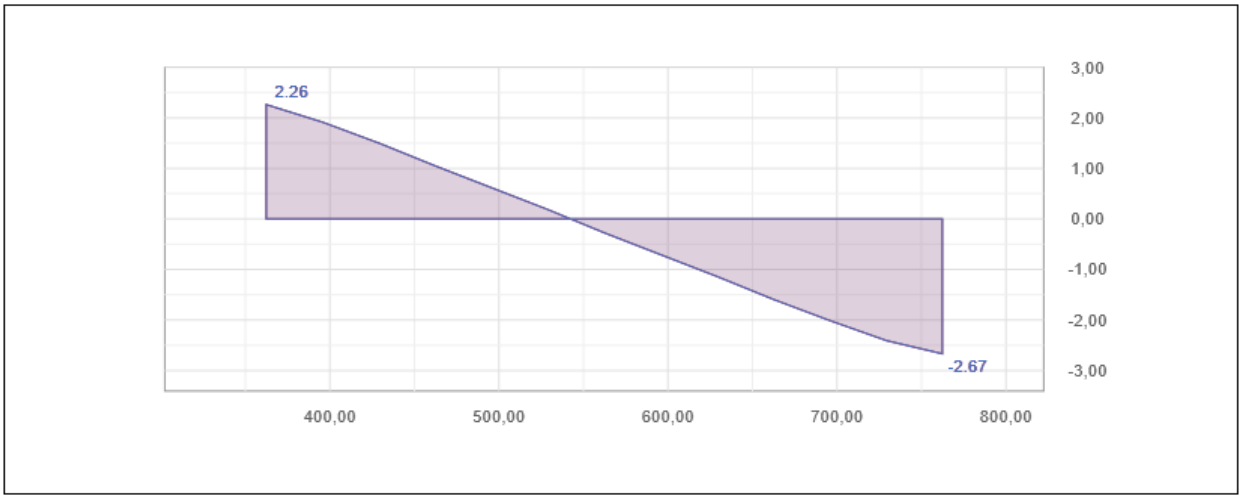
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

Viga V5 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 380.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 380.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 144 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 3.73 tf

V_{Rd2} = 146.63 tf

V_{Rd3} = 3.17 tf

V_c = 25.03 tf

V_{sw} = -21.86 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.6. VIGA V6

Viga V6 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 272.5 cm

b_w = 20 cm

h = 70 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 64 cm

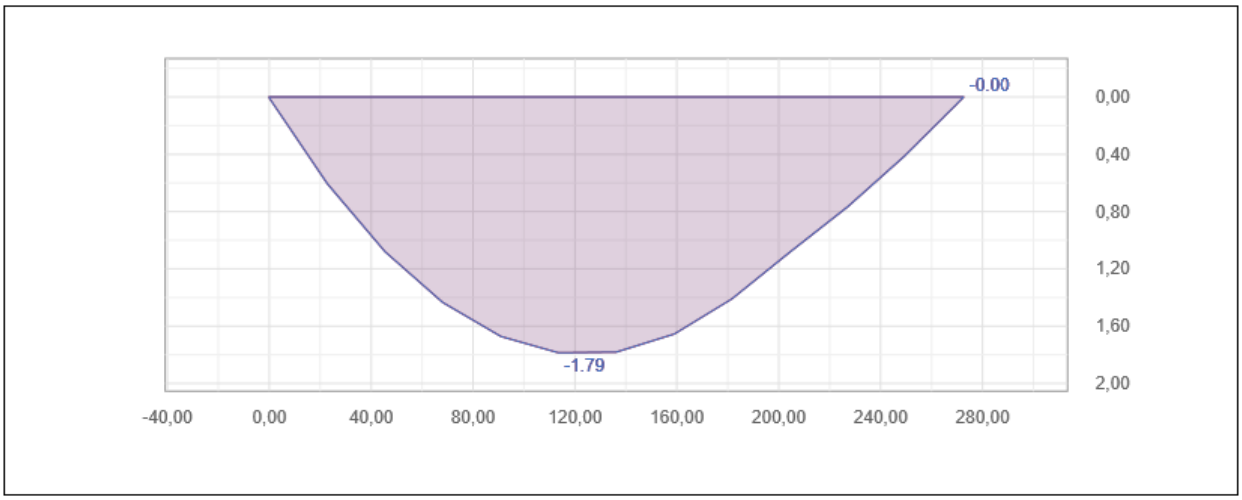
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 3.55 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.76 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.79 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.55 tfm

A_s = 2.10 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.690603 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 3.55 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.70 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 1400.00 cm²

Armadura = 6 Ø 8 mm

Flechas

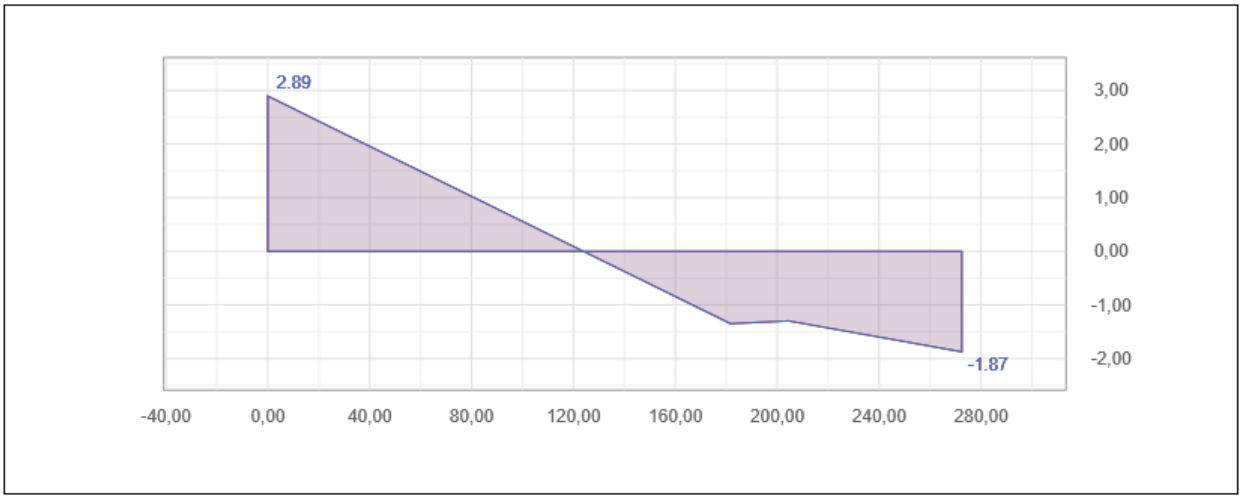
Δ_{lim} = 1.09 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 6249.28) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V6 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 252.52 cm (x_i = 0 cm; x_f = 252.52 cm)

b_w = 20 cm

d = 64 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 4.05 tf

V_{Rd2} = 65.17 tf

V_{Rd3} = 4.05 tf

V_c = 11.12 tf

V_{sw} = -7.07 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.7. VIGA V7

Viga V7 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 400 cm

b_w = 20 cm

h = 150 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 144 cm

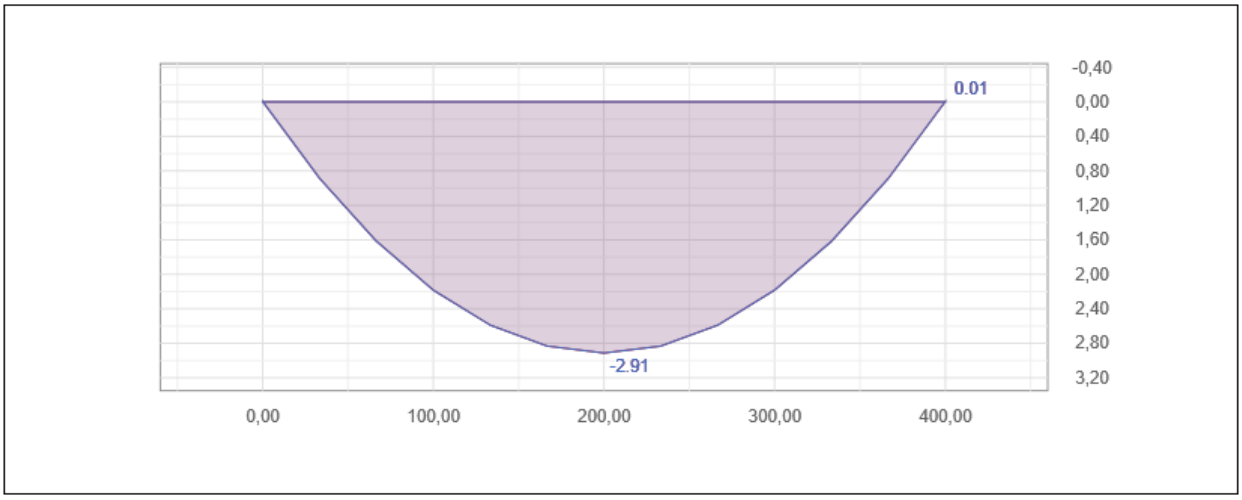
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 16.29 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.50 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 2.91 tfm

$M_{1k,min+}$ = 16.29 tfm

A_s = 4.50 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 5.511649 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 16.29 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.50 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3000.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

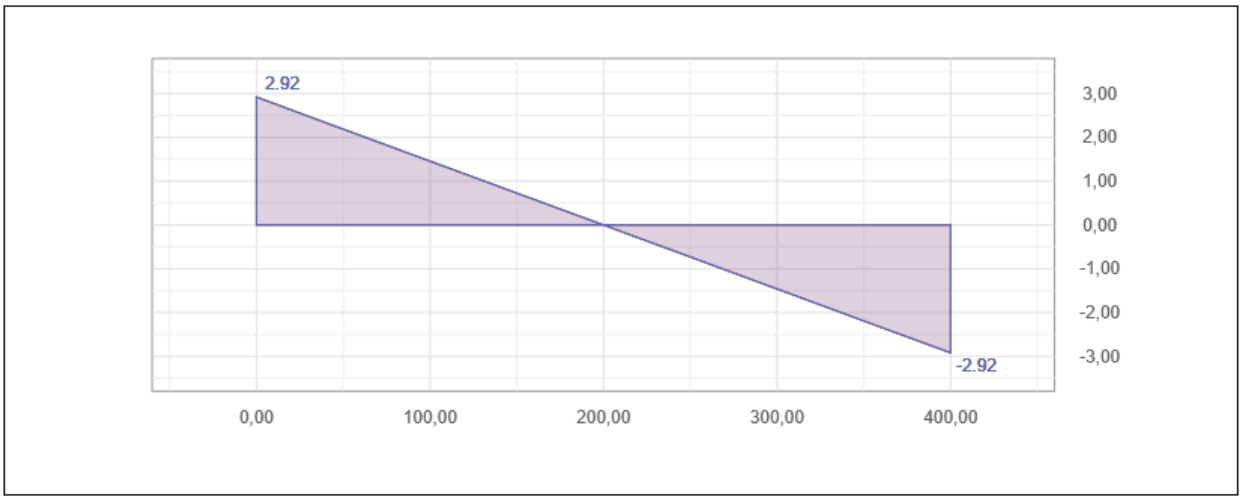
Δ_{lim} = 1.60 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 15793.69) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V7 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 380.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 380.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 144 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 4.09 tf

V_{Rd2} = 146.63 tf

V_{Rd3} = 4.09 tf

V_c = 25.03 tf

V_{sw} = -20.93 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.8. VIGA V8

Viga V8 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 362.3 cm

b_w = 20 cm

h = 150 cm

b_{ci} = 29.0575 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 144 cm

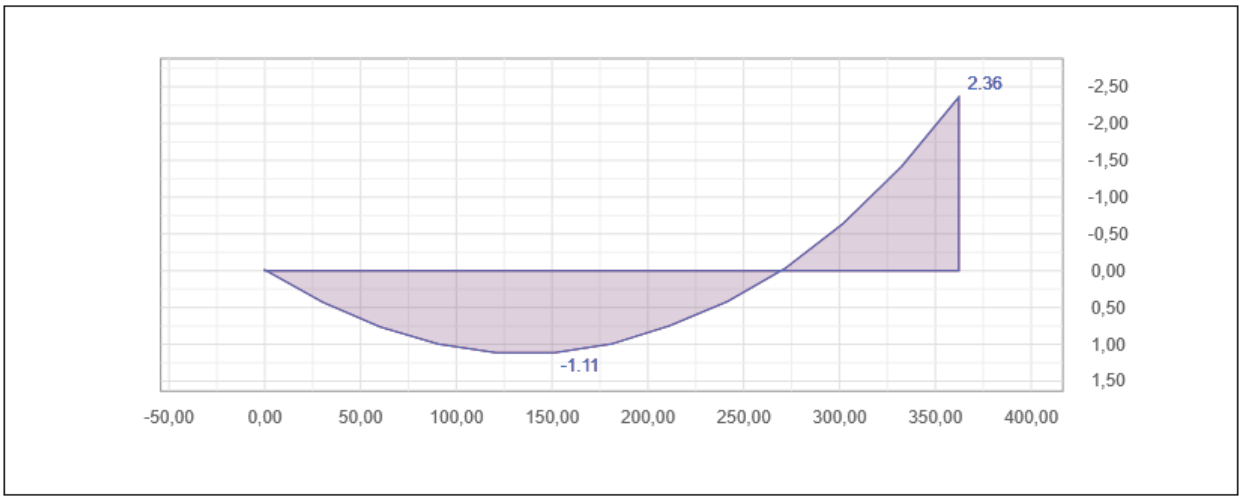
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 17.33 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.57 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.11 tfm

$M_{1k,min+}$ = 18.74 tfm

A_s = 4.70 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 6.356837 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.36 tfm

$M_{1k,min-}$ = 17.33 tfm

A_s = 4.70 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.03

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.18 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3000.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

Δ_{lim} = 1.45 cm (L/250)

Δ = 0.08 cm (L/Δ = 4576.32) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V8 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 400 cm

b_w = 20 cm

h = 150 cm

b_{ci} = 30 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 144 cm

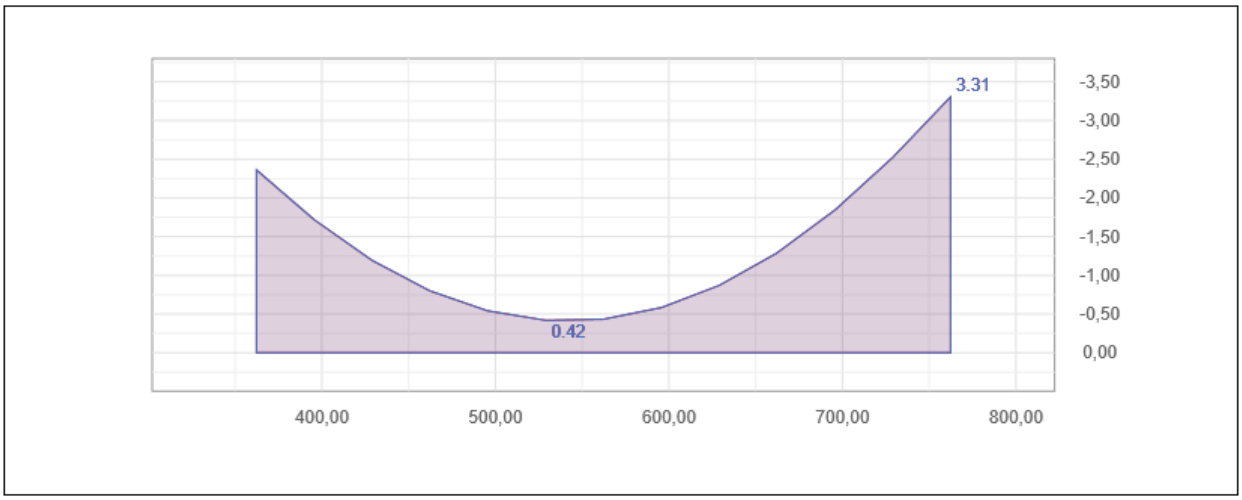
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 2.36 tfm

$M_{1k,min-}$ = 17.43 tfm

A_s = 4.72 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.03

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.18 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 18.99 tfm

A_s = 4.72 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 6.444596 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 3.31 tfm

$M_{1k,min-}$ = 17.43 tfm

A_s = 4.72 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.03

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.18 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3000.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

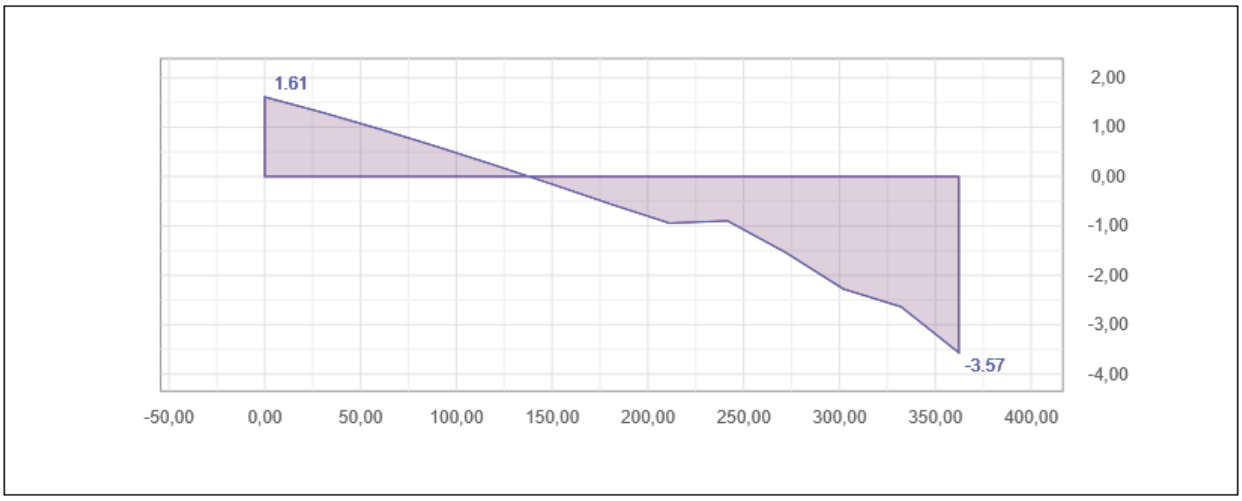
Δ_{lim} = 1.60 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 16731.89) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V8 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 342.31 cm (x_i = 0 cm; x_f = 342.31 cm)

b_w = 20 cm

d = 144 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.00 tf

V_{Rd2} = 146.63 tf

V_{Rd3} = 2.26 tf

V_c = 25.03 tf

V_{sw} = -22.77 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

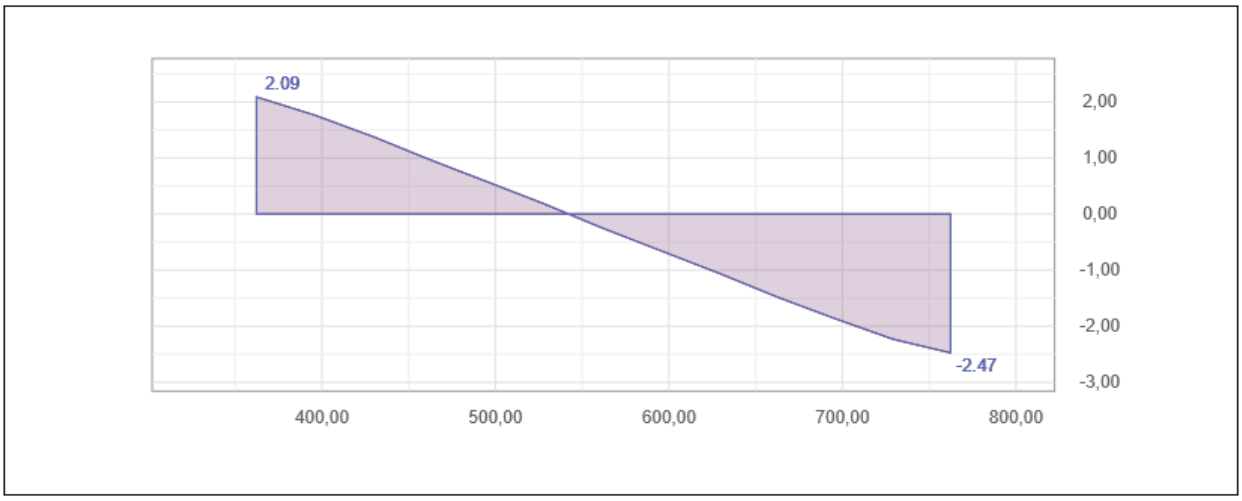
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

Viga V8 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 380.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 380.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 144 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 3.47 tf

V_{Rd2} = 146.63 tf

V_{Rd3} = 2.92 tf

V_c = 25.03 tf

V_{sw} = -22.10 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.9. VIGA V9

Viga V9 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 508.5 cm

b_w = 20 cm

h = 110 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 104 cm

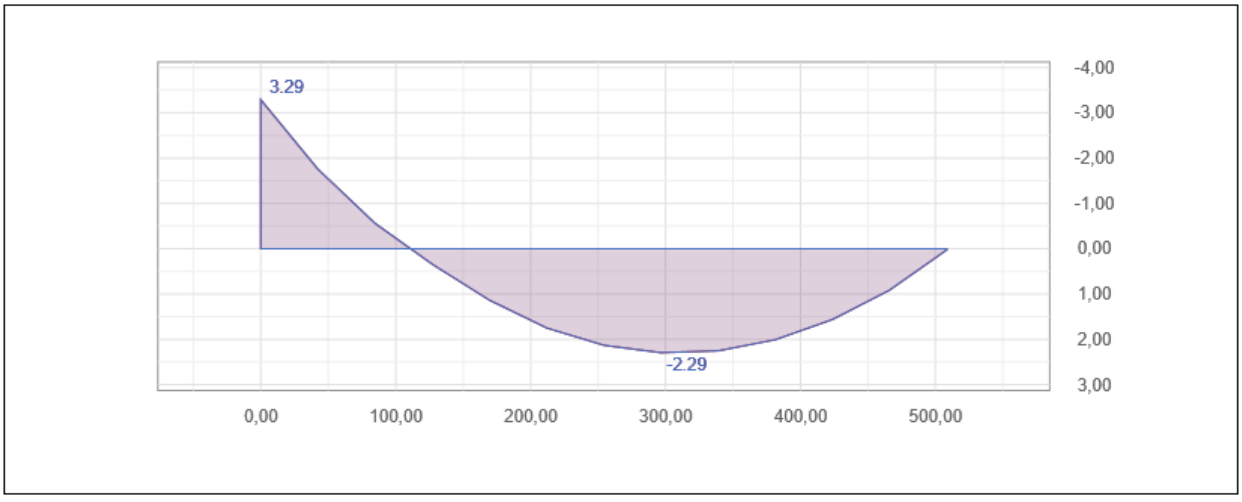
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 3.29 tfm

$M_{1k,min-}$ = 8.76 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.02 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 2.29 tfm

$M_{1k,min+}$ = 8.76 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 4.094225 cm

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 8.76 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.10 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 2200.00 cm²

Armadura = 10 Ø 8 mm

Flechas

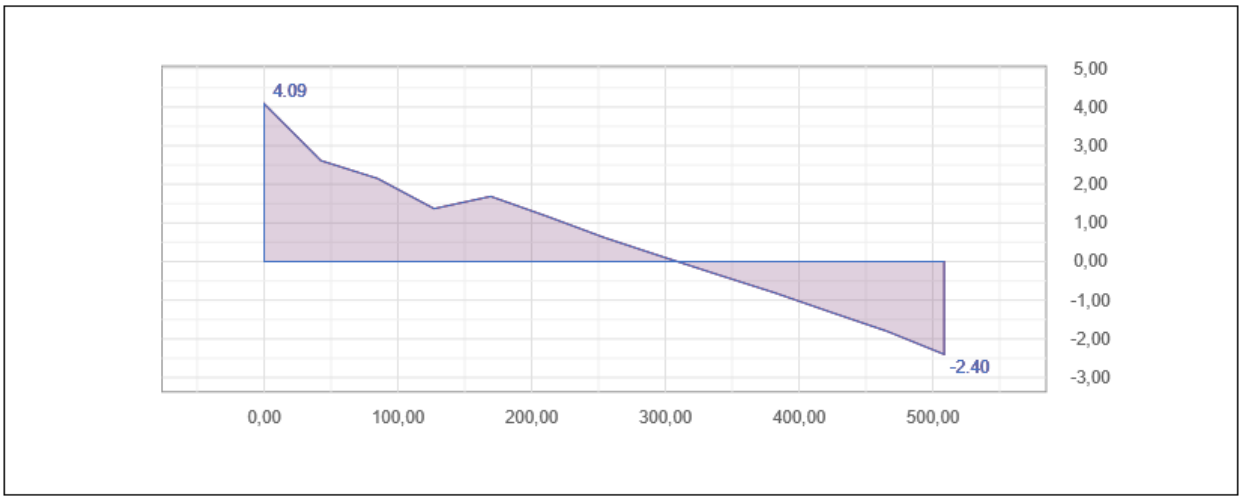
Δ_{lim} = 2.03 cm (L/250)

Δ = 0.12 cm (L/Δ = 4070.46) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V9 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 488.52 cm (x_i = 0 cm; x_f = 488.52 cm)

b_w = 20 cm

d = 104 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.72 tf

V_{Rd2} = 105.90 tf

V_{Rd3} = 5.72 tf

V_c = 18.07 tf

V_{sw} = -12.35 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.10. VIGA V10

Viga V10 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 113 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 42.6 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

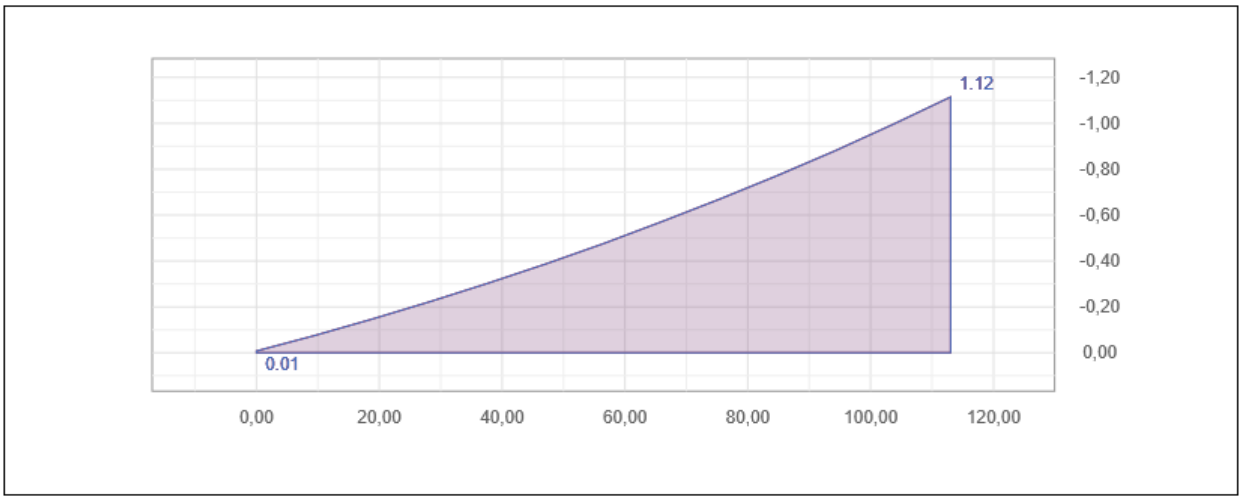
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 2.88 tfm

$M_{1k,min+}$ = 4.34 tfm

A_s = 2.64 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 16 mm

Flechas

Δ_{lim} = 0.90 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 10458.05) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V10 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 437 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 46.22 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

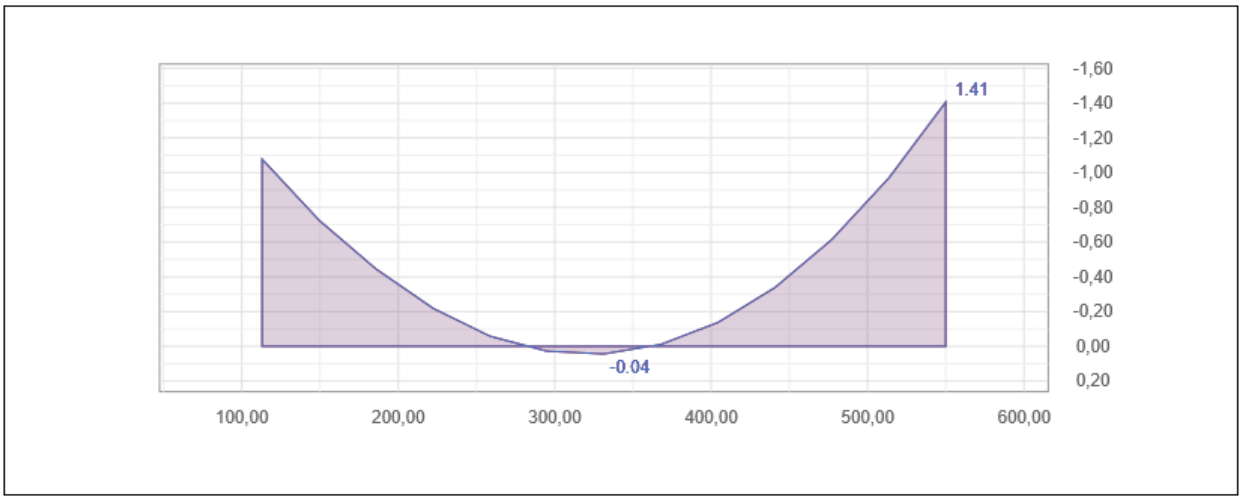
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 2.88 tfm

$M_{1k,min-}$ = 4.60 tfm

A_s = 2.81 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.08

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.60 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.16 tfm

A_s = 2.39 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.218238 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.41 tfm

$M_{1k,min-}$ = 4.60 tfm

A_s = 2.81 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.08

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.60 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.75 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 35669.29) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V10 / Vão 3 (Flexão)

Geometria

L = 626 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 57.56 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

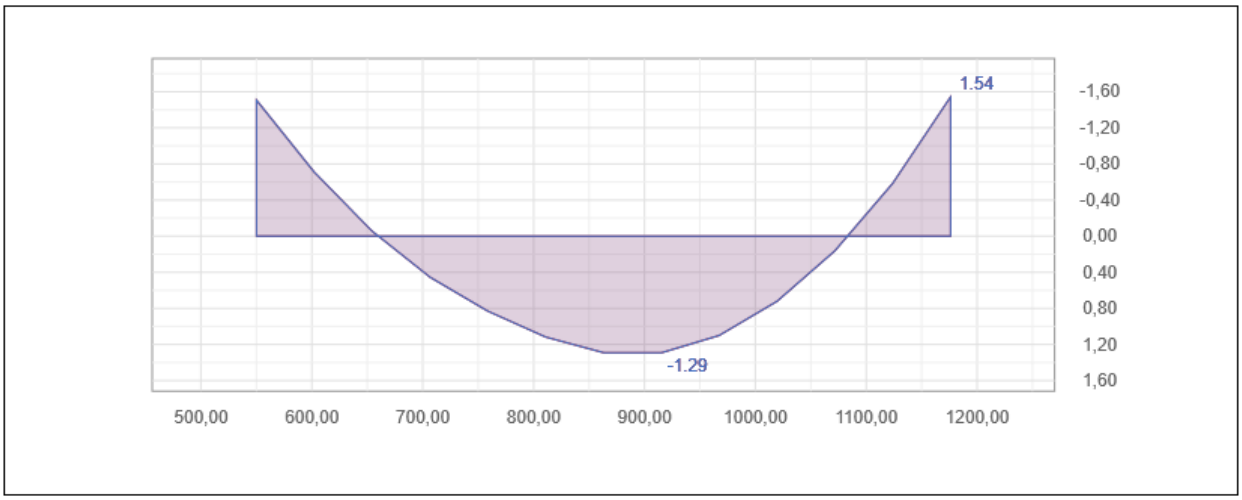
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.51 tfm

$M_{1k,min-}$ = 5.38 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.66 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.29 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.30 tfm

A_s = 2.65 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.020868 cm

Armadura = 5 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.88 tfm

$M_{1k,min-}$ = 5.38 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.66 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 2.50 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 15025.9) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V10 / Vão 4 (Flexão)

Geometria

L = 105 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 41 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

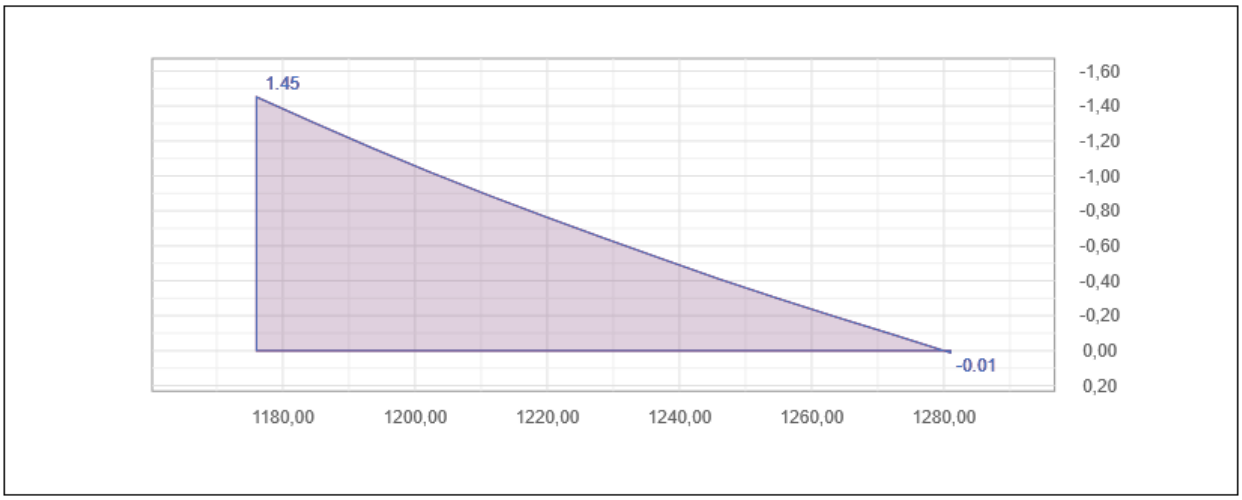
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 2.88 tfm

$M_{1k,min+}$ = 4.22 tfm

A_s = 2.57 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Flechas

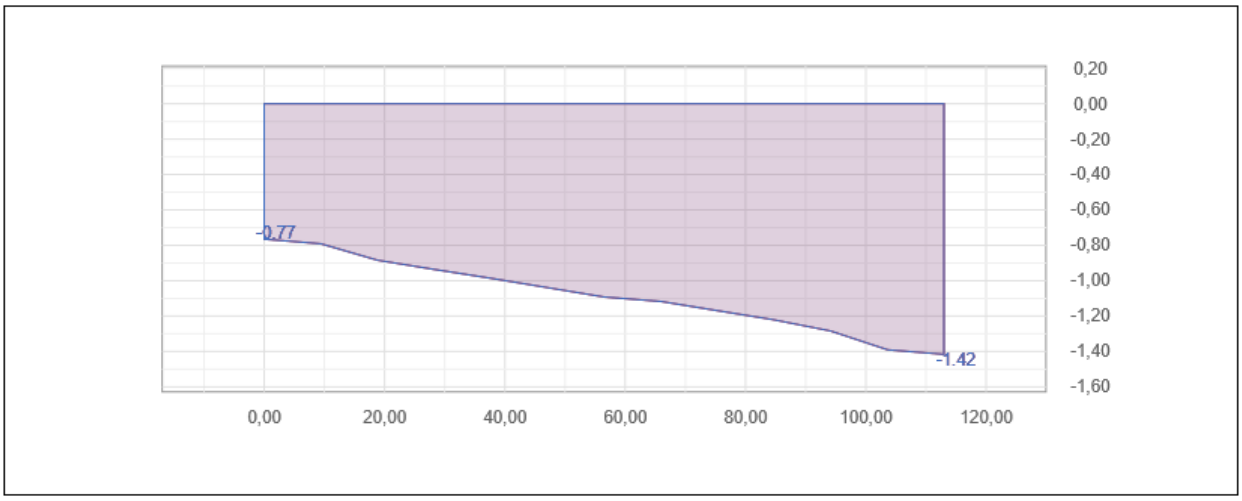
Δ_{lim} = 0.84 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 12543.05) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V10 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 103 cm (x_i = 0 cm; x_f = 103 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.98 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 1.45 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -7.93 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.28 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

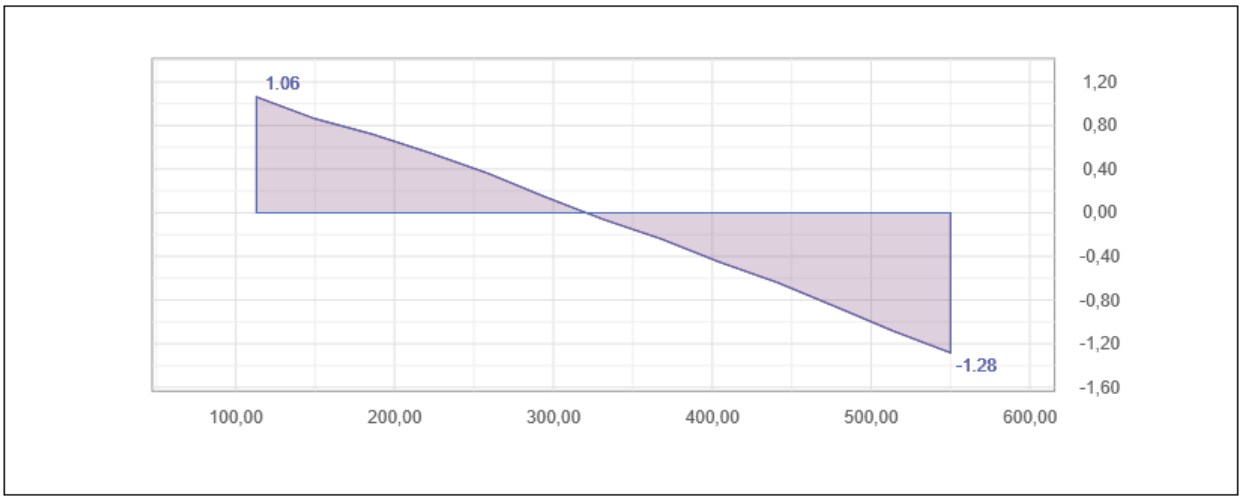
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V10 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 417.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 417.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.80 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 1.49 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -7.90 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

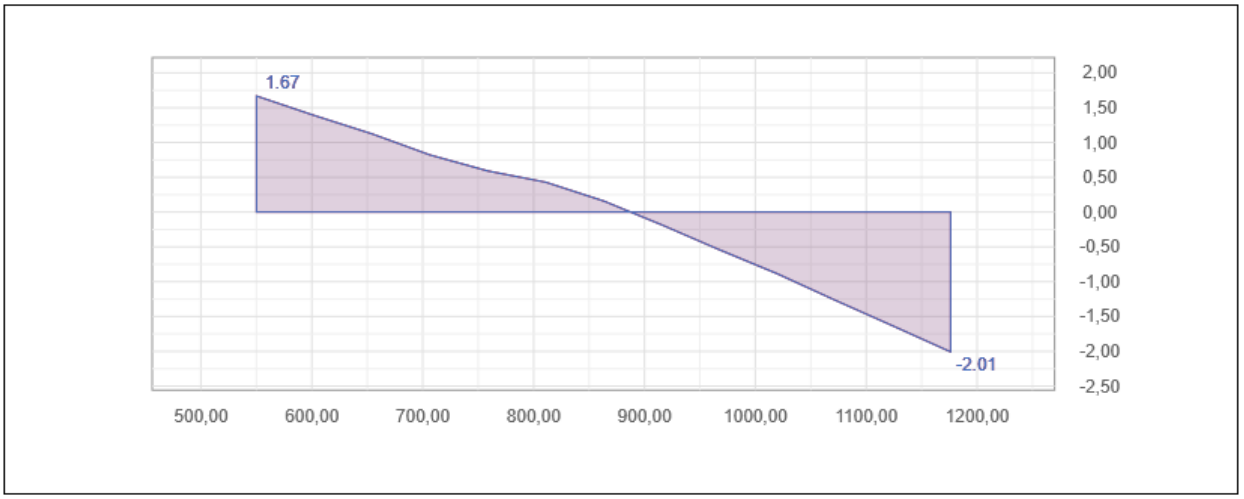
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V10 / Vão 3 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 606.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 606.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.81 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 2.34 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -7.05 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

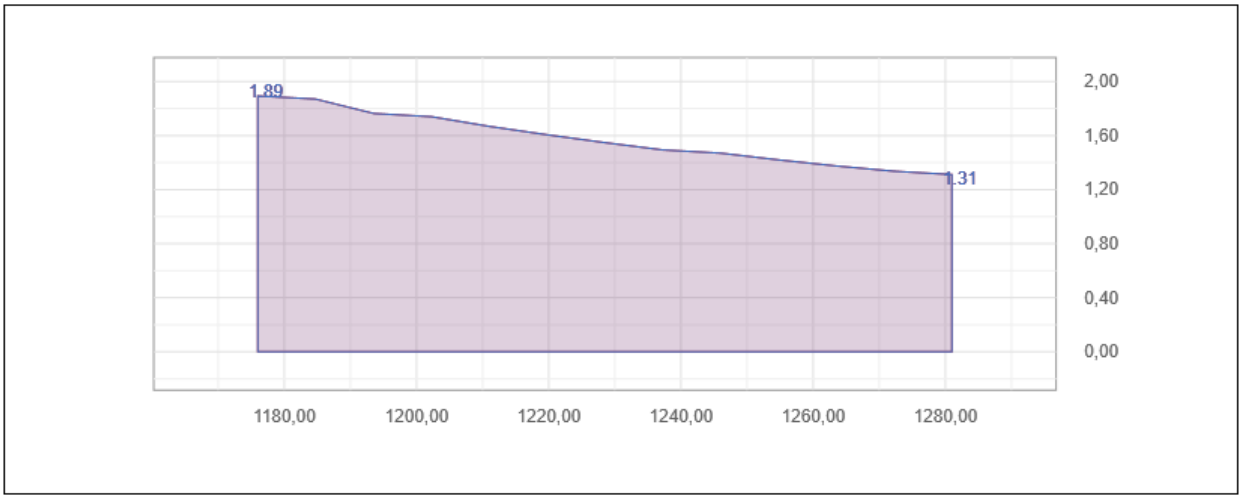
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V10 / Vão 4 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.65 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 2.65 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -6.73 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.90 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.11. VIGA V11

Viga V11 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 430 cm

b_w = 20 cm

h = 159 cm

d = 153 cm

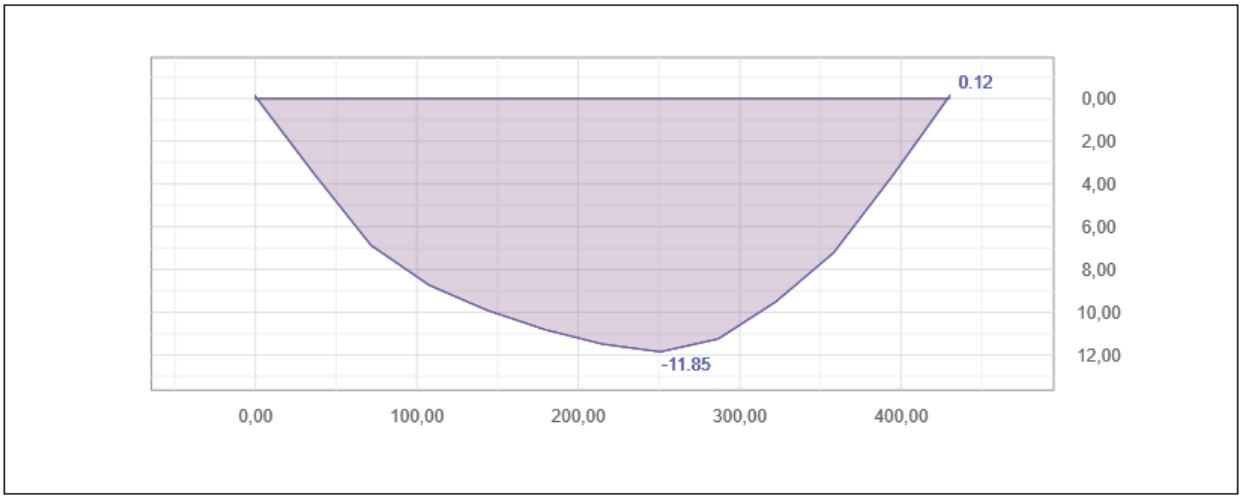
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.09 tfm

$M_{1k,min-}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 2.58 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 11.85 tfm

$M_{1k,min+}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 5.828537 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.12 tfm

$M_{1k,min-}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 2.73 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3180.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

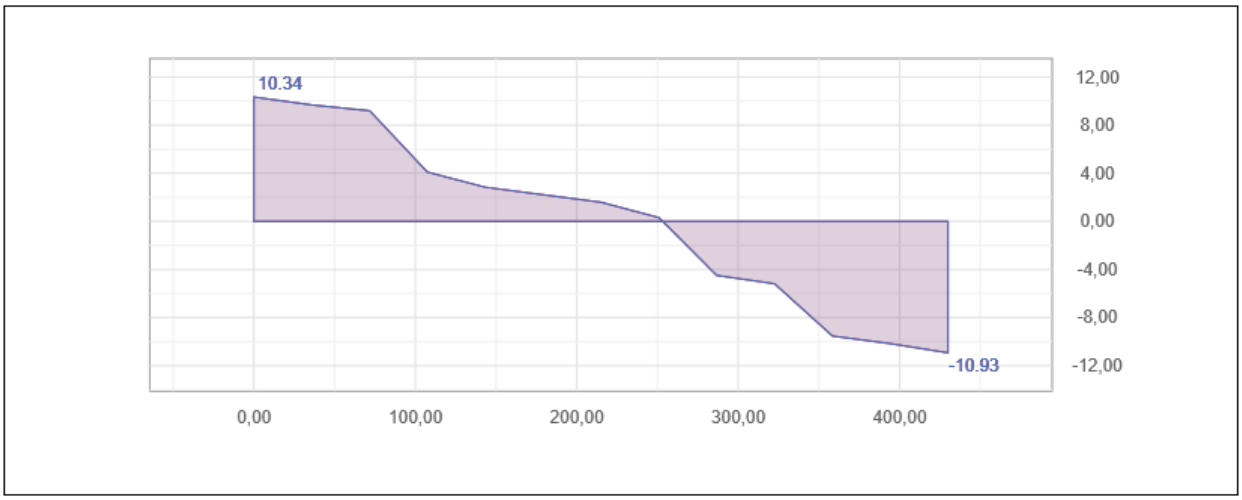
Δ_{lim} = 1.72 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 10014.5) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V11 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 410.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 410.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 153 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 15.30 tf

V_{Rd2} = 155.80 tf

V_{Rd3} = 14.47 tf

V_c = 26.59 tf

V_{sw} = -12.11 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.82 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.12. VIGA V12

Viga V12 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 620 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 82 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

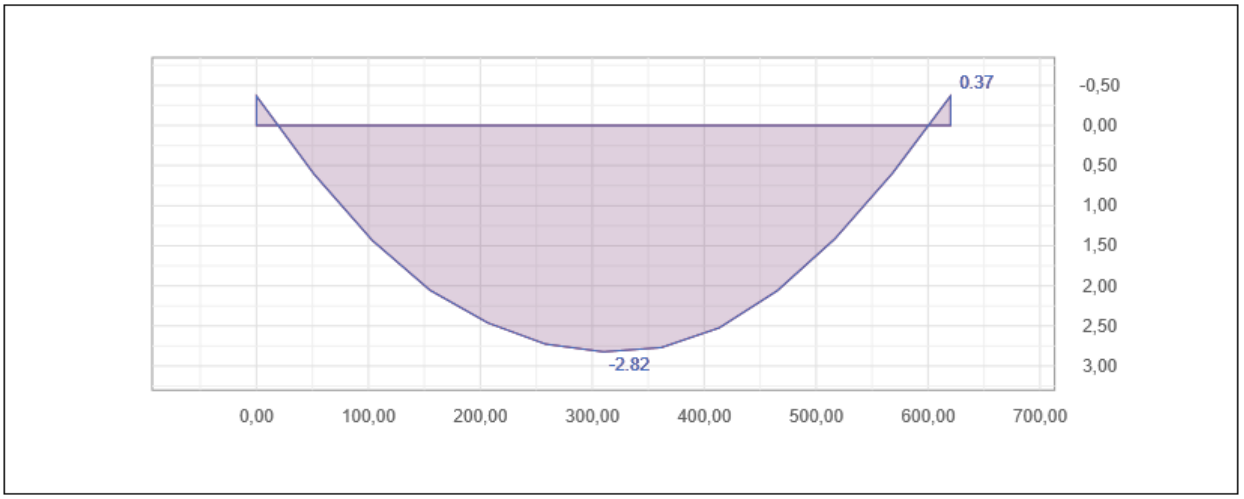
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.37 tfm

$M_{1k,min-}$ = 3.42 tfm

A_s = 2.07 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.06 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 2.82 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.50 tfm

A_s = 3.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 0.760179 cm

Armadura = 5 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.37 tfm

$M_{1k,min-}$ = 3.42 tfm

A_s = 2.07 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.06 cm²

Flechas

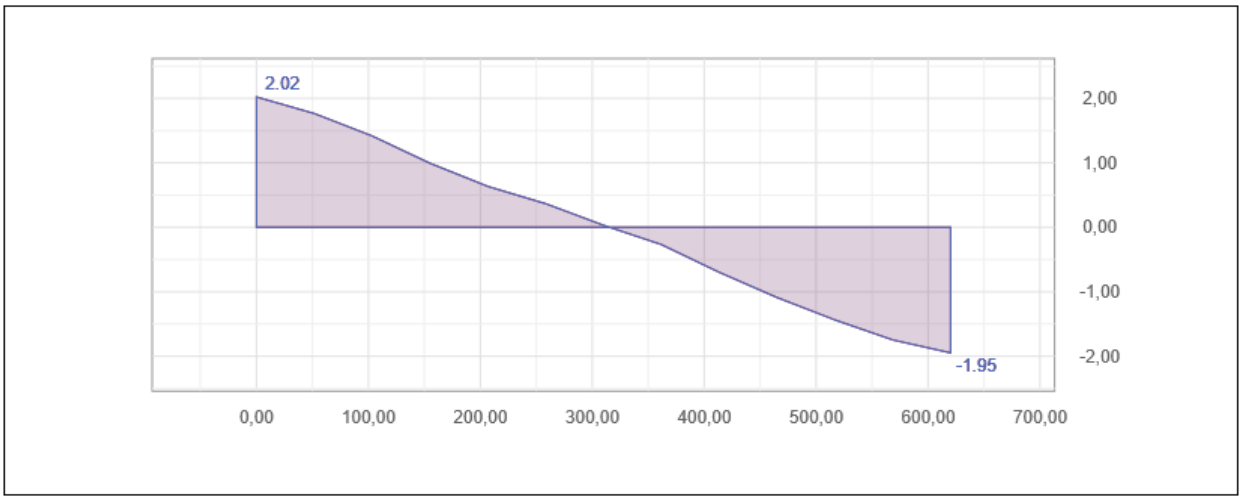
Δ_{lim} = 2.48 cm (L/250)

Δ = 0.08 cm (L/Δ = 7686.56) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V12 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 600.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 600.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.83 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 2.83 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -6.55 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.13. VIGA V13

Viga V13 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 631 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 83.1 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

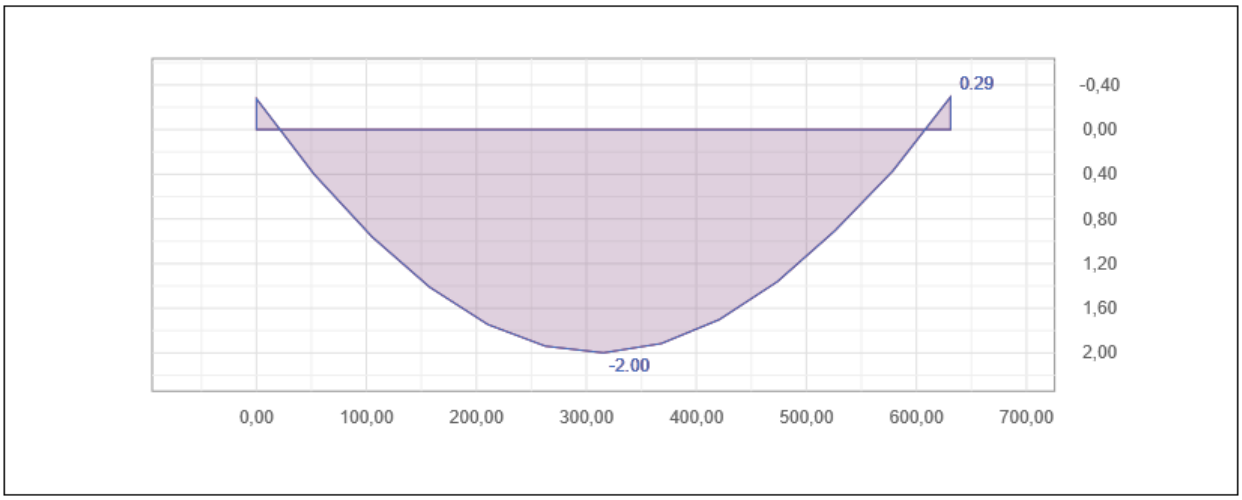
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 3.44 tfm

A_s = 2.08 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.07 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 2.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.51 tfm

A_s = 3.22 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 0.751661 cm

Armadura = 5 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.29 tfm

$M_{1k,min-}$ = 3.44 tfm

A_s = 2.08 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.07 cm²

Flechas

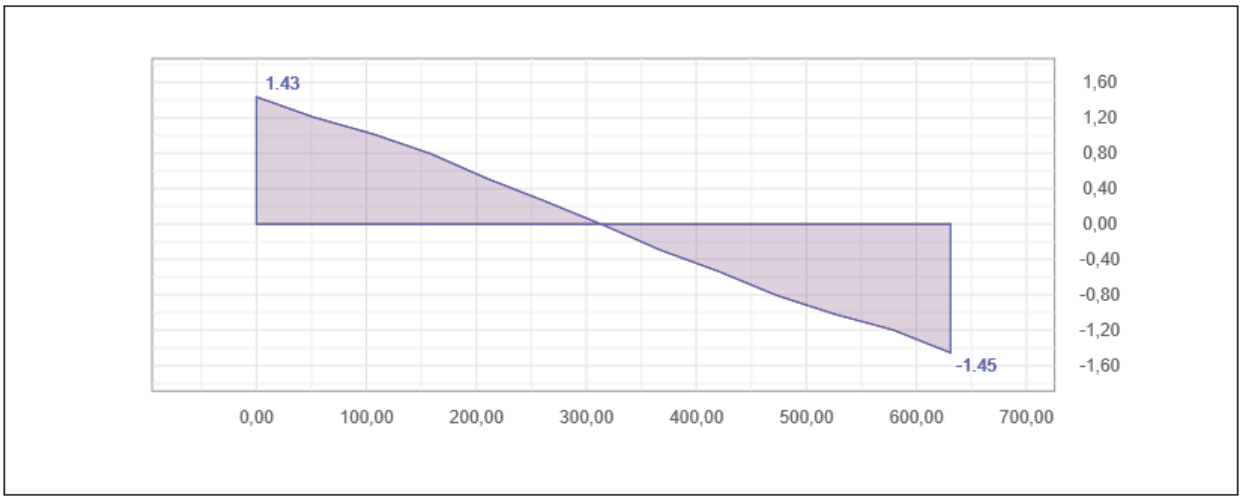
Δ_{lim} = 2.52 cm (L/250)

Δ = 0.06 cm (L/Δ = 10146.72) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V13 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 611.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 611.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.04 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 2.01 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -7.38 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.14. VIGA V14

Viga V14 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 99 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 93 cm

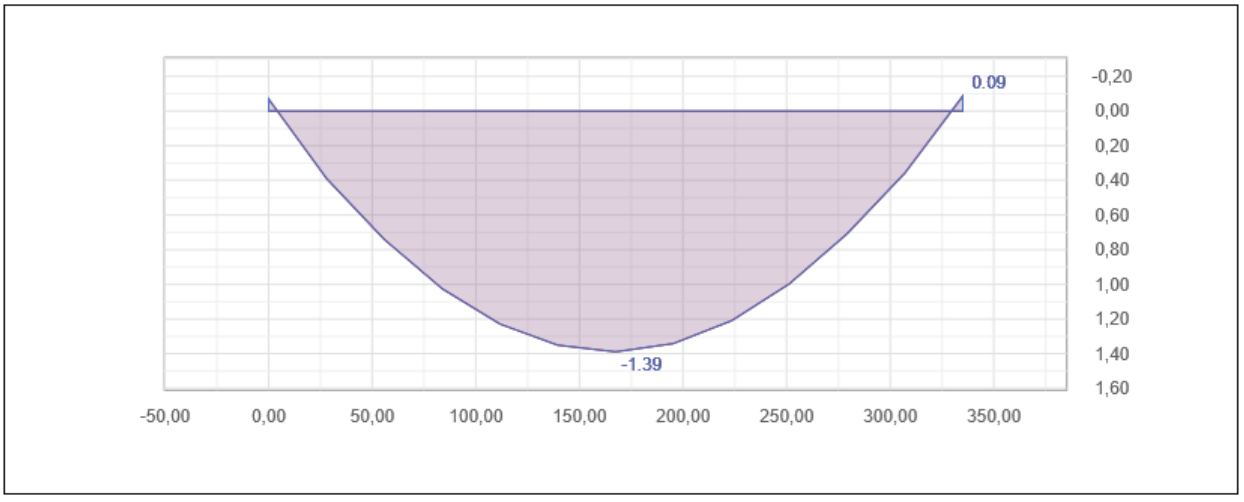
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.07 tfm

$M_{1k,min-}$ = 7.09 tfm

A_s = 2.97 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.99 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.39 tfm

$M_{1k,min+}$ = 7.09 tfm

A_s = 2.97 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 3.711038 cm

Armadura = 5 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.09 tfm

$M_{1k,min-}$ = 7.09 tfm

A_s = 2.97 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.99 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 1980.00 cm²

Armadura = 8 Ø 8 mm

Flechas

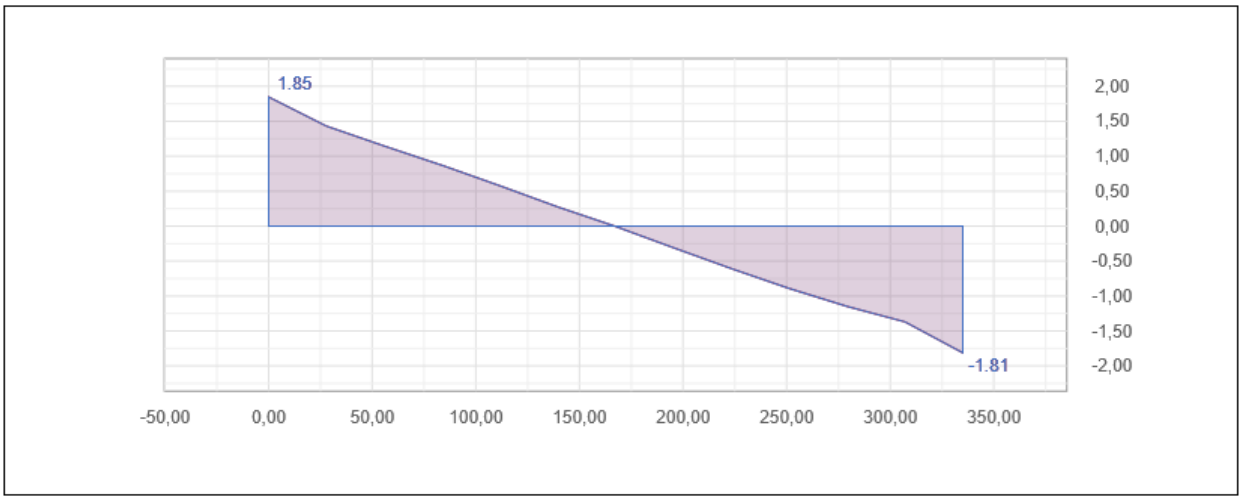
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 9910.82) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V14 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 93 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.59 tf

V_{Rd2} = 94.70 tf

V_{Rd3} = 2.59 tf

V_c = 16.16 tf

V_{sw} = -13.58 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.15. VIGA V15

Viga V15 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 159 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 153 cm

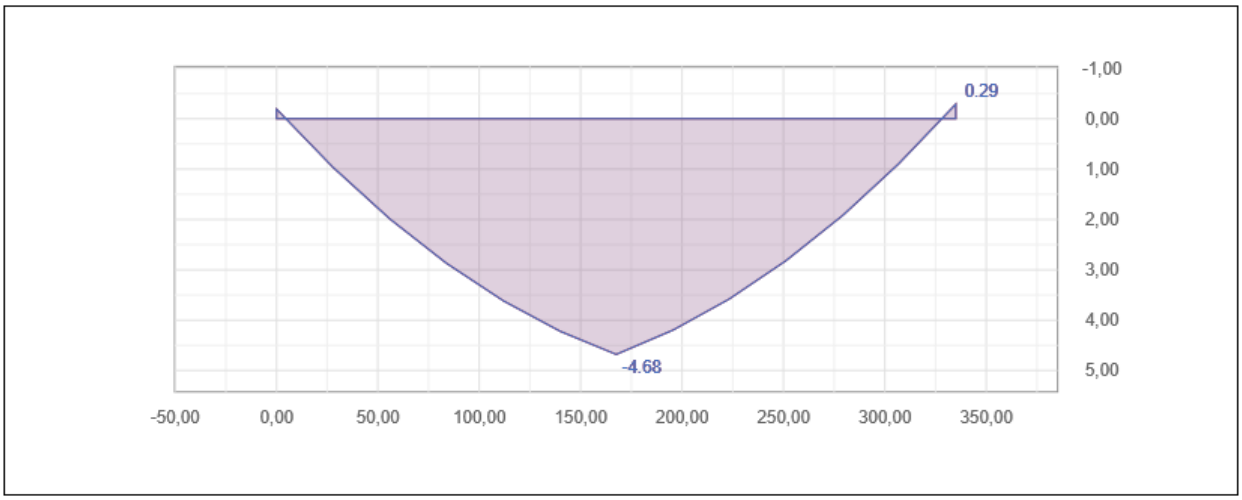
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.19 tfm

$M_{1k,min-}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.59 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 4.68 tfm

$M_{1k,min+}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 5.828537 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.29 tfm

$M_{1k,min-}$ = 18.30 tfm

A_s = 4.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.59 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3180.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

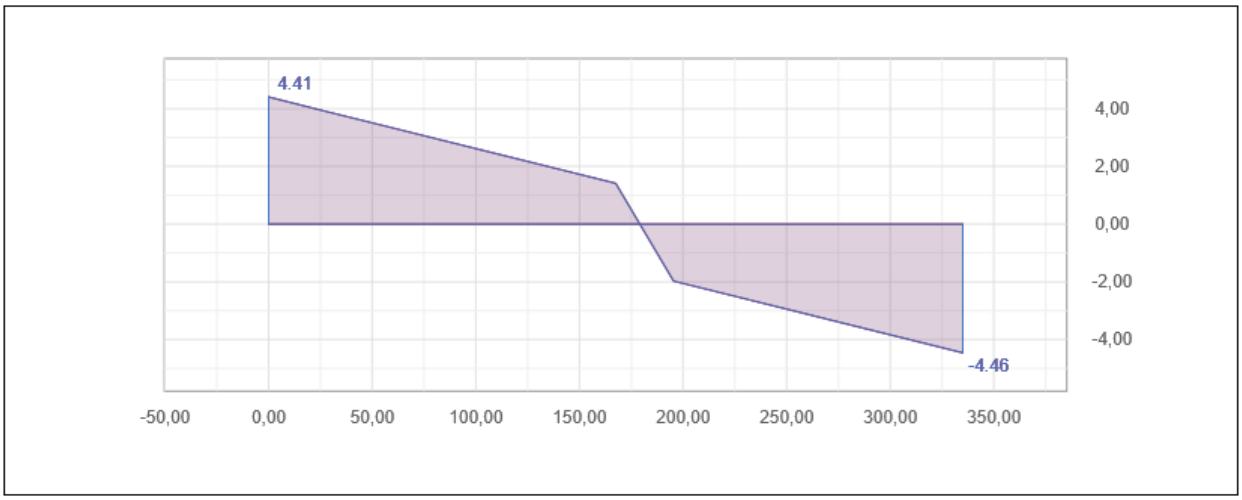
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 8500.85) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V15 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 153 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 6.24 tf

V_{Rd2} = 155.80 tf

V_{Rd3} = 6.17 tf

V_c = 26.59 tf

V_{sw} = -20.42 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.54 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.16. VIGA V16

Viga V16 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 239 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 233 cm

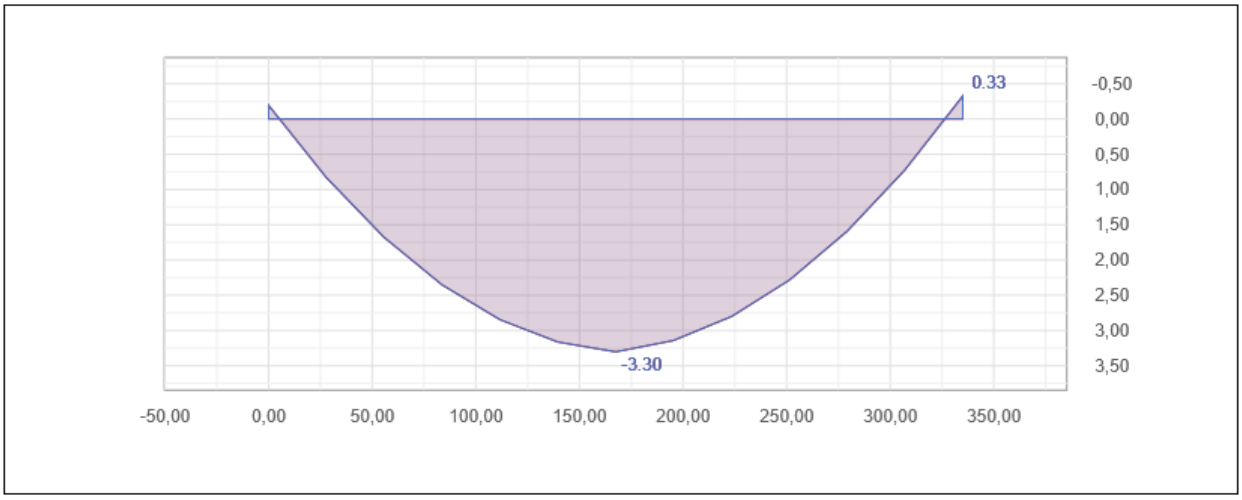
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.19 tfm

$M_{1k,min-}$ = 41.34 tfm

A_s = 7.17 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 2.39 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.30 tfm

$M_{1k,min+}$ = 41.34 tfm

A_s = 7.17 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 8.656053 cm

Armadura = 5 Ø 16 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.33 tfm

$M_{1k,min-}$ = 41.34 tfm

A_s = 7.17 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 2.39 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 4780.00 cm²

Armadura = 22 Ø 8 mm

Flechas

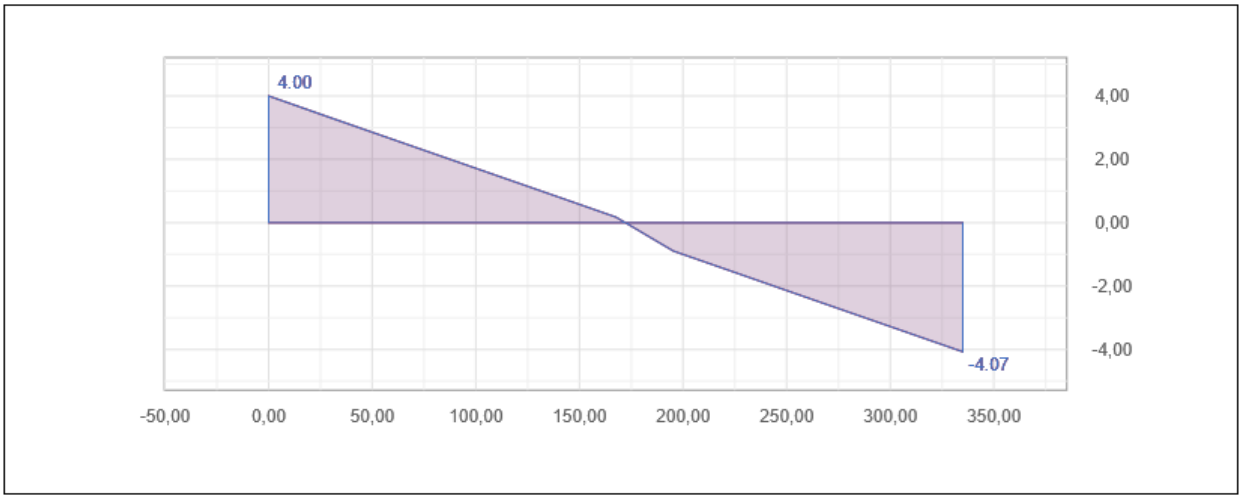
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 7646.94) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V16 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 233 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.70 tf

V_{Rd2} = 237.26 tf

V_{Rd3} = 5.60 tf

V_c = 40.49 tf

V_{sw} = -34.89 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.17. VIGA V17

Viga V17 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 150 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 144 cm

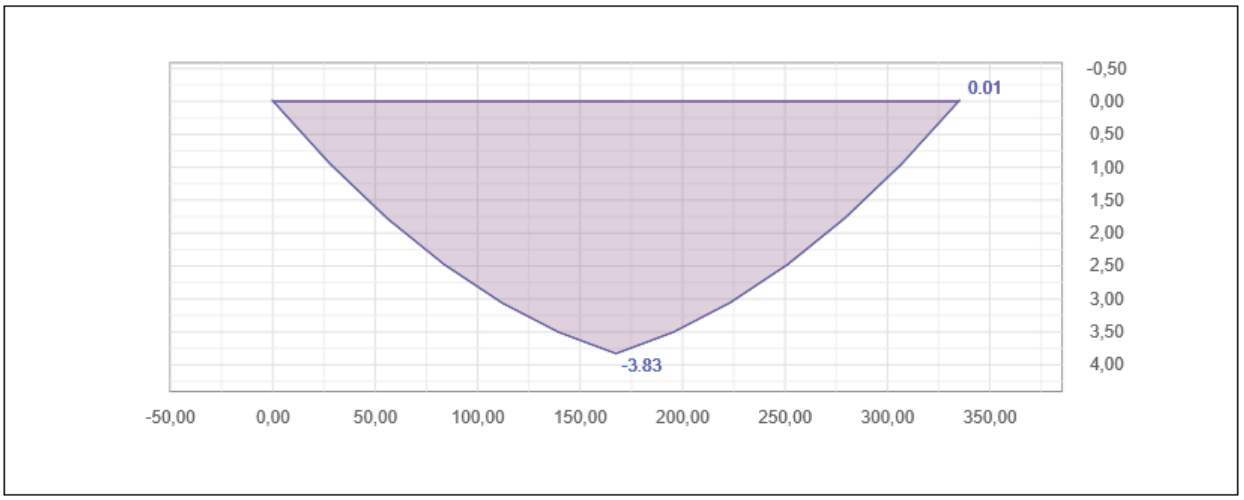
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 16.29 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.50 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.83 tfm

$M_{1k,min+}$ = 16.29 tfm

A_s = 4.50 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 5.511649 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 16.29 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.50 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3000.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

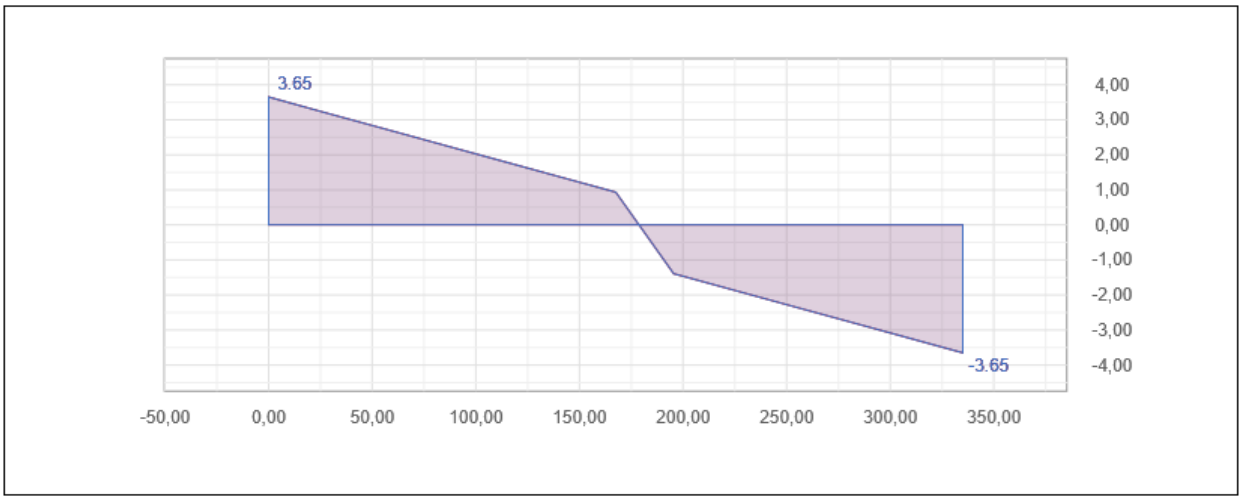
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 7898.14) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V17 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 144 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.11 tf

V_{Rd2} = 146.63 tf

V_{Rd3} = 5.11 tf

V_c = 25.03 tf

V_{sw} = -19.91 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.37 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.18. VIGA V18

Viga V18 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 335 cm

b_w = 20 cm

h = 150 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 144 cm

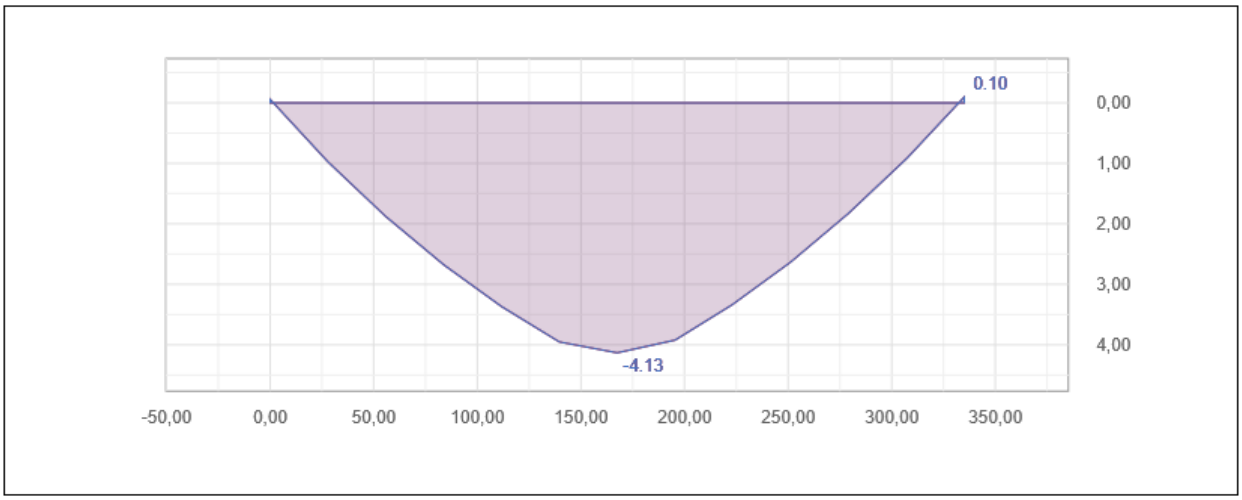
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.06 tfm

$M_{1k,min-}$ = 16.29 tfm

A_s = 4.50 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.50 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 4.13 tfm

$M_{1k,min+}$ = 16.29 tfm

A_s = 4.50 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 5.511649 cm

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.10 tfm

$M_{1k,min-}$ = 16.29 tfm

A_s = 4.50 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 5 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.50 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 3000.00 cm²

Armadura = 14 Ø 8 mm

Flechas

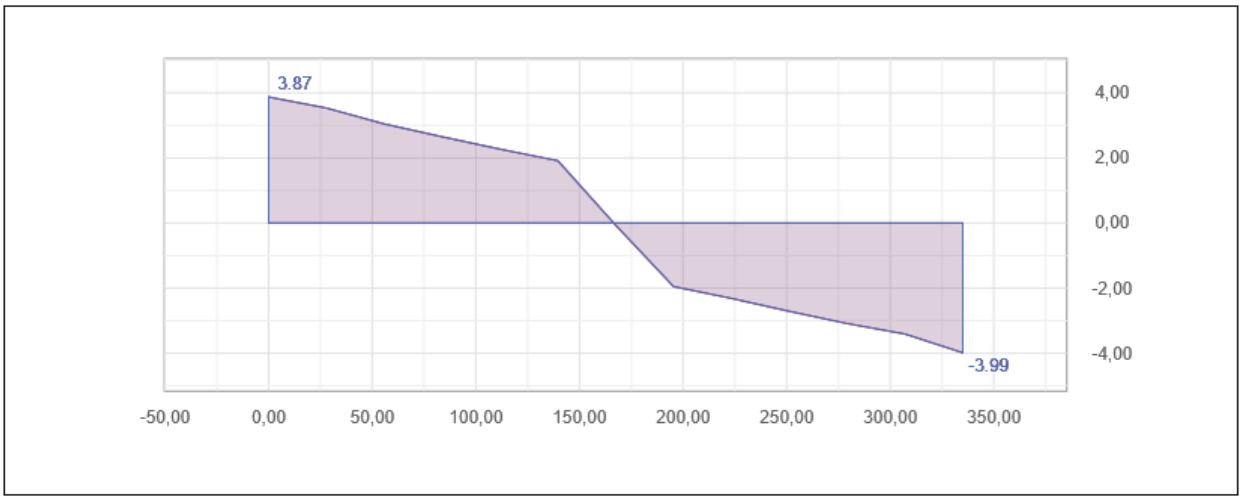
Δ_{lim} = 1.34 cm (L/250)

Δ = 0.05 cm (L/Δ = 6976.43) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V18 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 315.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 315.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 144 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.58 tf

V_{Rd2} = 146.63 tf

V_{Rd3} = 5.42 tf

V_c = 25.03 tf

V_{sw} = -19.60 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.32 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.19. VIGA V19

Viga V19 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 163 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 36.3 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

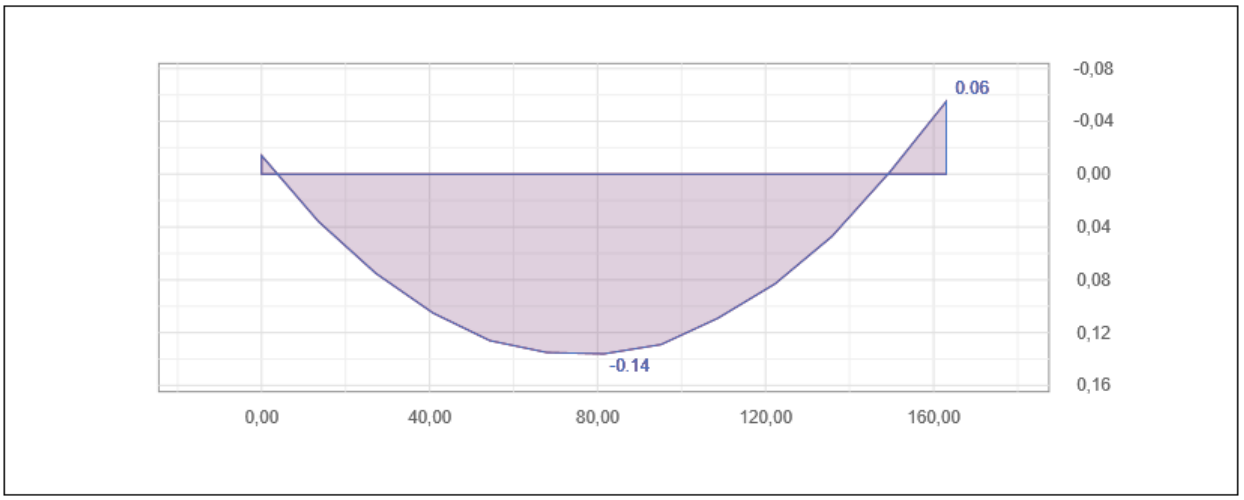
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.83 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.72 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.14 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.00 tfm

A_s = 2.17 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.476664 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.06 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.83 tfm

A_s = 1.86 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.72 cm²

Flechas

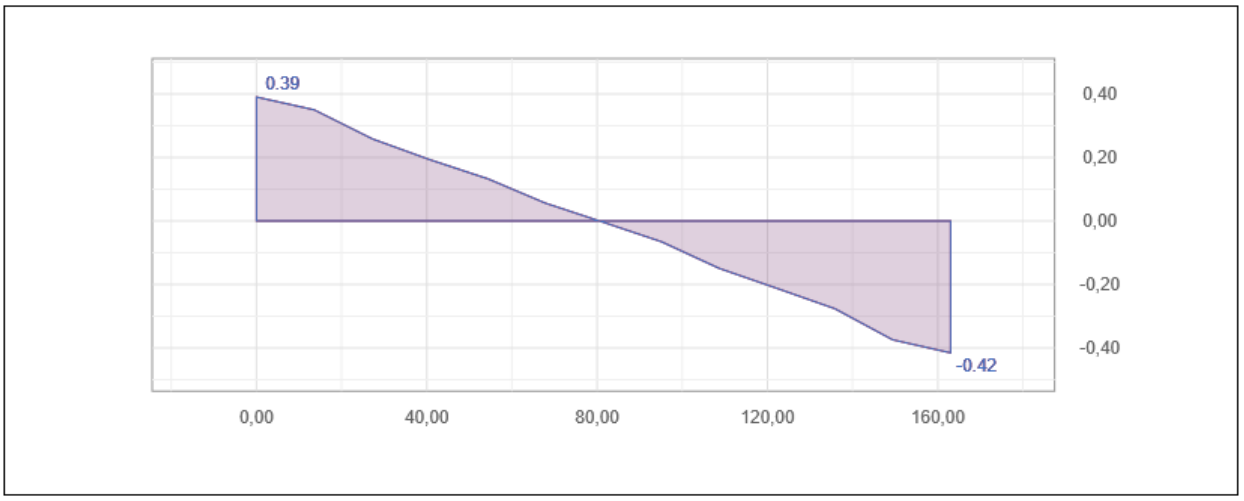
Δ_{lim} = 0.65 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 7500.91) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V19 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 143.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 143.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.58 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 0.58 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -8.80 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.20. VIGA V20

Viga V20 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 163 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 20 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

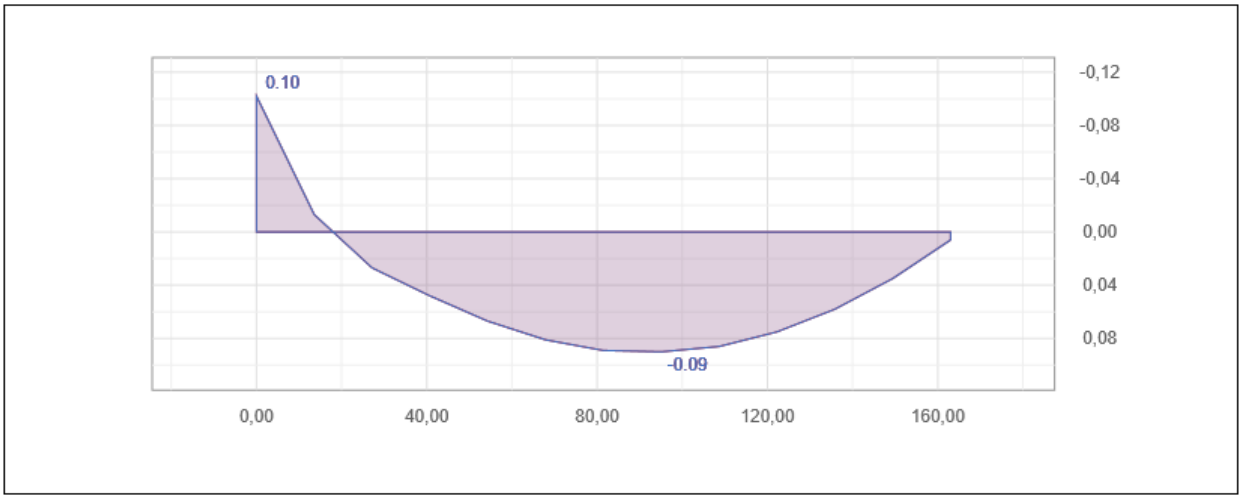
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.10 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.61 tfm

A_s = 1.80 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.45 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.09 tfm

$M_{1k,min+}$ = 2.61 tfm

A_s = 1.80 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.341346 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.61 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.60 cm²

Flechas

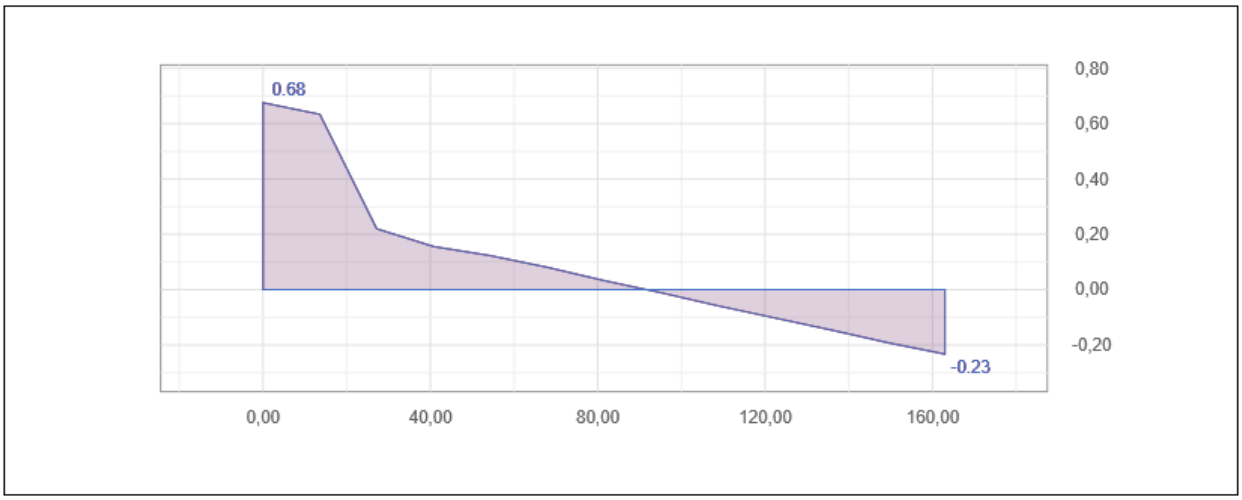
Δ_{lim} = 0.65 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 7700.52) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V20 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 143.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 143.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.95 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 0.95 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -8.44 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.21. VIGA V21

Viga V21 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 115 cm

b_w = 20 cm

h = 55 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 49 cm

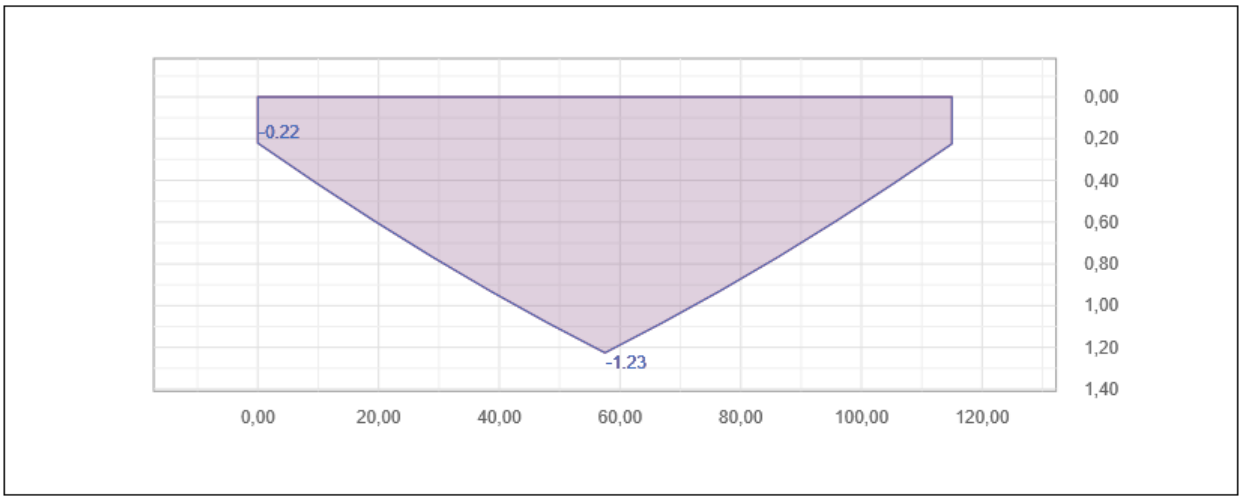
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.19 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.81 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.23 tfm

$M_{1k,min+}$ = 2.19 tfm

A_s = 1.65 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.167243 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.19 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.81 cm²

Flechas

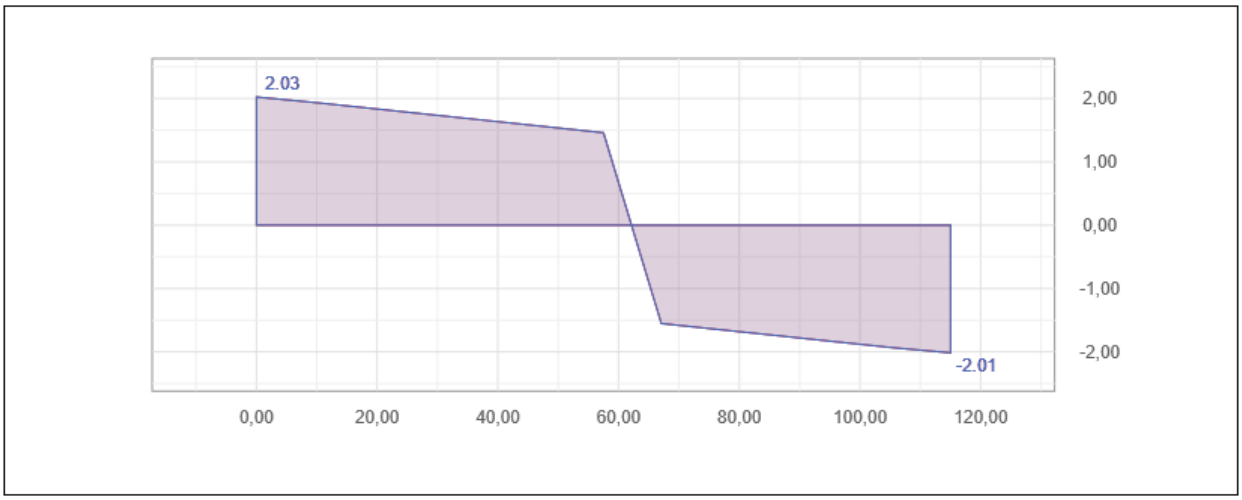
Δ_{lim} = 0.46 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 1.#J) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V21 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 49 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.84 tf

V_{Rd2} = 49.90 tf

V_{Rd3} = 2.84 tf

V_c = 8.52 tf

V_{sw} = -5.68 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 1.36 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.22. VIGA V22

Viga V22 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 115 cm

b_w = 20 cm

h = 55 cm

b_{cs} = 31.5 cm

h_{fs} = 15 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 49 cm

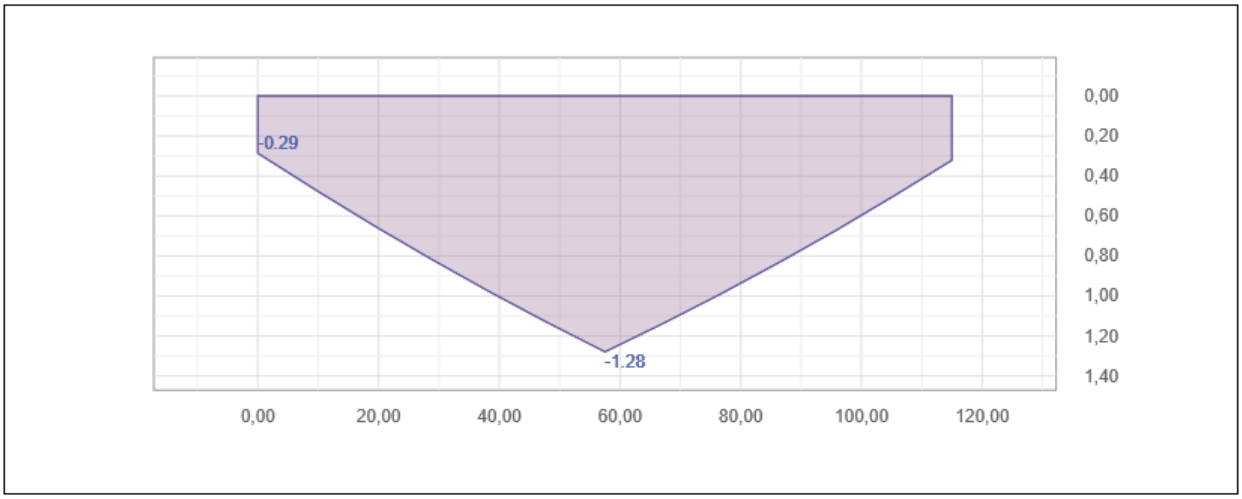
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.19 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.84 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 2.44 tfm

A_s = 1.91 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.528529 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.19 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.84 cm²

Flechas

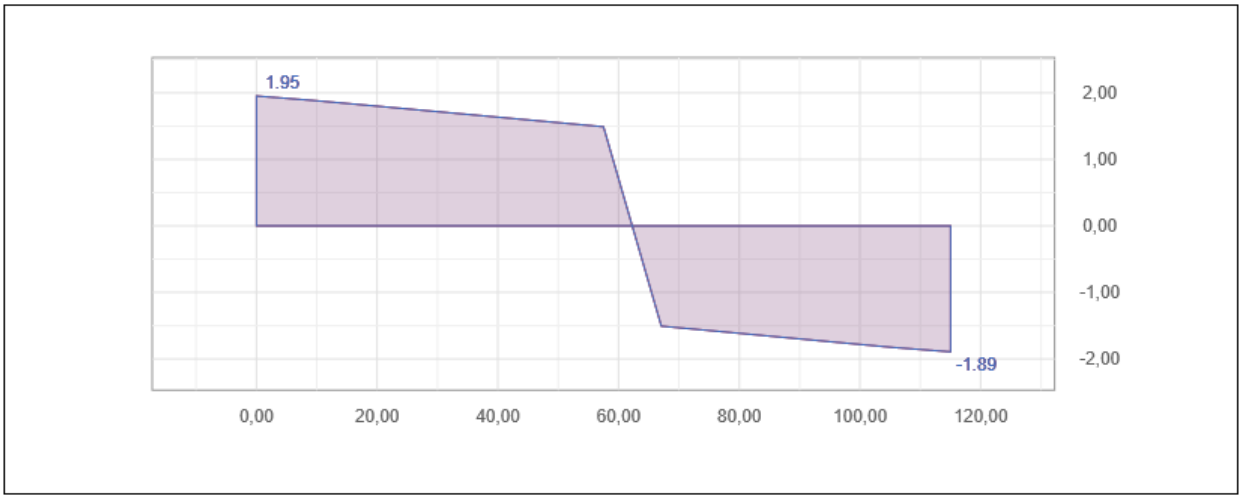
Δ_{lim} = 0.46 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 1.#J) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V22 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 95.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 95.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 49 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.74 tf

V_{Rd2} = 49.90 tf

V_{Rd3} = 2.74 tf

V_c = 8.52 tf

V_{sw} = -5.78 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 1.36 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.23. VIGA V23

Viga V23 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 305 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

d = 34 cm

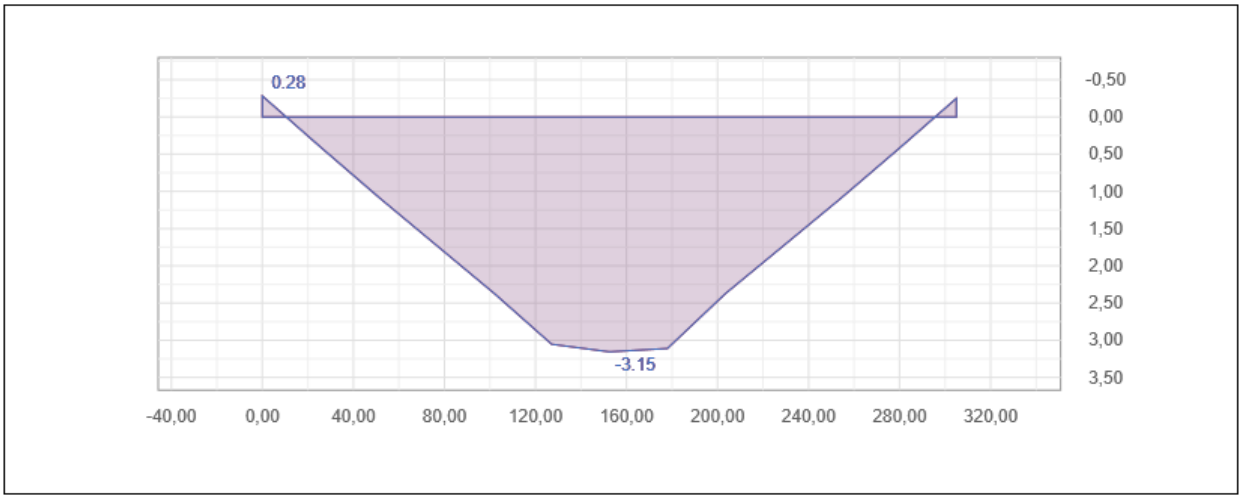
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.04 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.15 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.16 tfm

A_s = 3.13 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 4.67093 cm

Armadura = 2 Ø 16 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.25 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 1.20 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.04 cm²

Flechas

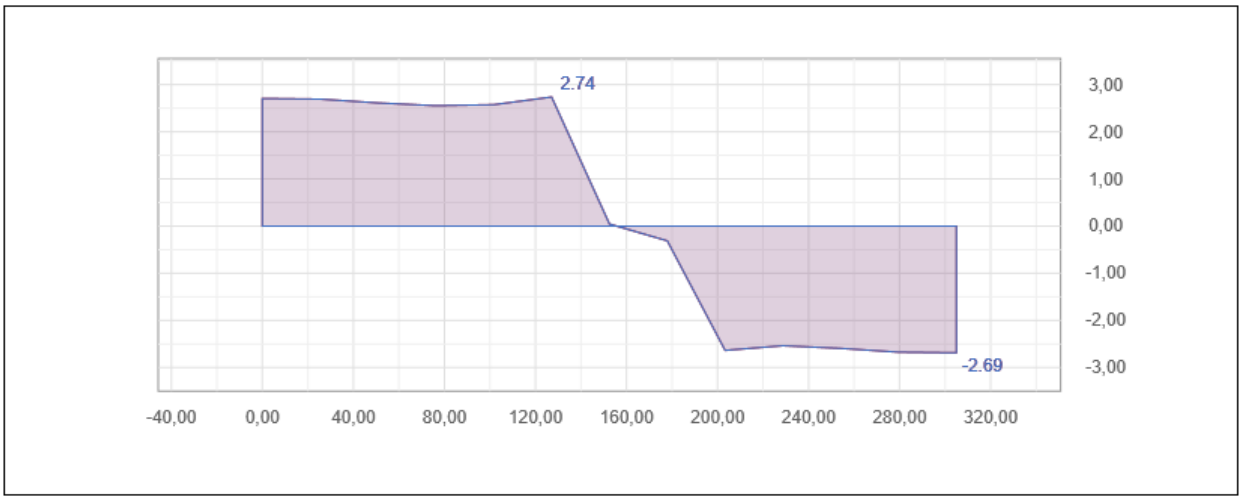
Δ_{lim} = 1.22 cm (L/250)

Δ = 0.05 cm (L/Δ = 5847.02) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V23 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 285.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 285.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 3.83 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 3.79 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -2.12 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.24. VIGA V24

Viga V24 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 305 cm

b_w = 20 cm

h = 60 cm

b_{cs} = 50.5 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 54 cm

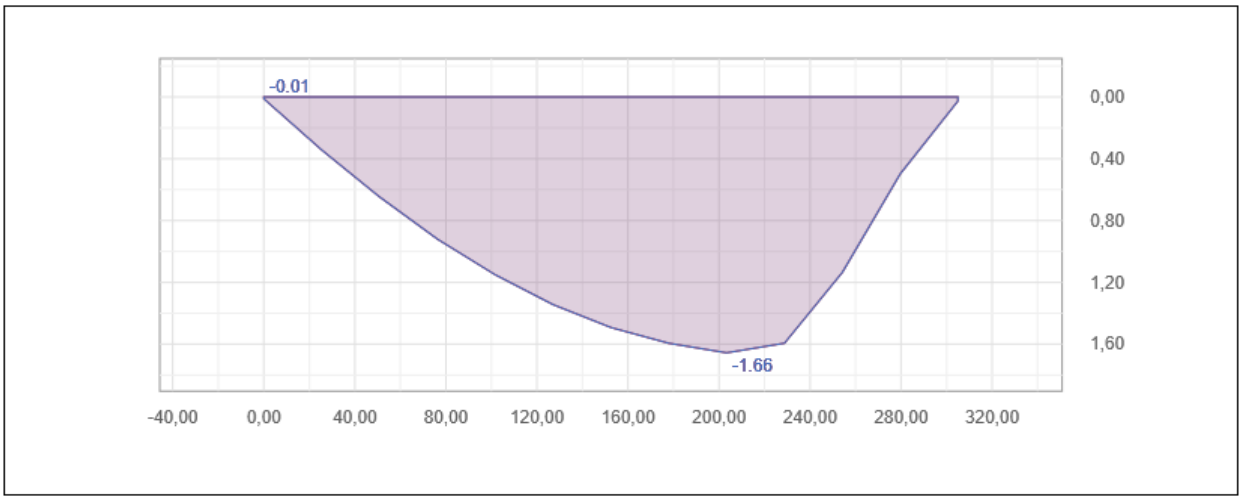
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.61 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.83 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.66 tfm

$M_{1k,min+}$ = 3.22 tfm

A_s = 2.49 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.134121 cm

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.61 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.83 cm²

Flechas

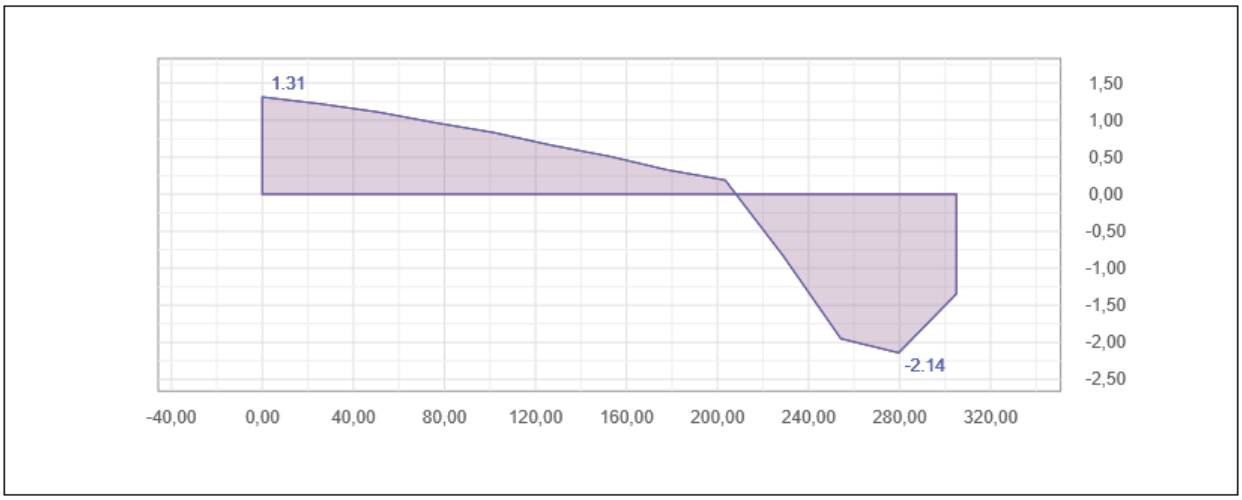
Δ_{lim} = 1.22 cm (L/250)

Δ = 0.03 cm (L/Δ = 11669.78) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V24 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 285.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 285.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 54 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.99 tf

V_{Rd2} = 54.99 tf

V_{Rd3} = 1.84 tf

V_c = 9.38 tf

V_{sw} = -7.55 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.25. VIGA C1

Viga C1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 226 cm

b_w = 20 cm

h = 106 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 100 cm

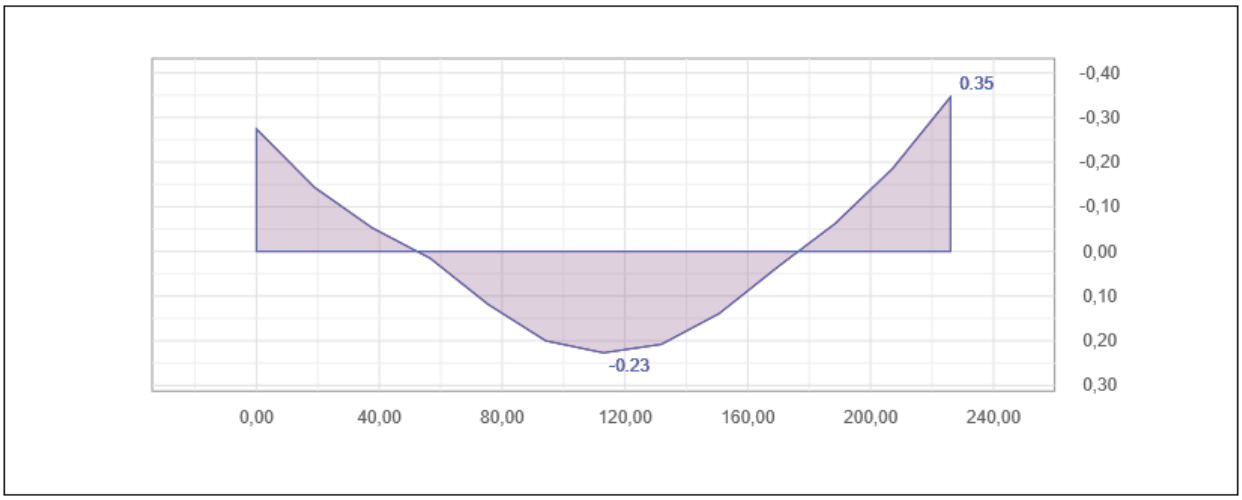
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.27 tfm

$M_{1k,min-}$ = 8.13 tfm

A_s = 3.18 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.79 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.23 tfm

$M_{1k,min+}$ = 8.13 tfm

A_s = 3.18 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 3.956998 cm

Armadura = 2 Ø 16 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.35 tfm

$M_{1k,min-}$ = 8.13 tfm

A_s = 3.18 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.79 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 2120.00 cm²

Armadura = 10 Ø 8 mm

Flechas

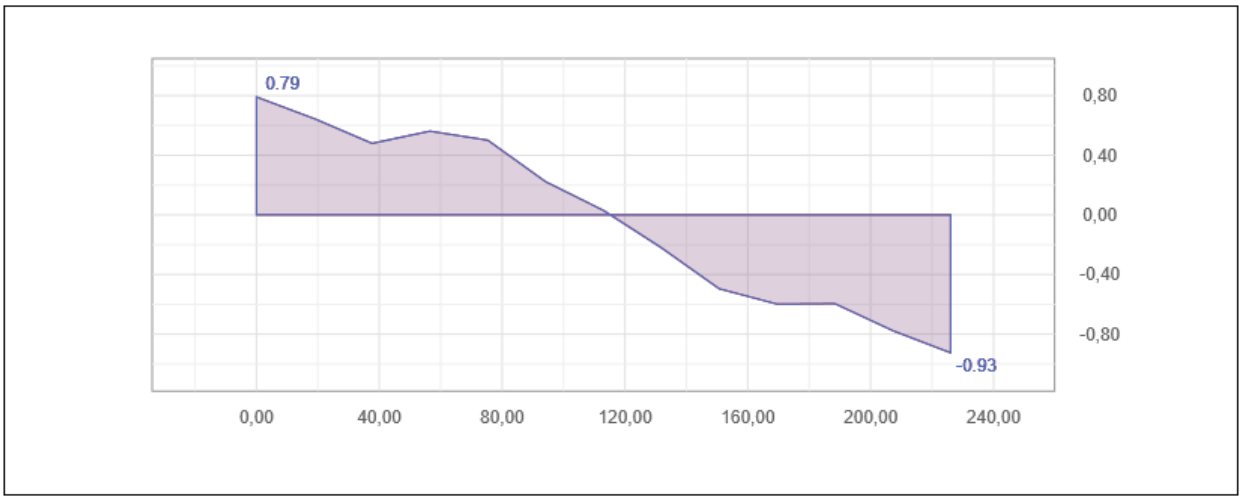
Δ_{lim} = 0.90 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 1.#J) - Flecha obtida da grelha linear

Viga C1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 206.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 206.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 100 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.30 tf

V_{Rd2} = 101.83 tf

V_{Rd3} = 1.11 tf

V_c = 17.38 tf

V_{sw} = -16.27 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.2.5.26. VIGA C2

Viga C2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 226 cm

b_w = 20 cm

h = 106 cm

b_{ci} = 20 cm

h_{fi} = 15 cm

d = 100 cm

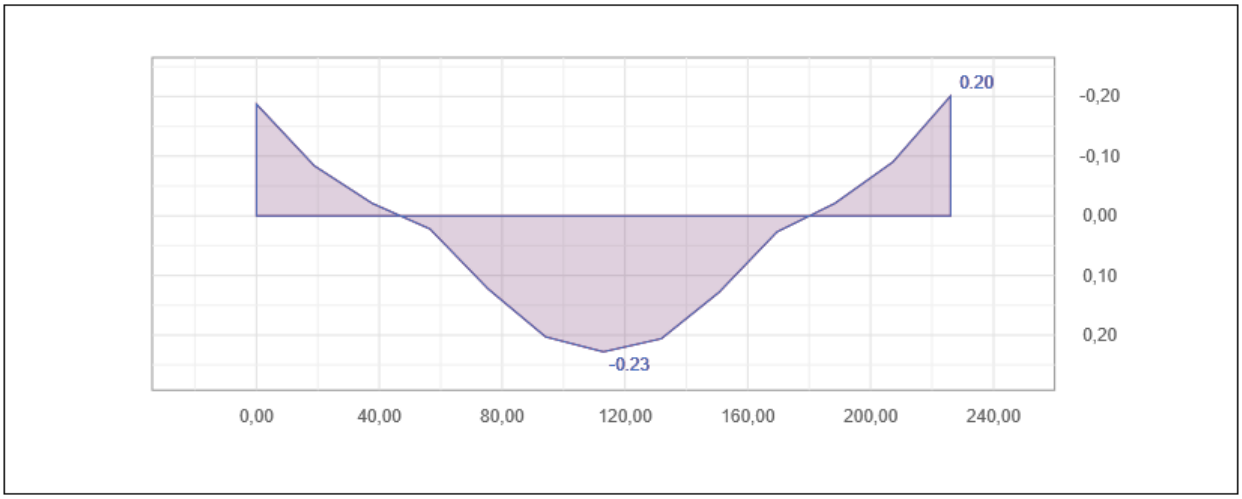
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.19 tfm

$M_{1k,min-}$ = 8.13 tfm

A_s = 3.18 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.79 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.23 tfm

$M_{1k,min+}$ = 8.13 tfm

A_s = 3.18 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 3.956998 cm

Armadura = 2 Ø 16 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.20 tfm

$M_{1k,min-}$ = 8.13 tfm

A_s = 3.18 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.04

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 16 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.79 cm²

Armadura lateral

$A_{c,alma}$ = 2120.00 cm²

Armadura = 10 Ø 8 mm

Flechas

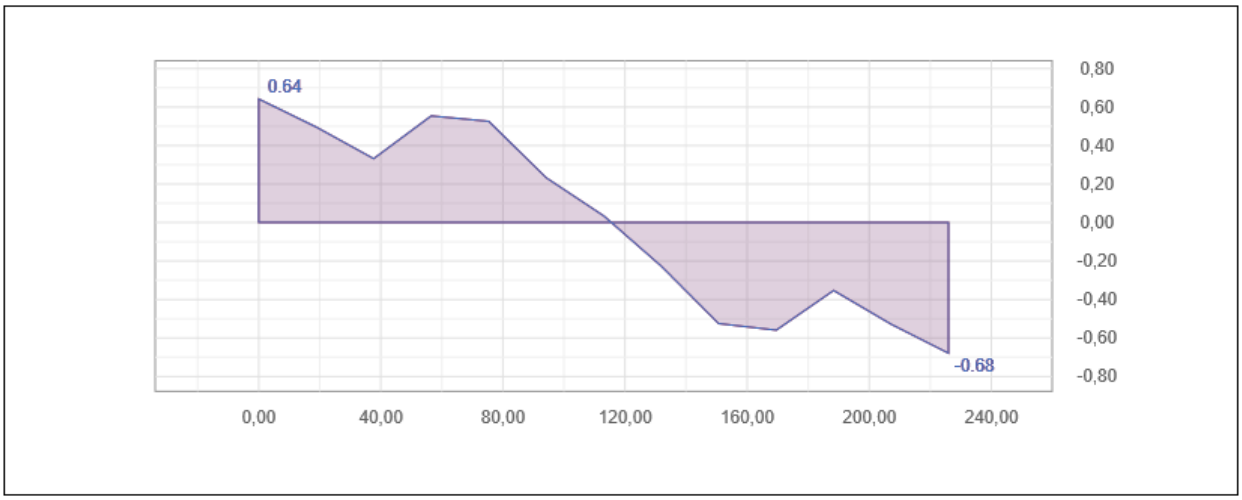
Δ_{lim} = 0.90 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 1.#J) - Flecha obtida da grelha linear

Viga C2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 206.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 206.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 100 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.95 tf

V_{Rd2} = 101.83 tf

V_{Rd3} = 0.90 tf

V_c = 17.38 tf

V_{sw} = -16.48 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

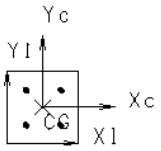
Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 15 cm

8.2.3. PILARES

8.2.3.1. PILAR P1

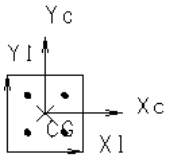



```
Concreto
========
   Área total.....................      400.0 cm2
   Área por elemento..............      1.000 cm2
   Número de elementos............        400
   fck.........................30 MPa
   GamaC..........................       1.40
Aço
===
   Área total.....................        4.9 cm2
   Número de elementos............          4
   fyk.........................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
As existente ....................        4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.2. PILAR P2

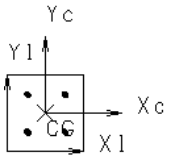



```
Concreto
========
   Área total.....................      400.0 cm2
   Área por elemento..............      1.000 cm2
   Número de elementos............        400
   fck.........................30 MPa
   GamaC..........................       1.40
Aço
===
   Área total.....................        4.9 cm2
   Número de elementos............          4
   fyk.........................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
As existente ....................        4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.3. PILAR P3

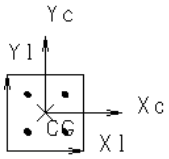



```
Concreto
========
   Área total.....................      400.0 cm2
   Área por elemento..............      1.000 cm2
   Número de elementos............        400
   fck.........................30 MPa
   GamaC..........................       1.40
Aço
===
   Área total.....................        4.9 cm2
   Número de elementos............          4
   fyk.........................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
As existente ....................        4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.4. PILAR P4

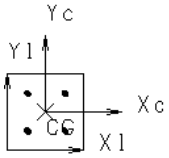



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................        4.9 cm2
   Número de elementos........          4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS......................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.5. PILAR P5

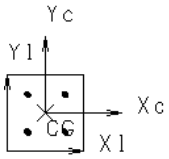



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................        4.9 cm2
   Número de elementos........          4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS......................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.6. PILAR P6

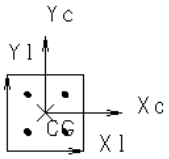



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................        4.9 cm2
   Número de elementos........          4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS......................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.7. PILAR P7

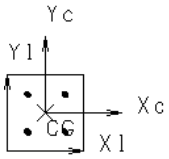



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck.......................30 MPa
   GamaC.....................        1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS.....................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ................         4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo)........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.8. PILAR P8

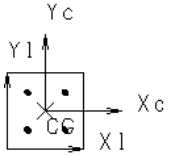



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck.......................30 MPa
   GamaC.....................        1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS.....................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ................         4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo)........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.9. PILAR P9

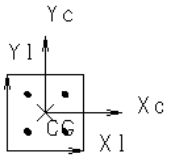



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck.......................30 MPa
   GamaC.....................        1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS.....................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ................         4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo)........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.10. PILAR P10

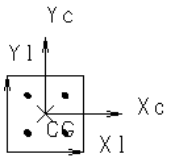



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.11. PILAR P11

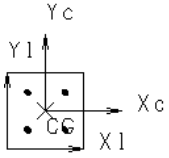



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.12. PILAR P12

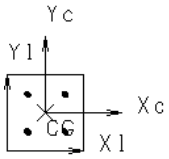



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.13. PILAR P13

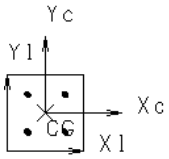



```
Concreto
========
   Área total.....................      400,0 cm2
   Área por elemento..............      1.000 cm2
   Número de elementos............        400
   fck.........................30 MPa
   GamaC..........................       1,40
Aço
===
   Área total.....................        4,9 cm2
   Número de elementos............          4
   fyk.........................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1,15
   Módulo de elasticidade.....    210000, MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
As existente ....................        4,91 cm2       ( 1,23%)
As necessário (mínimo).........        1,60 cm2       ( 0,40%)
```

8.2.3.14. PILAR P14

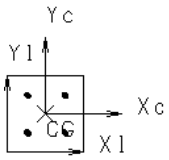



```
Concreto
========
   Área total.....................      400,0 cm2
   Área por elemento..............      1.000 cm2
   Número de elementos............        400
   fck.........................30 MPa
   GamaC..........................       1,40
Aço
===
   Área total.....................        4,9 cm2
   Número de elementos............          4
   fyk.........................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1,15
   Módulo de elasticidade.....    210000, MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
As existente ....................        4,91 cm2       ( 1,23%)
As necessário (mínimo).........        1,60 cm2       ( 0,40%)
```

8.2.3.15. PILAR P15

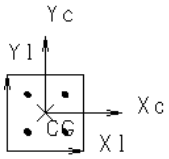



```
Concreto
========
   Área total.....................      400,0 cm2
   Área por elemento..............      1.000 cm2
   Número de elementos............        400
   fck.........................30 MPa
   GamaC..........................       1,40
Aço
===
   Área total.....................        4,9 cm2
   Número de elementos............          4
   fyk.........................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1,15
   Módulo de elasticidade.....    210000, MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
As existente ....................        4,91 cm2       ( 1,23%)
As necessário (mínimo).........        1,60 cm2       ( 0,40%)
```

8.2.3.16. PILAR P16

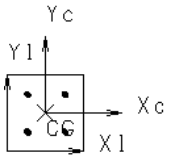



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.17. PILAR P17

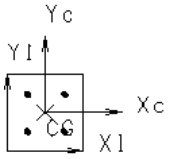



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.18. PILAR P18

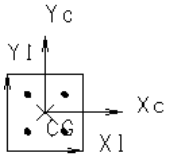



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.19. PILAR P101

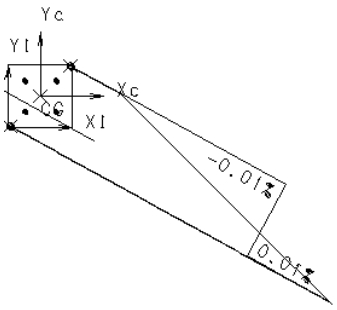



```
Concreto
========
   Área total.....................      400.0 cm2
   Área por elemento..............      1.000 cm2
   Número de elementos............        400
   fck.........................30 MPa
   GamaC..........................       1.40
Aço
===
   Área total.....................        4.9 cm2
   Número de elementos............          4
   fyk.........................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
As existente ....................        4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.20. PILAR P102

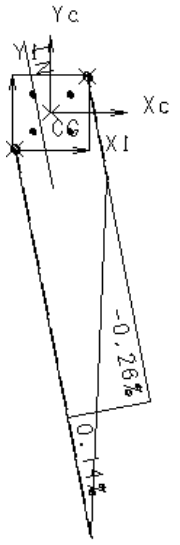



```
Concreto
========
   Área total.....................      400.0 cm2
   Área por elemento..............      1.000 cm2
   Número de elementos............        400
   fck.........................30 MPa
   GamaC..........................       1.40
Aço
===
   Área total.....................        4.9 cm2
   Número de elementos............          4
   fyk.........................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
Carregamento de As máximo ....          6
   Força normal ..................       0.11 tf
   Momento Mx ....................       0.05 tfm
   Momento My ....................      -0.03 tfm
As existente ....................        4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.21. PILAR P104

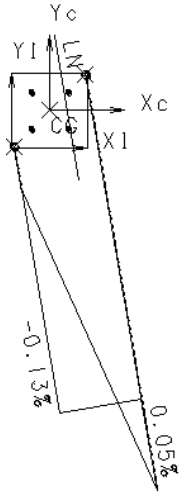



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....           5
   Força normal ..............        4.72 tf
   Momento Mx ................        0.27 tfm
   Momento My ................       -1.27 tfm
As existente .................        4.91 cm2        ( 1.23‰)
As necessário ................        3.02 cm2        ( 0.76‰)
```

8.2.3.22. PILAR P105

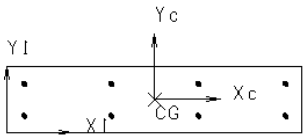



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................       1.40
Aço
===
   Área total.................         4.9 cm2
   Número de elementos........           4
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....           3
   Força normal ..............        0.01 tf
   Momento Mx ................       -0.11 tfm
   Momento My ................        0.52 tfm
As existente .................        4.91 cm2        ( 1.23‰)
As necessário (mínimo)........        1.60 cm2        ( 0.40‰)
```

8.2.3.23. PILAR P201

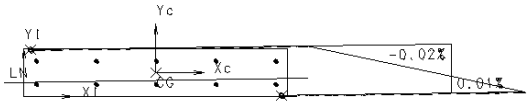



```
Concreto
========
   Área total.....................    1800.0 cm2
   Área por elemento..............     4.500 cm2
   Número de elementos............       400
   fck.....................30 MPa
   GamaC..........................      1.40
Aço
===
   Área total.....................        9.8 cm2
   Número de elementos............          8
   fyk.....................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
As existente ....................        9.82 cm2       ( 0.55%)
As necessário (mínimo).........        7.20 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.24. PILAR P202

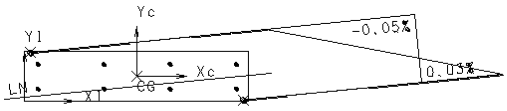



```
Concreto
========
   Área total.....................    2200.0 cm2
   Área por elemento..............     5.500 cm2
   Número de elementos............       400
   fck.....................30 MPa
   GamaC..........................      1.40
Aço
===
   Área total.....................       12.3 cm2
   Número de elementos............         10
   fyk.....................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
Carregamento de As máximo ....          5
   Força normal ..................       5.64 tf
   Momento Mx ....................       0.64 tfm
   Momento My ....................       0.35 tfm
As existente ....................      12.27 cm2       ( 0.56%)
As necessário (mínimo).........       8.80 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.3.25. PILAR P203




```
Concreto
========
   Área total.....................    1800.0 cm2
   Área por elemento..............     4.500 cm2
   Número de elementos............       400
   fck.....................30 MPa
   GamaC..........................      1.40
Aço
===
   Área total.....................        9.8 cm2
   Número de elementos............          8
   fyk.....................500 MPa
   Tipo de aço....................          A
   GamaS..........................       1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.................. OK
Carregamento de As máximo ....          5
   Força normal ..................       6.88 tf
   Momento Mx ....................       0.82 tfm
   Momento My ....................       2.23 tfm
As existente ....................        9.82 cm2       ( 0.55%)
As necessário (mínimo).........        7.20 cm2       ( 0.40%)
```

8.2.4. SAPATAS

8.2.4.1. SAPATA S1

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm

Volume = 0.34 m³ Área de fôrma = 0.88 m² Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 10.52 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.03 tf	Mx_{sd} = -0.07 tfm
Fy_{sd} = 0.10 tf	My_{sd} = 0.12 tfm

8.2.4.2. SAPATA S2

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 6.45 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.03 tf	Mx_{sd} = 0.07 tfm
Fy_{sd} = 0.00 tf	My_{sd} = -0.02 tfm

8.2.4.3. SAPATA S3

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 150 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 150 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm

Altura = 50 cm Peso = 1.77 t Volume = 0.71 m³ Área de fôrma = 1.20 m² Classificação = Rígida	Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 25.33 tf Fx_{sd} = -0.03 tf Fy_{sd} = 0.02 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm Mx_{sd} = -0.03 tfm My_{sd} = 0.03 tfm

8.2.4.4. SAPATA S4

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 150 cm Dimensão em Y = 150 cm Rodapé em X = 20 cm Rodapé em Y = 20 cm Altura = 50 cm Peso = 1.77 t Volume = 0.71 m³ Área de fôrma = 1.20 m² Classificação = Rígida	Dimensão em X = 20 cm Dimensão em Y = 20 cm Colarinho em X = 0 cm Colarinho em Y = 0 cm Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 30.73 tf Fx_{sd} = 0.05 tf Fy_{sd} = 0.02 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm Mx_{sd} = 0.07 tfm My_{sd} = 0.00 tfm

8.2.4.5. SAPATA S5

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm Dimensão em Y = 20 cm

Rodapé em X = 20 cm Rodapé em Y = 20 cm Altura = 40 cm Peso = 0.85 t Volume = 0.34 m³ Área de fôrma = 0.88 m² Classificação = Rígida	Colarinho em X = 0 cm Colarinho em Y = 0 cm Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 6.65 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.02 tf	Mx_{sd} = 0.00 tfm
Fy_{sd} = -0.02 tf	My_{sd} = -0.02 tfm

8.2.4.6. SAPATA S6

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm Dimensão em Y = 110 cm Rodapé em X = 20 cm Rodapé em Y = 20 cm Altura = 40 cm Peso = 0.85 t Volume = 0.34 m³ Área de fôrma = 0.88 m² Classificação = Rígida	Dimensão em X = 20 cm Dimensão em Y = 20 cm Colarinho em X = 0 cm Colarinho em Y = 0 cm Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 10.57 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.00 tf	Mx_{sd} = 0.00 tfm
Fy_{sd} = 0.00 tf	My_{sd} = -0.02 tfm

8.2.4.7. SAPATA S7

Geometria da sapata	Geometria do pilar
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 16.03 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.05 tf	Mx_{sd} = 0.07 tfm
Fy_{sd} = -0.02 tf	My_{sd} = -0.03 tfm

8.2.4.8. SAPATA S8

Geometria da sapata	Geometria do pilar
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 16.11 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.02 tf	Mx_{sd} = -0.02 tfm
Fy_{sd} = -0.02 tf	My_{sd} = -0.03 tfm

8.2.4.9. SAPATA S9

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços γ_f = 1.4

Ponderador adicional de esforços γ_n = 1.2

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 17.77 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.03 tf	Mx_{sd} = 0.05 tfm
Fy_{sd} = -0.02 tf	My_{sd} = -0.05 tfm

8.2.4.10. SAPATA S10

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços γ_f = 1.4

Ponderador adicional de esforços γ_n = 1.2

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 16.21 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.02 tf	Mx_{sd} = -0.02 tfm
Fy_{sd} = -0.02 tf	My_{sd} = -0.03 tfm

8.2.4.11. SAPATA S11

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços γ_f = 1.4

Ponderador adicional de esforços γ_n = 1.2

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 17.91 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.03 tf	Mx_{sd} = 0.05 tfm
Fy_{sd} = -0.03 tf	My_{sd} = -0.05 tfm

8.2.4.12. SAPATA S12

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços γ_f = 1.4

Ponderador adicional de esforços γ_n = 1.2

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 7.95 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.02 tf	Mx_{sd} = 0.02 tfm
Fy_{sd} = -0.02 tf	My_{sd} = -0.05 tfm

8.2.4.13. SAPATA S13

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços γ_f = 1.4

Ponderador adicional de esforços γ_n = 1.2

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 9.98 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.02 tf	Mx_{sd} = -0.02 tfm
Fy_{sd} = -0.02 tf	My_{sd} = -0.05 tfm

8.2.4.14. SAPATA S14

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços γ_f = 1.4

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 16.03 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.05 tf	Mx_{sd} = 0.07 tfm
Fy_{sd} = 0.00 tf	My_{sd} = -0.02 tfm

8.2.4.15. SAPATA S15

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 150 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 150 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 50 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 1.77 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.71 m³	
Área de fôrma = 1.20 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 24.86 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.03 tf	Mx_{sd} = -0.05 tfm
Fy_{sd} = -0.02 tf	My_{sd} = -0.02 tfm

8.2.4.16. SAPATA S16

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 150 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 150 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 50 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 1.77 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.71 m³	
Área de fôrma = 1.20 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 29.15 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.03 tf	Mx_{sd} = 0.05 tfm
Fy_{sd} = -0.03 tf	My_{sd} = -0.05 tfm

8.2.4.17. SAPATA S17

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 11.19 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.08 tf	Mx_{sd} = -0.10 tfm
Fy_{sd} = -0.08 tf	My_{sd} = -0.10 tfm

8.2.4.18. SAPATA S18

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 110 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 110 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.85 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.34 m³	
Área de fôrma = 0.88 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 7.93 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.10 tf	Mx_{sd} = 0.12 tfm
Fy_{sd} = -0.03 tf	My_{sd} = -0.07 tfm

8.2.4.19. SAPATA S201

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 220 cm	Dimensão em X = 90 cm
Dimensão em Y = 150 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 50 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 2.71 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 1.09 m³	
Área de fôrma = 1.48 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 6.74 tf	Mz_{sd} = 0.02 tfm
Fx_{sd} = -0.05 tf	Mx_{sd} = -2.18 tfm
Fy_{sd} = 0.12 tf	My_{sd} = 0.37 tfm

8.2.4.20. SAPATA S202

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 150 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 220 cm	Dimensão em Y = 110 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 50 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 2.74 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 1.10 m³	
Área de fôrma = 1.48 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 6.22 tf	Mz_{sd} = -0.03 tfm
Fx_{sd} = -0.67 tf	Mx_{sd} = 2.50 tfm
Fy_{sd} = 0.25 tf	My_{sd} = 0.50 tfm

8.2.4.21. SAPATA S203

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 150 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 220 cm	Dimensão em Y = 90 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 50 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 2.71 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 1.09 m³	
Área de fôrma = 1.48 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 6.90 tf	Mz_{sd} = 0.13 tfm
Fx_{sd} = 1.04 tf	Mx_{sd} = 2.76 tfm
Fy_{sd} = 0.35 tf	My_{sd} = 3.12 tfm

8.3. BIOFILTRO

8.3.1. LAJE

8.3.1.1. LAJE DE FUNDO

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.4. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RECIRCULAÇÃO

8.4.1. LAJE

8.4.1.1. LAJE DE TAMPA (POÇO DE SUCÇÃO)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 15 cm
d = 11.5 cm
d' = 3.5 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 0.73 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.03 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.10 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 2.51 cm2

8.4.1.2. LAJE DE FUNDO (POÇO DE SUCÇÃO)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.4.1.3. LAJE DE TAMPA (CAIXA BARRILETE)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 15 cm
d = 11.5 cm
d' = 3.5 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 0.73 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.03 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.10 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 2.51 cm2

8.4.1.4. LAJE DE FUNDO (CAIXA BARRILETE)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.4.2. PAREDE

8.4.2.1. PAR1 (POÇO DE SUCÇÃO)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 335 cm
d = 331 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 6.67 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 8.04 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 337.05 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 57.52 tf
V_{sw} = -56.12 tf

8.4.2.2. PAR2=PAR3=PAR4 (CAIXA BARRILETE)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 160 cm
d = 156 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 3.17 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 158.85 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 27.11 tf
V_{sw} = -25.71 tf

8.5. TRATAMENTO SECUNDÁRIO

8.5.1. LAJE

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 25 cm
d = 21 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 2.25 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 3.15 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 3.52 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.6. LEITO DE SECAGEM DE LODO

8.6.1. LAJE

8.6.1.1. LAJE DE TAMPA (PV-01 A PV-05)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 15 cm
d = 11.5 cm
d' = 3.5 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 0.73 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.03 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.10 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 2.51 cm2

8.6.1.2. LAJE DE FUNDO (PV-01 A PV-05)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.6.1.3. LAJE DE FUNDO (LEITO DE SECAGEM DE LODO)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.6.2. VIGA

8.6.2.1. VIGA V1

Viga V1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 535 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 60.125 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

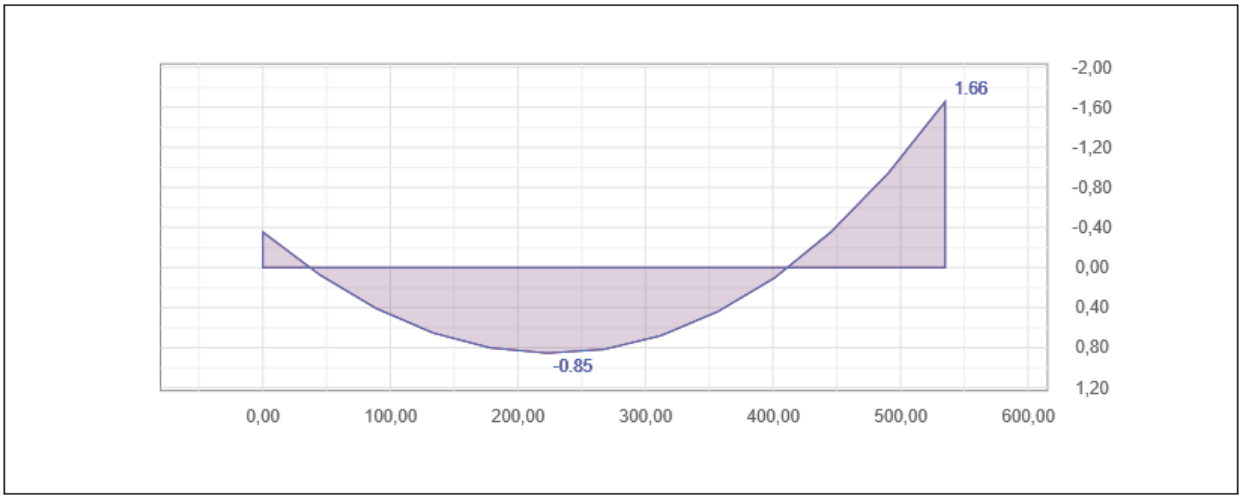
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.36 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.52 tfm

A_s = 1.46 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.70 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.85 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.47 tfm

A_s = 2.10 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 0.687934 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.66 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.55 tfm

A_s = 2.49 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.11

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.53 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 2.14 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 12839.05) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 535 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 60.125 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

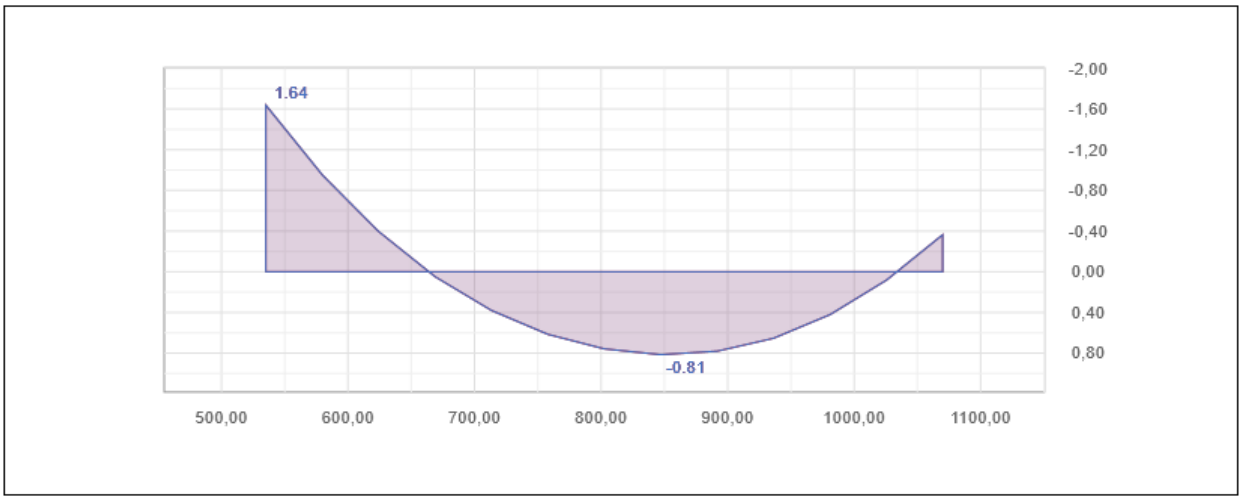
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.64 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.55 tfm

A_s = 2.49 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.11

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.53 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.81 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.47 tfm

A_s = 2.10 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 0.687934 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.36 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.52 tfm

A_s = 1.46 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.70 cm²

Flechas

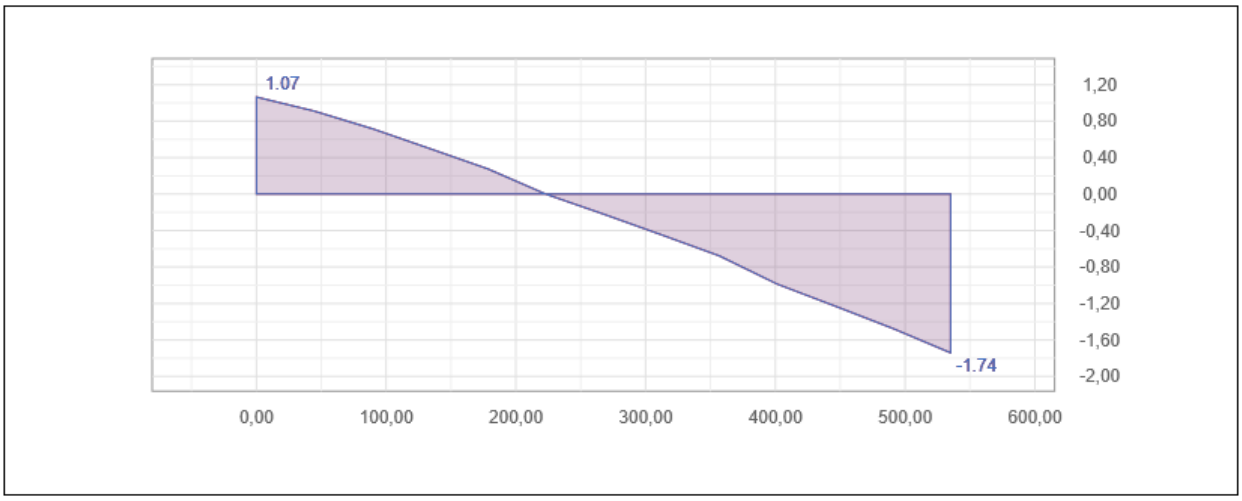
Δ_{lim} = 2.14 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 13515.59) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 515.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 515.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.44 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 1.49 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -4.42 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

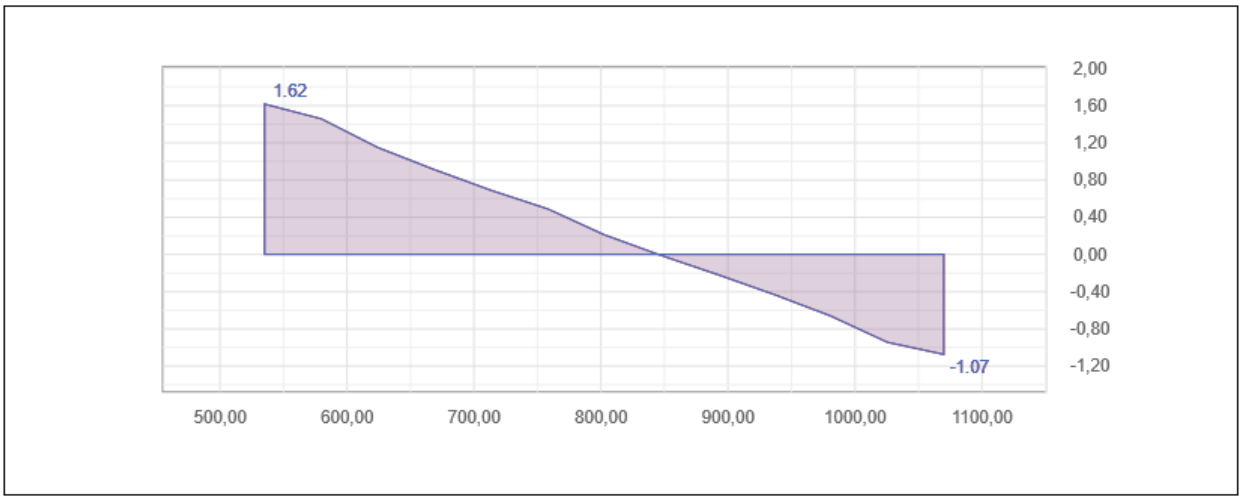
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V1 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 515.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 515.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.26 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 2.26 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -3.64 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.6.2.2. VIGA V2

Viga V2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 515 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 58.625 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

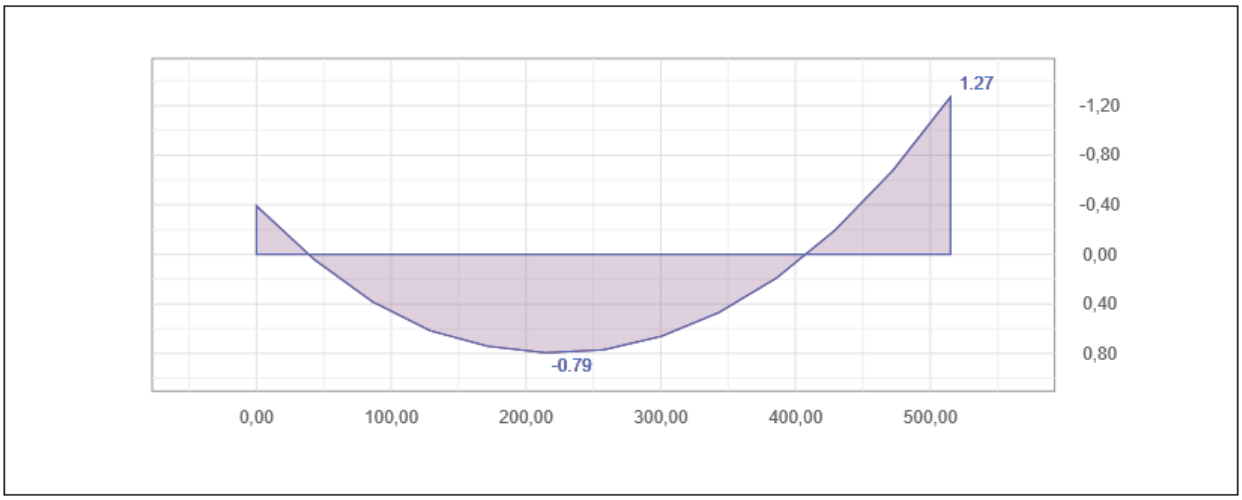
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.39 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.50 tfm

A_s = 1.44 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.69 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.79 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.46 tfm

A_s = 2.07 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 0.702358 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.27 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.50 tfm

A_s = 2.45 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.11

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.52 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 2.06 cm (L/250)

Δ = 0.04 cm (L/Δ = 12407.82) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 415 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 44.9 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

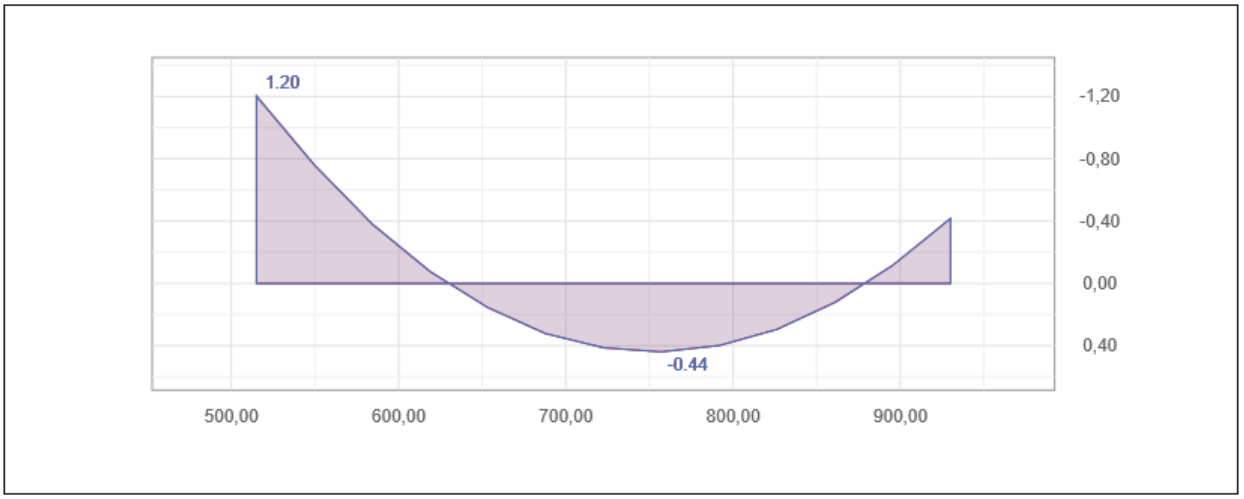
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.20 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.08 tfm

A_s = 2.02 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.44 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.44 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.39 tfm

A_s = 1.76 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 0.873288 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.08 tfm

A_s = 2.02 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.44 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.66 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 43950.95) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 3 (Flexão)

Geometria

L = 110 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 42 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

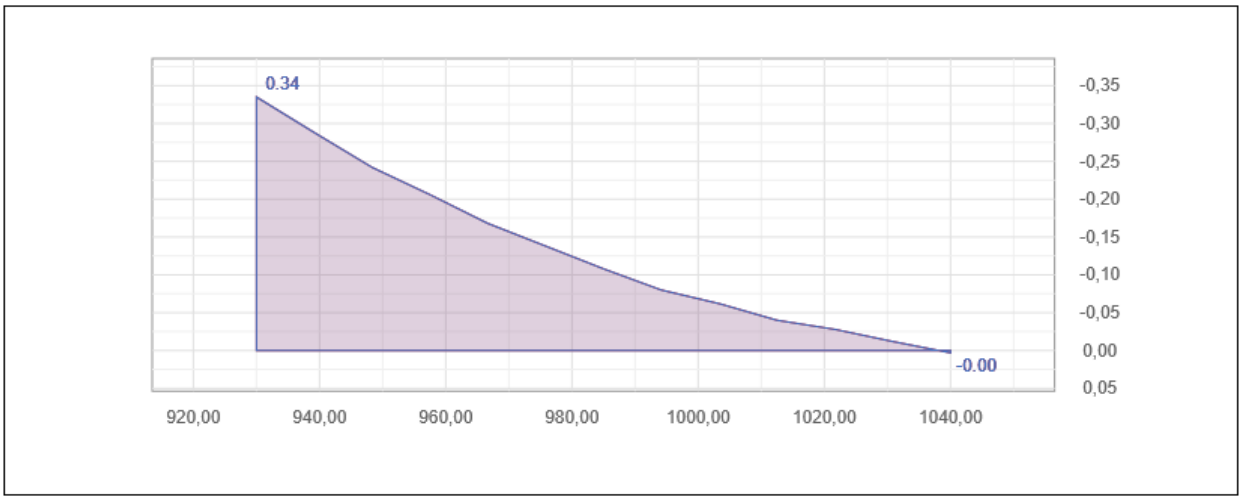
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento

M_{sk-} = 1.28 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.98 tfm

A_s = 1.92 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.08

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Flechas

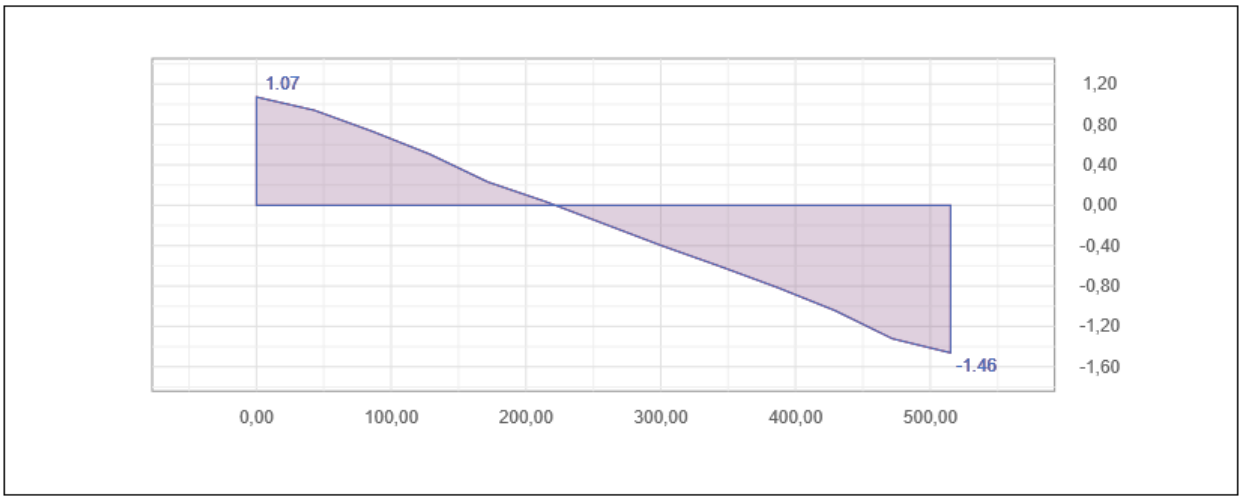
Δ_{lim} = 0.88 cm (L/250)

Δ = -0.00 cm (L/Δ = 113291.79) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 495.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 495.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.05 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 1.50 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -4.41 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

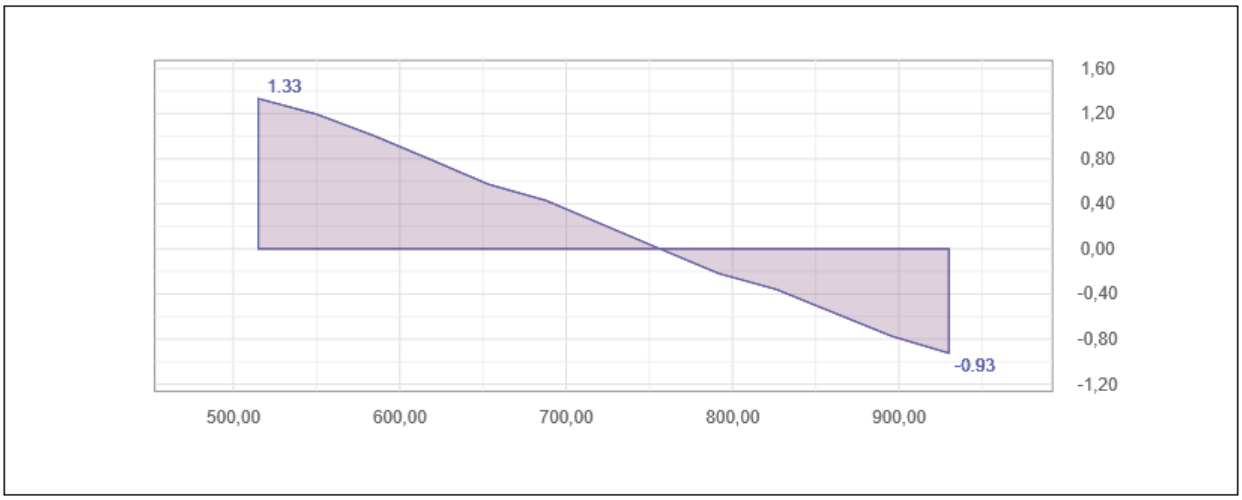
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V2 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 395.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 395.01 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.87 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 1.87 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -4.04 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

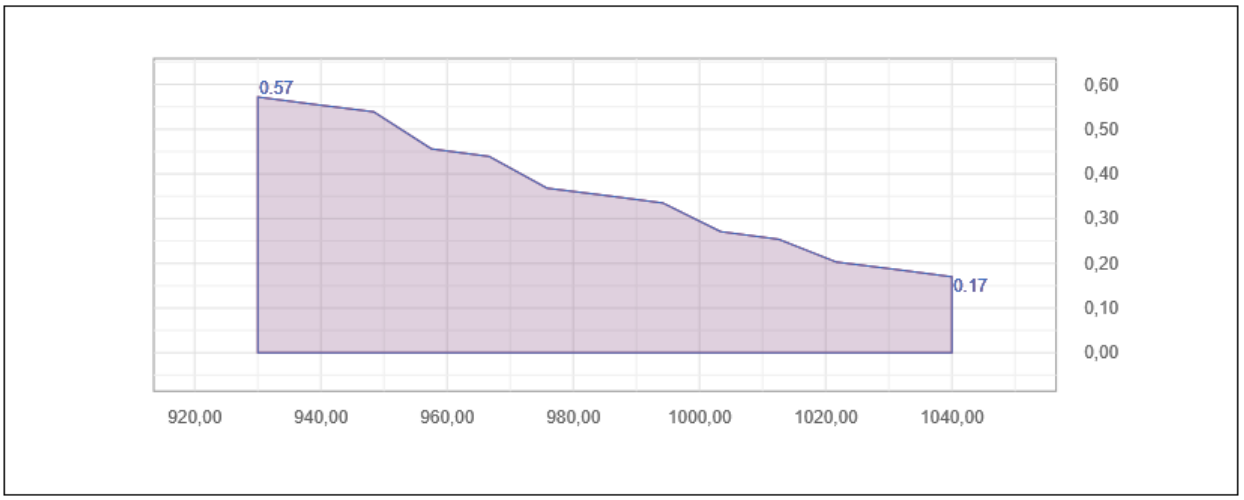
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V2 / Vão 3 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 100 cm (x_i = 0 cm; x_f = 100 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.80 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.80 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.11 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 0.15 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.6.2.3. VIGA V3

Viga V3 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 120 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 32 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

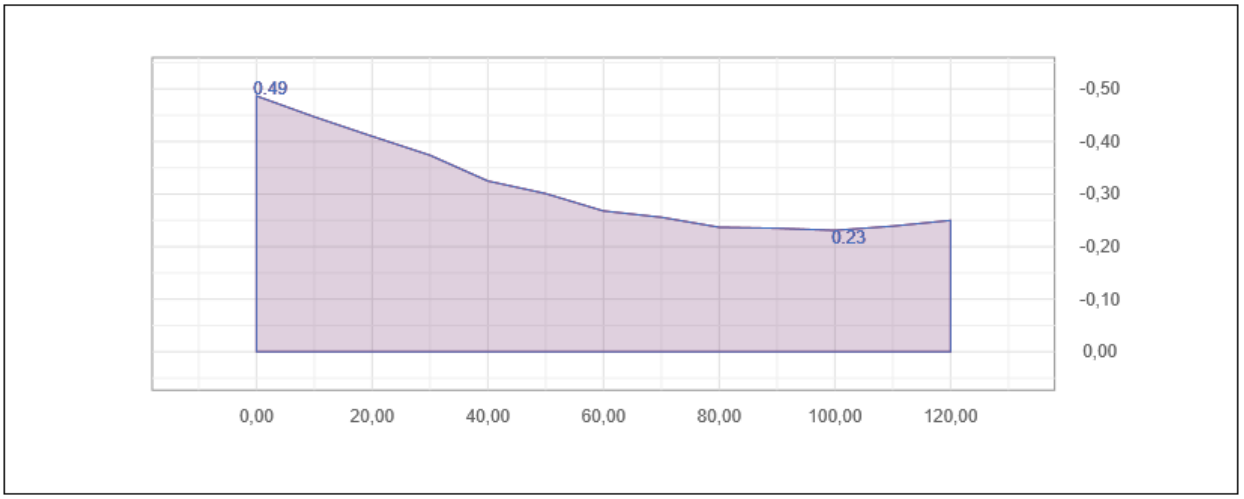
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.49 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.63 tfm

A_s = 1.57 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.37 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.30 tfm

A_s = 1.47 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.145822 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.25 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.63 tfm

A_s = 1.57 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.37 cm²

Flechas

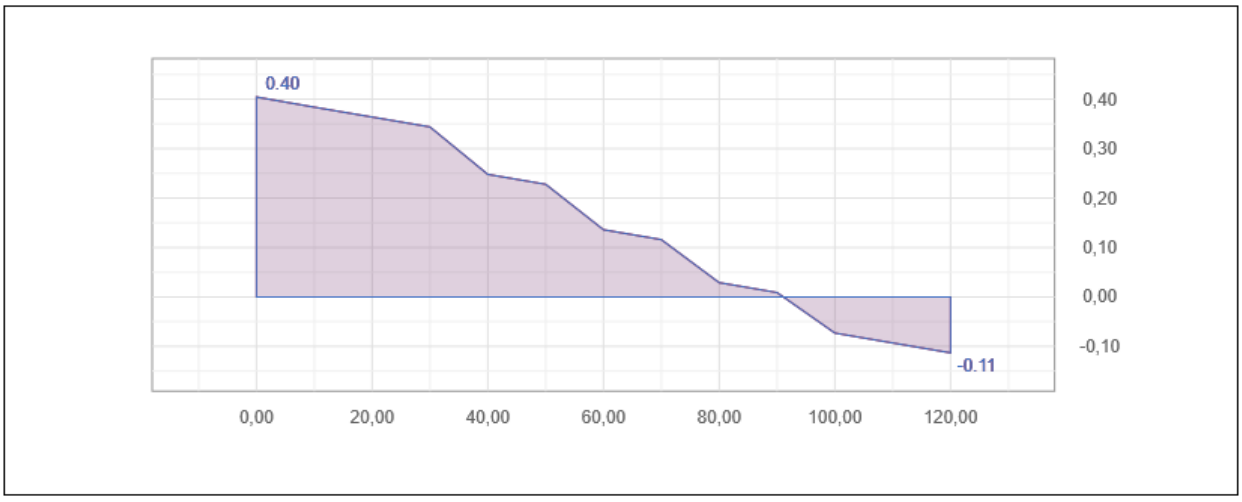
Δ_{lim} = 0.48 cm (L/250)

Δ = 0.06 cm (L/Δ = 1998.27) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 100.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 100.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.57 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.57 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.34 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.6.2.4. VIGA V4

Viga V4 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 120 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 44 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

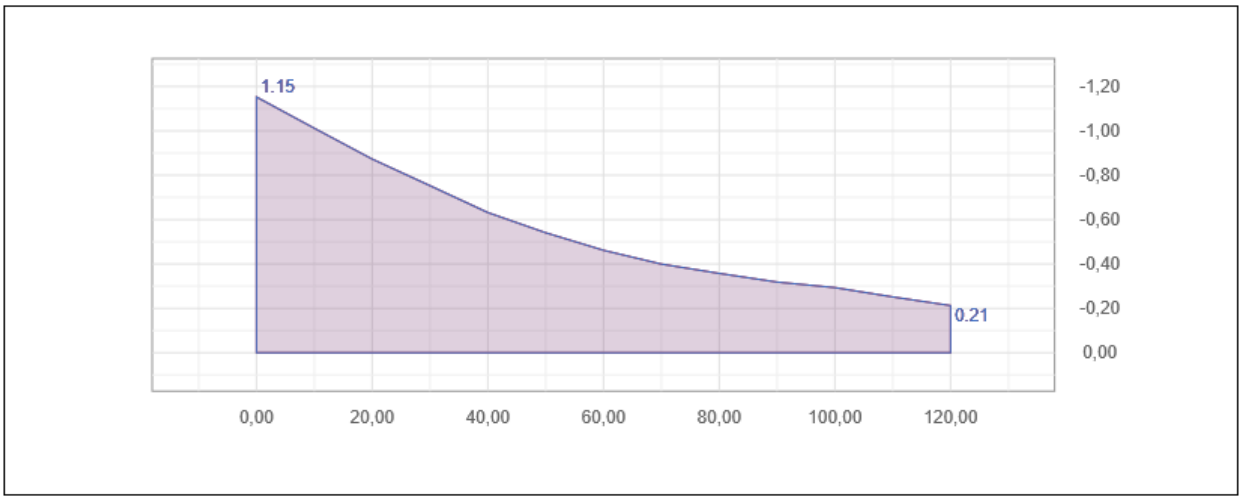
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.15 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.05 tfm

A_s = 1.99 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.44 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.38 tfm

A_s = 1.74 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 0.887743 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.21 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.05 tfm

A_s = 1.99 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.44 cm²

Flechas

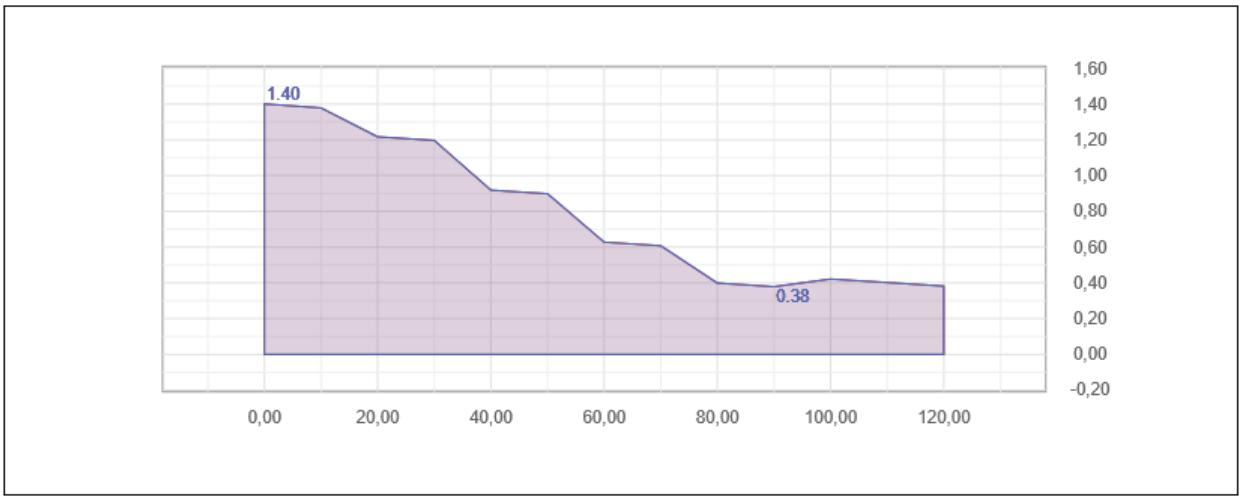
Δ_{lim} = 0.48 cm (L/250)

Δ = 0.06 cm (L/Δ = 2147.86) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V4 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 100.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 100.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.96 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 1.96 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -3.95 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.6.2.5. VIGA V5

Viga V5 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 120 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 44 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

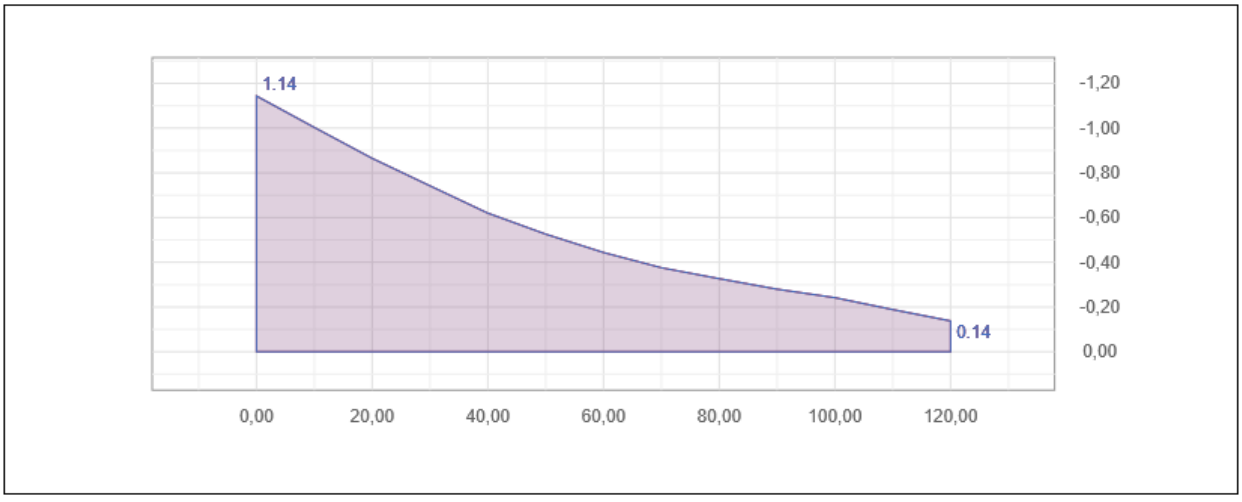
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.14 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.05 tfm

A_s = 1.99 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.44 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.38 tfm

A_s = 1.74 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 0.887743 cm

Armadura = 3 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.14 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.05 tfm

A_s = 1.99 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.44 cm²

Flechas

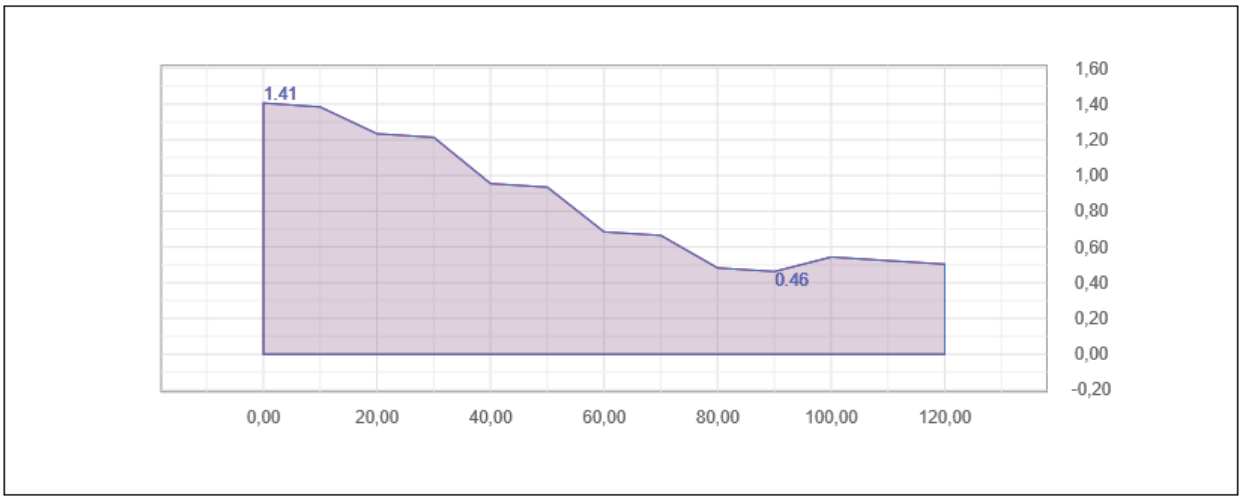
Δ_{lim} = 0.48 cm (L/250)

Δ = 0.05 cm (L/Δ = 2208.54) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 100.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 100.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 1.97 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 1.97 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -3.94 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.6.2.6. VIGA V6

Viga V6 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 120 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 32 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 34 cm

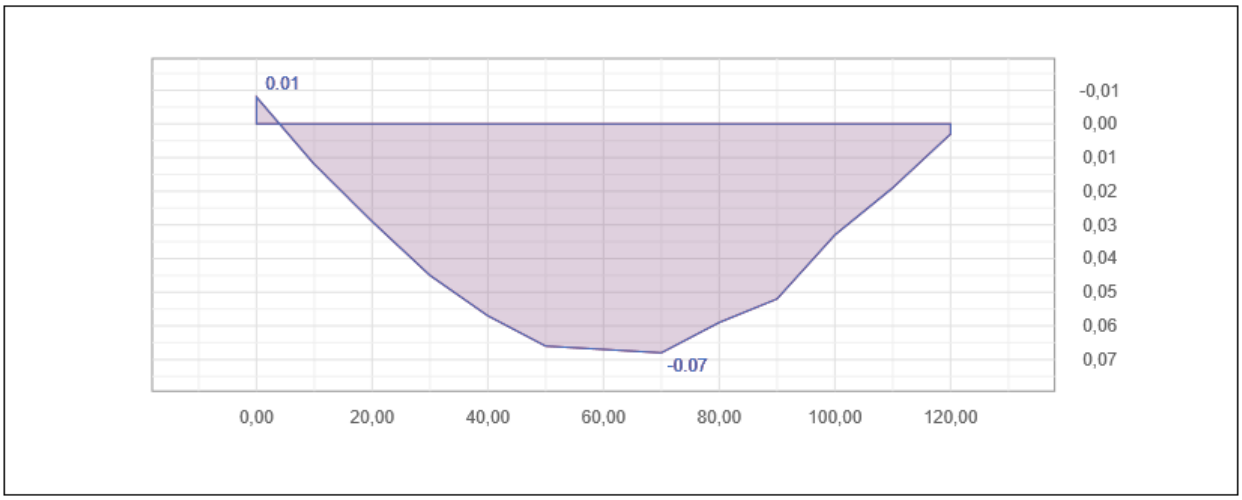
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.24 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.49 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.07 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.30 tfm

A_s = 1.47 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.145822 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.16 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.49 cm²

Flechas

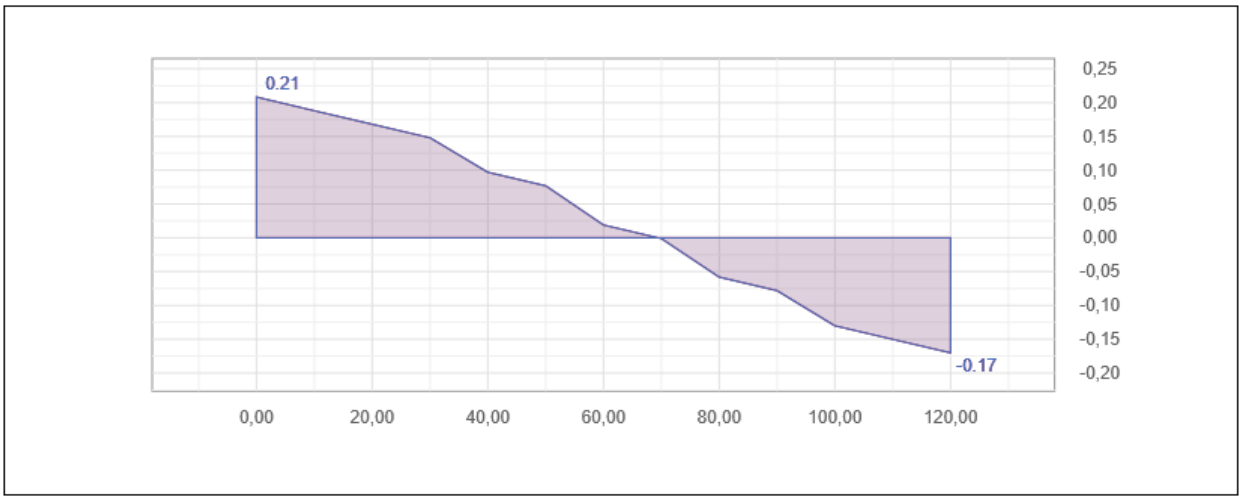
Δ_{lim} = 0.48 cm (L/250)

Δ = 0.00 cm (L/Δ = 39367.67) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V6 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 100.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 100.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 34 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.29 tf

V_{Rd2} = 34.62 tf

V_{Rd3} = 0.29 tf

V_c = 5.91 tf

V_{sw} = -5.62 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.6.2.7. VIGA V7

Viga V7 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 100 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 30 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35 cm

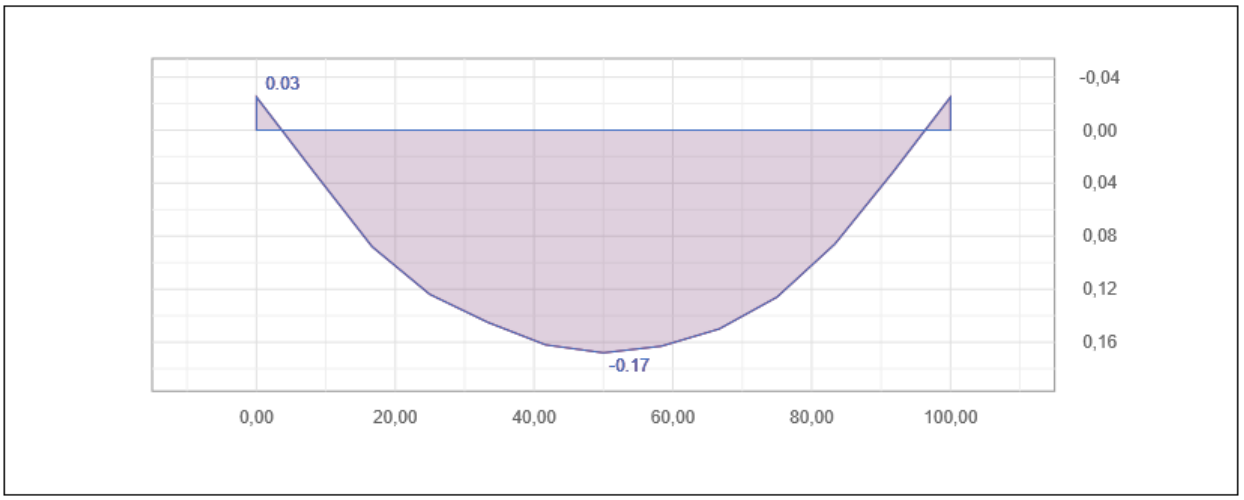
Materiais

f_{ck} = 30 MPa

Cobrimentos

c = 4 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.03 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.23 tfm

A_s = 1.24 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.48 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.17 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.28 tfm

A_s = 1.43 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.170695 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.03 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.23 tfm

A_s = 1.24 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.48 cm²

Flechas

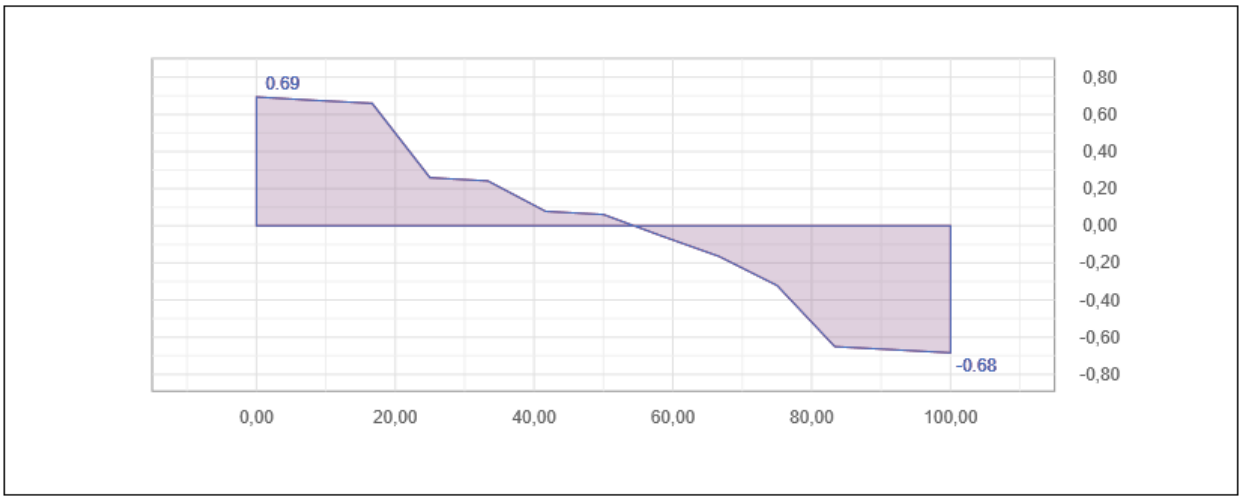
Δ_{lim} = 0.40 cm (L/250)

Δ = 0.01 cm (L/Δ = 19378.08) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V7 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 80.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 80.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 0.97 tf

V_{Rd2} = 35.64 tf

V_{Rd3} = 0.97 tf

V_c = 6.08 tf

V_{sw} = -5.11 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 2.32 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

8.6.3. PAREDE

8.6.3.1. PAR1 (VÃO 1, 3, 5, 7, 9 E 11) = PAR2 (VÃO 1, 3, 5, 7, 9 E 11)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 180 cm
d = 176 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 3.57 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 179.22 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 30.59 tf
V_{sw} = -29.19 tf

8.6.3.2. PAR1 (VÃO 2, 4, 6, 8 E 10) = PAR2 (VÃO 2, 4, 6, 8 E 10)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 205 cm
d = 201 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 4.07 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 204.68 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 34.93 tf
V_{sw} = -33.53 tf

8.6.3.3. PAR3 = PAR6 = PAR9 = PAR12 = PAR15 = PAR15

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 180 cm
d = 176 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 3.57 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 179.22 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 30.59 tf
V_{sw} = -29.19 tf

8.6.3.4. PAR4 = PAR5 = PAR7 = PAR8 = PAR10 = PAR11 = PAR13 = PAR14 = PAR16 = PAR17

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 45 cm
d = 41 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 1.30 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 2.45 cm2

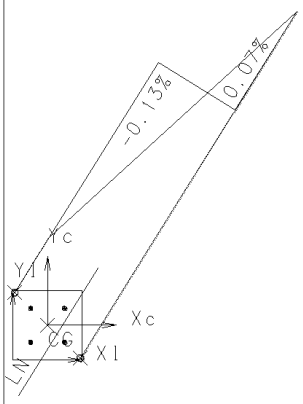
Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 41.75 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 7.13 tf
V_{sw} = -5.73 tf

8.6.4. PILAR

8.6.4.1. PILAR P1

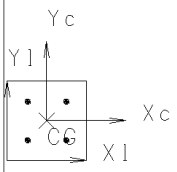



```
Concreto
========
    Área total.................      400.0 cm2
    Área por elemento..........      1.000 cm2
    Número de elementos........        400
    fck........................30 MPa
    GamaC......................       1.40
Aço
===
    Área total.................         4.9 cm2
    Número de elementos........           4
    fyk........................500 MPa
    Tipo de aço................           A
    GamaS......................        1.15
    Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....           5
    Força normal ..............        1.90 tf
    Momento Mx ................        0.35 tfm
    Momento My ................        0.50 tfm
As existente ..................        4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.6.4.2. PILAR P2

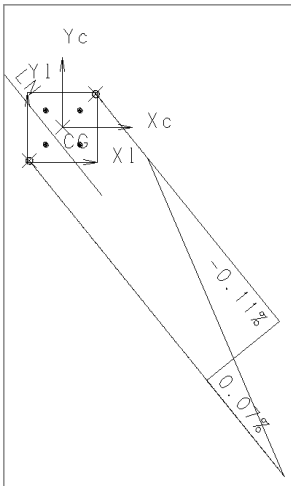



```
Concreto
========
    Área total.................      400.0 cm2
    Área por elemento..........      1.000 cm2
    Número de elementos........        400
    fck........................30 MPa
    GamaC......................       1.40
Aço
===
    Área total.................         4.9 cm2
    Número de elementos........           4
    fyk........................500 MPa
    Tipo de aço................           A
    GamaS......................        1.15
    Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..................        4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).........        1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.6.4.3. PILAR P3

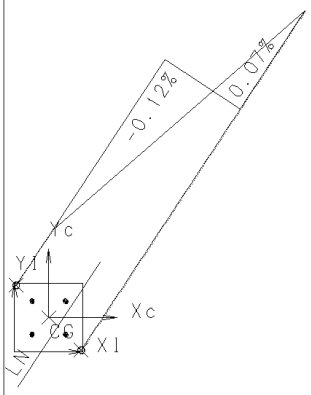



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck.......................30 MPa
   GamaC.....................        1.40
Aço
===
   Área total.................        4.9 cm2
   Número de elementos........          4
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS.....................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....          5
   Força normal ..............       2.03 tf
   Momento Mx ................       0.36 tfm
   Momento My ................      -0.42 tfm
As existente .................       4.91 cm2      ( 1.23%)
As necessário (minimo)........       1.60 cm2      ( 0.40%)
```

8.6.4.4. PILAR P4

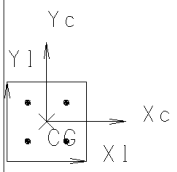



```
Concreto
========
   Área total.................      400.0 cm2
   Área por elemento..........      1.000 cm2
   Número de elementos........        400
   fck.......................30 MPa
   GamaC.....................        1.40
Aço
===
   Área total.................        4.9 cm2
   Número de elementos........          4
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS.....................        1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....          5
   Força normal ..............       1.94 tf
   Momento Mx ................       0.33 tfm
   Momento My ................       0.45 tfm
As existente .................       4.91 cm2      ( 1.23%)
As necessário (mínimo)........       1.60 cm2      ( 0.40%)
```

8.6.4.5. PILAR P5

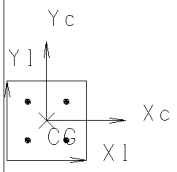



```
Concreto
========
    Área total.................      400.0 cm2
    Área por elemento..........      1.000 cm2
    Número de elementos........        400
    fck........................30 MPa
    GamaC......................       1.40
Aço
===
    Área total.................         4.9 cm2
    Número de elementos........           4
    fyk........................500 MPa
    Tipo de aço................           A
    GamaS......................       1.15
    Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.6.4.6. PILAR P6

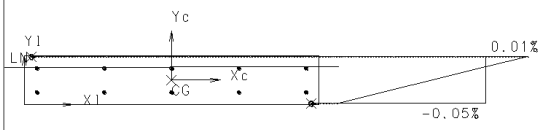



```
Concreto
========
    Área total.................      400.0 cm2
    Área por elemento..........      1.000 cm2
    Número de elementos........        400
    fck........................30 MPa
    GamaC......................       1.40
Aço
===
    Área total.................         4.9 cm2
    Número de elementos........           4
    fyk........................500 MPa
    Tipo de aço................           A
    GamaS......................       1.15
    Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..............          4.91 cm2       ( 1.23%)
As necessário (mínimo).....          1.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.6.4.7. PILAR P7

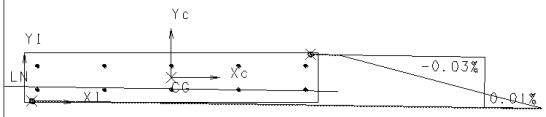



```
Concreto
========
   Área total.................     2400.0 cm2
   Área por elemento..........        6.000 cm2
   Número de elementos........          400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................         1.40
Aço
===
   Área total.................       12.3 cm2
   Número de elementos........          10
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................         1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....           5
   Força normal ..............        3.43 tf
   Momento Mx ................       -0.87 tfm
   Momento My ................       -0.06 tfm
As existente ................       12.27 cm2       ( 0.51%)
As necessário (mínimo)........        9.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.6.4.8. PILAR P8




```
Concreto
========
   Área total.................     2400.0 cm2
   Área por elemento..........        6.000 cm2
   Número de elementos........          400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................         1.40
Aço
===
   Área total.................       12.3 cm2
   Número de elementos........          10
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................         1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....           5
   Força normal ..............        4.15 tf
   Momento Mx ................        0.65 tfm
   Momento My ................       -0.53 tfm
As existente ................       12.27 cm2       ( 0.51%)
As necessário (mínimo)........        9.60 cm2       ( 0.40%)
```

8.6.5. SAPATA

8.6.5.1. SAPATA S1

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 100 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 100 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.71 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.28 m³	
Área de fôrma = 0.80 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 2.30 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.50 tf	Mx_{sd} = -0.32 tfm
Fy_{sd} = 0.34 tf	My_{sd} = 0.15 tfm

8.6.5.2. SAPATA S2

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 100 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 100 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.71 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.28 m³	
Área de fôrma = 0.80 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 6.42 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.03 tf	Mx_{sd} = -0.03 tfm
Fy_{sd} = 0.10 tf	My_{sd} = 0.03 tfm

8.6.5.3. SAPATA S3

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 100 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 100 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.71 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.28 m³	
Área de fôrma = 0.80 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 2.28 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.40 tf	Mx_{sd} = 0.22 tfm
Fy_{sd} = 0.34 tf	My_{sd} = 0.17 tfm

8.6.5.4. SAPATA S4

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 100 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 100 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.71 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.28 m³	
Área de fôrma = 0.80 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 2.08 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.42 tf	Mx_{sd} = -0.27 tfm
Fy_{sd} = 0.30 tf	My_{sd} = 0.17 tfm

8.6.5.5. SAPATA S5

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 100 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 100 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.71 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.28 m³	

Área de fôrma = 0.80 m² Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 6.42 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.08 tf	Mx_{sd} = -0.07 tfm
Fy_{sd} = 0.20 tf	My_{sd} = 0.12 tfm

8.6.5.6. SAPATA S6

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 100 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 100 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.71 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.28 m³	
Área de fôrma = 0.80 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 2.40 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.44 tf	Mx_{sd} = 0.25 tfm
Fy_{sd} = -0.05 tf	My_{sd} = -0.02 tfm

8.6.5.7. SAPATA S7

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 70 cm	Dimensão em X = 20 cm
Dimensão em Y = 170 cm	Dimensão em Y = 120 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm

Peso = 0.92 t Volume = 0.37 m³ Área de fôrma = 0.96 m² Classificação = Rígida	Excentricidade em Y = -25 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 4.35 tf	Mz_{sd} = -0.29 tfm
Fx_{sd} = 1.14 tf	Mx_{sd} = 0.34 tfm
Fy_{sd} = 0.08 tf	My_{sd} = -1.08 tfm

8.6.5.8. SAPATA S8

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 70 cm Dimensão em Y = 170 cm Rodapé em X = 20 cm Rodapé em Y = 20 cm Altura = 40 cm Peso = 0.92 t Volume = 0.37 m³ Área de fôrma = 0.96 m² Classificação = Rígida	Dimensão em X = 20 cm Dimensão em Y = 120 cm Colarinho em X = 0 cm Colarinho em Y = 0 cm Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = -25 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 5.39 tf	Mz_{sd} = 0.20 tfm
Fx_{sd} = -0.79 tf	Mx_{sd} = -0.40 tfm
Fy_{sd} = 0.30 tf	My_{sd} = -1.61 tfm

8.7. LEITO DE SECAGEM OPERACIONAL

8.7.1. LAJE

8.7.1.1. LAJE DE TAMPA (PV-06)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 15 cm
d = 11.5 cm
d' = 3.5 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 0.73 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.03 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.10 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 2.51 cm2

8.7.1.2. LAJE DE FUNDO (PV-06)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.7.1.3. LAJE DE FUNDO (LEITO DE SECAGEM OPERACIONAL)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.7.2. PAREDE

8.7.2.1. PAR1 (VÃO 1 E 3)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 195 cm
d = 191 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 3.87 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 33.51 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 194.49 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 33.19 tf
V_{sw} = -31.79 tf

8.7.2.2. PAR1 (VÃO 2)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 220 cm
d = 216 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 4.37 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 33.51 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 219.95 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 37.54 tf
V_{sw} = -36.14 tf

8.7.2.3. PAR2 (VÃO 1)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 40 cm
d = 36 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 5.95 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 5.90 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 6.03 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 2.62 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 36.66 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 6.26 tf
V_{sw} = -4.86 tf

8.7.2.4. PAR2 (VÃO 3)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 205 cm
d = 201 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 4.07 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 204.68 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 34.93 tf
V_{sw} = -33.53 tf

8.7.2.5. PAR2 (VÃO 2 E 4) = PAR3 = PAR6

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 180 cm
d = 176 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 3.57 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 179.22 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 30.59 tf
V_{sw} = -29.19 tf

8.7.2.6. PAR4 = PAR5

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 45 cm
d = 41 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 1.30 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 2.45 cm2

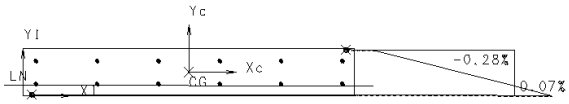
Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 41.75 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 7.13 tf
V_{sw} = -5.73 tf

8.7.3. PILAR

8.7.3.1. PILAR P1




```
Concreto
========
   Área total.................     2800.0 cm2
   Área por elemento..........        7.000 cm2
   Número de elementos........          400
   fck........................30 MPa
   GamaC......................         1.40
Aço
===
   Área total.................        14.7 cm2
   Número de elementos........          12
   fyk........................500 MPa
   Tipo de aço................           A
   GamaS......................         1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....           5
   Força normal ..............        5.88 tf
   Momento Mx ................        4.64 tfm
   Momento My ................       -0.54 tfm
As existente ................       14.73 cm2      ( 0.53%)
As necessário (mínimo).......       11.20 cm2      ( 0.40%)
```

8.7.4. SAPATA

8.7.4.1. SAPATA S1

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 220 cm	Dimensão em X = 140 cm
Dimensão em Y = 200 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 25 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 25 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 65 cm	Excentricidade em X = 40 cm
Peso = 4.68 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 1.87 m³	
Área de fôrma = 2.10 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 7.06 tf	Mz_{sd} = -1.13 tfm
Fx_{sd} = -0.35 tf	Mx_{sd} = 2.15 tfm
Fy_{sd} = 2.81 tf	My_{sd} = -1.51 tfm

8.8. MEDIDOR DE VAZÃO

8.8.1. LAJE

8.8.1.1. LAJE DE FUNDO

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\,calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\,existente}$ = 3.52 cm2

8.8.2. PAREDE

8.8.2.1. PAR1 (VÃO 1) = PAR2 (VÃO 1) = PAR3

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 103 cm
d = 99 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 2.03 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 100.81 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 17.21 tf
V_{sw} = -15.81 tf

8.8.2.2. PAR1 (VÃO 2) = PAR2 (VÃO 2) = PAR5

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 119 cm
d = 115 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 2.35 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 198.57 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 33.89 tf
V_{sw} = -33.49 tf

8.8.2.3. PAR4

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 36 cm
d = 31 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 1.06 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 31.57 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 5.39 tf
V_{sw} = -3.99 tf

8.9. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE EFLUENTE TRATADO

8.9.1. LAJE

8.9.1.1. LAJE DE TAMPA (CAIXA DE DESCARGA)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 15 cm
d = 11.5 cm
d' = 3.5 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 0.73 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.03 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.10 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 2.51 cm2

8.9.1.2. LAJE DE FUNDO (CAIXA DE DESCARGA)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.9.1.3. LAJE DE TAMPA (POÇO DE SUCÇÃO)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.9.1.4. LAJE DE FUNDO (POÇO DE SUCÇÃO)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 100 cm
h = 20 cm
d = 16 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.35 tfm
γ_f = 1.40
M_{Rd} = 1.89 tfm

Resultados

$A_{s,\ calculada}$ = 2.77 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 3.52 cm2

8.9.2. PAREDE

8.9.2.1. PAR1=PAR2=PAR3=PAR4 (CAIXA DE DESCARGA)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 103 cm
d = 99 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 2.03 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 100.81 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 17.21 tf
V_{sw} = -15.81 tf

8.9.2.2. PAR5 (POÇO DE SUCÇÃO)

Dados

Informações gerais

Norma utilizada: NBR-6118:2014

Geometria

b_w = 20 cm
h = 215 cm
d = 211 cm
d' = 4 cm

Materiais

f_{ck} = 30 MPa
f_{yk} = 500 MPa
γ_c = 1.40
γ_s = 1.15
f_{ctk} = 4 MPa

Esforços

M_{Sk} = 1.00 tfm
γ_f = 1.40

Resultados

Flexão

$A_{s,\ calculada}$ = 4.27 cm2
$A_{s,\ existente}$ = 4.91 cm2

Cisalhamento

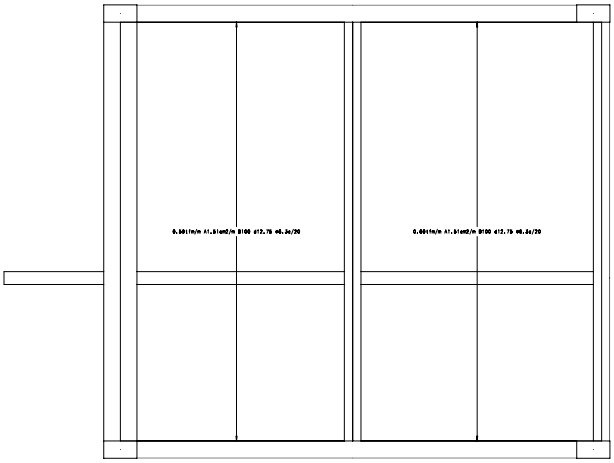
$A_{sw,\ calculada}$ = 2.32 cm2/m - 2R
$A_{sw,\ existente}$ = 10.47 cm2/m - 2R

V_{Rd2} = 214.86 tf
V_{Rd3} = 1.40 tf
V_c = 36.67 tf
V_{sw} = -35.27 tf

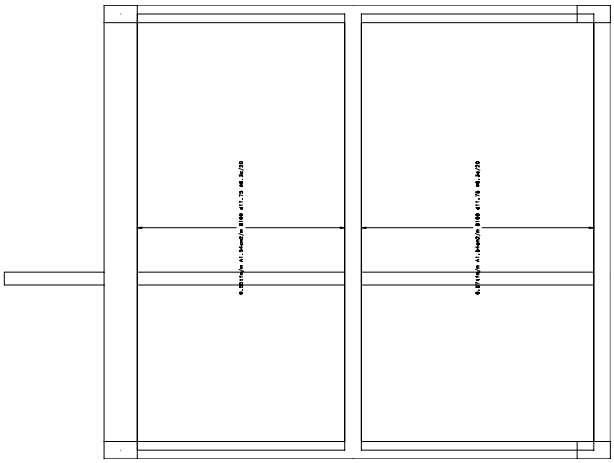
8.10. CASA DOS SOPRADORES

8.10.1. LAJE

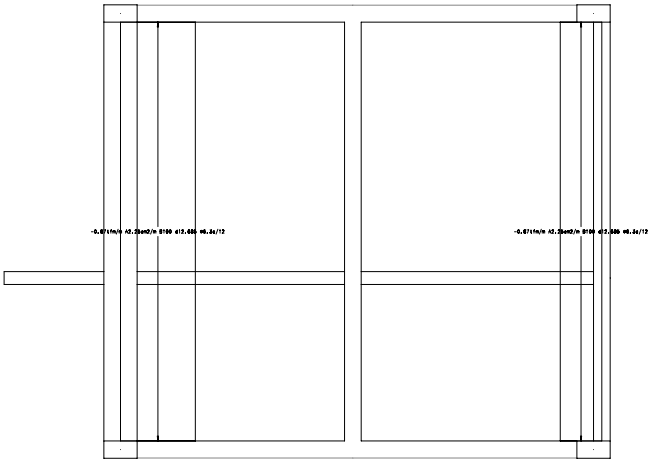
8.10.1.1. ARMAÇÃO POSITIVA HORIZONTAL



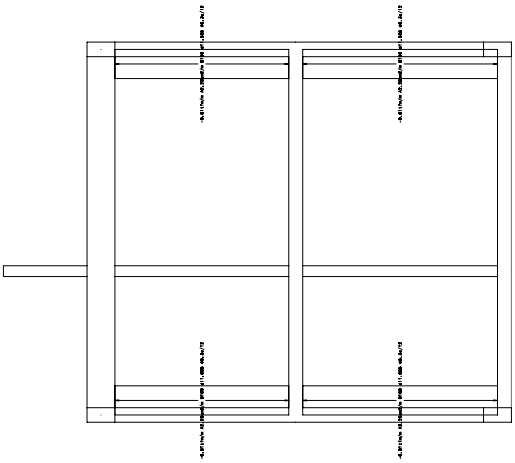
8.10.1.2. ARMAÇÃO POSITIVA VERTICAL



8.10.1.3. ARMAÇÃO NEGATIVA HORIZONTAL



8.10.1.4. ARMAÇÃO NEGATIVA VERTICAL



8.10.2. VIGA

8.10.2.1. NÍVEL +523.800

8.10.2.1.1. VIGA V1

Viga V1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 553 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 75.3 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

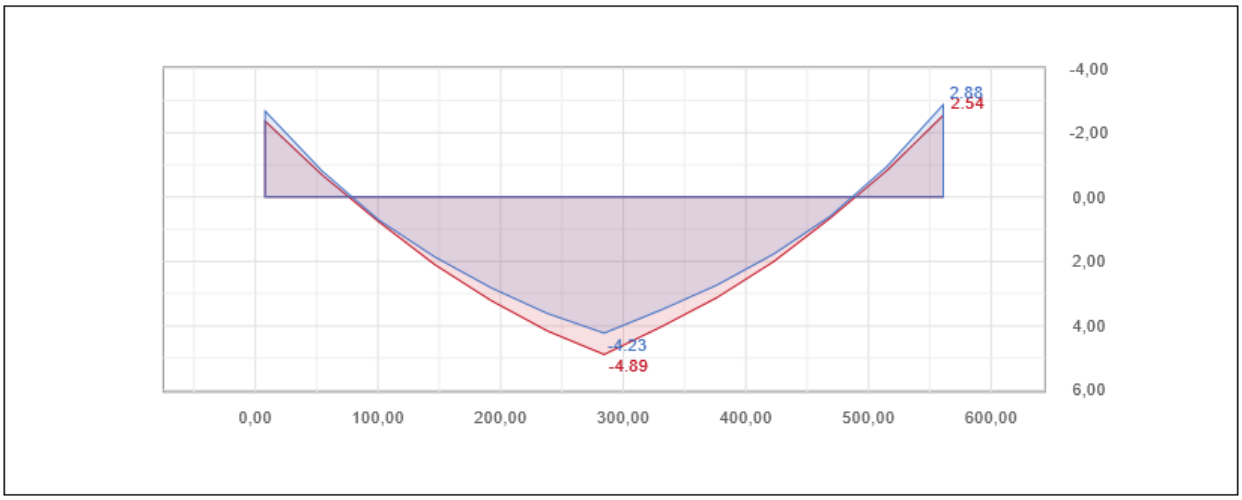
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 2.67 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.42 tfm

A_s = 2.56 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.16

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.13 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 4.89 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.17 tfm

A_s = 4.52 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.689147 cm

Armadura = 4 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.88 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.42 tfm

A_s = 2.77 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.17

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.13 cm²

Flechas

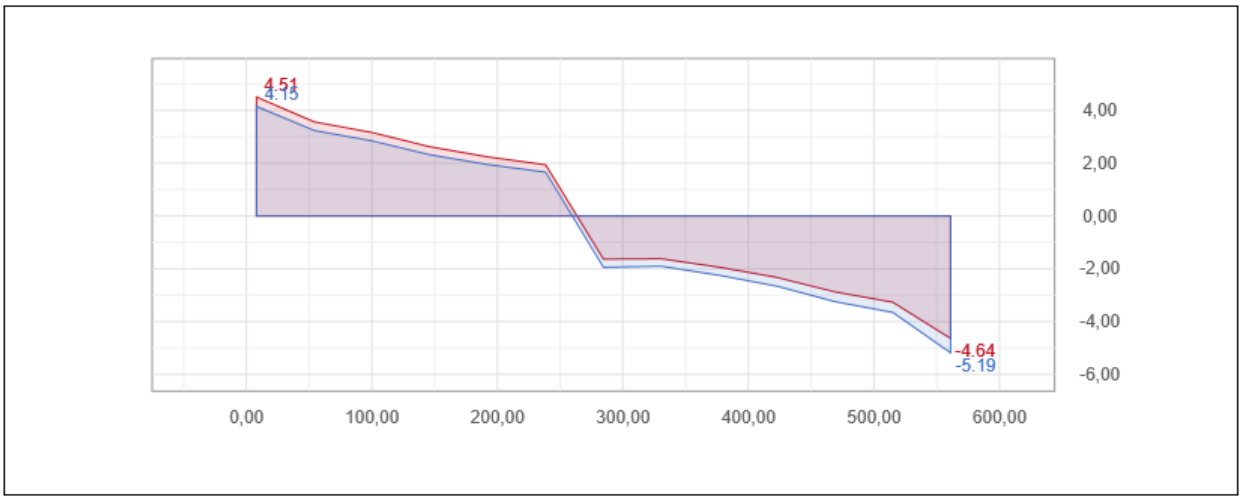
Δ_{lim} = 2.21 cm (L/250)

Δ = 0.37 cm (L/Δ = 1506.69) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 231.25 cm (x_i = 0 cm; x_f = 231.25 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 6.31 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 6.31 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 1.61 tf

A_{sw} = 1.16 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

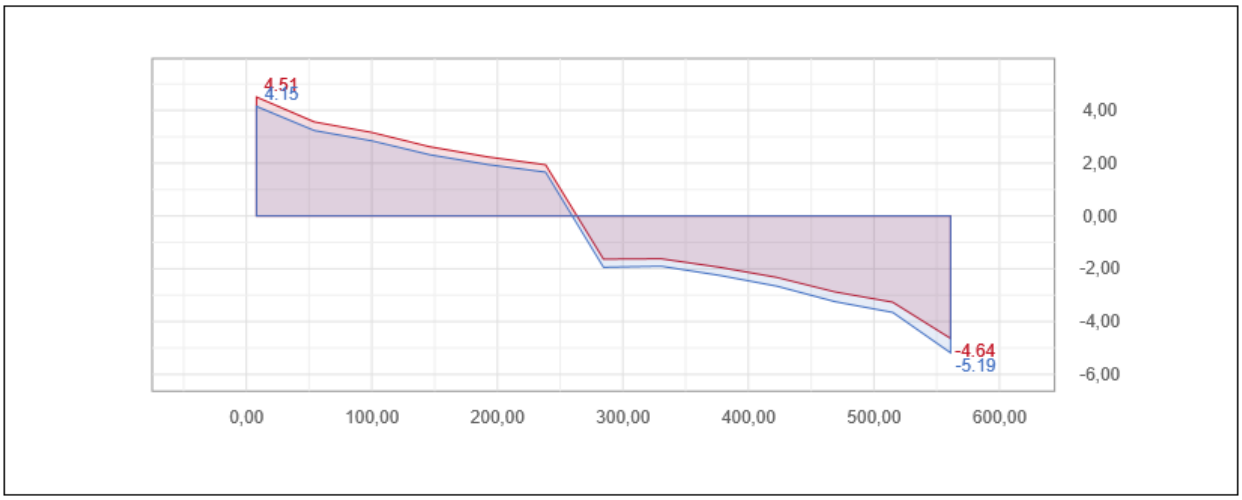
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

Viga V1 / Vão 1 Faixa 2 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 55.5 cm (x_i = 231.25 cm; x_f = 286.75 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.72 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 2.72 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = -1.99 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 2.33 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.33 cm²/m

Detalhamento

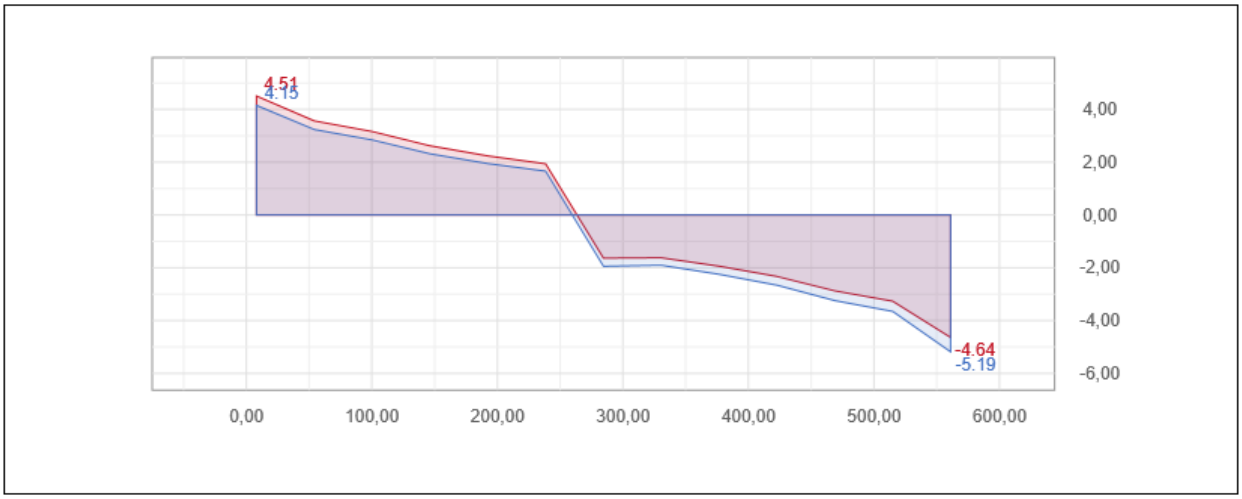
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V1 / Vão 1 Faixa 3 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 242.27 cm (x_i = 286.75 cm; x_f = 529.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 7.26 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 7.26 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 2.55 tf

A_{sw} = 1.84 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.10.2.1.2. VIGA V2

Viga V2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 553 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 75.3 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

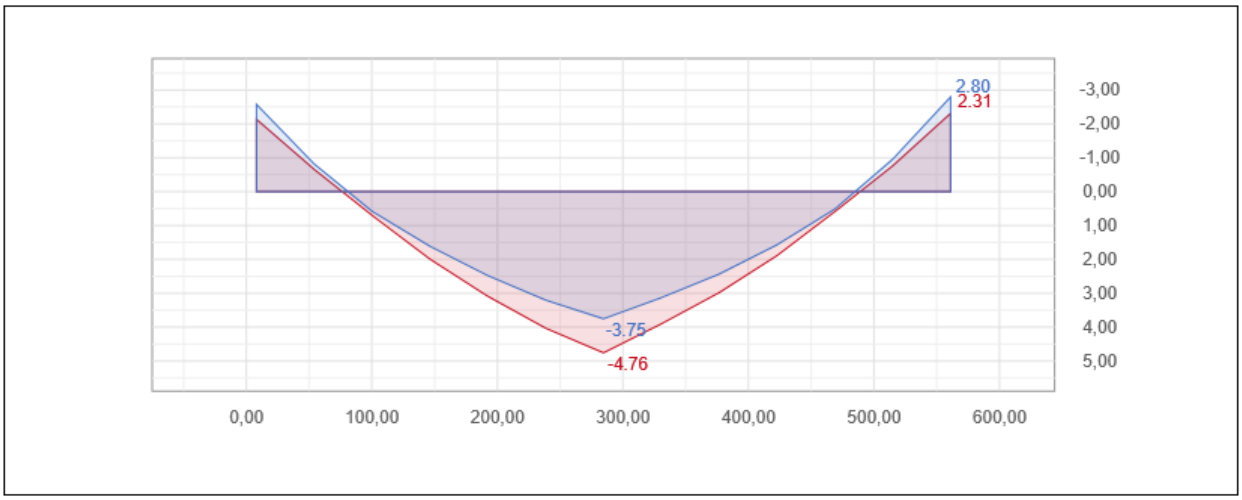
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 2.58 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.42 tfm

A_s = 2.46 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.15

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.10 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 4.76 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.17 tfm

A_s = 4.40 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.612657 cm

Armadura = 4 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.80 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.42 tfm

A_s = 2.69 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.17

x/d (max) = 0.45

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.10 cm²

Flechas

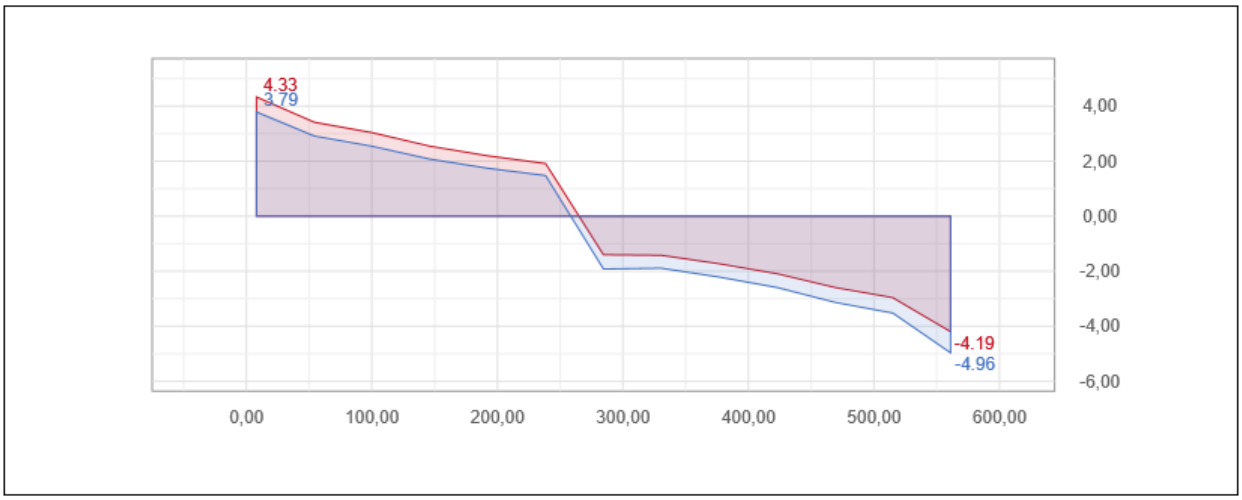
Δ_{lim} = 2.21 cm (L/250)

Δ = 0.35 cm (L/Δ = 1576.89) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 231.25 cm (x_i = 0 cm; x_f = 231.25 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 6.06 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 6.06 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 1.36 tf

A_{sw} = 0.98 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

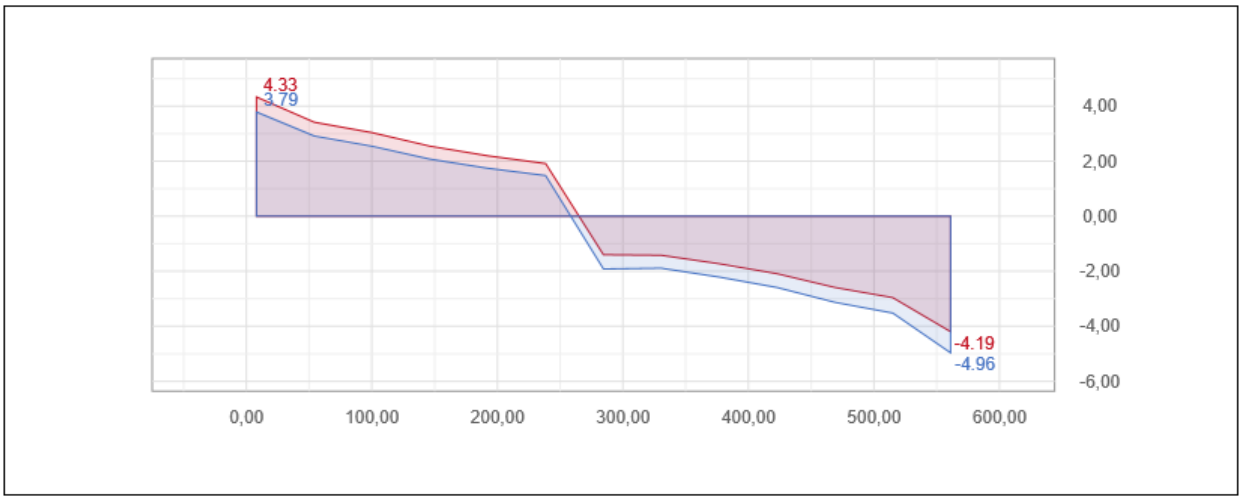
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

Viga V2 / Vão 1 Faixa 2 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 55.5 cm (x_i = 231.25 cm; x_f = 286.75 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.69 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 2.69 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = -2.02 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Tirante / Suspensão

R_d = 0.00 tf

$A_{sw,sus}$ = 2.29 cm²/m

$A_{sw,total}$ = 2.29 cm²/m

Detalhamento

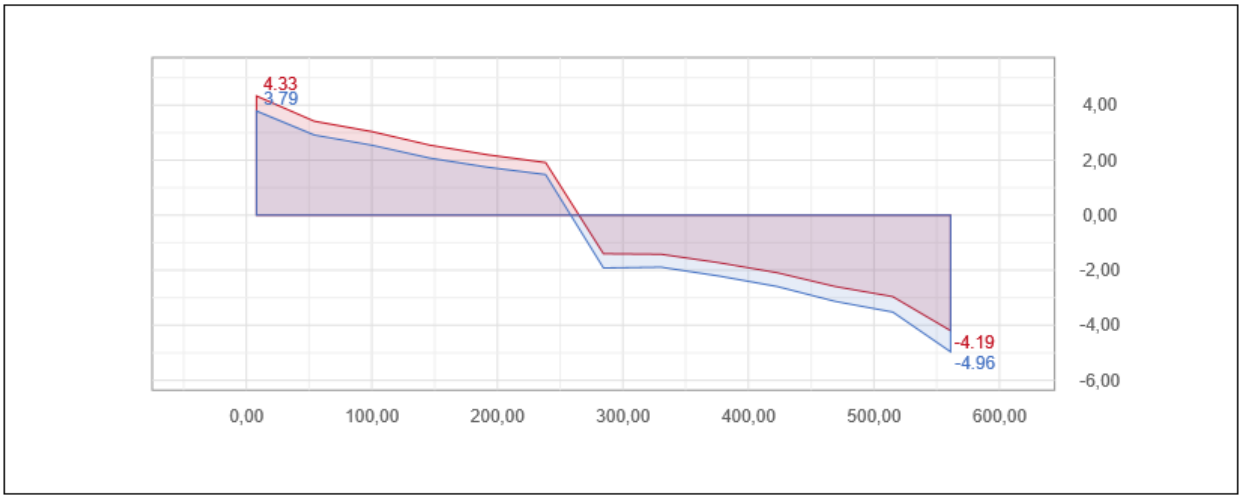
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V2 / Vão 1 Faixa 3 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 242.27 cm (x_i = 286.75 cm; x_f = 529.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 6.95 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 6.95 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 2.24 tf

A_{sw} = 1.61 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.10.2.1.3. VIGA V3

Viga V3 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 502 cm

b_w = 40 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 90.2 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

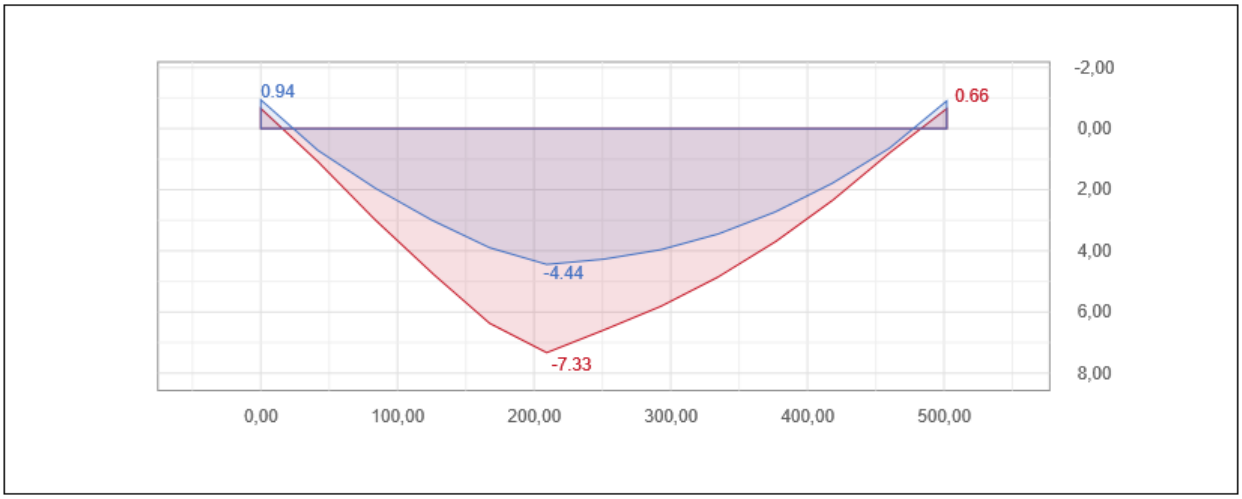
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.94 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.03 tfm

A_s = 2.59 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 4 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 2.28 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 7.33 tfm

$M_{1k,min+}$ = 2.12 tfm

A_s = 6.83 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 3.390325 cm

Armadura = 4 Ø 16 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.91 tfm

$M_{1k,min-}$ = 2.03 tfm

A_s = 2.59 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 4 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 2.28 cm²

Flechas

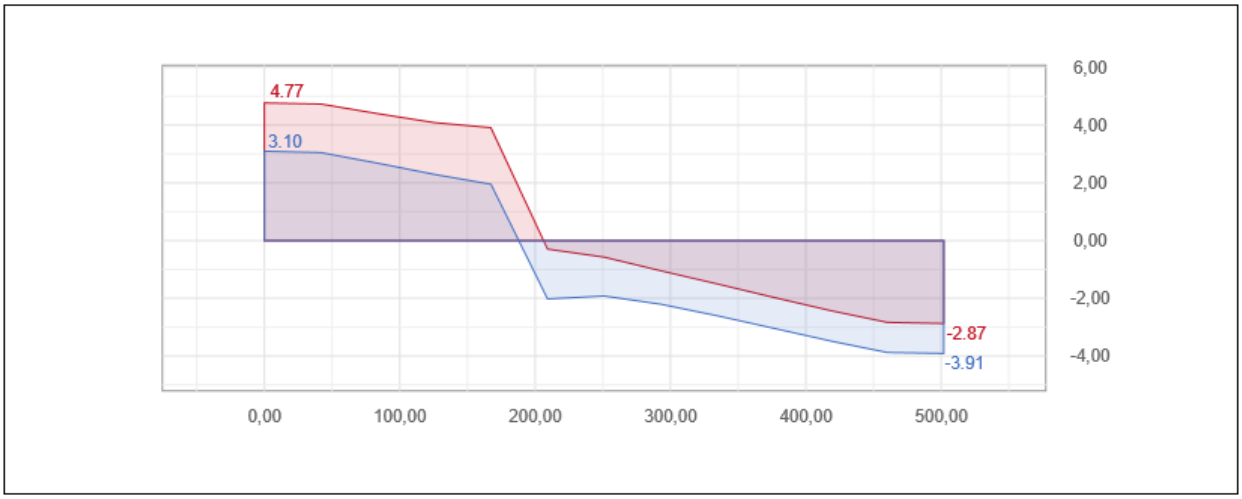
Δ_{lim} = 2.01 cm (L/250)

Δ = 0.18 cm (L/Δ = 2803.4) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 482.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 482.02 cm)

b_w = 40 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 6.68 tf

V_{Rd2} = 50.39 tf

V_{Rd3} = 6.68 tf

V_c = 9.42 tf

V_{sw} = -2.74 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 3.54 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 4

Armadura transversal externa = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

Armadura transversal interna = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.10.2.1.4. VIGA V4

Viga V4 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 502 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 70.2 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

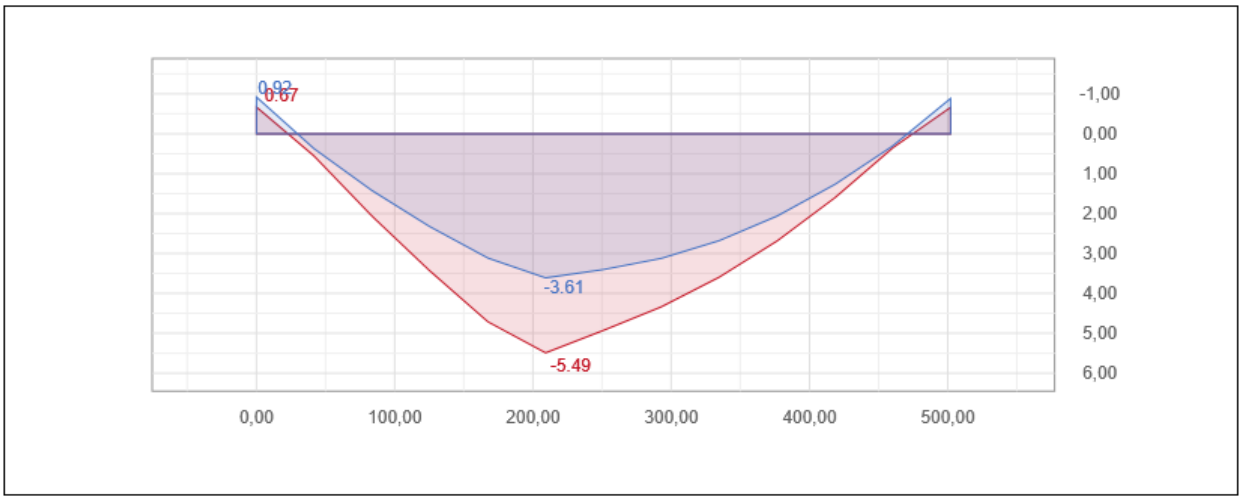
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.92 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.14 tfm

A_s = 1.39 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.70 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 5.49 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.15 tfm

A_s = 5.11 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 3.257094 cm

Armadura = 3 Ø 16 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.88 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.14 tfm

A_s = 1.39 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 7 Ø 5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.70 cm²

Flechas

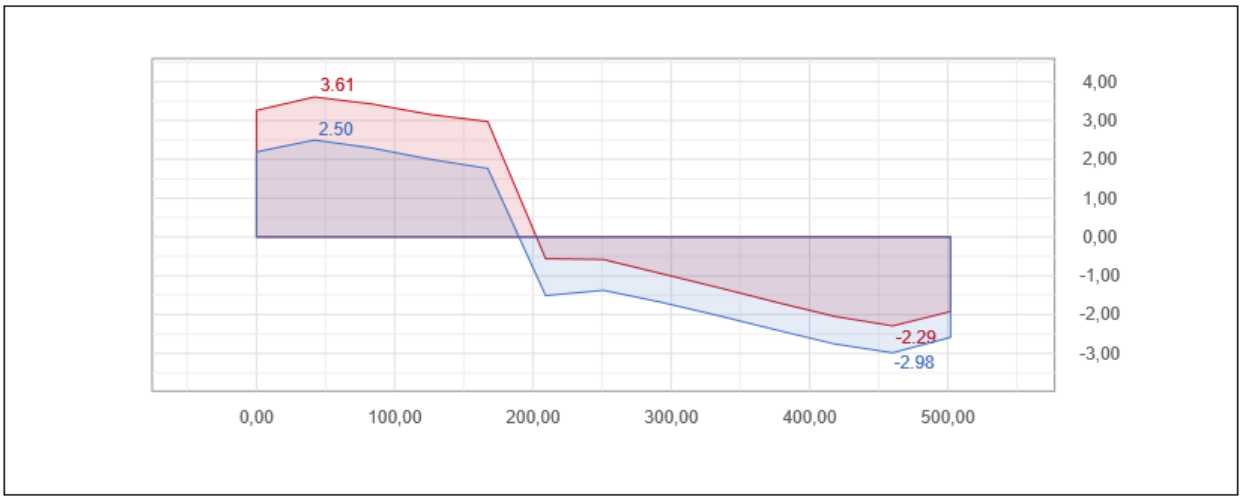
Δ_{lim} = 2.01 cm (L/250)

Δ = 0.30 cm (L/Δ = 1685.5) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V4 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 482.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 482.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.05 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 5.05 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 0.34 tf

A_{sw} = 0.25 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.10.2.1.5. VIGA V5

Viga V5 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 502 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 120.4 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

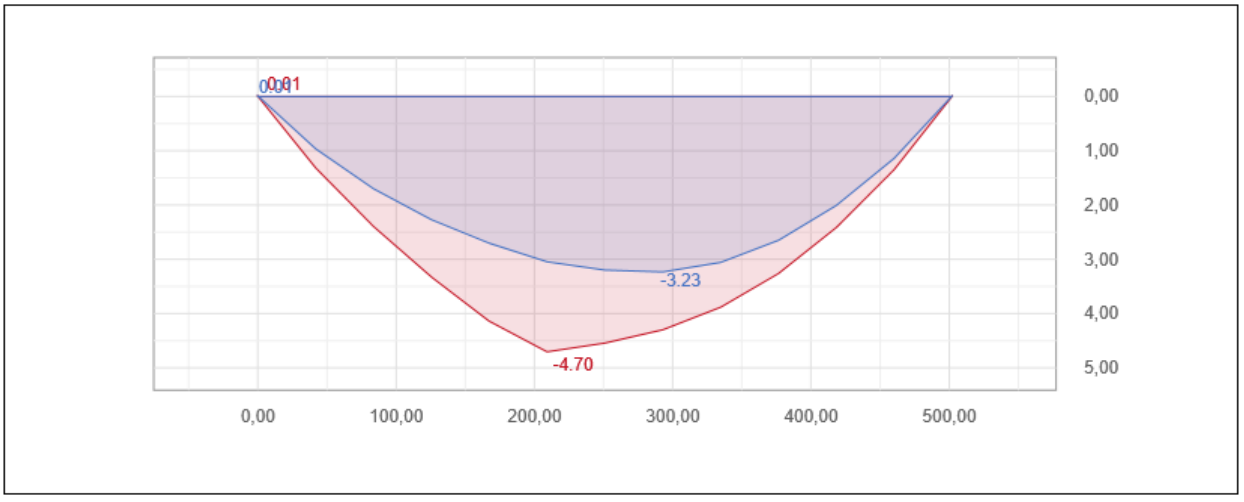
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.38 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.43 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 4.70 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.27 tfm

A_s = 4.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.597173 cm

Armadura = 4 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.01 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.38 tfm

A_s = 0.00 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0

x/d (max) = 0.45

Armadura = 0 Ø 0 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.43 cm²

Flechas

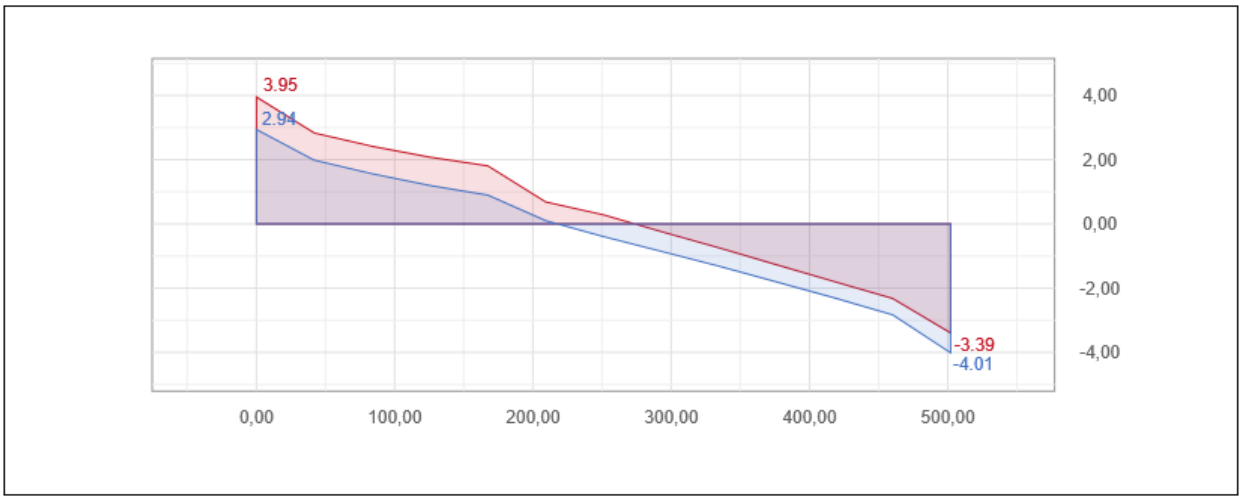
Δ_{lim} = 2.01 cm (L/250)

Δ = 0.55 cm (L/Δ = 909.86) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 482.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 482.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.62 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 5.54 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 0.83 tf

A_{sw} = 0.65 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.10.2.2. NÍVEL +519.200

8.10.2.2.1. VIGA V1

Viga V1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 553 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 75.3 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

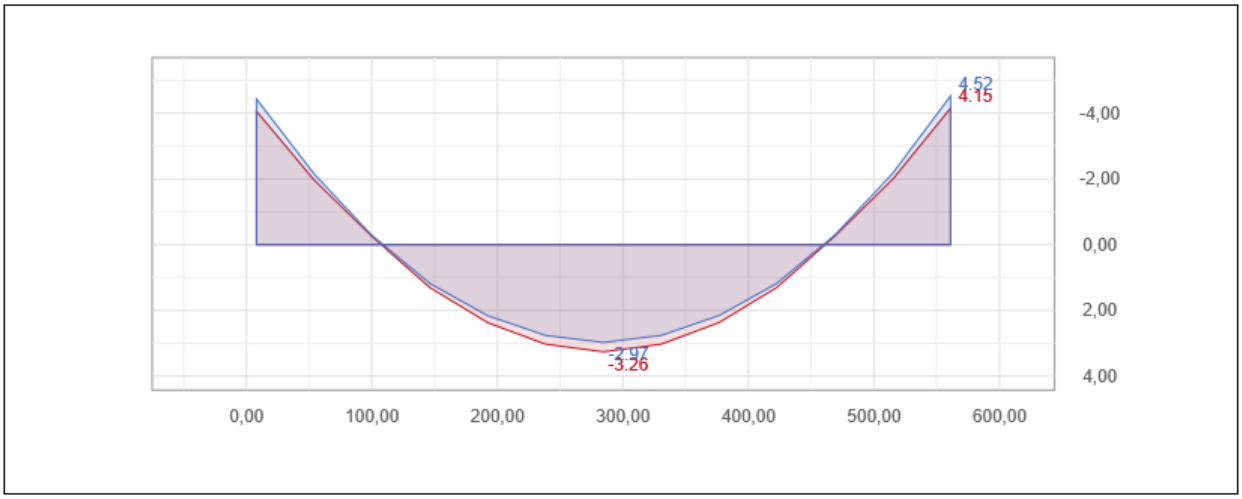
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 4.43 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.66 tfm

A_s = 4.48 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.28

x/d (max) = 0.45

Armadura = 4 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.75 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.26 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.17 tfm

A_s = 2.98 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.771898 cm

Armadura = 4 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 4.52 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.66 tfm

A_s = 4.58 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.29

x/d (max) = 0.45

Armadura = 4 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.75 cm²

Flechas

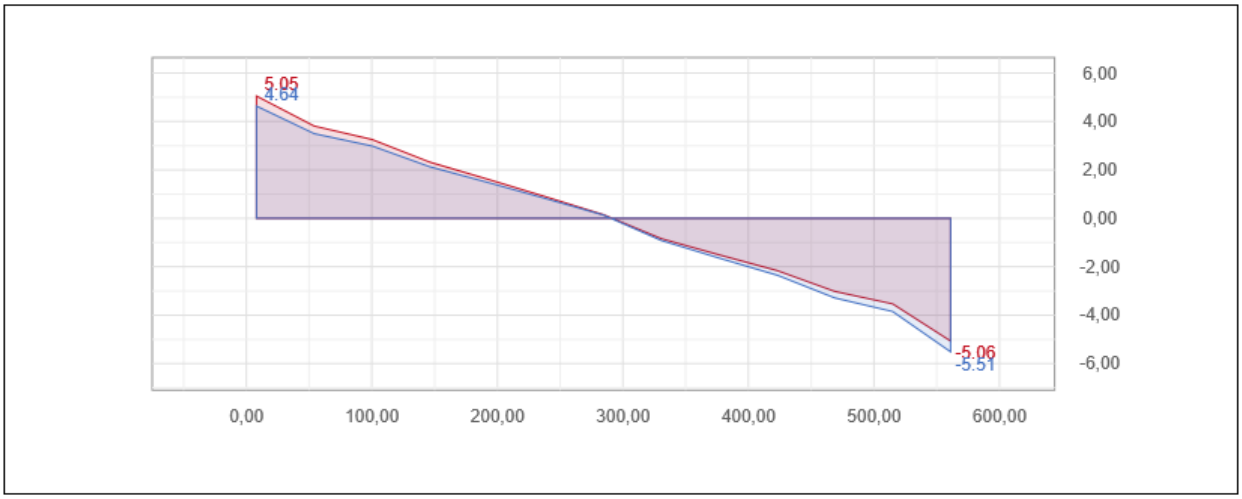
Δ_{lim} = 2.21 cm (L/250)

Δ = 0.26 cm (L/Δ = 2158.02) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 352.68 cm (x_i = 0 cm; x_f = 352.68 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 7.08 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 7.08 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 2.37 tf

A_{sw} = 1.70 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

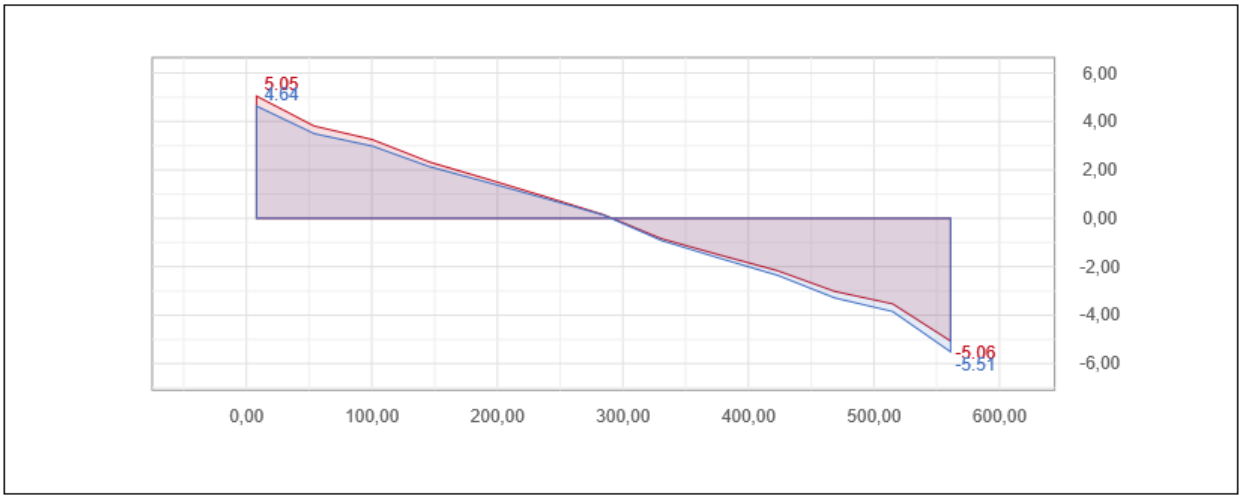
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

Viga V1 / Vão 1 Faixa 2 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 176.34 cm (x_i = 352.68 cm; x_f = 529.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 7.72 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 2.21 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = -2.50 tf

A_{sw} = 2.17 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 18 cm

8.10.2.2.2. VIGA V2

Viga V2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 553 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 75.3 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

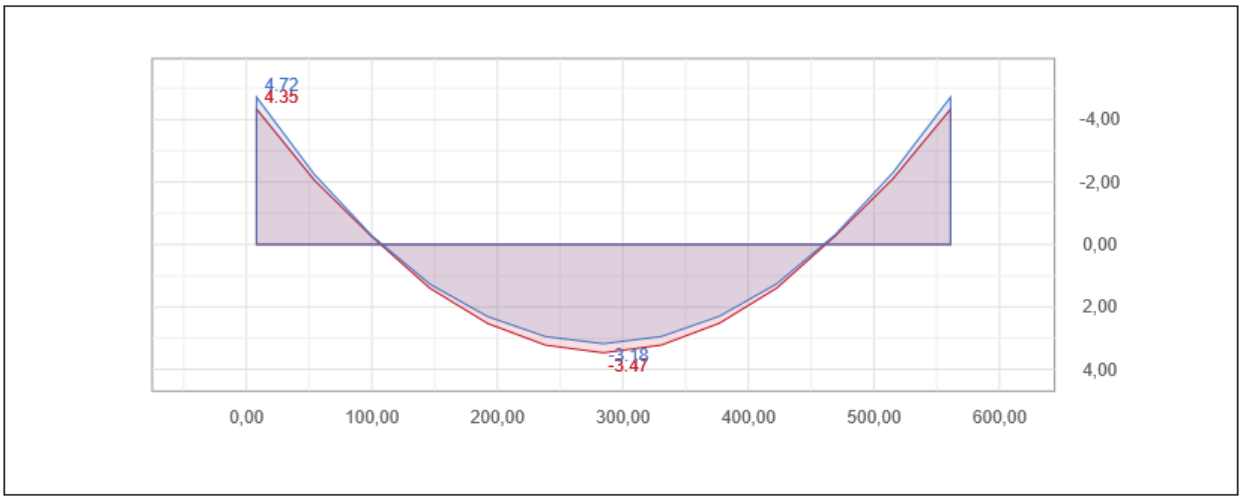
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 4.72 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.66 tfm

A_s = 4.81 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.3

x/d (max) = 0.45

Armadura = 4 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.79 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.47 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.17 tfm

A_s = 3.18 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.889171 cm

Armadura = 4 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 4.72 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.66 tfm

A_s = 4.81 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.3

x/d (max) = 0.45

Armadura = 4 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.79 cm²

Flechas

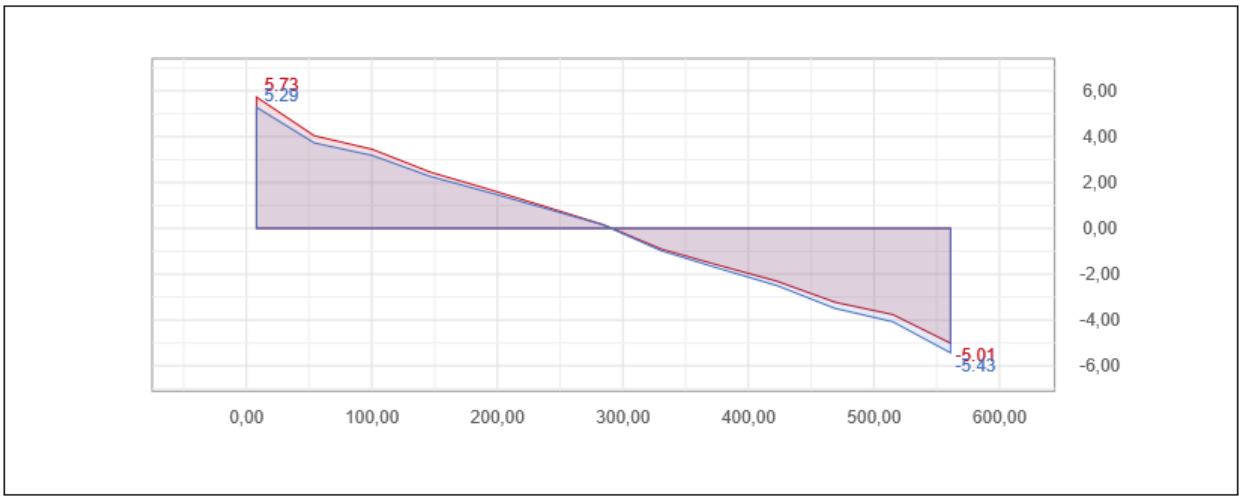
Δ_{lim} = 2.21 cm (L/250)

Δ = 0.27 cm (L/Δ = 2014.09) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 176.34 cm (x_i = 0 cm; x_f = 176.34 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 8.03 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 8.03 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 3.32 tf

A_{sw} = 2.39 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

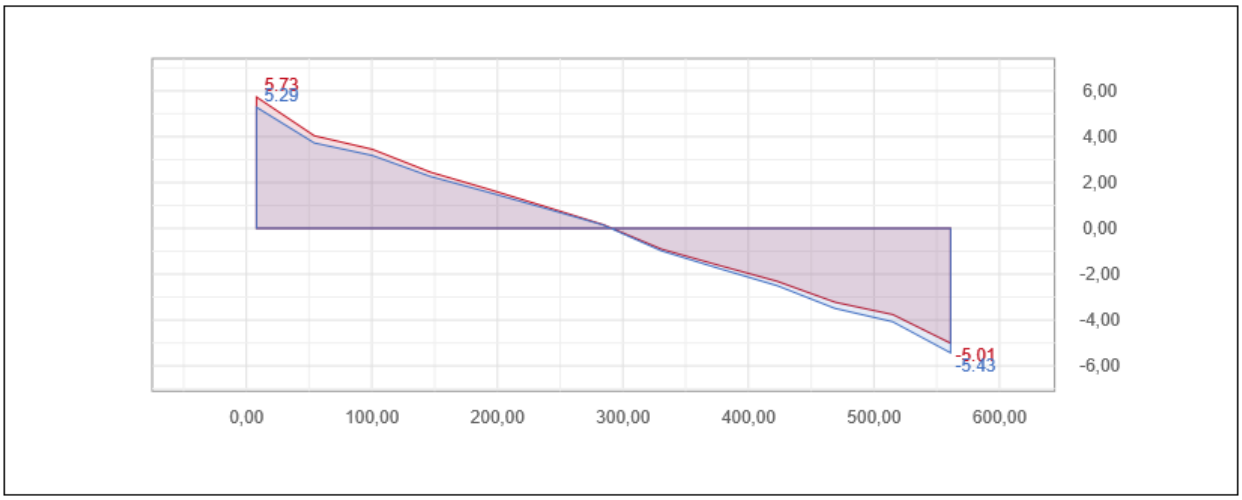
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 15 cm

Viga V2 / Vão 1 Faixa 2 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 176.34 cm (x_i = 176.34 cm; x_f = 352.68 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.36 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 2.36 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = -2.35 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

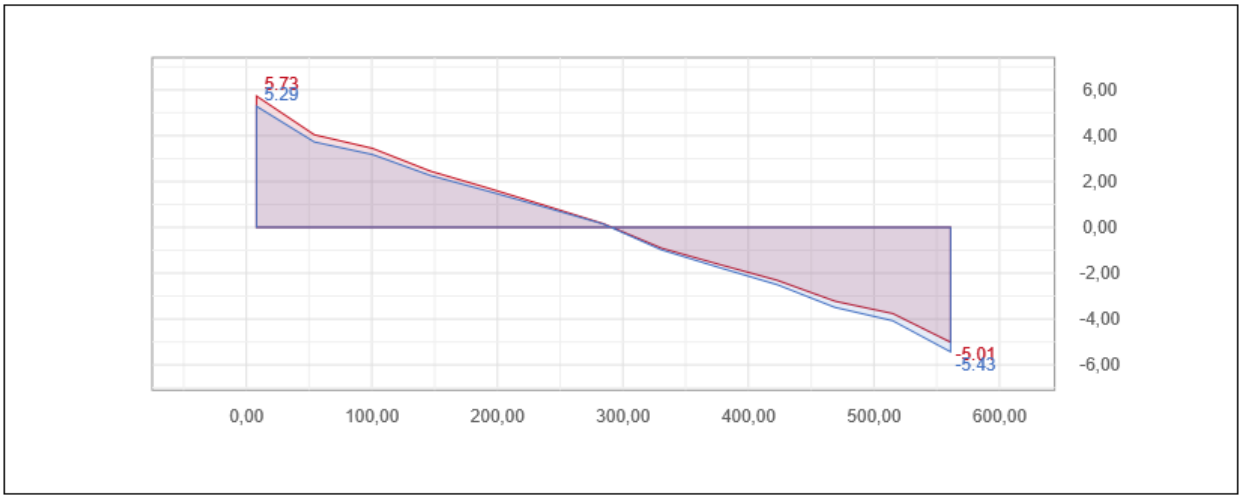
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

Viga V2 / Vão 1 Faixa 3 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 176.34 cm (x_i = 352.68 cm; x_f = 529.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 7.60 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 7.60 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = 2.90 tf

A_{sw} = 2.08 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 18 cm

8.10.2.2.3. VIGA V3

Viga V3 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 502 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 70.2 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

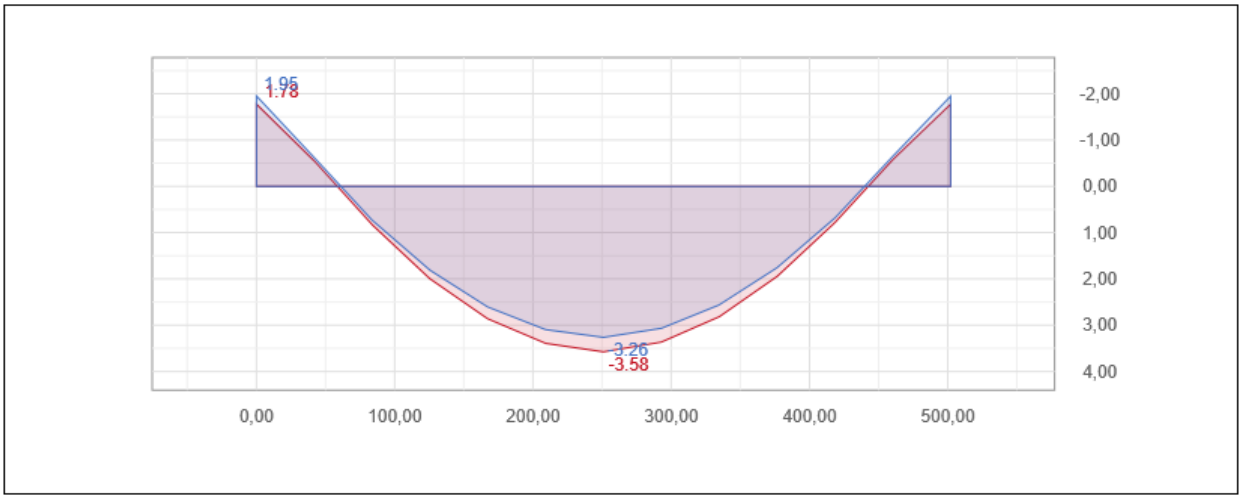
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.95 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.38 tfm

A_s = 1.84 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.11

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.82 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.58 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.15 tfm

A_s = 3.28 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.093199 cm

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 1.95 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.38 tfm

A_s = 1.83 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.11

x/d (max) = 0.45

Armadura = 10 Ø 5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.82 cm²

Flechas

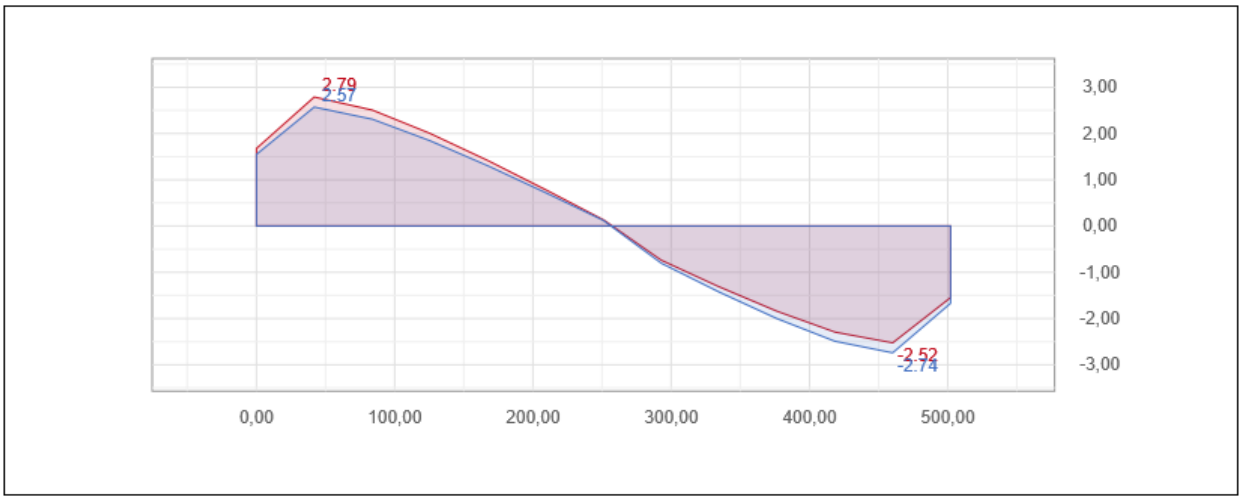
Δ_{lim} = 2.01 cm (L/250)

Δ = 0.20 cm (L/Δ = 2560.39) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 482.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 482.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 3.90 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 3.90 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = -0.80 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.10.2.2.4. VIGA V4

Viga V4 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 502 cm

b_w = 20 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 70.2 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

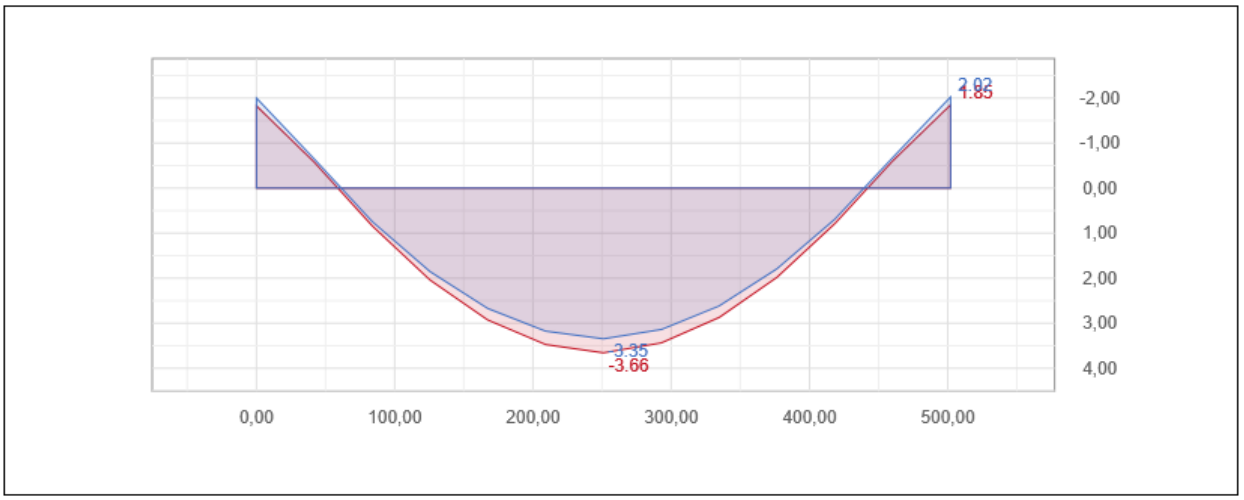
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 2.00 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.38 tfm

A_s = 1.89 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.12

x/d (max) = 0.45

Armadura = 10 Ø 5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.84 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.66 tfm

$M_{1k,min+}$ = 1.15 tfm

A_s = 3.36 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.142414 cm

Armadura = 3 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.02 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.38 tfm

A_s = 1.91 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.12

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.84 cm²

Flechas

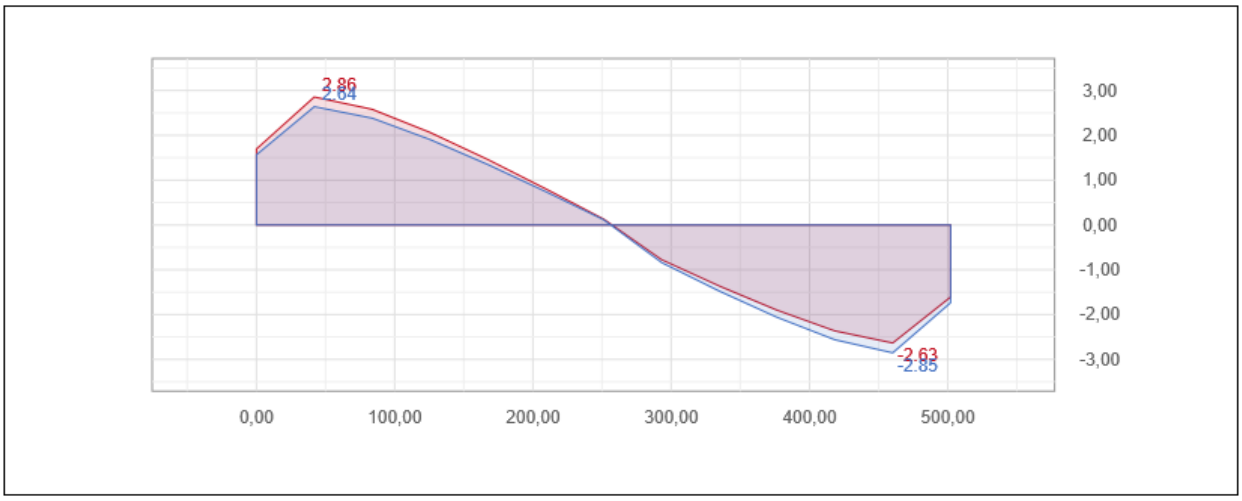
Δ_{lim} = 2.01 cm (L/250)

Δ = 0.20 cm (L/Δ = 2492.1) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V4 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 482.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 482.02 cm)

b_w = 20 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 4.00 tf

V_{Rd2} = 25.19 tf

V_{Rd3} = 4.00 tf

V_c = 4.71 tf

V_{sw} = -0.71 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.77 cm²/m

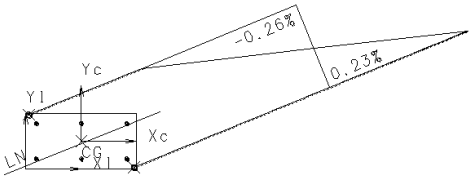
Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.10.3. PILAR

8.10.3.1. PILAR P1

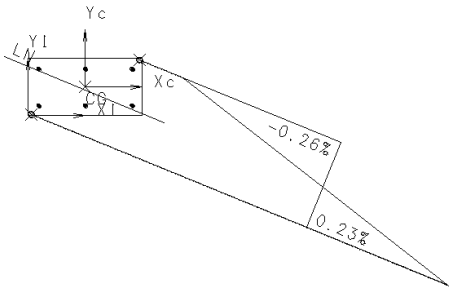



```
Concreto
========
   Área total.................      800.0 cm2
   Área por elemento..........    2.000 cm2
   Número de elementos........      400
   fck.......................20 MPa
   GamaC.....................      1.40
Aço
===
   Área total.................        7.4 cm2
   Número de elementos........        6
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS.....................      1.15
   Módulo de elasticidade.....   210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....          5
   Força normal ..............      22.79 tf
   Momento Mx ................       2.21 tfm
   Momento My ................       3.72 tfm
As existente .................       7.36 cm2      ( 0.92%)
As necessário ................       5.38 cm2      ( 0.67%)
```

8.10.3.2. PILAR P2

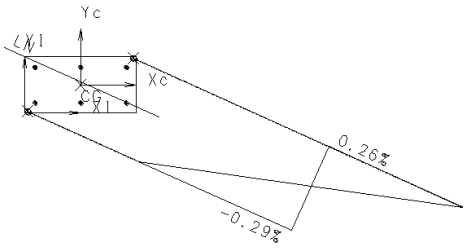



```
Concreto
========
   Área total.................      800.0 cm2
   Área por elemento..........    2.000 cm2
   Número de elementos........      400
   fck.......................20 MPa
   GamaC.....................      1.40
Aço
===
   Área total.................        7.4 cm2
   Número de elementos........        6
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS.....................      1.15
   Módulo de elasticidade.....   210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....          5
   Força normal ..............      22.33 tf
   Momento Mx ................       2.20 tfm
   Momento My ................      -3.71 tfm
As existente .................       7.36 cm2      ( 0.92%)
As necessário ................       5.35 cm2      ( 0.67%)
```

8.10.3.3. PILAR P3

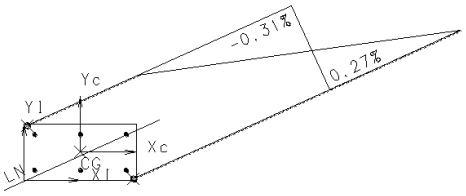



```
Concreto
========
   Área total.................      800.0 cm2
   Área por elemento..........    2.000 cm2
   Número de elementos........      400
   fck.......................20 MPa
   GamaC.....................      1.40
Aço
===
   Área total.................        7.4 cm2
   Número de elementos........        6
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS.....................      1.15
   Módulo de elasticidade.....   210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....          5
   Força normal ..............      23.05 tf
   Momento Mx ................      -2.21 tfm
   Momento My ................       4.11 tfm
As existente .................       7.36 cm2      ( 0.92%)
As necessário ................       6.06 cm2      ( 0.76%)
```

8.10.3.4. PILAR P4




```
Concreto
========
   Área total.................      800.0 cm2
   Área por elemento..........    2.000 cm2
   Número de elementos........      400
   fck.......................20 MPa
   GamaC.....................      1.40
Aço
===
   Área total.................        7.4 cm2
   Número de elementos........          6
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................          A
   GamaS.....................       1.15
   Módulo de elasticidade.....   210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
Carregamento de As máximo ....          7
   Força normal ..............      22.62 tf
   Momento Mx ................       2.24 tfm
   Momento My ................       4.18 tfm
As existente .................       7.36 cm2      ( 0.92%)
As necessário ................       6.30 cm2      ( 0.79%)
```

8.10.4. SAPATA

8.10.4.1. SAPATA S1

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 195 cm	Dimensão em X = 40 cm
Dimensão em Y = 180 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 55 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 2.96 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 1.18 m³	
Área de fôrma = 1.50 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 27.35 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -4.27 tf	Mx_{sd} = -1.95 tfm
Fy_{sd} = 2.64 tf	My_{sd} = 1.31 tfm

8.10.4.2. SAPATA S2

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 195 cm	Dimensão em X = 40 cm
Dimensão em Y = 180 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 55 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 2.96 t	Excentricidade em Y = 0 cm

Volume = 1.18 m³ Área de fôrma = 1.50 m² Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 27.05 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 4.25 tf	Mx_{sd} = 1.98 tfm
Fy_{sd} = 2.62 tf	My_{sd} = 1.29 tfm

8.10.4.3. SAPATA S3

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 195 cm	Dimensão em X = 40 cm
Dimensão em Y = 180 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 55 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 2.96 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 1.18 m³	
Área de fôrma = 1.50 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 27.69 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -4.72 tf	Mx_{sd} = -2.15 tfm
Fy_{sd} = -2.62 tf	My_{sd} = -1.28 tfm

8.10.4.4. SAPATA S4

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 195 cm	Dimensão em X = 40 cm
Dimensão em Y = 180 cm	Dimensão em Y = 20 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm

Altura = 55 cm Peso = 2.96 t Volume = 1.18 m³ Área de fôrma = 1.50 m² Classificação = Rígida	Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

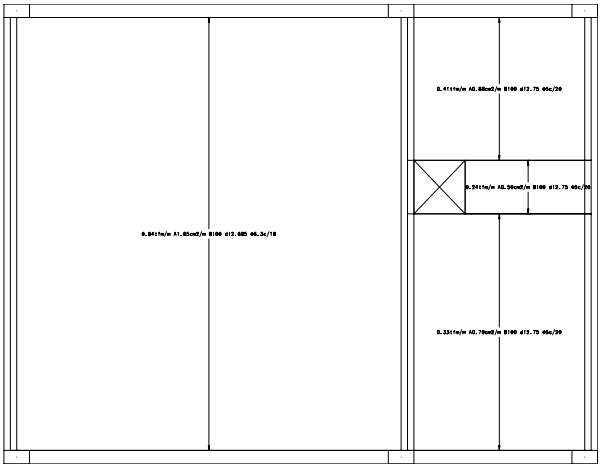
Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 27.55 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -4.74 tf	Mx_{sd} = -2.20 tfm
Fy_{sd} = 2.64 tf	My_{sd} = 1.29 tfm

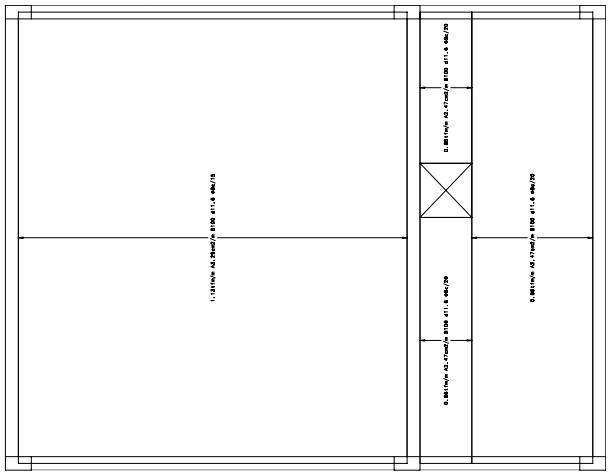
8.11. CASA DE OPERAÇÃO

8.11.1. LAJE

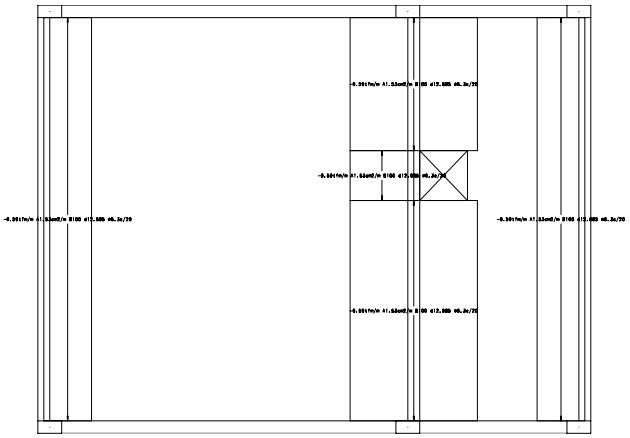
8.11.1.1. ARMAÇÃO POSITIVA HORIZONTAL



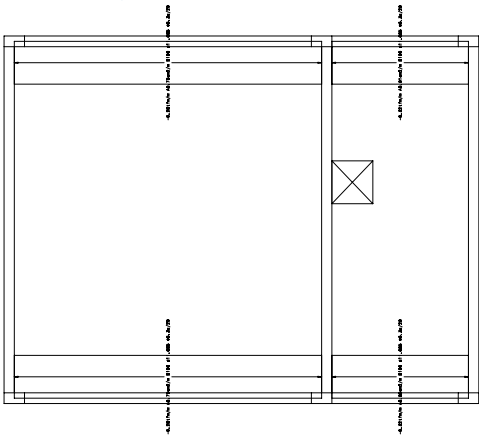
8.11.1.2. ARMAÇÃO POSITIVA VERTICAL



8.11.1.3. ARMAÇÃO NEGATIVA HORIZONTAL



8.11.1.4. ARMAÇÃO NEGATIVA VERTICAL



8.11.2. VIGA

8.11.2.1. NÍVEL +524.100

8.11.2.1.1. VIGA V1

Viga V1 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 444 cm

b_w = 15 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 48.3 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

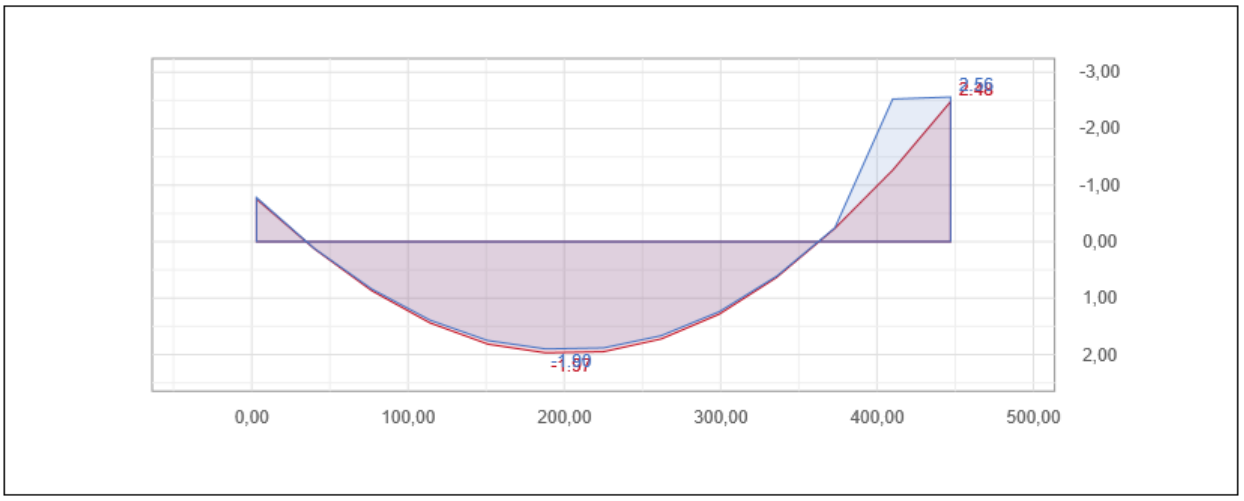
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.78 tfm

$M_{1k,min-}$ = 0.89 tfm

A_s = 1.07 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.61 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.97 tfm

$M_{1k,min+}$ = 0.85 tfm

A_s = 1.80 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.666319 cm

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.56 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.53 tfm

A_s = 2.51 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.21

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.45 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.78 cm (L/250)

Δ = 0.14 cm (L/Δ = 3191.66) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 209 cm

b_w = 15 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 30.675 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

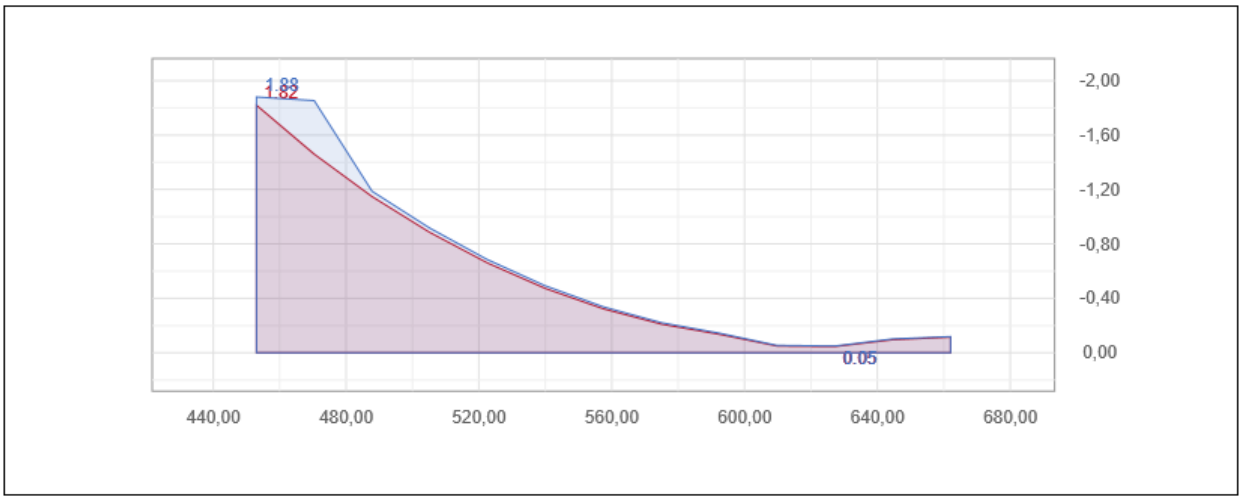
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.88 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.11 tfm

A_s = 1.79 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.15

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.31 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 0.78 tfm

A_s = 1.25 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.033611 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.12 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.11 tfm

A_s = 1.25 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.31 cm²

Flechas

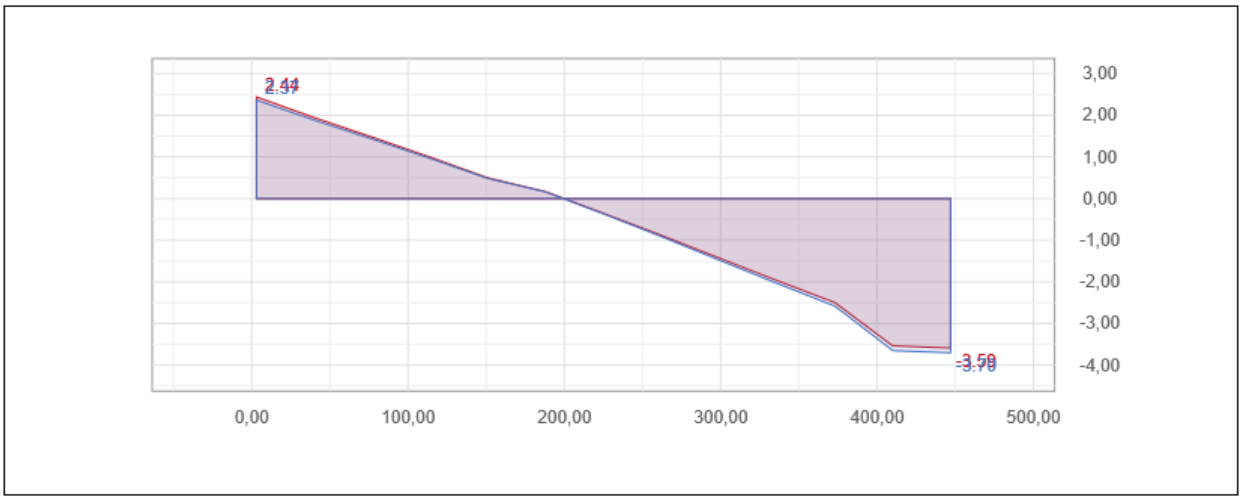
Δ_{lim} = 0.84 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 11554.09) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V1 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 420.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 420.01 cm)

b_w = 15 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.18 tf

V_{Rd2} = 18.90 tf

V_{Rd3} = 3.42 tf

V_c = 3.53 tf

V_{sw} = -0.11 tf

A_{sw} = 1.19 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.33 cm²/m

Detalhamento

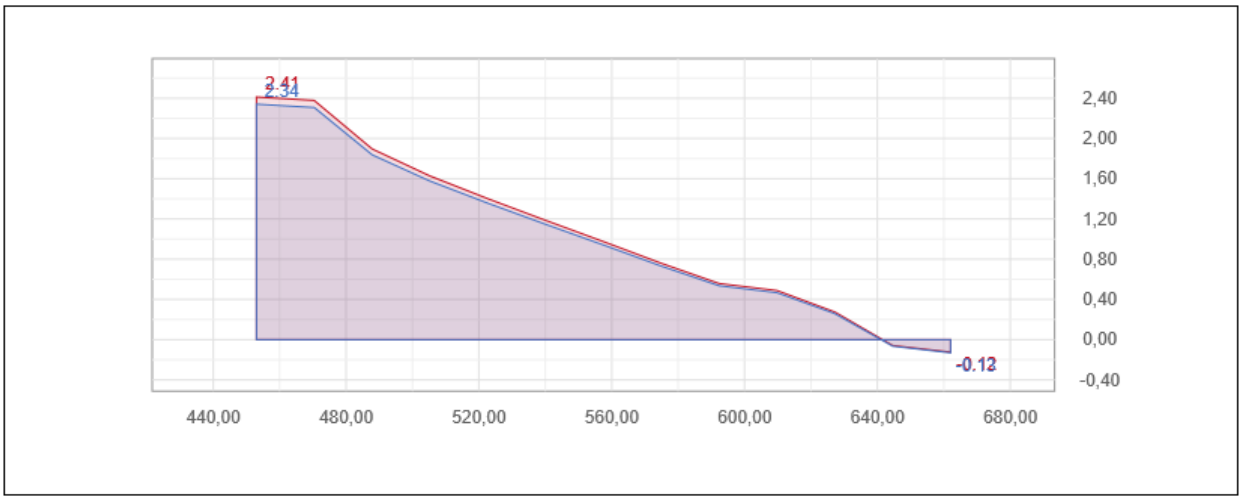
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

Viga V1 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 185.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 185.01 cm)

b_w = 15 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 3.38 tf

V_{Rd2} = 18.90 tf

V_{Rd3} = 3.38 tf

V_c = 3.53 tf

V_{sw} = -0.15 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.33 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.11.2.1.2. VIGA V2

Viga V2 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 444 cm

b_w = 15 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 48.3 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

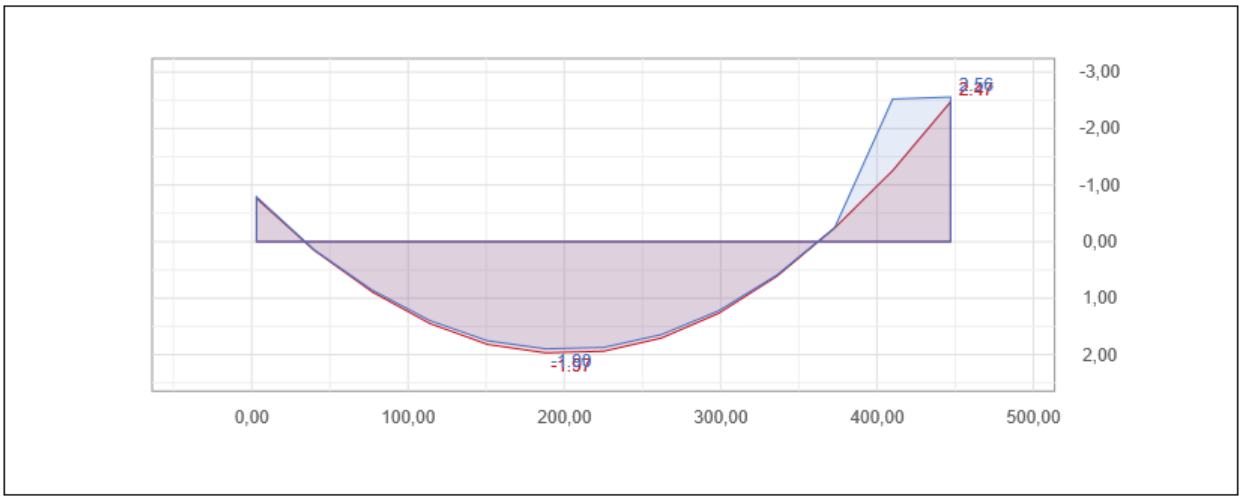
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.79 tfm

$M_{1k,min-}$ = 0.89 tfm

A_s = 1.07 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.66 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 1.97 tfm

$M_{1k,min+}$ = 0.85 tfm

A_s = 1.80 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.666086 cm

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 2.56 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.53 tfm

A_s = 2.50 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.21

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.45 cm²

Flechas

Δ_{lim} = 1.78 cm (L/250)

Δ = 0.14 cm (L/Δ = 3236.65) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 2 (Flexão)

Geometria

L = 209 cm

b_w = 15 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 30.675 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

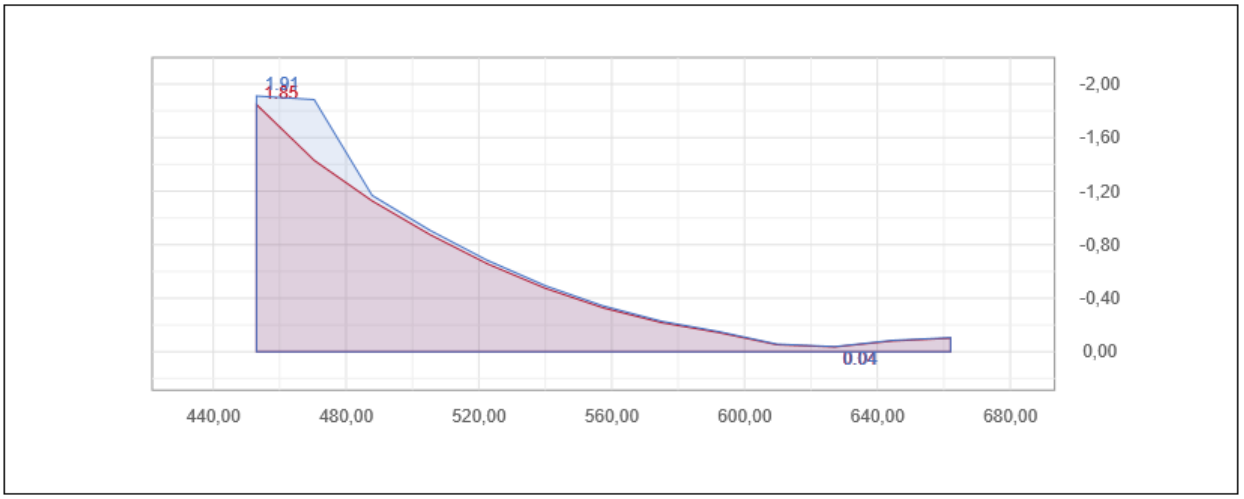
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 1.91 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.11 tfm

A_s = 1.83 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.15

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.31 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 0.00 tfm

$M_{1k,min+}$ = 0.78 tfm

A_s = 1.25 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.033611 cm

Armadura = 2 Ø 10 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.11 tfm

$M_{1k,min-}$ = 1.11 tfm

A_s = 1.25 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.09

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.31 cm²

Flechas

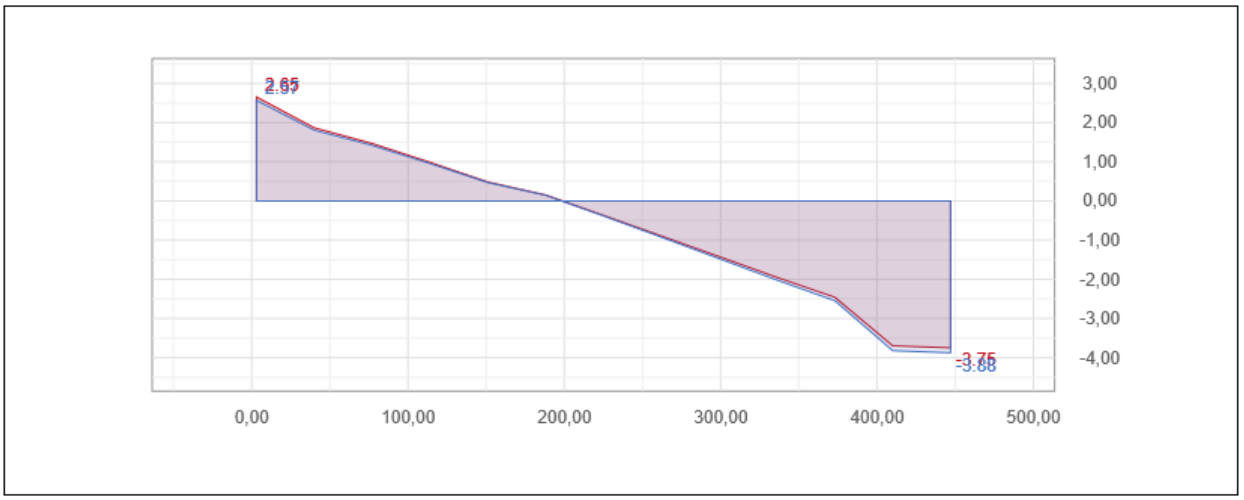
Δ_{lim} = 0.84 cm (L/250)

Δ = 0.02 cm (L/Δ = 13035.39) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V2 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 420.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 420.01 cm)

b_w = 15 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 5.43 tf

V_{Rd2} = 18.90 tf

V_{Rd3} = 3.72 tf

V_c = 3.53 tf

V_{sw} = 0.19 tf

A_{sw} = 1.36 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.33 cm²/m

Detalhamento

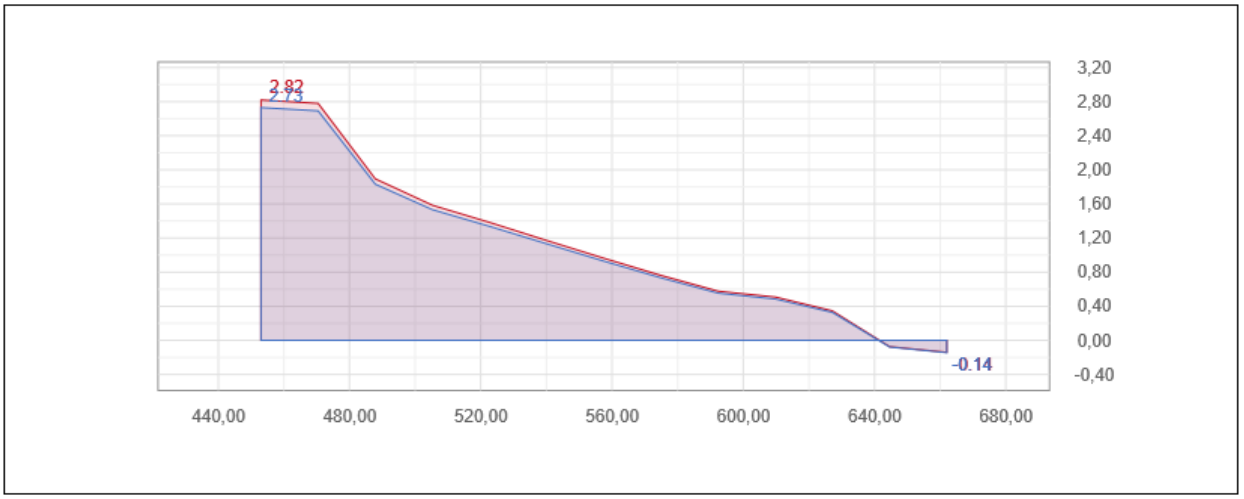
Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

Viga V2 / Vão 2 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 185.01 cm (x_i = 0 cm; x_f = 185.01 cm)

b_w = 15 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 3.95 tf

V_{Rd2} = 18.90 tf

V_{Rd3} = 3.95 tf

V_c = 3.53 tf

V_{sw} = 0.42 tf

A_{sw} = 0.30 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.33 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.11.2.1.3. VIGA V3

Viga V3 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 500 cm

b_w = 15 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 65 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

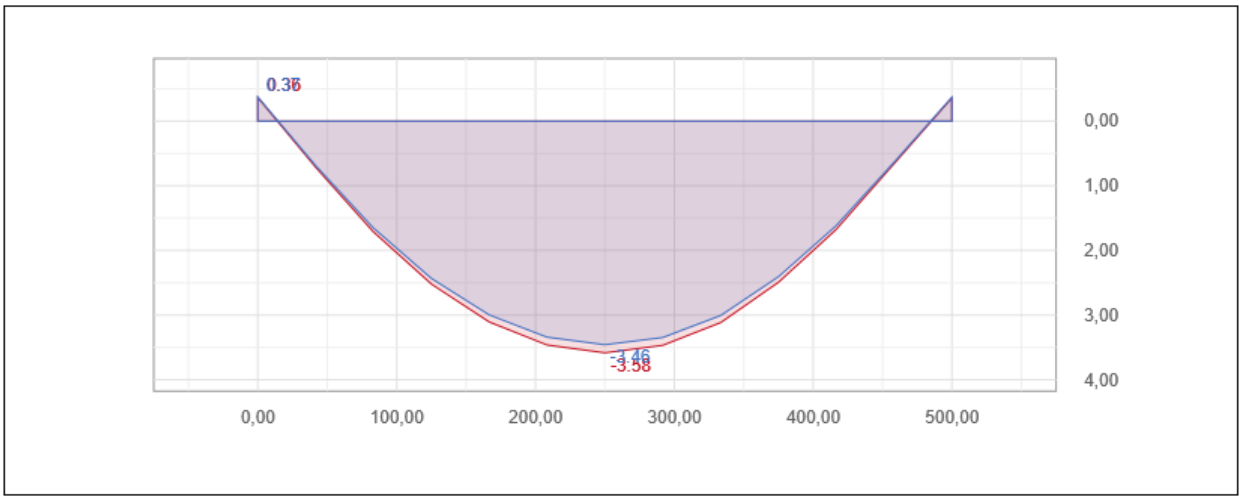
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.37 tfm

$M_{1k,min-}$ = 0.91 tfm

A_s = 1.09 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.10 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.58 tfm

$M_{1k,min+}$ = 0.90 tfm

A_s = 3.30 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 2.270951 cm

Armadura = 2 Ø 16 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.37 tfm

$M_{1k,min-}$ = 0.91 tfm

A_s = 1.09 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.10 cm²

Flechas

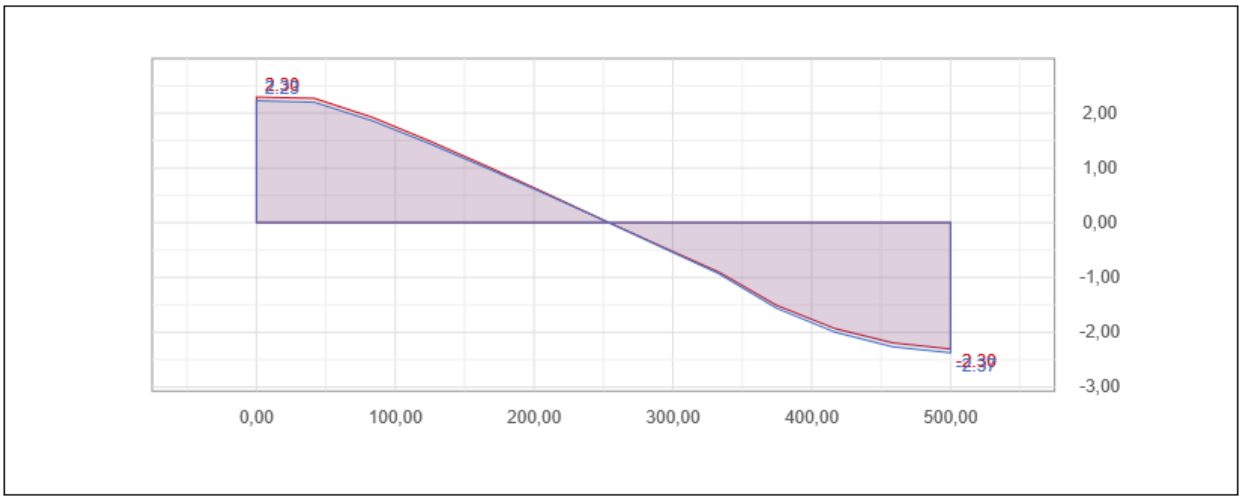
Δ_{lim} = 2.00 cm (L/250)

Δ = 0.26 cm (L/Δ = 1891.42) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V3 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 485.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 485.02 cm)

b_w = 15 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 3.33 tf

V_{Rd2} = 18.90 tf

V_{Rd3} = 3.21 tf

V_c = 3.53 tf

V_{sw} = -0.32 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.33 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.11.2.1.4. VIGA V4

Viga V4 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 500 cm

b_w = 15 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 15 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

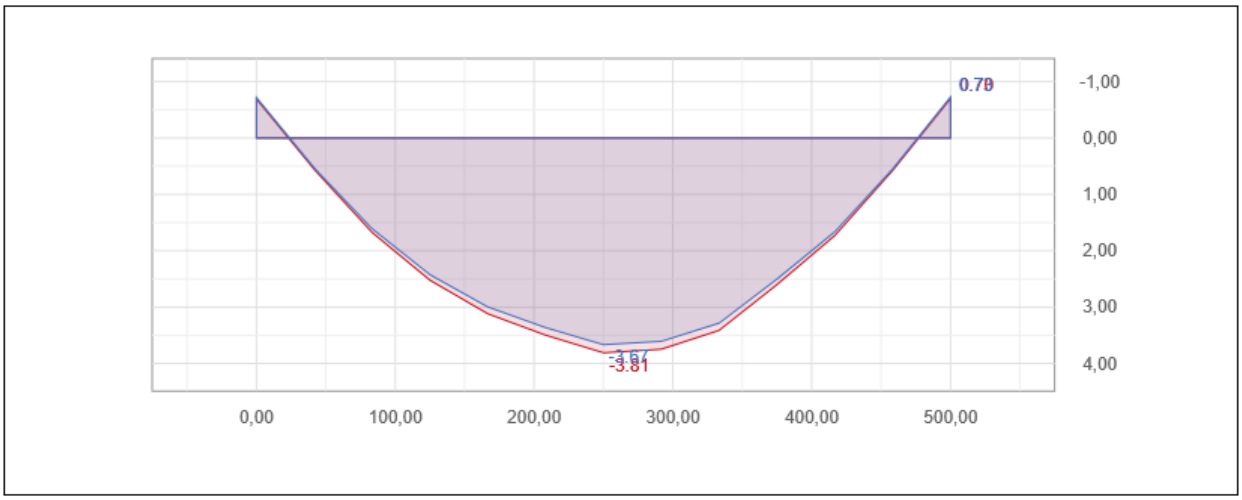
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.72 tfm

$M_{1k,min-}$ = 0.66 tfm

A_s = 0.90 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.05

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 8 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.32 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 3.81 tfm

$M_{1k,min+}$ = 0.66 tfm

A_s = 3.97 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 11.845086 cm

Armadura = 4 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.73 tfm

$M_{1k,min-}$ = 0.66 tfm

A_s = 0.90 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.06

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 8 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 1.32 cm²

Flechas

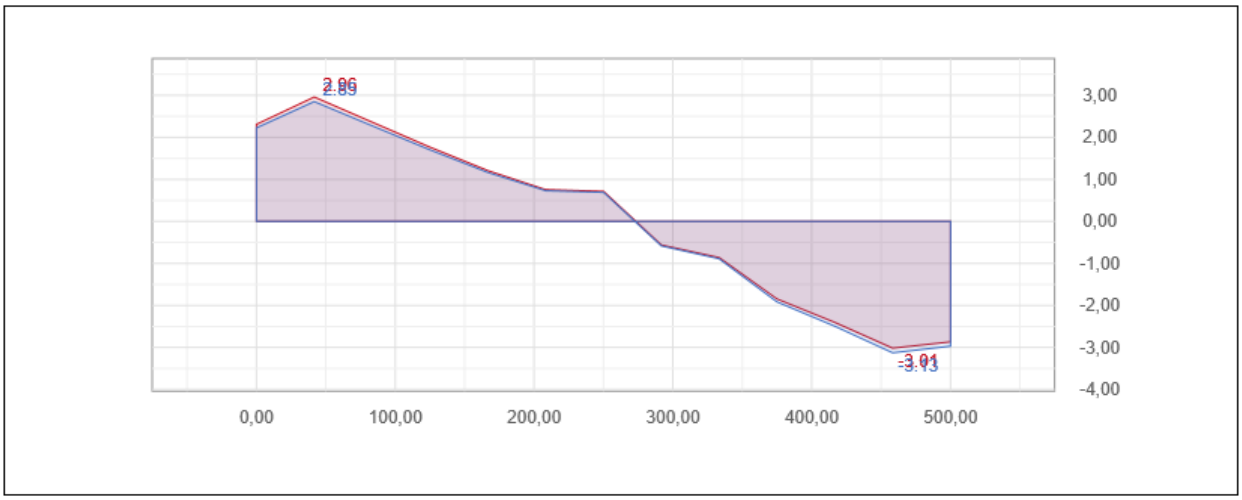
Δ_{lim} = 2.00 cm (L/250)

Δ = 0.53 cm (L/Δ = 936.67) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V4 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 485.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 485.02 cm)

b_w = 15 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 4.38 tf

V_{Rd2} = 18.90 tf

V_{Rd3} = 4.14 tf

V_c = 3.53 tf

V_{sw} = 0.61 tf

A_{sw} = 0.61 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.33 cm²/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.11.2.1.5. VIGA V5

Viga V5 / Vão 1 (Flexão)

Geometria

L = 500 cm

b_w = 15 cm

h = 40 cm

b_{cs} = 65 cm

h_{fs} = 15 cm

d = 35.5 cm

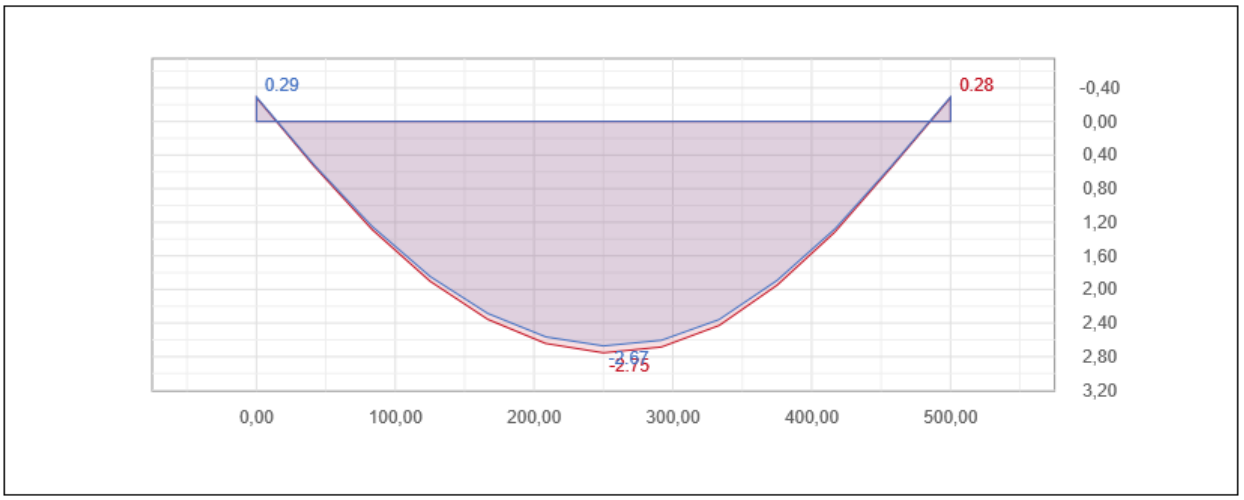
Materiais

f_{ck} = 20 MPa

Cobrimentos

c = 2.5 cm

Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Dimensionamento à esquerda do vão

M_{sk-} = 0.29 tfm

$M_{1k,min-}$ = 0.91 tfm

A_s = 1.09 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.84 cm²

Dimensionamento no meio do vão

M_{sk+} = 2.75 tfm

$M_{1k,min+}$ = 0.90 tfm

A_s = 2.52 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

LN = 1.734395 cm

Armadura = 2 Ø 12.5 mm

Dimensionamento à direita do vão

M_{sk-} = 0.29 tfm

$M_{1k,min-}$ = 0.91 tfm

A_s = 1.09 cm²

$A_{s'}$ = 0.00 cm²

x/d = 0.07

x/d (max) = 0.45

Armadura = 2 Ø 10 mm

Asapo (Armadura que chega no extremo) = 0.84 cm²

Flechas

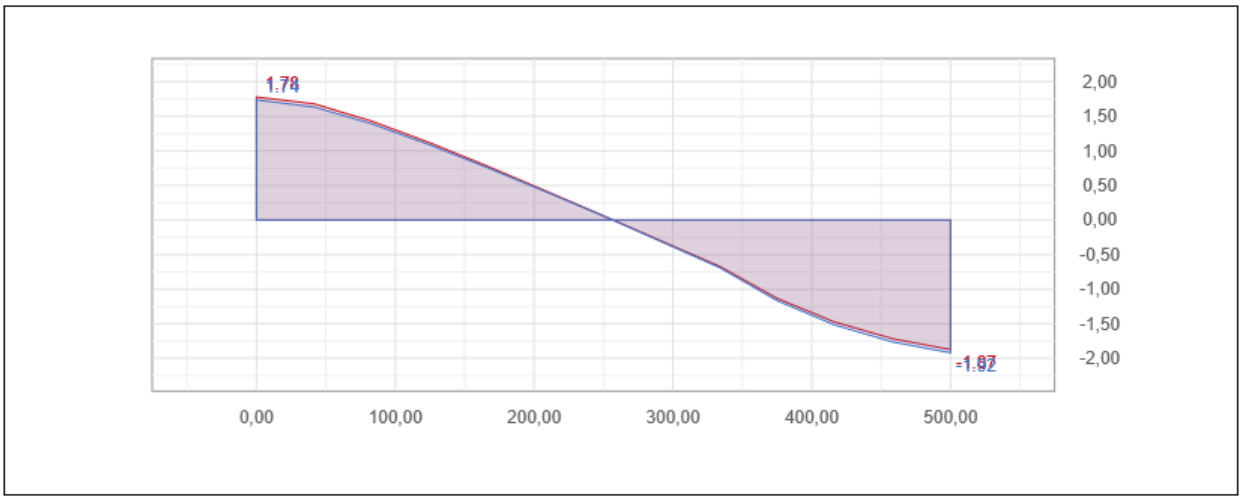
Δ_{lim} = 2.00 cm (L/250)

Δ = 0.21 cm (L/Δ = 2430.44) - Flecha obtida da grelha linear

Viga V5 / Vão 1 Faixa 1 (Cisalhamento)

Dimensionamento à cortante

Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



L = 485.02 cm (x_i = 0 cm; x_f = 485.02 cm)

b_w = 15 cm

d = 35.5 cm

Modelo I

θ = 45 °

V_{Sd} = 2.69 tf

V_{Rd2} = 18.90 tf

V_{Rd3} = 2.49 tf

V_c = 3.53 tf

V_{sw} = -1.04 tf

A_{sw} = 0.00 cm²/m

$A_{sw,min}$ = 1.33 cm²/m

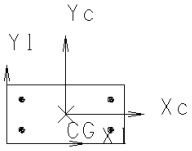
Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 5 (mm) a cada 20 cm

8.11.3. PILAR

8.11.3.1. PILAR P1

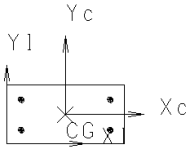



```
Concreto
========
   Área total.................      450.0 cm2
   Área por elemento..........      1.125 cm2
   Número de elementos........        400
   fck.......................20 MPa
   GamaC.....................        1.40
Aço
===
   Área total.................          4.9 cm2
   Número de elementos........            4
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................            A
   GamaS.....................         1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..................          4.91 cm2       ( 1.09%)
As necessário (mínimo).........          1.80 cm2       ( 0.40%)
```

8.11.3.2. PILAR P2

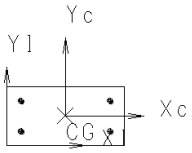



```
Concreto
========
   Área total.................      450.0 cm2
   Área por elemento..........      1.125 cm2
   Número de elementos........        400
   fck.......................20 MPa
   GamaC.....................        1.40
Aço
===
   Área total.................          4.9 cm2
   Número de elementos........            4
   fyk.......................500 MPa
   Tipo de aço................            A
   GamaS.....................         1.15
   Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..................          4.91 cm2       ( 1.09%)
As necessário (mínimo).........          1.80 cm2       ( 0.40%)
```

8.11.3.3. PILAR P3

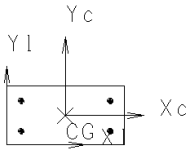



```
Concreto
========
    Área total.................      450.0 cm2
    Área por elemento..........      1.125 cm2
    Número de elementos........        400
    fck.......................20 MPa
    GamaC.....................        1.40
Aço
===
    Área total.................          4.9 cm2
    Número de elementos........            4
    fyk.......................500 MPa
    Tipo de aço................            A
    GamaS.....................         1.15
    Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..................          4.91 cm2       ( 1.09%)
As necessário (mínimo).........          1.80 cm2       ( 0.40%)
```

8.11.3.4. PILAR P4

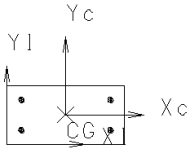



```
Concreto
========
    Área total.................      450.0 cm2
    Área por elemento..........      1.125 cm2
    Número de elementos........        400
    fck.......................20 MPa
    GamaC.....................        1.40
Aço
===
    Área total.................          4.9 cm2
    Número de elementos........            4
    fyk.......................500 MPa
    Tipo de aço................            A
    GamaS.....................         1.15
    Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..................          4.91 cm2       ( 1.09%)
As necessário (mínimo).........          1.80 cm2       ( 0.40%)
```

8.11.3.5. PILAR P5

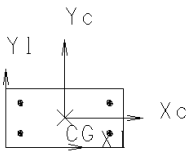



```
Concreto
========
    Área total.................      450.0 cm2
    Área por elemento..........      1.125 cm2
    Número de elementos........        400
    fck.......................20 MPa
    GamaC.....................        1.40
Aço
===
    Área total.................          4.9 cm2
    Número de elementos........            4
    fyk.......................500 MPa
    Tipo de aço................            A
    GamaS.....................         1.15
    Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..................          4.91 cm2       ( 1.09%)
As necessário (mínimo).........          1.80 cm2       ( 0.40%)
```

8.11.3.6. PILAR P6




```
Concreto
========
    Área total.................      450.0 cm2
    Área por elemento..........      1.125 cm2
    Número de elementos........        400
    fck.......................20 MPa
    GamaC.....................        1.40
Aço
===
    Área total.................         4.9 cm2
    Número de elementos........           4
    fyk.......................500 MPa
    Tipo de aço................           A
    GamaS.....................        1.15
    Módulo de elasticidade.....    210000. MPa


Resultado do cálculo
====================

Dimensionamento.............. OK
As existente ..................         4.91 cm2       ( 1.09%)
As necessário (mínimo).........         1.80 cm2       ( 0.40%)
```

8.11.4. SAPATA

8.11.4.1. SAPATA S1

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 100 cm	Dimensão em X = 30 cm
Dimensão em Y = 90 cm	Dimensão em Y = 15 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.64 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.26 m³	
Área de fôrma = 0.76 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 10.84 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.07 tf	Mx_{sd} = 0.02 tfm
Fy_{sd} = -0.03 tf	My_{sd} = -0.02 tfm

8.11.4.2. SAPATA S2

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 130 cm	Dimensão em X = 30 cm
Dimensão em Y = 120 cm	Dimensão em Y = 15 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm

Altura = 40 cm Peso = 1.09 t Volume = 0.44 m³ Área de fôrma = 1.00 m² Classificação = Rígida	Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 18.97 tf Fx_{sd} = 0.07 tf Fy_{sd} = -0.03 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm Mx_{sd} = 0.08 tfm My_{sd} = -0.02 tfm

8.11.4.3. SAPATA S3

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 80 cm Dimensão em Y = 70 cm Rodapé em X = 20 cm Rodapé em Y = 20 cm Altura = 40 cm Peso = 0.41 t Volume = 0.16 m³ Área de fôrma = 0.60 m² Classificação = Rígida	Dimensão em X = 30 cm Dimensão em Y = 15 cm Colarinho em X = 0 cm Colarinho em Y = 0 cm Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 5.53 tf Fx_{sd} = 0.00 tf Fy_{sd} = 0.05 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm Mx_{sd} = 0.05 tfm My_{sd} = 0.02 tfm

8.11.4.4. SAPATA S4

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 100 cm Dimensão em Y = 90 cm	Dimensão em X = 30 cm Dimensão em Y = 15 cm

Rodapé em X = 20 cm Rodapé em Y = 20 cm Altura = 40 cm Peso = 0.64 t Volume = 0.26 m³ Área de fôrma = 0.76 m² Classificação = Rígida	Colarinho em X = 0 cm Colarinho em Y = 0 cm Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 10.94 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = -0.07 tf	Mx_{sd} = 0.02 tfm
Fy_{sd} = 0.03 tf	My_{sd} = 0.02 tfm

8.11.4.5. SAPATA S5

Geometria da sapata	**Geometria do pilar**
Dimensão em X = 130 cm Dimensão em Y = 120 cm Rodapé em X = 20 cm Rodapé em Y = 20 cm Altura = 40 cm Peso = 1.09 t Volume = 0.44 m³ Área de fôrma = 1.00 m² Classificação = Rígida	Dimensão em X = 30 cm Dimensão em Y = 15 cm Colarinho em X = 0 cm Colarinho em Y = 0 cm Excentricidade em X = 0 cm Excentricidade em Y = 0 cm

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 18.75 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.07 tf	Mx_{sd} = 0.08 tfm
Fy_{sd} = 0.05 tf	My_{sd} = 0.02 tfm

8.11.4.6. SAPATA S6

Geometria da sapata	Geometria do pilar
Dimensão em X = 80 cm	Dimensão em X = 30 cm
Dimensão em Y = 70 cm	Dimensão em Y = 15 cm
Rodapé em X = 20 cm	Colarinho em X = 0 cm
Rodapé em Y = 20 cm	Colarinho em Y = 0 cm
Altura = 40 cm	Excentricidade em X = 0 cm
Peso = 0.41 t	Excentricidade em Y = 0 cm
Volume = 0.16 m³	
Área de fôrma = 0.60 m²	
Classificação = Rígida	

Esforços atuantes

Esforços de cálculo atuantes na base do pilar ou topo da sapata.

Ponderador de esforços $\gamma_f = 1.4$

Ponderador adicional de esforços $\gamma_n = 1.2$

$S_{sd} = S_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$

Descrição da combinação: ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

Fz_{sd} = 5.31 tf	Mz_{sd} = 0.00 tfm
Fx_{sd} = 0.00 tf	Mx_{sd} = 0.05 tfm
Fy_{sd} = -0.05 tf	My_{sd} = -0.03 tfm

9. RELAÇÃO DE DESENHOS

1	B-029-000-92-4-MC-0001	B-4-SDV-009-92-MC-001	MEMORIAL DE CÁLCULO
2	B-029-000-92-4-XX-0001	B-4-SDV-009-92-XX-001	LOCAÇÃO DOS PILARES, FORMAS FUNDAÇÃO E COBERTURA DA CASA DE OPERAÇÃO
3	B-029-000-92-4-XX-0003	B-4-SDV-009-92-XX-003	ARMAÇÃO DAS LAJES E VIGAS DA FUNDAÇÃO
4	B-029-000-92-4-XX-0004	B-4-SDV-009-92-XX-004	ARMAÇÃO DAS SAPATAS E DOS PILARES DA FUNDAÇÃO
5	B-029-000-92-4-XX-0006	B-4-SDV-009-92-XX-006	ARMAÇÃO DAS LAJES E VIGAS DA COBERTURA DA CASA DE OPERAÇÃO
6	B-029-000-92-4-XX-0007	B-4-SDV-009-92-XX-007	LOCAÇÃO DOS PILARES FORMAS FUNDAÇÃO E COBERTURA DA CASA DOS SOPRADORES

7	B-029-000-92-4-XX-0009	B-4-SDV-009-92-XX-009	ARMAÇÃO DA FUNDAÇÃO E VIGAS DA CASA DOS SOPRADORES
8	B-029-000-92-4-XX-0010	B-4-SDV-009-92-XX-010	ARMAÇÃO DAS SAPATAS E PILARES DA FUNDAÇÃO DA DASA DOS SOPRADORES
9	B-029-000-92-4-XX-0012	B-4-SDV-009-92-XX-012	ARMAÇÃO DA COBERTURA E VIGAS DA CASA DOS SOPRADORES
10	B-029-000-92-4-XX-0013	B-4-SDV-009-92-XX-013	FORMAS E ARMAÇÃO DO FUNDO E DA TAMPA DA ELEVATÓRIA DE EFLUENTE TRATADO
11	B-029-000-92-4-XX-0015	B-4-SDV-009-92-XX-015	ARMAÇÃO DAS PAREDES E LAJES DE TAMPA DA ELEVATÓRIA DE EFLUENTE TRATADO
12	B-029-000-92-4-XX-0016	B-4-SDV-009-92-XX-016	FORMAS DA TAMPA E DO FUNDO DA ELEVATÓRIA DE RECIRCULAÇÃO
13	B-029-000-92-4-XX-0018	B-4-SDV-009-92-XX-018	ARMAÇÃO DAS PAREDES E DAS LAJES DE TAMPA DA ELEVATÓRIA DE RECIRCULAÇÃO
14	B-029-000-92-4-XX-0019	B-4-SDV-009-92-XX-019	FORMAS E ARMAÇÃO DA ESCADA DO TRATAMENTO PRELIMINAR E SECUNDÁRIO
15	B-029-000-92-4-XX-0020	B-4-SDV-009-92-XX-020	FORMAS DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
16	B-029-000-92-4-XX-0021	B-4-SDV-009-92-XX-021	CORTES DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
17	B-029-000-92-4-XX-0022	B-4-SDV-009-92-XX-022	ARMAÇÃO DAS LAJES, CANTOS E MUROS DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
18	B-029-000-92-4-XX-0023	B-4-SDV-009-92-XX-023	ARMAÇÃO DOS PILARES E DAS SAPATAS DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
19	B-029-000-92-4-XX-0025	B-4-SDV-009-92-XX-025	ARMAÇÃO DAS VIGAS E DAS PAREDES DO LEITO DE SECAGEM DE LODO

20	B-029-000-92-4-XX-0026	B-4-SDV-009-92-XX-026	ARMAÇÃO DAS PAREDES DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
21	B-029-000-92-4-XX-0027	B-4-SDV-009-92-XX-027	ARMAÇÃO DAS PAREDES DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
22	B-029-000-92-4-XX-0028	B-4-SDV-009-92-XX-028	ARMAÇÃO DAS PAREDES DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
23	B-029-000-92-4-XX-0029	B-4-SDV-009-92-XX-029	FORMAS DO PV DE ENTRADA E DO LEITO DE SECAGEM OPERACIONAL
24	B-029-000-92-4-XX-0031	B-4-SDV-009-92-XX-031	ARMAÇÃO DO PV, SAPATAS, PILARES, LAJES DO LEITO DE SECAGEM OPERACIONAL
25	B-029-000-92-4-XX-0032	B-4-SDV-009-92-XX-032	ARMAÇÃO DAS PAREDES DO LEITO DE SECAGEM OPERACIONAL
26	B-029-000-92-4-XX-0034	B-4-SDV-009-92-XX-034	FORMAS E ARMAÇÃO DO MEDIDOR DE VAZÃO
27	B-029-000-92-4-XX-0035	B-4-SDV-009-92-XX-035	FORMAS E ARMAÇÃO DO ABRIGO DO PAINEL ELÉTRICO
28	B-029-000-92-4-XX-0036	B-4-SDV-009-92-XX-036	LOCAÇÃO DOS PILARES E FORMAS DA FUNDAÇÃO DO TRATAMENTO PRELIMINAR
29	B-029-000-92-4-XX-0037	B-4-SDV-009-92-XX-037	ARMAÇÃO DAS SAPATAS DO TRATAMENTO PRELIMINAR
30	B-029-000-92-4-XX-0038	B-4-SDV-009-92-XX-038	ARMAÇÃO DAS SAPATAS DO TRATAMENTO PRELIMINAR
31	B-029-000-92-4-XX-0039	B-4-SDV-009-92-XX-039	ARMAÇÃO DAS SAPATAS E DOS PILARES DO TRATAMENTO PRELIMINAR
32	B-029-000-92-4-XX-0040	B-4-SDV-009-92-XX-040	ARMAÇÃO DOS PILARES DO TRATAMENTO PRELIMINAR
33	B-029-000-92-4-XX-0041	B-4-SDV-009-92-XX-041	ARMAÇÃO DOS PILARES DO TRATAMENTO PRELIMINAR
34	B-029-000-92-4-XX-0042	B-4-SDV-009-92-XX-042	ARMAÇÃO DAS CINTAS DO TRATAMENTO PRELIMINAR

35	B-029-000-92-4-XX-0043	B-4-SDV-009-92-XX-043	ARMAÇÃO DAS CINTAS DO TRATAMENTO PRELIMINAR
36	B-029-000-92-4-XX-0044	B-4-SDV-009-92-XX-044	FORMAS DOS NÍVEIS 523.160 E 524.970 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
37	B-029-000-92-4-XX-0045	B-4-SDV-009-92-XX-045	ARMAÇÃO DAS VIGAS DO NÍVEL 523.160 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
38	B-029-000-92-4-XX-0046	B-4-SDV-009-92-XX-046	ARMAÇÃO DAS VIGAS DO NÍVEL 523.160 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
39	B-029-000-92-4-XX-0047	B-4-SDV-009-92-XX-047	ARMAÇÃO DAS VIGAS DO NÍVEL 524.970 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
40	B-029-000-92-4-XX-0048	B-4-SDV-009-92-XX-048	ARMAÇÃO DAS VIGAS DO NÍVEL 524.970 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
41	B-029-000-92-4-XX-0049	B-4-SDV-009-92-XX-049	FORMAS E CORTE A-A DO NÍVEL 526.740 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
42	B-029-000-92-4-XX-0050	B-4-SDV-009-92-XX-050	CORTES DO TRATAMENTO PRELIMINAR
43	B-029-000-92-4-XX-0051	B-4-SDV-009-92-XX-051	ARMAÇÃO DAS VIGAS DO NÍVEL 526.740 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
44	B-029-000-92-4-XX-0052	B-4-SDV-009-92-XX-052	ARMAÇÃO DAS VIGAS DO NÍVEL 526.740 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
45	B-029-000-92-4-XX-0053	B-4-SDV-009-92-XX-053	ARMAÇÃO DAS VIGAS DO NÍVEL 526.740 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
46	B-029-000-92-4-XX-0054	B-4-SDV-009-92-XX-054	ARMAÇÃO DAS VIGAS DO NÍVEL 526.740 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
47	B-029-000-92-4-XX-0055	B-4-SDV-009-92-XX-055	ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES DO NÍVEL 526.740

			DO TRATAMENTO PRELIMINAR
48	B-029-000-92-4-XX-0056	B-4-SDV-009-92-XX-056	ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DO NÍVEL 526.740 DO TRATAMENTO PRELIMINAR
49	B-029-000-92-4-XX-0057	B-4-SDV-009-92-XX-057	FORMAS E ARMAÇÃO DO BIOFILTRO, CAIXA DE RECOLHIMENTO, COCHO E ESCADA
50	B-029-000-92-4-XX-0058	B-4-SDV-009-92-XX-058	FORMAS E ARMAÇÃO DA LAJE DE PISO DO TRATAMENTO SECUNDÁRIO
51	B-029-000-92-4-XX-0059	B-4-SDV-009-92-XX-059	PLANO DAS BASES E DAS VIGAS DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
52	B-029-000-92-4-XX-0060	B-4-SDV-009-92-XX-060	PLANO DAS TERÇAS E ELEVAÇÕES DO LEITO DE SECAGEM DE LODO
53	B-029-000-92-4-XX-0061	B-4-SDV-009-92-XX-061	FORMAS DO PV E ARMAÇÃO DO PATAMAR DO LEITO DE SECAGEM DE LODO