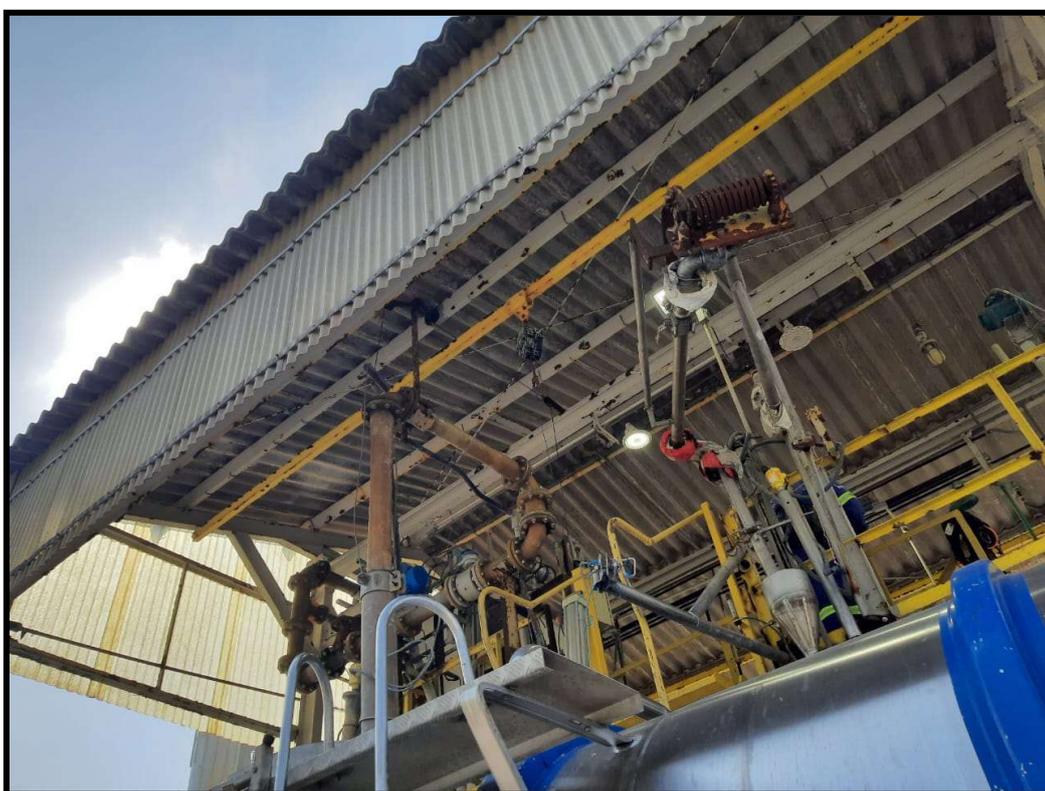


 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 1
		Obra 10071	Revisão 0

CONERGE INSPEÇÃO E ENGENHARIA LTDA.

VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DE SUPORTE DO TRAVA-QUEDAS



PLATATAFORMA DE CARREGAMENTO DE ÁCIDO SULFÚRICO (NORTE)

Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br
Tel: (13) 3466-7187
Site: www.conerge-engenharia.com.br

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 3
		Obra 10071	Revisão 0

SUMÁRIO

1. OBJETIVO.....	4
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....	4
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
4. DISCLAIMER.....	4
5. ESCOPO DO SERVIÇO	5
6. DESENHO DE REFERÊNCIA	6
7. MODELO MATEMÁTICO	7
8. PROPRIEDADES DO MATERIAL.....	8
9. CASOS DE CARGA ANALISADOS COM 1 TRABALHADOR.....	8
9.1. CASO 1 – 600 kgf na viga da LV	9
9.2. PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA METÁLICA.....	9
10. VINCULAÇÕES	10
11. RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS.....	10
12. IMAGENS DOS RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS	11
13. VERIFICAÇÃO DA ZONA LIVRE DE QUEDA (ZLQ).....	12
14. APÊNDICE: VERIFICAÇÃO DETALHADA DO PERFIL DA LV PELA NBR-8800.....	13
16. DADOS CONTRATUAIS	16
16. CONCLUSÃO	16
17. ANEXOS	17
17.1 A.R.T.	18

Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 4
		Obra 10071	Revisão 0

1. OBJETIVO

NR - 35 - Laudo das Linhas de Vida instaladas na CUB 2 da empresa YARA, localizada em Cubatão – SP, verificando as Zonas Livres de Queda (ZLQ), as forças atuantes nos cabos de aço e as tensões nas ancoragens estruturais constituídas por tubos e perfis laminados de aço, através de Inspeção detalhada, elaboração de projeto das linhas de vida existentes e recomendações para adequações, afim de detectar através das inspeções a serem realizadas, a existência de irregularidades que possam comprometer a segurança dos componentes e pessoas, durante o seu funcionamento normal.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS:

NR-35 – Trabalho em Altura

NR-18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção

NBR 14627–Equipamentos de Proteção Individual–Trava-queda guiado em linha rígida – Especificação e Método de Ensaio

NBR 8800 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço Concreto de Edifícios

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Guia prático para cálculo de linha de vida e restrição para a indústria da construção

/ José Carlos de Arruda Sampaio, Wilson Roberto Simon, Serviço Social da Indústria. – Brasília : SESI, 2017.

Os Cem Quilos! Spinelli, Luiz Eduardo, Ed. Do Autor - São Paulo – Brasil – 2017

Estruturas de Aço, Walter Pfeil, Michèle Pfeil, LTC, 8ª Edição – 2009

4. DISCLAIMER:

Todas as dimensões empregadas nas verificações deste documento foram fornecidas, confirmadas e são de responsabilidade exclusiva da CONERGE INSPEÇÃO E ENGENHARIA LTDA.

Os cálculos apresentados neste relatório correspondem à configuração apresentada nos desenhos, não levando em consideração corrosões, trincas, danos de impactos ou de qualquer outra natureza, exceto quando mencionado explicitamente.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br
Tel: (13) 3466-7187
Site: www.conerge-engenharia.com.br

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 5
		Obra 10071	Revisão 0

5. ESCOPO DO SERVIÇO

- Acompanhamento fotográfico da inspeção,
- Inspeção Visual para verificação de corrosão, trincas e desgastes,
- Realizar Inspeção dimensional dos Cabos de Aço,
- Realizar Inspeção Visual dos Esticadores de Cabos de Aço,
- Realizar Inspeção Visual dos Indicadores de Tensão,
- Realizar Inspeção Visual dos Absorvedores de Energia,
- Realizar Inspeção Visual dos Suportes Intermediários,
- Realizar Inspeção Visual das Curvas Metálicas,
- Realizar Inspeção Visual dos Pilares,
- Realizar Inspeção Visual das Placas de Ancoragens,
- Realizar Inspeção Visual dos Troles,
- Realizar Inspeção Visual das Manilhas,
- Realizar Inspeção Visual em Trava-Quedas,
- Verificar as evidências das inspeções periódicas realizadas nos Sistemas de Linha de Vida,
- Verificar se os itens e subitens obrigatórios da NR-35 estão sendo atendidos.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

**RELATÓRIO DE PROJETOS
DESENHO E CÁLCULOS
NR-35**

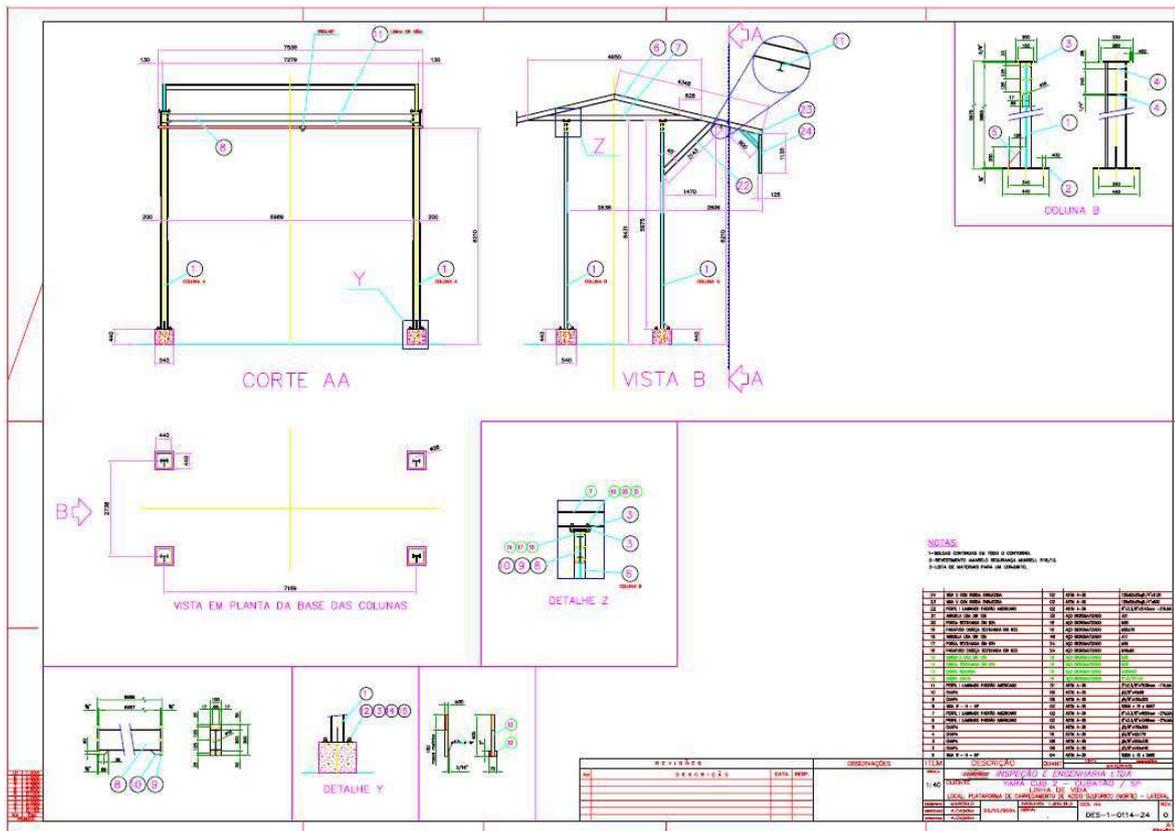
Relatório 35-0174
Obra 10071

Página 6
Revisão 0

6. DESENHO DE REFERÊNCIA:

Para o cálculo da estrutura de suporte de trava-quebras foi utilizado o seguinte desenho como referência:

DESCRIÇÃO	DATA	OBRA	NÚMERO	REVISÃO
PLATAFORMA DE CARREGAMENTO DE ÁCIDO SULFURICO (NORTE)	21-12-2024	10071	DES-1-0114-24	REV. 0

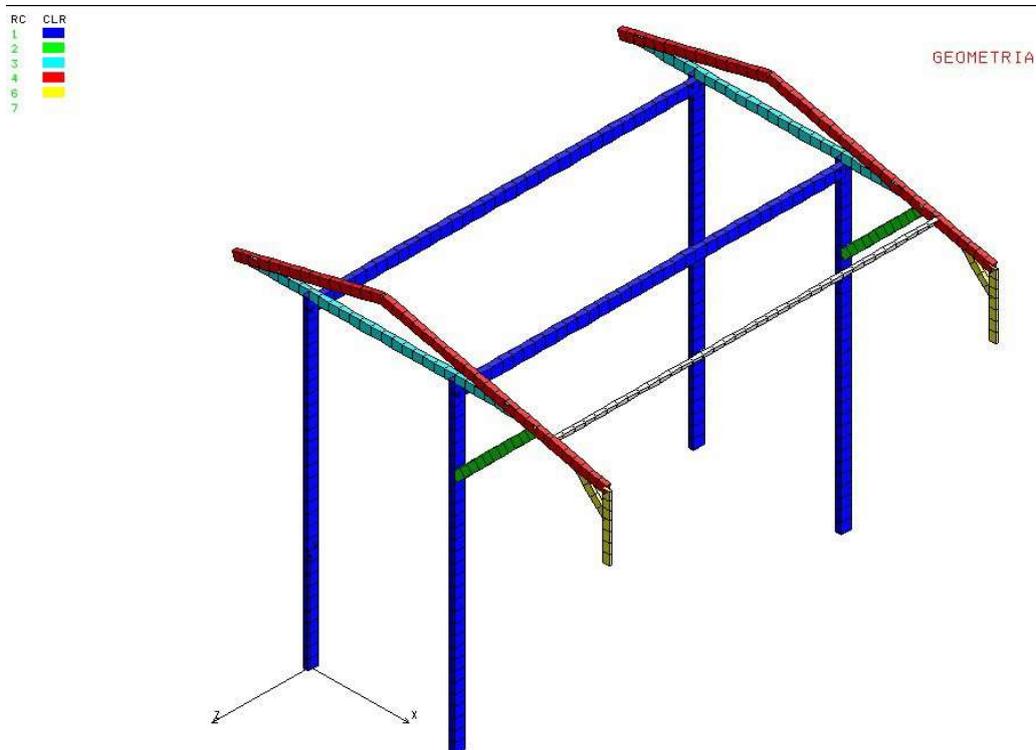


Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 7
		Obra 10071	Revisão 0

7. MODELO MATEMÁTICO:

Para alcançar os objetivos acima foram realizadas análises estáticas lineares em modelos conforme as figuras a seguir. A malha de Elementos Finitos foi modelada com o emprego de elementos de barra (BEAM3D3), gerando cerca de 440 nós e 400 elementos.



Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 8
		Obra 10071	Revisão 0

8. PROPRIEDADES DO MATERIAL:

AÇO ASTM A-36

Módulo de Elasticidade (E) 21000. kgf/mm²

Coefficiente de Poisson (ν) 0.30

Massa específica (ρ) 7.85E-10 kgf.s²/mm⁴

Tensão de ruptura (σ_{rup}) 45. kgf/mm²

Tensão de escoamento (σ_y) 25.0. kgf/mm²

9. CASOS DE CARGA ANALISADOS COM 1 TRABALHADOR:

Segundo o item 5.3.2.8 da NBR-14627-2000 a força máxima de frenagem de um trava-quedas não deve ser superior a 6kN (600kgf) e o deslocamento da queda não deve ultrapassar 1m.

Portanto a carga correspondente à queda de 01 trabalhador é de 600 kgf.

Serão avaliados os seguintes casos de carga:

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP

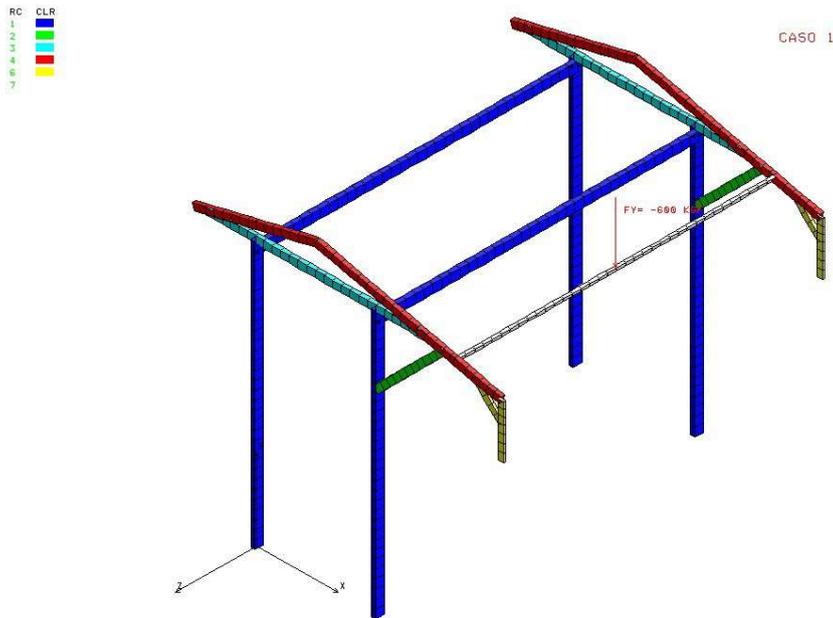
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br

Tel: (13) 3466-7187

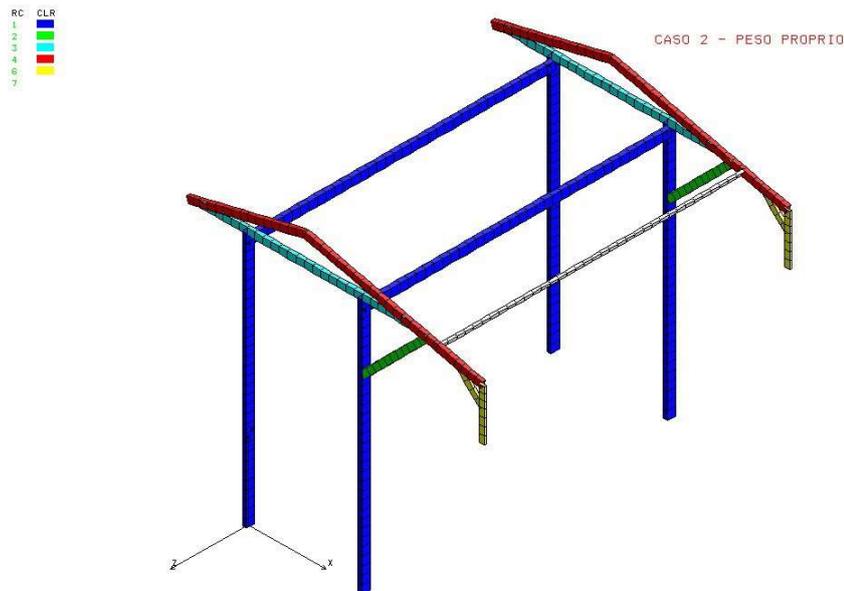
Site: www.conerge-engenharia.com.br

 <p>CONERGE A Engenharia das NRs</p>	 <p>YARA</p>	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 9
		Obra 10071	Revisão 0

9.1. CASO 1 – 600 kgf na viga da LV:



9.2. PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA METÁLICA

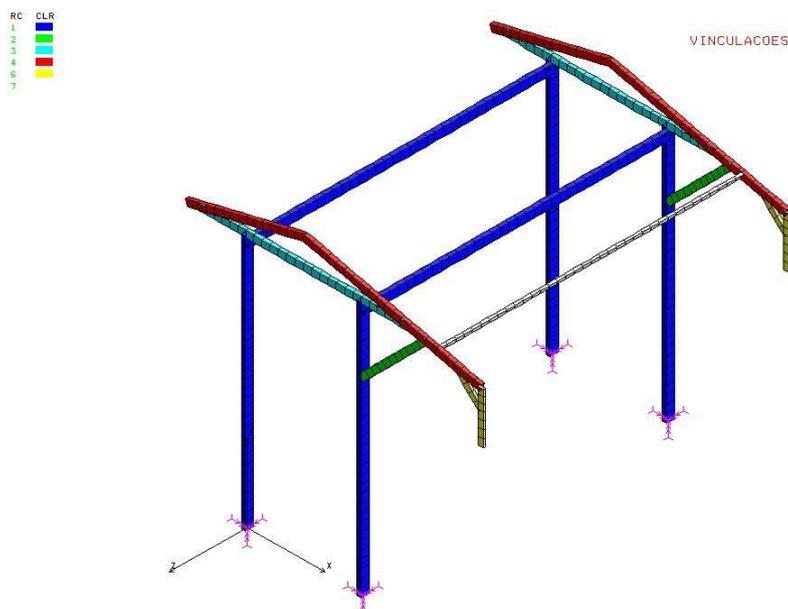


Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 10
		Obra 10071	Revisão 0

10. VINCULAÇÕES:

A estrutura de suporte do trava-quedas foi engastada na base dos pilares ($u_x=u_y=u_z=r_x=r_y=r_z=0$.)



11. RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS:

Para combinações excepcionais a NBR-8800 considera os coeficientes de segurança parciais para peso próprio das estrutura metálicas igual a 1.10 e 1.0 para demais ações variáveis.

Também considera o coeficiente parcial de segurança aplicado às resistências dos aço nas combinações excepcionais igual a 1.0.

Assim, o critério de aprovação fica sendo:

$$1.0 \times \text{tensão da carga dos operadores} + 1.1 \times \text{tensão do pp} \leq 25. \text{kgf/mm}^2 / 1.0$$

onde 25 kgf/mm² é a tensão de escoamento do aço ASTM A-36.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

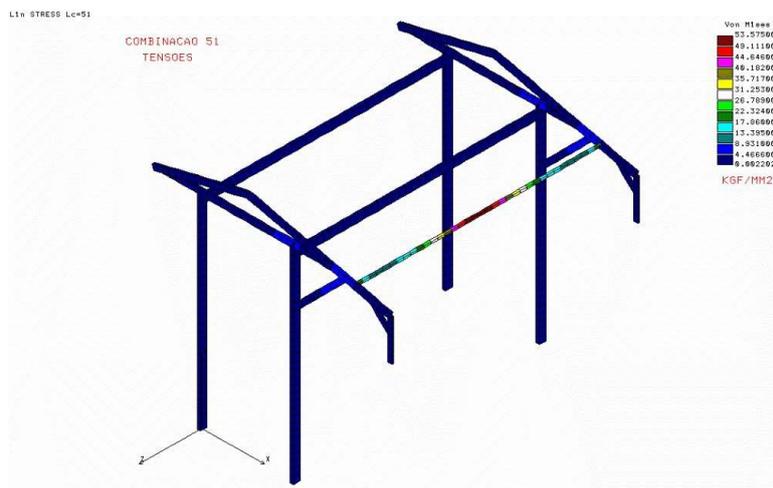
 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 11
		Obra 10071	Revisão 0

A seguinte combinação foi considerada:

COMBINAÇÃO 51 : 1.0x Caso 1 + 1.1x Caso 2

ANÁLISE DOS RESULTADOS			
CASO DE COMBINAÇÃO	TENSÃO (kgf/mm ²)	TENSÃO ADM. (kgf/mm ²)	STATUS
51	53.57	25.	NA

12. IMAGENS DOS RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS:



Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

**RELATÓRIO DE PROJETOS
DESENHO E CÁLCULOS
NR-35**

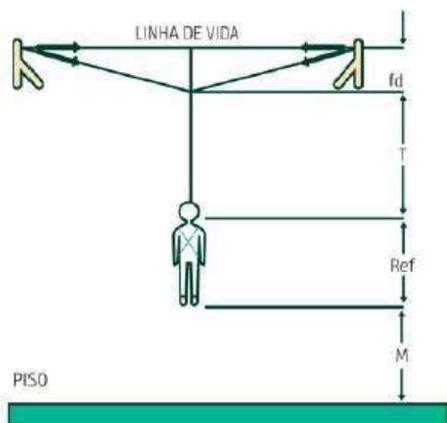
Relatório 35-0174

Página
12

Obra 10071

Revisão
0

13. VERIFICAÇÃO DA ZONA LIVRE DE QUEDA (ZLQ):



Fd = Flecha dinâmica máxima (proporcionada pela linha de vida).

T = Comprimento total do talabarte + absorvedor de energia totalmente aberto.

Ref. = Distância de referência entre o anel D do cinturão paraquedista e o pé do trabalhador (geralmente utiliza-se 1,5m).

M = Distância entre o pé do trabalhador e o piso após a queda (por norma, esse valor deve ser previsto em 1m).

VERIFICAÇÃO DA ZLQ	(m)		
Altura da Linha de Vida	6,21		
Flecha Dinâmica FD	-0,19		
T Trava-quedas (1,40m) + Desloc. Queda (1m)	-2,40		
REF 1,50m	-1,50		
M 1,00 por Norma	-1,00		
Distância livre do piso	1.12	≥ 0	OK

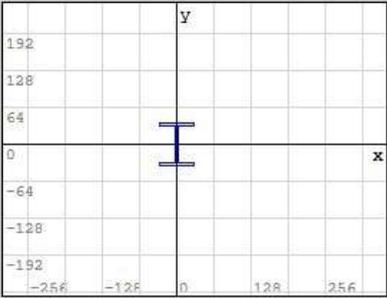
 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 13
		Obra 10071	Revisão 0

14. APÊNDICE: VERIFICAÇÃO DETALHADA DO PERFIL DA LV PELA NBR-8800

Dimensões da Seção Transversal

Altura do perfil (d)	76,2	mm
Largura da mesa (bf)	59,2	mm
Espessura da mesa (tf)	6,6	mm
Espessura da alma (tw)	4,32	mm
Raio perfil laminado (raio)	6,86	mm
Altura total da alma (h)	63	mm
Altura reta da alma (da)	49,28	mm

Ajuste a escala e a posição se necessário



secao

A	10,94	cm ²
I _x	107,74	cm ⁴
I _y	22,86	cm ⁴
r _x	3,14	cm
r _y	1,45	cm
r _t	1,62	cm
W _x	28,28	cm ³
W _y	7,72	cm ³
Z _x	31,48	cm ³
Z _y	11,86	cm ³
I _t	1,32	cm ⁴
C _w	276,3862	cm ⁶

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

**RELATÓRIO DE PROJETOS
DESENHO E CÁLCULOS
NR-35**

Relatório 35-0174

Página 14

Obra 10071

Revisão 0

Dados de entrada

Tensão de escoamento do aço (f_y)	25	kN/cm ² ▾
Tensão de ruptura do aço (f_u)	45	kN/cm ² ▾
Módulo de elasticidade do aço (E_a)	20000	kN/cm ² ▾
Peso específico do aço (ρ)	7850	kg/m ³ ▾
Coefficiente de Poisson (ν_a)	0,3	
Tensão residual (f_r)	7,5	kN/cm ² ▾
Módulo cisalhamento (G_a)	7692,31	kN/cm ² ▾
Área superficial (m ² /m)	0,38	m ² ▾
Peso por metro (kg/m)	8,59	kg ▾

Comprimentos de flambagem

Comprimento de flambagem para flexão em torno do eixo de maior inércia - L_{fx}	719	cm ▾
Comprimento de flambagem para flexão em torno do eixo de menor inércia - L_{fy}	719	cm ▾
Comprimento de flambagem de torção - L_{fz}	719	cm ▾

Momentos Fletores Solicitantes de Cálculo

Máximo momento fletor de cálculo	913	kN cm ▾
Momento fletor de cálculo a 1/4 do vão	389	kN cm ▾
Momento fletor de cálculo a 2/4 do vão	913	kN cm ▾
Momento fletor de cálculo a 3/4 do vão	389	kN cm ▾
Máxima cortante de cálculo	6	kN ▾

**RELATÓRIO DE PROJETOS
DESENHOS E CÁLCULOS
NR-35**

Relatório	35-0174	Página	15
Obra	10071	Revisão	0

FLM - Flambagem Local da Mesa

Momento Resistente - Mrdm
Seção_Mesa

FLA - Flambagem Local da Alma

Momento Resistente - Mrda
Seção_Alma

FLT - Flambagem Lateral com Torção

Coefficiente de Uniformização (Cb)
Momento Resistente - Mrdl

Momento Fletor Resistente de Cálculo

Mxrd
Taxa de trabalho à flexão (%)

Cortante Resistente de Cálculo

Área Efetiva de Cisalhamento (Aw)
Vrd
Taxa de trabalho (%)

Conclusões

Momento_fletor
Cortante

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 16
		Obra 10071	Revisão 0

15. DADOS CONTRATUAIS

Contratante: YARA CUB2 - CUBATÃO / SP
Responsável/Representante: Gustavo Pereira
Número da obra: 10071
Número do Relatório: : 35-0174
Início da inspeção: 21/08/2024
Término da inspeção: 30/09/2024
Data do relatório: 07/10/2024
Equipe técnica envolvida: : Ass. Técnico: Guilherme Jannuzzi
Ass. Técnico: Celso Leite
Eng. Responsável: Carlos Henrique de Moraes

16. CONCLUSÃO:

Os resultados documentados neste relatório mostram que a estrutura de suporte do trava-quedas da **PLATAFORMA DE CARREGAMENTO DE ÁCIDO SULFÚRICO – NORTE**, em sua configuração original, **NÃO ATENDE** os critérios de estado limite último da NBR 8800.

A análise da Zona Livre de Queda (ZLQ) mostra que a linha de vida teria altura suficiente para garantir que os trabalhadores não atinjam o piso no caso de queda.

CONTROLE DE EMISSÃO

PROFISSIONAL LEGALMENTE HABILITADO NR-35	CARLOS HENRIQUE DE MORAES CREA SP 0640977984	 Assinatura	07/10/2024 <i>Data</i>
---	---	---	--------------------------------------

"Inspeção com Segurança e Qualidade é nossa Prioridade"

Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 <p>CONERGE A Engenharia das NRs</p>	 <p>YARA</p>	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 17
		Obra 10071	Revisão 0

17.0 – ANEXOS

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 <p>CONERGE A Engenharia das NRs</p>	 <p>YARA</p>	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0174	Página 18
		Obra 10071	Revisão 0

17.1 – A.R.T.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço
2620242151153

1. Responsável Técnico

CARLOS HENRIQUE DE MORAES

Título Profissional: **Engenheiro Industrial - Mecânica, Engenheiro de Segurança do Trabalho**

RNP: **2603421441**

Registro: **0640977984-SP**

Empresa Contratada: **CONERGE CONSULTORIA TREINAMENTOS E VENDAS EIRELI**

Registro: **2317311-SP**

2. Dados do Contrato

Contratante: **YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A**

CPF/CNPJ: **92.660.604/0171-58**

Endereço: **Avenida AVENIDA ENGENHEIRO PLÍNIO DE QUEIRÓZ, S/N**

Nº:

Complemento:

Bairro: **ZONA INDUSTRIAL**

Cidade: **Cubatão**

UF: **SP**

CEP: **11570-901**

Contrato: **PR. 5.738/23 REV.2 / OBRA 10071**

Celebrado em: **01/01/2024**

Vinculada à Art nº:

Valor: R\$ **10.000,00**

Tipo de Contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: **Avenida AVENIDA ENGENHEIRO PLÍNIO DE QUEIRÓZ, S/N**

Nº:

Complemento:

Bairro: **ZONA INDUSTRIAL**

Cidade: **Cubatão**

UF: **SP**

CEP: **11570-901**

Data de Início: **21/08/2024**

Previsão de Término: **31/01/2025**

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: **Industrial**

Código:

Proprietário: **YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A**

CPF/CNPJ: **92.660.604/0171-58**

4. Atividade Técnica

			Quantidade	Unidade
Supervisão	1	Laudo de instalações mecânicas industriais	19,00000	unidade
		Laudo de trabalho em altura (NR35)	19,00000	unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

OBRA 10071 - YARA CUB2 - CUBATÃO/SP - INSPEÇÃO, PROJETO E MEMORIAIS DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS DE LINHA DE VIDA, TAG's: Pórtico de Descarregamento de Soda na Utilidades, Nitreto Velho (Amônia), Descarga de Óleo Dustrol, Plataforma de carregamento de ácido sulfúrico - Norte, Plataforma de carregamento de Ácido Sulfúrico - Sul, Pórtico Carregamento Ácido Sulfúrico, Fosfórico Descarregamento Fosfórico, Fosfórico Descarregamento de Anti Espumante, Carregamento de Ácido Nítrico BD7301, Carregamento de Ácido Nítrico BD7302, Enlonamento de Carretas - Pátio Gesso 1, Enlonamento de Carretas - Pátio Gesso 2, Desenlonamento de Carretas - Linha 1, Desenlonamento de Carretas - Linha 2, Armazém de HDAN - Doca 1, Armazém de HDAN - Doca 2, ETAB - Carregamento Soda, Pórtico de carregamento de Enxofre do Sulfúrico, Fosfórico lavagem.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

Nenhuma

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

SANTOS 12 de DEZEMBRO de 2024

Local data

CARLOS HENRIQUE DE MORAES - CPF: 926.902.118-15

YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A - CPF/CNPJ: 92.660.604/0171-58

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo *Nosso Número*.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confex.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br

Tel: 0800 017 18 11

E-mail: acessar link Fale Conosco do site acima



Valor ART R\$ 99,64

Registrada em: 12/12/2024

Valor Pago R\$ 99,64

Nosso Número: 2620242151153

Versão do sistema

Impresso em: 13/12/2024 12:00:47