



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Memorial Descritivo

REFORMA E AMPLIAÇÃO DO REFEITÓRIO DO CAMPUS SÃO VICENTE DO SUL

CAMPUS SÃO VICENTE DO SUL

Elaborado por
LUCAS DE OLIVEIRA AMARO
ARQUITETO E URBANISTA
CAU A2556839

AGOSTO de 2024.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

ÍNDICE

ÍNDICE	3
MEMORIAL DESCRITIVO	4
A. FINALIDADE	4
B. GENERALIDADES	5
C. PROCEDÊNCIA DE DADOS E INTERPRETAÇÃO	7
D. MODIFICAÇÕES NO PROJETO E ESPECIFICAÇÕES	7
E. DIÁRIO DE OBRAS	7
F. ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DA OBRA	7
G. LICENÇAS E FRANQUIAS	8
H. CRITÉRIOS DE ANALOGIA	9
I. SERVIÇOS A EXECUTAR	10
ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS	11
1 SERVIÇOS PRELIMINARES	11
2 GERENCIAMENTO DE OBRA	12
3 REFORMA	13
4 AMPLIAÇÃO	18
5 PPCIP	21
6 ACESSIBILIDADE	22
7 CLIMATIZAÇÃO E EXAUSTÃO	22
8 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	24
9 CABEAMENTO ESTRUTURADO	Erro! Indicador não definido.
10 SPDA	24
11 INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS	25
12 ABRIGO DE GÁS	28
13 SERVIÇOS FINAIS	31
MODELO DE DIÁRIO DE OBRAS	32



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MEMORIAL DESCRITIVO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA CÂMPUS SÃO VICENTE DO SUL REFORMA E AMPLIAÇÃO DO REFEITÓRIO

Endereço: Rua Vinte de Setembro nº2616 – São Vicente do Sul/ RS - CEP 97420-000

A. FINALIDADE

O presente Memorial Descritivo visa estabelecer as condições gerais de execução da **reforma e ampliação do refeitório do Campus São Vicente do Sul**, pertencente ao Instituto Federal Farroupilha, com área total construída de 929,54 m², situado no Endereço: Rua Vinte de Setembro nº2616 - São Vicente do Sul - Rio Grande do Sul.

O projeto de ampliação e reforma, desenvolvido pela equipe de Arquitetura e Engenharia da empresa SORS CONCEPT, visa a reforma internas com demolições dos ambientes: lavagem, depósitos, sanitários, área de manipulação (Horti-Fruiti), Higienização, Câmara Fria (congelados), setor de descongelamento, sala de terceirizados, escritório, sala da nutricionista, passa pratos e limpeza, sendo feita uma ampliação externa para a

locação de salas dos terceirizados com vestiários, depósito e lavanderia. A ampliação e a reforma, foi estruturada em concreto armado (pilares, vigas e lajes) e fechamento com alvenaria de vedação, sendo a cobertura em estrutura metálica.

Dos espaços dispostos no projeto de reforma, foram realocadas as salas de terceirizados, depósito, escritório, copa, nutricionista, setor de descongelamento e congelados, para ampliar o refeitório e implantar banheiros feminino, masculino e PCD, sendo os ambientes, sala de terceirizados, depósito, escritório e copa foram realocados para uma ampliação externa, as demais distribuídos internamente na reforma.

A realocação das salas, foram distribuídas para que tenha um processo logístico mais fácil na manipulação de alimentos, além do aumento da área do refeitório, implantação de banheiros e a setorização dos terceiros em outra área;

A cobertura da reforma e ampliação será feita com estrutura de metálica e coberta com telhas metálicas do tipo sanduíche (EPS 30mm), colaborando para o isolamento térmico e acústico dos ambientes internos. Aparelhos condicionadores de ar dispostos em salas de administrativos, atendimento e refeitório, sendo as condensadoras posicionadas nas fachadas externas, sistema de exaustão na cozinha, com passagens de dutos em toda a sua área e sistema de vento kit na área da limpeza.

**Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura**

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

B. GENERALIDADES

- I. Deverá ser obedecida a seguinte documentação técnica:
 1. Memorial Descritivo;
 2. Orçamento e Cronograma Físico-Financeiro;
 3. Projetos Executivos;
 4. Normas da ABNT;
 5. Normas do Estado do Rio Grande do Sul;
 6. Normas, Leis e Código de Posturas Municipais.
- II. Em caso de divergência entre planilha orçamentária e projetos deverá ser consultada a fiscalização, preferencialmente seguindo o projeto.
- III. Durante a execução dos serviços, a Empresa deverá tomar todas as precauções, quanto aos andaimes, tapumes, etc., com a finalidade de garantir uma perfeita segurança ao trânsito de pessoas junto à obra. Para tanto deverá manter uma sinalização adequada.
- IV. Todos os materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a execução da obra deverão ser fornecidos pela CONTRATADA.
- V. A CONTRATADA deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO, junto com a primeira fatura, a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) ou RRT (Registro de Responsabilidade Técnica) referente e execução da obra, incluindo todos os projetos num único documento ou em unidades separadas.
- VI. Conforme o § 4º do Art. 140, da Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, salvo disposição em contrário constante do edital ou de ato normativo, os ensaios, os testes e as demais provas para aferição da boa execução do objeto do contrato exigidos por normas técnicas oficiais correrão por conta do contratado.
- VII. A subcontratação será permitida até o limite de **30% do total licitado**. Cabe a FISCALIZAÇÃO estabelecer quais serviços poderão ser terceirizados. Os subcontratados, quando empresas, deverão apresentar a mesma documentação exigida da CONTRATADA. Quando se tratar de profissional autônomo, este deverá apresentar documentação que comprove a legalização de suas atividades, tais como: ISSQN, carnê de recolhimento do INSS, etc.
- VIII. A CONTRATADA deverá prestar toda a assistência técnica e administrativa; mantendo na obra um **Mestre Geral com experiência mínima de 5 anos**, comprovada pela carteira de trabalho, o qual não deverá se afastar do local de trabalho durante o horário normal de serviço. Além disso, deverá ser representada por um técnico, Engenheiro Civil ou Arquiteto, residente na cidade local da execução da obra. Também deverá ser apresentado o Técnico de Segurança do Trabalho que fará o acompanhamento da obra, sendo que o mesmo precisa apresentar cópia do registro no órgão competente e comprovar experiência **mínima de 01 ano** em serviços similares.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- IX. A CONTRATADA deverá comunicar e passar as informações necessárias à Delegacia Regional do Trabalho, antes do início das atividades. Também deve providenciar e fiscalizar o uso de todos os equipamentos de segurança necessários ao andamento da obra, bem como elaborar e cumprir o PCMAT e PCMSO, quando a legislação assim exigir, ou seja, atender plenamente as recomendações da NR 18.
- X. A CONTRATADA deverá **providenciar e fiscalizar o uso de todos os equipamentos de segurança necessários ao andamento da obra, atendendo as recomendações da NR 18**. Todos os funcionários precisam assinar a ficha de recebimento de EPIs, o que inclui o uniforme da empresa.
- XI. A CONTRATADA, além dos equipamentos normais de segurança para seus funcionários, deverá manter a disposição no escritório da obra, capacetes para a FISCALIZAÇÃO e eventuais visitantes.
- XII. A CONTRATADA deverá manter limpo o canteiro de obras fazendo a remoção periódica do lixo e entulhos da obra para um local que não venha causar transtornos no decorrer da obra. Na entrega da obra, a mesma deverá estar perfeitamente limpa, assim como o seu entorno.
- XIII. Todo o transporte de material ou pessoal, que se fizer necessário para a execução da obra, ficará a cargo da CONTRATADA.
- XIV. A CONTRATADA deverá elaborar o “*as built*” (como construído) ao longo da execução dos serviços e entregá-lo no final da obra em meio físico e digital. A liberação da última fatura ficará condicionada a apresentação dos referidos projetos como construído.
- XV. São de responsabilidade da CONTRATADA os danos causados diretamente à Administração ou a terceiros, decorrentes de sua culpa ou dolo na execução do contrato. O acompanhamento e a fiscalização do contrato pela Administração não excluem ou reduzem essa responsabilidade. A CONTRATADA deve facilitar a fiscalização, permitir amplo acesso ao objeto em execução e atender prontamente às solicitações da Administração.
- XVI. A CONTRATADA deverá manter na obra o “Diário de Obras ou Diário de Ocorrências” para as anotações diárias, sendo assinado pelo Responsável Técnico da empresa e pelo Engenheiro Fiscal.
- XVII. Todo e qualquer dano aos prédios e patrimônio do Instituto Federal Farroupilha, causado em virtude dos serviços executados, será de inteira responsabilidade da CONTRATADA, devendo esta providenciar sua recuperação e/ou reposição.
- XVIII. Serviços feitos fora do horário de trabalho da Instituição deverão ser comunicados para a fiscalização que comunicará a vigilância local.
- XIX. O orçamento analítico deverá ser discriminado e deverá conter: Descrição dos itens, quantidade, unidade, preço unitário (material, mão-de-obra, serviço), total do serviço,



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

subtotal para cada item da planilha e valor total global da proposta. **As quantidades dos serviços e os preços unitários deverão ser apresentados com duas casas decimais após a vírgula (os valores que excederem, estes, serão desconsiderados). Os totais dos serviços e subtotais de cada item da planilha deverão ser apresentados com duas casas decimais. O valor total global da proposta, por sua vez, também será apresentado com duas casas decimais.**

XX. O pagamento será conforme cronograma físico-financeiro a ser apresentado pela CONTRATADA. Caso a empresa CONTRATADA não apresente o cronograma ficará vigente o cronograma físico-financeiro apresentado pela CONTRATANTE.

C. PROCEDÊNCIA DE DADOS E INTERPRETAÇÃO

- I. Em caso de divergência entre as especificações e planilha orçamentária, a FISCALIZAÇÃO TÉCNICA deverá ser consultada.
- II. Em caso de divergência entre desenhos de datas diversas, prevalecerão os mais recentes.
- III. Em caso de dúvidas quanto à interpretação dos desenhos, projetos, planilha orçamentária ou deste Memorial, deverá ser consultada a FISCALIZAÇÃO TÉCNICA.

D. MODIFICAÇÕES NO PROJETO E ESPECIFICAÇÕES

- I. Nenhuma alteração nos projetos e nas especificações poderá ser feita, sem autorização por escrito da FISCALIZAÇÃO TÉCNICA.
- II. Qualquer alteração que demandar alteração de preço só será executada depois de submetido seu orçamento à aprovação da CONTRATANTE.

E. DIÁRIO DE OBRAS

- I. A FISCALIZAÇÃO fornecerá à CONTRATADA modelo do Diário de Obras, que será exigido para preenchimento, devendo a mesma providenciar a impressão gráfica de número suficiente de folhas com previsão até a entrega definitiva da obra.
- II. O Diário de Obras será preenchido pela FISCALIZAÇÃO e pela CONTRATADA, sendo a primeira via recolhida periodicamente à FISCALIZAÇÃO TÉCNICA DO IFFar.

F. ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DA OBRA

I. Administração

A administração da obra será exercida pelo Profissional, técnico da Empresa ou integrante do seu quadro técnico, pelo Encarregado Geral da Obra, todos com convívio demonstrado com a CONTRATADA.

II. Fiscalização

Será exercida por profissional do quadro técnico do IFFar.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Qualquer demolição necessária para a execução de algum serviço, de acordo com os projetos, será à custa da CONTRATADA, bem como o encargo e o recurso para refazê-la, se for o caso.

À CONTRATADA ficará igualmente obrigada a demolir e a refazer por sua conta exclusiva, todos os trabalhos que a FISCALIZAÇÃO impugnar por má qualidade ou que contrarie os projetos ou as condições contratuais.

III. Cronograma Físico-financeiro

Antes do início da obra a empresa executora deverá apresentar um cronograma físico-financeiro compatível com a execução, de forma que possa contemplar os diversos serviços dentro do prazo do contrato, prevendo as etapas a serem executadas e considerando que o prédio continuará em uso no decorrer da obra.

Ou seja, o cronograma físico-financeiro apresentado na proposta da CONTRATADA deverá ser estudado, analisado e reformulado, a fim de contemplar todas as condições estabelecidas e definidas entre os representantes da Fiscalização, da CONTRATANTE e da CONTRATADA.

O cronograma de execução definitivo deverá ser apresentado à FISCALIZAÇÃO da obra até, no máximo, 07(sete) dias após a assinatura do contrato, para a devida aprovação e acompanhamento dos serviços. Qualquer alteração pretendida no cronograma de execução deverá ser devidamente justificada e submetida à apreciação da FISCALIZAÇÃO, sem prejuízo do ritmo dos trabalhos durante este prazo. Caso não seja apresentado o cronograma definitivo, ficará vigente o cronograma apresentado pela CONTRATADA.

Havendo a necessidade de realizar serviços não previstos neste caderno, antecipar o cronograma ou recuperar dias de atraso, a CONTRATADA só poderá fazê-lo após prévia aprovação do serviço e orçamento por parte da Fiscalização da CONTRATANTE.

IV. Reunião de partida de obra

Após a assinatura do contrato e antes do início da obra, deverá ser realizada uma reunião com a participação dos representantes das fiscalizações técnicas da CONTRATANTE e da CONTRATADA; fiscal administrativo, gestor de contratos e Direção Geral do Campus, a fim de estabelecer todos os critérios para andamento das atividades, pagamentos e conclusão das etapas previstas. A reunião deverá ser registrada em ata, citando todos os aspectos relevantes da obra.

Deverão ser discutidos, entre outros, os serviços considerados críticos, de maneira a estabelecer regras para a sua execução (técnicas, horários, cuidados necessários, etc.). O cronograma físico-financeiro também será discutido visando-se a melhor maneira de execução dos serviços, considerando que a edificação continuará em uso durante os serviços.

G. LICENÇAS E FRANQUIAS

- I. A CONTRATADA ficará obrigada a obter as licenças e franquias, exigidas pelos diversos órgãos públicos envolvidos, inclusive o CREA, necessárias para os serviços a executar, pagando os emolumentos prescritos por lei e observando as leis, regulamentos e posturas referentes à obra e a segurança pública.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- II. A CONTRATADA ficará obrigada ao cumprimento de quaisquer formalidades e ao pagamento, a sua custa, das multas decorrentes do previsto no item anterior pelas autoridades competentes, mesmo aquelas que por força dos dispositivos legais, sejam atribuídas à Contratante.
- III. A observância de leis, regulamentos e posturas a que se referem os itens precedentes, abrangem, também, as exigências do CREA e do CAU, tendo em vista as exigências específicas citado conselho em relação à responsabilidade técnica, autoria e desempenho de atividades técnicas.

H. CRITÉRIOS DE ANALOGIA

- I. Se as circunstâncias ou condições locais, porventura, tornarem aconselhável a substituição de alguns dos materiais especificados neste Memorial, esta substituição obedecerá ao disposto nos itens subsequentes e só poderá ser efetuada mediante expressa autorização, por escrito, da CONTRATADA, para cada caso particular, com posterior autorização da fiscalização da CONTRATANTE.
- II. A substituição referida no item precedente será regulada pelo critério de analogia, conforme a seguir definido:
- a) Diz-se que dois materiais ou equipamentos apresentam analogia total ou equivalência se desempenham idêntica função construtiva e apresentam as mesmas características exigidas na Especificação Técnica ou na Norma de Execução que a eles se refiram.
 - b) Diz-se que dois materiais ou equipamentos apresentam analogia parcial ou semelhança se desempenham idêntica função construtiva, mas não apresentam as mesmas características exigidas na Especificação Técnica ou na Norma de Execução que a eles se refiram.
 - c) Na eventualidade de uma equivalência, a substituição se processará sem haver compensação financeira para as partes, ou seja, CONTRATANTE e CONTRATADA.
 - d) A consulta sobre a analogia (envolvendo equivalência ou semelhança) será efetuada, em tempo oportuno, pela CONTRATADA, não admitindo o CONTRATANTE, em nenhuma hipótese, que esta consulta sirva para justificar o não cumprimento dos prazos estabelecidos na documentação contratual.
 - e) Na hipótese de verificar-se uma semelhança, o pagamento correspondente será objeto do disposto sobre o assunto na documentação contratual.
 - f) Na Especificação Técnica, a identificação de materiais ou equipamentos por determinada marca, implica, apenas, na caracterização de uma analogia, ficando a distinção entre equivalência e semelhança subordinada a parecer dos autores dos Projetos e Especificação.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

I. SERVIÇOS A EXECUTAR

1. Serviços Preliminares
2. Administração de obra
3. Reforma
4. Ampliação
5. PPCIP
6. Acessibilidade
7. Climatização e Exaustão
8. Instalações Elétricas
9. Cabeamento Estruturado
10. SPDA
11. Instalações Hidrossanitárias
12. Abrigo de gás
13. Serviços Finais



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS

1 SERVIÇOS PRELIMINARES

O Campus irá disponibilizar uma área para depósito, banheiros, refeitório e escritório de obra.

1.1 Placa da obra

A CONTRATADA deverá fornecer Placa de Obra, conforme manual visual de placas de obras vigente. Deverão ser construídas com chapas metálicas galvanizadas nº22, adesivadas, e estrutura composta por pontaletes de pinus, 7,5x7,5cm. Receberão uma demão de pintura imunizante para madeira e duas demãos de tinta esmalte sintético nas cores definidas pela fiscalização. Os adesivos deverão ser de alta resistência. O tamanho da placa será 300x200cm. A placa será colocada em local visível junto à via frontal da edificação.

1.2 ARTs

A CONTRATADA deverá adquirir cópias de todos os projetos técnicos envolvidos (estando disponíveis no canteiro de obras), emitir a ART ou RRT de execução dos projetos da obra, e solicitar à prefeitura municipal a Licença para Construção e Reforma da edificação.

1.3 Tapumes

Deverá ser construído tapume para isolar e delimitar o canteiro da obra, tal como previsto em projeto e orçamento. O tapume deve ser posto na frente e na lateral da área projetada junto ao refeitório, feito com telha trapezoidal em aço zincado, espessura 0,5mm, fixado com tábuas, tendo uma altura de 2,20m.

Foi previsto tapume interno na edificação visando isolar as áreas a serem reformadas/construídas, tendo-se em vista a necessidade de utilização da edificação durante o decorrer da obra.

1.4 Locação da obra

A obra deverá ser locada rigorosamente de acordo com a planta de locação do Projeto Arquitetônico e Estrutural.

O gabarito será formado por guias de tábuas, devidamente pregadas e niveladas em barrotes de 3" x 3" (pontaletes), a uma altura mínima de 1,0 m, estando os barrotes (pontaletes) fincados fortemente ao terreno, espaçados no máximo 2,00 m um do outro. Pregar sarrafos de 1" x 6" no topo dos pontaletes. Em seguida, verificar o esquadro de todos os cantos. Travar o gabarito com mão francesa a fim de assegurar a perfeita imobilidade do conjunto. O gabarito deve ficar a uma distância do contorno da edificação de, pelo menos, 3,0 m.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

1.5 Limpeza manual de vegetação em terreno

O local da obra para a execução do prédio e das calçadas externas deverá ser limpo, com a remoção da vegetação e da camada superficial do terreno de, no mínimo, 20cm. Considerou-se no orçamento a área de 157,26 m². O material proveniente da limpeza deverá ser transportado para um local próximo, no interior do CAMPUS, indicado pela FISCALIZAÇÃO.

Havendo necessidade, a CONTRATADA deverá providenciar levantamento topográfico a fim de garantir a exata locação da obra.

A CONTRATADA deverá providenciar todo o ferramental necessário à execução dos serviços, inclusive andaimes e proteções necessárias, com as respectivas ARTS.

Fica expressamente proibida a execução de alojamento para funcionários da CONTRATADA nas dependências da CONTRATANTE.

2 GERENCIAMENTO DE OBRA

Na administração local estão incluídos gastos com pessoal técnico, administrativo e de apoio, compreendendo o supervisor, o engenheiro responsável técnico, o mestre de obras, encarregados, técnico de produção, apontador, almoxarife, motorista, porteiro, equipe de escritório, e serventes de canteiro, mecânicos de manutenção, topografia e de medicina e segurança do trabalho etc., bem como os equipamentos de proteção coletiva de toda a obra, controle tecnológico de qualidade dos materiais e serviços. Também estão inclusos os encargos trabalhistas e sociais previstos em lei.

Crerios de medição: A administração local deverá ser medida em percentagem, conforme a execução financeira dos demais serviços da obra para aquele período. Assim, se a contratada executou 9% do valor da obra em determinado mês, por exemplo, ela deve receber 9% do item de administração local.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

3. REFORMA

3.1 Demolições e Retiradas

Para a reforma do Campus, será necessária a demolição de Alvenarias, pisos e revestimentos, além da remoção de portas, janelas e forros sem o reaproveitamento e a remoção de bancadas e prateleiras com possibilidade de reutilização. A demolição conta com 56,59m³ de entulho de alvenaria, 20 unidades de acessórios em gerais, 84,81m² de janelas, 37,74m² de portas, 823,56m² de forros de pvc, 2,81m² de piso de concreto simples, 453,12m² de piso cerâmico, 369,84 m² de retirada de piso cerâmico, 129,19m² de telhas metálicas, remoção de 4,15m de bancadas e prateleiras, 186,39 m² de revestimento cerâmico e a remoção de 571m² de pintura PVA/Acrílica, sendo necessária a contratação de caminhão para o descarte dos entulhos.

As demolições devem ser acompanhadas pelo engenheiro civil responsável técnico pela execução da obra, tendo-se em vista a possibilidade de ocorrência de estrutura de concreto nas áreas a serem demolidas, necessitando-se de bastante cautela nessa execução. Ocorrendo intervenientes durante a execução da demolição essa deve ser informada ao fiscal da obra.

3.2 Movimentação de terra

Para garantir o nivelamento do projeto, valas com profundidades menor ou igual a 1,30m devem ser feitas, retirando 22,79m³ de material, o mesmo deve-se reaterrar e compactar em camadas de forma meio manual com o material da obra com 13,67m³, o aterro da vala será constituída por solo argiloso-arenoso com 2m³.

3.3 Infraestrutura

Prepara-se o lastro magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas com espessura de 3cm com área de 53,68m², aplica-se a lona plástica para separar o piso de concreto ou laje sobre o solo para a execução do radier, se faz a fabricação da fôrma para viga baldrame e pilares estruturais em madeira serrada 25mm, as armações de sapata isolada, viga de baldrame e sapata corridas, são utilizadas Aço CA-60 de 5mm, Aço CA-50 de 8mm e Aço CA-50 10mm, as armações de pilares ou vigas de estrutura de concreto armado embutida em alvenaria de vedação, são utilizadas aço CA-60 de 5mm e CA-50 de 10mm, o concreto terá resistência FCK = 25MPA com traço 1:2,3:2,7 em massa seca de cimento/ areia média e brita, preparado em betoneira, a fôrma então será preenchida com o concreto, utilizando baldes, adensado e feito o acabamento, após a cura, impermeabilizado com membrana à base de poliuretano, 2 demãos.

A execução dessas fundações deverá seguir o projeto estrutural e as normas técnicas (NBR 6122/2019), sendo a execução responsabilidade da CONTRATADA. Não será permitida qualquer alteração sem análise e aprovação da fiscalização da obra. Execuções em desconformidade com o projeto deverão ser refeitas, a critério da fiscalização.

As vigas de fundação (baldrame) serão executadas de acordo com os dispositivos constantes da NBR 6118/2014, no que tange aos materiais, execução, controle e aceitação da estrutura.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A colocação das ferragens nas formas obrigatoriamente obedecerá ao projeto estrutural, bem como as bitolas, espaçamentos e comprimentos das mesmas. Deve-se ter especial cuidado em relação ao cobrimento das peças de concreto, o qual não deve ser inferior a 2,5 cm para vigas e pilares, e não inferior a 2,0 cm em lajes, de acordo com o projeto estrutural e a NBR 6118/2014.

Todo o concreto a ser empregado na obra deverá ser do tipo **moldado in loco**, e deverá ter resistência mínima de 25 MPa.

Antes do lançamento do concreto, assegurar-se que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural e que todos os embutidos foram adequadamente instalados nas fôrmas (gabaritos para introdução de furos nas vigas e lajes, eletrodutos, caixas de elétrica e outros); Assegurar-se da correta montagem das fôrmas (geometria dos elementos, nivelamento, estanqueidade etc) e do cimbramento, e verificar a condição de estanqueidade das fôrmas, de maneira a evitar a fuga de pasta de cimento; Verificar se a resistência característica e/ou o traço declarado corresponde ao pedido de compra, se o concreto está com a trabalhabilidade especificada e se não foi ultrapassado o tempo de início de pega do concreto (tempo decorrido desde a saída da usina até a chegada na obra) verificações com base na Nota Fiscal / documento de entrega; Após a verificação da corpos de prova para controle da resistência à compressão do concreto, lançar o material com a utilização de baldes e funil e adensá-lo com uso de vibrador de imersão, de forma a que toda a armadura e os componentes embutidos sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto; Adensar o concreto de forma homogênea, conforme NBR 14931:2004, a fim de não se formarem ninhos, evitando-se vibrações em excesso que venham a causar exsudação da pasta / segregação do material; Conferir o prumo da estrutura ao final da execução.

As formas serão mantidas no local até que o concreto tenha adquirido resistência para suportar com segurança seu peso próprio e demais cargas atuantes. Em relação aos prazos mínimos para a retirada de formas, deverão ser:

- 3 (três) dias para as faces laterais de vigas;
- 14 (quatorze) dias para faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados;
- 21 (vinte e um) dias para fundos.

Desformas em prazos inferiores aos da norma deverão ser previamente informados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

3.4 Superestrutura

Todo concreto empregado na estrutura deverá ser concreto moldado no local. As fôrmas para Pilares, vigas e estruturas similares, serão fabricadas em madeira serrada de espessura 25mm, as armações de pilares ou vigas estruturais em concreto armado embutida em alvenaria de vedação, serão utilizados aço CA-60 de 5,0mm e aço CA-50 de 8mm e 10mm, e a utilização de concreto com resistência FCK=25MPa, com traço 1:2,3:2,7 em massa seca de cimento, areia média e brita tipo 1, com preparo em betoneira.

Segue as mesmas observações do item 3.3, quanto as normas de cada item citado neste item.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

3.5 Alvenarias e Divisórias

Para a divisória dos banheiros, tipo cabine, são utilizados granito cinza polido de espessura de 30mm, assentados com argamassa colante AC III-E, as alvenarias das paredes serão em blocos cerâmicos furados, dimensões 9x14x19cm, 11,5x19x19cm, 14x19x39cm e 19x19x39cm, com resistência de 1,5 MPa e obedecerão as medidas e alinhamentos determinados no projeto arquitetônico.

O assentamento dos blocos previamente umedecidos será com argamassa de cimento e areia média, traço 1:4 mais aditivo plastificante (Alvenarite ou equivalente). Admite-se também o uso de argamassa industrializada. As fiadas serão perfeitamente niveladas, alinhadas e aprumadas. As juntas terão a espessura média de 10 mm, com máximo de 15 mm, e serão rebaixadas à ponta de colher, para o emboço aderir fortemente.

As alvenarias deverão ser devidamente amarradas a estrutura através de ferros-cabelo ϕ 5,0 mm colocados a cada 2 fiadas e devidamente fixados à estrutura, ficando no mínimo 50 cm embutidos na alvenaria. Antes da execução das alvenarias (no mínimo 3 dias antes) a estrutura deverá ser chapiscada com argamassa de cimento e areia grossa, traço 1:3 em volume, com aditivo adesivo, inclusive as faces inferiores - fundo de vigas e lajes. O chapisco comum - camada irregular e descontínua - será executado com argamassa de cimento e areia 1: 3, considerando-se o cimento Portland comum, a areia grossa e aditivo adesivo tipo Bianco ou similar técnico. As superfícies destinadas a receber o chapisco comum serão limpas a vassoura e abundantemente molhadas antes da aplicação deste revestimento. Recomenda-se, para tanto, molhar com esguicho de mangueira.

As paredes de vedação, sem função estrutural, serão calçadas nas vigas e lajes de teto com tijolos dispostos obliquamente (cunhadas) ou também poderá ser executado fechamento com argamassa expansiva, com utilização de aditivo expensor da Vedacit, ou similar técnico. Este respaldo só poderá ser executado depois de decorridos 7 dias na conclusão de cada pano de parede e após a alvenaria do pavimento imediatamente superior ter sido executada.

É expressamente proibida a execução da alvenaria antes da concretagem das vigas e lajes do projeto, uma vez que as paredes são apenas de fechamento e não estruturais, logo, não foram calculadas para suportar o peso da estrutura de concreto armado e/ou servirem como formas.

Alvenaria de Blocos Cerâmicos Vazados (espessura cm) - As dos banheiros do refeitórios serão executadas com tijolos cerâmicos vazados, dimensões 9x14x19 cm, assentados deitados, de forma que a espessura da parede tenha um total de 15 cm com a pintura.

Alvenaria de Blocos Cerâmicos Vazados (espessura cm) - Motor, descongelamento, administrativo e a passarela, serão executadas com tijolos cerâmicos vazados, dimensões 11,5x19x19 cm, assentados deitados, de forma que a espessura da parede tenha um total de 17 cm com o acabamento.

Alvenaria de Blocos Cerâmicos Vazados (espessura cm) - fechamento de cobertura, câmara fria de congelados, departamento de alimentos, câmara fria de resfriamento serão executadas com tijolos cerâmicos vazados, dimensões 14x19x39 cm, assentados de forma que a espessura da parede tenha um total de 20 cm com o acabamento.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Alvenaria de Blocos Cerâmicos Vazados (espessura cm) - Refeitório e sala da nutricionista serão executadas com tijolos cerâmicos vazados, dimensões 19x19x39 cm, assentados de forma que a espessura da parede tenha um total de 32 cm com o acabamento.

Divisórias em drywall resistentes a umidade (espessura cm) - serão instaladas nos banheiros, de forma que a espessura da parede tenha um total de 10 cm com a pintura.

3.6 COBERTURA

3.6.1 ESTRUTURA

A trama de aço da cobertura será composta por terças para telhados de até 2 águas, tendo o fechamento em telha de aço ou alumínio de espessura de 0,5mm com duas águas, a fabricação da tesoura será inteiramente de aço, 5 unidades para vãos de 10 metros e 3 unidades para vãos de até 3 metros, a pintura será feita com tinta de esmalte sintético cor grafite, aplicada em rolo ou pincel.

3.6.2 FORRO

Os forros serão de réguas de PVC liso, estruturados em fixadores bidirecionais, em suas extremidades, terão o acabamento de perfil metálico e plástico.

3.7 REVESTIMENTOS E PINTURAS

3.7.1 Revestimento cerâmico

As paredes internas serão revestidas com revestimento cerâmico, placas tipo esmaltadas com dimensões de 30 x 60 cm. assentadas com argamassa colante ACIII e com rejunte próprio para cerâmica cor branco.

3.7.2 Pinturas em Paredes

Serão aplicadas nas paredes massa látex uma demão, fundo selador acrílico e pintura látex acrílica premium duas demãos, as mesmas serão de forma manual.

3.7.3 Pinturas em esquadrias

3.7.3.1 Portas

De madeira – deverão ser aplicadas fundo selador e lixadas e posteriormente pintadas com tinta pigmentada, esmalte sintético fosco 2 demãos

De alumínio - Pintura com tinta alquídica, esmalte sintético cor grafite, aplicada a rolo ou pincel.

3.7.3.2 Janelas

Pintura com tinta alquídica, esmalte sintético cor grafite, aplicada a rolo ou pincel.

3.8 Pisos

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

O contrapiso será feito em concreto com traço 1:4,5:4,5 em massa seca de cimento, areia média e brita tipo 1, preparado em betoneira 600L.

A regularização do piso será em argamassa com traço de 1:4 cimento e areia.

O revestimento cerâmico será de placas tipo porcelanato ao qual deve ser aprovada pela fiscalização, com dimensões de 60x60 cm para áreas maiores de 10m² e 30x60 cm para demais áreas.

3.9 Esquadrias

3.9.1 Portas

Serão instaladas:

- 04 Portas de câmara frias;
- 04 Portas de alumínio liso tipo de abrir com duas folhas com visores em vidro nas circulações;
- 04 Portas de abrir tipo veneziana com tratamento anticorrosivo a base de zinco nos boxes dos banheiros do refeitório;
- 01 Porta de madeira de abrir de 0,70 x 2,10 cm no lavabo;
- 03 Portas de madeira de abrir de 0,80 x 2,10 cm nos banheiros do refeitórios e a sala administrativa;
- 02 Portas de madeira com duas folhas de abrir na entrada do refeitório;
- 01 Porta de madeira de abrir com chapa anti impacto para o banheiro de PCD;
- 02 Portas de madeira de abrir de 0,90 x 2,10 cm na área da churrasqueira e limpeza;
- 01 Porta de correr de madeira na área da distribuição;
- 02 Portas de abrir de 1,00 x 2,10 cm na área de departamento de alimentos;
- 01 Porta de correr de duas folhas, sendo 1 folha fixa e outra de correr em vidro temperado 8mm na sala da nutricionista;
- 01 Porta de alumínio de correr de uma folha no hall de entrada da câmara fria.

3.9.2 Janelas

Serão instaladas:

- 02 Janelas de vidro temperado de 8mm de correr de 3 folhas de 1,00 x 1,10m no departamento de alimentos;
- 01 janela em vidro temperado 8mm tipo maxim-ar na sala da nutricionista;
- 01 janela em vidro temperado 8mm tipo de correr de 3 folhas de 1,20 x 1,10m na sala da nutricionista;
- 02 Janelas em vidro temperado 8mm tipo maxim-ar 1,20 x 0,60 cm no lavabo e banheiro PCD;



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- 06 Janelas de vidro temperado de 8mm de correr de 3 folhas com tela protetora contra insetos na cozinha, descongelamento e administrativo;
- 17 Janelas em vidro temperado 8mm tipo de correr de 3 folhas de 2,00 x 1,60m no refeitório e circulação;
- 02 Janelas em vidro temperado 8mm tipo maxim-ar 2,40 x 0,60m nos banheiros do refeitório;
- 01 Janela em vidro temperado 8mm tipo de correr de 3 folhas 2,64 x 1,60m na área de distribuição;
- 04 Janela em vidro temperado 8mm tipo de correr de 3 folhas 3,80 x 1,70m no hall de entrada do refeitório.

3.10 Vapor

3.10.1 Tubulação

A instalação de tubulações de ar quente para a cozinha serão feitas de tubo de aço preto sem costura, com conexão soldada, DN 50 instalado em prumadas, com instalação de lã de rocha aluminizada de espessura 40mm e bocina em alumínio liso de espessura 4mm.

3.10.2 Válvulas

Instalação de Válvula de esfera tripartida de 1/2" e válvulas de esfera flangeada tripartida de 300 LBS, purgador termodinâmico de fluxo 1/2 rosca com vapor.

4. AMPLIAÇÃO

4.1 Movimentação de Terra

Para nivelamento do projeto, valas com profundidades menor ou igual a 1,30m devem ser feitas, retirando 15,73m³ de material, o mesmo deve-se reaterrar e compactar em camadas de forma meio manual com o material da obra com 8,82m³, o aterro da vala será constituída por solo argiloso-arenoso com 42,79m³.

4.2 Infraestrutura

Prepara-se o lastro magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas com espessura de 3cm com área de 54,86m², aplica-se a lona plástica para separar o piso de concreto ou laje sobre o solo para a execução do radier, se faz a fabricação da fôrma para viga baldrame e pilares estruturais em madeira serrada 25mm, as armações de sapata isolada, viga de baldrame e sapata corridas, são utilizadas Aço CA-60 de 5mm, Aço CA-50 de 8mm e Aço CA-50 10mm, as armações de pilares ou vigas de estrutura de concreto armado embutida em alvenaria de vedação, são utilizadas aço CA-60 de 5mm e CA-50 de 10mm, o concreto terá resistência FCK = 25MPa com traço 1:2,3:2,7 em massa seca de cimento/ areia média e brita, preparado em betoneira, a fôrma então será preenchida com o concreto, utilizando baldes, adensado e feito o acabamento, após a cura, impermeabilizado

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

com membrana à base de poliuretano, 2 demãos.

A execução dessas fundações deverá seguir o projeto estrutural e as normas técnicas (NBR 6122/2019), sendo a execução responsabilidade da CONTRATADA. Não será permitida qualquer alteração sem análise e aprovação da fiscalização da obra. Execuções em desconformidade com o projeto deverão ser refeitas, a critério da fiscalização.

As vigas de fundação (baldrame) serão executadas de acordo com os dispositivos constantes da NBR 6118/2014, no que tange aos materiais, execução, controle e aceitação da estrutura.

A colocação das ferragens nas formas obrigatoriamente obedecerá ao projeto estrutural, bem como as bitolas, espaçamentos e comprimentos das mesmas. Deve-se ter especial cuidado em relação ao cobrimento das peças de concreto, o qual não deve ser inferior a 2,5 cm para vigas e pilares, e não inferior a 2,0 cm em lajes, de acordo com o projeto estrutural e a NBR 6118/2014.

Todo o concreto a ser empregado na obra deverá ser do tipo **moldado in loco**, e deverá ter resistência mínima de 25 MPa.

Antes do lançamento do concreto, assegurar-se que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural e que todos os embutidos foram adequadamente instalados nas fôrmas (gabaritos para introdução de furos nas vigas e lajes, eletrodutos, caixas de elétrica e outros); Assegurar-se da correta montagem das fôrmas (geometria dos elementos, nivelamento, estanqueidade etc) e do cimbramento, e verificar a condição de estanqueidade das fôrmas, de maneira a evitar a fuga de pasta de cimento; Verificar se a resistência característica e/ou o traço declarado corresponde ao pedido de compra, se o concreto está com a trabalhabilidade especificada e se não foi ultrapassado o tempo de início de pega do concreto (tempo decorrido desde a saída da usina até a chegada na obra) verificações com base na Nota Fiscal / documento de entrega; Após a verificação da corpos de prova para controle da resistência à compressão do concreto, lançar o material com a utilização de baldes e funil e adensá-lo com uso de vibrador de imersão, de forma a que toda a armadura e os componentes embutidos sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto; Adensar o concreto de forma homogênea, conforme NBR 14931:2004, a fim de não se formarem ninhos, evitando-se vibrações em excesso que venham a causar exsudação da pasta / segregação do material; Conferir o prumo da estrutura ao final da execução.

As formas serão mantidas no local até que o concreto tenha adquirido resistência para suportar com segurança seu peso próprio e demais cargas atuantes. Em relação aos prazos mínimos para a retirada de formas, deverão ser:

- 3 (três) dias para as faces laterais de vigas;
- 14 (quatorze) dias para faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados;
- 21 (vinte e um) dias para fundos.

Desformas em prazos inferiores aos da norma deverão ser previamente informados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

4.3 Superestrutura

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Todo concreto empregado na estrutura deverá ser moldado no local. As fôrmas para Pilares, vigas e estruturas similares, serão fabricadas em madeira serrada de espessura 25mm, as armações de pilares ou vigas estruturais em concreto armado embutida em alvenaria de vedação, serão utilizados aço CA-60 de 5,0mm e aço CA-50 de 8mm e 10mm, e a utilização de concreto com resistência FCK=25MPa, com traço 1:2,3:2,7 em massa seca de cimento, areia média e brita tipo 1, com preparo em betoneira.

Segue as mesmas observações do item 4.2, quanto as normas de cada item citado neste item.

4.4 Alvenarias e Divisórias

Para a divisória dos banheiros, tipo cabine, são utilizados granito cinza polido de espessura de 30mm, assentados com argamassa colante AC III-E, as alvenarias das paredes serão em blocos cerâmicos furados, dimensões 11,5x19x19cm e 14x19x39cm, com resistência de 1,5 MPa e obedecerão as medidas e alinhamentos determinados no projeto arquitetônico.

O assentamento dos blocos previamente umedecidos será com argamassa de cimento e areia média, traço 1:2:8 mais aditivo plastificante (Alvenarite ou equivalente). Admite-se também o uso de argamassa industrializada. As fiadas serão perfeitamente niveladas, alinhadas e aprumadas. As juntas terão a espessura média de 10 mm, com máximo de 15 mm, e serão rebaixadas à ponta de colher, para o emboço aderir fortemente.

As alvenarias deverão ser devidamente amarradas a estrutura através de ferros-cabelo ϕ 5,0 mm colocados a cada 2 fiadas e devidamente fixados à estrutura, ficando no mínimo 50 cm embutidos na alvenaria. Antes da execução das alvenarias (no mínimo 3 dias antes) a estrutura deverá ser chapiscada com argamassa de cimento e areia grossa, traço 1:3 em volume, com aditivo adesivo, inclusive as faces inferiores - fundo de vigas e lajes. O chapisco comum - camada irregular e descontínua - será executado com argamassa de cimento e areia 1: 3, considerando-se o cimento Portland comum, a areia grossa e aditivo adesivo tipo Bianco ou similar técnico. As superfícies destinadas a receber o chapisco comum serão limpas a vassoura e abundantemente molhadas antes da aplicação deste revestimento. Recomenda-se, para tanto, molhar com esguicho de mangueira.

As paredes de vedação, sem função estrutural, serão calçadas nas vigas e lajes de teto com tijolos dispostos obliquamente (cunhadas) ou também poderá ser executado fechamento com argamassa expansiva, com utilização de aditivo expensor da Vedacit, ou similar técnico. Este respaldo só poderá ser executado depois de decorridos 7 dias na conclusão de cada pano de parede e após a alvenaria do pavimento imediatamente superior ter sido executada.

É expressamente proibida a execução da alvenaria antes da concretagem das vigas e lajes do projeto, uma vez que as paredes são apenas de fechamento e não estruturais, logo, não foram calculadas para suportar o peso da estrutura de concreto armado e/ou servirem como formas.

Alvenaria de Blocos Cerâmicos Estrutural (espessura cm) - Motor, descongelamento, administrativo e a passarela, serão executadas com tijolos cerâmicos estruturais, dimensões 11,5x19x19 cm e 14x19x39 cm, serão utilizados em toda extensão da área a ser ampliada.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

4.5 Cobertura

4.5.1 Estrutura

A trama de aço da cobertura será composta por terças para telhados de até 2 águas, tendo o fechamento em telha de aço ou alumínio de espessura de 30mm com 2 águas, a fabricação da tesoura será inteiramente de aço, 4 unidades para vãos de 10 metros e 1 unidades para vãos de 7 metros, a pintura será feita com tinta de esmalte sintético cor grafite, aplicada em rolo ou pincel.

4.5.2 Forro

Os forros serão de régua de PVC liso, estruturados em fixadores bidirecionais, em suas extremidades, terão o acabamento de perfil metálico e plástico.

4.6 Revestimentos e Pinturas

4.6.1 Revestimento cerâmico

As paredes internas serão revestidas com revestimento cerâmico, placas tipo esmaltadas com dimensões de 30 x 60 cm.

4.6.2 Pinturas em Paredes

Serão aplicadas nas paredes massa látex uma demão, fundo selador acrílico e pintura látex acrílica premium duas demãos, as mesmas serão de forma manual.

4.6.3 Pinturas em esquadrias

4.6.3.1 Portas

De madeira - pintura com tinta pigmentada, esmalte sintético fosco 2 demãos

De alumínio - Pintura com tinta alquídica, esmalte sintético cor grafite, aplicada a rolo ou pincel.

4.6.3.2 Janelas

Pintura com tinta alquídica, esmalte sintético cor grafite, aplicada a rolo ou pincel.

4.7 Pisos

O contrapiso será feito em concreto magro com traço 1:4,5:4,5 em massa seca de cimento, areia média e brita tipo 1, preparado em betoneira 600L.

A regularização do piso será em argamassa com traço de 1:3 cimento e areia.

O revestimento cerâmico será de placas tipo esmaltada extra, com dimensões de 30x60 cm.

4.8 Esquadrias

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

4.8.1 Portas

Serão instaladas:

- 05 portas de abrir com uma folha em madeira na ampliação da Sala dos terceirizados;
- 06 portas de abrir tipo veneziana com tratamento anticorrosivo a base de zinco nos vestiários;
- 01 porta com duas folhas de correr, sendo uma fixa e uma de correr;
- soleiras Granito cinza andorinha 15,0 x 3,0 cm.

4.8.2 Janelas

Serão instaladas:

- 02 Janelas de Vidro temperado de 8mm de correr de 3 folhas 2,0 x 1,6 na sala dos terceirizados;
- 04 Janelas de vidro temperado de 8mm tipo maxim-ar nos vestiários, lavanderia e depósito.

5.0 PPCIP

5.1 Sinalização

Todos os equipamentos deverão ser sinalizados com placas e cores seguindo as orientações da ABNT e instrução técnica do corpo de bombeiros Militar do Rio Grande do Sul.

As escadas, corredores e portas de saída deverão ser sinalizados por placas do tipo fotoluminescentes, conforme especificados pela NBR 13434, assim como os extintores de incêndio e local de risco pontual. Toda a simbologia utilizada esta normatizada na NBR14100. As dimensões e os detalhamentos para instalação encontram-se no projeto.

A sinalização de portas de saída de emergência deve ser localizada imediatamente acima das portas, no máximo a 0,10m da verga.

Todas as placas de sinalização deverão respeitar quanto à fabricação e instalação os requisitos da NBR 13434 partes 1, 2 e 3.

5.2 Extintores e Iluminação

Tendo como objetivo fixar as condições exigíveis para a instalação de sistemas de proteção por extintores portáteis para salvaguarda de pessoas e bens materiais.

O Extintor de incêndio portátil é o aparelho manual constituído de recipiente e acessórios contendo agente extintor destinado a combater princípios de incêndio.

O sistema de proteção contra incêndio por extintores portáteis foi projetado considerando-se:

- A classe de risco a ser protegida e suas respectivas áreas;
- A natureza do fogo a ser extinto;
- O tipo de agente extintor a ser utilizado;
- A capacidade extintora dos extintores;

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- As distâncias a serem percorridas.

Qualquer modificação destes parâmetros originais acarretará uma reavaliação do sistema de proteção projetado.

A edificação deverá ser protegida por extintores de incêndio distribuídos conforme Projeto de PPCI, numerados e identificados conforme Anexo do PPCI. As identificações dos extintores deverão cumprir a legislação vigente.

Os extintores deverão estar de acordo com INMETRO, Normas Brasileiras e Especificações da ABNT, com relação à qualidade da carcaça, dispositivos de operação e carga.

Os extintores quando forem fixados em paredes ou colunas, seus suportes deverão resistir a três vezes a massa total do extintor.

5.3 Hidrantes

As Instalações Hidráulicas de PPCI serão compostas basicamente por tubulações, moto-bombas de pressurização, dispositivo de recalque, reservatórios superiores com reserva técnica de incêndio, hidrantes e seus abrigos, mangueiras e sinalizações. As instalações deverão ser executadas por profissionais devidamente habilitados, abrangendo todos os serviços e finalizadas com todas as instalações em perfeito e completo funcionamento. Ao fazer todo o sistema de hidrantes será imprescindível testá-lo antes de habilitar seu funcionamento. Suas padronizações devem seguir o determinado na NBR 13714. Todos os materiais seguirão rigorosamente o que for especificado no presente memorial descritivo. A não ser quando especificados em contrário, os materiais a empregar serão todos de primeira qualidade e obedecerão às condições da ABNT. Na ocorrência de comprovada impossibilidade de adquirir o material especificado, deverá ser solicitada substituição por escrito, com a aprovação dos autores/fiscalização do projeto.

A localização do dispositivo de recalque sempre deve permitir a aproximação da viatura apropriada para o recalque da água, a partir do logradouro público, sem existir qualquer obstáculo que dependa de remoção para o livre acesso dos bombeiros.

A tubulação do sistema deve ser em ferro galvanizado, com diâmetro nominal igual a 2 ½" (65mm). Toda a tubulação aparente do sistema deve ter acabamento em pintura epóxi a pó na cor vermelha. A tubulação subterrânea fora da edificação deverá ser feita dentro de canaletas de concreto com tampas de concreto removíveis. As mangueiras de incêndio devem ser acondicionadas dentro dos abrigos: em ziguezague ou aduchadas conforme especificado na NBR 12779, sendo que as mangueiras semirrígidas podem ser acondicionadas enroladas, com ou sem o uso de carretéis axiais ou em forma de oito, permitindo sua utilização com facilidade e rapidez

5.4 Alarme

Segundo a NBR 9441/1998 a central é o equipamento destinado a processar os sinais provenientes dos circuitos de detecção, a convertê-los em indicações adequadas e a comandar e controlar os demais componentes do sistema. A central deverá ter as seguintes características: - Funcionamento automático; - Indicações de defeitos no sistema, com dispositivo de isolamento do referido circuito; - Possibilidades de acionamento local sem retardo, geral com retardo e geral sem



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

retardo, com dispositivo que possibilite a anulação dos sinais; - Haver sinalização visual e acústica, com funcionamento instantâneo ao acionamento; - Alimentação do sistema de baterias; - Autonomia mínima – uma hora para funcionamento do alarme geral; - Tensão de alimentação – 12Vcc ou 24Vcc; - Especificações visíveis do nome do fabricante, endereço, telefone e modelo do aparelho; - Deve ser localizada em áreas de fácil acesso e, sempre que possível sob vigilância humana; 3 MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO Rua Tenente Antônio João, 1.784, sala 01 – Bom Retiro – Joinville / SC. projetos@thorusengenharia.com.br – www.thorusengenharia.com.br – (47) 3043 6643 - A área de instalação não deve estar próxima a materiais inflamáveis ou tóxicos. E quando enclausurada, deve ser ventilada e protegida contra penetração de gases ou fumaça; - Deve existir um caminho de abandono até uma área segura fora do prédio, que não pode ser inundada pela fumaça ou calor do fogo; - A distância máxima a percorrer até uma área segura não pode ser maior que 25 metros; - A escolha do local da instalação da central deve permitir a comunicação verbal entre esta e o estacionamento de veículos de combate a incêndio; - A central não deve ser instalada em áreas com risco de fogo ou onde não são assegurados o abandono e acesso por área protegida até área segura. A central de alarme está localizada no hall da fiscalização, local de fácil acesso e constante vigilância

6.0 ACESSIBILIDADE

Para a adaptação da acessibilidade serão necessárias 05 unidades de barras de apoios instalados no banheiro PCD;

Piso tátil;

Os pisos devem ter superfície regular, firme, estável e antiderrapante sob qualquer condição, que não provoque trepidação em dispositivos com rodas (cadeiras de rodas ou carrinhos de bebê). Admite-se inclinação transversal da superfície até 2% para pisos internos e 3% para pisos externos e inclinação longitudinal máxima de 5%.

Piso Tátil Direcional:

O Piso Tátil Direcional 25x25x5 cm de concreto, deve ser utilizado quando da ausência ou descontinuidade de linha-guia identificável, como guia de caminamento em ambientes internos ou externos, ou quando houver caminhos preferenciais de circulação.

Piso Tátil de Alerta

O Piso Tátil de Alerta 25x25x5 cm de concreto, deve ser utilizado para sinalizar situações que envolvem risco de segurança. Ele deve ser cromo diferenciado ou deve estar associado à faixa de cor contrastante com o piso adjacente, conforme a NBR 9050.

Corrimão e guarda corpo:

A fixação do conjunto guarda-corpo e corrimão no piso se dará através de chapa de aço e chumbador. Seguindo as normas de qualidade e garantindo a acessibilidade com as dimensões estabelecidas pela NBR 9050/2020.

Corrimão simples com diâmetro externo de 1 1/2” em aço galvanizado;

Mapa tátil:

Deve ser instalado um mapa tátil em alto relevo para leitura em braile, fixado em chapa de alumínio (E = 5 MM, L = 1060 MM - 13,5 KG/M², LIGA 1200 - H14) dobrada. Esse mapa deve ser

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

em conformidade ao fluxo da edificação local. A estrutura deve ser fixada em bancada de alvenaria. O local de fixação deve ser na entrada da edificação, conforme projeto, livre de obstáculos e previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO e consoante a NBR 9050: 2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

7.0 CLIMATIZAÇÃO E EXAUSTÃO

7.1 Ar condicionado

O sistema de climatização deste projeto será composto por condicionadores de ar do tipo Split convencional “hi-wall”, ciclo frio, expansão direta, classificação de energia do tipo A, condensação a ar, com unidades internas instaladas nos próprios ambientes e unidades externas instaladas no exterior da edificação. Todos os condicionadores de ar (unidades internas e externas) deverão ser apoiados sobre amortecedores de vibração, dimensionados e específicos para o peso dinâmico de cada equipamento.

Os tubos das linhas de sucção e de líquido devem ser isolados, individualmente, por espuma elastomérica. As tubulações e os cabos de alimentação elétrica entre as unidades (cabo pp) devem ser envolvidos em toda a sua extensão por fita de PVC própria para aplicação em redes frigoríficas.

Todos os serviços e fornecimentos de obras civis necessários para a instalação do sistema de ar condicionado do prédio serão de responsabilidade da proponente contratada.

Serão instaladas Ar condicionados Split de 60.000, 30.000, 24.000 e 12.000 BTUs, dispostos conforme projeto PROJ_HVAC_IF_SVS_R01.

7.2 Renovadores de Ar

Instalação de caixa de ventilação com exaustor centrífugo e exaustor e insuflador de ar com filtro para a área da cozinha.

7.3 Exaustores de Ar

Instalação de coifa em chapa de aço galvanizado, exaustores centrífugos duplo e exaustor axial industrial 300mm

7.4 Cortina de Ar

Cortina de ar 1,20m e 1,50m com controle remoto

7.5 Acessórios

- Grelha de retorno fixo em alumínio;
- Difusor de ar em alumínio;
- Veneziana tomada ar externo 600x300mm

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- Veneziana tomada Ar externo 400x300mm
- Caixa de passagem para split 35x13x7cm com dreno inferior de plástico
- Amortecedor para vibração 3/8 1.500kg

7.6 Rede Frigorígena

Instalação de tubos flexíveis com isolamento, instalados em ramais de alimentação de ar condicionado com condensadora central, tubos de cobre rígidos classe 22mm 3/4" e isolamento térmico em tubos de cobre 22mm 3/4".

7.7 Rede de Duto

Dutos de ar em chapa de aço preta nº 16 para ar condicionado e painel mpu para dutos de ar condicionados 20x2,0x1,2mm.

8.0 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A instalação elétrica se dará por eletrodutos, a escavação deverá ser manual com uma vala de profundidade menor ou igual a 1,30m, que posteriormente deverá ser reatearrado, as caixas elétricas enterradas serão no formato quadrado de 0,4x0,4x0,4m em concreto pré-moldado, fundo com brita, o tipo de lâmpada que serão utilizados para a iluminação são as Lâmpadas tubulares bivolt de 18w tipo G5, que serão dispostas em luminárias de sobrepor hermética e luminárias tipo calha com corpo em chapa de aço fosfatizado, cor branca. Serão instaladas 157 unidades de caixas de passagens de 4x2", 11 unidades de caixa octogonal de 3x3", 76 tomadas comum de embutir 10 A-250V , 34 Tomadas de 2P+T 20 A e 3 tomadas de piso completo em caixa de 4x2, 20 unidades de interruptores simples de 1 módulo com tomada de embutir 10 A/250V , 6 unidades de interruptores simples de 2 módulo com tomada de embutir 10 A/250V, 1 unidade de interruptores simples de 3 módulo com tomada de embutir 10 A/250V e 2 unidades de interruptores paralelo de 3 módulo com tomada de embutir 10A/250V, Cabos flexíveis de cobre isolados de 2,5 ; 4 ; 6 ; 10; 16; 35 e 70 mm² anti-chamas para distribuição, disjuntores monopolar tipo DIN, corrente nominal de 16 A; 20 A; 32 A; e 40 A, Disjuntores Tripolar DIN corrente nominal de 20 A, 25 A, 50 A, Disjuntores tripolar tipo NEMA corrente nominal de 60 até 100 A e Disjuntor Termomagnético tripolar com corrente nominal de 200 A, interruptor diferencial residual DR -25 A, dispositivo diferencial DR alta sensibilidade 30mA bipolar 63 A e protetor DPS 275V 45,0KA classe 2 EZ9L33145, Eletrodutos Flexíveis de PVC 25mm,32mm e Kanaflex 2" e Quadros de distribuição de 24 disjuntores Geral 200 A, quadro de distribuição sobrepor de 34 Djuntores de 100 A e Quadro de distribuição de 24 Circuitos.

9.0 CABEAMENTO ESTRUTURADO

A instalação do cabeamento estruturado se dará por letrodutos, a escavação deverá ser manual com uma vala de profundidade menor ou igual a 1,30m, que posteriormente deverá ser reatearrado, as caixas elétricas enterradas serão no formato quadrado de 0,4x0,4x0,40 em concreto pré-moldado, fundo com brita, serão compostas por switch wired tp 24 portas, caixas de passagens

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA

REITORIA

de 4x2", patch painel de 24 portas CAT 6 19", Patch cords RJ45 CAT 5 4 pares 1,5m, tomadas RJ45 CAT 5E e placa 4x2 branca + suporte compose WEG, eletroduto flexível corrugado, PVC, DN 25mm para circuitos de terminais, instalado em forro, cabo eletrônico categoria 6 e rack mini orion 3000 ch até 2mp full HD 1080P

10.0 SPDA

A instalação do SPDA necessita de uma escavação manual com uma vala de profundidade menor ou igual a 1,30m que posteriormente deverá ser reatearrado manualmente e compactado por percursão, será utilizado suporte isolador para fixação da cordoalha de cobre em alvenaria ou concreto, presilha em forma de "U" em latão, dotada de 1 furo de Ø8mm, utilizando se de cabo de cobre NU 7 fios 1AWG - 35mm² e 50mm², caixa de passagem de 4x2", solda exotermica com molde GTB 16Y, haste de aterramento, diâmetro de 5/8" com 3 metros, conector de equipotencialização em aço 200 x 200 x 90mm TEL -901, conector para minicaptor com furo vertical 3/8 TEL 5021 e captor tipo terminal ApEO, H = 600mm, 3/8" Galvanizado.

11.0 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

11.1 Água Fria

O projeto das instalações hidráulico-sanitárias foi elaborado de acordo com as Normas Técnicas preconizadas pela ABNT, normas e regulamentos exigidos pelas concessionárias dos serviços.

O construtor deverá executar as instalações exatamente de acordo com o projeto hidráulico-sanitário.

As instalações deverão seguir, além das normas brasileiras, os procedimentos de execução do Instituto Federal Farroupilha e as orientações das concessionárias dos serviços públicos;

As especificações, testes de equipamentos e materiais das instalações hidráulico-sanitárias, deverão estar de acordo com as normas técnicas, recomendações e prescrições a seguir relacionadas.

Os materiais deverão ser adquiridos considerando a relação de normas a seguir, porém a instaladora/construtora responsável pela execução dos serviços, deve efetuar verificação criteriosa, na época da contratação, sobre novas normas ou alterações de normas que tenham entrado em vigor ou ainda que não se encontrem aqui relacionadas.

NORMAS E CONDIÇÕES GERAIS

Em qualquer situação deverão ser aplicadas as normas da ABNT, Código de Segurança contra Incêndio e Pânico, Normas de Vigilância Sanitária, Normas da Concessionária local de Saneamento e Código de Obras e Posturas locais, atualizadas e específicas para cada situação. Segue relação mínima de normas:

- NBR-5626/1998 – Instalações Prediais de Água Fria;
- NBR-8160/1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução;

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- NBR-10844/1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais;
- NBR-7198/1993 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente;
- NBR-15527/2007 – Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos;
- NBR-15569/2008 – Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e Instalação.

Nenhuma alteração nos desenhos fornecidos, bem como nas especificações aqui citadas, poderá ser feita sem autorização, por escrito, dos responsáveis técnicos pelos projetos arquitetônicos e complementares.

Os autores dos projetos e a fiscalização poderão impugnar qualquer trabalho feito em desacordo com desenhos e especificações fornecidas.

As alterações autorizadas deverão ser cadastradas pela contratada, com elaboração de desenhos “as built” (como construído) cujos originais (cópias eletrônicas em DWG e papel sulfite) serão entregues à fiscalização.

Depois de aprovada a proposta não será permitida a alteração das especificações, exceto a juízo da fiscalização e com autorização por escrito da mesma.

11.1 Instalações de água fria

Condições Gerais

As instalações de água fria foram projetadas de modo a:

1. Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento das peças de utilização.
2. Preservar rigorosamente a qualidade da água.
3. Preservar o máximo conforto dos usuários e reduzir os níveis de ruídos.
4. Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas, a que as tubulações estão submetidas.

Abastecimento

A alimentação de água será feita através de um novo ramal alimentador advindo a partir do ponto locado em projeto.

Este ramal garantirá o abastecimento de água para todos os locais onde o uso de água é necessário.

11.2 Esgoto

Condições gerais

As instalações de esgoto sanitário foram projetadas de modo a:

1. Permitir rápido escoamento dos despejos e fáceis desobstruções;

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

2. Vedar a passagem de gases, insetos ou pequenos animais das canalizações para o interior das edificações;
3. Não permitir vazamentos, escapamentos de gases e formação de depósitos no interior das canalizações;
4. Impedir a contaminação e poluição da água potável;
5. Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas às canalizações.
6. Não provocar ruídos excessivos.

Destino

Os aparelhos sanitários descarregarão em caixa de inspeção, localizada fora do corpo da edificação e através de tubos de PVC rígido apropriado a rede de esgoto sanitário do prédio, e segue para a rede de coleta pública.

Inspeção

Devido à possibilidade de obstrução dos coletores, subcoletores e ramais de descarga, será prevista caixas para limpeza e inspeção, de acordo com a necessidade e caminhamento da tubulação.

Coletores e Subcoletores

Os coletores e subcoletores foram dimensionados de acordo com a Tabela 7 da NBR 8160/1999 da ABNT.

Ramais de Ventilação

Foram previstos tubos de ventilação diâmetro indicado em projeto ligado aos tubos de saída das caixas sifonadas, que segue até acima da cobertura.

MOVIMENTO DE TERRA/REATERRO

Todo o movimento de terra necessário ao assentamento de tubulações deverá ser feito obedecendo às necessidades de profundidade e recobrimento das tubulações.

A escavação com máquinas deve exceder em 10 cm a profundidade do nível do fundo da vala. O nivelamento do fundo será através do preenchimento de no mínimo 10 cm com areia fina compactada, para posterior assentamento da tubulação.

O material utilizado para reaterro deverá ser sempre terra limpa, não orgânica, isenta de pedras, tocos, raízes ou outros materiais que possam danificar os tubos. Deverá ser espalhado em camadas de 20 cm devidamente compactadas.

LEITO DAS VALAS

Deverá ser preparado em camadas de 10 cm, com areia fina, isenta de argila e molhada com água, conforme previsto no projeto ou a critério da fiscalização da obra.

LARGURA DAS VALAS

A largura deverá ser suficiente para permitir a perfeita execução dos serviços.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

LOCAÇÕES

Todas as tubulações e equipamentos deverão ser perfeitamente locados e alinhados. Os pontos de referência para locações deverão ser fixados de acordo com a fiscalização, devendo ser firmemente identificados e protegidos para evitar diferenças de medidas e permitir perfeita visibilidade e verificação. Não deverão ser aceitos erros superiores a 5 cm para locações (planta) e 2 cm para elevações.

DECLIVIDADES

Para as canalizações de águas pluviais serão adotadas as declividades indicadas em projeto.

Montagem das Tubulações

Deverá ser dada especial atenção na montagem das tubulações às recomendações dos fabricantes dos materiais a serem aplicados, bem como a manutenção de alinhamentos retilíneos e respeito às declividades indicadas em projeto, necessários ao perfeito funcionamento das canalizações, minimizando-se os pontos de obstrução e entupimento.

Uniformidade das Instalações

Para evitar o comprometimento das juntas e das soldas, devem-se utilizar somente tubos e conexões de mesmo fabricante.

11.3 Louças e Metais

Serão instaladas :

- 1 unidade de lavatório louça branca com coluna 44 x 35,5;
- 1 unidade de lavatório de canto branco 41 x 33 cm;
- 2 chuveiros elétricos;
- 1 ducha higiênica;
- 10 saboneteiras tipo dispenser ;
- 10 Papeleira de parede tipo rolão;
- 7 Porta papel toalha com caixa de alumínio;
- Espelho cristal espessura de 4mm;
- 15 torneiras cromadas de mesa para lavatório padrão médio;
- 2 torneiras cromadas 1/2" para tanque padrão médio;
- 10 vasos sanitários sifonado com caixa acoplada louça branca.

12.0 Abrigo de Gás

12.1 Movimentação de Terra

Será necessário a escavação manual de vala com profundidade menor ou igual a 1,30m para preparar a estrutura, posteriormente o aterro compactado em camadas.

12.2 Infra estrutura

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Prepara-se o lastro magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas com espessura de 3cm com área de 54,86m², aplica-se a lona plástica para separar o piso de concreto ou laje sobre o solo para a execução do radier, se faz a fabricação da fôrma para viga baldrame e pilares estruturais em madeira serrada 25mm, as armações de sapata isolada, viga de baldrame e sapata corridas, são utilizadas Aço CA-60 de 5mm, Aço CA-50 de 8mm e Aço CA-50 10mm, as armações de pilares ou vigas de estrutura de concreto armado embutida em alvenaria de vedação, são utilizadas aço CA-60 de 5mm e CA-50 de 10mm, o concreto terá resistência FCK = 25MPa com traço 1:2,3:2,7 em massa seca de cimento/ areia média e brita, preparado em betoneira, a fôrma então será preenchida com o concreto, utilizando baldes, adensado e feito o acabamento, após a cura, impermeabilizado com membrana à base de poliuretano, 2 demãos.

A execução dessas fundações deverá seguir o projeto estrutural e as normas técnicas (NBR 6122/2019), sendo a execução responsabilidade da CONTRATADA. Não será permitida qualquer alteração sem análise e aprovação da fiscalização da obra. Execuções em desconformidade com o projeto deverão ser refeitas, a critério da fiscalização.

As vigas de fundação (baldrame) serão executadas de acordo com os dispositivos constantes da NBR 6118/2014, no que tange aos materiais, execução, controle e aceitação da estrutura.

A colocação das ferragens nas formas obrigatoriamente obedecerá ao projeto estrutural, bem como as bitolas, espaçamentos e comprimentos das mesmas. Deve-se ter especial cuidado em relação ao cobrimento das peças de concreto, o qual não deve ser inferior a 2,5 cm para vigas e pilares, e não inferior a 2,0 cm em lajes, de acordo com o projeto estrutural e a NBR 6118/2014.

Todo o concreto a ser empregado na obra deverá ser do tipo **moldado in loco**, e deverá ter resistência mínima de 25 MPa.

Antes do lançamento do concreto, assegurar-se que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural e que todos os embutidos foram adequadamente instalados nas fôrmas (gabaritos para introdução de furos nas vigas e lajes, eletrodutos, caixas de elétrica e outros); Assegurar-se da correta montagem das fôrmas (geometria dos elementos, nivelamento, estanqueidade etc) e do cimbramento, e verificar a condição de estanqueidade das fôrmas, de maneira a evitar a fuga de pasta de cimento; Verificar se a resistência característica e/ou o traço declarado corresponde ao pedido de compra, se o concreto está com a trabalhabilidade especificada e se não foi ultrapassado o tempo de início de pega do concreto (tempo decorrido desde a saída da usina até a chegada na obra) verificações com base na Nota Fiscal / documento de entrega; Após a verificação da corpos de prova para controle da resistência à compressão do concreto, lançar o material com a utilização de baldes e funil e adensá-lo com uso de vibrador de imersão, de forma a que toda a armadura e os componentes embutidos sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto; Adensar o concreto de forma homogênea, conforme NBR 14931:2004, a fim de não se formarem ninhos, evitando-se vibrações em excesso que venham a causar exsudação da pasta / segregação do material; Conferir o prumo da estrutura ao final da execução.

As formas serão mantidas no local até que o concreto tenha adquirido resistência para suportar com segurança seu peso próprio e demais cargas atuantes. Em relação aos prazos mínimos para a retirada de formas, deverão ser:

- 3 (três) dias para as faces laterais de vigas;

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- 14 (quatorze) dias para faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados;
- 21 (vinte e um) dias para fundos.

Desformas em prazos inferiores aos da norma deverão ser previamente informados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

12.3 Superestrutura

Todo concreto empregado na estrutura deverá ser moldado in loco. As fôrmas para Pilares, vigas e estruturas similares, serão fabricadas em madeira serrada de espessura 25mm, as armações de pilares ou vigas estruturais em concreto armado embutida em alvenaria de vedação, serão utilizados aço CA-60 de 5,0mm e aço CA-50 de 8mm e 10mm, e a utilização de concreto com resistência FCK=25MPA, com traço 1:2,3:2,7 em massa seca de cimento, areia média e brita tipo 1, com preparo em betoneira.

Segue as mesmas observações do item 12.2, quanto as normas de cada item citado neste item.

12.4 Alvenarias e divisórias

O assentamento dos blocos previamente umedecidos será com argamassa de cimento e areia média, traço 1:2:8 mais aditivo plastificante (Alvenarite ou equivalente). Admite-se também o uso de argamassa industrializada. As fiadas serão perfeitamente niveladas, alinhadas e aprumadas. As juntas terão a espessura média de 10 mm, com máximo de 15 mm, e serão rebaixadas à ponta de colher, para o emboço aderir fortemente.

As alvenarias deverão ser devidamente amarradas a estrutura através de ferros-cabelo ϕ 5,0 mm colocados a cada 2 fiadas e devidamente fixados à estrutura, ficando no mínimo 50 cm embutidos na alvenaria. Antes da execução das alvenarias (no mínimo 3 dias antes) a estrutura deverá ser chapiscada com argamassa de cimento e areia grossa, traço 1:3 em volume, com aditivo adesivo, inclusive as faces inferiores - fundo de vigas e lajes. O chapisco comum - camada irregular e descontínua - será executado com argamassa de cimento e areia 1: 3, considerando-se o cimento Portland comum, a areia grossa e aditivo adesivo tipo Bianco ou similar técnico. As superfícies destinadas a receber o chapisco comum serão limpas a vassoura e abundantemente molhadas antes da aplicação deste revestimento. Recomenda-se, para tanto, molhar com esguicho de mangueira.

As paredes de vedação, sem função estrutural, serão calçadas nas vigas e lajes de teto com tijolos dispostos obliquamente (cunhadas) ou também poderá ser executado fechamento com argamassa expansiva, com utilização de aditivo expensor da Vedacit, ou similar técnico. Este respaldo só poderá ser executado depois de decorridos 7 dias na conclusão de cada pano de parede e após a alvenaria do pavimento imediatamente superior ter sido executada.

É expressamente proibida a execução da alvenaria antes da concretagem das vigas e lajes do projeto, uma vez que as paredes são apenas de fechamento e não estruturais, logo, não foram calculadas para suportar o peso da estrutura de concreto armado e/ou servirem como formas.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Alvenaria de Blocos Cerâmicos Furados (espessura cm) - O abrigo de gás será executada com tijolos cerâmicos de vedação, dimensões 11,5x19x19 cm.

Terá a proteção externa com alambrado estruturado por tubos de aço galvanizado, com tela de arame galvanizado, fio 10 BWG e malha quadrada 5x5cm

12.5 Esquadrias

Será utilizado porta de tubos de ferro galvanizados 1,0x2,10m com tela Gradex

12.6 Cobertura

A trama de aço da cobertura será composta por terças para telhados de até 2 águas, tendo o fechamento em telha de aço ou alumínio de espessura de 30mm com 2 águas, a fabricação da tesoura será inteiramente de aço, 2 unidades para vãos de 4 metros, a pintura será feita com tinta de esmalte sintético cor grafite, aplicada em rolo ou pincel.

12.7 Pisos

O contrapiso será feito em concreto magro com traço 1:4,5:4,5 em massa seca de cimento, areia média e brita tipo 1, preparado em betoneira 600L.

A regularização do piso será em argamassa com traço de 1:3 cimento e areia.

O piso será cimentado com traço 1:3 cimento e areia, acabamento liso de espessura 3,0cm com preparo mecânico;

A execução do passeio ou psi de concreto será moldado in loco, com acabamento convencional espessura de 8cm armado.

12.8 Pinturas

Será passado massa látex e lixado manualmente para correções de imperfeições somente uma demão, pintura com tinta acrílica de acabamento aplicada por rolo ou pincel nas superfícies metálicas e pintura látex acrílica premium em paredes, duas demãos, fundo selador acrílico, aplicado manual na parede.

12.9 Instalações de GLP

Para a instalação de GLP será necessária a escavação de vala com profundidade menor ou igual a 1,30m, todo o duto será de ferro galvanizado com conexão rosqueada, com fixações de tubo horizontais de PVC, contendo registro ou reguladores de gás de cozinha, manifold para 4 butijões de gás, manometro de pressão, pig tail para ligação do manifold. Projeto e execução deve seguir todas as normas que abragem ao item em questão.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

13.0 Serviços Finais

Limpeza de toda a superfície com jato de alta pressão .



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MODELO DE DIÁRIO DE OBRAS

DATA: / /		FOLHA:	
CONSTRUTORA:			
OBRA:			
LOCAL:			
CONTRATO:			
[] SEG [] TER [] QUA [] QUI [] SEX [] SAB [] DOM			
TEMPO		PRAZOS	
BOM	das _____ às _____ h	CONTRATUAL	_____ dias
INSTÁVEL	das _____ às _____ h	DECORRIDOS	_____ dias
CHUVOSOS	das _____ às _____ h	A DECORRER	_____ dias
PESSOAL			
PROFISSIONAIS		TOTAL EM ATIVIDADE	
SERVENTES		TOTAL AFASTADO	
NOME COMPLETO		RG	
ANOTAÇÕES DA EMPRESA			
ANOTAÇÕES DA FISCALIZAÇÃO			
FISCALIZAÇÃO		CONSTRUTORA	
DATA ____/____/____		DATA ____/____/____	
ASSINATURA		ASSINATURA	



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Responsáveis pelos projetos e memorial descritivo:

Lucas de Oliveira Amaro



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MEMORIAL DESCRITIVO

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

REFORMA DO PRÉDIO DO REFEITÓRIO

CAMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL

Elaborado por
João Rafael Barbosa Rodrigues
Engenheiro Eletricista
CREA 6544/D RO

Junho de 2024.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

ÍNDICE

ÍNDICE	2
MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO	3
1.0 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	3
1.1 REAPROVEITAMENTO	3
1.2 ESCAVAÇÃO MANUAL DE SOLO	3
1.3 REATERRO MANUAL DE VALAS	4
1.4 CAIXA DE PASSAGEM FUNDO BRITA COM TAMPA	4
1.5 LUMINÁRIA CALHA SOBREPOR COM LÂMPADA TUBULAR LED 2X18W, CORPO EM CHAPA DE AÇO FOSFATIZADO, COR BRANCA, REFLETOR PARABÓLICO E ALETAS EM ALUMÍNIO ANODIZADO	4
1.6 CAIXA DE PVC	5
1.7 TOMADA HEXAGONAL 2P + T - 10A - 250V	5
1.8 INTERRUPTOR SIMPLES	5
1.9 CABO DE COBRE ISOLAMENTO TERMOPLÁSTICO 0,6/1KV	6
1.10 ELETRODUTO	6
1.11 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO	6
1.12 DISPOSITIVO DR, 2 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA	7
1.13 DPS (DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO) - PÁRA-RAIOS DE BAIXA TENSÃO, TENSÃO DE OPERAÇÃO 275V (VN = 220V)	7
1.14 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	7
1.15 OBSERVAÇÕES GERAIS	8
1.16 Memorial de cálculo	1
1.17 Relatório de dimensionamento	5



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA
CÂMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL
REFORMA PRÉDIO REFEITÓRIO**

Endereço: Rua Vinte de Setembro, 2616
São Vicente do Sul/RS

1.0 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1.1 REAPROVEITAMENTO

No desenvolvimento do projeto, não houve contemplação de qualquer reaproveitamento das instalações elétricas existentes, visto que todas foram integralmente substituídas por componentes novos. Ademais, é essencial frisar que qualquer material retirado durante o processo deve ser entregue à fiscalização, assegurando a conformidade com as normativas e reforçando a transparência do procedimento

1.2 ESCAVAÇÃO MANUAL DE SOLO

A escavação manual das valas será feita de acordo com o projeto e as necessidades do terreno. Não poderão ocasionar danos à vida, a propriedade ou a ambos.

Todas as cavas em solo residual terão seus leitos nivelados e apiloados antes do lançamento das fundações.

O material escavado será depositado ao lado das cavas, valas e furos guardando distância conveniente da borda das mesmas, e com a finalidade de aproveitamento posterior nos reaterros.

Os materiais inadequados para reaterro e aqueles excedentes deverão ser transportados a locais de “bota-fora” indicados pela Fiscalização. Durante a execução dos trabalhos de escavação, as cavas e furos deverão ser mantidos secos. A água retirada deverá ser encaminhada para a rede de drenagem natural da região, a fim de evitar o alagamento das áreas vizinhas ao local de trabalho.

Será adotado para segurança das escavações a Norma NBR-9061, que fixa as condições de segurança exigíveis a serem observadas na elaboração do projeto e execução de escavações de obras civis.

NORMAS TÉCNICAS

NR18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção -18.13 - Medidas de proteção contra quedas de altura (Mês/Ano: 01/1950).

NBR12266 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana (Mês/Ano: 04/1992).

NBR9061 - Segurança de escavação a céu aberto (Mês/Ano: 09/1985).

**Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura**

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

1.3 REATERRO MANUAL DE VALAS

Consiste na recuperação de áreas escavadas, aproveitando o material para preenchimento dos espaços remanescentes após a execução das fundações.

Os materiais imprestáveis ao reaproveitamento, a critério da fiscalização, serão removidos e transportados para áreas a serem determinadas.

Os reaterros serão executados em camadas sucessivas, com espessura máxima de 20,0 cm, molhadas e apiloadas manualmente com maço de 30,0 Kg.

Após a conclusão do reaterro até a cota natural do terreno antes da escavação, deverá ser comprovado que o mesmo apresente condições perfeitamente estáveis, para não ocorrerem acomodações posteriores (recalques), em áreas internas das edificações.

A fiscalização poderá exigir o emprego abundante de água sobre as áreas reaterradas e observar o comportamento de suas superfícies após 48 horas, antes de prosseguir com os serviços e obras.

NORMAS TÉCNICAS

NR18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção -18.13
- Medidas de proteção contra quedas de altura (Mês/Ano: 01/1950)

NBR12266 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana (Mês/Ano: 04/1992)

NBR9061 - Segurança de escavação a céu aberto (Mês/Ano: 09/1985)

NBR5681 - Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações (Mês/Ano: 11/1980).

1.4 CAIXA DE PASSAGEM FUNDO BRITA COM TAMPA

As caixas de passagem deverão ser construídas em alvenaria com impermeabilização adequada com dimensões de 40x40cm, fundo com pedra brita em camada de 10cm, providas de sistema de drenagem e dispor de tampa de concreto armado, confeccionadas conforme detalhe apresentado no projeto. Todas as caixas em calçada deverão ser reforçadas. A pedido da fiscalização a caixa poderá ser lacrada.

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e das normas da ABNT NBR 5410.

1.5 LUMINÁRIA CALHA SOBREPOR COM LÂMPADA TUBULAR LED 2X18W, CORPO EM CHAPA DE AÇO FOSFATIZADO, COR BRANCA, REFLETOR PARABÓLICO E ALETAS EM ALUMÍNIO ANODIZADO

Luminária calha sobrepor, corpo em chapa de aço fosfatizada por processo de imersão e acabamento com pintura eletrostática em tinta pó de cor branca, refletor parabólico e aletas em alumínio anodizado de alto brilho e pureza.

Serão instaladas lâmpadas led do tipo tubular 18W/220V. Esta luminária é recomendada para iluminação de ambientes sem a ocorrência de ofuscamento.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A manutenção é feita retirando-se o conjunto difusor/ refletor que é fixado por meio de trava do tipo mola, acessando as lâmpadas, sem necessidade de retirar a peça do local instalado.

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e das normas da ABNT.

Referências: NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão.

1.6 CAIXA DE PVC

As caixas previstas para interligação dos eletrodutos aparentes serão do tipo retangular, de dimensões 4"x 2", profundidade 2", entradas plugadas de 3/4".

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e da norma da ABNT.

Referências: NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão.

1.7 TOMADA HEXAGONAL 2P + T - 10A - 250V

Todas as tomadas deverão ser do tipo padrão brasileiro de 3 (três) pinos. A localização e altura das tomadas por ambiente serão definidas no projeto elétrico.

Os corpos das tomadas deverão ser de material autoextinguível para garantia de isolamento elétrico total.

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e da norma da ABNT.

Referências: NBR NM 60884-1:2010 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60884-1:2006 MOD); NBR 14136:2012 Versão Corrigida 4:2013 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização. NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão.

1.8 INTERRUPTOR SIMPLES

Todos os interruptores serão do tipo aparente. A localização e altura dos interruptores por ambiente será definido no projeto elétrico.

Serão empregadas caixas estampadas de 4" x 2 para os interruptores. Os interruptores próximos às portas serão colocados a 0,10m de distância dos 'alisares e sempre que possível do lado da fechadura.

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e da norma da ABNT.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Referências: NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão.

1.9 CABO DE COBRE ISOLAMENTO TERMOPLÁSTICO 0,6/1KV

Os condutores serão todos de cobre, do tipo flexível fabricados com isolamento termoplástico de composto de policloreto de vinila (PVC) para 1 KV, encordoamento classe 5, de características não propagantes e auto extinção ao fogo, fornecidos acondicionado em rolos, equivalente aos seguintes tipos de referência FICAP:

Cabo FITER FLEX 0,6/1KV para os circuitos alimentadores em tubulações subterrâneas.

Preferencialmente os condutores deverão obedecer às seguintes identificações de cores:

- Cor azul claro – para o condutor neutro;
- Cor verde – para o condutor terra;
- Cor vermelha ou preta – para os condutores fases;
- Cor branca – retornos simples;
- Cor cinza ou amarela – retornos paralelos.

Os condutores de cobre serão fabricados de acordo com a norma NBR-6251 (isolação e cobertura) e NBR NM 280 (condutor) da ABNT.

1.10 ELETRODUTO

As tubulações definidas serão todas constituídas de dutos de PVC, roscáveis e nos diâmetros indicados em planta baixa, não podendo apresentar irregularidade; e ter a marca bem como o diâmetro e fabricante marcados no mesmo.

Referências: NR18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção; NBR6689 - Requisitos gerais para condutos de instalações elétricas prediais; NBR15465 - Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho; NBR5410 - Instalações elétricas de baixa tensão

1.11 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO

Os disjuntores definidos serão da linha DIN, os disjuntores gerais de proteção serão do tipo fixação por meio de parafusos, pela parte posterior.

A fim de que as condições ambientais não influenciem no tempo de abertura dos disjuntores, os mesmos deverão ter os disparadores, relés e demais componentes calibrados para operar com temperatura de até 45° e umidade relativa do ar até 90%.

Cuidados deverão ser observados quando da instalação de terminais nos disjuntores, de modo que não haja deslocamento dos condutores e que não ocorra diminuição da isolação, sejam nos terminais, ou seja, nos condutores.

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e das normas da ABNT NBR 5410.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

1.12 DISPOSITIVO DR, 2 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA

Será instalado o dispositivo DR (Diferencial Residual) para proteger as pessoas contra os efeitos do choque elétrico por contato direto ou indireto (causado por fuga de corrente).

Ao detectar uma fuga de corrente na instalação, o Dispositivo DR desliga o circuito imediatamente.

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e da norma da ABNT.

Referências: NBR 5419-1:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1: Princípios gerais.

1.13 DPS (DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO) - PÁRA-RAIOS DE BAIXA TENSÃO, TENSÃO DE OPERAÇÃO 275V (VN = 220V)

O Dispositivo Protetor contra Surtos elétricos (DPS) será utilizado para linhas AC com tecnologia de varistor de óxido de zinco (MOV) associado a um dispositivo de desconexão térmica (sobre temperatura) e elétrica (sobre corrente). É destinado à proteção de equipamentos ligados à rede de distribuição de energia elétrica contra surtos transitórios provocados por descargas atmosféricas e ou manobras no sistema elétrico (classe I e II).

1.14 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

Os "quadros de distribuição - QD's" definidos para estas instalações serão todos do tipo de embutir, de dimensões conforme definido em projeto, fabricados em chapa de aço laminado, espessura mínima nº 16 (USG), com de grau de proteção IP 67; deverão possuir portas fixadas por meio de dobradiças, trinco de fecho rápido tipo universal (tipo fenda), fornecidos com barramentos trifásicos, de neutro e de terra constituídos de barras de cobre eletrolítico, (teor de pureza 97%) com capacidade de condução de corrente conforme definido nos respectivos diagramas unifilares; serão dotados ainda de encaixes para disjuntores gerais de proteção e espaços para disjuntores derivados; além disso, deverão possuir espelhos metálicos com recortes para encaixes dos disjuntores derivados e acabamentos interno-externo em pintura eletrostática à pó na cor bege (RAL 7032).

Nas faces posteriores (faces internas) das portas de todos os quadros deverão constar os "resumos das cargas" relativas aos diagramas unifilares pertinentes, assim como a identificação de todos os circuitos derivados; os resumos dessas cargas bem como a identificação dos circuitos deverão ser apresentados em folha de formato A4, digitados em letras visíveis e sem rasuras, embalados em invólucros plásticos transparentes e fixados por meio de fita adesiva.

Além disso, todos os circuitos (tanto principais quanto derivados deverão ser identificados com anilhas plásticas (anilhas na cor amarelo com inscrições e letras na cor preta), bem como a identificação do "QD" cuja numeração deverá ser sequencial.

As interligações dos "QD's" aos circuitos principais e derivados será por meio de tubulações de diâmetros compatíveis com a quantidade de condutores contidos e essas

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

serão encaixadas nas faces (superiores e inferiores) dos respectivos quadros por meio de buchas e arruelas de alumínio fundido, de diâmetros também compatíveis com as tubulações conexas. Os furos para fixação dessas tubulações nos "QD's" deverão ser executados necessariamente com o auxílio de "serras-copo" nos diâmetros das tubulações derivadas.

A execução das instalações elétricas em baixa tensão deverá ocorrer de acordo com as exigências e definições descritas no memorial descrito e no projeto executivo, o Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e a norma NBR 5410 da ABNT em todos os itens aplicáveis.

1.15 OBSERVAÇÕES GERAIS

Por meio deste memorial descritivo, gostaríamos de informar que as instalações objeto deste projeto estão sujeitas a procedimentos de teste, visando assegurar a integridade, funcionalidade e conformidade com as especificações estabelecidas.

Destacamos que quaisquer alterações realizadas no projeto original devem ser devidamente registradas e documentadas, sendo essencial que as informações referentes a essas modificações sejam incorporadas ao conjunto de documentos conhecido como "as built" (como construído). Este registro detalhado é vital para proporcionar uma compreensão completa das características e configurações finais das instalações, refletindo fielmente o que foi efetivamente construído.

Ressaltamos a importância desse procedimento para garantir a transparência, facilitar futuras manutenções e possíveis atualizações, além de servir como referência precisa para quaisquer intervenções ou expansões futuras.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

1.16 Memorial de cálculo

Quadro de Cargas: QDC (Térreo)

Circ	Descrição	Esq	Tensão (V)	Iluminação (W)				Tomadas (W)									Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	FP	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)	dV parc (%)	dV total (%)
				15	18	100	500	100	200	600	1000	1100	2200	5150	5500	9000									
1	Iluminação	F+N+T	220 V	3	38	1											870	829	A	0.95	4.0	2.5	16	0.11	1.52
2	Iluminação	F+N+T	220 V	5	46		1										1455	1403	C	0.96	6.6	2.5	16	0.61	2.02
3	Tomadas - Dep-Circ- Descong	F+N+T	220 V					7									700	700	A	1.00	3.2	2.5	16	0.14	1.55
4	Tomadas - Adm	F+N+T	220 V					3	2								756	700	A	0.93	3.4	2.5	16	0.18	1.59
5	Tomadas	F+N+T	220 V					4									400	400	A	1.00	1.8	2.5	16	0.17	1.58
6	Tomadas	F+N+T	220 V					2									200	200	A	1.00	0.9	2.5	16	0.17	1.58
7	Tomadas equipamento	F+N+T	220 V							2							1333	1200	B	0.90	6.1	2.5	16	0.39	1.80
8	Tomadas equipamento	F+N+T	220 V							2							1333	1200	C	0.90	6.1	2.5	16	0.50	1.91
9	Tomadas equipamento	F+N+T	220 V							2							1333	1200	B	0.90	6.1	2.5	16	0.59	2.00
10	Tomadas equipamento	F+N+T	220 V							2							1333	1200	C	0.90	6.1	2.5	16	0.62	2.03
11	Tomadas equipamento	F+N+T	220 V							2							1333	1200	B	0.90	6.1	2.5	16	0.55	1.96
12	Tomadas equipamento	F+N+T	220 V							3							2000	1800	B	0.90	9.1	2.5	16	1.13	2.54
13	Tomada Específica	F+N+T	220 V									1					1111	1000	A	0.90	5.1	2.5	16	0.29	1.70
14	Tomada Específica	F+N+T	220 V									1					1111	1000	A	0.90	5.1	2.5	16	0.47	1.88
15	Tomada Específica	F+N+T	220 V									1					1111	1000	A	0.90	5.1	2.5	16	0.44	1.85
16	Tomada Específica	F+N+T	220 V									1					1111	1000	A	0.90	5.1	2.5	16	0.48	1.89
17	Tomada Específica	F+N+T	220 V											1			2200	2200	B	1.00	10.0	2.5	16	1.77	3.18
18	Tomada Específica	F+N+T	220 V											1			2200	2200	C	1.00	10.0	2.5	16	1.62	3.03

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

19	Camara fria	3F+N+T	380/220 V												1	10000	9000	A+B+C	0.90	15.2	6	25	0.32	1.73
20	Camara fria	3F+N+T	380/220 V										1			3313	2200	A+B+C	0.66	5.0	6	25	0.15	1.56
21	Motor Exaustor	3F+N+T	380/220 V											1		7132	5150	A+B+C	0.72	10.8	6	25	0.32	1.73
22	Motor Exaustor	3F+N+T	380/220 V												1	7536	5500	A+B+C	0.73	11.4	6	25	0.28	1.69
23	Ar condicionado	F+N+T	220 V										1			1100	1100	C	1.00	5.0	2.5	16	0.24	1.65
TOTAL				8	84	1	1	16	2	13	4	1	3	1	1	50973	43382	A+B+C						

Quadro de Cargas: QDS (Térreo)

Circ	Descrição	Esq	Tensão (V)	Iluminação (W)			Tomadas (W)						Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	FP	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)	dV parc (%)	dV total (%)		
				15	18	100	100	200	600	1000	2200	2300										3500	
24	Iluminação	F+N+T	220 V	4	32	1								773	736	A	0.95	3.5	2.5	16	0.13	1.93	
25	Tomadas	F+N+T	220 V				8							800	800	A	1.00	3.6	2.5	16	0.21	2.01	
26	Tomadas	F+N+T	220 V					4						889	800	A	0.90	4.0	2.5	16	0.31	2.11	
27	Tomada Vest	F+N+T	220 V						2					1333	1200	A	0.90	6.1	2.5	16	0.37	2.17	
28	Ar condicionado	F+N+T	220 V									1		2300	2300	C	1.00	10.5	2.5	16	0.37	2.16	
29	Lava Roupas	F+N+T	220 V							1				1111	1000	A	0.90	5.1	2.5	16	0.49	2.29	
30	Secadora	F+N+T	220 V								1			2200	2200	B	1.00	10.0	2.5	16	0.93	2.72	
31	Chuveiro	F+N+T	220 V									1		3500	3500	C	1.00	15.9	6	40	0.33	2.13	
32	Chuveiro	F+N+T	220 V									1		3500	3500	B	1.00	15.9	6	40	0.34	2.14	
TOTAL				4	32	1	8	4	2	1	1	1	2	16406	16036	A+B+C							



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Quadro de Cargas: QGBT (Térreo)

Circ	Descrição	Esq.	Tensão (V)	Iluminação (W)			Tomadas (W)								Pot. total. 6000	Pot. total.		Fases	FP	Ip (A)	Seção (mm²)	Disj (A)	dV parc (%)	dV total (%)
				15	18	500	100	200	380	1000	1100	2200	2700	5500		(VA)	(W)							
33	Iluminação	F+N+T	220 V	6	42											896	846	A	0.94	4.1	2.5	16	0.45	1.09
34	Iluminação	F+N+T	220 V	1	64	1										1729	1667	B	0.96	7.9	2.5	16	1.81	2.45
35	Tomadas WC - Circ.	F+N+T	220 V				6									611	600	C	0.98	2.8	2.5	16	0.25	0.88
36	Tomadas Sala Nutr.	F+N+T	220 V				4	2								844	800	A	0.95	3.8	2.5	16	0.18	0.81
37	Tomadas Refeitório	F+N+T	220 V				16									1600	1600	B	1.00	7.3	2.5	16	1.45	2.08
38	Tomadas Cortina de Ar	F+N+T	220 V						5							1900	1900	A	1.00	8.6	2.5	16	1.59	2.22
39	Tomada Buffet	F+N+T	220 V							2						2222	2000	B	0.90	10.1	2.5	16	1.49	2.13
40	Tomada Buffet	F+N+T	220 V							1						1111	1000	C	0.90	5.1	2.5	16	0.75	1.39
41	Ar condicionado	F+N+T	220 V								1					1100	1100	A	1.00	5.0	4	20	0.16	0.80
42	Ar condicionado	F+N+T	220 V										1			2700	2700	B	1.00	12.3	4	20	0.87	1.51
43	Ar condicionado	3F+N+T	380/220											1	6667	6000	A+B+C	0.90	10.1	4	20	0.89	1.52	
44	Ar condicionado	3F+N+T	380/220											1	6667	6000	A+B+C	0.90	10.1	4	20	1.14	1.77	
45	Ar condicionado	3F+N+T	380/220											1	6667	6000	A+B+C	0.90	10.1	4	20	1.27	1.91	
46	Bebedouro	F+N+T	220 V										1		2200	2200	A	1.00	10.0	2.5	16	1.31	1.94	
47	Bebedouro	F+N+T	220 V										1		2200	2200	A	1.00	10.0	2.5	16	1.18	1.81	
48	Cafeteira	F+N+T	220 V											1	6111	5500	C	0.90	27.8	6	32	1.21	1.85	
QDC	Quadro de Distribuição da Cozinha	3F+N+T	380/220 V												50973	43382	A+B+C	0.85	60.6	35	100	0.77	1.41	

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
 Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA

REITORIA

QDS	Quadro de Distribuição da Sala Terceirizados	3F+N+T	380/220 V													16406	16036	A+B+C	0.98	23.8	10	50	1.16	1.80
TOTAL				7	106	1	26	2	5	3	1	2	1	1	3	112605	101531	A+B+C						

Quadro de Cargas:

Circuito	Descrição	Esquema	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	FP	Ip (A)	Seção (mm ²)	Disj (A)	dV parc (%)	dV total (%)
QGBT	Quadro de Distribuição Geral	3F+N+T	380/220 V	112605	101531	A+B+C	0.90	143.0	70	160	0.61	0.64
TOTAL				112605	101531	A+B+C						

Pró-Reitoria de Administração – PROAD

Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685

Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

1.17 Relatório de dimensionamento

Dimensionamento QDC - Quadro de Distribuição da Cozinha

Circuito QDC - Quadro de Distribuição da Cozinha				Quadro QGBT (Térreo)		
Alimentação 3F+N (A+B+C)	Tensão F-N: 220 V / F-F: 380 V	FP 0.85	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00		
	A	B	C	Total		
Potência instalada (VA)	16697.18	17527.18	16748.76	50973.12		
Potência demandada (VA)	12615.73	13322.36	12619.31	38557.40		
Corrente (A)	57.34	60.56	57.36	Projeto (Ip) 60.56	Projeto (Ib) 60.56	Corrigida (Id) =Ip/(FCAXFCT) 60.56
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)						
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)		Queda de tensão dV% parcial admissível: 4.00			
Utilização: Alimentação Seção: 4 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 10 mm ² Cap. Condução (Iz): 66.00 A		dV% parcial dV% total		35mm ² 0.77 1.41	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)			Condutor			
$I_p < I_n < I_z$ (10mm ²) 60.56 < 125.00 < 66.00	$I_p < I_n < I_z$ (35mm ²) 60.56 < 125.00 < 144.00		Cabo Unipolar (cobre) Isol. XLPE - 0,6/1kV (ref. Prysmian Voltalene Ecolene)			
Dispositivo de proteção			Seção			
Disjuntor tripolar termomagnético (380 V/220 V) - DIN Corrente de atuação: 100 A - 13 kA - C			Fase 35 mm ²		Neutro 35 mm ²	Terra 16 mm ²
			Capacidade de condução (Fase): 144.00 A			

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura
Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Dimensionamento QDS - Quadro de Distribuição da Sala Terceirizados

Circuito QDS - Quadro de Distribuição da Sala Terceirizados				Quadro QGBT (Térreo)		
Alimentação 3F+N (A+B+C)	Tensão F-N: 220 V / F-F: 380 V	FP 0.98	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00		
	A	B	C	Total		
Potência instalada (VA)	4906.32	5700.00	5800.00	16406.32		
Potência demandada (VA)	4906.32	4788.00	5240.00	14934.32		
Corrente (A)	22.30	21.76	23.82	Projeto (Ip) 23.82	Projeto (Ib) 23.82	Corrigida (Id) =Ip/(FCx FCT) 23.82
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)						
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)		Queda de tensão dV% parcial admissível: 4.00			
Utilização: Alimentação Seção: 4 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 2.5 mm ² Cap. Condução (Iz): 28.00 A		dV% parcial	10mm ²		
			dV% total	1.16		
				1.80		
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)			Condutor			
$I_p < I_n < I_z$ (2.5mm ²) 23.82 < 63.00 < 28.00	$I_p < I_n < I_z$ (10mm ²) 23.82 < 63.00 < 66.00		Cabo Unipolar (cobre) Isol. XLPE - 0,6/1kV (ref. Prysmian Voltalene Ecolene)			
Dispositivo de proteção			Seção			
Disjuntor tripolar termomagnético (380 V/220 V) - DIN Corrente de atuação: 50 A - 12 kA - C			Fase 10 mm ²	Neutro 10 mm ²	Terra 10 mm ²	
			Capacidade de condução (Fase): 66.00 A			

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Dimensionamento QGBT - Quadro de Distribuição Geral

Circuito QGBT - Quadro de Distribuição Geral				Quadro QM1 (Térreo)		
Alimentação 3F+N (A+B+C)	Tensão F-N: 220 V / F-F: 380 V	FP 0.90	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00		
	A	B	C	Total		
Potência instalada (VA)	37410.40	38145.37	37048.76	112604.52		
Potência demandada (VA)	31469.81	31089.94	31419.13	93978.88		
Corrente (A)	143.04	141.32	142.81	Projeto (Ip) 143.04	Projeto (Ib) 143.04	Corrigida (Id) =Ip/(FCxFCT) 143.04
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)						
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão dV% parcial admissível: 4.00				
Utilização: Alimentação Seção: 4 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 35 mm ² Cap. Condução (Iz): 144.00 A	dV% parcial dV% total		70mm ² 0.61 0.64		
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)			Condutor			
Ip < In < Iz (35mm ²) 143.04 < 200.00 < 144.00	Ip < In < Iz (70mm ²) 143.04 < 200.00 < 222.00	Cabo Unipolar (cobre) Isol. XLPE - 0,6/1kV (ref. Prysmian Voltalene Ecolene)				
Dispositivo de proteção			Seção			
Disjuntor tripolar termomagnético (380 V/220 V) - DIN Corrente de atuação: 160 A - 13 kA - C			Fase 70 mm ²	Neutro 70 mm ²	Terra 35 mm ²	
Capacidade de condução (Fase): 222.00 A						

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Dimensionamento QM1 -

Circuito QM1 -				Quadro AL1 (Térreo)		
Alimentação 3F+N (A+B+C)	Tensão F-N: 220 V / F-F: 380 V	FP 0.90	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00		
	A	B	C	Total		
Potência instalada (VA)	37410.40	38145.37	37048.76	112604.52		
Potência demandada (VA)	31469.81	31089.94	31419.13	93978.88		
Corrente (A)	143.04	141.32	142.81	Projeto (Ip) 143.04	Projeto (Ib) 143.04	Corrigida (Id) =Ip/(FCx FCT) 143.04
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)						
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão dV% parcial admissível: 4.00				
Utilização: Alimentação Seção: 4 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 35 mm ² Cap. Condução (Iz): 144.00 A	dV% parcial	70mm ²			
		dV% total	0.03			
			0.03			
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)			Condutor			
$I_p < I_n < I_z$ (35mm ²) 143.04 < 200.00 < 144.00	$I_p < I_n < I_z$ (70mm ²) 143.04 < 200.00 < 222.00	Cabo Unipolar (cobre) Isol. XLPE - 0,6/1kV (ref. Prysmian Voltalene Ecolene)				
Dispositivo de proteção			Seção			
Disjuntor tripolar termomagnético (380 V/220 V) - DIN Corrente de atuação: 160 A - 13 kA - C			Fase 70 mm ²	Neutro 70 mm ²	Terra -	
			Capacidade de condução (Fase): 222.00 A			

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819

MEMORIAL DESCRITIVO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

REFORMA DO PRÉDIO DO REFEITÓRIO

CAMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL

Elaborado por
João Rafael Barbosa Rodrigues
Engenheiro Eletricista
CREA 6544/D RO

Junho de 2024.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO	3
1.0 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	3
1.1 REAPROVEITAMENTO.....	3
1.2 Aplicação de um SPDA externo.	3
1.3 Métodos de SPDA.....	3
1.4 Definição do nível de proteção.....	4
1.5 Número de descidas de acordo com o nível de proteção	4
1.6 Posicionamento das descidas para os SPDA não isolados.....	5
1.7 Sistema de captação	6
1.8 Sistema de aterramento	7
1.9 Eléttodos de aterramento naturais	7
1.10 Caixa de inspeção.	8
1.11 Conexões	9
1.12 Conexões de ensaio.....	9

MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA**

**CÂMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL
REFORMA PRÉDIO REFEITÓRIO**

Endereço: Rua Vinte de Setembro, 2616
São Vicente do Sul/RS

1.0 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

1.1 REAPROVEITAMENTO

No desenvolvimento do projeto, não houve contemplação de qualquer reaproveitamento das instalações de SPDA existentes, visto que todas foram integralmente substituídas por componentes novos. Ademais, é essencial frisar que qualquer material retirado durante o processo deve ser entregue à fiscalização, assegurando a conformidade com as normativas e reforçando a transparência do procedimento.

O presente projeto tem como objetivo determinar os parâmetros dimensionais do “sistema de proteção contra descargas atmosféricas” – SPDA, para que a edificação em estudo possa suportar com segurança os efeitos danosos oriundos de eventuais descargas atmosféricas e que podem atingi-la. Na ocorrência de precipitações pluviométricas acompanhadas de raios, uma descarga atmosférica não incide com hora e local definidos; assim, o sistema dimensionado é tão somente o meio de escoamento para a terra dessa descarga e que tem, como caminho a ser percorrido numa fração milionésima de tempo, o condutor de cobre nu interligado ao eletrodo de aterramento, configurando uma geometria simétrica ou assimétrica, subterrânea e interligada ou à estrutura da edificação ou à outra malha de aterramento, denominada de malha superior.

1.2 Aplicação de um SPDA externo.

O SPDA externo é projetado para interceptar as descargas atmosférica diretas à estrutura, incluindo as descargas laterais às estruturas, e conduzir a corrente da descarga atmosférica do ponto de impacto a terra. O SPDA externo tem a finalidade de dispersar esta corrente na terra sem causar danos térmicos ou mecânicos, nem centelhamentos perigosos que possam iniciar fogo ou explosões.

Um SPDA externo isolado pode também ser considerado quando a suscetibilidade do seu conteúdo justificar a redução do campo eletromagnético radiado, associado ao pulso de corrente da descarga atmosférica no condutor de descida.

1.3 Métodos de SPDA

Método da esfera rolante (modelo Eletrogeométrico)

O adequado posicionamento do subsistema de captação na aplicação deste método ocorre se nenhum ponto da estrutura a ser protegida entrar em contato com uma esfera fictícia rolando ao redor e no topo da estrutura em todas as direções possíveis. O raio, r , dessa esfera depende da classe do SPDA.

Sendo assim, a esfera somente poderá tocar o próprio subsistema de captação.

Método do ângulo de proteção (Método Franklin)

O captador "Franklin" é constituído por uma haste metálica, sendo a extremidade superior pontiaguda para ter um maior poder de acúmulo de cargas.

A posição do subsistema de captação é considerada adequada se a estrutura a ser protegida estiver situada totalmente dentro do volume de proteção provido pelo subsistema de captação.

Devem ser consideradas apenas as dimensões físicas dos elementos metálicos do subsistema de captação para a determinação do volume de proteção.

Método das malhas (Método Faraday)

Uma malha de condutores pode ser considerada como um bom método de captação para proteger superfícies planas. Para tanto devem ser cumpridos os seguintes requisitos:

- a) condutores captadores devem ser instalados:
- Na periferia da cobertura da estrutura;
 - Nas saliências da cobertura da estrutura;
 - Nas cumeeiras dos telhados, se o declive deste exceder 1/10 (um de desnível por dez de comprimento);

NOTA 1: O método das malhas é apropriado para telhados horizontais e inclinados sem curvatura.

NOTA 2: O método das malhas é apropriado para proteger superfícies laterais planas contra descargas atmosféricas laterais.

NOTA 3: Se o declive do telhado exceder 1/10, condutores paralelos, em vez de em malha, podem ser usados, adotando a distância entre os condutores não maior que a largura de malha exigida.

b) as dimensões de malha não podem ser maiores que os valores encontrados na Tabela;

c) o conjunto de condutores do subsistema de captação deve ser construído de tal modo que a corrente elétrica da descarga atmosférica sempre encontre pelo menos duas rotas condutoras distintas para o subsistema de aterramento;

d) nenhuma instalação metálica, que por suas características não possa assumir a condição de elemento captador, ultrapasse para fora o volume protegido pela malha do subsistema de captação.

e) os condutores da malha devem seguir o caminho mais curto e retilíneo possível da instalação.

Conclusão dos métodos

Para esse projeto em questão foi decidido a utilização do **método das malhas e Franklin**

1.4 Definição do nível de proteção

Para esse projeto em foi decidido o nível de proteção **III**.

1.5 Número de descidas de acordo com o nível de proteção

Quantidade de descidas (N), em decorrência do espaçamento médio dos condutores de descida e do nível de proteção conforme a tabela 4:

Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA (tabela 4 – NBR 5419-3/2015 pag. 15)

Nível de proteção	Espaçamento médio (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20 % além dos valores acima.

NOTA: Um condutor de descida deve ser instalado, preferencialmente, em cada canto saliente da estrutura, além dos demais condutores impostos pela distância de segurança calculada

1.6 Posicionamento das descidas para os SPDA não isolados.

Os condutores de descida devem ser distribuídos ao longo do perímetro do volume a proteger, de modo que seus espaçamentos médios não sejam superiores aos indicados na tabela 4 – **15,00** m, devendo ser instalados necessariamente a uma distância mínima de **0,50 m** de portas, janelas e outras aberturas ao longo de seus percursos. Se o número mínimo de condutores assim determinado for inferior a dois, devem ser instaladas duas descidas.

O sistema de descida adotado será por meio de **cabo de cobre nu de seção 35 mm²** (conforme tabela 6 abaixo) interligando a malha superior e à malha de aterramento (subterrânea), disposta conforme planta de cobertura apresentada.

Os cabos de descida devem ser protegidos contra danos mecânicos até, no mínimo, 2,5 m acima do nível do solo. A proteção deve ser por eletroduto rígido de PVC ou metálico sendo que, neste último caso, o cabo de descida deve ser conectado às extremidades superior e inferior do eletroduto.

Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descidas (Tabela 6 – NBR 5419-3/2015 pag. 21)

Material	Configuração	Área da seção mínima mm ²	Comentários ^d
Cobre	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço ^d	35	Diâmetro 6 mm
	Encordoado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Alumínio	Fita maciça	70	Espessura 3 mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço cobreado IACS 30 % ^e	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio cobreado IACS 64%	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm

	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm
Aço galvanizado a quente ^a	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	50	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço inoxidável ^c	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
<p>^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme ABNT NBR 6323 [1].</p> <p>^b Aplicável somente a mini capttores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1m.</p> <p>^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.</p> <p>^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.</p> <p>A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (International Annealed Copper Standard).</p> <p>NOTA 1: Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo é importante que as prescrições da Tabela 7 sejam atendidas.</p> <p>NOTA 2: Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.</p>			

1.7 Sistema de captação

A probabilidade de penetração da corrente da descarga atmosférica na estrutura é consideravelmente limitada pela presença de subsistemas de captação apropriadamente instalados.

Subsistemas de captação podem ser compostos por qualquer combinação dos seguintes elementos:

- Hastes (incluindo mastros);
- Condutores suspensos;
- Condutores em malha.

Para estar conforme esta Norma, todos os tipos de subsistemas de captação devem ser posicionados de acordo com 5.2.2, 5.2.3 e anexo A. Todos os tipos de elementos capttores devem cumprir na íntegra as exigências da Norma.

O correto posicionamento dos elementos capttores e do subsistema de captação é que determina o volume de proteção.

Capttores individuais devem ser interconectados ao nível da cobertura para assegurar a divisão de corrente em pelo menos dois caminhos.

Neste caso definiu-se uma malha superior para compatibilizar a exigência do SPDA (fator de risco significativo), com as dimensões da construção.

Assim, a malha superior definida será constituída de condutor de cobre nu, seção 35 mm² conforme tabela 6), fixada por meio de presilhas apropriadas com espaçamento de

1,5 m entre elas, assim a malha instalada não terá contato com o telhado, e afastada das bordas do beiral da edificação, de 0,10 m.

1.8 Sistema de aterramento

Quando se tratar da dispersão da corrente da descarga atmosférica (comportamento em alta frequência) para a terra, o método mais importante de minimizar qualquer sobre tensão potencialmente perigosa é estudar e aprimorar a geometria e as dimensões do subsistema de aterramento. Deve-se obter a menor resistência de aterramento possível, compatível com o arranjo do eletrodo, a topologia e a resistividade do solo no local.

Sob o ponto de vista da proteção contra descargas atmosféricas, uma única infraestrutura de aterramento integrada é preferível e adequada para todos os propósitos, ou seja, o eletrodo deve ser comum e atender à proteção contra descargas atmosféricas, sistemas de energia elétrica e sinal (telecomunicações, TV a cabo, dados etc.).

Para subsistemas de aterramento, na impossibilidade do aproveitamento das armaduras das fundações, o arranjo a ser utilizado consiste em condutor em anel, externo à estrutura a ser protegida, em contato com o solo por pelo menos 80 % do seu comprimento total, ou elemento condutor interligando as armaduras descontínuas da fundação (sapatas). Estes eletrodos de aterramento podem também ser do tipo malha de aterramento. Devem ser consideradas medidas preventivas para evitar eventuais situações que envolvam tensões superficiais perigosas

Embora 20 % do eletrodo convencional possa não estar em contato direto com o solo, a continuidade elétrica do anel deve ser garantida ao longo de todo o seu comprimento

O eletrodo de aterramento em anel deve ser enterrado na profundidade de no mínimo 0,5 m e ficar posicionado à distância aproximada de 1 m ao redor das paredes externas. Eletrodos de aterramento devem ser instalados de tal maneira a permitir sua inspeção durante a construção.

A profundidade de enterramento e o tipo de eletrodos de aterramento devem ser constituídos de forma a minimizar os efeitos da corrosão e dos efeitos causados pelo ressecamento do solo e assim estabilizar a qualidade e a efetividade do conjunto.

No caso da impossibilidade técnica da construção do anel externo à edificação, este pode ser instalado internamente. Para isto, devem ser tomadas medidas visando minimizar os riscos causados por tensões superficiais.

1.9 Elétrodos de aterramento naturais

As armaduras de aço interconectadas nas fundações de concreto, ou outras estruturas metálicas subterrâneas disponíveis, podem ser utilizadas como eletrodos de aterramento, desde que sua continuidade elétrica seja garantida. Os métodos para garantir essa continuidade são idênticos aos utilizados para os condutores de descida. Quando as armaduras do concreto das vigas de fundação (baldrame) são utilizadas como eletrodo de aterramento, devem ser tomados cuidados especiais nas interconexões para prevenir rachaduras do concreto.

No caso de concreto protendido, os cabos de aço não podem ser usados como condutores das correntes da descarga atmosférica.

Componentes de um SPDA devem suportar os efeitos eletromagnéticos da corrente de descarga atmosférica e esforços acidentais previsíveis sem serem danificados. Devem ser fabricados com os materiais listados na Tabela 5 ou com outros tipos de materiais com características de comportamento mecânico, elétrico e químico (relacionado à corrosão) equivalente

O sistema de aterramento adotado será por meio de malha de aterramento (subterrânea) constituída de condutor de cobre nu, **seção 50 mm² (conforme tabela 7)**;

este condutor será instalado em valas com profundidade mínima de 0,50m, ao longo do perímetro da edificação e nesse trajeto estão previstos pontos de aterramento, onde o cabo (seção 50 mm²) será conectado convenientemente à malha através soldas exotérmicas.

**Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento
(Tabela 7 – NBR 5419-3/2015 pag. 22)**

Material	Configuração	Dimensões mínimas ^f		Comentários ^f
		Eletrodo cravado (Diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordado ^c	-	50 mm²	Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço ^c	-	50 mm ²	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça ^c	-	50 mm ²	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	-	
	Tubo	20 mm	-	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço ^{a,b}	16 mm	Diâmetro 10 mm	
	Tubo ^{a,b}	25 mm	-	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça ^a		90 mm ²	Espessura 3 mm
	Encordado		70 mm ²	
Aço cobreado	Arredondado maciço ^d Encordado ^g	12,7 mm	70 mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
Aço inoxidável ^e	Arredondado maciço Fita maciça	15 mm	Diâmetro 10 mm 100 mm ²	Espessura mínima 2 mm
<p>^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme a ABNT NBR 6323 [1],</p> <p>^b Aplicável somente a mini captotes. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo: força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.</p> <p>^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.</p> <p>^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %</p> <p>^e Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo devem atender as prescrições desta tabela .</p> <p>^f A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (International Annealed Copper Standard).</p> <p>^g Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.</p>				

1.10 Caixa de inspeção.

Conexões mecânicas embutidas no solo devem ser protegidas contra corrosão, através da instalação de uma caixa de inspeção com diâmetro mínimo de 250 mm que permita o manuseio de ferramenta, porém foi adotada uma caixa de passagem em PVC,

com tampa em ferro fundido (dimensões 300x400 mm); as caixas de passagem deverão ser instaladas conforme detalhe apresentado na planta do projeto SPDA, esta exigência não se aplica a conexões entre peças de cobre ou cobreadas com solda exotérmica ou conectores de compressão.

1.11 Conexões

O número de conexões ao longo dos condutores deve ser o menor possível. Conexões devem ser feitas de forma segura e por meio de solda elétrica ou exotérmica e conexões mecânicas de pressão (se embutidas em caixas de inspeção) ou compressão. Não são permitidas emendas em cabos de descida, exceto o conector para ensaios, o qual é obrigatório, a ser instalado próximo do solo (a altura sugerida é 1,5 m a partir do piso) de modo a proporcionar fácil acesso para realização de ensaios.

1.12 Conexões de ensaio

Nas junções entre cabos de descida e eletrodos de aterramento, uma conexão de ensaio deve ser fixada em cada condutor de descida, exceto no caso de condutores de descidas naturais combinados com os eletrodos de aterramento natural (pela fundação).

No primeiro caso, com o objetivo de ensaio, o elemento de conexão deve ser capaz de ser aberto apenas com o auxílio de ferramenta. Em uso normal ele deve permanecer fechado e não pode manter contato com o solo.

MEMORIAL DESCRITIVO CABEAMENTO ESTRUTURADO

REFORMA DO PRÉDIO DO REFEITÓRIO

CAMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL

Elaborado por
João Rafael Barbosa Rodrigues
Engenheiro Eletricista
CREA 6544/D RO

Junho de 2024.

ÍNDICE

	ÍNDICE.....	2
	MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO	3
	1.0 CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	3
	1.1 Reaproveitamento	3
	1.2 Escavação manual de solo.....	3
	1.3 Reaterro manual de valas	3
	1.4 Caixa de passagem fundo brita com tampa.....	4
gbic	1.5 Switch gerenciável L2 24 portas gigabit ethernet com 4 portas mini-4	
	1.6 Patch panel	5
	1.7 Tomada de rede rj45.....	6
	1.8 Conector femea keystone cat 6	6
	1.9 Patch cord cat.6 speedlan 1,5m azul.....	7
	1.10 Organizador de cabo.....	7
	1.11 Régua com 8 tomadas	7
	1.12 Caixa PVC	7
	1.13 Cabo eletrônico categoria 6.....	8
	1.14 Eletroduto	9
	1.15 Rack fechado porta acrílico.....	9

MEMORIAL DESCRITIVO ELÉTRICO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA**

**CÂMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL
REFORMA PRÉDIO REFEITÓRIO**

Endereço: Rua Vinte de Setembro, 2616
São Vicente do Sul/RS

1.0 CABEAMENTO ESTRUTURADO

1.1 Reaproveitamento

No desenvolvimento do projeto, não houve contemplação de qualquer reaproveitamento das instalações de cabeamento existentes, visto que todas foram integralmente substituídas por componentes novos. Ademais, é essencial frisar que qualquer material retirado durante o processo deve ser entregue à fiscalização, assegurando a conformidade com as normativas e reforçando a transparência do procedimento.

1.2 Escavação manual de solo.

A escavação manual das valas será feita de acordo com o projeto e as necessidades do terreno. Não poderão ocasionar danos à vida, a propriedade ou a ambos.

Todas as cavas em solo residual terão seus leitos nivelados e apiloados antes do lançamento das fundações.

O material escavado será depositado ao lado das cavas, valas e furos guardando distância conveniente da borda das mesmas, e com a finalidade de aproveitamento posterior nos reaterros.

Os materiais inadequados para reaterro e aqueles excedentes deverão ser transportados a locais de “bota-fora” indicados pela Fiscalização. Durante a execução dos trabalhos de escavação, as cavas e furos deverão ser mantidos secos. A água retirada deverá ser encaminhada para a rede de drenagem natural da região, a fim de evitar o alagamento das áreas vizinhas ao local de trabalho.

Será adotado para segurança das escavações a Norma NBR-9061, que fixa as condições de segurança exigíveis a serem observadas na elaboração do projeto e execução de escavações de obras civis.

NORMAS TÉCNICAS

NR18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção -18.13 - Medidas de proteção contra quedas de altura (Mês/Ano: 01/1950).

NBR12266 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana (Mês/Ano: 04/1992).

NBR9061 - Segurança de escavação a céu aberto (Mês/Ano: 09/1985).

1.3 Reaterro manual de valas

Consiste na recuperação de áreas escavadas, aproveitando o material para preenchimento dos espaços remanescentes após a execução das fundações.

Os materiais imprestáveis ao reaproveitamento, a critério da fiscalização, serão removidos e transportados para áreas a serem determinadas.

Os reaterros serão executados em camadas sucessivas, com espessura máxima de 20,0 cm, molhadas e apiloadas manualmente com maço de 30,0 Kg.

Após a conclusão do reaterro até a cota natural do terreno antes da escavação, deverá ser comprovado que o mesmo apresente condições perfeitamente estáveis, para não ocorrerem acomodações posteriores (recalques), em áreas internas das edificações.

A fiscalização poderá exigir o emprego abundante de água sobre as áreas reaterradas e observar o comportamento de suas superfícies após 48 horas, antes de prosseguir com os serviços e obras.

NORMAS TÉCNICAS

NR18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção - 18.13 - Medidas de proteção contra quedas de altura (Mês/Ano: 01/1950)

NBR12266 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana (Mês/Ano: 04/1992)

NBR9061 - Segurança de escavação a céu aberto (Mês/Ano: 09/1985)

NBR5681 - Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações (Mês/Ano: 11/1980).

1.4 Caixa de passagem fundo brita com tampa.

As caixas de passagem deverão ser construídas em alvenaria com impermeabilização adequada com dimensões de 30x30cm, fundo com pedra brita em camada de 10cm, providas de sistema de drenagem e dispor de tampa de concreto armado, confeccionadas conforme detalhe apresentado no projeto.

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e das normas da ABNT NBR 5410.

1.5 Switch gerenciável L2 24 portas gigabit ethernet com 4 portas mini-gbic

Que oferece diversos recursos de gerenciamento que proporcionam ao profissional um maior controle sobre a rede, com alto desempenho e estabilidade. facilidade de configuração, que também possa ser realizada via porta console por linha de comando. Possibilidade de monitorar os dispositivos conectados via protocolo SNMP para obter maior segurança e controle dos dispositivos da rede, bem como criar regras de Qualidade de Serviço (QoS) para garantia de qualidade do tráfego de pacotes priorizando aplicações de dados, voz, vídeo e controle de banda.

O switch também pode criar Listas de Controle de Acesso (ACL) para filtrar o conteúdo indesejado na rede, e permite ainda segmentar a rede em até 4.000 subredes (VLAN). Estas e outras funções proporcionam maior confiabilidade ao funcionamento e maximização do tempo de disponibilidade da rede.

Múltiplas funções de gerenciamento de rede; Segurança de informações e eficiência no tráfego através da segmentação da rede em VLANs; Maior confiabilidade e redundância nos links de dados, evitando loops e rotas menos eficientes com Spanning Tree; Aumento do poder de processamento do enlace com o Link Aggregation, que amplia a capacidade de tráfego das portas agregando-as; Priorização de dados, voz e controle de banda com a criação de regras de Qualidade de Serviço (QoS); Maior segurança e controle de rede através do

monitoramento remoto dos dispositivos conectados via protocolo SNMP; » Alimentação dos dispositivos conectados ao switch pelo cabo de rede (PoE) com o SG 2400 PoE; » Suporte para instalação em rack padrão EIA 19" (1 U de altura); » Garantia de 3 anos sob troca expressa; » Manual e interface de gerenciamento¹ em português.

Hardware:

Frequência do buffer 200 MHz, Memória SDRAM DDR 256, Memória flash 128 MB, Portas RJ45 Gigabit Ethernet (10/10/1000 Mbps) 24, Slots Mini-GBIC/SFP (1000 Mbps) 4 (compartilhadas com as portas 21,22,23 e 24;

Alimentação:

Entrada 100-240 Vac, 50/60 Hz, Fonte de alimentação interna, Potência de consumo (sem link) 8,8 W, Potência máxima de consumo 23,3 W, Equipamento homologado pela anatel;

Cabeamento suportado:

10BASE-T = Cabo UTP categoria 3, 4, 5 (máximo 100 m) Cabo STP EIA/TIA-568 100Ω (máximo 100 m)

100BASE-TX - Cabo UTP categoria 5, 5e (máximo 100 m) Cabo STP EIA/TIA-568 100Ω (máximo 100 m)

1000BASE-T- Cabo UTP categoria 5e, 6 (máximo 100 m) EIA/TIA-568 100Ω STP (máximo 100 m)

1000BASE-FX - Fibra monomodo (SMF) e multimodo (MMF)

Características:

- o Backplane (capacidade do switch) = 48 Gbps;
- o Tamanho da tabela de endereços MAC = 8 k;
- o Jumbo frame = 10240 Bytes;
- o Buffer de memória = 4 MB;
- o MTBF = 91461 horas (40 °C);
- o Taxa de encaminhamento de pacotes = 35,7 Mpps;
- o Taxa de latência = 5,55 µs;
- o IPv6 = Suporte a dual IPv4/ IPv6 stack, MLD snooping e IPv6 neighbor discovery;

1.6 Patch panel

Sistemas de Cabeamento Estruturado para tráfego de voz, dados e imagens, segundo requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568C.2 Category 6 (Balanced Twisted Pair Cabling Components), para cabeamento horizontal ou secundário, em salas de telecomunicações (cross-connect) na função de distribuição de serviços em sistemas horizontais e em sistemas que requeiram margem de segurança sobre especificações normalizadas para a Categoria 6, provendo suporte às aplicações como GigaBit Ethernet (1000 Mbps).

Fornecido com ícones de identificação (nas cores azul e vermelha). Permite a utilização da Trava Patch Panel GigaLan (para o Patch Panel 24 posições) que aumenta a segurança da rede,

Painel frontal em plástico de alto impacto (UL 94 V-0) com porta etiquetas para identificação, possui terminais de conexão em bronze fosforoso estanhado, padrão 110 IDC, para condutores de 22 a 26 AWG, com borda de reforço para evitar empenamento, disponível em pinagem T568A/B.

Características: Corpo fabricado em termoplástico de alto impacto não propagante à chama (UL 94 V-0), 24 posições RJ-45, painel frontal em plástico com porta etiquetas para identificação, com terminais de conexão em bronze fosforoso estanhado, padrão 110 IDC, para condutores de 22 a 26 AWG, possuindo vias de contato produzidas em bronze fosforoso com camadas de 2,54 µm de níquel e 1,27 µm de ouro, instalação direta em racks de 19" que atenda a FCC part 68.5 (EMI - Indução Eletromagnética);

1.7 Tomada de rede rj45

O espelho plástico possui uma saída para keystone Jack RJ-11 e/ou RJ-45 para uso em caixas de embutir 4x2, possui design inovador e compatibilidade com os keystonejacks padrão da indústria. As etiquetas permitem pôr o número do ponto ou nome do usuário de modo legível, permitindo melhor identificação e fácil manutenção. Os ícones nas cores verdes para telefone e azul para computador permitem por parte do usuário saber qual é o ponto de voz e qual o de dados.

1.8 Conector femea keystone cat 6

Sistemas de Cabeamento Estruturado para tráfego de voz, dados e imagens, segundo requisitos da norma ANSIT/TIA/EIA-568B (Balanced Twisted Pair Cabling Componentes) para cabeamento horizontal ou secundário, uso interno, em ponto de acesso na área de trabalho para tomadas de serviços em sistemas de cabeamento estruturado.

Corpo desenvolvido em termoplástico de alto impacto não propagante à chama (UL 94 V-0). Classe E, suporte a IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial, 10G-BASE-T (TSB-155) todos os protocolos LAN anteriores.

Vias de contato produzidas em bronze fosforoso com camadas de 2,54 m de níquel e 1,27 m de ouro, com possibilidade de fixação de ícones de identificação, terminais de conexão em bronze fosforoso estanhado, padrão 110 IDC, para condutores de 22 a 26 AWG, disponível em pinagem T568A/B.

Características:

Cor: branca;

Material do corpo do produto: termoplástico de alto impacto não propagante a chama L 94V-0;

Diâmetro do Conductor: 26 a 22 AWG;

Padrão de Montagem: T568B;

Dimensões: 3,5 / 1,8 / 2,5 cm (Prof / Larg / Alt);

Conectores:

Conector: RJ-45 Fêmea (Keystone Jack);

Conexão traseira: Padrão 110 IDC em bronze fósforo estanhado;

Padrões compatíveis:

U/UTP CAT.6;
Material de contato elétrico bronze fosforoso com 50µin (1,27µm) de ouro e 100µin (2,54µm) de níquel;
Requisitos mínimos de sistema:
Ferramenta punch down;
Tomada de parede para RJ-45.

1.9 Patch cord cat.6 speedlan 1,5m azul

Utilizados para conectar ou fazer manobras entre dois dispositivos de rede dentro do rack, fazer a interligação entre uma máquina até seu ponto de rede ou switch e também para aplicações de transmissão de dados em alta velocidade.

Produzido com Cabo Fast-Lan Extra-flexível de 4 pares trançados, Categoria 6 e terminados em conectores macho, dentro dos limites de performance e aplicações da norma ANSI/TIA/EIA568 B, contatos dos conectores com 50 micro polegadas de ouro.

Estabelecidos nas normas para CAT.6/Classe E, performance garantida para canal com até 6 conexões, em canais até 100 metros, com suporte a IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial, 10G-BASE-T (TSB-155) todos os protocolos LAN anteriores;

1.10 Organizador de cabo

Sistemas de Cabeamento Estruturado, uso interno, para instalação em racks ou brackets, vertical ou primário, em salas ou armários de distribuição principal; ou para cabeamento horizontal ou secundário, em salas de telecomunicações (cross-connect), na função de organização e acomodação de cabos.

Confeccionado em aço, acabamento em pintura epóxi de alta resistência a riscos na cor preta, resistente e protegido contra corrosão, para as condições especificadas de uso em ambientes internos (EIA – 569), apresenta largura de 19", conforme requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-310D.

Produto resistente e protegido contra corrosão, para as condições especificadas de uso em ambientes internos (EIA – 569), apresenta largura de 19", conforme requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-310D com tampa removível.

1.11 Régua com 8 tomadas

A régua de tomadas para alimentação de equipamentos periféricos, facilita as instalações feitas em racks ou cases, nela vários periféricos poderão ser ligados, e acionados através de um único interruptor para alimentação simultânea. Régua projetada no padrão rack com 19 polegadas de largura e uma unidade rack de altura, possibilitando seu uso em qualquer rack ou case enquadrado nestas normas.

Régua para periféricos como oito tomadas, cada uma com possibilidade de suportar uma potência aplicada de 150 Watts. Logo não aconselhamos o uso de amplificadores de potência ligados a ela, por serem equipamentos geralmente com consumo superior ao especificado.

1.12 Caixa PVC

As caixas previstas para interligação dos eletrodutos serão do tipo retangular, de dimensões 4"x 2", profundidade 2", entradas plugadas de 3/4".

A execução das instalações elétricas deverá ser elaborada atendendo as exigências do memorial e do projeto, do Regulamento de Instalações Consumidoras da Concessionária e da norma da ABNT.

Referências:

NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão.

1.13 Cabo eletrônico categoria 6

Deverá fornecido cabo UTP, para instalação em rede interna.

Características:

Cabo com 4 pares, trançados, balanceados, UTP;

Pares de condutores trançados de cobre sólido 23 AWG isolados com termoplástico;

Condutor de cobre eletrolítico, recozido: 23 AWG;

Para instalação em rede interna;

Condutores de cobre rígido, com isolação em polietileno de alta densidade;

Resistência de isolamento 10.000 M Ω .Km;

Impedância característica nominal de 100 Ohms \pm 15%, na faixa de operação;

Banda passante nominal de 250 MHz (Categoria 6);

Diâmetro externo nominal de 6,0mm;

Características construtivas

Isolamento: Polietileno de alta densidade com diâmetro nominal 0.94 mm;

Diâmetro: 7,6 mm;

Peso do cabo: 62 kg/km;

Classe de flamabilidade: CMX: norma IEC 60332-1;

Quantidade de pares: 4 pares, 24 AWG;

Temperatura de instalação: 0 °C a +40 °C;

Temperatura de armazenamento: -20 °C a +70 °C;

Temperatura de operação: -10 °C a +60 °C;

Performance

Desequilíbrio resistivo: 5%;

Resistência elétrica CC máxima do condutor em 20 °C: 93,8 Ω /km;

Capacidade mútua máxima em 1 kHz: 56 pF/m;

Desequilíbrio capacitivo par x terra 1 kHz – máximo: 3,3 pF/m;

Impedância característica nom. de 1 MHz a 250 MHz: 100 \pm 15% Ω ;

Atraso máximo de propagação: 545 ns/100 m @ 10 MHz;

Diferença entre o atraso de propagação entre os pares - 1 a 250

MHz Máximo: 45 ns/100 m;

Velocidade de propagação nominal: 68%;

Resistência de isolamento: 10000 M Ω .km;

Prova de tensão elétrica entre condutores: 1.000 VDC/3 s F/UTP e 2.500 VDC/3 s U/UTP;

Prova de tensão elétrica entre condutores e a blindagem: 500 VDC/3 s.

1.14 Eletroduto

As tubulações definidas serão todas constituídas de dutos de PVC, roscáveis e nos diâmetros indicados em planta baixa, não podendo apresentar irregularidade; e ter a marca bem como o diâmetro e fabricante marcados no mesmo.

NR18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção

NBR6689 - Requisitos gerais para condutos de instalações elétricas prediais

NBR15465 - Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho

NBR5410 - Instalações elétricas de baixa tensão

1.15 Rack fechado porta acrílico

Porta frontal em vidro de 5mm temperado, com fecho cilindro, com chave, estrutura em chapa de aço 1,5mm monobloco com planos de montagem com marcação em meio "U" e regulagem na profundidade em chapa de aço 1,5mm, fundo removível e bipartido na horizontal em chapa de aço 0,75mm, teto removível em chapa de aço 0,75mm com aletas para ventilação e predisposição para instalação de 4 micro ventiladores, laterais removíveis e bipartidas em chapa de aço 0,75mm.

Base soleira em chapa de aço 1,5mm para acomodação de reserva técnica de cabos, abertura destacável no teto e na base para passagem de cabos na parte trazeira.

Toda a estrutura em aço é revestida, com pintura eletrostática a pó na cor preta.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MEMORIAL DESCRITIVO

ESTRUTURA METÁLICA

COBERTURA

REFORMA DO PRÉDIO DO REFEITÓRIO

CAMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL

Elaborado por
Yuri Vidal Felix
Engenheiro Mecânico

Junho de 2024.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

ÍNDICE

ÍNDICE	2
MEMORIAL DESCRITIVO ESTRUTURA METÁLICA	3
A. FINALIDADE	3
B. ESCOPO.....	3
C. DEFINIÇÕES	3
D. DESENHOS DO PROJETO	4
E. NORMAS TÉCNICAS	4
F. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	5
G. Combinações Últimas Normais	6
H. 3.5. Combinações de Ações em Estado Limite de Serviço.....	6
1 Combinações quase permanente de serviço.....	6
2 Combinações frequentes de serviço	6
I. RESISTÊNCIAS CARACTERÍSTICAS PARA ESTRUTURA METÁLICA.....	7
3 Situações de projeto.....	7
J. RESUMO DOS PERFIS METÁLICOS	8
K. VERIFICAÇÃO DO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DAS BARRAS METÁLICAS.	9
4 Cobertura A.....	9
5 Cobertura B.....	44
6 Cobertura C	75
7 Cobertura D	109
L. 7. VERIFICAÇÃO QUANTO AO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO	144



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MEMORIAL DESCRITIVO ESTRUTURA METÁLICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA

CÂMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL

REFORMA PRÉDIO REFEITÓRIO

Endereço: Rua Vinte de Setembro, 2616

São Vicente do Sul/RS

A. FINALIDADE

O presente Memorial e Caderno de Especificações Técnicas visa estabelecer as os parâmetros e dimensões cobertura metálica da Reforma e Ampliação do Bloco do **Refeitório do Campus de São Vicente do Sul**, pertencente ao Instituto Federal São Vicente do Sul, com área total construída de 734,51 m², situado no Endereço: Rua Vinte de Setembro, 2616 – São Vicente do Sul/RS.

B. ESCOPO

A Instaladora deverá executar todos os serviços relativos a Estrutura Metálica, mesmo que não explicitamente descritos neste memorial. Contudo, faz-se necessário antes de se iniciar qualquer atividade, confirmar as disposições e dimensões onde será realizada a instalação, a fim de esclarecer qualquer dúvida oriunda do projeto.

C. DEFINIÇÕES

Os cálculos e o detalhamento estrutural das peças foram feitos de acordo com as diretrizes das Normas Brasileiras Reguladoras regidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Fica estabelecida que as regras apresentadas devem ser seguidas como se fosse parte integrante do presente documento.

Quaisquer alterações do projeto ou especificações somente serão aceitas se acordadas, por escrito, com o responsável técnico. Dúvidas de especificações e/ou projetos deverão ser esclarecidas junto ao projetista, sendo que, qualquer execução baseada em má interpretação de desenho ou especificações será de inteira responsabilidade do executor dos serviços.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

D. DESENHOS DO PROJETO

Os desenhos, relacionados a seguir, complementam a presente documentação técnica:

- PROJ_EST_MET_IF_SVS

E. NORMAS TÉCNICAS

Os cálculos e o detalhamento estrutural das peças em estruturas metálicas foram feitos de acordo com as diretrizes das Normas Brasileiras Reguladoras regidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Fica estabelecido que as regras apresentadas devem ser seguidas como se fosse parte integrante do presente documento. As normas utilizadas foram:

ABNT NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;

ABNT NBR 6123:1988 – Forças devido o vento em edificações;

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

ABNT NBR 8.800: 2008 – Projeto de estruturas e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;

ABNT NBR 14.762:2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.

ABNT NBR 15.980:2020 – Perfis laminados de aço para uso estrutural – Dimensões e tolerâncias.

Ações de Projeto

Para a verificação da estrutura foram adotadas as seguintes ações:

Permanentes

- Peso próprio dos elementos de estruturas metálicas: 7,8 kN/m³
- Peso próprio Telha Termoacústica: 0,15 kN/m² (Catálogo Técnico)
- Peso próprio Painel Fotovoltaico: 0,25 kN/m² (Possível Instalação Futura)
- Instalação de Equipamentos: 0,25kN/m².

Sobrecarga de uso

- Sobrecarga de Segurança: 0,25 kN/m² (Possível manutenção no telhado)

Vento

Pressão dinâmica do vento: 0,52 kN/m².



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

F. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

COBERTURA A

ESPAÇAMENTO ENTRE TERÇAS: 1,8m

CARREGAMENTOS:

TELHADO: $15\text{kg/m}^2 \times 1,8\text{m} = 27\text{kg/m}$

PAINEL FOTOVOLTAICO: $25\text{kg/m}^2 \times 1,8\text{m} = 45\text{kg/m}$

EQUIPAMENTOS INSTALAÇÃO FORRO: $10\text{kg/m}^2 \times 4,3\text{m} = 43,3\text{kg/m}$

SOBRECARGA USO E OCUPAÇÃO: $25\text{kg/m}^2 \times 1,8\text{m} = 45\text{kg/m}^2$

VENTOS X e Y: $50\text{kg/m}^2 \times 1,8\text{m} = 90\text{kg/m}$

COBERTURA B

ESPAÇAMENTO ENTRE TERÇAS: 1,68m

CARREGAMENTOS:

TELHADO: $15\text{kg/m}^2 \times 1,68\text{m} = 25,2\text{kg/m}$

PAINEL FOTOVOLTAICO: $25\text{kg/m}^2 \times 1,68\text{m} = 42\text{kg/m}$

EQUIPAMENTOS INSTALAÇÃO FORRO: $10\text{kg/m}^2 \times 4,36\text{m} = 43,6\text{kg/m}$

SOBRECARGA USO E OCUPAÇÃO: $25\text{kg/m}^2 \times 1,68\text{m} = 42\text{kg/m}^2$

VENTOS X e Y: $50\text{kg/m}^2 \times 1,68\text{m} = 84\text{kg/m}$

COBERTURA C

ESPAÇAMENTO ENTRE TERÇAS: 1,46m

CARREGAMENTOS:

TELHADO: $15\text{kg/m}^2 \times 1,46\text{m} = 22\text{kg/m}$

PAINEL FOTOVOLTAICO: $25\text{kg/m}^2 \times 1,46\text{m} = 36,5\text{kg/m}$

EQUIPAMENTOS INSTALAÇÃO FORRO: $10\text{kg/m}^2 \times 4,66\text{m} = 46,6\text{kg/m}$

SOBRECARGA USO E OCUPAÇÃO: $25\text{kg/m}^2 \times 1,46\text{m} = 36,5\text{kg/m}^2$

VENTOS X e Y: $50\text{kg/m}^2 \times 1,46\text{m} = 73\text{kg/m}$

COBERTURA D

ESPAÇAMENTO ENTRE TERÇAS: 1,35m

CARREGAMENTOS:

TELHADO: $15\text{kg/m}^2 \times 1,35\text{m} = 20,25\text{kg/m}$

PAINEL FOTOVOLTAICO: $25\text{kg/m}^2 \times 1,35\text{m} = 33,75\text{kg/m}$

EQUIPAMENTOS INSTALAÇÃO FORRO: $10\text{kg/m}^2 \times 4,66\text{m} = 46,6\text{kg/m}$

SOBRECARGA USO E OCUPAÇÃO: $25\text{kg/m}^2 \times 1,35\text{m} = 33,75\text{kg/m}^2$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

VENTOS X e Y: $50\text{kg/m}^2 \times 1,35\text{m} = 67,5\text{kg/m}$

G. Combinações Últimas Normais

De acordo com o item 5.1.3.1 da ABNT NBR 8681:2003, as combinações últimas normais são dadas pela seguinte expressão:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} \cdot F_{Gi,k} + \gamma_q \cdot \left[F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} \cdot F_{Qj,k} \right] \quad (1)$$

Em que:

$F_{Gi,k}$ é o valor característico das ações permanentes;

$F_{Q1,k}$ é o valor característico da ação variável considerada como ação principal para a combinação;

$\psi_{0j} \cdot F_{Qj,k}$ é o valor reduzido de combinação de cada uma das demais ações variáveis.

H. 3.5. Combinações de Ações em Estado Limite de Serviço

As combinações de serviço são classificadas conforme o tempo de atuação na estrutura em: quase permanente, frequente e raras.

1 Combinações quase permanente de serviço

As ações atuam durante grande parte de vida da estrutura. Essa combinação é importante na verificação do estado-limite de deformação excessiva.

Nas combinações quase permanentes de serviço, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes $\psi_2 \cdot F_{Qk}$:

$$F_{d,ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot F_{Qj,k} \quad (2)$$

2 Combinações frequentes de serviço

As ações se repetem muitas vezes durante o período de vida da estrutura. Essa combinação é importante na verificação do estado-limite de formação e abertura de fissuras e vibrações excessivas.

Nas combinações frequentes de serviço, a ação variável principal F_{Q1} é tomada com seu valor frequente $\psi_1 \cdot F_{Q1,k}$ e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores quase-permanentes $\psi_2 \cdot F_{Qk}$:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$F_{d,ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 \cdot F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot F_{Qj,k}$$

I. RESISTÊNCIAS CARACTERÍSTICAS PARA ESTRUTURA METÁLICA

Para a resistência característica ou nominal (típica do método semi-probabilístico) do material alumínio estrutural, a NBR 8800:2008 especifica os coeficientes ponderadores (γ_m) para o escoamento e a ruptura no E.L.U. em:

$$\gamma_{a1} = 1,10 \text{ e } \gamma_{a2} = 1,35$$

Todos os perfis foram determinados como sendo de aço do tipo ASTM A36 e as soldas do tipo filete. As resistências ao escoamento e ruptura do material são, respectivamente:

$$f_y = 250 \text{ MPa e } f_u = 400 \text{ MPa}$$

Também é importante indicar que a rigidez das barras é calculada pelo módulo de elasticidade do aço, que é 200.000 MPa.

5.1 Coeficientes de Ponderação das Ações

3 Situações de projeto

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- Com coeficientes de combinação

Onde:

G_k Ação permanente

P_k Ação de pré-esforço

Q_k Ação variável

g_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes

g_P Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-esforço

$g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal

$g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da ação variável principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA

E.L.U. Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010

Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (g)		Coeficientes de combinação (y)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (y _p)	Acompanhamento (y _a)
Permanente (G)	1.000	1.250	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008

Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (g)		Coeficientes de combinação (y)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (y _p)	Acompanhamento (y _a)
Permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

Deslocamentos

Ações variáveis		
	Coeficientes parciais de segurança (g)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

J. RESUMO DOS PERFIS METÁLICOS

Tabela resumo												
Material		Série	Perfil	Comprimento			Volume			Peso		
Tipo	Designação			Perfil (m)	Série (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Série (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Série (kg)	Material (kg)
Aço laminado	A-36 250Mpa	Cantoneira	L 1 x 1/8"	71.446			0.011			83.01		
			1/2"	284.330	71.446		0.036			282.74	83.01	
			Barra redonda		284.330			0.036			282.74	
						355.776		0.047			365.75	
		U	U100X40X2.66	197.003			0.090			704.15		
			U75X40X2.28	232.089			0.078			612.44		
			U50X25X2.28	36.509			0.008			60.40		
		C	C100X50X17X2.66	224.539	465.601		0.129	0.175		1014.38	1376.98	
			C75X40X15X2.00	13.820			0.005			37.26		
					238.360			0.134			1051.64	

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
 Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Tabela resumo												
Material		Série	Perfil	Comprimento			Volume			Peso		
Tipo	Designação			Perfil (m)	Série (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Série (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Série (kg)	Material (kg)
Aço dobrado						703.961			0.309			2428.62

A tabela a seguir apresenta o quantitativo de superfície dos perfis metálicos utilizados no projeto.

Perfis de aço: Quantitativos das superfícies a pintar					
Tipo	Série	Perfil	Superfície unitária (m²/m)	Comprimento (m)	Superfície (m²)
Aço dobrado	U	U100X40X2.66	0.348	197.003	68.494
		U75X40X2.28	0.299	232.089	69.493
		U50X25X2.28	0.189	36.509	6.916
	C	C100X50X17X2.66	0.438	224.539	98.358
		C75X40X15X2.00	0.347	13.820	4.802
				Subtotal	248.063
Aço laminado	Cantoneira	L 1 x 1/8"	0.102	71.446	7.259
	Barra redonda	1/2"	0.040	284.330	11.344
				Subtotal	18.603
				Total	266.666

K. VERIFICAÇÃO DO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DAS BARRAS METÁLICAS

Nota: Mostra-se o relatório completo de verificações realizadas para a barra com maior coeficiente de aproveitamento.

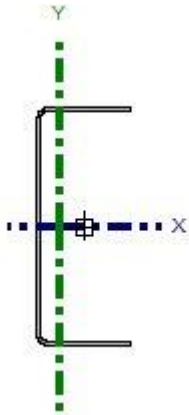
4 Cobertura A

Banzos:

Perfil: U100X40X2.66
Material: Aço (CF-26)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas					
Inicia I	Final I		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)
N14	N13	0.456	4.55	66.90	6.77	0.11	-9.92	0.00
<i>Notas:</i>								
(1) Inércia em relação ao eixo indicado								
(2) Momento de inércia à torção uniforme								
(3) Coordenadas do centro de gravidade								
			Flambagem		Flambagem lateral			
			Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.		
β			1.00	2.00	0.00		0.00	
L _k			0.456	0.912	0.000		0.000	
C _m			-	-	1.000		1.000	
C _b			-		1.000			
<i>Notação:</i>								
β: Coeficiente de flambagem								
L _k : Comprimento de flambagem (m)								
C _m : Coeficiente de momentos								
C _b : Fator de modificação para o momento crítico								

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x M _y	N _t M _x M _y	M _t	
N14/ N13	(b _w /t) ≤ 90 Passa	λ _{xx} ≤ 200.0 λ _{yy} ≤ 200.0 Passa	η = 2.4	η = 24.3	x: 0 m η = 45.9	M _{Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.4	η = 7.7	x: 0 m η = 21.7	N.A. ⁽²⁾	x: 0 m η = 75.9	x: 0 m η = 9.8	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽³⁾	PASSA η = 75.9

Notação:
 b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura
 λ: Limitação de esbeltez
 N_t: Resistência à tração
 N_c: Resistência à compressão
 M_x: Resistência à flexão eixo X
 M_y: Resistência à flexão eixo Y
 V_x: Resistência ao esforço cortante X
 V_y: Resistência ao esforço cortante Y
 M_xV_y: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
 M_yV_x: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
 N_cM_xM_y: Resistência à flexo-compressão
 N_tM_xM_y: Resistência à flexo-tração
 M_t: Resistência à torção



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

x : Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

(1) A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

(2) Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

(3) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

$$(b/t) \leq 90$$

$$(b/t) : \underline{34} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{89.36} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.66} \text{ mm}$$

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{23.8} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{37.4} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{0.912} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{0.456} \text{ m}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

r_x : 3.83 cm

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

r_y : 1.22 cm

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.024 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

$N_{t,sd}$: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$N_{t,sd}$: 2.54 kN

A força normal de tração resistente de cálculo $N_{t,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

$N_{t,Rd}$: 107.62 kN

Onde:

A : Área bruta da seção transversal da barra.

A : 4.55 cm²

f_y : Tensão de escoamento.

f_y : 260.00 MPa

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.1

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.243} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações
 $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$N_{c,Sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{21.83} \text{ kN}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo $N_{c,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{89.85} \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{4.48} \text{ cm}^2$$

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{\lambda_0^2}$$

$$\chi_{yy} : \underline{0.93}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.97}$$

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.43}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{0.27}$$

$$\lambda_0 = \left[\frac{A f_y}{N_0} \right]^{0.5}$$

Sendo:

N_e : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A : Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{4.55} \text{ cm}^2$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.2}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A força normal de flambagem elástica N_e é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

N_e : 642.21 kN

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_y = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

N_{ey} : 642.21 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ex}N_{ez} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right]$$

N_{exz} : 1586.91 kN

Onde:

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

N_{ex} : 1586.91 kN

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

N_{ez} : ∞

I_x : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x : 66.90 cm⁴

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y : 6.77 cm⁴

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

I_t : 0.11 cm⁴

C_w : Constante de empenamento da seção.

C_w : 108.99 cm⁶

E : Módulo de elasticidade.

E : 200000 MPa

G : Módulo de elasticidade transversal.

G : 76923 MPa

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x L_x$: 0.912 m

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_y L_y$: 0.456 m

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$K_z L_z$: 0.000 m

r_0 : Raio de giração polar da seção bruta em



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

relação ao centro de torção.

$$r_0 = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2 \right]^{-0.5}$$

r₀: 4.62 cm

Sendo:

r_x, r_y: Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

r_x: 3.83 cm

r_y: 1.22 cm

x₀, y₀: Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

x₀: -22.75 mm

y₀: 0.00 mm

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η: 0.459 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo **M_{Sd}** é obtido para o nó N14, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

M_{Sd}: 1.41 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo **M_{Rd}** deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

M_{Rd}: 3.06 kN·m

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

$$M_{Rd} = W_{ef} \cdot f_y / \gamma$$

M_{Rd}: 3.06 kN·m

Onde:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

W_{ef}: Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{12.95} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção **K_tL_t** e os comprimentos efetivos de flambagem lateral **K_yL_y^{pos}** e **K_yL_y^{neg}** são nulos.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{Sd}** produz-se no nó N14, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$V_{Sd} : \underline{0.11} \text{ kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é **V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}**.

$$V_{Sd} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{13.08} \text{ kN}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

V_{Rd} deve ser calculada por:

para ⁽¹⁾ $h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$ **1.08(EK_v/f_y):**
0.5 32.81

par
a ⁽²⁾ $1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$ **h/t** :
13.04

para ⁽³⁾ $h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$ **1.4(EK_v/f_y)^{0.5}:**
5 42.54

Onde:

t: Espessura da alma.	:	m
	t	<u>2.66</u> m
h: Largura da alma.	:	m
	h	<u>34.68</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	:	MP
	f_y	<u>260.0</u> MP
E: Módulo de elasticidade.	:	a
γ: Coeficiente de ponderação das resistências.	:	MP
	E	<u>20000</u> MP
K_v: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por: $k_v = 1.20$:	a
	γ	<u>1.1</u>
	:	a
	K_v	<u>1.20</u>

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$ **η** :
0.077 ✓



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{sd} produz-se para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$. V_{sd} 2.60 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por: $(1)V_{Rd}$ 33.71 kN

para $(1) h/t \leq 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6 f_y h t / \gamma$ $1.08 (E k_v / f_y)^{0.5}$ 66.98

para $(2) 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65 t^2 (k_v f_y E)$ h/t 33.59

para $(3) h/t > 1.4 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905 E k_v t^3 / h] / \gamma$ $1.4 (E k_v / f_y)^{0.5}$ 86.82

Onde:

t: Espessura da alma.	t <u>2.66</u> m
h: Largura da alma.	h <u>89.36</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	f_y <u>260.0</u> MPa
E: Módulo de elasticidade.	E <u>20000</u> MPa
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	γ <u>1.1</u>
K_v: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$	K_v <u>5.00</u>

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Os esforços de cálculo desfavoráveis M_{Sd} e V_{Sd} são obtidos no nó N14, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.217} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \underline{1.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \underline{3.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \underline{2.60} \text{ kN}$$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \underline{33.71} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N14, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.759} \checkmark$$

Onde:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N}_{c,Sd} : \underline{21.83} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \underline{1.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{c,Rd}: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \underline{89.85} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{M}_{x,Rd} : \underline{3.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Rd} : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços desfavoráveis de cálculo são obtidos no nó N14, para a combinação PP+CP1+CP2+1.4·V1.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.098} \checkmark$$

Onde:

N_{t,Sd}: Força normal de tração solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N}_{t,Sd} : \underline{2.54} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \underline{0.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}: Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

$$\mathbf{N}_{Rd} : \underline{107.62} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{M}_{x,Rd} : \underline{3.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Rd} : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA

Diagonais

Perfil: U75X40X2.28									
Material: Aço (CF-26)									
	Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas					
	Inicia l	Fina l		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)
	N16	N19	0.364	3.36	29.80	5.38	0.06	-8.60	0.00
<i>Notas:</i> (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade									
	Flambagem			Flambagem lateral					
			Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.			
	β	1.00		1.00	0.00		0.00		
	L _K	0.364		0.364	0.000		0.000		
	C _m	-		-	1.000		1.000		
	C _b	-			1.000				
<i>Notação:</i> β: Coeficiente de flambagem L _K : Comprimento de flambagem (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Fator de modificação para o momento crítico									

Barr	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Esta do
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x	N _t M _x	M _t	
N16/ N19	(b _w /t) ≤ 90 Passa	λ _{xx} ≤ 200.0 λ _{yy} ≤ 200.0 Passa	x: 0.36 4 m η = 1.1	x: 0 m η = 8.4	x: 0.36 4 m η = 42.6	M _{Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	x: 0.36 4 m η = 0.2	η = 6.7	x: 0.36 4 m η = 18.6	N.A. ⁽²⁾	x: 0.36 4 m η = 52.7	x: 0.36 4 m η = 8.8	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽³⁾	PASSA η = 52.7
<i>Notação:</i> b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura λ: Limitação de esbeltez N _t : Resistência à tração N _c : Resistência à compressão M _x : Resistência à flexão eixo X M _y : Resistência à flexão eixo Y V _x : Resistência ao esforço cortante X V _y : Resistência ao esforço cortante Y														

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
 Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

M_xV_y : Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
 M_yV_x : Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
 $N_cM_xM_y$: Resistência à flexo-compressão
 $N_tM_xM_y$: Resistência à flexo-tração
 M_t : Resistência à torção
 x : Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

(1) A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

(2) Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação.

Assim a verificação não será executada.

(3) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijecidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

b: 65.88 mm

t: A espessura.

t: 2.28 mm

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

λ_{xx} : **12.2**

λ_{yy} : **28.8**

Onde:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x L_x$: 0.364 m

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_y L_y$: 0.364 m

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

r_x : 2.98 cm

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

r_y : 1.27 cm

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

η : 0.011

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N19, para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

$N_{t,Sd}$: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$N_{t,Sd}$: 0.90 kN

A força normal de tração resistente de cálculo **$N_{t,Rd}$** deve ser tomada como:

$N_{t,Rd}$: 79.45 kN

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

A: 3.36 cm²

f_y : Tensão de escoamento.

f_y : 260.00 MPa

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.1



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.084}$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N16, para a combinação de ações $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$N_{c,sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,sd} : \underline{5.40} \text{ kN}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo $N_{c,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \underline{64.66} \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{3.12} \text{ cm}^2$$

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\chi_{yy} : \underline{0.96}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.99}$$

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.33}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{0.14}$$

Sendo:

N_e : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A : Área bruta da seção transversal da

$$A : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

barra.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.2}$$

A força normal de flambagem elástica N_e é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

$$N_e : \underline{802.44} \text{ kN}$$

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} : \underline{802.44} \text{ kN}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} : \underline{4440.25} \text{ kN}$$

Onde:

$$N_{ex} : \underline{4440.25} \text{ kN}$$

$$N_{ez} : \underline{\infty}$$

I_x : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

$$I_x : \underline{29.80} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

$$I_y : \underline{5.38} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

$$I_t : \underline{0.06} \text{ cm}^4$$

C_w : Constante de empenamento da seção.

$$C_w : \underline{47.93} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidade transversal.

$$G : \underline{76923} \text{ MPa}$$

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{0.364} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por

$$K_y L_y : \underline{0.364} \text{ m}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

flexão em relação ao eixo Y.

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$$K_z L_z: \underline{0.000} \text{ m}$$

r_o : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_o: \underline{4.12} \text{ cm}$$

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

$$r_x: \underline{2.98} \text{ cm}$$

$$r_y: \underline{1.27} \text{ cm}$$

x_o, y_o : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$x_o: \underline{-25.43} \text{ mm}$$

$$y_o: \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta: \underline{0.426}$$

O momento fletor desfavorável de cálculo **M_{Sd}** é obtido para o nó N19, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$M_{Sd}: \underline{0.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo **M_{Rd}** deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd}: \underline{1.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

$$M_{Rd}: \underline{1.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Onde:

W_{ef}: Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef}: \underline{7.19} \text{ cm}^3$$

$$f_y: \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma: \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção $K_t L_t$ e os comprimentos efetivos de flambagem lateral $K_y L_y^{pos}$ e $K_y L_y^{neg}$ são nulos.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta: \underline{0.002}$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{sd} produz-se no nó N19, para a combinação de hipóteses PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$V_{sd}: \underline{0.04} \text{ kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo

$$V_{sd}: \underline{0.02} \text{ kN}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

é $V_{Sd} = 0.5 V_{sd}$.

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{11.46} \text{ kN}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{32.81}$$

para

$$h/t : \underline{15.54}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{42.54}$$

Onde:

t: Espessura da alma.

$$t : \underline{2.28} \text{ mm}$$

h: Largura da alma.

$$h : \underline{35.44} \text{ mm}$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

E: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

K_v: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$K_v : \underline{1.20}$$

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.067}$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se para a combinação de hipóteses
 $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$V_{Sd} : \underline{1.42} \text{ kN}$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{21.30} \text{ kN}$$

para $1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{66.98}$

para $h/t : \underline{28.89}$

para $1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{86.82}$

Onde:

t: Espessura da alma.

$$t : \underline{2.28} \text{ mm}$$

h: Largura da alma.

$$h : \underline{65.88} \text{ mm}$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

E: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

K_v: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados

(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis M_{sd} e V_{sd} são obtidos no nó N19, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$\eta : \underline{0.186}$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.	M_{Sd} : <u>0.72</u> kN·m
M_{0,Rd} : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.	M_{0,Rd} : <u>1.70</u> kN·m
V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.	V_{Sd} : <u>1.42</u> kN
V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.	V_{Rd} : <u>21.30</u> kN

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N19, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$\eta : \underline{0.527}$$

Onde:

N_{c,Sd} : Força normal de compressão solicitante de cálculo.	N_{c,Sd} : <u>5.39</u> kN
M_{x,Sd}, M_{y,Sd} : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.	M_{x,Sd} : <u>0.72</u> kN·m
N_{c,Rd} : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.	M_{y,Sd} : <u>0.01</u> kN·m
M_{x,Rd}, M_{y,Rd} : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.	N_{c,Rd} : <u>64.66</u> kN
	M_{x,Rd} : <u>1.70</u> kN·m
	M_{y,Rd} : <u>0.44</u> kN·m

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços desfavoráveis de cálculo são obtidos no nó N19, para a combinação PP+CP1+CP2+1.4·V1.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta : \underline{0.088}$$

Onde:

$N_{t,Sd}$: Força normal de tração solicitante de cálculo.

$$N_{t,Sd} : \underline{0.90} \text{ kN}$$

$M_{x,Sd}$, $M_{y,Sd}$: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{Rd} : Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

$$N_{Rd} : \underline{79.45} \text{ kN}$$

$M_{x,Rd}$, $M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{1.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{0.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

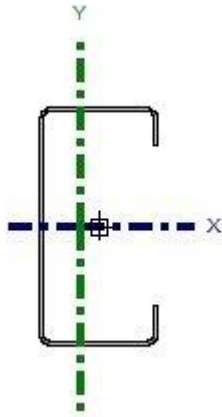
A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Terças:

Perfil: C100X50X17X2.66
Material: Aço (CF-26)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)
N28	N406	2.441	5.75	89.63	19.77	0.14	-7.22	0.00
<i>Notas:</i>								
<i>(1) Inércia em relação ao eixo indicado</i>								
<i>(2) Momento de inércia à torção uniforme</i>								
<i>(3) Coordenadas do centro de gravidade</i>								
		Flambagem		Flambagem lateral				
		Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.			
β		0.50	1.00	0.00	0.00			
L _K		1.221	2.441	0.000	0.000			
C _m		-	-	1.000	1.000			
C _b		-		1.000				
<i>Notação:</i>								
<i>β: Coeficiente de flambagem</i>								
<i>L_K: Comprimento de flambagem (m)</i>								
<i>C_m: Coeficiente de momentos</i>								
<i>C_b: Fator de modificação para o momento crítico</i>								

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x M _y	N _t M _x M _y	M _t	
N28/ N406	(b _w /t) ≤ 500 (b _f /t) ≤ 60 Passa	λ _{xx} ≤ 200.0 λ _{yy} ≤ 200.0 Passa	η = 0.8	η = 7.6	x: 2.03 4 m η = 59.5	x: 0 m η = 23.6	x: 0 m η = 1.5	x: 0 m η = 10.0	x: 2.03 4 m η = 35.3	x: 0 m η = 5.6	x: 2.03 4 m η = 75.2	x: 2.03 4 m η = 11.7	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	PASSA η = 75.2

Notação:
b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura
λ: Limitação de esbeltez
N_t: Resistência à tração
N_c: Resistência à compressão
M_x: Resistência à flexão eixo X
M_y: Resistência à flexão eixo Y
V_x: Resistência ao esforço cortante X
V_y: Resistência ao esforço cortante Y
M_xV_y: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
M_yV_x: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
N_cM_xM_y: Resistência à flexo-compressão
N_tM_xM_y: Resistência à flexo-tração



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

M_t : Resistência à torção
 x : Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):
(¹) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{34} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{89.36} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.66} \text{ mm}$$

Elemento: Mesa

Em elementos comprimidos AA, tendo uma borda vinculada à alma ou mesa e a outra ao enrijecedor de borda simples, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 60.

$$(b/t) \leq 60$$

$$(b/t) : \underline{15} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{39.36} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.66} \text{ mm}$$

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{61.9} \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \underline{65.8} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{2.441} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{1.221} \text{ m}$$

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{3.95} \text{ cm}$$

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{1.85} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

$N_{t,Sd}$: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{t,Sd} : \underline{1.04} \text{ kN}$$

A força normal de tração resistente de cálculo $N_{t,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_t / \gamma$$

$$N_{t,Rd} : \underline{136.02} \text{ kN}$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

A: 5.75 cm²

f_y: Tensão de escoamento.

f_y: 260.00 MPa

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

γ: 1.1

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η: 0.076 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

N_{c,Ed}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

N_{c,Ed}: 6.59 kN

A resistência de cálculo à compressão **N_{c,Rd}** é dada pelo menor dos valores obtidos segundo os seguintes itens:

N_{c,Rd}: 86.69 kN

a) Início de ruptura da seção efetiva e flambagem global (9.7.2)

$$N_{o,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_y / \gamma$$

N_{c,Rd}: 86.69 kN

Onde:

A_{ef}: Área efetiva da seção transversal da barra.

A_{ef}: 5.08 cm²

χ: Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{0,2}$$

χ_{yy}: 0.79

χ_{xz}: 0.81

Sendo:

λ₀: Índice de esbeltez reduzido para barras

λ_{0,yy}: 0.76

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[\frac{Af_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

$$\lambda_0, xz : \underline{0.71}$$

Sendo:

N_e: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A: Área bruta da seção transversal da barra.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\mathbf{A} : \underline{5.75} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f}_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.2}$$

A força normal de flambagem elástica **N_e** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

$$\mathbf{N_e} : \underline{262.00} \text{ kN}$$

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_y = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \underline{262.00} \text{ kN}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ex}N_{ez} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right]$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \underline{296.89} \text{ kN}$$

Onde:

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \underline{296.89} \text{ kN}$$

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

$$\mathbf{N_{ez}} : \underline{\infty}$$

I_x: Momento de inércia da seção bruta em

$$\mathbf{I_x} : \underline{89.63} \text{ cm}^4$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

relação ao eixo X.

I_y: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_t: Momento de inércia à torção uniforme.

C_w: Constante de empenamento da seção.

E: Módulo de elasticidade.

G: Módulo de elasticidade transversal.

K_xL_x: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

K_yL_y: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

K_zL_z: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

r_o: Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_y : \underline{19.77} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \underline{0.14} \text{ cm}^4$$

$$C_w : \underline{447.61} \text{ cm}^6$$

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

$$G : \underline{76923} \text{ MPa}$$

$$K_x L_x : \underline{2.441} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \underline{1.221} \text{ m}$$

$$K_z L_z : \underline{0.000} \text{ m}$$

$$r_o = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_o^2 + y_o^2 \right]^{0.5}$$

$$r_o : \underline{5.98} \text{ cm}$$

Sendo:

r_x, r_y: Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

x_o, y_o: Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \underline{3.95} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{1.85} \text{ cm}$$

$$x_o : \underline{-40.96} \text{ mm}$$

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

b) Flambagem por distorção (9.7.3)

Não é necessário, dado que os comprimentos efetivos de flambagem por distorção são nulos.

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.595} \checkmark$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

O momento fletor solicitante de cálculo desfavorável M_{Sd} M_{Sd} : 2.41 kN·m produz-se num ponto situado a uma distância de 2.034 m do nó N28, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor calculado em a), b) y c): M_{Rd} : 4.06 kN·m

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma$$

$$M_{Rd}: \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef}: \underline{17.16} \text{ cm}^3$$

$$f_y: \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma: \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção $K_t L_t$ e os comprimentos efetivos de flambagem lateral $K_y L_y^{pos}$ e $K_y L_y^{neg}$ são nulos.

c) Flambagem por distorção (9.8.2.3)

Não é necessário, dado que os comprimentos efetivos de flambagem por distorção são nulos.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.236 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo M_{Sd} é obtido para o nó N28, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

M_{Sd} : 0.33 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como:

M_{Rd} : 1.42 kN·m

$$M_{Rd} = W_{ef} \cdot f_y / \gamma$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

W_{ef} : 5.99 cm³

f_y : 260.00 MPa

γ : 1.1

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.015 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se no nó N28, para a

V_{Sd} : 0.45 kN

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

combinação de hipóteses
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

A seção é composta por duas almas iguais.
Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é
V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}.

$$: \quad \mathbf{V_{Sd}} \quad \underline{0.23} \quad \text{kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma
V_{Rd} deve ser calculada por:

$$: \quad \mathbf{(1)V_{Rd}} \quad \underline{14.85} \quad \text{kN}$$

para $^{(1)} h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_y h t / \gamma$

$$\mathbf{1.08(EK_v/f_y)} : \\ \mathbf{0.5} \quad \underline{32.81}$$

par
a $^{(2)} 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$

$$: \quad \mathbf{h/t} \quad \underline{14.80}$$

para $^{(3)} h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$

$$\mathbf{1.4(EK_v/f_y)} : \\ \mathbf{0.5} \quad \underline{42.54}$$

Onde:

t: Espessura da alma.

$$: \quad \mathbf{t} \quad \underline{2.66} \quad \text{m}$$

h: Largura da alma.

$$: \quad \mathbf{h} \quad \underline{39.36} \quad \text{m}$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$: \quad \mathbf{f_y} \quad \underline{260.0} \quad \text{MPa}$$

E: Módulo de elasticidade.

$$: \quad \mathbf{E} \quad \underline{20000} \quad \text{MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$: \quad \mathbf{\gamma} \quad \underline{1.1}$$

K_v: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$: \quad \mathbf{K_v} \quad \underline{1.20}$$

$$k_v = 1.20$$

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta = \underline{0.100} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se no nó N28, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$V_{Sd} = \underline{3.38} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} = \underline{33.71} \text{ kN}$$

para $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_vht/\gamma$

$$\frac{1.08(EK_v/f_v)^{0.5}}{0.5} = \underline{66.98}$$

para $^{(2)}1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_v E$

$$h/t = \underline{33.59}$$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$

$$\frac{1.4(EK_v/f_v)^{0.5}}{5} = \underline{86.82}$$

Onde:

t: Espessura da alma.	:	m
	t	<u>2.66</u> m
h: Largura da alma.	:	m
	h	<u>89.36</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	:	MP
	f_y	<u>260.0</u> MP
E: Módulo de elasticidade.	:	a
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:	
	E	<u>20000</u> MP
	E	<u>0</u> a
K_v: Coeficiente de flambagem local por	:	
	γ	<u>1.1</u>
	K_v	<u>5.00</u>

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$k_v = 5.00$$

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis M_{Sd} e V_{Sd} produzem-se num ponto situado a uma distância 2.034 m do nó N28, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.353} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \underline{2.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \underline{0.11} \text{ kN}$$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \underline{33.71} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis M_{Sd} e V_{Sd} são obtidos no nó N28, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.056} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{0,Rd}: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{1.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd}: Força cortante solicitante de cálculo.

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.45} \text{ kN}$$

V_{Rd}: Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{29.70} \text{ kN}$$

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se num ponto situado a uma distância 2.034 m do nó N28, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.752} \checkmark$$

Onde:

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N}_{c,Sd} : \underline{6.59} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \underline{2.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{c,Rd}: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \underline{86.69} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{M}_{x,Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Rd} : \underline{1.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se num ponto situado a uma distância de 2.034 m do nó N28, para a combinação de hipóteses PP+CP1+CP2+1.4·V1.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

η : **0.117** ✓

Onde:

N_{t,Sd}: Força normal de tração solicitante de cálculo.

N_{t,Sd}: 1.04 kN

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

M_{x,Sd}: 0.40 kN·m

M_{y,Sd}: 0.02 kN·m

N_{Rd}: Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

N_{Rd}: 136.02 kN

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

M_{x,Rd}: 4.06 kN·m

M_{y,Rd}: 1.42 kN·m

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

5 Cobertura B

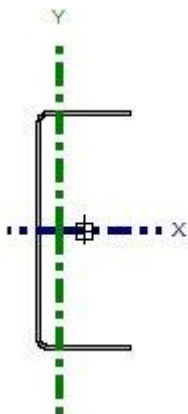
Banzos:

Perfil: U100X40X2.66
Material: Aço (CF-26)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA

Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)
N230	N217	0.605	4.55	66.90	6.77	0.11	-9.92	0.00
<i>Notas:</i> (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
		Flambagem		Flambagem lateral				
		Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.			
β		1.00	2.00	0.00	0.00			
L _K		0.605	1.210	0.000	0.000			
C _m		-	-	1.000	1.000			
C _b		-		1.000				
<i>Notação:</i> β: Coeficiente de flambagem L _K : Comprimento de flambagem (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Fator de modificação para o momento crítico								



Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)												Estado	
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x /V _y	M _y /V _x	N _c /M _x /M _y	N _t M _x /M _y		M _t
N230/ N217	(b _w /t) ≤ 90 Passa	λ _{xx} ≤ 200.0 λ _{yy} ≤ 200.0 Passa	x: 0.60 η = 0.2	x: 0 η = 0.3	M _{Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	x: 0.60 η = 20.7	x: 0 η = 1.1	η = 0.1	N.A. ⁽²⁾	x: 0.60 η = 4.3	N.A. ⁽³⁾	x: 0.60 η = 22.0	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽⁴⁾	PASSA η = 22.0

Notação:
 b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura
 λ: Limitação de esbeltez
 N_t: Resistência à tração
 N_c: Resistência à compressão
 M_x: Resistência à flexão eixo X
 M_y: Resistência à flexão eixo Y
 V_x: Resistência ao esforço cortante X
 V_y: Resistência ao esforço cortante Y
 M_xV_y: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
 M_yV_x: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
 N_cM_xM_y: Resistência à flexo-compressão



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$N_t M_x M_y$: Resistência à flexo-tração
 M_t : Resistência à torção
 x : Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

(1) A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

(2) Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

(3) Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

(4) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

$$(b/t) \leq 90$$

$$(b/t) : \underline{34} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{89.36} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.66} \text{ mm}$$

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{31.6} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{49.6} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por

$$K_x L_x : \underline{1.210} \text{ m}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

flexão em relação ao eixo X.

K_yL_y: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y: \underline{0.605} \text{ m}$$

r_x: Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x: \underline{3.83} \text{ cm}$$

r_y: Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y: \underline{1.22} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta: \underline{0.002} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N217, para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

N_{t,Sd}: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{t,Sd}: \underline{0.20} \text{ kN}$$

A força normal de tração resistente de cálculo **N_{t,Rd}** deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

$$N_{t,Rd}: \underline{107.62} \text{ kN}$$

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$A: \underline{4.55} \text{ cm}^2$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$f_y: \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma: \underline{1.1}$$

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N230, para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

N_{c,Ed}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.24} \text{ kN}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo **N_{c,Rd}** deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{85.28} \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef}: Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{4.51} \text{ cm}^2$$

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{\lambda_0^2}$$

$$\chi_{yy} : \underline{0.87}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.95}$$

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.57}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{0.36}$$

$$\lambda_0 = \left[\frac{Af_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

Sendo:

N_e: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{4.55} \text{ cm}^2$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

f_y : Tensão de escoamento.
 γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

f_y : 260.00 MPa
 γ : 1.2

A força normal de flambagem elástica N_e é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

N_e : 364.89 kN

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

N_{ey} : 364.89 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ox} + N_{oz}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 N_{ox} N_{oz} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ox} + N_{oz})^2}} \right]$$

N_{exz} : 901.65 kN

Onde:

$$N_{ox} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

N_{ox} : 901.65 kN

$$N_{oz} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

N_{oz} : ∞

I_x : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x : 66.90 cm⁴

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y : 6.77 cm⁴

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

I_t : 0.11 cm⁴

C_w : Constante de empenamento da seção.

C_w : 108.99 cm⁶

E : Módulo de elasticidade.

E : 200000 MPa

G : Módulo de elasticidade transversal.

G : 76923 MPa

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x L_x$: 1.210 m

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_y L_y$: 0.605 m

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$K_z L_z$: 0.000 m

r_o : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_o = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_o^2 + y_o^2 \right]^{0.5}$$

r_o : 4.62 cm

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

r_x : 3.83 cm

r_y : 1.22 cm

x_o, y_o : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

x_o : -22.75 mm

y_o : 0.00 mm

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.207 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo **M_{Sd}** é obtido para o nó N217, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

M_{Sd} : 0.11 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo **M_{Rd}** deve ser tomado como:

M_{Rd} : 0.53 kN·m

$$M_{Rd} = W_{pl,y} f_y / \gamma$$

Onde:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

W_{ef}: Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

W_{ef}: 2.26 cm³

f_y: 260.00 MPa

γ : 1.1

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sc}}{V_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.011 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{Sd}** produz-se no nó N230, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

V_{Sd} : 0.28 kN

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é **V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}**.

V_{Sd} : 0.14 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por:

⁽¹⁾**V_{Rd}** : 13.08 kN

para ⁽¹⁾ $h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_y h t / \gamma$

1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : 32.81

par
a ⁽²⁾ $1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$

h/t : 13.04

para ⁽³⁾ $h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$

1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : 42.54



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Onde:

t : Espessura da alma.	:	m
	t	<u>2.66</u> m
h : Largura da alma.	:	m
	h	<u>34.68</u> m
f_y : Tensão de escoamento.	:	MP
	f_y	<u>260.0</u> MP
E : Módulo de elasticidade.	:	a
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:	MP
	E	<u>20000</u> MP
K_v : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por: $k_v = 1.20$:	a
	K_v	<u>1.1</u>
	:	
	K_v	<u>1.20</u>

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

:
 η 0.001 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{sd}** produz-se para a combinação de hipóteses
PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

:
V_{sd} 0.04 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por:

:
⁽¹⁾V_{Rd} 33.71 kN

para $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$ **1.08(EK_v/f_y)^{0.5}** 66.98

par
a $^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$ **PROAD**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$h/t : \underline{33.59}$$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$

$$1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} : \underline{86.82}$$

Onde:

t: Espessura da alma.	t : <u>2.66</u> m
h: Largura da alma.	h : <u>89.36</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	f_y : <u>260.0</u> MPa
E: Módulo de elasticidade.	E : <u>0</u> MPa
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	γ : <u>1.1</u>
K_v: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$	K_v : <u>5.00</u>

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
 (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
 (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M_{sd}** e **V_{sd}** são obtidos no nó N217, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.043} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{0,Rd}: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd}: Força cortante solicitante de cálculo.

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.26} \text{ kN}$$

V_{Rd}: Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{26.17} \text{ kN}$$

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços desfavoráveis de cálculo são obtidos no nó N217, para a combinação 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.220} \checkmark$$

Onde:

N_{t,Sd}: Força normal de tração solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N}_{t,Sd} : \underline{0.20} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, **M_{y,Sd}**: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

N_{Rd} : Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

$$N_{Rd} : \underline{107.62} \text{ kN}$$

$M_{x,Rd}, M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{3.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Diagonais:

Perfil: U75X40X2.28 Material: Aço (CF-26)										
Nós	Comprimen to (m)		Características mecânicas							
	Inicia l	Final	Área (cm ²)	$I_x^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	$x_g^{(3)}$ (mm)	$y_g^{(3)}$ (mm)		
N236	N25	0.508	3.36	29.80	5.38	0.06	-8.60	0.00		
<i>Notas:</i> (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade										
	Flambagem		Flambagem lateral							
			Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
	β	1.00	1.00	0.00	0.00					
	L_k	0.508	0.508	0.000	0.000					
	C_m	-	-	1.000	1.000					
	C_b	-		1.000						
<i>Notação:</i> β : Coeficiente de flambagem L_k : Comprimento de flambagem (m) C_m : Coeficiente de momentos C_b : Fator de modificação para o momento crítico										

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Esta do
	b/t	λ	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	M_x V_y	M_y V_x	N_c M_x M_y	N_t M_x M_y	M_t	



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA

N236/ N252	(b_w/t) ≤ 90 Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ 0 $\lambda_{yy} \leq 200$ 0 Passa	x: 0.508 m $\eta = 32.0$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. ⁽¹⁾	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	N.A. ⁽⁴⁾	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. ⁽⁵⁾	PAS SA $\eta = 32.0$
---------------	---------------------------	---	-----------------------------	------------------------	--	--	------------------------	--------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--	--

Notação:

b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura

λ : Limitação de esbeltez

N_t : Resistência à tração

N_c : Resistência à compressão

M_x : Resistência à flexão eixo X

M_y : Resistência à flexão eixo Y

V_x : Resistência ao esforço cortante X

V_y : Resistência ao esforço cortante Y

$M_x V_y$: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados

$M_y V_x$: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados

$N_c M_x M_y$: Resistência à flexo-compressão

$N_t M_x M_y$: Resistência à flexo-tração

M_t : Resistência à torção

x: Distância à origem da barra

η : Coeficiente de aproveitamento (%)

N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

⁽¹⁾ A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

⁽²⁾ Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

⁽³⁾ Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

⁽⁴⁾ Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

⁽⁵⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijeados sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

$(b/t) \leq 90$

$(b/t) : \underline{29} \checkmark$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

b: 65.88 mm

t: A espessura.

t: 2.28 mm

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{17.1} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{40.2} \checkmark$$

Onde:

K_xL_x: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$\mathbf{K_x L_x} : \underline{0.508} \text{ m}$$

K_yL_y: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$\mathbf{K_y L_y} : \underline{0.508} \text{ m}$$

r_x: Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$\mathbf{r_x} : \underline{2.98} \text{ cm}$$

r_y: Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$\mathbf{r_y} : \underline{1.27} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.320} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N252, para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$\mathbf{N_{t,sd}} : \text{Asforço axial de tração solicitante de cálculo, } \mathbf{N_{t,sd}} : \underline{25.44} \text{ kN}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

desfavorável.

A força normal de tração resistente de cálculo $N_{t,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

$$N_{t,Rd} : \underline{79.45} \text{ kN}$$

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.057} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N236, para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

N_{c,sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,sd} : \underline{3.58} \text{ kN}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo **N_{c,Rd}** deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \gamma A_{cd} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{62.31} \text{ kN}$$

Onde:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A_{ef}: Área efetiva da seção transversal da barra.

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0,658^{\lambda_0^2}$$

Sendo:

$$\mathbf{A_{ef}} : \underline{3.14} \text{ cm}^2$$

$$\chi_{yy} : \underline{0.91}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.98}$$

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[\frac{Af_y}{N_0} \right]^{0.5}$$

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.46}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{0.20}$$

Sendo:

N_e: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A: Área bruta da seção transversal da barra.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\mathbf{A} : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.2}$$

A força normal de flambagem elástica **N_e** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

$$\mathbf{N_e} : \underline{411.34} \text{ kN}$$

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$\mathbf{N_{ey}} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \underline{411.34} \text{ kN}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$\mathbf{N_{exz}} = \frac{N_{ox} + N_{oz}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ox}N_{oz} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ox} + N_{oz})^2}} \right]$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \underline{2276.14} \text{ kN}$$

Onde:

$$\mathbf{N_{ex}} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \underline{2276.14} \text{ kN}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

$N_{ez} :$ ∞

I_x : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

$I_x :$ 29.80 cm⁴

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

$I_y :$ 5.38 cm⁴

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

$I_t :$ 0.06 cm⁴

C_w : Constante de empenamento da seção.

$C_w :$ 47.93 cm⁶

E : Módulo de elasticidade.

$E :$ 200000 MPa

G : Módulo de elasticidade transversal.

$G :$ 76923 MPa

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x L_x :$ 0.508 m

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_y L_y :$ 0.508 m

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$K_z L_z :$ 0.000 m

r_0 : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_0 = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2 \right]^{0.5}$$

$r_0 :$ 4.12 cm

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

$r_x :$ 2.98 cm

x_0, y_0 : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$r_y :$ 1.27 cm

$x_0 :$ -25.43 mm

$y_0 :$ 0.00 mm

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1 \quad \eta \quad \underline{0.006} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se no nó N236, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$V_{Sd} \quad \underline{0.13} \quad \text{kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$.

$$V_{Sd} \quad \underline{0.07} \quad \text{kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} \quad \underline{11.46} \quad \text{kN}$$

para $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_vht/\gamma$ $1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} \quad \underline{32.81}$

para $^{(2)}1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_v E$ $h/t \quad \underline{15.54}$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$ $1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \quad \underline{42.54}$

Onde:

t: Espessura da alma. $\underline{2.28} \quad \text{m}$

h: Largura da alma. $\underline{35.44} \quad \text{m}$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

f_y : Tensão de escoamento.	: 260.0 MP
	f_y <u>0</u> a
	: 20000 MP
E : Módulo de elasticidade.	E <u>0</u> a
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:
	γ <u>1.1</u>
K_v : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por: $k_v = 1.20$:
	K_v <u>1.20</u>

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1 \quad \eta \quad \underline{0.002} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se para a combinação de hipóteses

$$1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1.$$

$$V_{Sd} \quad \underline{0.04} \quad \text{kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} \quad \underline{21.30} \quad \text{kN}$$

para $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_{vt}h/\gamma$ $\frac{1.08(EK_v/f_y)}{0.5} : \underline{66.98}$

par a $^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$ $h/t : \underline{28.89}$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$ $\frac{1.4(EK_v/f_y)^{0.5}}{5} : \underline{86.82}$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Onde:

t : Espessura da alma.	:		m
	t	<u>2.28</u>	m
h : Largura da alma.	:		m
	h	<u>65.88</u>	m
f_y : Tensão de escoamento.	:	<u>260.0</u>	MP
	f_y	<u>0</u>	a
E : Módulo de elasticidade.	:	<u>20000</u>	MP
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:		
	γ	<u>1.1</u>	
K_v : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:	:		
$k_v = 5.00$	K_v	<u>5.00</u>	

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Terças:

Perfil: C100X50X17X2.66										
Material: Aço (CF-26)										
Nós	Comprimen		Características mecânicas							
	Inicia	Final	to (m)	Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)	
N253	N429		1.910	5.75	89.63	19.77	0.14	-7.22	0.00	
<i>Notas:</i> (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade										
	Flambagem			Flambagem lateral						
			Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
	β	0.50		1.00	0.00	0.00				
	L _K	0.955		1.910	0.000	0.000				
	C _m	-		-	1.000	1.000				
	C _b	-		-	1.000					
<i>Notação:</i> β: Coeficiente de flambagem L _K : Comprimento de flambagem (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Fator de modificação para o momento crítico										

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Esta do
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x M _y	N _t M _x M _y	M _t	
N253/ N429	(b _w /t) ≤ 500 (b _r /t) ≤ 60 Passa	λ _{xx} ≤ 200.0 λ _{yy} ≤ 200.0	N _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	η = 1.2	x: 0 m η = 50.8	x: 0 m η = 21.5	x: 0 m η = 1.6	x: 0 m η = 9.2	x: 0 m η = 26.6	x: 0 m η = 4.6	x: 0 m η = 73.5	N.A. ⁽²⁾	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽³⁾	PAS SA η = 73.5



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

ultrapassar o valor 60.

$$(b/t) \leq 60$$

$$(b/t) : \underline{15} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{39.36} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.66} \text{ mm}$$

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{48.4} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{51.5} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{1.910} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{0.955} \text{ m}$$

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{3.95} \text{ cm}$$

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{1.85} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$\eta = \frac{N_{c,sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.012} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações

$$1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1.$$

$N_{c,sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,sd} : \underline{1.22} \text{ kN}$$

A resistência de cálculo à compressão $N_{c,Rd}$ é dada pelo menor dos valores obtidos segundo os seguintes itens:

$$N_{c,Rd} : \underline{99.06} \text{ kN}$$

a) Início de ruptura da seção efetiva e flambagem global (9.7.2)

$$N_{o,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{99.06} \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{5.29} \text{ cm}^2$$

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{\lambda_0^2}$$

$$\chi_{yy} : \underline{0.86}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.88}$$

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.59}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{0.56}$$

$$\lambda_0 = \left[\frac{Af_y}{N_o} \right]^{0.5}$$

Sendo:

N_e : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A : Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{5.75} \text{ cm}^2$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

f_y : Tensão de escoamento.

f_y : 260.00 MPa

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.2

A força normal de flambagem elástica **N_e** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

N_e : 428.04 kN

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

N_{ey} : 428.04 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ox} + N_{oz}}{2 \left[1 - (x_o/r_o)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 N_{ox} N_{oz} \left[1 - (x_o/r_o)^2 \right]}{(N_{ox} + N_{oz})^2}} \right]$$

N_{exz} : 485.05 kN

Onde:

$$N_{ox} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

N_{ox} : 485.05 kN

$$N_{oz} = \frac{1}{r_o^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

N_{oz} : ∞

I_x : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x : 89.63 cm⁴

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y : 19.77 cm⁴

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

I_t : 0.14 cm⁴

C_w : Constante de empenamento da seção.

C_w : 447.61 cm⁶

E: Módulo de elasticidade.

E: 200000 MPa

G: Módulo de elasticidade transversal.

G: 76923 MPa

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x L_x$: 1.910 m

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_y L_y$: 0.955 m



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$K_z L_z$: 0.000 m

r_o : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_o = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_o^2 + y_o^2 \right]^{0.5}$$

r_o : 5.98 cm

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

r_x : 3.95 cm

r_y : 1.85 cm

x_o, y_o : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

x_o : -40.96 mm

y_o : 0.00 mm

b) Flambagem por distorção (9.7.3)

Não é necessário, dado que os comprimentos efetivos de flambagem por distorção são nulos.

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.508 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo **M_{sd}** é obtido para o nó N253, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

M_{sd} : 2.06 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo **M_{Rd}** deve ser tomado como o menor valor calculado em a), b) y c):

M_{Rd} : 4.06 kN·m

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma$$

$$M_{Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_{ef}: Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{17.16} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção $K_t L_t$ e os comprimentos efetivos de flambagem lateral $K_y L_y^{\text{pos}}$ e $K_y L_y^{\text{neg}}$ são nulos.

c) Flambagem por distorção (9.8.2.3)

Não é necessário, dado que os comprimentos efetivos de flambagem por distorção são nulos.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.215} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo M_{sd} é obtido para o nó N253, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$M_{sd} : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como:

M_{Rd} : 1.42 kN·m

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

W_{ef} : 5.99 cm³

f_y : 260.00 MPa

γ : 1.1

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.016 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se no nó N253, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

V_{Sd} : 0.46 kN

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$.

V_{Sd} : 0.23 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$(1)V_{Rd}$: 14.85 kN

para $h/t \leq 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6 f_{vt} / \gamma$

$1.08 (E k_v / f_y)^{0.5}$: 32.81



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

par
a $1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_v E$:
h/t 14.80

para $h/t > 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$ **1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} :**
5 42.54

Onde:

t: Espessura da alma.	: m t <u>2.66</u> m
h: Largura da alma.	: m h <u>39.36</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	: MPa f_y <u>260.0</u> MPa
E: Módulo de elasticidade.	: MPa E <u>20000</u> MPa
γ: Coeficiente de ponderação das resistências.	: γ <u>1.1</u>
K_v: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por: $k_v = 1.20$: K_v <u>1.20</u>

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$:
η 0.092 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{Sd}** produz-se no nó N253, para a combinação de hipóteses **V_{Sd}** 3.10 kN
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por: : $(1)V_{Rd}$ 33.71 kN

para $(1) h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$ **1.08(EK_v/f_y)^{0.5} :**
66.98

para $(2) 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$: **h/t** 33.59

para $(3) h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h] / \gamma$ **1.4(EK_v/f_y)^{0.5} :**
86.82

Onde:

t: Espessura da alma.	: <u>2.66</u> m
h: Largura da alma.	: <u>89.36</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	: <u>260.0</u> MP
E: Módulo de elasticidade.	: <u>0</u> a
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	: <u>20000</u> MP
K_v: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$: <u>0</u> a
	: <u>1.1</u>
	: <u>5.00</u>

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M_{Sd}** e **V_{Sd}** são obtidos no nó N253, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.266} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{2.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{0,Rd}: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd}: Força cortante solicitante de cálculo.

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{3.10} \text{ kN}$$

V_{Rd}: Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{33.71} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M_{Sd}** e **V_{Sd}** são obtidos no nó N253, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.046} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{0,Rd}: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{1.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd}: Força cortante solicitante de cálculo.

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.46} \text{ kN}$$

V_{Rd}: Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{29.70} \text{ kN}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N253, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.735} \checkmark$$

Onde:

$N_{c,Sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{1.22} \text{ kN}$$

$M_{x,Sd}$, $M_{y,Sd}$: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \underline{2.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$N_{c,Rd}$: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$N_{c,Rd} : \underline{99.06} \text{ kN}$$

$M_{x,Rd}$, $M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{1.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

6 Cobertura C

Banzos:

Perfil: U75X40X2.28



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Material: Aço (CF-26)

	Nós		Comprimen to (m)	Características mecânicas						
	Inicia l	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)	
	N388	N387	0.338	3.36	29.80	5.38	0.06	-8.60	0.00	
	<i>Notas:</i> (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade									
		Flambagem			Flambagem lateral					
		Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.					
	β	1.00	2.00	0.00	0.00					
	L _K	0.338	0.675	0.000	0.000					
	C _m	-	-	1.000	1.000					
C _b	-		1.000							
<i>Notação:</i> β: Coeficiente de flambagem L _K : Comprimento de flambagem (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Fator de modificação para o momento crítico										

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Esta do
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x M _y	N _t M _x M _y	M _t	
N388/ N387	(b _w /t) ≤ 90 Pass a	λ _{xx} ≤ 200.0 λ _{yy} ≤ 200.0 Pass a	η = 1.1	η = 7.6	x: 0.33 8 m η = 70.6	M _{Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	x: 0.33 8 m η = 0.1	η = 11.1	x: 0.33 8 m η = 51.0	N.A. ⁽²⁾	x: 0.33 8 m η = 83.2	x: 0.33 8 m η = 13.7	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽³⁾	PA SS A η = 83.2

Notação:
 b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura
 λ: Limitação de esbeltez
 N_t: Resistência à tração
 N_c: Resistência à compressão
 M_x: Resistência à flexão eixo X
 M_y: Resistência à flexão eixo Y
 V_x: Resistência ao esforço cortante X
 V_y: Resistência ao esforço cortante Y
 M_xV_y: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
 M_yV_x: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
 N_cM_xM_y: Resistência à flexo-compressão

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$N_t M_x M_y$: Resistência à flexo-tração
 M_t : Resistência à torção
 x : Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

(1) A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

(2) Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação.

Assim a verificação não será executada.

(3) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijecidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

$$(b/t) \leq 90$$

$$(b/t) : \underline{29} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{65.88} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.28} \text{ mm}$$

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{22.7} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{26.7} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{0.675} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por

$$K_y L_y : \underline{0.338} \text{ m}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

flexão em relação ao eixo Y.

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

r_x : 2.98 cm

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

r_y : 1.27 cm

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.011 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

$N_{t,Sd}$: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$N_{t,Sd}$: 0.84 kN

A força normal de tração resistente de cálculo $N_{t,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

$N_{t,Rd}$: 79.45 kN

Onde:

A : Área bruta da seção transversal da barra.

A : 3.36 cm²

f_y : Tensão de escoamento.

f_y : 260.00 MPa

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.1

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$\eta = \frac{N_{c,sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações
 $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$N_{c,sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,sd} : \underline{4.95} \text{ kN}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo $N_{c,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{65.01} \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{3.12} \text{ cm}^2$$

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{2-\lambda_0^2}$$

$$\chi_{yy} : \underline{0.96}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.97}$$

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.31}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{0.26}$$

$$\lambda_0 = \left[\frac{A f_y}{N_0} \right]^{-0.5}$$

Sendo:

N_e : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A : Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.2}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A força normal de flambagem elástica N_e é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

N_e : 933.18 kN

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_y = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

N_{ey} : 933.18 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ox} + N_{oz}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ox}N_{oz} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ox} + N_{oz})^2}} \right]$$

N_{exz} : 1290.92 kN

Onde:

$$N_{ox} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

N_{ex} : 1290.92 kN

$$N_{oz} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

N_{ez} : ∞

I_x : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x : 29.80 cm⁴

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y : 5.38 cm⁴

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

I_t : 0.06 cm⁴

C_w : Constante de empenamento da seção.

C_w : 47.93 cm⁶

E : Módulo de elasticidade.

E : 200000 MPa

G : Módulo de elasticidade transversal.

G : 76923 MPa

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x L_x$: 0.675 m

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_y L_y$: 0.338 m

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$K_z L_z$: 0.000 m



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

r_o : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_o = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_o^2 + y_o^2 \right]^{0.5}$$

r_o : 4.12 cm

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

r_x : 2.98 cm

r_y : 1.27 cm

x_o, y_o : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

x_o : -25.43 mm

y_o : 0.00 mm

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.706 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo **M_{sd}** é obtido para o nó N387, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

M_{sd} : 1.20 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo **M_{Rd}** deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

M_{Rd} : 1.70 kN·m

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

$$M_{Rd} = W_{ef} \cdot f_y / \gamma$$

M_{Rd} : 1.70 kN·m

Onde:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

W_{ef}: Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \underline{7.19} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \underline{260.00} \text{ MPa} \\ \gamma &: \underline{1.1} \end{aligned}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção **K_tL_t** e os comprimentos efetivos de flambagem lateral **K_yL_y^{pos}** e **K_yL_y^{neg}** são nulos.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{Sd}** produz-se no nó N387, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$V_{Sd} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é **V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}**.

$$V_{Sd} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

:
 $(1)V_{Rd} = 11.46 \text{ kN}$

para $(1) h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_y h t / \gamma$

$1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} : 32.81$

para $(2) 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$

$h/t : 15.54$

para $(3) h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$

$1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} : 42.54$

Onde:

t: Espessura da alma.	t $\frac{2.28}{m}$
h: Largura da alma.	h $\frac{35.44}{m}$
f_y: Tensão de escoamento.	f_y $\frac{260.0}{MP}$
E: Módulo de elasticidade.	E $\frac{0}{a}$
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	γ $\frac{20000}{MP}$
K_v: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por: $k_v = 1.20$	K_v $\frac{0}{a}$
	γ $\frac{1.1}{}$
	K_v $\frac{1.20}{}$

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$

:
 $\eta = 0.111 \checkmark$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{sd} produz-se para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$. V_{sd} 2.36 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por: $(1)V_{Rd}$ 21.30 kN

para $(1) h/t \leq 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6 f_y h t / \gamma$ $1.08 (E k_v / f_y)^{0.5}$ 66.98

para $(2) 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65 t^2 (k_v f_y E)$ h/t 28.89

para $(3) h/t > 1.4 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905 E k_v t^3 / h] / \gamma$ $1.4 (E k_v / f_y)^{0.5}$ 86.82

Onde:

t: Espessura da alma.	t <u>2.28</u> m
h: Largura da alma.	h <u>65.88</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	f_y <u>260.0</u> MPa
E: Módulo de elasticidade.	E <u>0</u> MPa
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	γ <u>1.1</u>
K_v: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$	K_v <u>5.00</u>

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Os esforços de cálculo desfavoráveis M_{Sd} e V_{Sd} são obtidos no nó N387, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.510} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \underline{1.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \underline{1.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \underline{2.36} \text{ kN}$$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \underline{21.30} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N387, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.832} \checkmark$$

Onde:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N}_{c,Sd} : \underline{4.95} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \underline{1.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{c,Rd}: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \underline{65.01} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{M}_{x,Rd} : \underline{1.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Rd} : \underline{0.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços desfavoráveis de cálculo são obtidos no nó N387, para a combinação PP+CP1+CP2+1.4·V1.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.137} \checkmark$$

Onde:

N_{t,Sd}: Força normal de tração solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N}_{t,Sd} : \underline{0.84} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}: Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

$$\mathbf{N}_{Rd} : \underline{79.45} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{M}_{x,Rd} : \underline{1.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Rd} : \underline{0.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA

Diagonais:

Perfil: U50X25X2.28 Material: Aço (CF-26)									
Nós	Comprimen- to (m)		Características mecânicas						
	Inicia I	Final	Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)	
N388	N391	0.392	2.11	7.85	1.26	0.04	5.18	0.00	
<i>Notas:</i> (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade									
	Flambagem			Flambagem lateral					
			Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.		Aba inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		0.00		
	L _K	0.392	0.392	0.000		0.000			
	C _m	-	-	1.000		1.000			
	C _b	-			1.000				
<i>Notação:</i> β: Coeficiente de flambagem L _K : Comprimento de flambagem (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Fator de modificação para o momento crítico									

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Esta do
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x M _y	N _t M _x M _y	M _t	
N388/ N391	(b _w /t) ≤ 90 Passa	λ _{xx} ≤ 200. 0 λ _{yy} ≤ 200. 0 Passa	x: 0.39 2 m η = 1.8	x: 0 m η = 13.7	x: 0.39 2 m η = 68.0	M _{Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.1	η = 6.7	x: 0.39 2 m η = 46.6	N.A. ⁽²⁾	x: 0.39 2 m η = 85.0	N.A. ⁽³⁾	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽⁴⁾	PAS SA η = 85. 0
<i>Notação:</i> b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura λ: Limitação de esbeltez N _t : Resistência à tração N _c : Resistência à compressão M _x : Resistência à flexão eixo X														

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
 Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

M_y : Resistência à flexão eixo Y
 V_x : Resistência ao esforço cortante X
 V_y : Resistência ao esforço cortante Y
 $M_x V_y$: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
 $M_y V_x$: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
 $N_c M_x M_y$: Resistência à flexo-compressão
 $N_t M_x M_y$: Resistência à flexo-tração
 M_t : Resistência à torção
 x : Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

(1) A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

(2) Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação.

Assim a verificação não será executada.

(3) Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

(4) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

$$(b/t) \leq 90$$

$$(b/t) : \underline{18} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{40.88} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.28} \text{ mm}$$

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{20.3} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{50.7} \checkmark$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{0.392} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{0.392} \text{ m}$$

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{1.93} \text{ cm}$$

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{0.77} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.018} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N391, para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

$N_{t,Sd}$: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{t,Sd} : \underline{0.91} \text{ kN}$$

A força normal de tração resistente de cálculo **$N_{t,Rd}$** deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

$$N_{t,Rd} : \underline{49.81} \text{ kN}$$

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{2.11} \text{ cm}^2$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.1

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.137 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N388, para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$N_{c,Ed}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$N_{c,Ed}$: 5.45 kN

A força normal de compressão resistente de cálculo $N_{c,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$N_{c,Rd}$: 39.62 kN

Onde:

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

A_{ef} : 2.11 cm²

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0,658^{\lambda_0^2}$$

χ_{yy} : 0.87

χ_{xz} : 0.98

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$\lambda_{0, yy}$: 0.58

$\lambda_{0, xz}$: 0.23

$$\lambda_0 = \left[\frac{A f_y}{N_c} \right]^{0.5}$$

Sendo:

N_e : Força normal de flambagem

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

elástica da barra, conforme 9.7.2.

A: Área bruta da seção transversal da barra. **A:** 2.11 cm²
f_y: Tensão de escoamento. **f_y:** 260.00 MPa
γ: Coeficiente de ponderação das resistências. **γ:** 1.2

A força normal de flambagem elástica **N_e** é o menor valor entre os obtidos por a) e b): **N_e:** 161.66 kN

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$
 N_{ey}: 161.66 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ox} + N_{oz}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ox}N_{oz} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ox} + N_{oz})^2}} \right]$$
 N_{exz}: 1006.66 kN

Onde:

$$N_{ox} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$
 N_{ex}: 1006.66 kN

$$N_{oz} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$
 N_{ez}: ∞

I_x: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X. **I_x:** 7.85 cm⁴

I_y: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y. **I_y:** 1.26 cm⁴

I_t: Momento de inércia à torção uniforme. **I_t:** 0.04 cm⁴

C_w: Constante de empenamento da seção. **C_w:** 4.68 cm⁶

E: Módulo de elasticidade. **E:** 200000 MPa

G: Módulo de elasticidade transversal. **G:** 76923 MPa



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x L_x$: 0.392 m

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_y L_y$: 0.392 m

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$K_z L_z$: 0.000 m

r_o : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_o = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_o^2 + y_o^2 \right]^{-0.5}$$

r_o : 2.59 cm

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

r_x : 1.93 cm

x_o, y_o : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

r_y : 0.77 cm

x_o : -15.44 mm

y_o : 0.00 mm

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.680 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo M_{Sd} é obtido para o nó N391, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

M_{Sd} : 0.50 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

M_{Rd} : 0.74 kN·m

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma$$

$$M_{Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{3.14} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção $K_t L_t$ e os comprimentos efetivos de flambagem lateral $K_y L_y^{pos}$ e $K_y L_y^{neg}$ são nulos.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se no nó N388, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$V_{Sd} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A seção é composta por duas almas iguais.
Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é
 $V_{sd} = 0.5 V_{sd}$.

$$V_{sd} \quad \underline{0.01 \text{ kN}}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma
 V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} \quad \underline{6.61 \text{ kN}}$$

para $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$

$$\mathbf{1.08(EK_v/f_y)^{0.5}} : \underline{32.81}$$

para $^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$

$$h/t \quad \underline{8.96}$$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$

$$\mathbf{1.4(EK_v/f_y)^{0.5}} : \underline{42.54}$$

Onde:

t: Espessura da alma.

$$t \quad \underline{2.28 \text{ m}}$$

h: Largura da alma.

$$h \quad \underline{20.44 \text{ m}}$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$f_y \quad \underline{260.0 \text{ MP}}$$

E: Módulo de elasticidade.

$$E \quad \underline{20000 \text{ MP}}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma \quad \underline{1.1}$$

K_v: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$K_v \quad \underline{1.20}$$

$$k_v = 1.20$$

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta = \underline{0.067} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se para a combinação de hipóteses
 $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$V_{Sd} = \underline{0.89} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} = \underline{13.22} \text{ kN}$$

para $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_vht/\gamma$

$$\frac{1.08(Ek_v/f_v)^{0.5}}{0.5} = \underline{66.98}$$

para $^{(2)}1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_v E$

$$h/t = \underline{17.93}$$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$

$$\frac{1.4(Ek_v/f_v)^{0.5}}{5} = \underline{86.82}$$

Onde:

t : Espessura da alma.	$t = \underline{2.28} \text{ m}$
h : Largura da alma.	$h = \underline{40.88} \text{ m}$
f_y : Tensão de escoamento.	$f_y = \underline{260.0} \text{ MPa}$
E : Módulo de elasticidade.	$E = \underline{20000} \text{ MPa}$
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	$\gamma = \underline{1.1}$
K_v : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:	$K_v = \underline{5.00}$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



$$k_v = 5.00$$

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis M_{Sd} e V_{Sd} são obtidos no nó N391, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.466} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \underline{0.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \underline{0.89} \text{ kN}$$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \underline{13.22} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N391, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

η : **0.850** ✓

Onde:

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

N_{c,Sd} : 5.44 kN

M_{x,Sd}, **M_{y,Sd}**: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

M_{x,Sd} : 0.50 kN·m

M_{y,Sd} : 0.01 kN·m

N_{c,Rd}: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

N_{c,Rd} : 39.62 kN

M_{x,Rd}, **M_{y,Rd}**: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

M_{x,Rd} : 0.74 kN·m

M_{y,Rd} : 0.17 kN·m

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Terças:

Perfil: C100X50X17X2.66

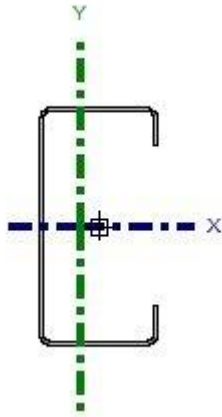
Material: Aço (CF-26)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas					
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)
N391	N412	2.016	5.75	89.63	19.77	0.14	-7.22	0.00
<i>Notas:</i>								
<i>(1) Inércia em relação ao eixo indicado</i>								
<i>(2) Momento de inércia à torção uniforme</i>								
<i>(3) Coordenadas do centro de gravidade</i>								
			Flambagem		Flambagem lateral			
			Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.		
β			0.50	1.00	0.00		0.00	
L _K			1.008	2.016	0.000		0.000	
C _m			-	-	1.000		1.000	
C _b			-		1.000			
<i>Notação:</i>								
<i>β: Coeficiente de flambagem</i>								
<i>L_K: Comprimento de flambagem (m)</i>								
<i>C_m: Coeficiente de momentos</i>								
<i>C_b: Fator de modificação para o momento crítico</i>								

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x M _y	N _t M _x M _y	M _t	
N391/ N412	(b _w /t) ≤ 500 (b _f /t) ≤ 60 Passa	λ _{xx} ≤ 200.0 λ _{yy} ≤ 200.0 Passa	η = 0.9	η = 8.0	x: 2.016 m η = 57.5	M _{Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾	x: 2.016 m η = 0.8	x: 0 m η = 9.7	x: 2.016 m η = 33.0	N.A. ⁽²⁾	x: 2.016 m η = 68.2	x: 2.016 m η = 11.7	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽³⁾	PASSA η = 68.2

Notação:
 b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura
 λ: Limitação de esbeltez
 N_t: Resistência à tração
 N_c: Resistência à compressão
 M_x: Resistência à flexão eixo X
 M_y: Resistência à flexão eixo Y
 V_x: Resistência ao esforço cortante X
 V_y: Resistência ao esforço cortante Y
 M_xV_y: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
 M_yV_x: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
 N_cM_xM_y: Resistência à flexo-compressão
 N_tM_xM_y: Resistência à flexo-tração



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

M_t : Resistência à torção
 x : Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

(1) A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

(2) Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação.

Assim a verificação não será executada.

(3) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t): \underline{34} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

b: 89.36 mm

t: A espessura.

t: 2.66 mm

Elemento: Mesa

Em elementos comprimidos AA, tendo uma borda vinculada à alma ou mesa e a outra ao enrijecedor de borda simples, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 60.

$$(b/t) \leq 60$$

$$(b/t): \underline{15} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

b: 39.36 mm

t: A espessura.

t: 2.66 mm

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{51.1} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{54.4} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{2.016} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{1.008} \text{ m}$$

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{3.95} \text{ cm}$$

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{1.85} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.009} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

$N_{t,Sd}$: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{t,Sd} : \underline{1.28} \text{ kN}$$

A força normal de tração resistente de cálculo **$N_{t,Rd}$** deve ser tomada como:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

$$N_{t,Rd} : \underline{136.02} \text{ kN}$$

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{5.75} \text{ cm}^2$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.080} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{7.71} \text{ kN}$$

A resistência de cálculo à compressão **N_{c,Rd}** é dada pelo menor dos valores obtidos segundo os seguintes itens:

$$N_{c,Rd} : \underline{96.77} \text{ kN}$$

a) Início de ruptura da seção efetiva e flambagem global (9.7.2)

$$N_{o,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{96.77} \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef}: Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{5.26} \text{ cm}^2$$

χ: Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{-\lambda_0^2}$$

$$\chi_{yy} : \underline{0.85}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.87}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[\frac{Af_y}{N_0} \right]^{0.5}$$

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.62}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{0.59}$$

Sendo:

N_e : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A : Área bruta da seção transversal da barra.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$A : \underline{5.75} \text{ cm}^2$$

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.2}$$

A força normal de flambagem elástica **N_e** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

$$N_e : \underline{384.31} \text{ kN}$$

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 EI_y}{(K_y L_y)^2}$$

$$N_{ey} : \underline{384.31} \text{ kN}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ox} + N_{oz}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ox}N_{oz} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ox} + N_{oz})^2}} \right]$$

$$N_{exz} : \underline{435.49} \text{ kN}$$

Onde:

$$N_{ox} = \frac{\pi^2 EI_x}{(K_x L_x)^2}$$

$$N_{ox} : \underline{435.49} \text{ kN}$$

$$N_{oz} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L_z)^2} + GI_t \right]$$

$$N_{oz} : \underline{\infty}$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

I_x : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

$$I_x: \underline{89.63} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

$$I_y: \underline{19.77} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

$$I_t: \underline{0.14} \text{ cm}^4$$

C_w : Constante de empenamento da seção.

$$C_w: \underline{447.61} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidade.

$$E: \underline{200000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidade transversal.

$$G: \underline{76923} \text{ MPa}$$

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x: \underline{2.016} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y: \underline{1.008} \text{ m}$$

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$$K_z L_z: \underline{0.000} \text{ m}$$

r_o : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_o = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_o^2 + y_o^2 \right]^{0.5}$$

$$r_o: \underline{5.98} \text{ cm}$$

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

$$r_x: \underline{3.95} \text{ cm}$$

$$r_y: \underline{1.85} \text{ cm}$$

x_o, y_o : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$x_o: \underline{-40.96} \text{ mm}$$

$$y_o: \underline{0.00} \text{ mm}$$

b) Flambagem por distorção (9.7.3)

Não é necessário, dado que os comprimentos efetivos de flambagem por distorção são nulos.

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta: \underline{0.575} \checkmark$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

O momento fletor desfavorável de cálculo M_{Sd} é obtido para o nó N412, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$M_{Sd} : \underline{2.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor calculado em a), b) y c):

$$M_{Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma$$

$$M_{Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{17.16} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção $K_t L_t$ e os comprimentos efetivos de flambagem lateral $K_y L_y^{pos}$ e $K_y L_y^{neg}$ são nulos.

c) Flambagem por distorção (9.8.2.3)

Não é necessário, dado que os comprimentos efetivos de flambagem por distorção são nulos.



Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta = \underline{0.008} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se no nó N412, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$V_{Sd} = \underline{0.24} \text{ kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$.

$$V_{Sd} = \underline{0.12} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$${}^{(1)}V_{Rd} = \underline{14.85} \text{ kN}$$

para ${}^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_vht/\gamma$

$$1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} = \underline{32.81}$$

para ${}^{(2)}1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_v E)$

$$h/t = \underline{14.80}$$

para ${}^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$

$$1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} = \underline{42.54}$$

Onde:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

t: Espessura da alma.	:	m
	t	<u>2.66</u> m
h: Largura da alma.	:	m
	h	<u>39.36</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	:	MP
	f_y	<u>0</u> a
	:	MP
	E	<u>20000</u> MP
E: Módulo de elasticidade.	:	a
γ: Coeficiente de ponderação das resistências.	:	
	γ	<u>1.1</u>
K_v: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:	:	
k_v = 1.20	K_v	<u>1.20</u>

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{sd}}{V_{Rd}} \leq 1 \qquad \eta \quad \underline{0.097} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{sd}** produz-se no nó N391, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1. **V_{sd}** 3.27 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por: ⁽¹⁾**V_{Rd}** 33.71 kN

para ⁽¹⁾ $h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_y h t / \gamma$ **1.08(EK_v/f_y)^{0.5}** 66.98

par a ⁽²⁾ $1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)$ **h/t** 33.59



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

para $\beta_1 h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$

$1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} : 86.82$

Onde:

t : Espessura da alma.	:	2.66	m
h : Largura da alma.	:	89.36	m
f_y : Tensão de escoamento.	:	260.0	MP
E : Módulo de elasticidade.	:	0	a
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:	20000	MP
K_v : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$:	0	a
	:	1.1	
	:	5.00	

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M_{Sd}** e **V_{Sd}** são obtidos no nó N412, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$\eta : 0.330$ ✓

Onde:

M_{Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo. **M_{Sd}**: 2.33 kN·m



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$M_{o,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$M_{o,Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Sd} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$$V_{Rd} : \underline{33.71} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N412, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.682} \checkmark$$

Onde:

$N_{c,Sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$M_{x,Sd}$, $M_{y,Sd}$: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$N_{c,Rd}$: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$M_{x,Rd}$, $M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$N_{c,Sd} : \underline{7.71} \text{ kN}$$

$$M_{x,Sd} : \underline{2.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{c,Rd} : \underline{96.77} \text{ kN}$$

$$M_{x,Rd} : \underline{4.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{1.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços desfavoráveis de cálculo são obtidos no nó N412, para a combinação PP+CP1+CP2+1.4·V1.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

η : **0.117** ✓

Onde:

N_{t,Sd}: Força normal de tração solicitante de cálculo.

N_{t,Sd}: 1.28 kN

M_{x,Sd}, **M_{y,Sd}**: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

M_{x,Sd}: 0.41 kN·m

M_{y,Sd}: 0.01 kN·m

N_{Rd}: Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

N_{Rd}: 136.02 kN

M_{x,Rd}, **M_{y,Rd}**: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

M_{x,Rd}: 4.06 kN·m

M_{y,Rd}: 1.45 kN·m

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

7 Cobertura D

Banzos:

Perfil: U75X40X2.28									
Material: Aço (CF-26)									
	Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)
	N317	N318	0.573	3.36	29.80	5.38	0.06	-8.60	0.00
<i>Notas:</i> (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade									
Flambagem					Flambagem lateral				

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA

	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.
β	1.00	2.00	0.00	0.00
L_K	0.573	1.146	0.000	0.000
C_m	-	-	1.000	1.000
C_b	-		1.000	

Notação:
 β : Coeficiente de flambagem
 L_K : Comprimento de flambagem (m)
 C_m : Coeficiente de momentos
 C_b : Fator de modificação para o momento crítico

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	λ	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$M_x V_y$	$M_y V_x$	$N_c M_x$ M_y	$N_t M_x$ M_y	M_t	
N317/ N318	$(b_w/t) \leq 90$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ 0 $\lambda_{yy} \leq 200$ 0 Passa	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0.57 3 m $\eta = 63.2$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. ⁽¹⁾	x: 0.57 3 m $\eta = 0.2$	$\eta = 9.0$	x: 0.57 3 m $\eta = 40.7$	N.A. ⁽²⁾	x: 0.57 3 m $\eta = 65.2$	x: 0.57 3 m $\eta = 12.6$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. ⁽³⁾	PASSA $\eta = 65.2$

Notação:

b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura

λ : Limitação de esbeltez

N_t : Resistência à tração

N_c : Resistência à compressão

M_x : Resistência à flexão eixo X

M_y : Resistência à flexão eixo Y

V_x : Resistência ao esforço cortante X

V_y : Resistência ao esforço cortante Y

$M_x V_y$: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados

$M_y V_x$: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados

$N_c M_x M_y$: Resistência à flexo-compressão

$N_t M_x M_y$: Resistência à flexo-tração

M_t : Resistência à torção

x: Distância à origem da barra

η : Coeficiente de aproveitamento (%)

N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

⁽¹⁾ A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

⁽²⁾ Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

⁽³⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
 Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijecidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

$$(b/t) \leq 90$$

$$(b/t) : \underline{29} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{65.88} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.28} \text{ mm}$$

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{38.5} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{45.3} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{1.146} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{0.573} \text{ m}$$

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{2.98} \text{ cm}$$

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{1.27} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta: \underline{0.001} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

N_{t,Sd}: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{N}_{t,Sd}: \underline{0.08} \text{ kN}$$

A força normal de tração resistente de cálculo **N_{t,Rd}** deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

$$\mathbf{N}_{t,Rd}: \underline{79.45} \text{ kN}$$

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$\mathbf{A}: \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$\mathbf{f}_y: \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\mathbf{\gamma}: \underline{1.1}$$

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta: \underline{0.007} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N}_{c,Sd}: \underline{0.42} \text{ kN}$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

A força normal de compressão resistente de cálculo $N_{c,Rd}$ deve ser tomada como:

$$N_{o,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{61.04} \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{3.15} \text{ cm}^2$$

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{\lambda_0^2}$$

$$\chi_{yy} : \underline{0.89}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.92}$$

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.52}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{0.44}$$

$$\lambda_0 = \left[\frac{A f_y}{N_o} \right]^{0.5}$$

Sendo:

N_e : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A : Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{3.36} \text{ cm}^2$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.2}$$

A força normal de flambagem elástica N_e é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

$$N_e : \underline{323.51} \text{ kN}$$

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

$$N_{ey} : \underline{323.51} \text{ kN}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ox} + N_{oz}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ox}N_{oz} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ox} + N_{oz})^2}} \right]$$

N_{exz}: 447.52 kN

Onde:

$$N_{ox} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

N_{ox}: 447.52 kN

$$N_{oz} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

N_{oz}: ∞

I_x: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x: 29.80 cm⁴

I_y: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y: 5.38 cm⁴

I_t: Momento de inércia à torção uniforme.

I_t: 0.06 cm⁴

C_w: Constante de empenamento da seção.

C_w: 47.93 cm⁶

E: Módulo de elasticidade.

E: 200000 MPa

G: Módulo de elasticidade transversal.

G: 76923 MPa

K_xL_x: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

K_xL_x: 1.146 m

K_yL_y: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

K_yL_y: 0.573 m

K_zL_z: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

K_zL_z: 0.000 m

r₀: Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_0 = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2 \right]^{0.5}$$

r₀: 4.12 cm

Sendo:

r_x, r_y: Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

r_x: 2.98 cm

r_y: 1.27 cm

x₀, y₀: Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

x₀: -25.43 mm

y₀: 0.00 mm

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.632 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo M_{sd} é obtido para o nó N318, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

M_{sd} : 1.07 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

M_{Rd} : 1.70 kN·m

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

$$M_{Rd} = W_{ef} \cdot f_y / \gamma$$

M_{Rd} : 1.70 kN·m

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

W_{ef} : 7.19 cm³

f_y : 260.00 MPa

γ : 1.1

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

flambagem lateral por torção $K_t L_t$ e os
comprimentos efetivos de flambagem lateral $K_y L_y^{pos}$
e $K_y L_y^{neg}$ são nulos.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta = \underline{0.002} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo
desfavorável V_{Sd} produz-se no nó N318, para a
combinação de hipóteses
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$V_{Sd} = \underline{0.06} \text{ kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais.
Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é
 $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$.

$$V_{Sd} = \underline{0.03} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma
 V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} = \underline{11.46} \text{ kN}$$

para $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_v h t / \gamma$

$$\frac{1.08(EK_v/f_v)^{0.5}}{0.5} = \underline{32.81}$$

para $^{(2)}1.08(Ek_v/f_v)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_v E$

$$h/t = \underline{15.54}$$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_v)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$

$$\frac{1.4(EK_v/f_v)^{0.5}}{5} = \underline{42.54}$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Onde:

t : Espessura da alma.	:	t <u>2.28</u> m
h : Largura da alma.	:	h <u>35.44</u> m
f_y : Tensão de escoamento.	:	f_y <u>260.0</u> MPa
E : Módulo de elasticidade.	:	E <u>20000</u> MPa
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:	γ <u>1.1</u>
K_v : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por: $k_v = 1.20$:	K_v <u>1.20</u>

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{sd}}{V_{Rd}} \leq 1 \qquad \eta \quad \underline{0.090} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{sd}** produz-se para a combinação de hipóteses
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$V_{sd} \quad \underline{1.91} \quad \text{kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} \quad \underline{21.30} \quad \text{kN}$$

para $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$ $\mathbf{1.08(EK_v/f_y)^{0.5}}$ 66.98

par $^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)$ **PROAD**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$h/t : \underline{28.89}$$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$

$$1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} : \underline{86.82}$$

Onde:

t: Espessura da alma.	t : <u>2.28</u> m
h: Largura da alma.	h : <u>65.88</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	f_y : <u>260.0</u> MPa
E: Módulo de elasticidade.	E : <u>0</u> MPa
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	γ : <u>1.1</u>
K_v: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$	K_v : <u>5.00</u>

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M_{Sd}** e **V_{Sd}** são obtidos no nó N318, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.407} \checkmark$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \underline{1.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \underline{1.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \underline{1.91} \text{ kN}$$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \underline{21.30} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N318, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.652} \checkmark$$

Onde:

$N_{c,Sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.42} \text{ kN}$$

$M_{x,Sd}$, $M_{y,Sd}$: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \underline{1.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$N_{c,Rd}$: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$N_{c,Rd} : \underline{61.04} \text{ kN}$$

$M_{x,Rd}$, $M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{1.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{0.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Os esforços desfavoráveis de cálculo são obtidos no nó N318, para a combinação PP+CP1+CP2+1.4·V1.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.126}$ ✓

Onde:

N_{t,Sd}: Força normal de tração solicitante de cálculo.

N_{t,Sd} : 0.08 kN

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

M_{x,Sd} : 0.21 kN·m

M_{y,Sd} : 0.00 kN·m

N_{Rd}: Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

N_{Rd} : 79.45 kN

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

M_{x,Rd} : 1.70 kN·m

M_{y,Rd} : 0.44 kN·m

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Diagonais:

Perfil: U50X25X2.28									
Material: Aço (CF-26)									
	Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas					
	Inicia	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽³⁾ (mm)	y _g ⁽³⁾ (mm)
	N333	N32	1	0.602	2.11	7.85	1.26	0.04	5.18
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade									
Flambagem					Flambagem lateral				

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA

	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.602	0.602	0.000	0.000
C_m	-	-	1.000	1.000
C_b	-		1.000	

Notação:
 β : Coeficiente de flambagem
 L_K : Comprimento de flambagem (m)
 C_m : Coeficiente de momentos
 C_b : Fator de modificação para o momento crítico

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Esta do
	b/t	λ	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$M_x V_y$	$M_y V_x$	$N_c M_x M_y$	$N_t M_x M_y$	M_t	
N333/ N321	$(b_w/t) \leq 90$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ 0 $\lambda_{yy} \leq 200$ 0 Passa	x: 0.602 m $\eta = 19.7$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 23.4$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 5.5$	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 50.2$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. ⁽⁴⁾	PASSA $\eta = 50.2$

Notação:

b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura

λ : Limitação de esbeltez

N_t : Resistência à tração

N_c : Resistência à compressão

M_x : Resistência à flexão eixo X

M_y : Resistência à flexão eixo Y

V_x : Resistência ao esforço cortante X

V_y : Resistência ao esforço cortante Y

$M_x V_y$: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados

$M_y V_x$: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados

$N_c M_x M_y$: Resistência à flexo-compressão

$N_t M_x M_y$: Resistência à flexo-tração

M_t : Resistência à torção

x: Distância à origem da barra

η : Coeficiente de aproveitamento (%)

N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

⁽¹⁾ A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

⁽²⁾ Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

⁽³⁾ Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

⁽⁴⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
 Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

$$(b/t) \leq 90$$

$$(b/t) : \underline{18} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

$$b : \underline{40.88} \text{ mm}$$

t: A espessura.

$$t : \underline{2.28} \text{ mm}$$

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r \leq 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{31.2} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{77.9} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{0.602} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{0.602} \text{ m}$$

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{1.93} \text{ cm}$$

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{0.77} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.197} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N321, para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

N_{t,Sd}: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{N_{t,Sd}} : \underline{9.83} \text{ kN}$$

A força normal de tração resistente de cálculo **N_{t,Rd}** deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{49.81} \text{ kN}$$

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$\mathbf{A} : \underline{2.11} \text{ cm}^2$$

f_y: Tensão de escoamento.

$$\mathbf{f_y} : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\mathbf{\gamma} : \underline{1.1}$$

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.045} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N333, para a combinação de ações

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

PP+CP1+CP2+1.4·V1.

N_{c,sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

N_{c,sd}: 1.47 kN

A força normal de compressão resistente de cálculo **N_{c,Rd}** deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \gamma A_{ef} f_y / \gamma$$

N_{c,Rd}: 32.68 kN

Onde:

A_{ef}: Área efetiva da seção transversal da barra.

A_{ef}: 2.11 cm²

γ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \gamma = 0.658^{\lambda_0^2}$$

γ_{yy} : 0.72

γ_{xz} : 0.95

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$\lambda_{0, yy}$: 0.89

$\lambda_{0, xz}$: 0.36

$$\lambda_0 = \left[\frac{A f_y}{N_c} \right]^{0.5}$$

Sendo:

N_e: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A: Área bruta da seção transversal da barra.

A: 2.11 cm²

f_y: Tensão de escoamento.

f_y: 260.00 MPa

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.2

A força normal de flambagem elástica **N_e** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

N_e: 68.56 kN

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

N_{ey} : 68.56 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{\text{exz}} = \frac{N_{\text{ox}} + N_{\text{oz}}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{\text{ox}}N_{\text{oz}} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{\text{ox}} + N_{\text{oz}})^2}} \right]$$

N_{exz} : 426.93 kN

Onde:

$$N_{\text{ex}} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

N_{ex} : 426.93 kN

$$N_{\text{ez}} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

N_{ez} : ∞

I_x: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x : 7.85 cm⁴

I_y: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y : 1.26 cm⁴

I_t: Momento de inércia à torção uniforme.

I_t : 0.04 cm⁴

C_w: Constante de empenamento da seção.

C_w : 4.68 cm⁶

E: Módulo de elasticidade.

E : 200000 MPa

G: Módulo de elasticidade transversal.

G : 76923 MPa

K_xL_x: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

K_xL_x : 0.602 m

K_yL_y: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

K_yL_y : 0.602 m

K_zL_z: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

K_zL_z : 0.000 m

r₀: Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_0 = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2 \right]^{-0.5}$$

r₀ : 2.59 cm

Sendo:

r_x, r_y: Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de

r_x : 1.93 cm

r_y : 0.77 cm

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

inércia X e Y, respectivamente.

x₀, y₀: Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

x₀: -15.44 mm

y₀: 0.00 mm

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η: 0.234 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo **M_{Sd}** é obtido para o nó N333, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

M_{Sd}: 0.17 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo **M_{Rd}** deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

M_{Rd}: 0.74 kN·m

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

$$M_{Rd} = W_{ef} f_y / \gamma$$

M_{Rd}: 0.74 kN·m

Onde:

W_{ef}: Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

W_{ef}: 3.14 cm³

f_y: 260.00 MPa

γ : 1.1



b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção $K_t L_t$ e os comprimentos efetivos de flambagem lateral $K_y L_y^{pos}$ e $K_y L_y^{neg}$ são nulos.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w, Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

: η 0.002 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se no nó N333, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

: V_{Sd} 0.03 kN

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$.

: V_{Sd} 0.02 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

: $(1)V_{Rd}$ 6.61 kN

para $(1) h/t \leq 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6 f_{vt} h / \gamma$

$1.08 (E k_v / f_y)^{0.5}$ 32.81

par
a $(2) 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65 t^2 (k_v f_y E)$

h/t : 8.96



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$

$1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} : 42.54$

Onde:

t : Espessura da alma.	:	m
	t	<u>2.28</u> m
h : Largura da alma.	:	m
	h	<u>20.44</u> m
f_y : Tensão de escoamento.	:	MP
	f_y	<u>260.0</u> MP
E : Módulo de elasticidade.	:	a
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:	a
K_v : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por: $k_v = 1.20$:	MP
	E	<u>20000</u> MP
	γ	<u>1.1</u>
	:	
	K_v	<u>1.20</u>

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$

$\eta : 0.006 \checkmark$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{Sd}** produz-se para a combinação de hipóteses
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

V_{Sd} : 0.08 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por:

(1)V_{Rd} : 13.22 kN



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

para $^{(1)} h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_y h t / \gamma$	1.08(EK_v/f_y)^{0.5} :	<u>66.98</u>
par	:	
a $^{(2)} 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$	h/t :	<u>17.93</u>
para $^{(3)} h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$	1.4(EK_v/f_y)^{0.5} :	<u>86.82</u>

Onde:

t: Espessura da alma.	:	<u>2.28</u> m
h: Largura da alma.	:	<u>40.88</u> m
f_y: Tensão de escoamento.	:	<u>260.0</u> MP
E: Módulo de elasticidade.	:	<u>0</u> a
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:	<u>20000</u> MP
K_v: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:	:	<u>0</u> a
$k_v = 5.00$	γ	<u>1.1</u>
	K_v	<u>5.00</u>

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M_{Sd}** e **V_{Sd}** são obtidos no nó N333, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.055} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{0,Rd}: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd}: Força cortante solicitante de cálculo.

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.08} \text{ kN}$$

V_{Rd}: Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{13.22} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços desfavoráveis de cálculo são obtidos no nó N333, para a combinação 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta = \frac{N_{tSd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.502} \checkmark$$

Onde:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$N_{t,Sd}$: Força normal de tração solicitante de cálculo.

$$N_{t,Sd} : \underline{9.83} \text{ kN}$$

$M_{x,Sd}, M_{y,Sd}$: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{Rd} : Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

$$N_{Rd} : \underline{49.81} \text{ kN}$$

$M_{x,Rd}, M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Terças:

Perfil: C75X40X15X2.00									
Material: Aço (CF-26)									
Nós	Comprimen to (m)		Características mecânicas						
	Inicia l	Final	Área (cm ²)	$I_x^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	$x_g^{(3)}$ (mm)	$y_g^{(3)}$ (mm)	
N323	N347	2.764	3.43	30.25	7.87	0.05	-4.98	0.00	
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade									
	Flambagem		Flambagem lateral						
		Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
	β	0.50	1.00	0.00	0.00				
	L_K	1.382	2.764	0.000	0.000				
	C_m	-	-	1.000	1.000				
C_b	-		1.000						
Notação: β : Coeficiente de flambagem L_K : Comprimento de flambagem (m) C_m : Coeficiente de momentos C_b : Fator de modificação para o momento crítico									

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
 REITORIA

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	λ	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	M_xV_y	M_yV_x	N_cM_x M_y	N_tM_x M_y	M_t	
N323/ N347	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ 0 $\lambda_{yy} \leq 200$ 0 Passa	$\eta = 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 1.38 2 m $\eta = 64.6$	x: 0 m $\eta = 15$ 9	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 11$ 5	x: 1.18 5 m $\eta = 39.7$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 1.38 2 m $\eta = 78.2$	x: 1.38 2 m $\eta = 15.1$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 78.2$
<p>Notação: <i>b/t</i>: Valores máximos da relação comprimento-espessura <i>λ</i>: Limitação de esbeltez <i>N_t</i>: Resistência à tração <i>N_c</i>: Resistência à compressão <i>M_x</i>: Resistência à flexão eixo X <i>M_y</i>: Resistência à flexão eixo Y <i>V_x</i>: Resistência ao esforço cortante X <i>V_y</i>: Resistência ao esforço cortante Y <i>M_xV_y</i>: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados <i>M_yV_x</i>: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados <i>$N_cM_xM_y$</i>: Resistência à flexo-compressão <i>$N_tM_xM_y$</i>: Resistência à flexo-tração <i>M_t</i>: Resistência à torção <i>x</i>: Distância à origem da barra <i>η</i>: Coeficiente de aproveitamento (%) <i>N.A.</i>: Não aplicável</p> <p>Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.): ⁽¹⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.</p>														

Valores máximos da relação comprimento-espessura (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$(b/t) \leq 500$

$(b/t) : \underline{34}$ ✓

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

b: 67.00 mm



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

t: A espessura.

t: 2.00 mm

Elemento: Mesa

Em elementos comprimidos AA, tendo uma borda vinculada à alma ou mesa e a outra ao enrijecedor de borda simples, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 60.

$$(b/t) \leq 60$$

$$(b/t): \underline{16} \checkmark$$

Sendo:

b: Comprimento do elemento.

b: 32.00 mm

t: A espessura.

t: 2.00 mm

Limitação de esbeltez (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)

O índice de esbeltez λ das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx}: \underline{93.1} \checkmark$$

$$\lambda_{yy}: \underline{91.3} \checkmark$$

Onde:

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$\mathbf{K_x L_x}: \underline{2.764} \text{ m}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$\mathbf{K_y L_y}: \underline{1.382} \text{ m}$$

r_x : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$\mathbf{r_x}: \underline{2.97} \text{ cm}$$

r_y : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$\mathbf{r_y}: \underline{1.51} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+CP1+CP2+1.4·V1.

N_{t,Ed}: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

N_{t,Ed} : 0.08 kN

A força normal de tração resistente de cálculo **N_{t,Rd}** deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} = A f_y / \gamma$$

N_{t,Rd} : 81.18 kN

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

A : 3.43 cm²

f_y: Tensão de escoamento.

f_y : 260.00 MPa

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.1

Resistência à compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.010 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$N_{c,sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,sd} : \underline{0.41} \text{ kN}$$

A resistência de cálculo à compressão $N_{c,Rd}$ é dada pelo menor dos valores obtidos segundo os seguintes itens:

$$N_{c,Rd} : \underline{40.19} \text{ kN}$$

a) Início de ruptura da seção efetiva e flambagem global (9.7.2)

$$N_{o,Rd} = \chi A_{ef} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{40.19} \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{2.99} \text{ cm}^2$$

χ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0.658^{-\lambda_0^2}$$

$$\chi_{yy} : \underline{0.63}$$

$$\chi_{xz} : \underline{0.62}$$

Sendo:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_{0, yy} : \underline{1.05}$$

$$\lambda_{0, xz} : \underline{1.07}$$

$$\lambda_0 = \left[\frac{A f_y}{N_0} \right]^{-0.5}$$

Sendo:

N_e : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A : Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{3.43} \text{ cm}^2$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{260.00} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.2}$$

A força normal de flambagem elástica N_e é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

$$N_e : \underline{78.16} \text{ kN}$$

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

N_{ey} : 81.31 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

$$N_{exz} = \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2 \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ex}N_{ez} \left[1 - (x_0/r_0)^2 \right]}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right]$$

N_{exz} : 78.16 kN

Onde:

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

N_{ex} : 78.16 kN

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + G I_t \right]$$

N_{ez} : ∞

I_x: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x : 30.25 cm⁴

I_y: Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y : 7.87 cm⁴

I_t: Momento de inércia à torção uniforme.

I_t : 0.05 cm⁴

C_w: Constante de empenamento da seção.

C_w : 110.57 cm⁶

E: Módulo de elasticidade.

E : 200000 MPa

G: Módulo de elasticidade transversal.

G : 76923 MPa

K_xL_x: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

K_xL_x : 2.764 m

K_yL_y: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

K_yL_y : 1.382 m

K_zL_z: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

K_zL_z : 0.000 m

r₀: Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_0 = \left[r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2 \right]^{0.5}$$

r₀ : 4.81 cm

Sendo:

r_x, r_y: Raios de giração da seção bruta

r_x : 2.97 cm

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

$$r_y: \underline{1.51} \text{ cm}$$

x_0, y_0 : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$x_0: \underline{-34.65} \text{ mm}$$

$$y_0: \underline{0.00} \text{ mm}$$

b) Flambagem por distorção (9.7.3)

Não é necessário, dado que os comprimentos efetivos de flambagem por distorção são nulos.

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta: \underline{0.646} \checkmark$$

O momento fletor solicitante de cálculo desfavorável M_{sd} $M_{sd}: \underline{1.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$ produz-se num ponto situado a uma distância de 1.382 m do nó N323, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor calculado em a), b) y c):

$$M_{Rd}: \underline{1.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)

$$M_{Rd} = W_{ef} \cdot f_y / \gamma$$

$$M_{Rd}: \underline{1.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção

$$W_{ef}: \underline{8.07} \text{ cm}^3$$



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$f_y: \underline{260.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma: \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção $K_t L_t$ e os comprimentos efetivos de flambagem lateral $K_y L_y^{pos}$ e $K_y L_y^{neg}$ são nulos.

c) Flambagem por distorção (9.8.2.3)

Não é necessário, dado que os comprimentos efetivos de flambagem por distorção são nulos.

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta: \underline{0.159} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo M_{Sd} é obtido para o nó N323, para a combinação de hipóteses $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1 + 1.25 \cdot CP2 + 1.5 \cdot SCU1$.

$$M_{Sd}: \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como:

$$M_{Rd}: \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd} = W_{pl,y} f_y / \gamma$$

Onde:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

W_{ef}: Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y: Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

W_{ef}: 3.15 cm³

f_y: 260.00 MPa

γ : 1.1

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sc}}{V_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.017 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{sd}** produz-se no nó N323, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

V_{sd} : 0.31 kN

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é **V_{sd} = 0.5 V_{sd}**.

V_{sd} : 0.15 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por:

⁽¹⁾**V_{Rd}** : 9.08 kN

para ⁽¹⁾ $h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$

1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : 32.81

par
a ⁽²⁾ $1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E$

h/t : 16.00

para ⁽³⁾ $h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$

1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : 42.54



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Onde:

t : Espessura da alma.	:	m
	t	<u>2.00</u> m
h : Largura da alma.	:	m
	h	<u>32.00</u> m
f_y : Tensão de escoamento.	:	MP
	f_y	<u>260.0</u> MP
E : Módulo de elasticidade.	:	a
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	:	MP
	E	<u>0</u> a
K_v : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por: $k_v = 1.20$:	a
	K_v	<u>1.1</u>
	:	a
	K_v	<u>1.20</u>

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

:
 η 0.115 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{sd}** produz-se no nó N323, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

:
V_{sd} 2.19 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por:

:
(¹)V_{Rd} 19.00 kN

para $^{(1)} h/t \leq 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6 f_y h t / \gamma$ **1.08(EK_v/f_y):**
0.5 66.98

par
a $^{(2)} 1.08 (E k_v / f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4 (E k_v / f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65 t^2 (k_v f_y E$ **PROAD**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$h/t : \underline{33.50}$$

para $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3 / h] / \gamma$

$$1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} : \underline{86.82}$$

Onde:

t : Espessura da alma.	t : <u>2.00</u> m
h : Largura da alma.	h : <u>67.00</u> m
f_y : Tensão de escoamento.	f_y : <u>260.0</u> MPa
E : Módulo de elasticidade.	E : <u>0</u> MPa
γ : Coeficiente de ponderação das resistências.	γ : <u>1.1</u>
K_v : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por: $k_v = 5.00$	K_v : <u>5.00</u>

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
(ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis **M_{sd}** e **V_{sd}** produzem-se num ponto situado a uma distância 1.185 m do nó N323, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2$$

$$\eta : \underline{0.397} \checkmark$$



Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.	M_{Sd} : <u>1.20</u> kN·m
M_{0,Rd} : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.	M_{0,Rd} : <u>1.91</u> kN·m
V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.	V_{Sd} : <u>0.31</u> kN
V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.	V_{Rd} : <u>19.00</u> kN

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M_{Sd}** e **V_{Sd}** são obtidos no nó N323, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta = \left(\frac{M_{Sd}}{M_{0,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{0,Rd}} \right)^2 \quad \eta : \underline{0.026} \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.	M_{Sd} : <u>0.12</u> kN·m
M_{0,Rd} : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.	M_{0,Rd} : <u>0.74</u> kN·m
V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.	V_{Sd} : <u>0.31</u> kN
V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.	V_{Rd} : <u>18.15</u> kN

Resistência à flexo-compressão (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se num ponto situado a uma distância 1.382



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

m do nó N323, para a combinação de hipóteses
1.25·PP+1.25·CP1+1.25·CP2+1.5·SCU1.

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.782} \checkmark$$

Onde:

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.41} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \underline{1.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{c,Rd}: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$N_{c,Rd} : \underline{40.19} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{1.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à flexo-tração (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se num ponto situado a uma distância de 1.382 m do nó N323, para a combinação de hipóteses PP+CP1+CP2+1.4·V1.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.151} \checkmark$$

Onde:

N_{t,Sd}: Força normal de tração solicitante de cálculo.

$$N_{t,Sd} : \underline{0.08} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}, M_{y,Sd}: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}: Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

$$N_{Rd} : \underline{81.18} \text{ kN}$$

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$M_{x,Rd}$, $M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2. $M_{x,Rd}$: 1.91 kN·m
 $M_{y,Rd}$: 0.74 kN·m

Resistência à torção (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

L. 7. VERIFICAÇÃO QUANTO AO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO

Verificação das flechas obtidas com os carregamentos.

Sendo

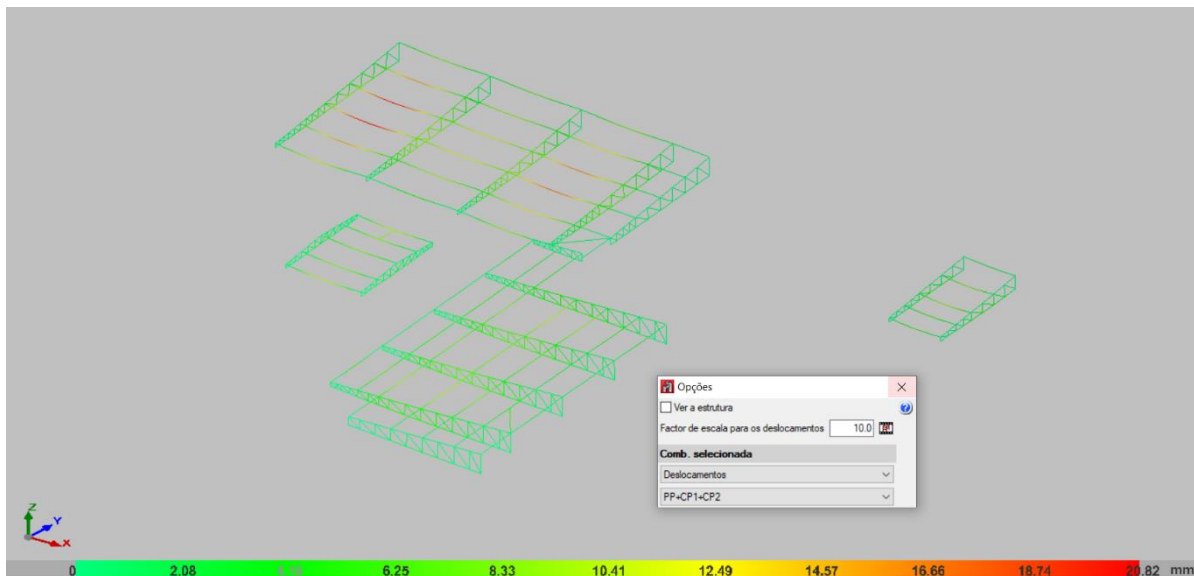
PP = Peso próprio dos elementos metálico

CP = Carregamento Permanente (Telha)

CP = Carregamento Permanente (Painel Fotovoltaico)

CP = Carregamento Permanente (Equipamentos Instalação no Forro)

Scu = Sobrecarga (Uso e Ocupação)





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Documento assinado digitalmente



YURI VIDAL FELIX

Data: 03/07/2024 13:04:11-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

YURI VIDAL FELIX

Eng. Mecânico

CREA 30915D-AM

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MEMORIAL DESCRITIVO

HVAC – CLIMATIZAÇÃO/RENOVAÇÃO E EXAUSTÃO DE AR

REFORMA DO PRÉDIO DO REFEITÓRIO

CAMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL

Elaborado por
Yuri Vidal Felix
Engenheiro Mecânico

Agosto de 2024.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

ÍNDICE

ÍNDICE	2
MEMORIAL DESCRITIVO HVAC	4
A. FINALIDADE.....	4
B. ESCOPO	4
C. DEFINIÇÕES.....	4
D. DESENHOS DO PROJETO.....	5
E. NORMAS TÉCNICAS	5
F. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES	6
G. INFORMAÇÃO SOBRE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA	8
H. MÃO DE OBRA E SUPERVISÃO TÉCNICA.....	9
I. OBSERVAÇÕES GERAIS	10
J. MEMORIAL DE CÁLCULO DE EXAUSTÃO	10
K. INTRODUÇÃO.....	10
L. OBJETIVOS	11
M. SISTEMA DE EXAUSTÃO.....	11
N. CLASSIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS	11
O. ELEMENTOS DE COCÇÃO E SUAS CLASSIFICAÇÕES.....	11
Tabela 1 – Elementos de Cocção e Classificação	11
P. CLASSIFICAÇÃO POR TIPO DE EDIFICAÇÃO	12
Q. CLASSIFICAÇÃO DOS CAPTORES	12
R. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA - DIMENSIONAMENTO	12
Tabela 1 – Coeficientes globais de transmissão de calor	13
S. MEMÓRIA DE CÁLCULO DE VAZÃO DA EXAUSTÃO DA COIFA	13
T. VENTILAÇÃO DE REPOSIÇÃO	14
U. SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS	15
V. CÁLCULO REDE DUTOS.....	17
W. AGENTES DE DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS.....	20
X. SUPRIMENTO DE AR EXTERIOR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA.....	21
Y. SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE AR EXTERIOR.....	21
Z. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DO SISTEMA DE EXAUSTÃO, COMPENSAÇÃO, FILTROS E CAPTORES	21
AA. PLANO DE INSPEÇÃO	22



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

BB.	LIMPEZA DO SISTEMA	22
CC.	MANUTENÇÃO PROGRAMADA.....	23
DD.	QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	24
EE.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
FF.	ANEXO – CÁLCULO CARGA TÉRMICA.....	24

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MEMORIAL DESCRITIVO HVAC

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA**

CÂMPUS AVANÇADO DE SÃO VICENTE DO SUL

REFORMA PRÉDIO REFEITÓRIO

Endereço: Rua Vinte de Setembro, 2616

São Vicente do Sul/RS

A. FINALIDADE

O presente Memorial e Caderno de Especificações Técnicas visa estabelecer as os parâmetros e dimensões para o Sistema de Climatização e Exaustão – HVAC –do Bloco do **Refeitório do Campus de São Vicente do Sul**, pertencente ao Instituto Federal São Vicente do Sul, com área total construída de 734,51 m², situado no Endereço: Rua Vinte de Setembro, 2616 – São Vicente do Sul/RS.

B. ESCOPO

A Instaladora deverá executar todos os serviços relativos ao sistema HVAC, mesmo que não explicitamente descritos neste memorial. Contudo, faz-se necessário antes de se iniciar qualquer atividade, confirmar as disposições e dimensões onde será realizada a instalação, a fim de esclarecer qualquer dúvida oriunda do projeto.

C. DEFINIÇÕES

Para a escolha do sistema de climatização foi levado em consideração a eficiência energética da instalação, manutenção e disponibilidade dos serviços oferecidos no mercado.

A renovação do ar exterior é realizada por meio de sistemas dedicados a fornecer ventilação de ar filtrado para os ambientes.

Os materiais e equipamentos a serem fornecidos serão novos, de boa qualidade e adequados às suas funções no conjunto da instalação.

Os equipamentos serão necessariamente fabricados conforme as últimas revisões da legislação vigente e das normas da ABNT. No caso de omissão destas, de acordo com as normas internacionais que regem os sistemas de ar condicionado e ventilação/exaustão mecânica.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Para implantação dos sistemas, é essencial que seja contratado profissional e empresa devidamente habilitada e com experiência comprovada para tal. Os testes dos equipamentos serão feitos de acordo com as rotinas dos respectivos fabricantes, sendo executados pelos especialistas do fabricante ou empresa credenciada pelo mesmo.

Deseja-se obter ao final dos serviços um sistema totalmente operacional e controlável. Dessa maneira, os fornecimentos dos materiais e equipamentos e suas instalações serão previstos com todos os componentes necessários para tal, mesmo aqueles que, embora não claramente citados, sejam necessários para atingir o perfeito funcionamento de todo sistema.

D. DESENHOS DO PROJETO

Os desenhos, relacionados a seguir, complementam a presente documentação técnica:

- PROJ_HVAC_IF_SVS

E. NORMAS TÉCNICAS

Tanto o projeto, quanto a execução dos serviços deverão seguir a fundamentação das seguintes normas:

- NBR 16401-1: 2008 - “Instalações centrais de ar-condicionado para conforto – Parâmetros de projeto”;
- NBR 7256: 2022 - “Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações”;
- NBR 14679 - “Sistemas de condicionamento de ar e ventilação – Execução de serviços de higienização”;
- NBR 13971: 1997 - “Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação – Manutenção programada”;
- NBR 14679: 2001 - “Sistemas de condicionamento de ar e ventilação – Execução de serviços de higienização”;
- Resolução RDC nº 50: 2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA;
- Resolução RE nº 9: 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA;



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

No conflito entre normas e determinações legais, deverão ser sempre adotadas as de critério mais rigoroso, destacando e apresentando ao contratante.

F. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Trata-se de uma instalação de ar condicionado para refrigeração, com controle de temperatura e umidade relativa máxima, dentro das especificações das normas estabelecidas e parâmetros de cálculos adotados.

Pelas características do sistema, há a possibilidade de variação linear das capacidades e dos consumos de energia em todo o tempo de funcionamento dos sistemas. Deverá ser previsto nos sistemas a possibilidade de trabalharem inclusive acima das capacidades totais instaladas, quando necessário, podendo atingir até 25% de sobre carga em determinados momentos, se e quando necessário.

1.1 UNIDADES EVAPORADORAS

Para os ambientes com nível de criticidade 0 e 1, consideradas com condições de conforto térmico essencial e básico, sem outras características que impliquem em necessidade de controles específicos ou especiais, tais como filtragens especiais, controles de contaminações, controles de umidade relativa específicos, dentre outras, serão utilizadas evaporadoras do tipo Hi Wall para insuflamento direto nos ambientes. Estes deverão contar com paletas direcionais para o insuflamento de ar que sejam móveis e ajustáveis por meio de controle remoto nos sentidos horizontal e vertical.

1.2 TUBULAÇÃO FRIGORÍGENA

As tubulações dos fluidos refrigerantes devem ser em aço, nas bitolas e trajetos indicados em projeto, devidamente isoladas termicamente, fixadas as estruturas por meio de dispositivos próprios e protegidas para evitar o contato direto dos tubos com qualquer parte estrutural da edificação, niveladas e com todas as curvas executadas com raio longo (maior que 0,5 metros).

1.3 FILTROS DE AR

Cada ambiente e equipamento deverá ter o filtro conforme especificado.

O dimensionamento das caixas de filtragem e a distância entre os filtros de ar deverão respeitar as normas e deixar espaço para introdução de instrumentação de validação e testes de vazamentos dos filtros de no mínimo 50 cm. Também nos acoplamentos das caixas de filtragem, deverá haver, após o último filtro ao menos 50 cm livre para o acoplamento dos dutos de ar.

1.4 REDE DE INSUFLAÇÃO DE AR E RETORNO DO AR

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

As redes de dutos de insuflamento e retorno do ar foram projetadas com velocidades baseadas nas normas NBR 16.401-2008 da ABNT. Serão construídas em chapas de aço galvanizadas de primeira qualidade, nas bitolas recomendadas pela ABNT – NBR 16401-2008, baseadas na maior dimensão da secção transversal.

Os dutos deverão ser cuidadosamente fabricados e montados, de modo a se obter uma construção rígida, sólida, limpa, sem saliências, cantos vivos, arestas cortantes e vazamentos excessivos.

As junções dos dutos serão perfeitamente vedadas, empregando-se chavetas adequadas para se obter a estanqueidade necessária; preferencialmente deverá ser utilizado o sistema TDC. Todas as junções e costuras e dobras que a galvanização tenha sido danificada terão tratamento anticorrosivo, a base de cromato de zinco.

Todas as curvas de pequeno raio serão dotadas de veias defletoras para redução das perdas dinâmicas e nível de ruído. As reduções e transformações serão suaves (ângulo máximo – 15 graus)

Os dutos serão fixados à laje através de cantoneiras e ferro chato, por meio de pinos e porcas Hilt, sempre que correr inferior a esta, com proteção anticorrosiva ou tirantes de chapa perfurada, fixados a estrutura do edifício por meio de chumbadores adequados, observando-se em espaçamento que não provoque deformação nos dutos.

Deverão ser instalados dutos flexíveis isolados para interligar os elementos de distribuição de ar (ver representações nos desenhos). Todos os dutos flexíveis serão instalados de maneira a evitar estrangulamentos, dificultando a passagem do ar resfriado e desumidificado ou até mesmo obstruindo. Todas as ligações terão abraçadeiras de pressão, colarinhos com registros e cones de redução para conexão, estes quando necessários.

Deverão ser fornecidas conexões flexíveis em todas as interligações dutos-equipamentos. A conexão flexível deve ser construída com fita de aço galvanizado e poliéster, coberto por camada de vinil. As fitas de aço devem estar unidas à fita de poliéster por cravação especial, tendo a fita de poliéster uma largura de 100 mm (modelo de referência DVC 70/100/70 ou equivalente técnico).

1.5 UNIDADES VENTILADORAS PARA TOMADAS DE AR EXTERNO - TAE

A reposição de ar externo dos ambientes climatizados será feita de forma forçada, através de sistema de ventilação e pressurização centralizado que captará ar externo por meio de veneziana própria e filtros e insuflará este ar nos ambientes por meio de dutos rígidos e flexíveis e distribuirá o ar nos ambientes por intermédio de grelhas dotadas de registros de vazão de ar.

As vazões e os traçados dos dutos de ar, assim como posicionamentos dos ventiladores, bocas e demais acessórios estão especificados nos desenhos e projetos.

1.6 DIFUSORES DE INSUFLAMENTO

Serão de formato redondo, com 04 vias de insuflação, construídos em perfis de alumínio extrudado anodizado, providos de registros reguladores de vazão (fabricação Tropical ou similar).

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

1.7 LINHAS DE DRENAGEM

As linhas de drenagem serão executadas em tubos de PVC soldáveis por gravidade nos casos de unidades hi-wall e teto aparente, a qual seguirá pela parede e/ou embutidas.

Todas as tubulações referentes aos drenos serão isoladas termicamente. Estas deverão utilizar isolantes térmicos em espuma de borracha elastomérica extrusada e expandida, fornecidas em classe de espessura de acordo com as bitolas correspondentes.

G. INFORMAÇÃO SOBRE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

Na elaboração do projeto básico de ar condicionado foram simuladas as cargas térmicas do edifício durante todo o ano e selecionados os equipamentos em função das cargas térmicas efetivas de cada setor atendido, visando assegurar níveis de conforto térmico adequados nos diversos ambientes do edifício.

O cálculo da carga térmica dos ambientes, foi executado considerando todos os parâmetros relevantes e taxas de ocupação em função do layout.

Para determinação da carga térmica foi utilizado o software "PRO ACORDICIONADO" a qual realiza o cálculo da carga térmica utilizando o método RTS reconhecido pela ASHRAE. Nesta aplicação, visando a determinação das cargas térmicas anuais simultâneas e em picos por setores climatizados, foram considerados os seguintes critérios:

- Parâmetros geográficos de entrada de dados à cidade de São Vicente do Sul-RS;
- As condições internas de temperatura ambiente e de umidade relativa;
- Taxas de ocupação: estabelecidas na ABNT NBR 16401:2008 parte 3; verificadas no levantamento de mobiliários existentes; e nas diretrizes de "layouts" definidas;
- Desenhos de arquitetura existentes, em planta baixa e cortes;
- Orientações geográficas do edifício.

No cálculo da carga térmica dos espaços foram considerados:

- Vidros laminados;
- Fator de transmissão térmica de $6,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (condutância, Fator "U");
- Fator de ganho Solar de $0,88 \times$ (Coeficiente de transmissividade direta de $0,86$, determina um Sombreamento de $0,75$).
- Fator "U" informado para as paredes foi de $2,95 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$.

Na simulação para determinação da parcela da carga térmica pelo telhado, adotou-se uma laje de concreto comum com coeficiente "U" de $1,213 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$. Também foi considerado telhado com telha fibrocimento com coeficiente "U" de $0,3 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$. A



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

carga térmica absorvida pelo telhado é influenciada pelo fator “U” e este fator depende dos componentes do telhado.

Quanto às condições externas e geográficas registradas nos dados de entrada da simulação, foram adotados os dados da ABNT NBR 16401-1:2008:

- Temperatura de bulbo seco (TBS): 34,8 °C;
- Temperatura de bulbo úmido (TBU): 25,3 °C;
- Altitude: 136 m;
- Latitude: -29° 69' S;
- Longitude: -54 40' O;
- Variação média de temperatura de 9,7°C.

As condições internas registradas para obtenção da carga térmica foram consideradas em conformidade com as recomendações da NBR 7256:2005.

Para consultar a carga térmica dos ambientes ver anexo “Resumo de cargas térmicas”.

RESUMO DO CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

AMBIENTE	Carga Térmica				Vazão de Ar					ÁREA (m ²)	N° Pessoas
	Total (BTU/h)	Sensível (BTU/h)	Fator Carg. S	m ² por (BTU/h)	Insuflada (m ³ /h)	Externa (m ³ /h)	TBSins. (°C)	Trocas por h.	Trocas/h Ar. Ext.		
ADMINISTRATIVO	1,01	0,76	0,75	13,34	717,9	68	13	17,83	1,69	13,42	4
CIRCULAÇÃO	2,8	2,38	0,85	21,63	2344,3	123,4	13	12,9	0,68	60,59	5
REFEITÓRIO	38,16	22,16	0,58	10,99	19620,5	3734	13	15,6	2,97	419,3	350
SALA NUTRICIONISTA	0,72	0,59	0,83	16,54	581,2	34	13	16,29	0,95	11,89	2
SALA TERCEIRIZADOS	2,35	1,95	0,83	14,79	1913,2	114	13	18,34	1,09	34,77	6
TOTAL	45,03	27,83	0,62	11,99	25177,1	4073,4				539,9	367
Carga Simultânea Total = 41,88 TR											

H. MÃO DE OBRA E SUPERVISÃO TÉCNICA

A empresa instaladora deverá fornecer toda a mão de obra para execução dos serviços, feita por pessoal comprovadamente especializado. As instalações deverão ser supervisionadas por um engenheiro mecânico auxiliado por um técnico capacitado, que deverá permanecer na obra desde o início até o start up dos equipamentos. A empresa contratada, no final da obra, deverá apresentar o as built das instalações.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

O instalador deverá apresentar na documentação de entrega da obra, o modelo do Plano de Manutenção, Operação e Controle do sistema de ar condicionado conforme Lei 13.589, Portaria 3523 MS e o Relatório Técnico de Balanceamento e regulagem do Sistema de Ar condicionado com:

- Vazão de insuflamento (ar condicionado);
- Balanceamento de ar (ar condicionado);
- Correntes Elétricas.

I. OBSERVAÇÕES GERAIS

O projeto de instalação de ar-condicionado e exaustão teve como base o projeto arquitetônico.

O presente projeto não tem a pretensão de ser um “guia de instalação”, mas sim estabelecer os padrões e as características necessárias para a implantação dos sistemas de climatização.

Todos os detalhamentos e outras características que por ventura venham a ser necessários e que não estejam claramente definidos neste projeto serão de responsabilidade do instalador e deverão passar pela prévia aprovação do contratante.

As obras deverão ser executadas por profissionais devidamente habilitados, abrangendo todos os serviços, desde as instalações iniciais até a limpeza e entrega da obra, com todas as instalações em perfeito e completo funcionamento.

J. MEMORIAL DE CÁLCULO DE EXAUSTÃO

K. INTRODUÇÃO

Procurando garantir melhores condições de conforto e higiene, os sistemas de exaustão são projetados para possibilitar melhores condições de temperatura, renovação e filtragem de ar e umidade para o ambiente em questão, levando em consideração as normas técnicas em uso.

O projeto das instalações seguirá as recomendações das Normas Brasileiras, listadas a seguir:

- ANBT – NBR 14518/2019: Sistema de ventilação para cozinhas profissionais;
- ABNT – NBR 16401/2008: Instalações de ar – condicionado para conforto – Sistemas Centrais e Unitários: oParte 1: Projetos das Instalações; oParte 2: Parâmetros de conforto térmico; oParte 3: Qualidade do ar interior;
- ABNT – NBR 7541-4004: Tubo de cobra sem costura para refrigeração e ar – condicionado –
Requisitos;
- ABNT – NBR 7034/2004: Materiais isolantes elétricos – Classificação;
- ABNT – NBR 5410/2005: Instalações elétricas de baixa tensão;



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- ABNT – NBR 10151/2000: Avaliação do ruído em áreas habitáveis, visando o conforto da comunidade – Procedimentos;
- ABNT – NBR 10152: Níveis de ruídos;
- ARI – “*Air Conditioning and Refrigerating Institute*”;
- ASHRAE – “*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*” – *Fundamentals Handbook*;
- ASHRAE – “*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*” – *Standard 62.1: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*.

L. OBJETIVOS

Este memorial descritivo tem por objetivo orientar a execução dos serviços de instalação de exaustão na área da cozinha e na área dos fornos elétricos.

M. SISTEMA DE EXAUSTÃO

O Sistema de Exaustão será composto por 05 (cinco) coifas em aço inox para a cozinha, as quais farão a captação do ar poluído gerado pelos processos de cocção, e através de ramais de dutos acoplados a um exaustor centrífugo instalado na área externa do ambiente

O retorno do ar exaurido se dará através de um ramal de dutos com grelhas, acoplados a uma caixa de ventilação localizada na casa de máquinas do mezanino, que fará a captação de ar externo e seu insuflamento para dentro do ambiente.

O volume de ar insuflado será menor que o volume de ar exaurido pela coifa, para manter o ambiente com pressão negativa, evitando a fuga de odores da cozinha para outras dependências.

N. CLASSIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS

Os sistemas de exaustão de cozinha são classificados quanto à qualidade dos efluentes produzidos e tipo de edificação onde instalados, além de ser classificados os elementos de cocção presentes no local das cozinhas.

O. ELEMENTOS DE COCÇÃO E SUAS CLASSIFICAÇÕES

Os elementos de cocção presente na cozinha da presente loja, são descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Elementos de Cocção e Classificação

ITEM	EQUIPAMENTO	CLASSIFICAÇÃO
-------------	--------------------	----------------------



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

01	FOGÃO 6 BOCAS	MODERADO
09	CALDEIRÕES INDUSTRIAIS	MODERADO
04	FORNOS ELETRICOS	MODERADO

4.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À QUALIDADE DOS EFLUENTES

Levando em conta a qualidades dos efluentes que são gerados da cocção, como preconiza a norma NBR 14518_19, os sistemas de exaustão que atenderem equipamentos que geram da cocção efluentes que contenham teores reduzidos de vapores de óleo e/ou partículas de gordura, isto é, uso exclusivo de equipamentos moderados e severos, são classificados como do TIPO I, sendo obrigatório segundo a norma sistema de incêndio por CO₂ e agente saponificante.

P. CLASSIFICAÇÃO POR TIPO DE EDIFICAÇÃO

Considerando o Instituto em questão e sua localização, o mesmo é classificado como um EDIFICAÇÃO DE ECONOMIA MULTIPLA, pois sua utilização é exercida por outras razões sociais além da que explore a cozinha profissional, independentemente do número de pavimentos.

Q. CLASSIFICAÇÃO DOS CAPTORES

O formato e o posicionamento dos captos devem ser o mais envolvente e próximo do foco das fontes de emissão do efluentes, de maneira a minimizar as vazões processadas. O tipo de captor a serem utilizados na cozinha, serão do tipo COIFA TIPO PAREDE COM UMA LATERAL FECHADA, ILHA SIMPLES E PAREDE COM TRÊS LATERAIS FECHADAS

R. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA - DIMENSIONAMENTO

Para o sistema de exaustão e para o seu dimensionamento devem ser consideradas as condições externas, como localização, e as condições internas. Ambas estipuladas na ABNT NBR 14518/2020.

CONDIÇÕES INTERNAS

Levando em consideração a parte 2 da ABNT NBR 16401/2008, temos:

- Temperatura de bulbo seco: 24 °C +/- 1°C;



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- Umidade relativa do ar: 50% +/- 1%;
- Materiais de revestimento: parede em bloco de concreto, foram considerados como materiais típicos de construção.

Tabela 1 – Coeficientes globais de transmissão de calor

COEFICIENTES DE TRASMISÃO DE CALOR (U)		
MATERIAIS	ESPESSURA (cm)	U (W/m ² K)
Pinel em Bloco de Concreto	20	2,18

- Taxa de ocupação: arbitrada de acordo com a capacidade do ambiente;
- Taxa de iluminação e dissipação térmica de equipamentos: obtida a partir das tabelas do Anexo C – Fontes internas de calor e umidade da ABNT NBR 16401-1 e do ASHRAE Fundamentals Handbook, sendo que será atendida as especificações do caderno técnico do shopping;
- Taxa de Renovação de ar por pessoas é igual a 17m³/h.
- A pressão no interior da cozinha deve ser mantida negativa em relação aos ambientes adjacentes, de modo a evitar a propagação de odores para estes.

S. MEMÓRIA DE CÁLCULO DE VAZÃO DA EXASUTÃO DA COIFA

As vazões dos captores escolhidos, são calculadas, segundo a NBR 14518:2020, conforme segue abaixo:

Coifa A - tipo ilha simples 1116 x 3,30 m:

Assim a vazão do captor escolhido é de **3.685 m³/h.**

Coifa B - tipo ilha simples 1674 x 2,18 m:

Assim a vazão do captor escolhido é de **3.650 m³/h.**

Coifa C - tipo parede com uma lateral fechada (1116 x 2,82 m):

Assim a vazão do captor escolhido é de **3.148 m³/h.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Coifa D - tipo parede com duas laterais fechadas (1116 x 2,80 m):

Assim a vazão do captor escolhido é de **3.125 m³/h**.

Coifa E - tipo parede com três laterais fechadas (1116 x 2,88 m):

Assim a vazão do captor escolhido é de 0,86 m³/s ou **3.215 m³/h**.

Vazão de exaustão total = 16735 m³/h

Tabela 3 – Faixas de vazões de exaustão, por metro linear de coifa certificada e tipo de serviço

Estilos de coifa certificada	Leve m³/h por metro	Moderado m³/h por metro	Severo m³/h por metro	Combustível Sólido m³/h por metro
Parede certificada	835 a 1 116	1 116 a 1 674	1 116 a 2 232	1 951
Ilha simples certificada	1 393 a 1 674	1 674 a 2 232	1 674 a 3 348	3 068
Ilha dupla certificada	1 670 a 2 232	2 232 a 3 348	2 786 a 4 464	5 580
Forno certificado	835 a 1 393	835 a 1 393	Não permitido	Não permitido
Prateleira ou sobreposta certificada	558 a 1 116	1 116 a 1 674	1 674 a 2 232	Não recomendado

NOTA 1 Este cálculo considera a carga térmica para cada tipo de equipamento de cocção.
NOTA 2 A distância máxima entre a coifa e a superfície de cocção do equipamento é de 1,2 m.

T. VENTILAÇÃO DE REPOSIÇÃO

Deverá ser previsto sistema de reposição de ar exterior (insuflamento auxiliar) instalado no interior da loja, com vazão de ar definida, de modo a não desbalancear o sistema de condicionamento de ar, com intertravamento elétrico ao sistema de ar condicionado;

Deverá ser mantida uma pressão negativa na cozinha, isto é, a vazão exaurida deverá ser um pouco maior do que a vazão insuflada. Sendo assim, a vazão de insuflação para reposição de ar será considerada 80% das vazões das coifas.

Cálculo da vazão de ar para ventilação de reposição: $Q_v = \text{vazão de ar (m}^3/\text{h)}$ ventilação de reposição;

$Q_c = \text{vazão de ar (m}^3/\text{h)}$ coifa;



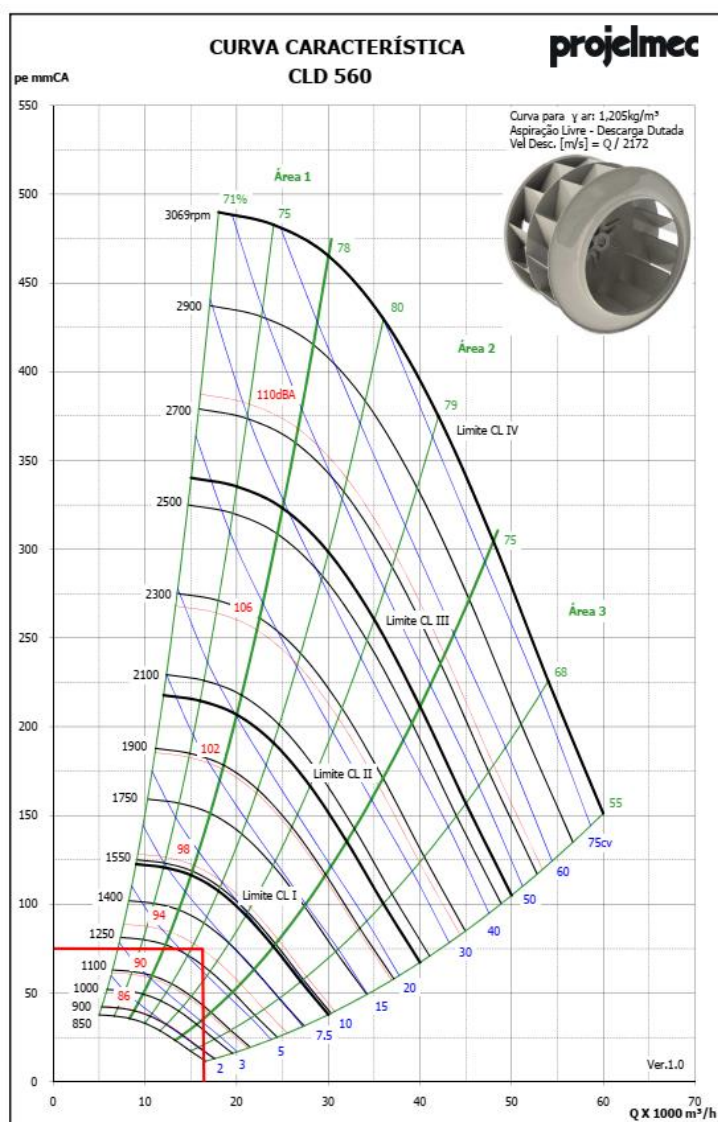
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

$$Q_v = 0,8 \times Q_c$$
$$Q_v = 0,8 \times 18000$$
$$Q_v = 13.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Portanto, $Q_c > Q_v$: cozinha em depressão em relação aos outros ambientes.

U. SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Exaustão: Exaustor de Ar Centrífugo Limit Load



Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Modelo CLD 560
 Vazão 17.000m³/h
 Pressão 75mmCa
 Velocidade 7,82m/2
 Potencia Elétrica 5cv
 Rendimento 80%
 Potencia Sonora 94dB.

Renovação: Gabinete Ventilação Centrífugo Limit Load


Modelo BBS 560
 Vazão 13500m³/h
 Pressão 30mmCa
 Velocidade 9m/s
 Potência Elétrica 3 kW

Modelo	VAZÃO MÁXIMA m ³ /h	VELOCIDADE DESCARGA m/s	10 KW/polos	15 KW/polos	20 KW/polos	25 KW/polos	30 KW/polos	40 KW/polos	50 KW/polos	60 KW/polos	70 KW/polos	80 KW/polos	90 KW/polos	100 KW/polos
160	1180	8	0,18/4	0,18/4	0,25/4	0,25/4	0,37/4	0,37/4	V0,55/4	0,55/4	-	-	-	-
	1480	10	0,25/4	0,37/4	0,37/4	0,37/4	0,37/4	0,55/4	V0,55/4	-	-	-	-	-
	1780	12	0,37/4	0,55/4	V0,55/4	0,55/4	V0,55/4	-	-	-	-	-	-	-
180	1500	8	0,18/4	0,25/4	0,25/4	0,37/4	0,37/4	0,37/4	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	-	-
	1870	10	0,25/4	0,37/4	0,37/4	0,55/4	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	-	-
	2250	12	0,55/4	0,55/4	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	1,1/4	1,1/4	-	-
200	1850	8	0,25/4	0,25/4	0,37/4	0,37/4	0,37/4	0,55/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	-	-	-
	2310	10	0,37/4	0,37/4	0,55/4	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	-	-	-
	2770	12	0,55/4	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	-	-	-	-	-
225	2340	8	0,25/4	0,37/4	0,37/4	0,37/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	-	-	-
	2930	10	0,37/4	0,55/4	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	-	-	-	-
	3510	12	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	-	-	-	-	-	-
250	2890	8	0,37/4	0,37/4	0,55/4	0,55/4	0,55/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4
	3610	10	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4
	4330	12	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4	-	-
280	3620	8	0,37/4	0,55/4	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4
	4530	10	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4	-
	5440	12	1,1/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4	-	-	-
315	4990	8	0,55/6	0,55/4	0,75/4	0,75/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,0/4
	5720	10	0,75/4	1,1/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4
	6880	12	1,1/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4	3,7/4	3,7/4
355	5830	8	0,55/6	0,25/6	1,1/4	1,1/4	1,1/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4
	7280	10	1,1/6	1,1/4	1,5/4	1,5/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4	3,7/4	3,7/4
	8740	12	1,1/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4	3,7/4	3,7/4	-	-
400	7400	8	0,75/6	1,1/6	1,1/4	1,1/4	1,5/4	2,2/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4	3,7/4	3,7/4
	9240	10	1,1/6	1,5/6	1,5/4	2,2/4	2,2/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4	3,7/4	4,5/4	5,5/4
	11090	12	2,2/6	2,2/6	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4	3,7/4	4,5/4	5,5/4	5,5/4	-
450	9960	8	1,1/6	1,1/6	1,5/6	1,5/6	2,2/4	2,2/4	3,0/4	3,0/4	3,7/4	3,7/4	4,5/4	5,5/4
	11700	10	1,5/6	2,2/6	2,2/6	2,2/6	3,0/4	3,0/4	3,7/4	3,7/4	4,5/4	4,5/4	5,5/4	7,5/4
	14040	12	2,2/6	3,0/6	3,0/6	3,0/6	3,7/4	3,7/4	4,5/4	5,5/4	5,5/4	7,5/4	7,5/4	7,5/4
500	11580	8	1,1/8	1,5/8	1,5/6	2,2/6	2,2/6	3,0/4	3,0/4	3,7/4	4,5/4	5,5/4	5,5/4	7,5/4
	14450	10	2,2/8	2,2/6	2,2/6	2,2/6	3,0/6	3,7/4	3,7/4	4,5/4	5,5/4	5,5/4	7,5/4	7,5/4
	17330	12	3,0/6	3,0/6	3,7/6	3,7/6	3,7/6	4,5/4	5,5/4	7,5/4	7,5/4	7,5/4	11,0/4	11,0/4
560	14500	8	1,5/8	2,2/6	2,2/6	2,2/6	3,0/6	3,7/6	3,7/6	4,5/4	4,5/4	5,5/4	7,5/4	11,0/4
	18120	10	2,2/8	3,0/6	3,0/6	3,7/6	3,7/6	4,5/6	5,5/4	7,5/4	7,5/4	7,5/4	11,0/4	11,0/4
	21740	12	3,7/8	3,7/6	4,5/6	4,5/6	5,5/6	7,5/6	7,5/6	7,5/4	7,5/4	11,0/4	11,0/4	-
630	18350	8	2,2/8	2,2/8	2,2/8	3,0/6	3,0/6	3,7/6	4,5/6	5,5/4	7,5/4	7,5/4	11,0/4	11,0/4
	22930	10	3,0/8	3,0/8	3,7/8	3,7/6	4,5/6	5,5/6	7,5/6	7,5/4	11,0/4	11,0/4	11,0/4	15,0/4
	27520	12	4,5/8	4,5/8	5,5/6	5,5/6	7,5/6	7,5/6	11,0/6	11,0/4	11,0/4	15,0/4	15,0/4	15,0/4
710	23300	8	2,2/8	3,0/8	3,0/8	3,7/8	3,7/6	4,5/6	7,5/6	7,5/6	11,0/6	11,0/4	11,0/4	15,0/4
	29130	10	3,7/8	3,7/8	4,5/8	5,5/8	5,5/6	7,5/6	11,0/6	11,0/6	11,0/6	15,0/4	15,0/4	15,0/4
	34950	12	5,5/8	7,5/8	7,5/8	7,5/8	7,5/6	11,0/6	11,0/6	15,0/6	15,0/6	15,0/4	15,0/4	18,5/4
800	29580	8	3,0/8	3,7/8	3,7/8	4,5/8	4,5/8	7,5/6	7,5/6	11,0/6	11,0/6	15,0/6	15,0/6	15,0/4
	36980	10	4,5/8	5,5/8	5,5/8	7,5/8	7,5/8	11,0/6	11,0/6	15,0/6	15,0/6	15,0/6	18,5/4	18,5/4
	44380	12	7,5/8	7,5/8	9,2/6	9,2/6	9,2/6	15,0/6	15,0/6	15,0/6	-	-	-	-
900	37440	8	3,7/8	3,7/8	4,5/8	5,5/8	7,5/8	7,5/8	11,0/6	11,0/6	15,0/6	15,0/6	18,5/6	18,5/6
	46800	10	5,5/8	7,5/8	7,5/8	11,0/8	11,0/8	11,0/8	15,0/6	15,0/6	15,0/6	18,5/6	-	-
	56160	12	11,0/8	11,0/8	11,0/8	15,0/8	15,0/8	15,0/8	18,5/6	18,5/6	-	-	-	-
1000	46220	8	3,7/8	4,5/8	5,5/8	7,5/8	7,5/8	11,0/8	15,0/8	15,0/6	15,0/6	18,5/6	-	-
	57780	10	7,5/8	7,5/8	11,0/8	11,0/8	11,0/8	15,0/8	15,0/8	18,5/6	18,5/6	-	-	-
	69340	12	11,0/8	11,0/8	15,0/8	15,0/8	15,0/8	-	-	-	-	-	-	-



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

V. CÁLCULO REDE DUTOS

52°C Air at 11% RH and 1 atm 

Fluid density	1,0708	kg/m ³
Fluid viscosity	0,0705	kg/m·h
Specific Heat	1,0048	kJ/kg°C
Energy factor	1,08	W/°C·L/s

Flow rate L/s

Head loss Pa/m

Velocity m/s


Equivalent diameter mm

Duct size mm X mm

Equivalent Diameter	353,96	mm
Flow Area	0,0984	m ²
Fluid velocity	10,417	m/s
Reynolds Number	201.758	
Friction factor	0,01931	
Velocity Pressure	58,1117	Pa
Head Loss	3,561	Pa/m



www.mcquay.com

52°C Air at 11% RH and 1 atm 

Fluid density	1,0708	kg/m ³
Fluid viscosity	0,0705	kg/m·h
Specific Heat	1,0048	kJ/kg°C
Energy factor	1,08	W/°C·L/s

Flow rate L/s

Head loss Pa/m

Velocity m/s

Equivalent diameter mm

Duct size mm X mm

Equivalent Diameter	322,23	mm
Flow Area	0,0795	m ²
Fluid velocity	11,006	m/s
Reynolds Number	191.639	
Friction factor	0,01971	
Velocity Pressure	64,8766	Pa
Head Loss	4,513	Pa/m



www.mcquay.com



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

52°C Air at 11% RH and 1 atm



Fluid density 1,0708 kg/m³
Fluid viscosity 0,0705 kg/m·h
Specific Heat 1,0048 kJ/kg°C
Energy factor 1,08 W/°C·L/s

Flow rate 3775 L/s
 Head loss 1,841 Pa/m
 Velocity 11 m/s
 Equivalent diameter 661,0 mm
Duct size 800 mm X 450 mm
Equivalent Diameter 649,24 mm
Flow Area 0,3311 m²
Fluid velocity 11,401 m/s
Reynolds Number 405.048
Friction factor 0,01674
Velocity Pressure 69,618 Pa
Head Loss 2,016 Pa/m



www.mcquay.com

52°C Air at 11% RH and 1 atm



Fluid density 1,0708 kg/m³
Fluid viscosity 0,0705 kg/m·h
Specific Heat 1,0048 kJ/kg°C
Energy factor 1,08 W/°C·L/s

Flow rate 4725 L/s
 Head loss 1,607 Pa/m
 Velocity 11 m/s
 Equivalent diameter 739,5 mm
Duct size 900 mm X 500 mm
Equivalent Diameter 725,55 mm
Flow Area 0,4135 m²
Fluid velocity 11,427 m/s
Reynolds Number 453.669
Friction factor 0,01634
Velocity Pressure 69,9292 Pa
Head Loss 1,769 Pa/m



www.mcquay.com



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

Prever quadros elétricos necessários para o acionamento dos equipamentos eletromecânicos;

Nos condutos de exaustão, a velocidade do ar deverá ser entre de 10-12,5 m/s, de modo a permitir o arraste de gordura;

Prever pontos de drenagem, porta para inspeção e limpeza na parte inferior dos dutos verticais;

Para exaustão das coifas deverão ser previstos ventiladores centrífugos de pás voltada para trás, limit load, de simples aspiração, com portas de inspeção nas volutas e drenos. O ventilador deverá ser montado sobre estrutura com sistema de amortecimento para vibrações, para que não sejam transmitidas à estrutura da edificação. Os amortecedores deverão ser dimensionados para absorver no mínimo 90% das vibrações existentes;

A pressão disponível no ventilador deverá ser capaz de vencer a perda de carga total do sistema (coifa lavadora, acessórios e dutos – até o ponto de descarga);

Os captores (coifas) devem ser construídos em chapa de aço inoxidável (AISI 304) com no mínimo 0,94 mm de espessura (#20) ou chapa de aço-carbono com no mínimo 1,09mm de espessura (#18);

Os dutos devem ser fabricados com chapa de aço-carbono, com no mínimo 1,37mm de espessura (#16) ou aço inoxidável (AISI 304*, 316 ou 444) com no mínimo 1,09mm de espessura (#18). A união dos dutos deverá ser soldada ou flangeada. As juntas longitudinais e as seções transversais devem ser soldadas e totalmente estanques. Deverão ser utilizados materiais de vedação não combustíveis, ou outro material apropriado às altas temperaturas, quando estes atravessarem áreas de serviço;

Deverá ser instalado damper corta-fogo no duto de exaustão, na seção onde este atravessa uma parede, piso ou teto, principalmente que limite o ambiente da cozinha, isto é, na travessia de duto por elemento construtivo incombustível, que caracterize a compartimentação do ambiente da cozinha. O damper corta-fogo deverá ser de acionamento elétrico e manual;

O sistema de acionamento automático deverá ser provido de mola solenoide elétrica, plug-fusível e chave “fim-de-curso”;

Deverá ser previsto sistema de reposição de ar exterior (ventilação auxiliar), a ser instalado no interior da loja, com vazão equivalente a no mínimo 80% (oitenta por cento) da vazão de exaustão, de modo a garantir por meio de uma cascata de pressão negativa que o cheiro dos alimentos preparados não se espalhe para outras localidades;

O sistema de ventilação auxiliar deverá estar intertravado com a operação do sistema de exaustão, de forma a evitar-se a extração de ar sem a devida reposição do mesmo;

Os dutos fora da área da cozinha deverão ser construídos em chapa de aço preto #16 ou aço inoxidável (AISI 304*, 316 ou 444) #20, com uniões flangeadas e/ou soldadas. Os dutos de descarga de ar deverão ser montados com caimento de 0,5%

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

(meio por cento) para o lado do ventilador. Deverão ser previstos pontos de dreno de gordura conectados às respectivas caixas de coleta, nos cotovelos de subida dos dutos de descarga;

As curvas deverão ser de raio longo e sem veios. Os dutos de exaustão e descarga deverão ter porta hermética para limpeza a cada 1,5 metros;

Os dutos de exaustão de ar serão isolados com mantas de fibra cerâmica superpostas com 38mm de espessura cada camada, revestido externamente com filme de alumínio, fornecido já aderido à manta, ou proteção em chapa de aço galvanizado bitola 26 (fabricante de referência Morganite, modelo Kaowool com densidade de 128 kg/m³ ou equivalente Cer-Wool da Premier);

Indicar as vazões de ar em cada coifa;

Indicar no projeto a área da cozinha, o volume da cozinha e o número de renovações; Enviar cortes com os detalhes necessários para a análise;

Enviar detalhamento isométrico, com as dimensões e encaminhamentos dos dutos, dos pontos de captação até o ponto de descarga;

Prever espaço para acesso à manutenção do exaustor e acesso por plataforma técnica, caso necessário;

Instalar botão “soco” para desligar o sistema de exaustão e acionar sistema de combate à incêndio.

W. AGENTES DE DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

Dispositivos ativos (ABNT NBR 14.518 – item 5.5.4) de combate a incêndios devem ser aplicados na proteção de captores de fluxos com gordura e no interior da rede de dutos de exaustão, inclusive extratores de gordura e despoluidores atmosféricos;

O sistema de extinção de incêndio da coifa e dos dutos de exaustão através do sistema de sprinklers (ABNT NBR-10897/90) deverá fazer parte do Projeto de Proteção e Combate ao Incêndio da loja.

Também são aceitos como agentes de extinção injeção de vapor d’água saturado, injeção de água nebulizada, injeção de agente químico saponificante úmido e sistema de extinção com dióxido de carbono CO₂. O sistema de extinção com CO₂ deve adotar o conceito de inundação total, conforme a NBR 12232, sendo vedado nos captores e aceito nos demais elementos do sistema de exaustão, desde que seja garantido que o dióxido de carbono (CO₂) permaneça em trecho confinado. Este sistema deve observar também as recomendações da NFPA 12.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

X. SUPRIMENTO DE AR EXTERIOR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

A cozinha apresentar um sistema de ventilação mecânica auxiliar para reposição do ar exaurido, no qual o ar exterior captado será insuflado na cozinha, junto à coifa, através de uma rede de dutos.

A captação de ar externo do sistema de reposição de ar deverá ser feita conforme as especificações indicadas para tomadas de ar externo.

Deverá ser mantida uma pressão negativa na cozinha, isto é, a vazão insuflada deverá ser menor que a vazão exaurida.

Y. SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE AR EXTERIOR

Deverá Ser Provido Basicamente de:

Gabinete de ventilação com ventilador centrífugo de pás curvadas para frente (SIROCCO), de dupla aspiração. O gabinete deverá apresentar filtro de ar classe G4 (EN 779);

Dutos em chapa de aço galvanizado, isolados termicamente, quando transitarem em áreas climatizadas; Elementos de distribuição de ar, provido de registros, para balanceamento;

Intertravamento elétrico com o sistema de exaustão correspondente, de forma a evitarse a injeção de ar sem a devida extração do mesmo.

Z. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DO SISTEMA DE EXAUSTÃO, COMPENSAÇÃO, FILTROS E CAPTORES

Para que o sistema opere de forma correta e para que não haja problemas, segue abaixo alguns procedimentos:

- Os sistemas de exaustão e de compensação do ar exaurido devem permanecer em operação durante todo o período de funcionamento dos equipamentos de cocção;
- Os filtros dos captosres e do sistema de ar de compensação não devem ser removidos nas condições de operação do sistema;
- As aberturas destinadas à admissão e insuflação do ar de compensação não devem ser obstruídas, de modo a não reduzir a eficiência operacional do sistema de exaustão;
- Todos os equipamentos dos sistemas de exaustão e de compensação do ar exaurido devem ser operados de acordo com as instruções do fabricante;

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- As instruções para operação manual do sistema de extinção de incêndio devem estar afixadas em local visível, junto ao dispositivo de acionamento do referido sistema. Devem ser revistos sempre que for introduzida alguma alteração neste sistema.
- Os equipamentos de cocção não devem operar enquanto perdurar a indisponibilidade ou inoperância do sistema de exaustão e/ou extinção de incêndio;

AA. PLANO DE INSPEÇÃO

As inspeções do sistema podem ser feitas da seguinte forma:

- Uma inspeção semestral dos sistemas de exaustão e de compensação do ar exaurido deve ser procedida em todos os seus componentes, sendo desenvolvida por pessoal treinado e qualificado, para constatação da plena operacionalidade de todos os elementos do sistema.
- Inspeções de menor periodicidade devem ser executadas, até ser possível determinar o ciclo de limpeza dos componentes do sistema em função do regime operacional e face aos depósitos de gordura e óleo condensado, que não deve exceder 6 mm de espessura em qualquer parte do sistema.
- Inspeções de equipamentos, acessórios e dispositivos, tais como os de acionamento, detecção, controle e proteção, devem ser efetuadas de acordo com as instruções dos fabricantes.

Nas inspeções efetuadas, deve ser registrada em relatório a caracterização de eventuais problemas e medidas corretivas a serem adotadas, além de ser incluída a verificação da preservação dos espaçamentos mínimos de segurança.

A inspeção do sistema deve incluir a verificação funcional do mesmo. Além disso, toda instrumentação e automação devem ter seus circuitos operacionais efetivamente simulados, inclusive com certificação das cargas dos cilindros de armazenamento do agente extintor.

BB. LIMPEZA DO SISTEMA

Os seguintes itens para a limpeza do sistema de exaustão são:

- Os filtros, captos e calhas coletoras dos captos devem ser limpos diariamente pelo próprio usuário, já os demais componentes do sistema, inclusive dutos, devem ser limpos por ocasião das atividades de manutenção programada.
- Na periodicidade determinada pelo procedimento descrito no item anterior



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

(inspeção de menor periodicidade), deve ser providenciada a limpeza dos elementos do sistema sujeitos a incrustações.

- Deve ser adotado um método de limpeza que efetivamente retire qualquer substância incrustada na superfície dos componentes do sistema de exaustão. Os agentes de limpeza e resíduos provenientes desta também devem ser totalmente removidos.
- Solventes inflamáveis ou outros processos de limpeza que possam gerar combustão e corrosão não devem ser utilizados. O uso de detergentes biodegradáveis, desengordurantes e jatos de água aquecida é indicado ao tratamento de limpeza.
- Durante todo o procedimento de limpeza deve ser assegurado, que não ocorra o acionamento acidental de qualquer equipamento do sistema
- Realizar limpezas periódicas do aparelho de exaustão para manter suas funcionalidades e eficiência. Nunca utilizar produtos químicos voláteis ou combustíveis, além de produtos abrasivos para não danificar a aparência do produto;

Durante todo o procedimento de limpeza deve ser assegurado, que não ocorra o acionamento acidental de qualquer equipamento do sistema.

CC. MANUTENÇÃO PROGRAMADA

As ações de manutenção programada que se refiram a ventiladores, filtros de ar da insuflação, dispositivos de controle de vazão, difusores de ar, sistemas e quadros elétricos, elementos de acionamento/transmissão mecânica, sistemas hidráulicos e instrumentação devem atender às prescrições de rotina de manutenção programada constantes na NBR 13971.

Os critérios e as próprias ações de manutenção programada dos despoluidores atmosféricos e sistemas de proteção contra incêndio, inclusive intertravamentos, devem ser estabelecidos e executados por pessoa habilitada. Caso seja necessário desativar o sistema de proteção contra incêndio, durante o processo de limpeza, este deve ser prontamente reativado após o término desse processo. Qualquer intervenção sobre o sistema de proteção contra incêndio deve ser efetuada por pessoal treinado e qualificado.

Os procedimentos de desmontagem e remontagem dos carretéis, portas de inspeção, flanges flexíveis e demais elementos da rede devem garantir as condições de estanqueidade, resistência mecânica e proteção previstas na NBR 14518. A limpeza da rede de dutos deve ser executada com estrita observância do previsto no método efetivo de limpeza.

Após conclusão da operação de limpeza, todas as chaves elétricas e demais componentes do sistema devem retornar à posição normal de operação. Todas as portas de inspeção devem ser recolocadas.

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

OBS.: Cuidados devem ser adotados de forma a não se aplicar produtos químicos de limpeza sobre os fusíveis ou outros detectores do sistema automático de extinção de incêndio.

DD. QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

O sistema de e exaustão deverá ser construído, segundo a relação apresentada em projeto.

EE. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O autor do projeto deverá ser informado sobre quaisquer mudanças referente aos materiais e equipamentos.

FF. ANEXO – CÁLCULO CARGA TÉRMICA

Projeto : IF SVS
Cliente :
Latitude : 30° Sul
Direção Norte: 90.0° (Direção relativa ao desenho)
Data : 19/06/2024

1) Ambiente: ADMINISTRATIVO

Área : 13.42 (m²)
Altura Teto/Piso : 3.00 (m)
Taxa de Ocupação : 3.00 (m²/pessoa)
Número de Pessoas : 4
Temperatura : 24 (°C)
Entalpia : 13.41 (KCal/Kg)
TBS externa (15:00h) : 34 (°C)
Entalpia externa (15:00h) : 23.06 (KCal/Kg)
Variações Bruscas : [Não]
Umidade Relativa : 65 (%)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Volume Específico do Ar	: 0.9 (m ³ /Kg)
TBS Insuflação	: 13 (°C)
Taxa por pessoa	: 17 (m ³ /h)/pessoa
Vazão de renovação	: 68 (m ³ /h)
Taxa Iluminação	: 16 (W/m ²) - Fluorescente
Taxa Força/Tomadas	: 0 (W/m ²)
Carga Sensível por pessoa	: 61 (KCal/h)
Carga Latente por pessoa	: 52 (KCal/h)
Outras Cargas Sensíveis	: 0 (W)
Outras Cargas Latentes	: 0 (W)
Carga Iluminação	: 268.4 (W)
Carga Força/Tomadas	: 500 (W)
Carga Sensível Pessoas	: 244 (KCal/h)
Carga Latente Pessoas	: 208 (KCal/h)
Variação Temp.(24h)	: 10 (°C)
Variação Temp.Interna/Externa	: 12 (°C)

1.1) Paredes Internas

Parede 1

Área (m²) : Bruta = 11.85 Aberturas = 0.00 Efetiva = 11.85

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 2

Área (m²) : Bruta = 9.63 Aberturas = 1.89 Efetiva = 7.74

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 3

Área (m²) : Bruta = 11.85 Aberturas = 2.00 Efetiva = 9.85

Tipo : Parede

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 4

Área (m²) : Bruta = 9.63 Aberturas = 0.00 Efetiva = 9.63

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

1.2) Teto com insolação

Área : 13.42 (m²)

Fator 'U' : 1.90

1.3) Piso

Área : 13.42 (m²)

Fator 'U' : 1.50

1.4) Resultado : ADMINISTRATIVO

Vazão de Ar Insuflada : 717.9 (m³/h)

Vazão de Ar Externa : 68.0 (m³/h)

Trocas por hora : 17.83

Trocas por hora de Ar externo : 1.69

Carga Térmica Sensível : 0.76 TR

Fator de Carga Sensível : 0.75

Fator de m² por TR : 13.34

Carga Térmica Total : 1.01 TR

2) Ambiente: CIRCULAÇÃO

Área : 60.59 (m²)

Altura Teto/Piso : 3.00 (m)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Taxa de Ocupação	: 3.00 (m ² /pessoa)
Número de Pessoas	: 5
Temperatura	: 24 (°C)
Entalpia	: 13.41 (KCal/Kg)
TBS externa (15:00h)	: 34 (°C)
Entalpia externa (15:00h)	: 23.24 (KCal/Kg)
Variações Bruscas	: [Não]
Umidade Relativa	: 65 (%)
Volume Específico do Ar	: 0.9 (m ³ /Kg)
TBS Insuflação	: 13 (°C)
Taxa por pessoa	: 17 (m ³ /h)/pessoa
Vazão de renovação	: 85 (m ³ /h)
Taxa Iluminação	: 16 (W/m ²) - Fluorescente
Taxa Força/Tomadas	: 0 (W/m ²)
Carga Sensível por pessoa	: 61 (KCal/h)
Carga Latente por pessoa	: 52 (KCal/h)
Outras Cargas Sensíveis	: 0 (W)
Outras Cargas Latentes	: 0 (W)
Carga Iluminação	: 1211.8 (W)
Carga Força/Tomadas	: 500 (W)
Carga Sensível Pessoas	: 305 (KCal/h)
Carga Latente Pessoas	: 260 (KCal/h)
Variação Temp.(24h)	: 10 (°C)
Variação Temp.Interna/Externa	: 12 (°C)

2.1) Paredes Internas

Parede 1

Área (m²) : Bruta = 7.27 Aberturas = 0.00 Efetiva = 7.27

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 2

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Área (m²) : Bruta = 8.87 Aberturas = 0.00 Efetiva = 8.87

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 3

Área (m²) : Bruta = 9.19 Aberturas = 0.00 Efetiva = 9.19

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 4

Área (m²) : Bruta = 3.15 Aberturas = 1.89 Efetiva = 1.26

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 5

Área (m²) : Bruta = 4.65 Aberturas = 2.10 Efetiva = 2.55

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 6

Área (m²) : Bruta = 3.15 Aberturas = 1.89 Efetiva = 1.26

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Área (m²) : Bruta = 8.74 Aberturas = 0.00 Efetiva = 8.74

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 8

Área (m²) : Bruta = 13.93 Aberturas = 1.56 Efetiva = 12.37

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 9

Área (m²) : Bruta = 31.65 Aberturas = 3.78 Efetiva = 27.87

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

2.2) Paredes Externas

Parede 10

Posicionamento : [Norte]

Área bruta da Parede : 23.40 (m²)

Área efetiva da Parede : 18.60 (m²)

Parede/Divisória : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' Parede : 2.11

Aberturas:

Tipo : Janela

Área : 2.40 (m²) (2x1.2m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Tipo : Janela
Área : 2.40 (m²) (2x1.2m)
Fator 'U' : 6.02
Fator Sombreamento : 1.00

2.3) Teto com insolação

Área : 60.59 (m²)
Fator 'U' : 1.90

2.4) Piso

Área : 60.59 (m²)
Fator 'U' : 1.50

2.5) Resultado : CIRCULAÇÃO

Vazão de Ar Insuflada : 2344.3 (m³/h)
Vazão de Ar Externa : 123.4 (m³/h)
Trocas por hora : 12.90
Trocas por hora de Ar externo : 0.68
Carga Térmica Sensível : 2.38 TR
Fator de Carga Sensível : 0.85
Fator de m² por TR : 21.63
Carga Térmica Total : 2.80 TR

3) Ambiente: REFEITORIO

Área : 419.25 (m²)
Altura Teto/Piso : 3.00 (m)
Taxa de Ocupação : 3.00 (m²/pessoa)
Número de Pessoas : 350
Temperatura : 24 (°C)
Entalpia : 13.41 (KCal/Kg)
TBS externa (15:00h) : 34 (°C)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Entalpia externa (15:00h)	: 23.06 (KCal/Kg)
Variações Bruscas	: [Não]
Umidade Relativa	: 65 (%)
Volume Específico do Ar	: 0.9 (m ³ /Kg)
TBS Insuflação	: 13 (°C)
Taxa por pessoa	: 10 (m ³ /h)/pessoa
Vazão de renovação	: 3500 (m ³ /h)
Taxa Iluminação	: 16 (W/m ²) - Fluorescente
Taxa Força/Tomadas	: 0 (W/m ²)
Carga Sensível por pessoa	: 61 (KCal/h)
Carga Latente por pessoa	: 52 (KCal/h)
Outras Cargas Sensíveis	: 0 (W)
Outras Cargas Latentes	: 0 (W)
Carga Iluminação	: 8385 (W)
Carga Força/Tomadas	: 0 (W)
Carga Sensível Pessoas	: 21350 (KCal/h)
Carga Latente Pessoas	: 18200 (KCal/h)
Variação Temp.(24h)	: 10 (°C)
Variação Temp.Interna/Externa	: 12 (°C)

3.1) Paredes Internas

Parede 1

Área (m²) : Bruta = 31.14 Aberturas = 6.30 Efetiva = 24.84

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 2

Área (m²) : Bruta = 63.00 Aberturas = 0.00 Efetiva = 63.00

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

3.2) Paredes Externas

Parede 3

Posicionamento : [Sul]

Área bruta da Parede : 50.67 (m²)

Área efetiva da Parede : 46.67 (m²)

Parede/Divisória : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' Parede : 2.11

Aberturas:

Tipo : Janela

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00

Parede 4

Posicionamento : [Leste]

Área bruta da Parede : 38.04 (m²)

Área efetiva da Parede : 34.04 (m²)

Parede/Divisória : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' Parede : 2.11

Aberturas:

Tipo : Janela

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Tipo : Janela
Área : 2.00 (m²) (2x1m)
Fator 'U' : 6.02
Fator Sombreamento : 1.00

Parede 5

Posicionamento : [Oeste]
Área bruta da Parede : 6.30 (m²)
Área efetiva da Parede : 6.30 (m²)
Parede/Divisória : Parede
Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm
Revestimento : Chapa de revestimento
Fator 'U' Parede : 2.11

Parede 6

Posicionamento : [Norte]
Área bruta da Parede : 89.10 (m²)
Área efetiva da Parede : 77.10 (m²)
Parede/Divisória : Parede
Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm
Revestimento : Chapa de revestimento
Fator 'U' Parede : 2.11

Aberturas:

Tipo : Janela
Área : 2.00 (m²) (2x1m)
Fator 'U' : 6.02
Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela
Área : 2.00 (m²) (2x1m)
Fator 'U' : 6.02
Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00

Parede 7

Posicionamento : [Norte]

Área bruta da Parede : 24.54 (m²)

Área efetiva da Parede : 18.54 (m²)

Parede/Divisória : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' Parede : 2.11

Aberturas:

Tipo : Janela

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela

Área : 2.00 (m²) (2x1m)

Fator 'U' : 6.02

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela
Área : 2.00 (m²) (2x1m)
Fator 'U' : 6.02
Fator Sombreamento : 1.00

3.3) Teto com insolação

Área : 419.25 (m²)
Fator 'U' : 1.90

3.4) Piso

Área : 419.25 (m²)
Fator 'U' : 1.50

3.5) Resultado : REFEITORIO

Vazão de Ar Insuflada : 19620.5 (m³/h)
Vazão de Ar Externa : 3734.0 (m³/h)
Trocas por hora : 15.60
Trocas por hora de Ar externo : 2.97
Carga Térmica Sensível : 22.16 TR
Fator de Carga Sensível : 0.58
Fator de m² por TR : 10.99
Carga Térmica Total : 38.16 TR

4) Ambiente: SALA NUTRICIONISTA

Área : 11.89 (m²)
Altura Teto/Piso : 3.00 (m)
Taxa de Ocupação : 3.00 (m²/pessoa)
Número de Pessoas : 2
Temperatura : 24 (°C)
Entalpia : 13.41 (KCal/Kg)
TBS externa (15:00h) : 34 (°C)

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Entalpia externa (15:00h) : 23.06 (KCal/Kg)
Variações Bruscas : [Não]
Umidade Relativa : 65 (%)
Volume Específico do Ar : 0.9 (m³/Kg)
TBS Insuflação : 13 (°C)
Taxa por pessoa : 17 (m³/h)/pessoa
Vazão de renovação : 34 (m³/h)
Taxa Iluminação : 16 (W/m²) - Fluorescente
Taxa Força/Tomadas : 0 (W/m²)
Carga Sensível por pessoa : 61 (KCal/h)
Carga Latente por pessoa : 52 (KCal/h)
Outras Cargas Sensíveis : 0 (W)
Outras Cargas Latentes : 0 (W)
Carga Iluminação : 237.8 (W)
Carga Força/Tomadas : 250 (W)
Carga Sensível Pessoas : 122 (KCal/h)
Carga Latente Pessoas : 104 (KCal/h)
Variação Temp.(24h) : 10 (°C)
Variação Temp.Interna/Externa : 12 (°C)

4.1) Paredes Internas

Parede 1

Área (m²) : Bruta = 5.40 Aberturas = 1.58 Efetiva = 3.82

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 2

Área (m²) : Bruta = 18.45 Aberturas = 0.00 Efetiva = 18.45

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Parede 3

Área (m²) : Bruta = 5.40 Aberturas = 4.20 Efetiva = 1.20

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 4

Área (m²) : Bruta = 18.45 Aberturas = 0.60 Efetiva = 17.85

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

4.2) Teto com insolação

Área : 11.89 (m²)

Fator 'U' : 1.90

4.3) Piso

Área : 11.89 (m²)

Fator 'U' : 1.50

4.4) Resultado : SALA NUTRICIONISTA

Vazão de Ar Insuflada : 581.2 (m³/h)

Vazão de Ar Externa : 34.0 (m³/h)

Trocas por hora : 16.29

Trocas por hora de Ar externo : 0.95

Carga Térmica Sensível : 0.59 TR

Fator de Carga Sensível : 0.83

Fator de m² por TR : 16.54

Carga Térmica Total : 0.72 TR

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura

Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

5) Ambiente: SALA TERCEIRIZADOS

Área	: 34.77 (m ²)
Altura Teto/Piso	: 3.00 (m)
Taxa de Ocupação	: 3.00 (m ² /pessoa)
Número de Pessoas	: 6
Temperatura	: 24 (°C)
Entalpia	: 13.41 (KCal/Kg)
TBS externa (15:00h)	: 34 (°C)
Entalpia externa (15:00h)	: 23.06 (KCal/Kg)
Variações Bruscas	: [Não]
Umidade Relativa	: 65 (%)
Volume Específico do Ar	: 0.9 (m ³ /Kg)
TBS Insuflação	: 13 (°C)
Taxa por pessoa	: 10 (m ³ /h)/pessoa
Vazão de renovação	: 60 (m ³ /h)
Taxa Iluminação	: 16 (W/m ²) - Fluorescente
Taxa Força/Tomadas	: 0 (W/m ²)
Carga Sensível por pessoa	: 61 (KCal/h)
Carga Latente por pessoa	: 52 (KCal/h)
Outras Cargas Sensíveis	: 0 (W)
Outras Cargas Latentes	: 0 (W)
Carga Iluminação	: 695.4 (W)
Carga Força/Tomadas	: 500 (W)
Carga Sensível Pessoas	: 366 (KCal/h)
Carga Latente Pessoas	: 312 (KCal/h)
Variação Temp.(24h)	: 10 (°C)
Variação Temp.Interna/Externa	: 12 (°C)

5.1) Paredes Internas

Parede 1

Área (m²) : Bruta = 23.74 Aberturas = 0.00 Efetiva = 23.74

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 2

Área (m²) : Bruta = 19.24 Aberturas = 0.00 Efetiva = 19.24

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 3

Área (m²) : Bruta = 9.90 Aberturas = 0.00 Efetiva = 9.90

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

Parede 4

Área (m²) : Bruta = 3.90 Aberturas = 1.89 Efetiva = 2.01

Tipo : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' : 2.11

5.2) Paredes Externas

Parede 5

Posicionamento : [Oeste]

Área bruta da Parede : 21.38 (m²)

Área efetiva da Parede : 17.38 (m²)

Parede/Divisória : Parede

Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm

Revestimento : Chapa de revestimento

Fator 'U' Parede : 2.11

Aberturas:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Tipo : Janela
Área : 2.00 (m²) (2x1m)
Fator 'U' : 6.02
Fator Sombreamento : 1.00

Tipo : Janela
Área : 2.00 (m²) (2x1m)
Fator 'U' : 6.02
Fator Sombreamento : 1.00

Parede 6

Posicionamento : [Leste]
Área bruta da Parede : 10.88 (m²)
Área efetiva da Parede : 8.88 (m²)
Parede/Divisória : Parede
Material : Tijolo aparente - Bloco de Concreto e=10cm
Revestimento : Chapa de revestimento
Fator 'U' Parede : 2.11

Aberturas:

Tipo : Janela
Área : 2.00 (m²) (2x1m)
Fator 'U' : 6.02
Fator Sombreamento : 1.00

5.3) Teto com insolação

Área : 34.77 (m²)
Fator 'U' : 1.90

5.4) Piso

Área : 34.77 (m²)
Fator 'U' : 1.50

5.5) Resultado : SALA TERCEIRIZADOS



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Vazão de Ar Insuflada : 1913.2 (m³/h)
Vazão de Ar Externa : 114.0 (m³/h)
Trocas por hora : 18.34
Trocas por hora de Ar externo : 1.09
Carga Térmica Sensível : 1.95 TR
Fator de Carga Sensível : 0.83
Fator de m² por TR : 14.79
Carga Térmica Total : 2.35 TR

6) Resultado Geral

Fator de Simultanidade (Iluminação): .7
Fator de Simultanidade (Pessoas) : .7
Vazão à Utilizar : Tx.de Renovação + Infiltração

Vazão de Ar Insuflada : 25177.1 (m³/h)
Vazão de Ar Externa : 4073.4 (m³/h)
Carga Térmica Sensível : 27.83 TR
Fator de Carga Sensível : 0.62
Fator de m² por TR : 11.99
Carga Térmica Total : 45.03 TR
CARGA SIMULTÂNEA TOTAL : 41.88 TR

Documento assinado digitalmente



YURI VIDAL FELIX

Data: 16/08/2024 11:59:15-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

YURI VIDAL FELIX
Eng. Mecânico
CREA 30915D-AM

Pró-Reitoria de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura
Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

MEMORIAL DESCRITIVO

PPCI – PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

Edificação:

IFAR - CAMPUS SÃO VICENTE - REFEITÓRIO

Rua Vinte de Setembro, 2616 - São Vicente do Sul, RS

CEP: 97420-000.

Razão Social

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Farroupilha - Campus São Vicente

CNPJ: 10.662.072/0003-10

Responsável Técnico:

CREA RS 151894

São Vicente/RS, 24 de junho de 2024.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	2
2. OBJETIVO.....	3
3. RELAÇÃO DE PRANCHAS.....	3
4. NORMAS APLICÁVEIS	3
5. DA EDIFICAÇÃO E ÁREAS DE RISCO	4
6. INSTALAÇÕES PREVENTIVAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO	5
7. DA SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA	5
8. DA ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	10
9. DOS APARELHOS EXTINTORES	12
10. DOS SISTEMAS DE DETECÇÃO E ALARME	14
11. GENERALIDADES	15
11.1. Obrigações da Contratada	16
11.2. Maquinário, equipamentos e ferramentas necessárias	17
11.3. Garantias	18



1. APRESENTAÇÃO

O presente Memorial Descritivo refere-se ao Projeto de Prevenção e Combate à Incêndio da IFAR - CAMPUS SÃO VICENTE - REFEITÓRIO

2. OBJETIVO

Este documento tem por finalidade estabelecer normas gerais e específicas, métodos de trabalho e padrões de conduta para a construção do objeto referido e deve ser considerado como complementar aos desenhos de execução dos projetos citados e demais produtos técnicos e documentos contratuais.

3. RELAÇÃO DE PRANCHAS

As partes gráficas dos desenhos, juntamente com as indicações deste Memorial Descritivo, bem como das Especificações Técnicas, compõem o projeto, não podendo ser considerados separadamente.

4. NORMAS APLICÁVEIS

Para definição do referido Projeto, foram consideradas as normas da ABNT, juntamente com as Resoluções Técnicas e Instruções Técnicas disponibilizadas pelo CBMRS, sendo elas:

- Resolução Técnicas - CBMRS;
- Instrução Técnica nº 06/2019 – CBPMESP;
- Instrução Técnica nº 08/2019 – CBPMESP;
- Instrução técnica nº 09/2019 - CBPMESP;
- Instrução Técnica nº 10/2019 - CBPMESP;
- ABNT NBR 17240/2010 e NBR ISO 7240 -1/2008, NBR ISO 7240 -2/2012, NBR ISO 7240 - 3/2015, NBR ISO 7240 - 4/2013, NBR ISO 7240 - 5/2014, NBR ISO 7240 – 7/2015, NBR ISO 7240 - 11/2012, NBR ISO 7240 – 23/2016;
- ABNT NBR 13714/2000;
- ABNT NBR 15514/2007;



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- ABNT NBR 13523/2008;
- ABNT NBR 17505 – 1/2013, NBR 17505 – 2/2015, NBR 17505 – 3/2013, NBR 17505 – 4/2015, NBR 17505 – 5/2015, NBR 17505 – 6/2013, NBR 17505 – 7/2015;
- ABNT NBR 10898/2013;
- ABNT NBR 10897/2014;
- ABNT NBR 15219/2005;
- ABNT NBR 13434 – 1/2004, NBR 13434 – 2/2004 e NBR 13434 – 3/2005;
- ABNT NBR 5419/2015;
- ABNT NBR 9077/2001;
- ABNT NBR 9050/2020;
- Resolução Técnica nº 014/BM-CCB/2009;
- Resolução Técnica nº 14/2016 – CBMRS;
- Resolução técnica nº 11 parte 01/2020 – CBMRS;
- Resolução técnica nº 05 parte 7.1/2020 – CBMRS;
- Resolução Técnica nº 16/2017 – CBMRS.

5. DA EDIFICAÇÃO E ÁREAS DE RISCO

O Projeto tem como base a classificação do risco que representa a Edificação, conforme segue:

Número Pavimentos: Térreo;

Área TOTAL CONSTRUÍDA: 1880,00 m²;

Altura da edificação: Térrea;

Tipo de edificação: Existente regularizada;

Risco: Baixo – edificações e áreas de risco com carga de incêndio específica até 300 MJ/m² - NBR 12693/2010.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Ocupação/Us	Descrição	Carga de incêndio
F8 – Locais de reunião de público	Restaurante e similares	Média (450 MJ/m ²)

**6. INSTALAÇÕES PREVENTIVAS DE PROTEÇÃO
CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO**

Extintores de Incêndio	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Controle de Fumaça:	<input type="checkbox"/> Sim
Saídas de Emergência	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Compartimentação Vertical	<input type="checkbox"/> Sim
Sinalizações de Emergência	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Compartimentação Horizontal	<input type="checkbox"/> Sim
Iluminação Emergência	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Segurança Estrutural:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim
Brigada de Incêndio	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Cont. Materiais de Acabamento:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim
Acesso Viatura de Bombeiro	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Plano de Emergência	<input type="checkbox"/> Sim
Hidrante:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Sist. de Espuma e Resfriamento:	<input type="checkbox"/> Sim
Chuveiro Automático	<input type="checkbox"/> Sim	SPDA	<input checked="" type="checkbox"/> Sim
Alarme de Incêndio:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Central Predial de GLP	<input checked="" type="checkbox"/> Sim
Deteção:	<input type="checkbox"/> Sim	Outros	

Medidas de segurança contra incêndio:

Riscos específicos existentes na edificação/área de risco:

Vaso de pressão e congêneres Gerador de energia elétrica Instalações de GN Caldeira
 Explosivos/fogos de artifício Produtos perigosos Central de GLP Depósito de GLP
 Depósitos de líquidos inflamáveis Depósitos de outros gases Outros (especificar):

7. DA SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A sinalização básica é constituída por quatro categorias, de acordo com a sua função, descritas a seguir:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

- Sinalização de proibição, cuja função é proibir ou coibir ações capazes de conduzir ao início do incêndio ou ao seu agravamento;
- Sinalização de alerta, cuja função é alertar para áreas e materiais com potencial risco;
- Sinalização de orientação e salvamento, cuja função é indicar as rotas de saída e ações necessárias para o seu acesso;
- Sinalização de equipamentos de combate e alarme, cuja função é indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndio disponível.

A sinalização de emergência numa edificação tem múltipla finalidade. Inicialmente visa reduzir a probabilidade de ocorrência de um “princípio” de incêndio, alertando para os diversos riscos existentes, prezando para que sejam adotadas ações adequadas específicas para cada risco verificado, contribuindo de forma eficaz com as ações de prevenção.

A sinalização de emergência tem também por finalidade orientar as ações de combate, facilitando a localização de equipamentos específicos para tal e, por fim, tem por finalidade principal, a função de orientar o acesso às rotas de fuga e saídas de emergência para abandono seguro da edificação em caso de sinistro.

A sinalização de segurança contra incêndio e pânico faz uso de símbolos, mensagens e cores objetivamente definidos conforme constante na Parte 2 da ABNT NBR 13.434 e assim, não variam em razão da localidade da edificação e não devem ser alterados, permitindo que os usuários possam facilmente reconhecê-los e interpretá-los corretamente.



Os diversos tipos de sinalização de emergência devem ser implantados em função de características específicas de uso e dos riscos de cada área do Estabelecimento Assistencial de



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Saúde, bem como em função de necessidades básicas para garantir a segurança contra incêndio, conforme disposto na ABNT NBR 13.434, constando de:

- Sinalização básica:

- Proibição;
- Alerta;
- Orientação e Salvamento;
- Equipamentos de Combate e Alarme.

“As sinalizações básicas de emergência destinadas a orientação e salvamento, alarme de incêndio e equipamentos de combate a incêndio devem possuir efeito fotoluminescente”.

- Sinalização complementar:

- Rotas de Saída;
- Obstáculos e Riscos;
- Mensagens Escritas;
- Demarcações de Áreas.

“As sinalizações complementares de indicação continuada das rotas de saída e as de indicação de obstáculos e riscos devem também possuir efeito fotoluminescente”.

As sinalizações de emergência devem ser instaladas em locais visíveis a uma altura mínima de 1,80m medida do piso acabado à base da sinalização, distribuídas em mais de um ponto nas áreas de risco e/ou compartimentos, de modo que pelo menos uma delas possa ser claramente visível de qualquer posição dentro da aludida área, estando distanciadas por no máximo 15 (quinze) metros entre si.




Adicionalmente, a sinalização de orientação e/ou de rotas de saída deve ser instalada de maneira tal que, de qualquer ponto na direção de evasão, seja possível visualizar o ponto seguinte, respeitando o mesmo limite máximo.

Em escadas contínuas, além da identificação do pavimento de descarga no interior da caixa de escada de emergência, deve-se incluir uma sinalização de porta de saída com seta indicativa da direção do fluxo através do pictograma apropriado. Observar que a abertura das portas em escadas não deve obstruir a visualização de qualquer sinalização.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Sinalização de orientação e salvamento




Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação	Quantidade
S1		Saída de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Pictograma: fotoluminescente	Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência, especialmente para ser fixado em colunas Dimensões mínimas: L = 1,5H.	06
S2				Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência. Dimensões mínimas: L = 2,0 H	05
S3				Indicação de uma saída de emergência a ser afixada acima da porta, para indicar o seu acesso.	04

Pró-reitora de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura





Alameda Santiago do Chile, nº 195 – N. Sra. das Dores – Santa Maria/RS - CEP: 97050-685
Telefone: (55) 3218-9819



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

S12	 Exemplo 1:  Exemplo 2: 	Saída de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Mensagem “SAÍDA” e ou pictograma e ou seta direcional: fotoluminescente, com altura de letra sempre > 50 mm	Indicação da saída de emergência, utilizada como complementação do pictograma fotoluminescente (seta ou imagem, ou ambos)	05
-----	---	---------------------	---	---	----

Sinalização de equipamentos

Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação	Quantidade
E1		Alarme sonoro	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Indicação do local de instalação do alarme de incêndio	02
E2		Comando manual de Alarme ou bomba de incêndio	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Ponto de acionamento de alarme de incêndio ou bomba de incêndio Deve vir sempre acompanhado de uma mensagem escrita, designando o equipamento acionado por aquele ponto	02
E5		Extintor de incêndio		Indicação de localização dos extintores de incêndio	07
P1		Proibido fumar	Símbolo: circular Fundo: branca Pictograma: preta Faixa circular e	Todo local onde o fumo possa aumentar o risco de incêndio	07



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

			barra diametral: vermelhas		
P1		Proibido Produzir Chamas	Símbolo: circular Fundo: branca Pictograma: preta Faixa circular e	Todo local onde o fumo possa aumentar o risco de incêndio	01

FORMAS GEOMÉTRICAS E DIMENSÕES PARA A SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Sinal	Forma Geométrica	Cota em (mm)	Distância máxima de visibilidade (em m)											
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	30
Proibição		D	110	160	210	260	310	360	410	460	510	610	710	760
Aleria		L	140	210	280	340	410	480	550	620	680	820	960	1020
Orientação, Salvamento e Equipamentos		L	90	140	180	230	270	320	360	410	450	540	630	680
		H	80	110	150	190	220	260	300	330	370	440	520	550
		L	L ≥ 1,5 H											

8. DA ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Sistema composto por dispositivos de iluminação de ambientes em nível suficiente para permitir a saída segura e rápida dos ocupantes para o exterior de uma edificação, prover aclaramento mínimo para as áreas técnicas, proporcionar a execução de intervenção, bem como garantir a continuidade dos serviços essenciais em áreas específicas, em caso de interrupção ou falha no fornecimento de energia elétrica para o sistema de iluminação normal. Deve ser adotado o disposto na ABNT NBR 10.898 – Sistema de Iluminação de Emergência.

A intensidade da iluminação provida pelo sistema de iluminação de emergência deve ser adequada para evitar acidentes, produzindo no mínimo 5 lux ao nível do piso. Recomenda-se que a variação da intensidade de iluminação não supere a proporção de 20:1, respeitando-se as limitações de adaptação da visão humana. Os pontos de luz não devem ser instalados de modo a causar ofuscamento aos olhos, seja diretamente ou por iluminação



refletida.

Os pontos de iluminação de emergência devem ser instalados a aproximadamente 2,10 metros de altura do piso acabado, respeitando a distância máxima de 15,00 m entre eles.

Já a iluminação para sinalização deve indicar todas as mudanças de direção, obstáculos, saídas (acima dos batentes das portas de saída de todos os ambientes ocupados), escadas, rampas e etc., não devendo ser obstruída por outras sinalizações ou arranjos decorativos. O fluxo luminoso dos pontos de iluminação para sinalização deve ser superior a 30 lumens.



Dentre as alternativas de solução para implementação de iluminação de emergência, verifica-se o sistema distribuído de blocos autônomos (com baterias recarregáveis incorporadas); sistema centralizado com baterias recarregáveis (alimentação por central com carregador adequado); sistema centralizado com grupo moto gerador (com partida automática), ou combinação desses.

No sistema distribuído de blocos autônomos de emergência, são utilizadas luminárias completas e independentes, com lâmpadas (incandescentes, fluorescentes ou leds), baterias recarregáveis, fonte de energia com carregador, controles de supervisão da carga e sensor para acionamento automático da luminária, incorporados em um único invólucro.

a 12 – Bloco / Luminária Autônomos





Pro-reitora de Administração – PROAD
Coordenação de Engenharia e Arquitetura



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Serão instaladas luminárias de emergência, distribuídas conforme projeto em quantidade e especificação abaixo:

Equipamento	Especificação Técnica	Foto Ilustrativa	Quantidade
Luminária De Emergência Bloco Autônomo	<ul style="list-style-type: none">- Potência: 4W- Temperatura de Cor: Branco Frio- Tensão: Bivolt- Quantidade de LED: 30 LEDs- Fluxo Luminoso min.: 55lm- Fluxo Luminoso max.: 100lm- Bateria: LítioAutonomia:<ul style="list-style-type: none">- 3 horas (Fluxo Máx.)- 6 horas (Fluxo Min.)		10
Luminária de Balizamento	<p>Tensão de rede elétrica: 127 ou 220 Vca / 60 Hz Tensão de funcionamento: 3,6 Vcc Consumo médio de energia elétrica: 3 Watts Autonomia: Superior a 3 horas Fluxo luminoso aproximadamente: 50 lumens</p>		00

9. DOS APARELHOS EXTINTORES

Recomenda-se a adoção de extintores triclasse (ABC), facilitando o treinamento da brigada de incêndio, uma vez que um único extintor pode ser utilizado nas diversas “classes” de incêndio. Não há necessidade de se escolher o extintor mais adequado à “classe” de fogo e nem o risco de utilizar-se o agente extintor errado, o que pode vir a colocar o operador em risco.




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Observar que para o risco de incêndio verificado nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, ou seja, risco médio, os extintores portáteis devem ser distribuídos de forma que o operador não percorra mais que 20,00 m para os alcançar.

Considerando a predominância feminina na população fixa em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde recomenda-se fortemente a utilização de extintores portáteis de alta eficiência, ou seja, extintores de alto poder de extinção e com baixo peso. Extintores portáteis pesando mais que 10 kg são de difícil manuseio e limitam em muito as ações de combate, assim, sugere-se o emprego de extintores com capacidade extintora 2-A: 40-B:C ou superior, com peso aproximado.

Risco Da Edificação

Classificação	Substância ou Agente Utilizado	Foto Ilustrativa	Quantidade
Utilizados para o combate de incêndios causados por líquidos inflamáveis, madeiras e equipamentos	Pó químico ABC 2A:4B:C 6Kg		07

A sinalização dos extintores deverá atender aos requisitos do item 7, deste memorial (Sinalização de Emergência).

Os extintores portáteis deverão ser afixados em locais com boa visibilidade e acesso desimpedido.

10. DOS SISTEMAS DE DETECÇÃO E ALARME

Localização da central: Na Sala de Administração.

O sistema de alarme de incêndio é uma das principais medidas de proteção ativa de qualquer edificação, tendo como finalidade propiciar meio confiável de alertar os ocupantes sobre uma situação de sinistro com risco iminente. O alarme, quando de um sinistro confirmado, possibilita uma melhor organização dos indivíduos viabilizando a evasão mais calma e segura.

Recomenda-se que todo Estabelecimento Assistencial de Saúde possua um sistema de alarme de incêndio, projetado, instalado e mantido em conformidade com o disposto na



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

ABNT NBR 17.240/2010 – Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio.

Os acionadores manuais são dispositivos destinados a transmitir a informação (sinal) de um alarme, quando acionados manualmente por um usuário da edificação. Já os avisadores são dispositivos sonoros e/ou visuais destinados a alertar os ocupantes da edificação de uma situação de emergência, informando-os que devem desocupá-la organizadamente.



Os acionadores manuais devem ser instalados junto às saídas de emergência e próximos aos hidrantes, se existirem. Deve ser observada a altura de 1,00 metro do piso acabado, conforme prescrito na ABNT NBR 9.050. A distância máxima a ser percorrida por uma pessoa, em qualquer ponto do Estabelecimento Assistencial de Saúde até o acionador manual mais próximo, não deve ser superior a 30,00 metros. Nas edificações com mais de um pavimento, deve ser implementado pelo menos um acionador por pavimento.

Considerando o Decreto Federal nº 5.296/2004, as edificações de uso coletivo, como no caso dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, devem prever ocupação por deficientes físicos, auditivos e visuais, tornando mandatório que o sistema de alarme de incêndio contemple sinalização sonora e visual, em conformidade com o disposto na ABNT NBR 9.050.

Assim, os avisadores desse sistema devem ser projetados de maneira que de todos os ambientes do Estabelecimento Assistencial de Saúde seja possível perceber (ver e/ou ouvir) o alarme, diminuindo o tempo de reação dos ocupantes da edificação, tornando a desocupação mais eficiente e minimizando a possibilidade de vítimas pelas consequências do sinistro. Sugere-se que os avisadores sonoros e visuais sejam implementados sobre o batente das portas de saída de emergência, auxiliando instintivamente no direcionamento do fluxo de pessoas para áreas seguras.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL FARROUPILHA
REITORIA

Equipamento	Especificação Técnica	Foto Ilustrativa	Quantidade
Acionador Manual De Incêndio	Acionador manual (quebra vidro) endereçável modelo com martelo; Alimentação: 12/24 VDC; - Corrente: Stand by: 350 μ A; Disparo: 30 mA; - Sinalização visual: 1 LED verde indica supervisão, 1 LED vermelho indica disparo; - Dimensões: 105x105x55 mm; - Material em ABS – policarbonato vermelho.		02
Central De Alarme Sistema endereçável	Tensão de alimentação: 100 a 240 Vac Tensão de operação: 24 Vdc Consumo máximo em alarme: 51,4 W Consumo em supervisão: 9 W Endereçamento: 1 laço com até 250 dispositivos Número de laços: 1 Número de pontos por laço: 250 Topologia: Classe A ou B		01

11. GENERALIDADES

Este Memorial Descritivo faz parte integrante do projeto e tem o objetivo de orientar e complementar o contido no projeto específico, visando assim o perfeito entendimento das instalações projetadas.

São Vicente do Sul – RS, 25 de julho de 2024.

Responsável Técnico