	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 1 / 117
		Data: 23/02/23

PROPRIETÁRIO:

Prefeitura Municipal de Joinville

OBRA:

Parque Linear Porto Cachoeira

ENDEREÇO:


Av. José Vieira e Av. Hermann August Entre as Ruas Itaiópolis e Max Colin -
Saguaçu e América Lepper | Joinville-SC | 89209-357

MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURAS DE CONCRETO

EQUIPE TÉCNICA:

- ✓ Eng. Charles José Reis Hipólito
- ✓ Eng. Robson Carlos Santos




	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 2 / 117
		Data: 23/02/23

SUMÁRIO

1	OBJETIVO.....	4
2	NORMAS DE REFERÊNCIA.....	4
3	PROJETOS DE REFERÊNCIA.....	4
4	PREMISSAS E MÉTODOS.....	9
4.1	INFRAESTRUTURA - CONCRETO	9
4.1.1	Estacas – Normal resistente	9
4.1.2	Estacas – Cargas solicitantes	29
4.1.3	Estacas – Armadura	32
4.2	SUPERESTRUTURA - CONCRETO.....	40
4.2.1	CARREGAMENTOS CONSIDERADOS	40
4.2.2	VIGAS PROTENDIDAS.....	41
4.2.3	VIGAS ARMADAS	110
4.2.4	LAJES ALVEOLARES PROTENDIDAS	115
4.2.5	LAJES MACIÇAS PARA AS TRAVESSIAS T1 E T2	116




	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 3 / 117
		Data: 23/02/23

APRESENTAÇÃO

Edificação:	Varanda Tipo 1 (3,10x3,83) Av. Hermann Lepper – 10 unidades Arquibancada Av. Hermann Lepper – 1 unidade Espaço Cau Hansen Av. Hermann Lepper – 1 unidade Cabeceiras de concreto Av. Hermann Lepper – 2 unidades Varanda Tipo 2 (10,20x3,85) Av. José Vieira – 9 unidades Arquibancada Av. José Vieira – 1 unidade Espaço Cau Hansen Av. José Vieira – 1 unidade Cabeceiras de concreto Av. José Vieira – 2 unidades Lajes sobre as Travessias T1 e T2 – 2 unidades Base dos transformadores – 2 unidades		
Proprietário:	PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE		
Endereço:	Av. José Vieira e Av. Hermann August Entre as Ruas Itaiópolis e Max Colin - Saguacu e América Lepper Joinville-SC 89209-357		
Situação da obra:	A executar	Classificação da Ocupação:	INSTITUCIONAL



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 4 / 117
		Data: 23/02/23

1 OBJETIVO

O presente memorial de cálculo tem por finalidade descrever e especificar as estruturas de concreto projetadas, que contemplam infraestruturas e superestruturas, além de estabelecer as diretrizes gerais a serem seguidas na execução dos serviços de construção civil referentes a execução das estruturas moldadas in loco e produção e montagem das estruturas pré-fabricadas, a serem edificadas em Joinville / SC.

2 NORMAS DE REFERÊNCIA

As normas, códigos e padrões aplicáveis à infraestrutura e superestrutura de concreto armado estão relacionados abaixo:

ABNT:


- NBR-6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR-7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação;
- NBR-9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
- NBR-6122 – Projeto e execução de fundações;
- NBR-6123 – Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR-8681 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.

3 PROJETOS DE REFERÊNCIA

PROJETO DE MONTAGEM DAS ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO

- 0751.EST.EX.TRECHO 001
- 0751.EST.EX.TRECHO 002
- 0751.EST.EX.TRECHO 003
- 0751.EST.EX.TRECHO 004
- 0751.EST.EX.TRECHO 005
- 0751.EST.EX.TRECHO 006
- 0751.EST.EX.TRECHO 007
- 0751.EST.EX.TRECHO 008
- 0751.EST.EX.TRECHO 009
- 0751.EST.EX.TRECHO 010
- 0751.EST.EX.TRECHO 011
- 0751.EST.EX.TRECHO 012



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 5 / 117
		Data: 23/02/23

- 0751.EST.EX.TRECHO 013
- 0751.EST.EX.TRECHO 014
- 0751.EST.EX.TRECHO 015
- 0751.EST.EX.TRECHO 016
- 0751.EST.EX.TRECHO 017
- 0751.EST.EX.TRECHO 018

PROJETO DE LOCAÇÃO DAS ESTACAS

- 0751.EST.EX.LOCEST.TRECHOS 01-02
- 0751.EST.EX.LOCEST.TRECHOS 03-04
- 0751.EST.EX.LOCEST.TRECHOS 05-06
- 0751.EST.EX.LOCEST.TRECHOS 07-08
- 0751.EST.EX.LOCEST.TRECHOS 09-10
- 0751.EST.EX.LOCEST.TRECHOS 11a13
- 0751.EST.EX.LOCEST.TRECHOS 14a16
- 0751.EST.EX.LOCEST.TRECHOS 17a18


PROJETO DE LOCAÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- 0751.EST.EX.LOCBL.TRECHOS 01-02
- 0751.EST.EX.LOCBL.TRECHOS 03-04
- 0751.EST.EX.LOCBL.TRECHOS 05-06
- 0751.EST.EX.LOCBL.TRECHOS 07-08
- 0751.EST.EX.LOCBL.TRECHOS 09-10
- 0751.EST.EX.LOCBL.TRECHOS 11a13
- 0751.EST.EX.LOCBL.TRECHOS 14a16
- 0751.EST.EX.LOCBL.TRECHOS 17a18

PROJETO DE EXECUÇÃO DO CAPEAMENTO, LAJE E DEMAIS ESTRUTURAS IN LOCO

- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-LAJE - T1 E T2
- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-LAJES - ESPAÇO CAU HANSEN
- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-TRECHO 01-02
- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-TRECHO 03-04
- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-TRECHO 05-06
- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-TRECHO 07-08
- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-TRECHO 09-10
- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-TRECHO 11 à 13



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 6 / 117
		Data: 23/02/23

- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-TRECHO 14 à 16
- 0751.EST.EX.LAJES E CAPEAMENTO.TRECHOS 001 AO 0018_R00-TRECHO 17 – 18


PROJETO DE FORMA E ARMAÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E901
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E902

PROJETO DE FORMA E ARMAÇÃO DE VIGAS E BANCOS PRÉ-FABRICADOS


- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2001
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2002
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2003
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2004
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2005
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2006
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2007
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2008
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2009
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2010
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2011
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2012
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2013
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2014
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2015
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2016
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2017
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2018
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2019
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2020
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2021
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2022
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2023
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2024
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2025
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2026
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2027
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2028
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2029



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 7 / 117
		Data: 23/02/23

- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2030
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2031
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2032
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2033
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2034
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2035
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2036
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2037
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2038
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2039
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2040
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2041
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2042
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2043
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2044
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2045
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2046
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2047
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2048
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2049
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2050
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2051
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2052
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2053
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2054
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2055
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2056
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2057
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2058
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2059
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2060
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2061
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2062
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2063
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2064
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2065
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2066




	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 8 / 117
		Data: 23/02/23

- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2067
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2068
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2069
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2070
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2071
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2072
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2073
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2074
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2075
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2076
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2077
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2078
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2079
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2080
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2081
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2082
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2083
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2084
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2085
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2086
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2087
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2088
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2089
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2090
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2091
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2092
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2093
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2094
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2095
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2096
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2097
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2098
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2099
- 0751-MAGNUS-Porto Cachoeira_E2100

PROJETO DE PAGINAÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DAS LAJES ALVEOLARES PROTENDIDAS

- 0751-EST.EX_PASSEIO.E3001



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 9 / 117
		Data: 23/02/23

- 0751-EST.EX_PASSEIO.E3002
- 0751-EST.EX_PASSEIO.E3003
- 0751-EST.EX_PASSEIO.E3004

4 PREMISSAS E MÉTODOS

4.1 INFRAESTRUTURA - CONCRETO


Ao longo das avenidas Hermann August Lepper e José Vieira, foram realizados os ensaios de solo SPT. Para cada estrutura, foram considerados os seguintes ensaios:

- Varanda Tipo 1: SP01, SP05, SP07, SP09
- Arquibancada Av. Hermann Lepper: SP02, SP03
- Espaço Cau Hansen Av. Hermann Lepper: SP04
- Cabeceiras de concreto Av. Hermann Lepper: SP06, SP08
- Varanda Tipo 2: SP11, SP13, SP14
- Arquibancada Av. José Vieira: SP16
- Espaço Cau Hansen Av. José Vieira: SP15
- Cabeceiras de concreto Av. José Vieira: SP12

4.1.1 Estacas – Normal resistente

Com base nos laudos de sondagem realizados e indicados acima, foi realizado o cálculo da resistência das estacas centrifugadas para cada intervenção.



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 10 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Passeios em Geral

Laudo SPT: SP9

- Estaca hélice contínua Ø30 com 8,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Sondagem		Tipo do solo							
Cota (m)	N° SPT	Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	Areia com pedregulhos
1	3								
2	8								
3	8								
4	12								
5	10								
6	12								
7	12								
8	14								
9	19								
10	19								
11	22								
12	27								
13	33								
14	38								
15	40								
16	63								
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									

☒ Hélice Contínua
☐ Escavadas sem revestimentos
☐ Escavadas com revestimentos ou lama
☐ Hollow Auger
☐ Raiz

Comprimento total da estaca (m)

8,0 m

Diâmetro seção circular

300,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)

litros


Tipo de carregamento "P.P.C.V"

Compressão

Resultado dos "processos"

	Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	38,4	10,1	48,5	19,4
Aoki-Velloso	14,6	11,5	26,2	13,1
Decourt-Quaresma	28,9	10,8	39,7	24,9
Alberto Henriques Teixeira	24,9	5,5	30,4	18,0
Urbano Rodrigues Alonso	26,4	9,2	35,5	17,8
Média dos processos	26,6	9,4	36,1	18,6



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 11 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Varanda T1

Lauda SPT: SP9

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

ok

Tipo de Estaca

☐ Premoldada (concreto ou aço)
☐ Franki
☒ Hélice Contínua
☐ Escavadas sem revestimentos
☐ Escavadas com revestimentos ou lama
☐ Hollow Auger
☐ Raiz

Tipo do solo

Sondagem

Cota (m)	N° SPT	Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	Areia com pedregulhos
1	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	19	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	63	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ok

Comprimento total da estaca (m)

11,0 m

ok

Diâmetro seção circular

400,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)

litros


Tipo de carregamento "P.P.C.V"

Compressão

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)	
Capacidade de carga total da estaca (t)	
Capacidade de carga resistência de ponta (t)	
Capacidade de carga atrito lateral (t)	
Pedro Paulo Costa Velloso	90,6 40,8 131,5 52,6
Aoki-Velloso	36,8 55,3 92,1 46,0
Decourt-Quaresma	63,1 49,8 113,0 61,0
Alberto Henriques Teixeira	59,3 19,7 79,0 44,5
Urbano Rodrigues Alonso	63,3 42,5 105,8 52,9
Média dos processos	62,6 41,6 104,3 51,4



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 12 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Varanda T1

Laudo SPT: SP9

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento (resistência à tração em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo							
Sondagem		Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	Areia com pedregulhos
Cota (m)	Nº SPT								
1	3								
2	8								
3	8								
4	12								
5	10								
6	12								
7	12								
8	14								
9	19								
10	19								
11	22								
12	27								
13	33								
14	38								
15	40								
16	63								
17									
18									
19									
20									
21									

ok

Comprimento total da estaca (m)
11,0 m

Diâmetro seção circular *
400,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)
litros


Tipo de carregamento "P.P.C.V" *
Tração

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)
Capacidade de carga total da estaca (t)
Capacidade de carga resistência de ponta (t)
Capacidade de carga atrito lateral (t)

Pedro Paulo Costa Velloso 68,0 0,0 68,0 **27,2**



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 13 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Varanda T2

Laudo SPT: SP13

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Tipo de Estaca								
Tipo do solo								
Sondagem		Argila Siltsosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltsosa	Areia com pedregulhos
Cota (m)	N° SPT							
1	1							
2	1							
3	1							
4	1							
5	2							
6	8							
7	8							
8	11							
9	16							
10	16							
11	21							
12	22							
13	27							
14	32							
15	48							
16	62							
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

Comprimento total da estaca (m)
11,0 m

Diâmetro seção circular
400,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Compressão

Resultado dos "processos"

	Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	48,7	42,6	91,3	36,5
Aoki-Velloso	20,5	88,0	108,5	54,2
Decourt-Quaresma	44,2	42,9	87,1	44,7
Alberto Henriques Teixeira	39,7	13,1	52,8	29,7
Urbano Rodrigues Alonso	35,1	35,4	70,5	35,3
Média dos processos	37,7	44,4	82,0	40,1



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 14 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Varanda T2

Laudo SPT: SP13

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento (resistência à tração em tf).

Tipo de Estaca								
Tipo do solo								
Sondagem		Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia com pedregulhos
Cota (m)	Nº SPT							
1	1							
2	1							
3	1							
4	1							
5	2							
6	8							
7	8							
8	11							
9	16							
10	16							
11	21							
12	22							
13	27							
14	32							
15	48							
16	62							
17								
18								
19								
20								
21								

Comprimento total da estaca (m)
11,0 m

Diâmetro seção circular
400,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Tração

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)	36,5	0,0	36,5	14.6
Capacidade de carga total da estaca (t)				
Capacidade de carga resistência de ponta (t)				
Capacidade de carga atrito lateral (t)				



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 15 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Espaço Cau Hansen – Av. Hermann Lepper

Laudo SPT: SP4

- Estaca hélice contínua Ø40 com 14,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo							
Sondagem		Argila Siltsosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltsosa	Areia	Areia com pedregulhos
Cota (m)	Nº SPT								
1	1								
2	1								
3	1								
4	1								
5	6								
6	10								
7	10								
8	14								
9	12								
10	14								
11	21								
12	22								
13	28								
14	38								
15	47								
16	57								
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									

Comprimento total da estaca (m)
14,0 m

Diâmetro seção circular
400,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Compressão

Resultado dos "processos"

	Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	86,2	84,2	170,4	68,2
Aoki-Velloso	43,0	159,2	202,2	101,1
Decourt-Quaresma	74,5	94,7	169,2	81,0
Alberto Henriques Teixeira	76,9	36,3	113,2	60,3
Urbano Rodrigues Alonso	76,2	68,5	144,7	72,4
Média dos processos	71,4	88,6	159,9	76,6


15

(47) 3349-9330 | 3348-5561

Rua Lauro Müller, 853 | Sala 02 | Superior | Fazenda | 88301-401 | Itajaí - SC

CNPJ: 09.549.705/0001-37 | www.magnusengenharia.com.br



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 16 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Espaço Cau Hansen – Av. Hermann Lepper

Laudo SPT: SP4

- Estaca hélice contínua Ø40 com 14,00m de comprimento (resistência à tração em tf).

ok

Tipo de Estaca

☐ Premoldada (concreto ou aço)
☐ Franki
☒ Hélice Contínua
☐ Escavadas sem revestimentos
☐ Escavadas com revestimentos ou lama
☐ Hollow Auger
☐ Raiz

ok

Tipo do solo

Sondagem

Cota (m)	Nº SPT	Argila Siltsosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltsosa	Areia	Areia com pedregulhos
1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	21	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	47	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	57	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ok

Comprimento total da estaca (m)

14,0 m

ok

Diâmetro seção circular

400,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)

litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"

Tração

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)

Capacidade de carga total da estaca (t)

Capacidade de carga resistência de ponta (t)

Capacidade de carga atrito lateral (t)

Pedro Paulo Costa Velloso


64,7

0,0

64,7

25.9

16




(47) 3349-9330 | 3348-5561

Rua Lauro Müller, 853 | Sala 02 | Superior | Fazenda | 88301-401 | Itajaí - SC
CNPJ: 09.549.705/0001-37 | www.magnusengenharia.com.br

Memória de Cálculo EST (0018183565)

SEI 23.0.214827-9 / pg. 16

	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 17 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Espaço Cau Hansen – Av. Hermann Lepper

Laudo SPT: SP4

- Estaca hélice contínua Ø30 com 08,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo								Sondagem	
Cota (m)	N° SPT	Argila Silteosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Silteosa	Areia	Areia com pedregulhos		
1	1										
2	1										
3	1										
4	1										
5	6										
6	10										
7	10										
8	14										
9	12										
10	14										
11	21										
12	22										
13	28										
14	38										
15	47										
16	57										
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											

ok

Comprimento total da estaca (m)
8,0 m

Diâmetro seção circular
300,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Compressão

Resultado dos "processos"

	Pedro Paulo Costa Velloso	Aoki-Velloso	Decourt-Quaresma	Alberto Henriques Teixeira	Urbano Rodrigues Alonso	Média dos processos
Carga admissível da estaca (t)	14,3	6,4	19,8	15,8	12,2	13,7
Capacidade de carga total da estaca (t)	19,7	33,0	17,0	9,5	15,2	18,9
Capacidade de carga resistência de ponta (t)	34,0	39,4	36,7	25,4	27,4	32,6
Capacidade de carga atrito lateral (t)	13,6	19,7	19,5	12,9	13,7	15,9


17

(47) 3349-9330 | 3348-5561

Rua Lauro Müller, 853 | Sala 02 | Superior | Fazenda | 88301-401 | Itajaí - SC

CNPJ: 09.549.705/0001-37 | www.magnusengenharia.com.br



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 18 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Espaço Cau Hansen – Av. José Vieira

Laudo SPT: SP15

- Estaca hélice contínua Ø50 com 14,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Tipo de Estaca								
Tipo do solo								
Sondagem		Argila Siltsosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltsosa	Areia com pedregulhos
Cota (m)	N° SPT							
1	1							
2	1							
3	1							
4	1							
5	5							
6	10							
7	14							
8	18							
9	19							
10	22							
11	23							
12	24							
13	32							
14	32							
15	36							
16	42							
17	48							
18	70							
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

Comprimento total da estaca (m)
14,0 m

Diâmetro seção circular
500,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Compressão

Resultado dos "processos"

	Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	125,8	138,5	264,3	105,7
Aoki-Velloso	70,5	209,4	279,9	140,0
Decourt-Quaresma	100,8	130,9	231,7	110,2
Alberto Henriques Teixeira	115,0	177,9	292,9	121,1
Urbano Rodrigues Alonso	115,6	116,3	231,9	116,0
Média dos processos	105,5	154,6	260,1	118,6


18

(47) 3349-9330 | 3348-5561

Rua Lauro Müller, 853 | Sala 02 | Superior | Fazenda | 88301-401 | Itajaí - SC

CNPJ: 09.549.705/0001-37 | www.magnusengenharia.com.br



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 19 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Espaço Cau Hansen – Av. José Vieira

Laudo SPT: SP15

- Estaca hélice contínua Ø50 com 14,00m de comprimento (resistência à tração em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo							
Sondagem		Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	Areia com pedregulhos
Cota (m)	Nº SPT								
1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	19	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	48	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	70	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comprimento total da estaca (m)
14,0 m

Diâmetro seção circular
500,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Tração

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	94,3	0,0	94,3
			37,7



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 20 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Espaço Cau Hansen – Av. José Vieira

Laudo SPT: SP15

- Estaca hélice contínua Ø30 com 08,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo								Sondagem	
		Argila Silteosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Silteosa	Areia	Areia com pedregulhos	Cota (m)	N° SPT
<input type="radio"/>	Premoldada (concreto ou aço)									1	1
<input type="radio"/>	Franki									2	1
<input checked="" type="radio"/>	Hélice Contínua									3	1
<input type="radio"/>	Escavadas sem revestimentos									4	1
<input type="radio"/>	Escavadas com revestimentos ou lama									5	5
<input type="radio"/>	Hollow Auger									6	10
<input type="radio"/>	Raiz									7	14
										8	18
										9	19
										10	22
										11	23
										12	24
										13	32
										14	32
										15	36
										16	42
										17	48
										18	70
										19	
										20	
										21	
										22	
										23	
										24	
										25	
										26	
										27	

Comprimento total da estaca (m)
8,0 m

Diâmetro seção circular
300,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Compressão

Resultado dos "processos"

	Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	16,3	11,7	28,0	11,2
Aoki-Velloso	6,2	14,8	21,0	10,5
Decourt-Quaresma	20,3	12,3	32,6	18,7
Alberto Henriques Teixeira	17,0	6,4	23,4	12,9
Urbano Rodrigues Alonso	13,4	10,6	24,0	12,0
Média dos processos	14,6	11,2	25,8	13,1



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 21 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Arquibancada Av. Hermann Lepper

Laudo SPT: SP3

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Sondagem		Tipo do solo								Tipo de Estaca	
Cota (m)	N° SPT	Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	Areia com pedregulhos		
1	1									<input type="radio"/> Premoldada (concreto ou aço)	
2	1									<input type="radio"/> Franki	
3	1									<input checked="" type="radio"/> Hélice Contínua	
4	1									<input type="radio"/> Escavadas sem revestimentos	
5	3									<input type="radio"/> Escavadas com revestimentos ou lama	
6	7									<input type="radio"/> Hollow Auger	
7	10									<input type="radio"/> Raiz	
8	11										
9	13										
10	15										
11	20										
12	32										
13	39										
14	61										
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											

Comprimento total da estaca (m)

11,0 m

Diâmetro seção circular

400,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)

Tipo de carregamento "P.P.C.V"


Compressão

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)	
Capacidade de carga total da estaca (t)	
Capacidade de carga resistência de ponta (t)	
Capacidade de carga atrito lateral (t)	
Pedro Paulo Costa Velloso	40,5 44,8 85,3 34,1
Aoki-Velloso	17,1 83,8 100,9 50,4
Decourt-Quaresma	44,0 56,1 100,2 47,9
Alberto Henriques Teixeira	38,2 18,0 56,2 30,0
Urbano Rodrigues Alonso	34,1 36,4 70,5 35,3
Média dos processos	34,8 47,8 82,6 39,5

21



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 22 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Arquibancada Av. Hermann Lepper

Laudo SPT: SP3

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento (resistência à tração em tf).

Tipo de Estaca								
Tipo do solo								
Sondagem		Argila Siltsosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltsosa	Areia com pedregulhos
Cota (m)	Nº SPT							
1	1							
2	1							
3	1							
4	1							
5	3							
6	7							
7	10							
8	11							
9	13							
10	15							
11	20							
12	32							
13	39							
14	61							
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

Comprimento total da estaca (m)
11,0 m

Diâmetro seção circular
400,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Tração

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	30,4	0,0	30,4



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 23 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Arquibancada Av. José Vieira

Laudo SPT: SP16

- Estaca hélice contínua Ø50 com 15,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo								Sondagem	
		Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	Areia com pedregulhos	Cota (m)	Nº SPT
<input type="radio"/>	Premoldada (concreto ou aço)									1	1
<input type="radio"/>	Franki									2	1
<input checked="" type="radio"/>	Hélice Contínua									3	1
<input type="radio"/>	Escavadas sem revestimentos									4	1
<input type="radio"/>	Escavadas com revestimentos ou lama									5	9
<input type="radio"/>	Hollow Auger									6	12
<input type="radio"/>	Raiz									7	15
										8	11
										9	11
										10	8
										11	14
										12	20
										13	22
										14	33
										15	45
										16	65
										17	65
										18	
										19	
										20	
										21	
										22	
										23	
										24	
										25	
										26	
										27	

Comprimento total da estaca (m)
15,0 m

Diâmetro seção circular
500,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Compressão

Resultado dos "processos"

	Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	135,8	140,6	276,4	110,6
Aoki-Velloso	72,2	261,8	334,0	167,0
Decourt-Quaresma	97,2	167,6	264,8	116,7
Alberto Henriques Teixeira	107,4	205,4	312,9	123,0
Urbano Rodrigues Alonso	107,5	122,2	229,7	114,8
Média dos processos	104,0	179,5	283,6	126,4



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 24 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Arquibancada Av. José Vieira

Laudo SPT: SP16

- Estaca hélice contínua Ø50 com 15,00m de comprimento (resistência à tração em tf).

ok

Tipo de Estaca

☐ Premoldada (concreto ou aço)
☐ Franki
☒ Hélice Contínua
☐ Escavadas sem revestimentos
☐ Escavadas com revestimentos ou lama
☐ Hollow Auger
☐ Raiz

Tipo do solo

Sondagem

Cota (m)	Nº SPT	Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	Areia com pedregulhos
1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	65	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	65	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ok

Comprimento total da estaca (m)

15,0 m

ok

Diâmetro seção circular

500,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)

litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"

Tração

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)

Capacidade de carga total da estaca (t)

Capacidade de carga resistência de ponta (t)

Capacidade de carga atrito lateral (t)

Pedro Paulo Costa Velloso


101,9

0,0

101,9

40,8



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 25 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Cabeceira Av. Hermann Lepper

Laudo SPT: SP8

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento (resistência à compressão em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo									
Sondagem		Argila Silteosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Silteosa	Areia	Areia com pedregulhos		
Cota (m)	Nº SPT										
1	1										
2	5										
3	7										
4	12										
5	12										
6	14										
7	16										
8	18										
9	21										
10	27										
11	26										
12	34										
13	36										
14	39										
15	48										
16	61										
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											

Comprimento total da estaca (m)
11,0 m

Diâmetro seção circular
400,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Compressão

Resultado dos "processos"

	Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	96,2	55,6	151,8	60,7
Aoki-Velloso	35,0	108,9	143,9	72,0
Decourt-Quaresma	73,5	61,8	135,3	72,0
Alberto Henriques Teixeira	68,4	19,6	88,0	50,5
Urbano Rodrigues Alonso	71,9	46,5	118,4	59,2
Média dos processos	69,0	58,5	127,5	62,9


25



(47) 3349-9330 | 3348-5561

Rua Lauro Müller, 853 | Sala 02 | Superior | Fazenda | 88301-401 | Itajaí - SC

CNPJ: 09.549.705/0001-37 | www.magnusengenharia.com.br

	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 26 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Cabeceira Av. Hermann Lepper

Laudo SPT: SP8

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento (resistência à tração em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo							
Sondagem		Argila Silty	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Silty	Areia	Areia com pedregulhos
1	1								
2	5								
3	7								
4	12								
5	12								
6	14								
7	16								
8	18								
9	21								
10	27								
11	26								
12	34								
13	36								
14	39								
15	48								
16	61								
17									
18									
19									
20									
21									

Comprimento total da estaca (m)
11,0 m

Diâmetro seção circular
400,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Tração

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	72,2	0,0	72,2



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 27 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Cabeceira Av. José Vieira

Laudo SPT: SP12

- Estaca hélice contínua Ø40 com 14,00m de comprimento (resistência a compressão em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo								Sondagem	
		Argila Silty	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Silty	Areia	Areia com pedregulhos	Cota (m)	Nº SPT
<input type="radio"/>	Premoldada (concreto ou aço)									1	1
<input type="radio"/>	Franki									2	1
<input checked="" type="radio"/>	Hélice Contínua									3	1
<input type="radio"/>	Escavadas sem revestimentos									4	1
<input type="radio"/>	Escavadas com revestimentos ou lama									5	8
<input type="radio"/>	Hollow Auger									6	11
<input type="radio"/>	Raiz									7	14
										8	16
										9	22
										10	25
										11	30
										12	35
										13	40
										14	52
										15	69
										16	69
										17	
										18	
										19	
										20	
										21	
										22	
										23	
										24	
										25	
										26	
										27	

Comprimento total da estaca (m)
14,0 m

Diâmetro seção circular
400,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Compressão

Resultado dos "processos"

	Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	169,8	104,7	274,5	109,8
Aoki-Velloso	85,7	167,6	253,3	126,6
Decourt-Quaresma	96,4	113,1	209,5	102,4
Alberto Henriques Teixeira	109,1	47,1	156,2	84,5
Urbano Rodrigues Alonso	110,8	94,2	205,1	102,5
Média dos processos	114,4	105,3	219,7	105,2



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 28 / 117
		Data: 23/02/23

Região: Cabeceira Av. José Vieira

Laudo SPT: SP12

- Estaca hélice contínua Ø40 com 14,00m de comprimento (resistência a tração em tf).

Tipo de Estaca		Tipo do solo							
Sondagem		Argila Siltosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Siltosa	Areia	Areia com pedregulhos
Cota (m)	Nº SPT								
1	1								
2	1								
3	1								
4	1								
5	8								
6	11								
7	14								
8	16								
9	22								
10	25								
11	30								
12	35								
13	40								
14	52								
15	69								
16	69								
17									
18									
19									
20									
21									

Comprimento total da estaca (m)
14,0 m

Diâmetro seção circular
400,0 mm


Volume base alargada (Franki) (L)
litros

Tipo de carregamento "P.P.C.V"
Tração

Resultado dos "processos"

Carga admissível da estaca (t)	Capacidade de carga total da estaca (t)	Capacidade de carga resistência de ponta (t)	Capacidade de carga atrito lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	127,4	0,0	127,4
			50,9




	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 29 / 117
		Data: 23/02/23

4.1.2 Estacas – Cargas solicitantes

Com base no esforço normal solicitante das intervenções, e utilizando os esforços resistentes indicados no item 4.1.1, foram considerados os seguintes arranjos de fundação. Sendo as cargas de compressão representadas pelo sinal positivo (+) e a cargas de tração representadas pelo valor negativo (-);


Planta de Cargas Porto Cachoeira					
Intervenção	Eixo	Lado do Rio		Lado da Pista de Rodagem	
		Nk (tf)	Configuração Estaqueamento	Nk (tf)	Configuração Estaqueamento
Passeios	1A	4,68	1 Ø30 - E1	4,68	1 Ø30 - E1
Passeios	1B	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	1C	8,64	1 Ø30 - E1	8,64	1 Ø30 - E1
Varanda T1	1D-2G-3O-5B-5I-6C-7G-8A-9F-9N	32,00	1 Ø40 - E2	- 3,90	1 Ø40 - E3
Varanda T1	2A-2H-3P-5C-5J-6D-7H-8B-9G-9O	32,00	1 Ø40 - E2	- 3,90	1 Ø40 - E3
Passeios	2B	8,67	1 Ø30 - E1	8,67	1 Ø30 - E1
Passeios	2C	9,46	1 Ø30 - E1	9,46	1 Ø30 - E1
Passeios	2D	10,04	1 Ø30 - E1	10,04	1 Ø30 - E1
Passeios	2E	10,07	1 Ø30 - E1	10,07	1 Ø30 - E1
Passeios	2F	9,25	1 Ø30 - E1	9,25	1 Ø30 - E1
Passeios	2I	9,84	1 Ø30 - E1	9,84	1 Ø30 - E1
Passeios	2J	9,36	1 Ø30 - E1	9,36	1 Ø30 - E1
Passeios	2K	9,43	1 Ø30 - E1	9,43	1 Ø30 - E1
Passeios	2L	9,41	1 Ø30 - E1	9,41	1 Ø30 - E1
Arquibancada Hermann	2M	18,20	1 Ø40 - E2	- 3,80	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3A	35,10	1 Ø40 - E2	- 6,50	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3B	35,10	1 Ø40 - E2	- 6,60	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3C	20,40	1 Ø40 - E2	- 1,60	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3D	23,70	2 Ø40 - E2	4,60	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3E	50,00	2 Ø40 - E2	1,10	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3F	57,80	2 Ø40 - E2	1,50	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3G	45,20	2 Ø40 - E2	1,40	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3H	38,10	2 Ø40 - E2	1,30	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3I	29,50	2 Ø40 - E2	0,50	2 Ø40 - E4
Arquibancada Hermann	3J	13,70	2 Ø40 - E2	- 0,80	1 Ø40 - E4
Passeios	3K	10,02	1 Ø30 - E1	10,02	1 Ø30 - E1
Passeios	3L	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	3M	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	3N	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	3Q	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	4A	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	4B	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	4C	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	4D	9,41	1 Ø30 - E1	9,41	1 Ø30 - E1
Espaço Cau Hansen - Hermann	4E	59,80	1 Ø40 - E5	- 15,90	2 Ø40 - E6
Espaço Cau Hansen - Hermann	4F	129,50	2 Ø40 - E5	- 49,00	2 Ø40 - E6
Espaço Cau Hansen - Hermann	4G	98,80	2 Ø40 - E5	- 37,40	2 Ø40 - E6
Espaço Cau Hansen - Hermann	4H	70,10	2 Ø40 - E5	- 24,60	2 Ø40 - E6
Espaço Cau Hansen - Hermann	4I	16,80	1 Ø30 - E1	7,20	1 Ø30 - E1
Espaço Cau Hansen - Hermann	4J	16,80	1 Ø30 - E1	7,20	1 Ø30 - E1
Espaço Cau Hansen - Hermann	4K	15,30	1 Ø30 - E1	6,50	1 Ø30 - E1
Espaço Cau Hansen - Hermann	4L	61,60	2 Ø40 - E5	- 22,80	2 Ø40 - E6



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 30 / 117
		Data: 23/02/23

Planta de Cargas Porto Cachoeira					
Intervenção	Eixo	Lado do Rio		Lado da Pista de Rodagem	
		Nk (tf)	Configuração Estaqueamento	Nk (tf)	Configuração Estaqueamento
Espaço Cau Hansen - Hermann	4M	81,50	2 Ø40 - E5	- 30,60	2 Ø40 - E6
Espaço Cau Hansen - Hermann	4N	119,10	2 Ø40 - E5	- 44,70	2 Ø40 - E6
Espaço Cau Hansen - Hermann	4O	59,60	1 Ø40 - E5	- 15,60	2 Ø40 - E6
Passeios	4P	9,99	1 Ø30 - E1	9,99	1 Ø30 - E1
Passeios	4Q	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	5A	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	5D	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	5E	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	5F	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	5G	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	5H	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	5K	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	5L	9,93	1 Ø30 - E1	9,93	1 Ø30 - E1
Passeios	5M	10,52	1 Ø30 - E1	10,52	1 Ø30 - E1
Passeios	6A	9,93	1 Ø30 - E1	9,93	1 Ø30 - E1
Passeios	6B	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	6E	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	6F	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	6G	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	6H	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	6I	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	6J	9,41	1 Ø30 - E1	9,41	1 Ø30 - E1
Cabeceira Hermann	6K-8J	27,50	1 Ø40 - E2	- 2,10	1 Ø40 - E4A
Cabeceira Hermann	6L-8K	117,00	2 Ø40 - E2	- 59,50	2 Ø40 - E4A
Cabeceira Hermann	6M-8L	117,00	2 Ø40 - E2	- 59,50	2 Ø40 - E4A
Cabeceira Hermann	6N-8M	27,50	1 Ø40 - E2	- 2,10	1 Ø40 - E4A
Passeios	6O	9,41	1 Ø30 - E1	9,41	1 Ø30 - E1
Passeios	7A	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	7B	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	7C	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	7D	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	7E	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	7F	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	7I	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	7J	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	7K	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	7L	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	8C	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	8D	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	8E	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	8F	9,93	1 Ø30 - E1	9,93	1 Ø30 - E1
Passeios	8G	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	8H	6,33	1 Ø30 - E1	6,33	1 Ø30 - E1
Passeios	8I	8,24	1 Ø30 - E1	8,24	1 Ø30 - E1
Passeios	8N	9,99	1 Ø30 - E1	9,99	1 Ø30 - E1
Passeios	9A	10,52	1 Ø30 - E1	10,52	1 Ø30 - E1
Passeios	9B	11,10	1 Ø30 - E1	11,10	1 Ø30 - E1
Passeios	9C	11,69	1 Ø30 - E1	11,69	1 Ø30 - E1
Passeios	9D	10,52	1 Ø30 - E1	10,52	1 Ø30 - E1
Passeios	9E	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	9H	8,56	1 Ø30 - E1	8,56	1 Ø30 - E1
Passeios	9I	9,35	1 Ø30 - E1	9,35	1 Ø30 - E1
Passeios	9J	9,95	1 Ø30 - E1	9,95	1 Ø30 - E1
Passeios	9K	11,12	1 Ø30 - E1	11,12	1 Ø30 - E1
Passeios	9L	11,10	1 Ø30 - E1	11,10	1 Ø30 - E1



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 31 / 117
		Data: 23/02/23

Planta de Cargas Porto Cachoeira					
Intervenção	Eixo	Lado do Rio		Lado da Pista de Rodagem	
		Nk (tf)	Configuração Estaqueamento	Nk (tf)	Configuração Estaqueamento
Passeios	9M	10,31	1 Ø30 - E1	10,31	1 Ø30 - E1
Passeios	9P	9,73	1 Ø30 - E1	9,73	1 Ø30 - E1
Passeios	10A	10,52	1 Ø30 - E1	10,52	1 Ø30 - E1
Passeios	10B	5,26	1 Ø30 - E1	5,26	1 Ø30 - E1
Varanda T2	11A-14A-14E-15A-16A-16E-17A-18A-18E	- 13,90	1 Ø40 - E2	32,10	2 Ø40 - E4
Varanda T2	11B-14B-14F-15B-16B-16F-17B-18B-18F	- 27,80	2 Ø40 - E2	58,80	2 Ø40 - E4
Varanda T2	11C-14C-14G-15C-16C-16G-17C-18C-18G	- 27,80	2 Ø40 - E2	58,80	2 Ø40 - E4
Varanda T2	11D-14D-14H-15D-16D-16H-17D-18D-18H	- 13,90	1 Ø40 - E2	31,90	2 Ø40 - E4
Arquibancada José Vieira	11E	- 38,90	1 Ø50 - E9	68,30	2 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12A	- 84,40	2 Ø50 - E9	153,00	2 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12B	- 62,10	2 Ø50 - E9	114,00	2 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12C	- 62,00	2 Ø50 - E9	113,90	2 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12D	- 84,10	2 Ø50 - E9	152,70	2 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12E	- 36,20	1 Ø50 - E9	69,70	2 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12F	- 12,80	1 Ø50 - E9	32,90	1 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12G	- 26,50	1 Ø50 - E9	56,00	1 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12H	- 26,40	1 Ø50 - E9	55,90	1 Ø50 - E10
Arquibancada José Vieira	12I	- 14,40	1 Ø50 - E9	30,40	1 Ø50 - E10
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13A	- 31,90	1 Ø50 - E7	56,40	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13B	- 66,70	2 Ø50 - E7	113,90	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13C	- 65,70	2 Ø50 - E7	111,50	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13D	- 68,40	2 Ø50 - E7	116,10	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13E	- 70,20	2 Ø50 - E7	119,90	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13F	- 53,50	1 Ø50 - E7	92,70	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13G	- 6,60	1 Ø30 - E1	9,00	1 Ø30 - E1
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13H	- 6,60	1 Ø30 - E1	9,00	1 Ø30 - E1
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13I	- 5,90	1 Ø30 - E1	8,40	1 Ø30 - E1
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13J	- 49,10	1 Ø50 - E7	83,60	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13K	- 57,00	2 Ø50 - E7	97,50	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13L	- 56,00	2 Ø50 - E7	95,30	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13M	- 58,80	2 Ø50 - E7	100,00	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13N	- 66,60	2 Ø50 - E7	113,90	2 Ø50 - E8
Espaço Cau Hansen - José Vieira	13O	- 32,30	1 Ø50 - E7	57,20	2 Ø50 - E8
Cabeceira José Vieira	15E-17E	- 9,50	1 Ø40 - E5	25,70	1 Ø40 - E6A
Cabeceira José Vieira	15F-17F	- 82,30	2 Ø40 - E5	137,80	2 Ø40 - E6A
Cabeceira José Vieira	15G-17G	- 82,30	2 Ø40 - E5	137,80	2 Ø40 - E6A
Cabeceira José Vieira	15H-17H	- 9,50	1 Ø40 - E5	25,60	1 Ø40 - E6A


Sendo:

Eixo: Posição da fundação conforme a planta de montagem;

Nk: Esforço solicitante normal de compressão (+) ou tração (-), em tf;

Configuração Estaqueamento: (Quantidade de Estacas) Ø diâmetro em centímetros – Configuração da estaca conforme projeto de locação das estacas (diâmetro, comprimento, arranjo da armadura).



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 32 / 117
		Data: 23/02/23

4.1.3 Estacas – Armadura

Para as estacas hélice contínuas, solicitadas apenas à compressão, foi considerado a armadura mínima de 0,4% da seção do elemento, conforme indica a tabela 4, do item 8.6.3 (NBR 6122-19).


Tabela 4 – Estacas moldadas *in loco* e tubulões: parâmetros para dimensionamento

Tipo de estaca	Classe de agressividade ambiental (CAA) conforme ABNT NBR 6118	Classe de concreto/ resistência característica da argamassa ou concreto	γ_c	% de armadura mínima e comprimento útil mínimo (incluindo trecho de ligação com o bloco)		Tensão de compressão simples atuante abaixo da qual não é necessário armar (exceto ligação com o bloco) MPa	Anexo onde se encontram definidos concreto/ argamassa
				Armadura %	Comprimento m		
Hélice/hélice de deslocamento/ hélice com trado segmentado ^a	I, II	C30	2,7	0,4	4,0	6,0	N / O / P
	III, IV	C40	3,6				

Figura 1 - Recorte Tabela 4 NBR 6122-19.

Os elementos solicitados ao esforço de tração, a armadura foi posicionada até o nível de atuação do esforço de tração no conjunto solo-estaca. Conforme indicado abaixo:



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 33 / 117
		Data: 23/02/23

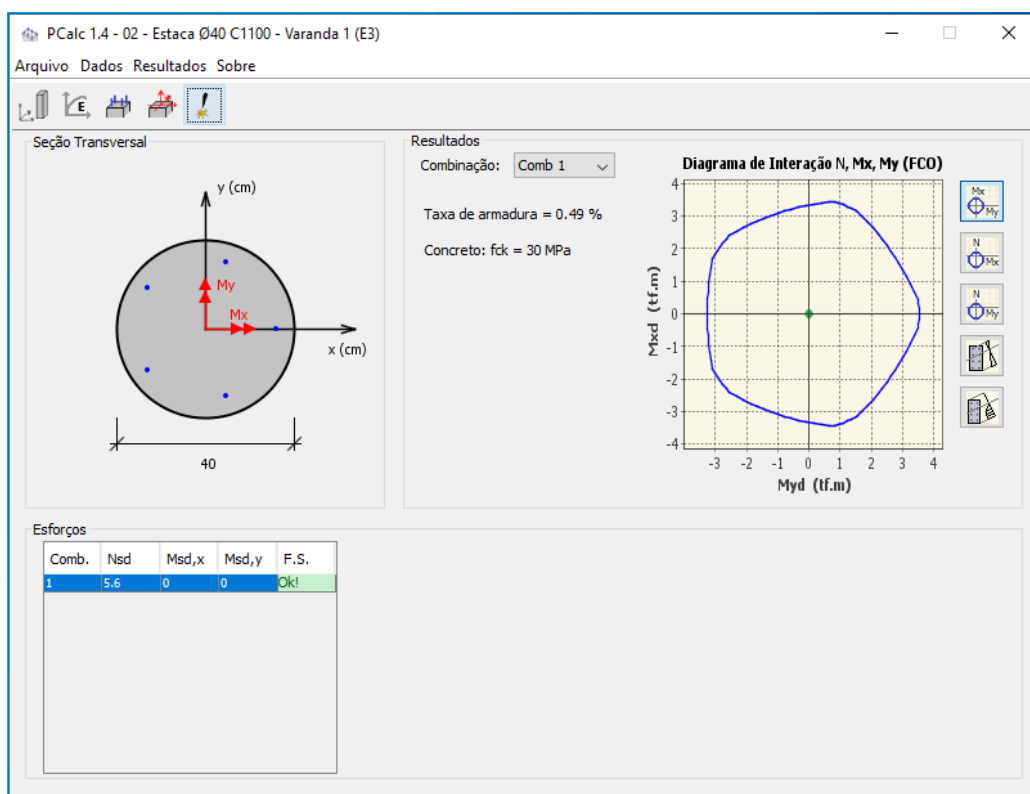
Região: Varanda T1


Estaca: (E3)

Esforço de tração: 4 tf

Arranjo de armadura: 5 Ø12.5

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento.



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 34 / 117
		Data: 23/02/23

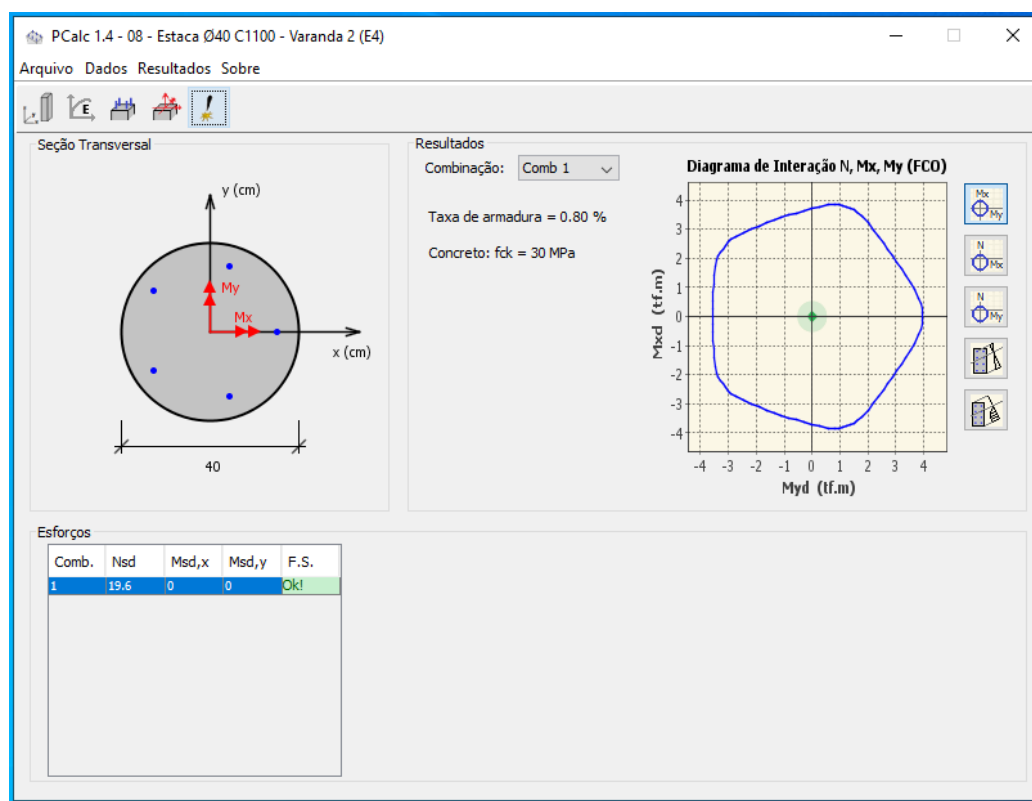
Região: Varanda T2


Estaca: (E4)

Esforço de tração: 14 tf

Arranjo de Armadura: 5 Ø16.0

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento.



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 35 / 117
		Data: 23/02/23

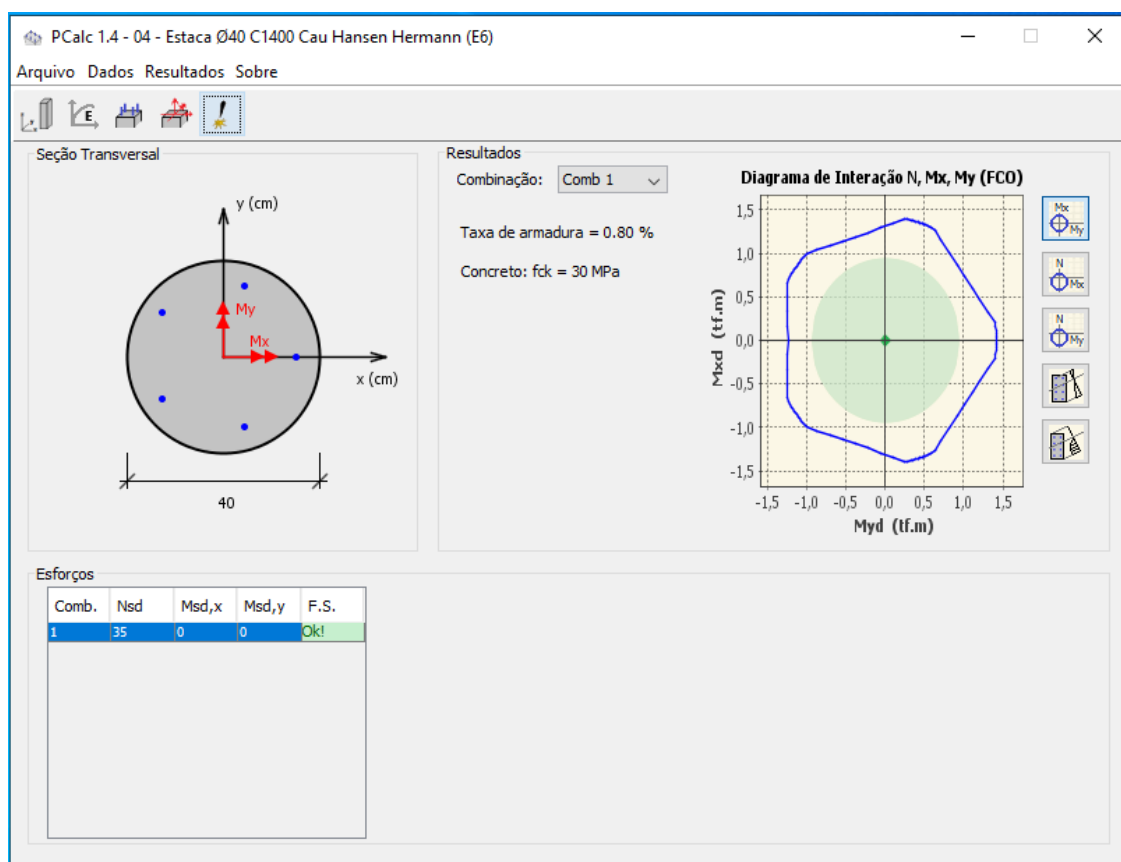
Região: Espaço Cau Hansen Av. Hermann Lepper


Estaca: (E6)

Esforço de tração: 25 tf

Arranjo de Armadura: 5 Ø16.0

- Estaca hélice contínua Ø40 com 14,00m de comprimento.



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 36 / 117
		Data: 23/02/23

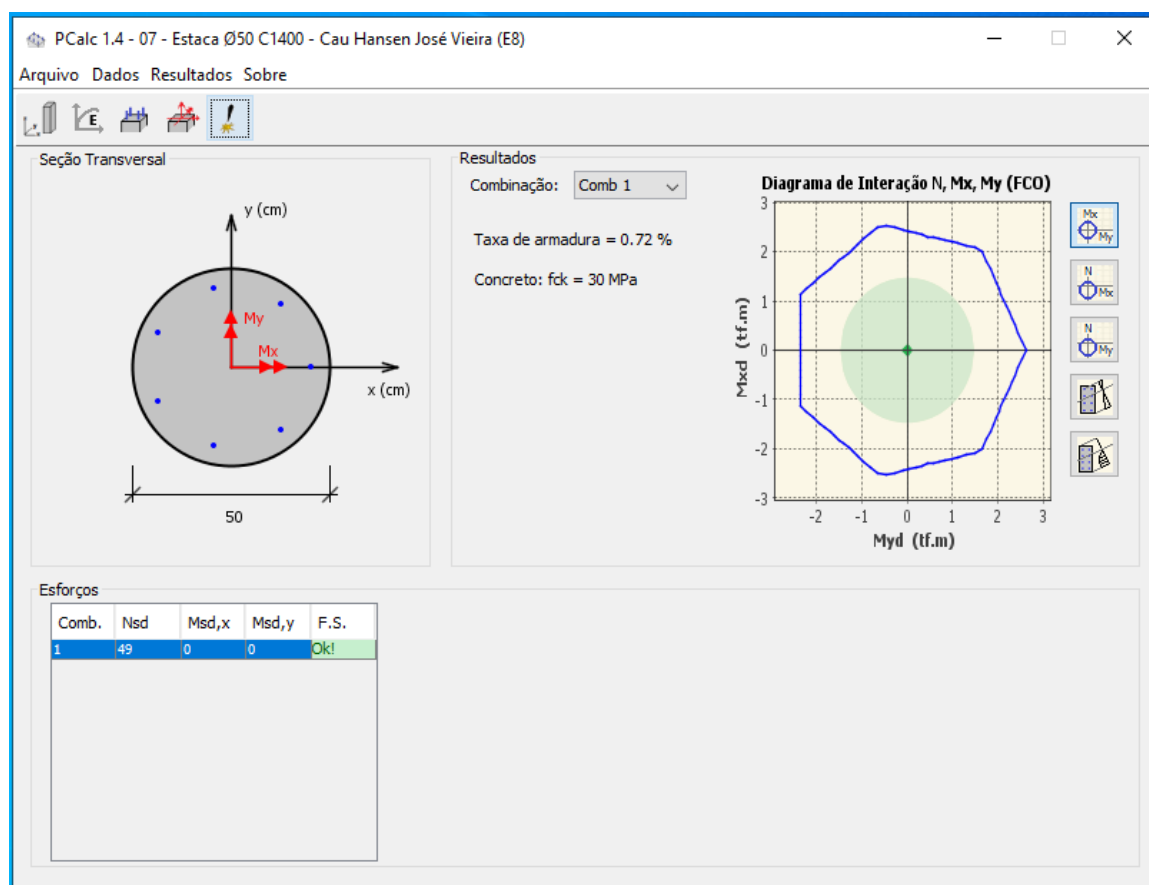
Região: Espaço Cau Hansen Av. José Vieira


Estaca: (E8)

Esforço de tração: 35 tf

Arranjo de Armadura: 7 Ø16.0

- Estaca hélice contínua Ø50 com 14,00m de comprimento.



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 37 / 117
		Data: 23/02/23

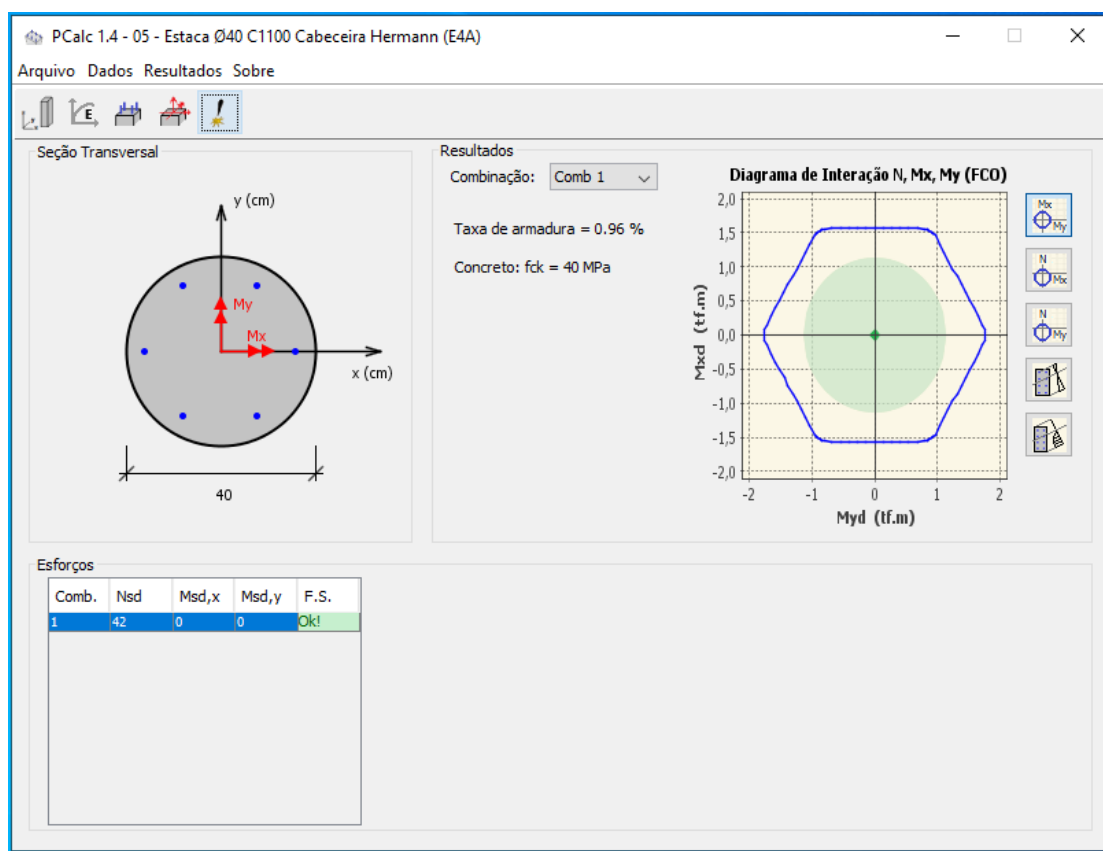
Região: Cabeceira Av. Hermann Lepper


Estaca: (E4A)

Esforço de tração: 30 tf

Arranjo de Armadura: 6 Ø16.0

- Estaca hélice contínua Ø40 com 11,00m de comprimento.



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 38 / 117
		Data: 23/02/23

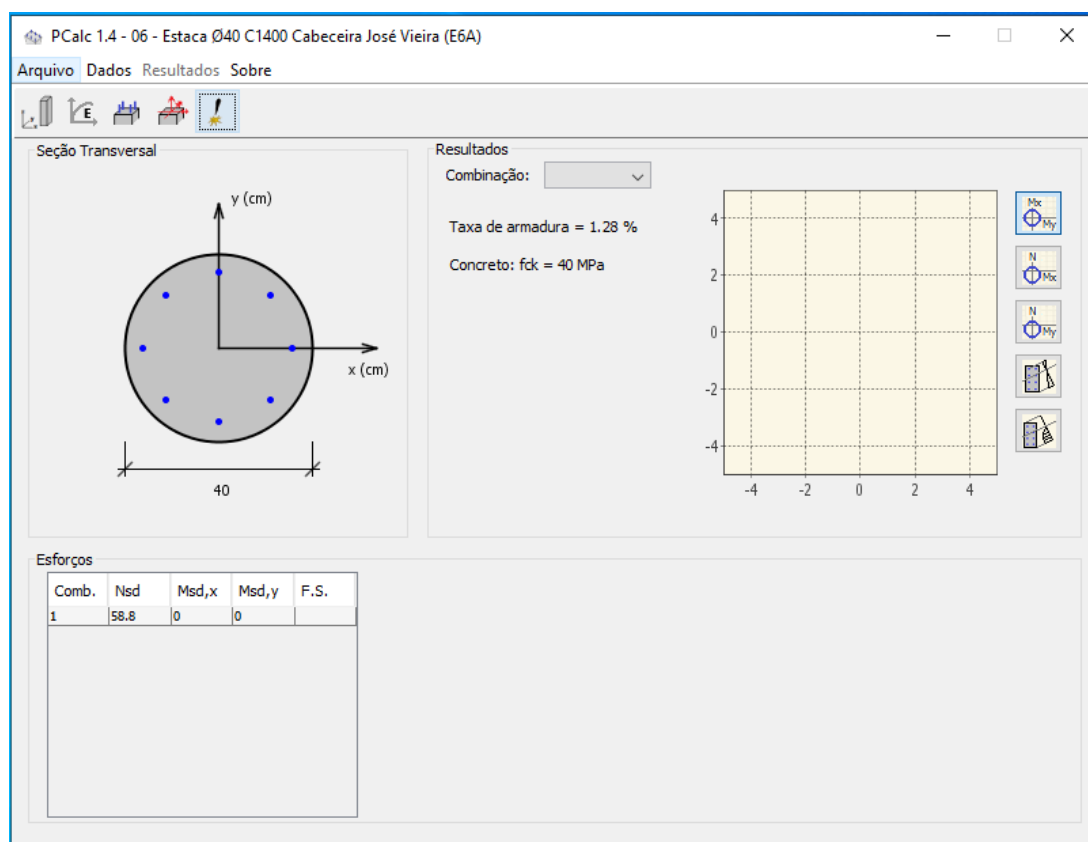
Região: Cabeceira Av. José Vieira


Estaca: (E6A)

Esforço de tração: 42 tf

Arranjo de Armadura: 8 Ø16.0

- Estaca hélice contínua Ø40 com 14,00m de comprimento.



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 39 / 117
		Data: 23/02/23

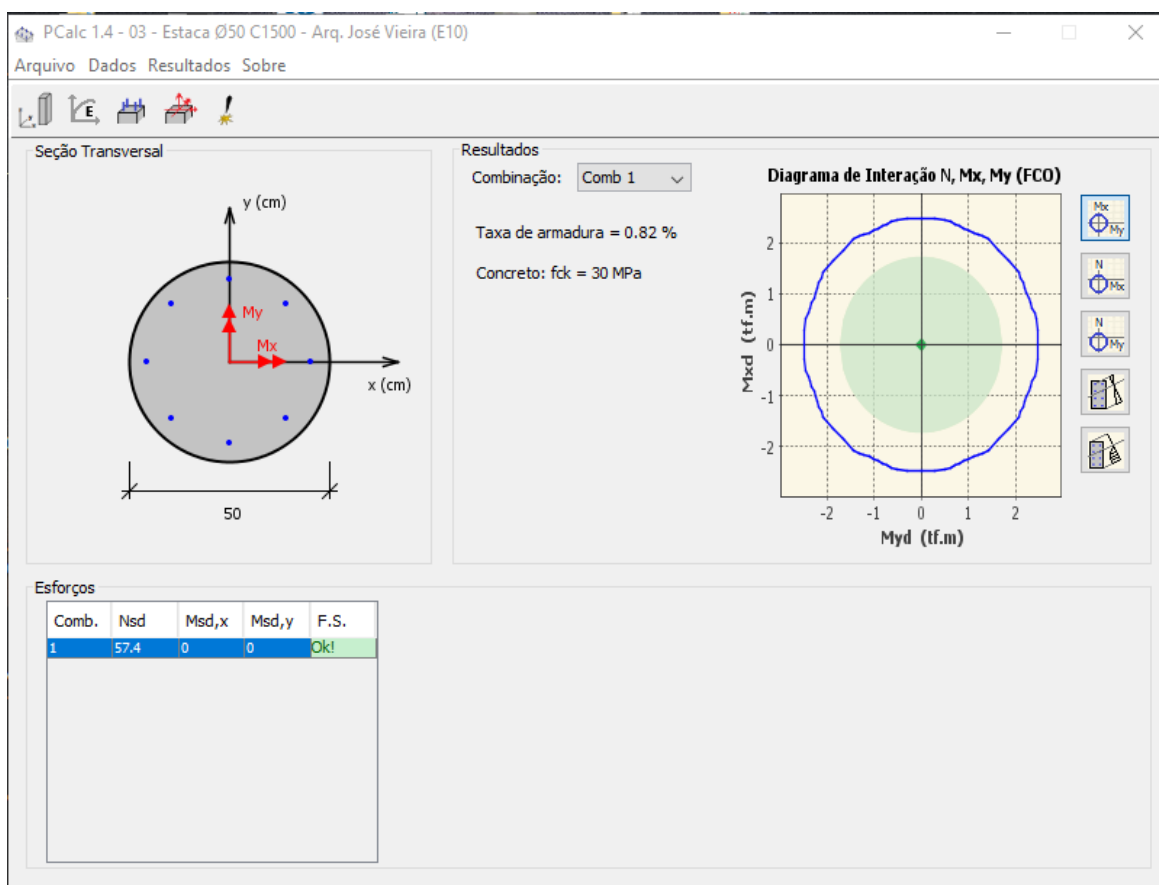
Região: Arquibancada Av. José Vieira


Estaca: (E10)

Esforço de tração: 41 tf

Arranjo de Armadura: 8 Ø16.0

- Estaca hélice contínua Ø50 com 15,00m de comprimento.



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 40 / 117
		Data: 23/02/23

4.2 SUPERESTRUTURA - CONCRETO

4.2.1 CARREGAMENTOS CONSIDERADOS

São considerados como carregamentos as ações às quais a estrutura está sujeita, conforme apresentado nos projetos de referência (revestimentos, equipamentos, instalações etc.), bem como as previstas na norma NBR6120:2019.

As cargas relativas ao peso próprio das estruturas de concreto e estrutura metálica não são listadas, uma vez que estas são geradas automaticamente pelo software de cálculo onde se realiza a análise e dimensionamento.

4.2.1.1 Cargas permanentes Passeios, Varandas, Arquibancadas e Cabeceiras

Capeamento sobre as lajes alveolares150,0 kgf/m²
Defensas 50,0 kgf/m

4.2.1.2 Cargas variáveis Passeios, Varandas, Arquibancadas e Cabeceiras

Carga accidental de uso500 kgf/m²
Carga accidental – guarda-corpo (conforme indica Tabela 10 – item j – NBR 6120).....200,0 kgf


4.2.1.3 Cargas permanentes Laje maciça sobre travessia metálica

Defensas 50,0 kgf/m

4.2.1.4 Cargas variáveis Laje maciça sobre travessia metálica

Carga accidental de uso500 kgf/m²
Carga accidental – guarda-corpo (conforme indica Tabela 10 – item j – NBR 6120).....200,0 kgf



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 41 / 117
		Data: 23/02/23

4.2.2 VIGAS PROTENDIDAS

4.2.2.1 Característica dos Materiais

Concreto:

$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 3,51 \text{ MPa}$
 $E_c = 31 \text{ GPa}$
 $f_{cj} = 25 \text{ MPa}$
 $f_{ctm,j} = 2,63 \text{ MPa}$
 $E_{c,j} = 25 \text{ GPa}$
 $\gamma_c = 1,40$

Armadura ativa:

$f_{ptk} = 1900,00$
 $f_{pyk} = 1710,00$
 $E_p = 200 \text{ GPa}$
 $\gamma_p = 1,15$

Armadura passiva:

$f_{yk} = 500,00$
 $E_s = 210 \text{ GPa}$
 $\gamma_s = 1,15$

4.2.2.2 Ações consideradas

A Tabela 1 apresenta os casos de carregamentos considerados, bem com os correspondentes coeficientes de ponderação e fatores de combinações das cargas variáveis.

Tabela 1 - Casos de carregamentos considerados

Caso	γ_f	γ_f (fav.)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Peso próprio (G0)	1,4	1	-	-	-
Hiperestático de protensão (HP)	1,1	0,9	-	-	-
Permanente (G1)	1,4	1	-	-	-
Acidental (Q)	1,4	-	0,7	0,6	0,4


γ_f - coeficiente de ponderação para as ações

ψ_0 - fator de redução de combinação para ELU

ψ_1 - fator de redução de combinação frequente para ELS

ψ_2 - fator de redução de combinação quase permanente para ELS



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 42 / 117
		Data: 23/02/23

4.2.2.3 Combinações

A seguir são apresentadas as combinações de esforços solicitantes para os estados limites último e de serviço, obtidas de acordo com a NBR 8681.

Combinações últimas das ações (ELU)

As combinações últimas normais são dadas pela seguinte expressão:

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

Onde:

$F_{G,k}$ é o valor característicos das ações permanentes;

$F_{Q1,k}$ é o valor característicos da ação variável admitida como principal;

$F_{Qj,k}$ é o valor característicos das ações variáveis secundárias.

Combinações de serviço das ações


A seguir são definidas as combinações em serviço:

- Combinação quase permanente (CQPERM): $F_{CQP} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} F_{Qj,k}$

- Combinação frequente (CFREQ): $F_{CF} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} F_{Qj,k}$

- Combinação rara (CRARA): $F_{CR} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{1j} F_{Qj,k}$



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 43 / 117
		Data: 23/02/23

4.2.2.4 Vigas L 40x50/105 – Varanda 1


- Protensão

Tabela 2: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_0 (tf)	MP_0 (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,125	2,86	2,83	1,01	2,48	0,89
3	0,25	5,71	5,66	2,02	4,95	1,77
4	0,375	8,57	8,49	3,03	7,41	2,65
5	0,5	11,43	11,31	4,04	9,87	3,52
6	0,625	14,28	14,14	5,05	12,32	4,40
7	0,75	17,14	16,96	6,05	14,76	5,27
8	0,875	20,00	19,77	7,06	17,19	6,14
9	1	22,85	22,59	8,06	19,62	7,00
10	1,125	25,71	25,40	9,07	22,04	7,87
11	1,25	28,57	28,21	10,07	24,46	8,73
12	1,375	28,88	28,52	10,18	24,73	8,83
13	1,5	28,88	28,53	10,18	24,74	8,83
14	1,625	31,74	31,34	11,19	27,15	9,69
15	1,75	34,59	34,14	12,19	29,55	10,55
16	1,875	37,45	36,95	13,19	31,95	11,40
17	2	40,31	39,75	14,19	34,34	12,26
18	2,125	43,16	42,55	15,19	36,72	13,11
19	2,25	46,02	45,35	16,19	39,10	13,96
20	2,375	48,88	48,15	17,19	41,47	14,81
21	2,5	51,73	50,95	18,19	43,84	15,65
22	2,92556	57,76	56,80	20,28	48,69	17,38
23	3,35111	57,76	56,77	20,27	48,63	17,36
24	3,77667	52,95	52,08	18,59	44,66	15,94
25	4,20222	43,23	42,57	15,20	36,65	13,08
26	4,62778	33,50	33,04	11,80	28,55	10,19
27	5,05333	28,88	28,50	10,18	24,67	8,81
28	5,47889	19,45	19,23	6,86	16,71	5,96
29	5,90444	9,73	9,63	3,44	8,40	3,00
30	6,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 44 / 117
		Data: 23/02/23

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_o – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_o – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)


MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes**

Tabela 3: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{cQP,max}$	$M_{cQP,min}$	$M_{cF,max}$	$M_{cF,min}$	$M_{cR,max}$	$M_{cR,min}$	$M_{sD,max}$	$M_{sD,min}$
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,125	-0,13	-0,15	-0,12	-0,15	-0,10	-0,15	-0,08	-0,21
3	0,25	-0,33	-0,36	-0,32	-0,36	-0,29	-0,36	-0,26	-0,50
4	0,375	-0,60	-0,63	-0,59	-0,63	-0,56	-0,63	-0,53	-0,88
5	0,5	-0,94	-0,96	-0,93	-0,96	-0,91	-0,96	-0,89	-1,34
6	0,625	-1,35	-1,35	-1,35	-1,35	-1,35	-1,35	-1,35	-1,89
7	0,75	-1,80	-1,83	-1,80	-1,84	-1,80	-1,87	-1,80	-2,62
8	0,875	-2,31	-2,38	-2,31	-2,41	-2,31	-2,48	-2,31	-3,47
9	1	-2,89	-3,00	-2,89	-3,05	-2,89	-3,16	-2,89	-4,43
10	1,125	-3,52	-3,69	-3,52	-3,77	-3,52	-3,94	-3,52	-5,51
11	1,25	-4,22	-4,45	-4,22	-4,56	-4,22	-4,79	-4,22	-6,71
12	1,375	-4,97	-5,28	-4,97	-5,43	-4,97	-5,73	-4,97	-8,03
13	1,5	-5,79	-6,18	-5,79	-6,37	-5,79	-6,76	-5,79	-9,46
14	1,625	-6,67	-7,15	-6,67	-7,39	-6,67	-7,86	-6,67	-11,01
15	1,75	-7,61	-8,19	-7,61	-8,48	-7,61	-9,06	-7,61	-12,68
16	1,875	-8,61	-9,30	-8,61	-9,64	-8,61	-10,33	-8,61	-14,46
17	2	-9,67	-10,48	-9,67	-10,88	-9,67	-11,69	-9,67	-16,36
18	2,125	-10,79	-11,72	-10,79	-12,19	-10,79	-13,13	-10,79	-18,38
19	2,25	-11,97	-13,04	-11,97	-13,58	-11,97	-14,66	-11,97	-20,52
20	2,375	-13,21	-14,43	-13,21	-15,04	-13,21	-16,27	-13,21	-22,77
21	2,5	-14,51	-15,89	-14,51	-16,58	-14,51	-17,96	-14,51	-25,15
22	2,92556	-11,63	-12,72	-11,63	-13,26	-11,63	-14,36	-11,63	-20,10
23	3,35111	-9,09	-9,92	-9,09	-10,34	-9,09	-11,18	-9,09	-15,65
24	3,77667	-6,88	-7,49	-6,88	-7,80	-6,88	-8,42	-6,88	-11,78
25	4,20222	-4,99	-5,42	-4,99	-5,63	-4,99	-6,06	-4,99	-8,49
26	4,62778	-3,41	-3,69	-3,41	-3,83	-3,41	-4,10	-3,41	-5,74
27	5,05333	-2,14	-2,29	-2,14	-2,37	-2,14	-2,53	-2,14	-3,54



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 45 / 117
		Data: 23/02/23

28	5,47889	-1,15	-1,22	-1,15	-1,25	-1,15	-1,32	-1,15	-1,85
29	5,90444	-0,44	-0,46	-0,44	-0,47	-0,44	-0,49	-0,44	-0,68
30	6,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 4: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-0,76	-0,94	-0,67	-0,94	-0,48	-0,94	-0,30	-1,32
2	0,125	-1,32	-1,43	-1,26	-1,43	-1,15	-1,43	-1,04	-2,00
3	0,25	-1,88	-1,92	-1,86	-1,92	-1,82	-1,92	-1,79	-2,68
4	0,375	-2,40	-2,44	-2,40	-2,46	-2,40	-2,49	-2,40	-3,49
5	0,5	-2,89	-3,00	-2,89	-3,05	-2,89	-3,16	-2,89	-4,43
6	0,625	-3,37	-3,56	-3,37	-3,65	-3,37	-3,83	-3,37	-5,37
7	0,75	-3,86	-4,12	-3,86	-4,25	-3,86	-4,50	-3,86	-6,31
8	0,875	-4,35	-4,68	-4,35	-4,84	-4,35	-5,17	-4,35	-7,24
9	1	-4,83	-5,24	-4,83	-5,44	-4,83	-5,84	-4,83	-8,18
10	1,125	-5,32	-5,80	-5,32	-6,04	-5,32	-6,51	-5,32	-9,12
11	1,25	-5,81	-6,36	-5,81	-6,63	-5,81	-7,18	-5,81	-10,06
12	1,375	-6,29	-6,92	-6,29	-7,23	-6,29	-7,85	-6,29	-11,00
13	1,5	-6,78	-7,48	-6,78	-7,83	-6,78	-8,52	-6,78	-11,93
14	1,625	-7,26	-8,04	-7,26	-8,42	-7,26	-9,19	-7,26	-12,87
15	1,75	-7,75	-8,60	-7,75	-9,02	-7,75	-9,86	-7,75	-13,81
16	1,875	-8,24	-9,16	-8,24	-9,62	-8,24	-10,53	-8,24	-14,75
17	2	-8,72	-9,72	-8,72	-10,21	-8,72	-11,20	-8,72	-15,69
18	2,125	-9,21	-10,28	-9,21	-10,81	-9,21	-11,87	-9,21	-16,62
19	2,25	-9,70	-10,84	-9,70	-11,40	-9,70	-12,54	-9,70	-17,56
20	2,375	-10,18	-11,39	-10,18	-12,00	-10,18	-13,21	-10,18	-18,50



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 46 / 117
		Data: 23/02/23

21	2,5	7,95	-11,95	8,31	-12,60	9,03	-13,88	12,64	-19,44
22	2,92556	7,04	6,40	7,36	6,40	8,00	6,40	11,20	6,40
23	3,35111	6,16	5,60	6,44	5,60	7,00	5,60	9,80	5,60
24	3,77667	5,30	4,82	5,54	4,82	6,02	4,82	8,43	4,82
25	4,20222	4,47	4,07	4,67	4,07	5,07	4,07	7,10	4,07
26	4,62778	3,66	3,34	3,82	3,34	4,14	3,34	5,80	3,34
27	5,05333	2,89	2,65	3,01	2,65	3,25	2,65	4,54	2,65
28	5,47889	2,13	1,97	2,21	1,97	2,37	1,97	3,32	1,97
29	5,90444	1,40	1,32	1,44	1,32	1,52	1,32	2,13	1,32
30	6,33	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,98	0,70

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

• Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 5: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 2,95$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,25	0,10
3	0,25	-0,49	0,18
4	0,375	-0,72	0,25
5	0,5	-0,94	0,31
6	0,625	-1,15	0,36
7	0,75	-1,36	0,40
8	0,875	-1,55	0,43
9	1	-1,74	0,45
10	1,125	-1,92	0,46



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 47 / 117
		Data: 23/02/23

11	1,25	-2,10	0,46
12	1,375	-2,02	0,34
13	1,5	-1,90	0,20
14	1,625	-2,05	0,17
15	1,75	-2,19	0,13
16	1,875	-2,33	0,07
17	2	-2,46	0,01
18	2,125	-2,57	-0,06
19	2,25	-2,69	-0,14
20	2,375	-2,79	-0,23
21	2,5	-2,88	-0,33
22	2,92556	-3,88	0,45
23	3,35111	-4,26	0,91
24	3,77667	-4,13	1,11
25	4,20222	-3,50	1,03
26	4,62778	-2,80	0,90
27	5,05333	-2,55	0,92
28	5,47889	-1,77	0,68
29	5,90444	-0,91	0,37
30	6,33	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)**

Tabela 6: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,25	0,10
3	0,25	-0,49	0,18
4	0,375	-0,72	0,25
5	0,5	-0,94	0,31
6	0,625	-1,15	0,36
7	0,75	-1,36	0,40
8	0,875	-1,55	0,43



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 48 / 117
		Data: 23/02/23

9	1	-1,74	0,45
10	1,125	-1,92	0,46
11	1,25	-2,10	0,46
12	1,375	-2,02	0,34
13	1,5	-1,90	0,20
14	1,625	-2,05	0,17
15	1,75	-2,19	0,13
16	1,875	-2,33	0,07
17	2	-2,46	0,01
18	2,125	-2,57	-0,06
19	2,25	-2,69	-0,14
20	2,375	-2,79	-0,23
21	2,5	-2,88	-0,33
22	2,92556	-3,88	0,45
23	3,35111	-4,26	0,91
24	3,77667	-4,13	1,11
25	4,20222	-3,50	1,03
26	4,62778	-2,80	0,90
27	5,05333	-2,55	0,92
28	5,47889	-1,77	0,68
29	5,90444	-0,91	0,37
30	6,33	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 7: Verificação ELU-ATO ($-17,5 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,16 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,32	0,12
3	0,25	-0,63	0,24
4	0,375	-0,94	0,36
5	0,5	-1,25	0,47
6	0,625	-1,55	0,58
7	0,75	-1,85	0,69



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 49 / 117
		Data: 23/02/23

8	0,875	-2,15	0,79
9	1	-2,45	0,89
10	1,125	-2,74	0,99
11	1,25	-3,03	1,09
12	1,375	-2,99	1,03
13	1,5	-2,92	0,96
14	1,625	-3,20	1,05
15	1,75	-3,48	1,13
16	1,875	-3,75	1,21
17	2	-4,02	1,29
18	2,125	-4,29	1,36
19	2,25	-4,55	1,43
20	2,375	-4,81	1,50
21	2,5	-5,07	1,56
22	2,92556	-6,09	2,19
23	3,35111	-6,34	2,44
24	3,77667	-5,97	2,39
25	4,20222	-4,95	2,03
26	4,62778	-3,90	1,63
27	5,05333	-3,45	1,49
28	5,47889	-2,36	1,04
29	5,90444	-1,20	0,54
30	6,33	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


4.2.2.5 Vigas L 40x50/105 – Varanda 2

- **Protensão**

Tabela 8: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_o (tf)	MP_o (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	2,29	2,27	0,81	1,98	0,71
3	0,2	4,57	4,53	1,62	3,96	1,42



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 50 / 117
		Data: 23/02/23

4	0,3	6,86	6,79	2,43	5,94	2,12
5	0,4	9,14	9,05	3,23	7,91	2,83
6	0,5	11,43	11,31	4,04	9,88	3,53
7	0,6	13,71	13,57	4,85	11,85	4,23
8	0,7	16,00	15,83	5,65	13,81	4,93
9	0,8	18,28	18,09	6,46	15,77	5,63
10	0,9	20,57	20,34	7,26	17,72	6,33
11	1	22,85	22,59	8,07	19,67	7,02
12	1,1	25,14	24,85	8,87	21,62	7,72
13	1,2	27,42	27,10	9,67	23,56	8,41
14	1,3	28,88	28,53	10,19	24,80	8,85
15	1,4	28,88	28,54	10,19	24,81	8,86
16	1,5	28,88	28,54	10,19	24,82	8,86
17	1,6	31,17	30,79	10,99	26,75	9,55
18	1,7	33,45	33,04	11,79	28,69	10,24
19	1,8	35,74	35,28	12,60	30,62	10,93
20	1,9	38,02	37,53	13,40	32,55	11,62
21	2	40,31	39,77	14,20	34,48	12,31
22	2,42778	50,08	49,32	17,61	42,57	15,20
23	2,85556	57,76	56,78	20,27	48,84	17,44
24	3,28333	53,26	52,37	18,70	45,10	16,10
25	3,71111	43,48	42,82	15,29	36,98	13,20
26	4,13889	33,70	33,24	11,87	28,80	10,28
27	4,56667	28,88	28,50	10,18	24,73	8,83
28	4,99444	19,55	19,33	6,90	16,82	6,01
29	5,42222	9,78	9,68	3,46	8,45	3,02
30	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_o – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_o – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes**




	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 51 / 117
		Data: 23/02/23

Tabela 9: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	MCQP,max	MCQP,min	MCF,max	MCF,min	MCR,max	MCR,min	MSd,max	MSd,min
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	-0,68	-0,74	-0,68	-0,77	-0,68	-0,83	-0,68	-1,16
3	0,2	-1,39	-1,50	-1,39	-1,56	-1,39	-1,68	-1,39	-2,35
4	0,3	-2,11	-2,29	-2,11	-2,38	-2,11	-2,56	-2,11	-3,58
5	0,4	-2,86	-3,10	-2,86	-3,22	-2,86	-3,46	-2,86	-4,84
6	0,5	-3,62	-3,93	-3,62	-4,08	-3,62	-4,39	-3,62	-6,15
7	0,6	-4,41	-4,78	-4,41	-4,97	-4,41	-5,35	-4,41	-7,49
8	0,7	-5,22	-5,66	-5,22	-5,88	-5,22	-6,33	-5,22	-8,86
9	0,8	-6,05	-6,56	-6,05	-6,82	-6,05	-7,34	-6,05	-10,27
10	0,9	-6,90	-7,49	-6,90	-7,78	-6,90	-8,37	-6,90	-11,72
11	1	-7,77	-8,43	-7,77	-8,77	-7,77	-9,43	-7,77	-13,21
12	1,1	-8,66	-9,40	-8,66	-9,78	-8,66	-10,52	-8,66	-14,73
13	1,2	-9,57	-10,40	-9,57	-10,81	-9,57	-11,63	-9,57	-16,29
14	1,3	-10,50	-11,41	-10,50	-11,87	-10,50	-12,77	-10,50	-17,88
15	1,4	-11,46	-12,45	-11,46	-12,95	-11,46	-13,94	-11,46	-19,51
16	1,5	-12,43	-13,51	-12,43	-14,05	-12,43	-15,13	-12,43	-21,18
17	1,6	-13,43	-14,60	-13,43	-15,18	-13,43	-16,35	-13,43	-22,88
18	1,7	-14,45	-15,70	-14,45	-16,33	-14,45	-17,59	-14,45	-24,63
19	1,8	-15,48	-16,83	-15,48	-17,51	-15,48	-18,86	-15,48	-26,40
20	1,9	-16,54	-17,99	-16,54	-18,71	-16,54	-20,16	-16,54	-28,22
21	2	-17,62	-19,16	-17,62	-19,94	-17,62	-21,48	-17,62	-30,07
22	2,42778	-14,30	-15,52	-14,30	-16,13	-14,30	-17,35	-14,30	-24,29
23	2,85556	-11,34	-12,28	-11,34	-12,74	-11,34	-13,68	-11,34	-19,15
24	3,28333	-8,74	-9,43	-8,74	-9,77	-8,74	-10,46	-8,74	-14,65
25	3,71111	-6,48	-6,96	-6,48	-7,20	-6,48	-7,68	-6,48	-10,76
26	4,13889	-4,56	-4,87	-4,56	-5,02	-4,56	-5,33	-4,56	-7,47
27	4,56667	-2,96	-3,14	-2,96	-3,23	-2,96	-3,40	-2,96	-4,76
28	4,99444	-1,68	-1,76	-1,68	-1,80	-1,68	-1,87	-1,68	-2,62
29	5,42222	-0,69	-0,71	-0,69	-0,72	-0,69	-0,74	-0,69	-1,04
30	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00


x - abscissa da seção

MCQP,max – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

MCQP,min – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

MCF,max – Momento fletor máximo para combinação frequente



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 52 / 117
		Data: 23/02/23

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 10: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-6,72	-7,28	-6,72	-7,57	-6,72	-8,13	-6,72	-11,38
2	0,1	-6,93	-7,51	-6,93	-7,81	-6,93	-8,39	-6,93	-11,75
3	0,2	-7,14	-7,74	-7,14	-8,05	-7,14	-8,65	-7,14	-12,11
4	0,3	-7,35	-7,97	-7,35	-8,29	-7,35	-8,91	-7,35	-12,48
5	0,4	-7,56	-8,20	-7,56	-8,53	-7,56	-9,17	-7,56	-12,84
6	0,5	-7,77	-8,43	-7,77	-8,77	-7,77	-9,43	-7,77	-13,21
7	0,6	-7,98	-8,66	-7,98	-9,01	-7,98	-9,69	-7,98	-13,57
8	0,7	-8,18	-8,89	-8,18	-9,25	-8,18	-9,96	-8,18	-13,94
9	0,8	-8,39	-9,12	-8,39	-9,49	-8,39	-10,22	-8,39	-14,30
10	0,9	-8,60	-9,35	-8,60	-9,73	-8,60	-10,48	-8,60	-14,67
11	1	-8,81	-9,58	-8,81	-9,97	-8,81	-10,74	-8,81	-15,03
12	1,1	-9,02	-9,81	-9,02	-10,21	-9,02	-11,00	-9,02	-15,40
13	1,2	-9,23	-10,04	-9,23	-10,45	-9,23	-11,26	-9,23	-15,76
14	1,3	-9,44	-10,27	-9,44	-10,69	-9,44	-11,52	-9,44	-16,13
15	1,4	-9,65	-10,50	-9,65	-10,93	-9,65	-11,78	-9,65	-16,50
16	1,5	-9,86	-10,73	-9,86	-11,17	-9,86	-12,04	-9,86	-16,86
17	1,6	-10,07	-10,96	-10,07	-11,41	-10,07	-12,30	-10,07	-17,23
18	1,7	-10,27	-11,19	-10,27	-11,65	-10,27	-12,57	-10,27	-17,59
19	1,8	-10,48	-11,42	-10,48	-11,89	-10,48	-12,83	-10,48	-17,96
20	1,9	-10,69	-11,65	-10,69	-12,13	-10,69	-13,09	-10,69	-18,32
21	2	9,05	-11,88	9,45	-12,37	10,25	-13,35	14,35	-18,69
22	2,42778	8,08	7,37	8,44	7,37	9,15	7,37	12,81	7,37
23	2,85556	7,14	6,51	7,45	6,51	8,07	6,51	11,30	6,51
24	3,28333	6,22	5,69	6,49	5,69	7,02	5,69	9,83	5,69
25	3,71111	5,33	4,88	5,55	4,88	6,00	4,88	8,39	4,88
26	4,13889	4,46	4,11	4,64	4,11	5,00	4,11	7,00	4,11
27	4,56667	3,62	3,36	3,76	3,36	4,02	3,36	5,63	3,36
28	4,99444	2,81	2,63	2,90	2,63	3,08	2,63	4,31	2,63
29	5,42222	2,02	1,93	2,07	1,93	2,16	1,93	3,02	1,93



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 53 / 117
		Data: 23/02/23

30	5,85	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,76	1,26
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

- Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 11: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 2,95$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,15	-0,01
3	0,2	-0,29	-0,02
4	0,3	-0,43	-0,03
5	0,4	-0,56	-0,05
6	0,5	-0,69	-0,08
7	0,6	-0,82	-0,10
8	0,7	-0,95	-0,13
9	0,8	-1,07	-0,17
10	0,9	-1,19	-0,20
11	1	-1,31	-0,24
12	1,1	-1,42	-0,29
13	1,2	-1,53	-0,34
14	1,3	-1,56	-0,43
15	1,4	-1,44	-0,59
16	1,5	-1,32	-0,75
17	1,6	-1,42	-0,81
18	1,7	-1,51	-0,88
19	1,8	-1,61	-0,95
20	1,9	-1,70	-1,02
21	2	-1,78	-1,10



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 54 / 117
		Data: 23/02/23

22	2,42778	-3,14	-0,11
23	2,85556	-4,25	0,71
24	3,28333	-4,15	0,95
25	3,71111	-3,50	0,90
26	4,13889	-2,80	0,79
27	4,56667	-2,53	0,84
28	4,99444	-1,77	0,63
29	5,42222	-0,91	0,34
30	5,85	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)

Tabela 12: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,15	-0,01
3	0,2	-0,29	-0,02
4	0,3	-0,43	-0,03
5	0,4	-0,56	-0,05
6	0,5	-0,69	-0,08
7	0,6	-0,82	-0,10
8	0,7	-0,95	-0,13
9	0,8	-1,07	-0,17
10	0,9	-1,19	-0,20
11	1	-1,31	-0,24
12	1,1	-1,42	-0,29
13	1,2	-1,53	-0,34
14	1,3	-1,56	-0,43
15	1,4	-1,44	-0,59
16	1,5	-1,32	-0,75
17	1,6	-1,42	-0,81
18	1,7	-1,51	-0,88
19	1,8	-1,61	-0,95



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 55 / 117
		Data: 23/02/23

20	1,9	-1,70	-1,02
21	2	-1,78	-1,10
22	2,42778	-3,14	-0,11
23	2,85556	-4,25	0,71
24	3,28333	-4,15	0,95
25	3,71111	-3,50	0,90
26	4,13889	-2,80	0,79
27	4,56667	-2,53	0,84
28	4,99444	-1,77	0,63
29	5,42222	-0,91	0,34
30	5,85	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)**

Tabela 13: Verificação ELU-ATO ($-17,5 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,16 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,23	0,08
3	0,2	-0,47	0,16
4	0,3	-0,70	0,23
5	0,4	-0,93	0,30
6	0,5	-1,15	0,38
7	0,6	-1,38	0,44
8	0,7	-1,60	0,51
9	0,8	-1,82	0,58
10	0,9	-2,04	0,64
11	1	-2,26	0,70
12	1,1	-2,47	0,76
13	1,2	-2,68	0,82
14	1,3	-2,79	0,83
15	1,4	-2,71	0,75
16	1,5	-2,64	0,67
17	1,6	-2,84	0,72



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 56 / 117
		Data: 23/02/23

18	1,7	-3,04	0,77
19	1,8	-3,24	0,82
20	1,9	-3,44	0,86
21	2	-3,64	0,90
22	2,42778	-5,13	1,74
23	2,85556	-6,33	2,43
24	3,28333	-6,00	2,40
25	3,71111	-4,98	2,04
26	4,13889	-3,92	1,64
27	4,56667	-3,45	1,49
28	4,99444	-2,37	1,04
29	5,42222	-1,21	0,54
30	5,85	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


4.2.2.6 Vigas Retangular 40x25/80 – Varanda 2

- Protensão

Tabela 14: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_o (tf)	MP_o (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	2,29	2,27	0,81	1,98	0,71
3	0,2	4,57	4,53	1,62	3,96	1,42
4	0,3	6,86	6,79	2,43	5,94	2,12
5	0,4	9,14	9,05	3,23	7,91	2,83
6	0,5	11,43	11,31	4,04	9,88	3,53
7	0,6	13,71	13,57	4,85	11,85	4,23
8	0,7	16,00	15,83	5,65	13,81	4,93
9	0,8	18,28	18,09	6,46	15,77	5,63
10	0,9	20,57	20,34	7,26	17,72	6,33
11	1	22,85	22,59	8,07	19,67	7,02
12	1,1	27,42	27,09	9,67	23,55	8,41



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 57 / 117
		Data: 23/02/23

13	1,2	31,99	31,59	11,28	27,42	9,79
14	1,3	35,74	35,26	12,59	30,57	10,91
15	1,4	38,02	37,51	13,39	32,50	11,60
16	1,5	40,31	39,75	14,19	34,42	12,29
17	1,6	42,59	41,99	14,99	36,34	12,97
18	1,7	44,88	44,23	15,79	38,26	13,66
19	1,8	47,16	46,47	16,59	40,17	14,34
20	1,9	49,45	48,71	17,39	42,08	15,02
21	2	51,73	50,95	18,19	43,99	15,70
22	2,42778	57,76	56,80	20,28	48,89	17,45
23	2,85556	57,76	56,78	20,27	48,84	17,44
24	3,28333	57,76	56,76	20,26	48,79	17,42
25	3,71111	54,91	53,97	19,27	46,42	16,57
26	4,13889	45,13	44,42	15,86	38,33	13,68
27	4,56667	35,36	34,85	12,44	30,17	10,77
28	4,99444	19,55	19,33	6,90	16,82	6,01
29	5,42222	9,78	9,68	3,46	8,45	3,02
30	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_o – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_o – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)


MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

• Esforços solicitantes

Tabela 15: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{CQP,max}$	$M_{CQP,min}$	$M_{CF,max}$	$M_{CF,min}$	$M_{CR,max}$	$M_{CR,min}$	$M_{Sd,max}$	$M_{Sd,min}$
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	-1,15	-1,26	-1,15	-1,32	-1,15	-1,43	-1,15	-2,00
3	0,2	-2,33	-2,56	-2,33	-2,67	-2,33	-2,90	-2,33	-4,06
4	0,3	-3,54	-3,89	-3,54	-4,06	-3,54	-4,41	-3,54	-6,18
5	0,4	-4,78	-5,25	-4,78	-5,49	-4,78	-5,96	-4,78	-8,35
6	0,5	-6,05	-6,65	-6,05	-6,95	-6,05	-7,55	-6,05	-10,57
7	0,6	-7,34	-8,08	-7,34	-8,45	-7,34	-9,18	-7,34	-12,86



	MEMORIAL DE CÁLCULO							Código: REL-001	
								Rev. 00	
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA							Página: 58 / 117	
								Data: 23/02/23	

8	0,7	-8,67	-9,54	-8,67	-9,98	-8,67	-10,85	-8,67	-15,19
9	0,8	-10,03	-11,04	-10,03	-11,55	-10,03	-12,56	-10,03	-17,58
10	0,9	-11,41	-12,57	-11,41	-13,15	-11,41	-14,31	-11,41	-20,03
11	1	-12,83	-14,13	-12,83	-14,79	-12,83	-16,10	-12,83	-22,54
12	1,1	-14,27	-15,73	-14,27	-16,46	-14,27	-17,92	-14,27	-25,09
13	1,2	-15,75	-17,36	-15,75	-18,17	-15,75	-19,79	-15,75	-27,71
14	1,3	-17,25	-19,03	-17,25	-19,92	-17,25	-21,70	-17,25	-30,38
15	1,4	-18,78	-20,73	-18,78	-21,70	-18,78	-23,64	-18,78	-33,10
16	1,5	-20,34	-22,46	-20,34	-23,52	-20,34	-25,63	-20,34	-35,88
17	1,6	-21,94	-24,22	-21,94	-25,37	-21,94	-27,66	-21,94	-38,72
18	1,7	-23,56	-26,02	-23,56	-27,26	-23,56	-29,72	-23,56	-41,61
19	1,8	-25,21	-27,85	-25,21	-29,18	-25,21	-31,83	-25,21	-44,56
20	1,9	-26,89	-29,72	-26,89	-31,14	-26,89	-33,97	-26,89	-47,56
21	2	-28,60	-31,62	-28,60	-33,13	-28,60	-36,16	-28,60	-50,62
22	2,42778	-23,44	-25,83	-23,44	-27,02	-23,44	-29,42	-23,44	-41,18
23	2,85556	-18,80	-20,63	-18,80	-21,55	-18,80	-23,38	-18,80	-32,73
24	3,28333	-14,67	-16,02	-14,67	-16,69	-14,67	-18,04	-14,67	-25,26
25	3,71111	-11,04	-11,98	-11,04	-12,45	-11,04	-13,39	-11,04	-18,74
26	4,13889	-7,90	-8,50	-7,90	-8,80	-7,90	-9,41	-7,90	-13,17
27	4,56667	-5,23	-5,58	-5,23	-5,75	-5,23	-6,09	-5,23	-8,52
28	4,99444	-3,04	-3,19	-3,04	-3,27	-3,04	-3,42	-3,04	-4,79
29	5,42222	-1,30	-1,34	-1,30	-1,36	-1,30	-1,40	-1,30	-1,95
30	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 16: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
-------	-------	---------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------



 MAGNUS engenharia e arquitetura	MEMORIAL DE CÁLCULO							Código: REL-001	
								Rev. 00	
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-							Página: 59 / 117	
	ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA							Data: 23/02/23	

1	0	-11,36	-12,46	-11,36	-13,01	-11,36	-14,12	-11,36	-19,76
2	0,1	-11,65	-12,79	-11,65	-13,37	-11,65	-14,51	-11,65	-20,32
3	0,2	-11,94	-13,13	-11,94	-13,72	-11,94	-14,91	-11,94	-20,87
4	0,3	-12,24	-13,46	-12,24	-14,08	-12,24	-15,30	-12,24	-21,43
5	0,4	-12,53	-13,80	-12,53	-14,43	-12,53	-15,70	-12,53	-21,98
6	0,5	-12,83	-14,13	-12,83	-14,79	-12,83	-16,10	-12,83	-22,54
7	0,6	-13,12	-14,47	-13,12	-15,14	-13,12	-16,49	-13,12	-23,09
8	0,7	-13,42	-14,80	-13,42	-15,50	-13,42	-16,89	-13,42	-23,64
9	0,8	-13,71	-15,14	-13,71	-15,86	-13,71	-17,29	-13,71	-24,20
10	0,9	-14,00	-15,47	-14,00	-16,21	-14,00	-17,68	-14,00	-24,75
11	1	-14,30	-15,81	-14,30	-16,57	-14,30	-18,08	-14,30	-25,31
12	1,1	-14,59	-16,14	-14,59	-16,92	-14,59	-18,47	-14,59	-25,86
13	1,2	-14,89	-16,48	-14,89	-17,28	-14,89	-18,87	-14,89	-26,42
14	1,3	-15,18	-16,81	-15,18	-17,63	-15,18	-19,27	-15,18	-26,97
15	1,4	-15,47	-17,15	-15,47	-17,99	-15,47	-19,66	-15,47	-27,53
16	1,5	-15,77	-17,48	-15,77	-18,34	-15,77	-20,06	-15,77	-28,08
17	1,6	-16,06	-17,82	-16,06	-18,70	-16,06	-20,45	-16,06	-28,64
18	1,7	-16,36	-18,15	-16,36	-19,05	-16,36	-20,85	-16,36	-29,19
19	1,8	-16,65	-18,49	-16,65	-19,41	-16,65	-21,25	-16,65	-29,75
20	1,9	-16,95	-18,82	-16,95	-19,76	-16,95	-21,64	-16,95	-30,30
21	2	14,31	-19,16	15,09	-20,12	16,66	-22,04	23,33	-30,86
22	2,42778	12,89	11,49	13,59	11,49	14,98	11,49	20,98	11,49
23	2,85556	11,50	10,28	12,11	10,28	13,33	10,28	18,66	10,28
24	3,28333	10,13	9,08	10,65	9,08	11,70	9,08	16,38	9,08
25	3,71111	8,79	7,92	9,22	7,92	10,10	7,92	14,14	7,92
26	4,13889	7,47	6,77	7,82	6,77	8,52	6,77	11,93	6,77
27	4,56667	6,18	5,66	6,45	5,66	6,97	5,66	9,76	5,66
28	4,99444	4,92	4,57	5,09	4,57	5,44	4,57	7,62	4,57
29	5,42222	3,68	3,51	3,77	3,51	3,94	3,51	5,52	3,51
30	5,85	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	3,46	2,47

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente


$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 60 / 117
		Data: 23/02/23

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

- Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 17: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 2,95$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,11	-0,07
3	0,2	-0,22	-0,14
4	0,3	-0,33	-0,22
5	0,4	-0,43	-0,30
6	0,5	-0,53	-0,39
7	0,6	-0,63	-0,48
8	0,7	-0,75	-0,58
9	0,8	-0,88	-0,68
10	0,9	-1,01	-0,77
11	1	-1,16	-0,83
12	1,1	-1,26	-0,92
13	1,2	-1,56	-0,94
14	1,3	-1,77	-1,00
15	1,4	-1,83	-1,13
16	1,5	-1,89	-1,27
17	1,6	-1,95	-1,41
18	1,7	-2,04	-1,56
19	1,8	-2,22	-1,71
20	1,9	-2,41	-1,81
21	2	-2,61	-1,83
22	2,42778	-3,25	-0,97
23	2,85556	-3,74	-0,25
24	3,28333	-4,17	0,38
25	3,71111	-4,28	0,81
26	4,13889	-3,67	0,86
27	4,56667	-3,00	0,83
28	4,99444	-1,68	0,46
29	5,42222	-0,87	0,27



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 61 / 117
		Data: 23/02/23

30	5,85	0,00	0,00
----	------	------	------

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)**

Tabela 18: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,11	-0,07
3	0,2	-0,22	-0,14
4	0,3	-0,33	-0,22
5	0,4	-0,43	-0,30
6	0,5	-0,53	-0,39
7	0,6	-0,62	-0,48
8	0,7	-0,72	-0,58
9	0,8	-0,81	-0,68
10	0,9	-0,94	-0,79
11	1	-1,07	-0,88
12	1,1	-1,26	-0,92
13	1,2	-1,56	-0,94
14	1,3	-1,77	-1,00
15	1,4	-1,83	-1,13
16	1,5	-1,89	-1,27
17	1,6	-1,95	-1,41
18	1,7	-2,00	-1,56
19	1,8	-2,05	-1,71
20	1,9	-2,23	-1,86
21	2	-2,42	-1,93
22	2,42778	-3,25	-0,97
23	2,85556	-3,74	-0,25
24	3,28333	-4,17	0,38
25	3,71111	-4,28	0,81
26	4,13889	-3,67	0,86
27	4,56667	-3,00	0,83



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 62 / 117
		Data: 23/02/23

28	4,99444	-1,68	0,46
29	5,42222	-0,87	0,27
30	5,85	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 19: Verificação ELU-ATO ($-17,5 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,16 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,23	0,08
3	0,2	-0,47	0,16
4	0,3	-0,70	0,23
5	0,4	-0,93	0,30
6	0,5	-1,15	0,38
7	0,6	-1,38	0,44
8	0,7	-1,60	0,51
9	0,8	-1,82	0,58
10	0,9	-2,04	0,64
11	1	-2,26	0,70
12	1,1	-2,75	0,89
13	1,2	-3,25	1,08
14	1,3	-3,64	1,22
15	1,4	-3,85	1,27
16	1,5	-4,05	1,32
17	1,6	-4,26	1,37
18	1,7	-4,46	1,42
19	1,8	-4,66	1,46
20	1,9	-4,86	1,51
21	2	-5,05	1,55
22	2,42778	-6,08	2,18
23	2,85556	-6,33	2,43
24	3,28333	-6,55	2,65
25	3,71111	-6,39	2,68



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 63 / 117
		Data: 23/02/23

26	4,13889	-5,34	2,28
27	4,56667	-4,25	1,85
28	4,99444	-2,37	1,04
29	5,42222	-1,21	0,54
30	5,85	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


4.2.2.7 Vigas L 40x50/105 – Espaço Cau Hansen Avenida Hermann August Lepper

- Protensão

Tabela 20: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_o (tf)	MP_o (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,125	2,94	2,92	1,04	2,56	0,91
3	0,25	5,89	5,84	2,08	5,11	1,82
4	0,375	8,83	8,75	3,12	7,65	2,73
5	0,5	11,78	11,67	4,16	10,19	3,64
6	0,625	14,72	14,58	5,20	12,72	4,54
7	0,75	17,67	17,49	6,24	15,24	5,44
8	0,875	20,61	20,40	7,28	17,76	6,34
9	1	23,56	23,30	8,32	20,27	7,24
10	1,125	29,45	29,10	10,39	25,26	9,02
11	1,25	34,77	34,34	12,26	29,75	10,62
12	1,375	37,71	37,23	13,29	32,23	11,51
13	1,5	40,66	40,13	14,33	34,71	12,39
14	1,625	43,60	43,02	15,36	37,18	13,27
15	1,75	46,55	45,91	16,39	39,65	14,15
16	1,875	49,49	48,80	17,42	42,11	15,03
17	2	52,44	51,69	18,45	44,57	15,91
18	2,125	55,38	54,58	19,48	47,02	16,79
19	2,25	57,76	56,91	20,32	49,00	17,49
20	2,375	57,76	56,92	20,32	49,04	17,51
21	2,5	57,76	56,93	20,33	49,08	17,52



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 64 / 117
		Data: 23/02/23

22	3,06444	57,76	56,89	20,31	48,95	17,48
23	3,62889	57,76	56,86	20,30	48,84	17,44
24	4,19333	57,76	56,83	20,29	48,74	17,40
25	4,75778	48,25	47,52	16,97	40,89	14,60
26	5,32222	34,95	34,49	12,31	29,82	10,64
27	5,88667	28,88	28,52	10,18	24,70	8,82
28	6,45111	26,60	26,27	9,38	22,76	8,13
29	7,01556	13,30	13,16	4,70	11,47	4,09
30	7,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_o – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_o – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)


MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes

Tabela 21: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{CQP,max}$	$M_{CQP,min}$	$M_{CF,max}$	$M_{CF,min}$	$M_{CR,max}$	$M_{CR,min}$	$M_{Sd,max}$	$M_{Sd,min}$
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,125	-1,82	-1,95	-1,82	-2,02	-1,82	-2,16	-1,82	-3,02
3	0,25	-3,74	-4,03	-3,74	-4,17	-3,74	-4,47	-3,74	-6,25
4	0,375	-5,76	-6,22	-5,76	-6,45	-5,76	-6,92	-5,76	-9,68
5	0,5	-7,89	-8,54	-7,89	-8,86	-7,89	-9,51	-7,89	-13,32
6	0,625	-10,11	-10,97	-10,11	-11,40	-10,11	-12,25	-10,11	-17,16
7	0,75	-12,45	-13,52	-12,45	-14,06	-12,45	-15,14	-12,45	-21,20
8	0,875	-14,88	-16,20	-14,88	-16,86	-14,88	-18,17	-14,88	-25,44
9	1	-17,42	-18,99	-17,42	-19,78	-17,42	-21,35	-17,42	-29,89
10	1,125	-20,05	-21,90	-20,05	-22,83	-20,05	-24,67	-20,05	-34,54
11	1,25	-22,80	-24,93	-22,80	-26,00	-22,80	-28,14	-22,80	-39,40
12	1,375	-25,64	-28,09	-25,64	-29,31	-25,64	-31,76	-25,64	-44,46
13	1,5	-28,59	-31,36	-28,59	-32,74	-28,59	-35,51	-28,59	-49,72
14	1,625	-31,64	-34,75	-31,64	-36,31	-31,64	-39,42	-31,64	-55,19
15	1,75	-34,79	-38,26	-34,79	-40,00	-34,79	-43,47	-34,79	-60,86
16	1,875	-38,04	-41,89	-38,04	-43,82	-38,04	-47,66	-38,04	-66,73



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 65 / 117
		Data: 23/02/23

17	2	-41,40	-45,64	-41,40	-47,76	-41,40	-52,00	-41,40	-72,80
18	2,125	-44,86	-49,51	-44,86	-51,84	-44,86	-56,49	-44,86	-79,08
19	2,25	-48,42	-53,50	-48,42	-56,04	-48,42	-61,12	-48,42	-85,57
20	2,375	-52,09	-57,61	-52,09	-60,37	-52,09	-65,89	-52,09	-92,25
21	2,5	-55,86	-61,84	-55,86	-64,83	-55,86	-70,82	-55,86	-99,14
22	3,06444	-46,10	-51,04	-46,10	-53,51	-46,10	-58,44	-46,10	-81,82
23	3,62889	-37,09	-41,04	-37,09	-43,02	-37,09	-46,97	-37,09	-65,76
24	4,19333	-28,82	-31,86	-28,82	-33,38	-28,82	-36,41	-28,82	-50,98
25	4,75778	-21,31	-23,49	-21,31	-24,58	-21,31	-26,76	-21,31	-37,46
26	5,32222	-14,67	-16,08	-14,67	-16,79	-14,67	-18,20	-14,67	-25,48
27	5,88667	-9,16	-9,96	-9,16	-10,36	-9,16	-11,16	-9,16	-15,63
28	6,45111	-4,88	-5,24	-4,88	-5,42	-4,88	-5,78	-4,88	-8,10
29	7,01556	-1,83	-1,92	-1,83	-1,97	-1,83	-2,06	-1,83	-2,89
30	7,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 22: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-14,13	-15,16	-14,13	-15,67	-14,13	-16,70	-14,13	-23,38
2	0,125	-14,95	-16,12	-14,95	-16,70	-14,95	-17,86	-14,95	-25,01
3	0,25	-15,77	-17,07	-15,77	-17,73	-15,77	-19,03	-15,77	-26,64
4	0,375	-16,59	-18,03	-16,59	-18,75	-16,59	-20,19	-16,59	-28,26
5	0,5	-17,42	-18,99	-17,42	-19,78	-17,42	-21,35	-17,42	-29,89
6	0,625	-18,24	-19,95	-18,24	-20,80	-18,24	-22,51	-18,24	-31,52
7	0,75	-19,06	-20,91	-19,06	-21,83	-19,06	-23,68	-19,06	-33,15
8	0,875	-19,88	-21,86	-19,88	-22,86	-19,88	-24,84	-19,88	-34,77
9	1	-20,70	-22,82	-20,70	-23,88	-20,70	-26,00	-20,70	-36,40



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 66 / 117
		Data: 23/02/23

10	1,125	-21,52	-23,78	-21,52	-24,91	-21,52	-27,16	-21,52	-38,03
11	1,25	-22,34	-24,74	-22,34	-25,93	-22,34	-28,33	-22,34	-39,66
12	1,375	-23,16	-25,69	-23,16	-26,96	-23,16	-29,49	-23,16	-41,28
13	1,5	-23,99	-26,65	-23,99	-27,99	-23,99	-30,65	-23,99	-42,91
14	1,625	-24,81	-27,61	-24,81	-29,01	-24,81	-31,81	-24,81	-44,54
15	1,75	-25,63	-28,57	-25,63	-30,04	-25,63	-32,98	-25,63	-46,17
16	1,875	-26,45	-29,53	-26,45	-31,06	-26,45	-34,14	-26,45	-47,79
17	2	-27,27	-30,48	-27,27	-32,09	-27,27	-35,30	-27,27	-49,42
18	2,125	-28,09	-31,44	-28,09	-33,12	-28,09	-36,46	-28,09	-51,05
19	2,25	-28,91	-32,40	-28,91	-34,14	-28,91	-37,63	-28,91	-52,68
20	2,375	-29,73	-33,36	-29,73	-35,17	-29,73	-38,79	-29,73	-54,30
21	2,5	19,93	-34,31	20,88	-36,19	22,80	-39,95	31,91	-55,93
22	3,06444	18,47	16,67	19,37	16,67	21,18	16,67	29,65	16,67
23	3,62889	17,02	15,34	17,87	15,34	19,56	15,34	27,38	15,34
24	4,19333	15,57	14,00	16,36	14,00	17,94	14,00	25,11	14,00
25	4,75778	14,09	12,63	14,82	12,63	16,27	12,63	22,78	12,63
26	5,32222	12,07	10,83	12,69	10,83	13,93	10,83	19,50	10,83
27	5,88667	9,57	8,64	10,03	8,64	10,96	8,64	15,34	8,64
28	6,45111	7,06	6,44	7,37	6,44	7,99	6,44	11,18	6,44
29	7,01556	4,56	4,25	4,71	4,25	5,02	4,25	7,03	4,25
30	7,58	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,87	2,05

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

• Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 23: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 3,19$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00



 MAGNUS engenharia e arquitetura	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 67 / 117
		Data: 23/02/23

2	0,125	-0,20	-0,05
3	0,25	-0,42	-0,08
4	0,375	-0,66	-0,10
5	0,5	-0,92	-0,10
6	0,625	-1,20	-0,09
7	0,75	-1,50	-0,07
8	0,875	-1,82	-0,03
9	1	-2,16	0,02
10	1,125	-2,39	-0,19
11	1,25	-2,67	-0,34
12	1,375	-3,07	-0,24
13	1,5	-3,49	-0,13
14	1,625	-3,94	0,00
15	1,75	-4,40	0,14
16	1,875	-4,89	0,30
17	2	-5,39	0,47
18	2,125	-5,91	0,65
19	2,25	-6,48	0,90
20	2,375	-7,17	1,39
21	2,5	-7,88	1,90
22	3,06444	-6,03	0,55
23	3,62889	-4,33	-0,69
24	4,19333	-2,77	-1,82
25	4,75778	-2,25	-1,28
26	5,32222	-1,76	-0,78
27	5,88667	-1,81	-0,16
28	6,45111	-2,08	0,43
29	7,01556	-1,13	0,32
30	7,58	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)




	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 68 / 117
		Data: 23/02/23

Tabela 24: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)


Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,19	-0,05
3	0,25	-0,40	-0,10
4	0,375	-0,62	-0,12
5	0,5	-0,87	-0,14
6	0,625	-1,13	-0,13
7	0,75	-1,42	-0,12
8	0,875	-1,72	-0,09
9	1	-2,04	-0,05
10	1,125	-2,26	-0,28
11	1,25	-2,51	-0,44
12	1,375	-2,89	-0,36
13	1,5	-3,29	-0,26
14	1,625	-3,71	-0,15
15	1,75	-4,15	-0,02
16	1,875	-4,60	0,12
17	2	-5,08	0,27
18	2,125	-5,57	0,43
19	2,25	-6,11	0,67
20	2,375	-6,77	1,14
21	2,5	-7,44	1,62
22	3,06444	-5,67	0,31
23	3,62889	-4,04	-0,88
24	4,19333	-2,54	-1,96
25	4,75778	-2,25	-1,28
26	5,32222	-1,76	-0,78
27	5,88667	-1,81	-0,16
28	6,45111	-2,08	0,43
29	7,01556	-1,13	0,32
30	7,58	0,00	0,00

x - abcissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 69 / 117
		Data: 23/02/23

• Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 25: Verificação ELU-ATO ($-19,6 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,32 \text{ MPa}$)


Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,28	0,08
3	0,25	-0,55	0,15
4	0,375	-0,82	0,22
5	0,5	-1,08	0,28
6	0,625	-1,35	0,35
7	0,75	-1,61	0,41
8	0,875	-1,86	0,46
9	1	-2,12	0,52
10	1,125	-2,74	0,73
11	1,25	-3,28	0,92
12	1,375	-3,52	0,96
13	1,5	-3,76	1,00
14	1,625	-4,00	1,04
15	1,75	-4,23	1,08
16	1,875	-4,46	1,11
17	2	-4,69	1,14
18	2,125	-4,92	1,17
19	2,25	-5,07	1,16
20	2,375	-4,93	1,01
21	2,5	-4,78	0,86
22	3,06444	-5,28	1,37
23	3,62889	-5,72	1,81
24	4,19333	-6,10	2,20
25	4,75778	-5,25	1,99
26	5,32222	-3,88	1,50
27	5,88667	-3,33	1,37
28	6,45111	-3,20	1,39
29	7,01556	-1,63	0,73
30	7,58	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 70 / 117
		Data: 23/02/23


4.2.2.8 Vigas Retangular 40x25/80 Central 1 – Espaço Cau Hansen Avenida Hermann August Lepper

- Protensão

Tabela 26: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_o (tf)	MP_o (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,125	5,89	5,84	2,08	5,10	1,82
3	0,25	11,78	11,66	4,16	10,17	3,63
4	0,375	17,67	17,47	6,24	15,21	5,43
5	0,5	23,56	23,27	8,31	20,22	7,22
6	0,625	32,39	31,95	11,41	27,66	9,87
7	0,75	41,23	40,61	14,50	35,03	12,50
8	0,875	50,06	49,23	17,58	42,32	15,11
9	1	58,90	57,83	20,65	49,55	17,69
10	1,125	70,68	69,25	24,72	59,05	21,08
11	1,25	81,32	79,53	28,39	67,54	24,11
12	1,375	87,21	85,21	30,42	72,21	25,78
13	1,5	93,10	90,88	32,44	76,85	27,44
14	1,625	98,99	96,53	34,46	81,47	29,09
15	1,75	104,31	101,64	36,29	85,63	30,57
16	1,875	107,25	104,47	37,30	87,95	31,40
17	2	110,20	107,30	38,31	90,26	32,22
18	2,125	113,14	110,13	39,32	92,58	33,05
19	2,25	115,52	112,42	40,13	94,45	33,72
20	2,375	115,52	112,45	40,14	94,53	33,75
21	2,5	115,52	112,47	40,15	94,60	33,77
22	3,06444	115,52	112,38	40,12	94,35	33,68
23	3,62889	115,52	112,30	40,09	94,12	33,60
24	4,19333	115,52	112,22	40,06	93,93	33,53
25	4,75778	115,52	112,16	40,04	93,76	33,47
26	5,32222	104,49	101,63	36,28	85,27	30,44
27	5,88667	78,65	76,86	27,44	65,15	23,26
28	6,45111	56,23	55,17	19,70	47,20	16,85
29	7,01556	26,60	26,24	9,37	22,74	8,12
30	7,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 71 / 117
		Data: 23/02/23

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_o – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_o – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)


MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes**

Tabela 27: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{CQP,max}$	$M_{CQP,min}$	$M_{CF,max}$	$M_{CF,min}$	$M_{CR,max}$	$M_{CR,min}$	$M_{Sd,max}$	$M_{Sd,min}$
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,125	-4,01	-4,46	-4,01	-4,69	-4,01	-5,15	-4,01	-7,21
3	0,25	-8,12	-9,05	-8,12	-9,52	-8,12	-10,45	-8,12	-14,63
4	0,375	-12,35	-13,77	-12,35	-14,48	-12,35	-15,90	-12,35	-22,27
5	0,5	-16,68	-18,61	-16,68	-19,58	-16,68	-21,51	-16,68	-30,11
6	0,625	-21,11	-23,57	-21,11	-24,81	-21,11	-27,27	-21,11	-38,17
7	0,75	-25,66	-28,66	-25,66	-30,17	-25,66	-33,18	-25,66	-46,45
8	0,875	-30,31	-33,88	-30,31	-35,67	-30,31	-39,24	-30,31	-54,93
9	1	-35,07	-39,22	-35,07	-41,30	-35,07	-45,45	-35,07	-63,63
10	1,125	-39,93	-44,69	-39,93	-47,07	-39,93	-51,82	-39,93	-72,55
11	1,25	-44,91	-50,28	-44,91	-52,97	-44,91	-58,34	-44,91	-81,67
12	1,375	-49,99	-56,00	-49,99	-59,00	-49,99	-65,01	-49,99	-91,01
13	1,5	-55,18	-61,84	-55,18	-65,17	-55,18	-71,83	-55,18	-100,57
14	1,625	-60,47	-67,81	-60,47	-71,47	-60,47	-78,81	-60,47	-110,33
15	1,75	-65,88	-73,90	-65,88	-77,91	-65,88	-85,94	-65,88	-120,31
16	1,875	-71,39	-80,12	-71,39	-84,48	-71,39	-93,22	-71,39	-130,50
17	2	-77,01	-86,46	-77,01	-91,19	-77,01	-100,65	-77,01	-140,91
18	2,125	-82,73	-92,93	-82,73	-98,03	-82,73	-108,23	-82,73	-151,52
19	2,25	-88,56	-99,53	-88,56	-105,01	-88,56	-115,97	-88,56	-162,35
20	2,375	-94,50	-106,24	-94,50	-112,12	-94,50	-123,86	-94,50	-173,40
21	2,5	-100,55	-113,09	-100,55	-119,36	-100,55	-131,90	-100,55	-184,65
22	3,06444	-83,55	-93,89	-83,55	-99,07	-83,55	-109,41	-83,55	-153,18
23	3,62889	-67,71	-75,99	-67,71	-80,14	-67,71	-88,42	-67,71	-123,79
24	4,19333	-53,03	-59,39	-53,03	-62,57	-53,03	-68,93	-53,03	-96,50
25	4,75778	-39,52	-44,08	-39,52	-46,37	-39,52	-50,93	-39,52	-71,30
26	5,32222	-27,44	-30,40	-27,44	-31,88	-27,44	-34,84	-27,44	-48,78



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 72 / 117
		Data: 23/02/23

27	5,88667	-17,33	-19,01	-17,33	-19,85	-17,33	-21,52	-17,33	-30,13
28	6,45111	-9,38	-10,14	-9,38	-10,52	-9,38	-11,28	-9,38	-15,79
29	7,01556	-3,61	-3,81	-3,61	-3,91	-3,61	-4,10	-3,61	-5,74
30	7,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 28: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-31,63	-35,21	-31,63	-37,00	-31,63	-40,58	-31,63	-56,82
2	0,125	-32,49	-36,22	-32,49	-38,08	-32,49	-41,80	-32,49	-58,52
3	0,25	-33,35	-37,22	-33,35	-39,15	-33,35	-43,02	-33,35	-60,23
4	0,375	-34,21	-38,22	-34,21	-40,23	-34,21	-44,24	-34,21	-61,93
5	0,5	-35,07	-39,22	-35,07	-41,30	-35,07	-45,45	-35,07	-63,63
6	0,625	-35,93	-40,22	-35,93	-42,37	-35,93	-46,67	-35,93	-65,34
7	0,75	-36,79	-41,23	-36,79	-43,45	-36,79	-47,89	-36,79	-67,04
8	0,875	-37,64	-42,23	-37,64	-44,52	-37,64	-49,11	-37,64	-68,75
9	1	-38,50	-43,23	-38,50	-45,60	-38,50	-50,32	-38,50	-70,45
10	1,125	-39,36	-44,23	-39,36	-46,67	-39,36	-51,54	-39,36	-72,16
11	1,25	-40,22	-45,24	-40,22	-47,74	-40,22	-52,76	-40,22	-73,86
12	1,375	-41,08	-46,24	-41,08	-48,82	-41,08	-53,98	-41,08	-75,57
13	1,5	-41,94	-47,24	-41,94	-49,89	-41,94	-55,19	-41,94	-77,27
14	1,625	-42,80	-48,24	-42,80	-50,97	-42,80	-56,41	-42,80	-78,98
15	1,75	-43,66	-49,24	-43,66	-52,04	-43,66	-57,63	-43,66	-80,68
16	1,875	-44,51	-50,25	-44,51	-53,11	-44,51	-58,85	-44,51	-82,38
17	2	-45,37	-51,25	-45,37	-54,19	-45,37	-60,06	-45,37	-84,09
18	2,125	-46,23	-52,25	-46,23	-55,26	-46,23	-61,28	-46,23	-85,79
19	2,25	-47,09	-53,25	-47,09	-56,34	-47,09	-62,50	-47,09	-87,50



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 73 / 117
		Data: 23/02/23

20	2,375	-47,95	-54,26	-47,95	-57,41	-47,95	-63,72	-47,95	-89,20
21	2,5	35,26	-55,26	37,27	-58,48	41,28	-64,93	57,79	-90,91
22	3,06444	32,94	29,17	34,83	29,17	38,60	29,17	54,05	29,17
23	3,62889	30,62	27,08	32,39	27,08	35,93	27,08	50,30	27,08
24	4,19333	28,30	25,00	29,95	25,00	33,25	25,00	46,55	25,00
25	4,75778	25,91	22,86	27,44	22,86	30,49	22,86	42,68	22,86
26	5,32222	22,40	19,81	23,70	19,81	26,29	19,81	36,81	19,81
27	5,88667	17,88	15,93	18,85	15,93	20,79	15,93	29,11	15,93
28	6,45111	13,35	12,06	14,00	12,06	15,30	12,06	21,41	12,06
29	7,01556	8,83	8,18	9,15	8,18	9,80	8,18	13,72	8,18
30	7,58	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	6,02	4,30

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

- Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 29: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 3,19$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,46	-0,09
3	0,25	-0,94	-0,16
4	0,375	-1,44	-0,22
5	0,5	-1,97	-0,25
6	0,625	-2,39	-0,55
7	0,75	-2,84	-0,83
8	0,875	-3,31	-1,09
9	1	-3,80	-1,32
10	1,125	-4,19	-1,80
11	1,25	-4,66	-2,15



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 74 / 117
		Data: 23/02/23

12	1,375	-5,35	-2,05
13	1,5	-6,07	-1,93
14	1,625	-6,80	-1,79
15	1,75	-7,58	-1,58
16	1,875	-8,48	-1,15
17	2	-9,40	-0,71
18	2,125	-10,34	-0,25
19	2,25	-11,32	0,28
20	2,375	-12,42	1,03
21	2,5	-13,54	1,79
22	3,06444	-10,37	-0,39
23	3,62889	-7,43	-2,41
24	4,19333	-5,17	-3,30
25	4,75778	-6,61	-1,19
26	5,32222	-6,93	0,24
27	5,88667	-5,70	0,76
28	6,45111	-4,47	1,04
29	7,01556	-2,25	0,65
30	7,58	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)

Tabela 30: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,43	-0,11
3	0,25	-0,87	-0,21
4	0,375	-1,34	-0,28
5	0,5	-1,83	-0,34
6	0,625	-2,21	-0,67
7	0,75	-2,61	-0,97
8	0,875	-3,04	-1,25
9	1	-3,49	-1,51



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 75 / 117
		Data: 23/02/23

10	1,125	-3,84	-2,02
11	1,25	-4,27	-2,40
12	1,375	-4,91	-2,33
13	1,5	-5,58	-2,24
14	1,625	-6,26	-2,13
15	1,75	-6,99	-1,96
16	1,875	-7,84	-1,56
17	2	-8,70	-1,15
18	2,125	-9,58	-0,72
19	2,25	-10,51	-0,24
20	2,375	-11,55	0,47
21	2,5	-12,61	1,20
22	3,06444	-9,61	-0,88
23	3,62889	-6,82	-2,80
24	4,19333	-5,17	-3,30
25	4,75778	-6,61	-1,19
26	5,32222	-6,93	0,24
27	5,88667	-5,70	0,76
28	6,45111	-4,47	1,04
29	7,01556	-2,25	0,65
30	7,58	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 31: Verificação ELU-ATO ($-19,6 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,32 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,64	0,24
3	0,25	-1,28	0,48
4	0,375	-1,92	0,72
5	0,5	-2,55	0,95
6	0,625	-3,54	1,35
7	0,75	-4,53	1,74



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 76 / 117
		Data: 23/02/23

8	0,875	-5,51	2,13
9	1	-6,48	2,51
10	1,125	-7,81	3,05
11	1,25	-8,99	3,52
12	1,375	-9,59	3,73
13	1,5	-10,18	3,93
14	1,625	-10,76	4,13
15	1,75	-11,28	4,29
16	1,875	-11,50	4,32
17	2	-11,72	4,35
18	2,125	-11,94	4,37
19	2,25	-12,09	4,36
20	2,375	-11,94	4,21
21	2,5	-11,80	4,07
22	3,06444	-12,29	4,57
23	3,62889	-12,73	5,01
24	4,19333	-13,11	5,39
25	4,75778	-13,43	5,72
26	5,32222	-12,36	5,38
27	5,88667	-9,44	4,16
28	6,45111	-6,85	3,06
29	7,01556	-3,29	1,48
30	7,58	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


4.2.2.9 Vigas Retangular 40x25/80 Central 2 – Espaço Cau Hansen Avenida Hermann August Lepper

- **Protensão**

Tabela 32: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_o (tf)	MP_o (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,125	2,94	2,92	1,04	2,56	0,91
3	0,25	5,89	5,84	2,08	5,11	1,82



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 77 / 117
		Data: 23/02/23

4	0,375	8,83	8,75	3,12	7,65	2,73
5	0,5	11,78	11,66	4,16	10,18	3,64
6	0,625	17,67	17,48	6,24	15,23	5,44
7	0,75	23,56	23,29	8,31	20,24	7,23
8	0,875	29,45	29,08	10,38	25,23	9,01
9	1	35,34	34,87	12,45	30,18	10,77
10	1,125	44,17	43,52	15,54	37,54	13,40
11	1,25	52,44	51,59	18,42	44,36	15,84
12	1,375	58,33	57,34	20,47	49,20	17,56
13	1,5	64,22	63,07	22,52	54,00	19,28
14	1,625	70,11	68,79	24,56	58,78	20,98
15	1,75	75,43	73,96	26,40	63,08	22,52
16	1,875	78,37	76,82	27,42	65,47	23,37
17	2	81,32	79,68	28,45	67,85	24,22
18	2,125	84,26	82,54	29,47	70,23	25,07
19	2,25	86,64	84,85	30,29	72,16	25,76
20	2,375	86,64	84,87	30,30	72,22	25,78
21	2,5	86,64	84,89	30,30	72,27	25,80
22	3,06444	86,64	84,82	30,28	72,08	25,73
23	3,62889	86,64	84,76	30,26	71,91	25,67
24	4,19333	78,65	77,01	27,49	65,47	23,37
25	4,75778	65,35	64,11	22,89	54,76	19,55
26	5,32222	57,76	56,72	20,25	48,55	17,33
27	5,88667	45,21	44,49	15,88	38,26	13,66
28	6,45111	29,63	29,23	10,44	25,30	9,03
29	7,01556	13,30	13,16	4,70	11,47	4,09
30	7,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_o – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_o – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes**




	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 78 / 117
		Data: 23/02/23

Tabela 33: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	MCQP,max	MCQP,min	MCF,max	MCF,min	MCR,max	MCR,min	MSd,max	MSd,min
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,125	-2,33	-2,60	-2,33	-2,74	-2,33	-3,00	-2,33	-4,21
3	0,25	-4,72	-5,27	-4,72	-5,54	-4,72	-6,09	-4,72	-8,52
4	0,375	-7,17	-8,00	-7,17	-8,42	-7,17	-9,25	-7,17	-12,95
5	0,5	-9,68	-10,80	-9,68	-11,36	-9,68	-12,49	-9,68	-17,48
6	0,625	-12,24	-13,67	-12,24	-14,38	-12,24	-15,80	-12,24	-22,13
7	0,75	-14,86	-16,60	-14,86	-17,46	-14,86	-19,20	-14,86	-26,88
8	0,875	-17,54	-19,59	-17,54	-20,62	-17,54	-22,67	-17,54	-31,74
9	1	-20,27	-22,65	-20,27	-23,84	-20,27	-26,23	-20,27	-36,72
10	1,125	-23,06	-25,78	-23,06	-27,14	-23,06	-29,86	-23,06	-41,80
11	1,25	-25,91	-28,97	-25,91	-30,50	-25,91	-33,56	-25,91	-46,99
12	1,375	-28,82	-32,23	-28,82	-33,94	-28,82	-37,35	-28,82	-52,29
13	1,5	-31,78	-35,55	-31,78	-37,44	-31,78	-41,22	-31,78	-57,70
14	1,625	-34,80	-38,94	-34,80	-41,02	-34,80	-45,16	-34,80	-63,22
15	1,75	-37,87	-42,40	-37,87	-44,66	-37,87	-49,18	-37,87	-68,86
16	1,875	-41,01	-45,92	-41,01	-48,37	-41,01	-53,28	-41,01	-74,60
17	2	-44,20	-49,50	-44,20	-52,16	-44,20	-57,46	-44,20	-80,45
18	2,125	-47,45	-53,16	-47,45	-56,01	-47,45	-61,72	-47,45	-86,40
19	2,25	-50,75	-56,87	-50,75	-59,93	-50,75	-66,05	-50,75	-92,47
20	2,375	-54,12	-60,66	-54,12	-63,93	-54,12	-70,47	-54,12	-98,65
21	2,5	-57,54	-64,51	-57,54	-67,99	-57,54	-74,96	-57,54	-104,94
22	3,06444	-46,53	-52,04	-46,53	-54,80	-46,53	-60,31	-46,53	-84,43
23	3,62889	-36,67	-40,90	-36,67	-43,01	-36,67	-47,24	-36,67	-66,13
24	4,19333	-27,97	-31,08	-27,97	-32,64	-27,97	-35,75	-27,97	-50,05
25	4,75778	-20,42	-22,59	-20,42	-23,67	-20,42	-25,84	-20,42	-36,18
26	5,32222	-14,03	-15,42	-14,03	-16,12	-14,03	-17,51	-14,03	-24,52
27	5,88667	-8,79	-9,58	-8,79	-9,97	-8,79	-10,76	-8,79	-15,07
28	6,45111	-4,71	-5,06	-4,71	-5,24	-4,71	-5,60	-4,71	-7,83
29	7,01556	-1,78	-1,87	-1,78	-1,91	-1,78	-2,01	-1,78	-2,81
30	7,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00


x - abscissa da seção

MCQP,max – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

MCQP,min – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

MCF,max – Momento fletor máximo para combinação frequente



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 79 / 117
		Data: 23/02/23

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 34: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-18,44	-20,55	-18,44	-21,61	-18,44	-23,72	-18,44	-33,21
2	0,125	-18,90	-21,08	-18,90	-22,17	-18,90	-24,35	-18,90	-34,09
3	0,25	-19,36	-21,60	-19,36	-22,73	-19,36	-24,97	-19,36	-34,96
4	0,375	-19,81	-22,13	-19,81	-23,28	-19,81	-25,60	-19,81	-35,84
5	0,5	-20,27	-22,65	-20,27	-23,84	-20,27	-26,23	-20,27	-36,72
6	0,625	-20,73	-23,18	-20,73	-24,40	-20,73	-26,85	-20,73	-37,59
7	0,75	-21,19	-23,70	-21,19	-24,96	-21,19	-27,48	-21,19	-38,47
8	0,875	-21,64	-24,23	-21,64	-25,52	-21,64	-28,10	-21,64	-39,35
9	1	-22,10	-24,75	-22,10	-26,08	-22,10	-28,73	-22,10	-40,22
10	1,125	-22,56	-25,28	-22,56	-26,64	-22,56	-29,36	-22,56	-41,10
11	1,25	-23,02	-25,80	-23,02	-27,20	-23,02	-29,98	-23,02	-41,98
12	1,375	-23,47	-26,33	-23,47	-27,75	-23,47	-30,61	-23,47	-42,85
13	1,5	-23,93	-26,85	-23,93	-28,31	-23,93	-31,24	-23,93	-43,73
14	1,625	-24,39	-27,38	-24,39	-28,87	-24,39	-31,86	-24,39	-44,61
15	1,75	-24,85	-27,90	-24,85	-29,43	-24,85	-32,49	-24,85	-45,48
16	1,875	-25,30	-28,43	-25,30	-29,99	-25,30	-33,11	-25,30	-46,36
17	2	-25,76	-28,95	-25,76	-30,55	-25,76	-33,74	-25,76	-47,24
18	2,125	-26,22	-29,48	-26,22	-31,11	-26,22	-34,37	-26,22	-48,11
19	2,25	-26,68	-30,00	-26,68	-31,67	-26,68	-34,99	-26,68	-48,99
20	2,375	-27,13	-30,53	-27,13	-32,22	-27,13	-35,62	-27,13	-49,87
21	2,5	23,37	-31,05	24,74	-32,78	27,48	-36,25	38,47	-50,74
22	3,06444	21,00	18,56	22,21	18,56	24,65	18,56	34,51	18,56
23	3,62889	18,62	16,49	19,69	16,49	21,83	16,49	30,56	16,49
24	4,19333	16,25	14,43	17,17	14,43	19,00	14,43	26,60	14,43
25	4,75778	13,88	12,36	14,65	12,36	16,17	12,36	22,64	12,36
26	5,32222	11,51	10,29	12,12	10,29	13,34	10,29	18,68	10,29
27	5,88667	9,14	8,23	9,60	8,23	10,51	8,23	14,72	8,23
28	6,45111	6,77	6,16	7,08	6,16	7,69	6,16	10,76	6,16
29	7,01556	4,40	4,10	4,55	4,10	4,86	4,10	6,80	4,10



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 80 / 117
		Data: 23/02/23

30	7,58	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,84	2,03
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

- Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 35: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 3,19$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,30	0,02
3	0,25	-0,62	0,05
4	0,375	-0,95	0,08
5	0,5	-1,29	0,13
6	0,625	-1,51	-0,10
7	0,75	-1,74	-0,33
8	0,875	-1,98	-0,54
9	1	-2,24	-0,73
10	1,125	-2,38	-1,20
11	1,25	-2,57	-1,60
12	1,375	-2,86	-1,76
13	1,5	-3,18	-1,90
14	1,625	-3,50	-2,04
15	1,75	-3,86	-2,11
16	1,875	-4,33	-1,96
17	2	-4,82	-1,80
18	2,125	-5,31	-1,62
19	2,25	-5,84	-1,39
20	2,375	-6,48	-0,94
21	2,5	-7,13	-0,47



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 81 / 117
		Data: 23/02/23

22	3,06444	-5,01	-1,99
23	3,62889	-3,94	-2,18
24	4,19333	-4,25	-1,09
25	4,75778	-3,92	-0,42
26	5,32222	-3,97	0,30
27	5,88667	-3,41	0,61
28	6,45111	-2,39	0,59
29	7,01556	-1,13	0,33
30	7,58	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)

Tabela 36: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,28	0,01
3	0,25	-0,58	0,02
4	0,375	-0,89	0,05
5	0,5	-1,20	0,08
6	0,625	-1,40	-0,17
7	0,75	-1,61	-0,41
8	0,875	-1,83	-0,63
9	1	-2,06	-0,85
10	1,125	-2,18	-1,33
11	1,25	-2,34	-1,74
12	1,375	-2,61	-1,92
13	1,5	-2,90	-2,08
14	1,625	-3,19	-2,24
15	1,75	-3,53	-2,33
16	1,875	-3,97	-2,19
17	2	-4,43	-2,05
18	2,125	-4,89	-1,89
19	2,25	-5,39	-1,68



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 82 / 117
		Data: 23/02/23

20	2,375	-6,00	-1,24
21	2,5	-6,62	-0,80
22	3,06444	-4,60	-2,25
23	3,62889	-3,94	-2,18
24	4,19333	-4,25	-1,09
25	4,75778	-3,92	-0,42
26	5,32222	-3,97	0,30
27	5,88667	-3,41	0,61
28	6,45111	-2,39	0,59
29	7,01556	-1,13	0,33
30	7,58	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 37: Verificação ELU-ATO ($-19,6 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,32 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,125	-0,28	0,08
3	0,25	-0,55	0,15
4	0,375	-0,82	0,22
5	0,5	-1,08	0,28
6	0,625	-1,71	0,51
7	0,75	-2,34	0,74
8	0,875	-2,96	0,96
9	1	-3,58	1,18
10	1,125	-4,56	1,57
11	1,25	-5,46	1,91
12	1,375	-6,06	2,12
13	1,5	-6,66	2,33
14	1,625	-7,26	2,53
15	1,75	-7,78	2,69
16	1,875	-8,01	2,73
17	2	-8,23	2,75



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 83 / 117
		Data: 23/02/23

18	2,125	-8,45	2,78
19	2,25	-8,60	2,77
20	2,375	-8,46	2,62
21	2,5	-8,31	2,48
22	3,06444	-8,81	2,98
23	3,62889	-9,25	3,42
24	4,19333	-8,65	3,36
25	4,75778	-7,35	2,94
26	5,32222	-6,69	2,79
27	5,88667	-5,35	2,29
28	6,45111	-3,57	1,56
29	7,01556	-1,63	0,73
30	7,58	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


4.2.2.10 Vigas L 40x50/105 – Espaço Cau Hansen Avenida José Vieira

- **Protensão**

Tabela 38: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_0 (tf)	MP_0 (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	2,29	2,27	0,81	1,98	0,71
3	0,2	4,57	4,53	1,62	3,97	1,42
4	0,3	6,86	6,79	2,43	5,94	2,12
5	0,4	9,14	9,06	3,23	7,92	2,83
6	0,5	11,43	11,32	4,04	9,89	3,53
7	0,6	13,71	13,58	4,85	11,86	4,23
8	0,7	16,00	15,84	5,65	13,82	4,93
9	0,8	18,28	18,10	6,46	15,78	5,63
10	0,9	20,57	20,36	7,27	17,74	6,33
11	1	22,85	22,61	8,07	19,69	7,03
12	1,1	25,14	24,87	8,88	21,65	7,73
13	1,2	27,42	27,12	9,68	23,59	8,42



	MEMORIAL DE CÁLCULO					Código: REL-001
						Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA					Página: 84 / 117
						Data: 23/02/23

14	1,3	28,88	28,56	10,20	24,84	8,87
15	1,4	28,88	28,57	10,20	24,86	8,87
16	1,5	28,88	28,57	10,20	24,87	8,88
17	1,6	31,17	30,83	11,00	26,82	9,58
18	1,7	33,45	33,08	11,81	28,77	10,27
19	1,8	35,74	35,33	12,61	30,71	10,96
20	1,9	38,02	37,58	13,42	32,65	11,66
21	2	40,31	39,84	14,22	34,59	12,35
22	2,56444	53,21	52,43	18,72	45,17	16,13
23	3,12889	57,76	56,83	20,29	48,79	17,42
24	3,69333	57,76	56,80	20,28	48,69	17,38
25	4,25778	57,76	56,77	20,27	48,60	17,35
26	4,82222	46,20	45,48	16,24	39,10	13,96
27	5,38667	33,30	32,84	11,73	28,38	10,13
28	5,95111	25,80	25,48	9,09	22,08	7,88
29	6,51556	12,90	12,76	4,56	11,12	3,97
30	7,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_o – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_o – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)


MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes**

Tabela 39: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{CQP,max}$	$M_{CQP,min}$	$M_{CF,max}$	$M_{CF,min}$	$M_{CR,max}$	$M_{CR,min}$	$M_{Sd,max}$	$M_{Sd,min}$
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	-1,39	-1,55	-1,39	-1,63	-1,39	-1,78	-1,39	-2,49
3	0,2	-2,81	-3,12	-2,81	-3,28	-2,81	-3,59	-2,81	-5,03
4	0,3	-4,26	-4,73	-4,26	-4,96	-4,26	-5,43	-4,26	-7,61
5	0,4	-5,73	-6,36	-5,73	-6,68	-5,73	-7,31	-5,73	-10,23
6	0,5	-7,22	-8,02	-7,22	-8,42	-7,22	-9,22	-7,22	-12,90
7	0,6	-8,74	-9,71	-8,74	-10,19	-8,74	-11,15	-8,74	-15,62
8	0,7	-10,28	-11,42	-10,28	-11,99	-10,28	-13,13	-10,28	-18,38



	MEMORIAL DE CÁLCULO							Código: REL-001	
								Rev. 00	
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA							Página: 85 / 117	
								Data: 23/02/23	

9	0,8	-11,85	-13,16	-11,85	-13,82	-11,85	-15,13	-11,85	-21,18
10	0,9	-13,44	-14,93	-13,44	-15,67	-13,44	-17,16	-13,44	-24,03
11	1	-15,06	-16,73	-15,06	-17,56	-15,06	-19,23	-15,06	-26,92
12	1,1	-16,70	-18,55	-16,70	-19,48	-16,70	-21,33	-16,70	-29,86
13	1,2	-18,37	-20,40	-18,37	-21,42	-18,37	-23,45	-18,37	-32,84
14	1,3	-20,06	-22,28	-20,06	-23,39	-20,06	-25,62	-20,06	-35,86
15	1,4	-21,78	-24,19	-21,78	-25,40	-21,78	-27,81	-21,78	-38,93
16	1,5	-23,52	-26,13	-23,52	-27,43	-23,52	-30,03	-23,52	-42,05
17	1,6	-25,29	-28,09	-25,29	-29,49	-25,29	-32,29	-25,29	-45,21
18	1,7	-27,08	-30,08	-27,08	-31,58	-27,08	-34,58	-27,08	-48,41
19	1,8	-28,90	-32,10	-28,90	-33,70	-28,90	-36,90	-28,90	-51,66
20	1,9	-30,74	-34,14	-30,74	-35,85	-30,74	-39,25	-30,74	-54,95
21	2	-32,60	-36,22	-32,60	-38,02	-32,60	-41,64	-32,60	-58,29
22	2,56444	-26,11	-28,97	-26,11	-30,40	-26,11	-33,26	-26,11	-46,56
23	3,12889	-20,38	-22,57	-20,38	-23,67	-20,38	-25,86	-20,38	-36,20
24	3,69333	-15,39	-17,00	-15,39	-17,81	-15,39	-19,43	-15,39	-27,20
25	4,25778	-11,13	-12,25	-11,13	-12,81	-11,13	-13,94	-11,13	-19,51
26	4,82222	-7,57	-8,29	-7,57	-8,65	-7,57	-9,37	-7,57	-13,12
27	5,38667	-4,69	-5,10	-4,69	-5,31	-4,69	-5,72	-4,69	-8,00
28	5,95111	-2,49	-2,67	-2,49	-2,76	-2,49	-2,95	-2,49	-4,13
29	6,51556	-0,93	-0,98	-0,93	-1,00	-0,93	-1,05	-0,93	-1,47
30	7,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 40: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-13,82	-15,35	-13,82	-16,11	-13,82	-17,64	-13,82	-24,69



 MAGNUS engenharia e arquitetura	MEMORIAL DE CÁLCULO							Código: REL-001	
								Rev. 00	
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-							Página: 86 / 117	
	ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA							Data: 23/02/23	

2	0,1	-14,07	-15,62	-14,07	-16,40	-14,07	-17,96	-14,07	-25,14
3	0,2	-14,32	-15,90	-14,32	-16,69	-14,32	-18,27	-14,32	-25,58
4	0,3	-14,57	-16,18	-14,57	-16,98	-14,57	-18,59	-14,57	-26,03
5	0,4	-14,81	-16,45	-14,81	-17,27	-14,81	-18,91	-14,81	-26,47
6	0,5	-15,06	-16,73	-15,06	-17,56	-15,06	-19,23	-15,06	-26,92
7	0,6	-15,31	-17,00	-15,31	-17,85	-15,31	-19,55	-15,31	-27,36
8	0,7	-15,56	-17,28	-15,56	-18,14	-15,56	-19,86	-15,56	-27,81
9	0,8	-15,81	-17,56	-15,81	-18,43	-15,81	-20,18	-15,81	-28,25
10	0,9	-16,05	-17,83	-16,05	-18,72	-16,05	-20,50	-16,05	-28,70
11	1	-16,30	-18,11	-16,30	-19,01	-16,30	-20,82	-16,30	-29,14
12	1,1	-16,55	-18,38	-16,55	-19,30	-16,55	-21,14	-16,55	-29,59
13	1,2	-16,80	-18,66	-16,80	-19,59	-16,80	-21,45	-16,80	-30,03
14	1,3	-17,05	-18,94	-17,05	-19,88	-17,05	-21,77	-17,05	-30,48
15	1,4	-17,29	-19,21	-17,29	-20,17	-17,29	-22,09	-17,29	-30,93
16	1,5	-17,54	-19,49	-17,54	-20,46	-17,54	-22,41	-17,54	-31,37
17	1,6	-17,79	-19,76	-17,79	-20,75	-17,79	-22,73	-17,79	-31,82
18	1,7	-18,04	-20,04	-18,04	-21,04	-18,04	-23,04	-18,04	-32,26
19	1,8	-18,29	-20,32	-18,29	-21,33	-18,29	-23,36	-18,29	-32,71
20	1,9	-18,53	-20,59	-18,53	-21,62	-18,53	-23,68	-18,53	-33,15
21	2	13,67	-20,87	14,38	-21,91	15,81	-24,00	22,13	-33,60
22	2,56444	12,13	10,87	12,77	10,87	14,03	10,87	19,64	10,87
23	3,12889	10,63	9,52	11,18	9,52	12,29	9,52	17,20	9,52
24	3,69333	9,16	8,21	9,63	8,21	10,58	8,21	14,81	8,21
25	4,25778	7,72	6,93	8,12	6,93	8,91	6,93	12,47	6,93
26	4,82222	6,32	5,69	6,64	5,69	7,27	5,69	10,17	5,69
27	5,38667	4,95	4,48	5,19	4,48	5,66	4,48	7,93	4,48
28	5,95111	3,62	3,30	3,77	3,30	4,09	3,30	5,73	3,30
29	6,51556	2,32	2,16	2,40	2,16	2,55	2,16	3,57	2,16
30	7,08	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,47	1,05

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente


$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 87 / 117
		Data: 23/02/23

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

- Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 41: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 2,95$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,17	-0,02
3	0,2	-0,35	-0,03
4	0,3	-0,53	-0,04
5	0,4	-0,72	-0,05
6	0,5	-0,91	-0,05
7	0,6	-1,10	-0,05
8	0,7	-1,31	-0,04
9	0,8	-1,51	-0,03
10	0,9	-1,72	-0,01
11	1	-1,94	0,01
12	1,1	-2,16	0,03
13	1,2	-2,39	0,06
14	1,3	-2,66	0,17
15	1,4	-3,00	0,43
16	1,5	-3,34	0,69
17	1,6	-3,59	0,73
18	1,7	-3,84	0,78
19	1,8	-4,10	0,83
20	1,9	-4,36	0,88
21	2	-4,63	0,94
22	2,56444	-2,77	-1,27
23	3,12889	-2,87	-0,96
24	3,69333	-3,54	-0,09
25	4,25778	-4,12	0,65
26	4,82222	-3,51	0,77
27	5,38667	-2,67	0,70
28	5,95111	-2,24	0,75
29	6,51556	-1,17	0,44
30	7,08	0,00	0,00



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 88 / 117
		Data: 23/02/23

x - abcissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)**

Tabela 42: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,16	-0,03
3	0,2	-0,32	-0,05
4	0,3	-0,49	-0,06
5	0,4	-0,67	-0,08
6	0,5	-0,85	-0,08
7	0,6	-1,03	-0,09
8	0,7	-1,22	-0,09
9	0,8	-1,42	-0,09
10	0,9	-1,62	-0,08
11	1	-1,82	-0,07
12	1,1	-2,03	-0,05
13	1,2	-2,24	-0,03
14	1,3	-2,50	0,07
15	1,4	-2,82	0,32
16	1,5	-3,15	0,57
17	1,6	-3,38	0,60
18	1,7	-3,62	0,64
19	1,8	-3,86	0,68
20	1,9	-4,11	0,73
21	2	-4,36	0,78
22	2,56444	-2,56	-1,40
23	3,12889	-2,87	-0,96
24	3,69333	-3,54	-0,09
25	4,25778	-4,12	0,65
26	4,82222	-3,51	0,77
27	5,38667	-2,67	0,70
28	5,95111	-2,24	0,75
29	6,51556	-1,17	0,44



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 89 / 117
		Data: 23/02/23

30	7,08	0,00	0,00
----	------	------	------

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 43: Verificação ELU-ATO ($-17,5 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,16 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,18	0,03
3	0,2	-0,36	0,05
4	0,3	-0,54	0,08
5	0,4	-0,72	0,10
6	0,5	-0,90	0,12
7	0,6	-1,07	0,14
8	0,7	-1,24	0,15
9	0,8	-1,41	0,17
10	0,9	-1,58	0,18
11	1	-1,74	0,19
12	1,1	-1,91	0,20
13	1,2	-2,07	0,20
14	1,3	-2,12	0,16
15	1,4	-2,00	0,03
16	1,5	-1,87	-0,10
17	1,6	-2,02	-0,10
18	1,7	-2,17	-0,10
19	1,8	-2,32	-0,11
20	1,9	-2,47	-0,11
21	2	-2,62	-0,12
22	2,56444	-4,71	1,11
23	3,12889	-5,72	1,81
24	3,69333	-6,10	2,19
25	4,25778	-6,42	2,52
26	4,82222	-5,27	2,14
27	5,38667	-3,88	1,62



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 90 / 117
		Data: 23/02/23

28	5,95111	-3,10	1,35
29	6,51556	-1,58	0,70
30	7,08	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


4.2.2.11 Vigas Retangular 40x25/80 Central 1 – Espaço Cau Hansen Avenida José Vieira

- **Protensão**

Tabela 44: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_o (tf)	MP_o (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	2,36	2,34	0,83	2,05	0,73
3	0,2	4,71	4,67	1,67	4,09	1,46
4	0,3	7,07	7,00	2,50	6,13	2,19
5	0,4	9,42	9,34	3,33	8,16	2,91
6	0,5	11,78	11,67	4,17	10,19	3,64
7	0,6	16,49	16,32	5,83	14,24	5,08
8	0,7	21,20	20,97	7,49	18,26	6,52
9	0,8	25,92	25,62	9,14	22,27	7,95
10	0,9	30,63	30,25	10,80	26,25	9,37
11	1	35,34	34,88	12,45	30,22	10,79
12	1,1	42,41	41,81	14,93	36,13	12,90
13	1,2	49,47	48,73	17,40	42,00	14,99
14	1,3	54,80	53,92	19,25	46,39	16,56
15	1,4	59,51	58,52	20,89	50,27	17,94
16	1,5	64,22	63,11	22,53	54,12	19,32
17	1,6	68,93	67,70	24,17	57,97	20,69
18	1,7	73,64	72,28	25,80	61,79	22,06
19	1,8	76,61	75,16	26,83	64,21	22,92
20	1,9	78,96	77,46	27,65	66,13	23,61
21	2	81,32	79,75	28,47	68,06	24,30
22	2,56444	86,64	84,82	30,28	72,08	25,73
23	3,12889	86,64	84,76	30,26	71,91	25,67



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 91 / 117
		Data: 23/02/23

24	3,69333	78,65	77,01	27,49	65,47	23,37
25	4,25778	65,35	64,11	22,89	54,76	19,55
26	4,82222	57,76	56,72	20,25	48,55	17,33
27	5,38667	45,21	44,49	15,88	38,26	13,66
28	5,95111	29,63	29,23	10,44	25,30	9,03
29	6,51556	13,30	13,16	4,70	11,47	4,09
30	7,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_o – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_o – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)


MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes**

Tabela 45: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{CQP,max}$	$M_{CQP,min}$	$M_{CF,max}$	$M_{CF,min}$	$M_{CR,max}$	$M_{CR,min}$	$M_{Sd,max}$	$M_{Sd,min}$
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	-2,52	-2,85	-2,52	-3,02	-2,52	-3,35	-2,52	-4,69
3	0,2	-5,09	-5,76	-5,09	-6,09	-5,09	-6,75	-5,09	-9,46
4	0,3	-7,69	-8,70	-7,69	-9,21	-7,69	-10,21	-7,69	-14,30
5	0,4	-10,34	-11,69	-10,34	-12,37	-10,34	-13,73	-10,34	-19,22
6	0,5	-13,02	-14,73	-13,02	-15,59	-13,02	-17,30	-13,02	-24,22
7	0,6	-15,74	-17,82	-15,74	-18,85	-15,74	-20,92	-15,74	-29,29
8	0,7	-18,51	-20,94	-18,51	-22,16	-18,51	-24,60	-18,51	-34,44
9	0,8	-21,31	-24,12	-21,31	-25,52	-21,31	-28,33	-21,31	-39,67
10	0,9	-24,15	-27,34	-24,15	-28,93	-24,15	-32,12	-24,15	-44,97
11	1	-27,04	-30,61	-27,04	-32,39	-27,04	-35,96	-27,04	-50,35
12	1,1	-29,96	-33,92	-29,96	-35,90	-29,96	-39,86	-29,96	-55,81
13	1,2	-32,92	-37,28	-32,92	-39,46	-32,92	-43,81	-32,92	-61,34
14	1,3	-35,92	-40,68	-35,92	-43,06	-35,92	-47,82	-35,92	-66,95
15	1,4	-38,97	-44,13	-38,97	-46,72	-38,97	-51,88	-38,97	-72,64
16	1,5	-42,05	-47,63	-42,05	-50,42	-42,05	-56,00	-42,05	-78,40
17	1,6	-45,17	-51,17	-45,17	-54,17	-45,17	-60,17	-45,17	-84,24
18	1,7	-48,33	-54,76	-48,33	-57,97	-48,33	-64,40	-48,33	-90,16
19	1,8	-51,53	-58,39	-51,53	-61,82	-51,53	-68,68	-51,53	-96,15



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 92 / 117
		Data: 23/02/23

20	1,9	-54,77	-62,07	-54,77	-65,72	-54,77	-73,02	-54,77	-102,22
21	2	-58,05	-65,80	-58,05	-69,67	-58,05	-77,41	-58,05	-108,37
22	2,56444	-46,84	-52,97	-46,84	-56,03	-46,84	-62,15	-46,84	-87,01
23	3,12889	-36,86	-41,56	-36,86	-43,91	-36,86	-48,60	-36,86	-68,05
24	3,69333	-28,10	-31,56	-28,10	-33,29	-28,10	-36,74	-28,10	-51,44
25	4,25778	-20,53	-22,94	-20,53	-24,15	-20,53	-26,56	-20,53	-37,18
26	4,82222	-14,15	-15,70	-14,15	-16,47	-14,15	-18,02	-14,15	-25,23
27	5,38667	-8,92	-9,80	-8,92	-10,24	-8,92	-11,11	-8,92	-15,56
28	5,95111	-4,83	-5,23	-4,83	-5,42	-4,83	-5,82	-4,83	-8,15
29	6,51556	-1,86	-1,97	-1,86	-2,02	-1,86	-2,12	-1,86	-2,97
30	7,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 46: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-25,05	-28,32	-25,05	-29,95	-25,05	-33,22	-25,05	-46,51
2	0,1	-25,44	-28,78	-25,44	-30,44	-25,44	-33,77	-25,44	-47,28
3	0,2	-25,84	-29,23	-25,84	-30,93	-25,84	-34,32	-25,84	-48,05
4	0,3	-26,24	-29,69	-26,24	-31,42	-26,24	-34,87	-26,24	-48,82
5	0,4	-26,64	-30,15	-26,64	-31,91	-26,64	-35,42	-26,64	-49,58
6	0,5	-27,04	-30,61	-27,04	-32,39	-27,04	-35,96	-27,04	-50,35
7	0,6	-27,43	-31,07	-27,43	-32,88	-27,43	-36,51	-27,43	-51,12
8	0,7	-27,83	-31,52	-27,83	-33,37	-27,83	-37,06	-27,83	-51,88
9	0,8	-28,23	-31,98	-28,23	-33,86	-28,23	-37,61	-28,23	-52,65
10	0,9	-28,63	-32,44	-28,63	-34,35	-28,63	-38,16	-28,63	-53,42
11	1	-29,03	-32,90	-29,03	-34,83	-29,03	-38,70	-29,03	-54,19
12	1,1	-29,42	-33,36	-29,42	-35,32	-29,42	-39,25	-29,42	-54,95



	MEMORIAL DE CÁLCULO							Código: REL-001	
								Rev. 00	
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA							Página: 93 / 117	
								Data: 23/02/23	

13	1,2	-29,82	-33,81	-29,82	-35,81	-29,82	-39,80	-29,82	-55,72
14	1,3	-30,22	-34,27	-30,22	-36,30	-30,22	-40,35	-30,22	-56,49
15	1,4	-30,62	-34,73	-30,62	-36,79	-30,62	-40,90	-30,62	-57,25
16	1,5	-31,02	-35,19	-31,02	-37,27	-31,02	-41,44	-31,02	-58,02
17	1,6	-31,41	-35,65	-31,41	-37,76	-31,41	-41,99	-31,41	-58,79
18	1,7	-31,81	-36,10	-31,81	-38,25	-31,81	-42,54	-31,81	-59,56
19	1,8	-32,21	-36,56	-32,21	-38,74	-32,21	-43,09	-32,21	-60,32
20	1,9	-32,61	-37,02	-32,61	-39,23	-32,61	-43,64	-32,61	-61,09
21	2	24,12	-37,48	25,64	-39,71	28,69	-44,18	40,17	-61,86
22	2,56444	21,55	18,84	22,91	18,84	25,62	18,84	35,86	18,84
23	3,12889	19,02	16,65	20,21	16,65	22,58	16,65	31,61	16,65
24	3,69333	16,52	14,49	17,54	14,49	19,57	14,49	27,40	14,49
25	4,25778	14,06	12,36	14,90	12,36	16,60	12,36	23,24	12,36
26	4,82222	11,63	10,27	12,31	10,27	13,66	10,27	19,12	10,27
27	5,38667	9,23	8,22	9,74	8,22	10,76	8,22	15,06	8,22
28	5,95111	6,87	6,19	7,21	6,19	7,89	6,19	11,04	6,19
29	6,51556	4,54	4,20	4,71	4,20	5,05	4,20	7,07	4,20
30	7,08	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	3,15	2,25

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

• Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 47: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 3,19$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,38	0,11
3	0,2	-0,76	0,23
4	0,3	-1,15	0,35



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 94 / 117
		Data: 23/02/23

5	0,4	-1,55	0,48
6	0,5	-1,96	0,61
7	0,6	-2,27	0,52
8	0,7	-2,59	0,44
9	0,8	-2,92	0,36
10	0,9	-3,26	0,30
11	1	-3,61	0,24
12	1,1	-3,86	-0,04
13	1,2	-4,12	-0,30
14	1,3	-4,47	-0,40
15	1,4	-4,85	-0,42
16	1,5	-5,24	-0,44
17	1,6	-5,64	-0,45
18	1,7	-6,05	-0,45
19	1,8	-6,54	-0,29
20	1,9	-7,07	-0,06
21	2	-7,60	0,17
22	2,56444	-5,19	-1,88
23	3,12889	-3,92	-2,21
24	3,69333	-4,24	-1,11
25	4,25778	-3,91	-0,44
26	4,82222	-3,96	0,28
27	5,38667	-3,40	0,59
28	5,95111	-2,38	0,57
29	6,51556	-1,12	0,31
30	7,08	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)**

Tabela 48: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,35	0,09



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 95 / 117
		Data: 23/02/23

3	0,2	-0,71	0,20
4	0,3	-1,08	0,30
5	0,4	-1,45	0,41
6	0,5	-1,84	0,53
7	0,6	-2,12	0,42
8	0,7	-2,41	0,32
9	0,8	-2,71	0,23
10	0,9	-3,02	0,15
11	1	-3,34	0,07
12	1,1	-3,57	-0,22
13	1,2	-3,80	-0,51
14	1,3	-4,12	-0,62
15	1,4	-4,47	-0,66
16	1,5	-4,83	-0,70
17	1,6	-5,20	-0,73
18	1,7	-5,58	-0,76
19	1,8	-6,04	-0,61
20	1,9	-6,53	-0,40
21	2	-7,03	-0,19
22	2,56444	-4,74	-2,16
23	3,12889	-3,92	-2,21
24	3,69333	-4,24	-1,11
25	4,25778	-3,91	-0,44
26	4,82222	-3,96	0,28
27	5,38667	-3,40	0,59
28	5,95111	-2,38	0,57
29	6,51556	-1,12	0,31
30	7,08	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)**

Tabela 49: Verificação ELU-ATO ($-19,6 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,32 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
-------	-------	------------------------	------------------------



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 96 / 117
		Data: 23/02/23

1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,19	0,03
3	0,2	-0,38	0,06
4	0,3	-0,57	0,09
5	0,4	-0,76	0,11
6	0,5	-0,94	0,14
7	0,6	-1,42	0,29
8	0,7	-1,89	0,45
9	0,8	-2,36	0,60
10	0,9	-2,83	0,75
11	1	-3,29	0,90
12	1,1	-4,05	1,17
13	1,2	-4,80	1,45
14	1,3	-5,33	1,62
15	1,4	-5,78	1,76
16	1,5	-6,23	1,90
17	1,6	-6,68	2,03
18	1,7	-7,13	2,16
19	1,8	-7,36	2,19
20	1,9	-7,51	2,19
21	2	-7,66	2,18
22	2,56444	-8,81	2,98
23	3,12889	-9,25	3,42
24	3,69333	-8,65	3,36
25	4,25778	-7,35	2,94
26	4,82222	-6,69	2,79
27	5,38667	-5,35	2,29
28	5,95111	-3,57	1,56
29	6,51556	-1,63	0,73
30	7,08	0,00	0,00


x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

4.2.2.12 Vigas Retangular 40x25/80 – Cabeceira Avenida Hermann August Lepper



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 97 / 117
		Data: 23/02/23

• **Protensão**

Tabela 50: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞


Seção	x (m)	P_i (tf)	P_0 (tf)	MP_0 (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1225	2,89	2,86	1,02	2,51	0,89
3	0,245	5,77	5,72	2,04	5,00	1,79
4	0,3675	8,66	8,57	3,06	7,49	2,68
5	0,49	11,54	11,43	4,08	9,98	3,56
6	0,6125	17,08	16,89	6,03	14,72	5,26
7	0,735	22,85	22,58	8,06	19,64	7,01
8	0,8575	28,62	28,25	10,09	24,53	8,76
9	0,98	34,40	33,92	12,11	29,40	10,49
10	1,1025	42,58	41,93	14,97	36,24	12,94
11	1,225	51,24	50,38	17,99	43,42	15,50
12	1,3475	57,03	56,02	20,00	48,19	17,20
13	1,47	62,81	61,63	22,00	52,92	18,89
14	1,5925	68,58	67,23	24,00	57,62	20,57
15	1,715	74,35	72,82	26,00	62,30	22,24
16	1,8375	77,49	75,86	27,08	64,84	23,15
17	1,96	80,38	78,65	28,08	67,18	23,98
18	2,0825	83,26	81,44	29,08	69,50	24,81
19	2,205	86,15	84,23	30,07	71,83	25,64
20	2,3275	86,64	84,72	30,24	72,25	25,79
21	2,45	86,64	84,73	30,25	72,27	25,80
22	2,85333	86,64	84,69	30,24	72,19	25,77
23	3,25667	86,64	84,66	30,22	72,12	25,75
24	3,66	79,43	77,70	27,74	66,32	23,68
25	4,06333	65,00	63,74	22,76	54,66	19,51
26	4,46667	46,00	45,25	16,16	39,05	13,94
27	4,87	33,45	32,98	11,77	28,58	10,20
28	5,27333	19,00	18,78	6,71	16,36	5,84
29	5,67667	9,50	9,41	3,36	8,22	2,93
30	6,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_0 – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 98 / 117
		Data: 23/02/23

MP_0 – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)


MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes**

Tabela 51: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{cQP,max}$	$M_{cQP,min}$	$M_{cF,max}$	$M_{cF,min}$	$M_{cR,max}$	$M_{cR,min}$	$M_{sd,max}$	$M_{sd,min}$
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1225	-6,06	-6,18	-6,06	-6,24	-6,06	-6,35	-6,06	-8,89
3	0,245	-12,16	-12,40	-12,16	-12,52	-12,16	-12,76	-12,16	-17,86
4	0,3675	-18,28	-18,66	-18,28	-18,85	-18,28	-19,22	-18,28	-26,91
5	0,49	-24,44	-24,96	-24,44	-25,22	-24,44	-25,74	-24,44	-36,04
6	0,6125	-30,64	-31,31	-30,64	-31,64	-30,64	-32,32	-30,64	-45,24
7	0,735	-36,86	-37,70	-36,86	-38,11	-36,86	-38,95	-36,86	-54,53
8	0,8575	-43,12	-44,13	-43,12	-44,63	-43,12	-45,64	-43,12	-63,89
9	0,98	-49,41	-50,60	-49,41	-51,19	-49,41	-52,38	-49,41	-73,33
10	1,1025	-55,74	-57,11	-55,74	-57,80	-55,74	-59,18	-55,74	-82,85
11	1,225	-62,09	-63,67	-62,09	-64,46	-62,09	-66,04	-62,09	-92,45
12	1,3475	-68,48	-70,27	-68,48	-71,16	-68,48	-72,95	-68,48	-102,13
13	1,47	-74,91	-76,91	-74,91	-77,91	-74,91	-79,92	-74,91	-111,88
14	1,5925	-81,36	-83,59	-81,36	-84,71	-81,36	-86,94	-81,36	-121,72
15	1,715	-87,85	-90,32	-87,85	-91,55	-87,85	-94,02	-87,85	-131,63
16	1,8375	-94,37	-97,09	-94,37	-98,44	-94,37	-101,16	-94,37	-141,62
17	1,96	-100,93	-103,90	-100,93	-105,38	-100,93	-108,35	-100,93	-151,69
18	2,0825	-107,51	-110,75	-107,51	-112,37	-107,51	-115,60	-107,51	-161,84
19	2,205	-114,13	-117,64	-114,13	-119,40	-114,13	-122,91	-114,13	-172,07
20	2,3275	-120,79	-124,58	-120,79	-126,48	-120,79	-130,27	-120,79	-182,37
21	2,45	-127,47	-131,56	-127,47	-133,60	-127,47	-137,69	-127,47	-192,76
22	2,85333	-111,14	-114,37	-111,14	-115,99	-111,14	-119,22	-111,14	-166,90
23	3,25667	-95,35	-97,82	-95,35	-99,06	-95,35	-101,54	-95,35	-142,16
24	3,66	-80,10	-81,92	-80,10	-82,83	-80,10	-84,66	-80,10	-118,52
25	4,06333	-65,39	-66,66	-65,39	-67,30	-65,39	-68,57	-65,39	-96,00
26	4,46667	-51,23	-52,04	-51,23	-52,45	-51,23	-53,27	-51,23	-74,58
27	4,87	-37,61	-38,07	-37,61	-38,30	-37,61	-38,76	-37,61	-54,27
28	5,27333	-24,53	-24,74	-24,53	-24,84	-24,53	-25,05	-24,53	-35,07
29	5,67667	-11,99	-12,05	-11,99	-12,07	-11,99	-12,13	-11,99	-16,98



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 99 / 117
		Data: 23/02/23

30	6,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 52: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-49,35	-50,25	-49,35	-50,71	-49,35	-51,62	-49,35	-72,26
2	0,1225	-49,62	-50,60	-49,62	-51,09	-49,62	-52,07	-49,62	-72,90
3	0,245	-49,88	-50,94	-49,88	-51,47	-49,88	-52,53	-49,88	-73,55
4	0,3675	-50,15	-51,29	-50,15	-51,86	-50,15	-52,99	-50,15	-74,19
5	0,49	-50,42	-51,63	-50,42	-52,24	-50,42	-53,45	-50,42	-74,83
6	0,6125	-50,69	-51,98	-50,69	-52,62	-50,69	-53,91	-50,69	-75,47
7	0,735	-50,96	-52,32	-50,96	-53,00	-50,96	-54,37	-50,96	-76,11
8	0,8575	-51,23	-52,66	-51,23	-53,38	-51,23	-54,82	-51,23	-76,75
9	0,98	-51,49	-53,01	-51,49	-53,77	-51,49	-55,28	-51,49	-77,39
10	1,1025	-51,76	-53,35	-51,76	-54,15	-51,76	-55,74	-51,76	-78,04
11	1,225	-52,03	-53,70	-52,03	-54,53	-52,03	-56,20	-52,03	-78,68
12	1,3475	-52,30	-54,04	-52,30	-54,91	-52,30	-56,66	-52,30	-79,32
13	1,47	-52,57	-54,39	-52,57	-55,30	-52,57	-57,11	-52,57	-79,96
14	1,5925	-52,83	-54,73	-52,83	-55,68	-52,83	-57,57	-52,83	-80,60
15	1,715	-53,10	-55,07	-53,10	-56,06	-53,10	-58,03	-53,10	-81,24
16	1,8375	-53,37	-55,42	-53,37	-56,44	-53,37	-58,49	-53,37	-81,88
17	1,96	-53,64	-55,76	-53,64	-56,82	-53,64	-58,95	-53,64	-82,53
18	2,0825	-53,91	-56,11	-53,91	-57,21	-53,91	-59,41	-53,91	-83,17
19	2,205	-54,18	-56,45	-54,18	-57,59	-54,18	-59,86	-54,18	-83,81
20	2,3275	-54,44	-56,80	-54,44	-57,97	-54,44	-60,32	-54,44	-84,45
21	2,45	43,48	-57,14	44,61	-58,35	46,86	-60,78	65,60	-85,09
22	2,85333	41,87	39,87	42,87	39,87	44,88	39,87	62,83	39,87



	MEMORIAL DE CÁLCULO							Código: REL-001	
								Rev. 00	
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA							Página: 100 / 117	
								Data: 23/02/23	

23	3,25667	40,27	38,51	41,14	38,51	42,89	38,51	60,05	38,51
24	3,66	38,66	37,16	39,41	37,16	40,91	37,16	57,27	37,16
25	4,06333	37,05	35,80	37,67	35,80	38,92	35,80	54,49	35,80
26	4,46667	35,44	34,44	35,94	34,44	36,94	34,44	51,71	34,44
27	4,87	33,83	33,08	34,20	33,08	34,95	33,08	48,93	33,08
28	5,27333	32,22	31,72	32,47	31,72	32,97	31,72	46,16	31,72
29	5,67667	30,61	30,36	30,73	30,36	30,98	30,36	43,38	30,36
30	6,08	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	40,60	29,00

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

- Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 53: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 3,19$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1225	-0,71	0,18
3	0,245	-1,42	0,36
4	0,3675	-2,14	0,56
5	0,49	-2,87	0,75
6	0,6125	-3,49	0,70
7	0,735	-4,11	0,63
8	0,8575	-4,73	0,56
9	0,98	-5,37	0,51
10	1,1025	-5,91	0,23
11	1,225	-6,43	-0,08
12	1,3475	-7,10	-0,11
13	1,47	-7,77	-0,13
14	1,5925	-8,45	-0,13



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 101 / 117
		Data: 23/02/23

15	1,715	-9,14	-0,14
16	1,8375	-9,95	0,11
17	1,96	-10,77	0,39
18	2,0825	-11,61	0,68
19	2,205	-12,45	0,97
20	2,3275	-13,40	1,48
21	2,45	-14,37	2,04
22	2,85333	-11,94	0,62
23	3,25667	-9,61	-0,73
24	3,66	-7,69	-1,35
25	4,06333	-6,18	-1,23
26	4,46667	-4,98	-0,59
27	4,87	-3,62	-0,47
28	5,27333	-2,45	-0,07
29	5,67667	-1,17	-0,08
30	6,08	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)**

Tabela 54: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1225	-0,70	0,18
3	0,245	-1,40	0,36
4	0,3675	-2,12	0,54
5	0,49	-2,84	0,74
6	0,6125	-3,45	0,67
7	0,735	-4,05	0,60
8	0,8575	-4,67	0,53
9	0,98	-5,29	0,47
10	1,1025	-5,82	0,18
11	1,225	-6,33	-0,14
12	1,3475	-6,98	-0,17



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 102 / 117
		Data: 23/02/23

13	1,47	-7,64	-0,20
14	1,5925	-8,30	-0,21
15	1,715	-8,97	-0,22
16	1,8375	-9,77	0,02
17	1,96	-10,58	0,29
18	2,0825	-11,39	0,56
19	2,205	-12,22	0,84
20	2,3275	-13,15	1,35
21	2,45	-14,10	1,90
22	2,85333	-11,73	0,51
23	3,25667	-9,45	-0,82
24	3,66	-7,57	-1,42
25	4,06333	-6,10	-1,28
26	4,46667	-4,93	-0,62
27	4,87	-3,58	-0,48
28	5,27333	-2,43	-0,08
29	5,67667	-1,17	-0,08
30	6,08	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 55: Verificação ELU-ATO ($-19,6 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,32 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1225	-0,33	0,13
3	0,245	-0,65	0,26
4	0,3675	-0,97	0,38
5	0,49	-1,29	0,50
6	0,6125	-1,93	0,77
7	0,735	-2,60	1,05
8	0,8575	-3,27	1,32
9	0,98	-3,93	1,60
10	1,1025	-4,88	2,00



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 103 / 117
		Data: 23/02/23

11	1,225	-5,89	2,43
12	1,3475	-6,54	2,69
13	1,47	-7,18	2,95
14	1,5925	-7,82	3,20
15	1,715	-8,46	3,45
16	1,8375	-8,77	3,55
17	1,96	-9,04	3,64
18	2,0825	-9,32	3,72
19	2,205	-9,59	3,80
20	2,3275	-9,56	3,74
21	2,45	-9,48	3,65
22	2,85333	-9,73	3,91
23	3,25667	-9,95	4,13
24	3,66	-9,27	3,93
25	4,06333	-7,67	3,29
26	4,46667	-5,47	2,36
27	4,87	-4,03	1,76
28	5,27333	-2,31	1,02
29	5,67667	-1,17	0,53
30	6,08	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


4.2.2.13 Vigas Retangular 40x25/80 – Cabeceira Avenida José Vieira

- Protensão

Tabela 56: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P_i (tf)	P_o (tf)	MP_o (tf.m)	P_∞ (tf)	MP_∞ (tf.m)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	2,36	2,34	0,83	2,05	0,73
3	0,2	4,71	4,67	1,67	4,09	1,46
4	0,3	7,07	7,00	2,50	6,12	2,19
5	0,4	9,42	9,33	3,33	8,16	2,91



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 104 / 117
		Data: 23/02/23

6	0,5	11,78	11,66	4,16	10,19	3,64
7	0,6	16,49	16,32	5,82	14,23	5,08
8	0,7	21,20	20,96	7,48	18,25	6,52
9	0,8	25,92	25,60	9,14	22,26	7,95
10	0,9	30,63	30,23	10,79	26,25	9,37
11	1	35,34	34,85	12,44	30,22	10,79
12	1,1	42,41	41,77	14,91	36,13	12,90
13	1,2	49,47	48,68	17,38	42,01	15,00
14	1,3	54,80	53,87	19,23	46,41	16,57
15	1,4	59,51	58,46	20,87	50,29	17,95
16	1,5	64,22	63,04	22,50	54,15	19,33
17	1,6	68,93	67,61	24,14	58,00	20,71
18	1,7	73,64	72,18	25,77	61,83	22,07
19	1,8	76,61	75,05	26,79	64,24	22,93
20	1,9	78,96	77,34	27,61	66,16	23,62
21	2	81,32	79,62	28,43	68,07	24,30
22	2,42778	86,64	84,71	30,24	72,23	25,79
23	2,85556	81,19	79,43	28,36	67,81	24,21
24	3,28333	71,11	69,67	24,87	59,66	21,30
25	3,71111	58,98	57,91	20,67	49,76	17,77
26	4,13889	45,63	44,90	16,03	38,75	13,83
27	4,56667	35,56	35,04	12,51	30,34	10,83
28	4,99444	20,16	19,92	7,11	17,34	6,19
29	5,42222	10,08	9,98	3,56	8,71	3,11
30	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

P_i – força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_0 – força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_0 – momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ – força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)


MP_∞ – momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

- Esforços solicitantes**

Tabela 57: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{CQP,max}$	$M_{CQP,min}$	$M_{CF,max}$	$M_{CF,min}$	$M_{CR,max}$	$M_{CR,min}$	$M_{Sd,max}$	$M_{Sd,min}$
-------	-------	---------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------



	MEMORIAL DE CÁLCULO							Código: REL-001	
								Rev. 00	
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA							Página: 105 / 117	
								Data: 23/02/23	

1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	-4,22	-5,25	-4,22	-5,76	-4,22	-6,79	-4,22	-9,51
3	0,2	-8,47	-10,53	-8,47	-11,56	-8,47	-13,62	-8,47	-19,06
4	0,3	-12,75	-15,84	-12,75	-17,39	-12,75	-20,48	-12,75	-28,67
5	0,4	-17,06	-21,19	-17,06	-23,25	-17,06	-27,38	-17,06	-38,33
6	0,5	-21,39	-26,56	-21,39	-29,15	-21,39	-34,32	-21,39	-48,04
7	0,6	-25,75	-31,97	-25,75	-35,08	-25,75	-41,29	-25,75	-57,81
8	0,7	-30,14	-37,41	-30,14	-41,04	-30,14	-48,30	-30,14	-67,62
9	0,8	-34,56	-42,88	-34,56	-47,03	-34,56	-55,35	-34,56	-77,49
10	0,9	-39,00	-48,38	-39,00	-53,06	-39,00	-62,43	-39,00	-87,41
11	1	-43,48	-53,91	-43,48	-59,12	-43,48	-69,56	-43,48	-97,38
12	1,1	-47,97	-59,47	-47,97	-65,22	-47,97	-76,71	-47,97	-107,40
13	1,2	-52,50	-65,06	-52,50	-71,35	-52,50	-83,91	-52,50	-117,47
14	1,3	-57,05	-70,69	-57,05	-77,51	-57,05	-91,14	-57,05	-127,60
15	1,4	-61,64	-76,35	-61,64	-83,70	-61,64	-98,41	-61,64	-137,77
16	1,5	-66,25	-82,03	-66,25	-89,93	-66,25	-105,72	-66,25	-148,00
17	1,6	-70,88	-87,75	-70,88	-96,19	-70,88	-113,06	-70,88	-158,28
18	1,7	-75,55	-93,50	-75,55	-102,48	-75,55	-120,44	-75,55	-168,61
19	1,8	-80,24	-99,28	-80,24	-108,81	-80,24	-127,85	-80,24	-178,99
20	1,9	-84,96	-105,10	-84,96	-115,17	-84,96	-135,31	-84,96	-189,43
21	2	-89,70	-110,94	-89,70	-121,56	-89,70	-142,80	-89,70	-199,91
22	2,42778	-77,74	-96,35	-77,74	-105,65	-77,74	-124,26	-77,74	-173,96
23	2,85556	-66,28	-82,32	-66,28	-90,35	-66,28	-106,39	-66,28	-148,95
24	3,28333	-55,31	-68,86	-55,31	-75,64	-55,31	-89,19	-55,31	-124,87
25	3,71111	-44,85	-55,97	-44,85	-61,53	-44,85	-72,66	-44,85	-101,72
26	4,13889	-34,88	-43,65	-34,88	-48,03	-34,88	-56,79	-34,88	-79,51
27	4,56667	-25,41	-31,88	-25,41	-35,12	-25,41	-41,59	-25,41	-58,23
28	4,99444	-16,44	-20,69	-16,44	-22,81	-16,44	-27,06	-16,44	-37,89
29	5,42222	-7,97	-10,06	-7,97	-11,11	-7,97	-13,20	-7,97	-18,48
30	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente


$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 106 / 117
		Data: 23/02/23

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara


$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 58: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	-42,10	-52,35	-42,10	-57,47	-42,10	-67,71	-42,10	-94,80
2	0,1	-42,37	-52,66	-42,37	-57,80	-42,37	-68,08	-42,37	-95,32
3	0,2	-42,65	-52,97	-42,65	-58,13	-42,65	-68,45	-42,65	-95,83
4	0,3	-42,92	-53,28	-42,92	-58,46	-42,92	-68,82	-42,92	-96,35
5	0,4	-43,20	-53,60	-43,20	-58,79	-43,20	-69,19	-43,20	-96,86
6	0,5	-43,48	-53,91	-43,48	-59,12	-43,48	-69,56	-43,48	-97,38
7	0,6	-43,75	-54,22	-43,75	-59,45	-43,75	-69,92	-43,75	-97,89
8	0,7	-44,03	-54,53	-44,03	-59,79	-44,03	-70,29	-44,03	-98,41
9	0,8	-44,30	-54,85	-44,30	-60,12	-44,30	-70,66	-44,30	-98,93
10	0,9	-44,58	-55,16	-44,58	-60,45	-44,58	-71,03	-44,58	-99,44
11	1	-44,85	-55,47	-44,85	-60,78	-44,85	-71,40	-44,85	-99,96
12	1,1	-45,13	-55,78	-45,13	-61,11	-45,13	-71,77	-45,13	-100,47
13	1,2	-45,40	-56,10	-45,40	-61,44	-45,40	-72,13	-45,40	-100,99
14	1,3	-45,68	-56,41	-45,68	-61,77	-45,68	-72,50	-45,68	-101,50
15	1,4	-45,95	-56,72	-45,95	-62,10	-45,95	-72,87	-45,95	-102,02
16	1,5	-46,23	-57,03	-46,23	-62,43	-46,23	-73,24	-46,23	-102,54
17	1,6	-46,50	-57,35	-46,50	-62,77	-46,50	-73,61	-46,50	-103,05
18	1,7	-46,78	-57,66	-46,78	-63,10	-46,78	-73,98	-46,78	-103,57
19	1,8	-47,05	-57,97	-47,05	-63,43	-47,05	-74,34	-47,05	-104,08
20	1,9	-47,33	-58,28	-47,33	-63,76	-47,33	-74,71	-47,33	-104,60
21	2	34,83	-58,60	37,95	-64,09	44,18	-75,08	61,85	-105,11
22	2,42778	33,49	27,42	36,53	27,42	42,60	27,42	59,65	27,42
23	2,85556	32,16	26,24	35,11	26,24	41,03	26,24	57,44	26,24
24	3,28333	30,82	25,07	33,70	25,07	39,45	25,07	55,23	25,07
25	3,71111	29,48	23,89	32,28	23,89	37,88	23,89	53,03	23,89
26	4,13889	28,15	22,71	30,87	22,71	36,30	22,71	50,82	22,71
27	4,56667	26,81	21,53	29,45	21,53	34,73	21,53	48,62	21,53
28	4,99444	25,47	20,36	28,03	20,36	33,15	20,36	46,41	20,36
29	5,42222	24,14	19,18	26,62	19,18	31,58	19,18	44,21	19,18
30	5,85	22,80	18,00	25,20	18,00	30,00	18,00	42,00	18,00



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 107 / 117
		Data: 23/02/23

x - abcissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU


$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

- Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 59: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 3,19$ MPa)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,68	0,21
3	0,2	-1,36	0,42
4	0,3	-2,04	0,64
5	0,4	-2,73	0,87
6	0,5	-3,43	1,09
7	0,6	-4,03	1,09
8	0,7	-4,63	1,10
9	0,8	-5,24	1,11
10	0,9	-5,86	1,12
11	1	-6,48	1,15
12	1,1	-7,00	0,95
13	1,2	-7,53	0,76
14	1,3	-8,15	0,74
15	1,4	-8,80	0,79
16	1,5	-9,45	0,84
17	1,6	-10,11	0,90
18	1,7	-10,77	0,96
19	1,8	-11,52	1,19
20	1,9	-12,29	1,48
21	2	-13,07	1,78
22	2,42778	-10,63	-0,03
23	2,85556	-8,73	-0,79



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 108 / 117
		Data: 23/02/23

24	3,28333	-7,12	-1,05
25	3,71111	-5,70	-1,05
26	4,13889	-4,43	-0,85
27	4,56667	-3,11	-0,88
28	4,99444	-2,13	-0,32
29	5,42222	-1,02	-0,20
30	5,85	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de descompressão (ELS-D)

Tabela 60: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,61	0,17
3	0,2	-1,22	0,35
4	0,3	-1,84	0,53
5	0,4	-2,46	0,72
6	0,5	-3,09	0,91
7	0,6	-3,62	0,87
8	0,7	-4,15	0,84
9	0,8	-4,69	0,81
10	0,9	-5,24	0,79
11	1	-5,79	0,78
12	1,1	-6,24	0,54
13	1,2	-6,71	0,31
14	1,3	-7,25	0,26
15	1,4	-7,83	0,27
16	1,5	-8,41	0,28
17	1,6	-8,99	0,30
18	1,7	-9,59	0,33
19	1,8	-10,26	0,52
20	1,9	-10,96	0,77
21	2	-11,67	1,03



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 109 / 117
		Data: 23/02/23

22	2,42778	-9,40	-0,69
23	2,85556	-7,67	-1,36
24	3,28333	-6,23	-1,53
25	3,71111	-4,96	-1,44
26	4,13889	-3,85	-1,16
27	4,56667	-2,68	-1,11
28	4,99444	-1,85	-0,47
29	5,42222	-0,88	-0,27
30	5,85	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)


$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

- Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 61: Verificação ELU-ATO ($-19,6 \text{ MPa} \leq \sigma_c \leq 3,32 \text{ MPa}$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (MPa)	$\sigma_{c,max}$ (MPa)
1	0	0,00	0,00
2	0,1	-0,24	0,08
3	0,2	-0,49	0,16
4	0,3	-0,72	0,24
5	0,4	-0,96	0,32
6	0,5	-1,20	0,40
7	0,6	-1,72	0,60
8	0,7	-2,25	0,81
9	0,8	-2,77	1,01
10	0,9	-3,29	1,21
11	1	-3,80	1,41
12	1,1	-4,61	1,74
13	1,2	-5,41	2,06
14	1,3	-5,99	2,29
15	1,4	-6,50	2,48
16	1,5	-7,00	2,66
17	1,6	-7,50	2,85
18	1,7	-7,99	3,03
19	1,8	-8,27	3,11



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 110 / 117
		Data: 23/02/23

20	1,9	-8,47	3,16
21	2	-8,68	3,20
22	2,42778	-9,61	3,79
23	2,85556	-9,20	3,74
24	3,28333	-8,19	3,40
25	3,71111	-6,89	2,91
26	4,13889	-5,40	2,31
27	4,56667	-4,27	1,86
28	4,99444	-2,45	1,08
29	5,42222	-1,24	0,56
30	5,85	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ – Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ – Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

4.2.3 VIGAS ARMADAS

4.2.3.1 Característica dos Materiais

Concreto:

$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

$f_{ctm} = 3,51 \text{ MPa}$

$E_c = 31 \text{ GPa}$

$f_{cj} = 25 \text{ MPa}$

$f_{ctm,j} = 2,63 \text{ MPa}$

$E_{c,j} = 25 \text{ GPa}$

$\gamma_c = 1,40$


Armadura passiva:

$f_{yk} = 500,00$

$E_s = 210 \text{ GPa}$

$\gamma_s = 1,15$



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 111 / 117
		Data: 23/02/23

4.2.3.2 Ações consideradas

A Tabela 1 apresenta os casos de carregamentos considerados, bem com os correspondentes coeficientes de ponderação e fatores de combinações das cargas variáveis.

Tabela 62 - Casos de carregamentos considerados

Caso	γ_f	γ_f (fav.)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Peso próprio (G0)	1,4	1	-	-	-
Permanente (G1)	1,4	1	-	-	-
Acidental (Q)	1,4	-	0,7	0,6	0,4

γ_f - coeficiente de ponderação para as ações

ψ_0 - fator de redução de combinação para ELU

ψ_1 - fator de redução de combinação frequente para ELS

ψ_2 - fator de redução de combinação quase permanente para ELS

4.2.3.3 Combinações

A seguir são apresentadas as combinações de esforços solicitantes para os estados limites último e de serviço, obtidas de acordo com a NBR 8681.

ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

FOGO/PERMVAR/PP+PERM+0.6ACID

ELS/CFREQ/PP+PERM+0.7ACID

ELS/CQPERM/PP+PERM+0.6ACID

COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+0.6ACID

ELU1/PERMACID/PP_V+PERM_V+ACID_V


FOGO/PERMVAR/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V

ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V

ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V

COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 112 / 117
		Data: 23/02/23

4.2.3.4 Viga Jacaré Principal 40x80/VAR – Arquibancada Avenida Hermann August Lepper

Viga= Viga Jacaré Av. Hermann August Lepper Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1
 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.5 0.0 CM

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----

 Vao= 1B /L= 0.35 /B= 0.40 /H= 0.80 /BCs= 0.54 /BCi= 0.00 /TpS= 2 /Esp.LS= 0.05 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.40 /Flt.Ex= 0.20 [M]
 --Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pórtico espacial--- Estrut. Nós FIXOS --- DeltaE=1.00
 DeltaD=1.00 ---

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - -

 FLEXAO | M[-]= 10.24 tf* m | As = 4.91 -SRAS- [4 B 12.5mm]
 BAL.ESQ | x/d =0.04 | AsL= 0.00 -Arm.Lat.= [2 X 7 B 8.0mm]
 [tf,cm] | M[-]Min= 998.9 - x/dMx =0.45 | | % Baric.Armad.= 1

CISALHAMENTO-	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	AsSus	M E N S A G
E M															
[tf,cm]	0.-	15.	4.17	153.24	1	45.	0.0	4.6	4.6	6.3	25.0	4	0.0	0.0	

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----

 Vao= 2 /L= 3.60 /B= 0.40 /H= 0.80 /BCs= 0.00 /BCi= 0.00 /TpS= 1 /Esp.LS= 0.00 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.40 /Flt.Ex= 0.20 [M]
 --Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pórtico espacial--- Estrut. Nós FIXOS --- DeltaE=1.00
 DeltaD=1.00 ---

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - -

 FLEXAO- | E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
 | M.[-] = 10.2 tf* m | M.[+] Max= 6.7 tf* m - Abcis.= 0 | M.[-] = 60.0 tf*
 m
 [tf,cm] | As = 4.91 -SRAS- [4 B 12.5mm] | AsL= 0.00 ----- | As = 39.77 -SRAS- [8 B 25.0mm]
 | AsL= 0.00 ----- x/d =0.04 | As = 4.80 -SRAS- [6 B 10.0mm] | AsL= 0.00 -----
 x/d =0.40 | | Arm.Lat.= [2 X 7 B 8.0mm] - LN= 3.3 |
 x/dMx=0.45 | |
 [tf,cm] | M[-]Min = 926.5 | M[+]Min = 926.5 | M[-]Min = 926.5
 [cm2] | Asapo[+] = 4.80 | | Asapo[+] = 1.20

CISALHAMENTO-	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	AsSus	M E N S A G
E M															
[tf,cm]	0.-	320.	34.89	153.24	1	45.	3.0	4.6	4.6	6.3	25.0	4	0.0	0.0	

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----

 Vao= 3B /L= 4.10 /B= 0.40 /H= 0.80 /BCs= 0.00 /BCi= 0.00 /TpS= 1 /Esp.LS= 0.00 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.40 /Flt.Ex= 0.20 [M]
 --Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pórtico espacial--- Estrut. Nós FIXOS --- DeltaE=1.00
 DeltaD=1.00 ---


- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - -

 FLEXAO | M[-]= 76.51 tf* m | As = 39.77 -SRAS- [8 B 25.0mm]
 BAL.DIR | Grampo DIR = 2 B 6.3mm x/d =0.40 | AsL= 0.00 -Arm.Lat.= [2 X 7 B 8.0mm]
 [tf,cm] | M[-]Min= 926.5 - x/dMx =0.45 | | % Baric.Armad.= 2

CISALHAMENTO-	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	AsSus	M E N S A G
E M															
[tf,cm]	0.-	170.	44.83	151.97	1	45.	6.5	4.6	6.5	6.3	18.0	4	0.0	0.0	
	170.-	390.	27.63	153.24	1	45.	0.5	4.6	4.6	6.3	25.0	4	0.0	2.4	

REAC. APOIO -	No.	Maximos	Minimos	Largura	DEPEV	Morte	Nome	M.I.Mx	M.I.Mn	Pilares:
0	0	1	-2.360	-2.461	0.40	0.00	1 P13	0.00	0.00	13 0 0 0
0	0	2	56.948	52.166	0.40	0.00	1 P25	0.00	0.00	25 0 0 0



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 113 / 117
		Data: 23/02/23

4.2.3.5 Viga Jacaré Principal 40xVAR – Arquibancada Avenida José Vieira

V2

Viga= Viga Jacaré Av. José Vieira
Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.5 0.0 CM

Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----

Vao= 1B /L= 0.35 /B= 0.40 /H= 1.25 /BCs= 0.54 /BCi= 0.00 /TpS= 2 /Esp.LS= 0.05 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.58 /Flt.Ex= 0.20 [M]

--Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pórtico espacial--- Estrut. Nós FIXOS --- DeltaE=1.00
DeltaD=1.00 ---

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - -

FLEXAO | M[-]= 25.00 tf* m | As = 7.85 -SRAS- [4 B 16.0mm]
BAL.ESQ | x/d =0.04 | AsL= 0.00 -Arm.Lat.= [2 X 10 B 8.0mm]
[tf,cm] | M[-]Min= 2880.9 - x/dMx =0.45 | | % Baric.Armad.= 1

CISALHAMENTO-	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	AsSus	M E N S A G E M
[tf,cm]	0.-	15.	4.22	311.68	1	45.	0.0	5.6	5.6	6.3	22.0	4	0.0	0.0	

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----

Vao= 2 /L= 1.30 /B= 0.40 /H= 1.25 /BCs= 0.56 /BCi= 0.00 /TpS= 2 /Esp.LS= 0.05 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.58 /Flt.Ex= 0.20 [M]

--Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pórtico espacial--- Estrut. Nós FIXOS --- DeltaE=1.00
DeltaD=1.00 ---

- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - -

FLEXAO-| E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
| M.[-] = 25.0 tf* m | M.[+] Max= 1.6 tf* m - Abcis.= 0 | M.[-] = 124.4 tf* m
m
[tf,cm] | As = 7.90 -SRAS- [4 B 16.0mm] | AsL= 0.00 ----- | As = 40.46 -SRAS- [8 B 25.0mm]
| AsL= 0.00 ----- x/d =0.04 | As = 7.63 -STAS- [4 B 16.0mm] | AsL= 0.00 -----
x/d =0.20 x/dMx=0.45 | Arm.Lat.= [2 X 10 B 8.0mm] - LN= 3.1 |
x/dMx=0.45 |
[tf,cm] | M[-]Min = 2897.2 | M[+]Min = 2813.0 | M[-]Min = 2897.2
[cm2] | Asapo[+] = 22.86 | | Asapo[+] = 1.91

CISALHAMENTO-	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	AsSus	M E N S A G E M
[tf,cm]	0.-	90.	143.48	310.06	1	45.	19.9	5.6	19.9	8.0	10.0	4	0.0	0.0	

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----

Vao= 3B /L= 5.35 /B= 0.40 /H= 1.17 /BCs= 2.54 /BCi= 0.00 /TpS= 2 /Esp.LS= 0.05 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.58 /Flt.Ex= 0.20 [M]

--Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pórtico espacial--- Estrut. Nós FIXOS --- DeltaE=1.00
DeltaD=1.00 ---


- - - - - A R M A D U R A S (F L E X A O E C I S A L H A M E N T O) - - -

FLEXAO | M[-]= 127.86 tf* m | As = 40.46 -SRAS- [8 B 25.0mm]
BAL.DIR | Grampo DIR = 2 B 6.3mm x/d =0.20 | AsL= 0.00 -Arm.Lat.= [2 X 10 B 8.0mm]
[tf,cm] | M[-]Min= 4413.1 - x/dMx =0.45 | | % Baric.Armad.= 1

CISALHAMENTO-	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	AsSus	M E N S A G E M
[tf,cm]	0.-	515.	65.61	290.94	1	45.	4.3	5.6	5.6	6.3	22.0	4	0.0	0.0	

REAC. APOIO -	No.	Maximos	Minimos	Largura	DEPEV	Morte	Nome	M.I.Mx	M.I.Mn	Pilares:				
0	0	1	-81.514	-88.283	0.40	0.00	1	P2	0.00	0.00	2	0	0	0
0	0	2	149.347	138.344	0.40	0.00	1	P3	0.00	0.00	3	0	0	0



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 114 / 117
		Data: 23/02/23

4.2.3.6 Banco 12/154x70 – Arquibancada Avenida Hermann August Lepper

Viga= Banco Arquibancada Avenida Hermann August Lepper Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1
/NAnd= 1 /Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=2.5 0.0 CM

```

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
Vao= 1 /L= 8.05 /B= 0.12 /H= 0.70 /BCs= 0.00 /BCi= 0.00 /TpS= 1 /Esp.LS= 0.00 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.35 /Flt.Ex= 0.06 [M]
--Solicitações provenientes de modelo de viga continua--- Estrut. Nós FIXOS --- DeltaE=1.00 DeltaD=1.00 ---
Cargas No. Tipo Esf.Adic. Maximos: MEsq= 0.00 MDir= 0.00 Q= 0.00 Minimos: MEsq= 0.00 MDir= 0.00
Q= 0.00
[tf,m] 1- Distr. PMax= 1.33 PMin= 1.33

- - - - - A R M A D U R A S ( F L E X A O E C I S A L H A M E N T O ) - - -
FLEXAO-| E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
| M.[-] = 0.0 tf* m | M.[+] Max= 10.8 tf* m - Abcis.= 402 | M.[-] = 0.0 tf*
m
[tf,cm] | As = 0.86 -SRAS- [ 2 B 8.0mm] | AsL= 0.00 ----- Flecha= 3.3 | As = 0.86 -SRAS- [
2 B 8.0mm]
| AsL= 0.00 ----- x/d =0.00 | As = 5.69 -SRAS- [ 3 B 16.0mm ] | AsL= 0.00 -----
x/d =0.00
| Grampos Esq.= 2B 8.0mm x/dMx=0.45 | Arm.Lat.=[2 X 3 B 6.3mm] - LN= 10.6 | Grampos Dir.= 2B
8.0mm x/dMx=0.45
| Fle.Adm= 2.7 < Fl.Calc ***|
[tf,cm] | Bit.Fiss.= 3.2 M[-]Min= 184.8 | Bit.Fiss.= 2.2 M[+]Min= 184.8 | Bit.Fiss.= 3.2 M[-
]Min= 184.8
[cm2 ] | Asapo[+]= 1.90 | Asapo[+]= 1.90

CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus M E N S A G
E M
[tf,cm] 0.- 795. 7.50 50.93 1 45. 0.0 1.7 1.7 5.0 22.5 2 0.0 0.0

REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
0 0 1 5.353 5.353 0.10 0.00 1 0.00 0.00 0 0 0 0
0 0 2 5.353 5.353 0.10 0.00 1 0.00 0.00 0 0 0 0
0 0

```

4.2.3.7 Banco 12/154x60 – Arquibancada Avenida José Vieira

Viga= Banco Arquibancada Avenida José Vieira Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1
/Red V Ext=Nao /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=2.5 0.0 CM


```

----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
Vao= 1 /L= 5.82 /B= 0.12 /H= 0.60 /BCs= 0.00 /BCi= 0.00 /TpS= 1 /Esp.LS= 0.00 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.30 /Flt.Ex= 0.06 [M]
--Solicitações provenientes de modelo de viga continua--- Estrut. Nós FIXOS --- DeltaE=1.00 DeltaD=1.00 ---
Cargas No. Tipo Esf.Adic. Maximos: MEsq= 0.00 MDir= 0.00 Q= 0.00 Minimos: MEsq= 0.00 MDir= 0.00
Q= 0.00
[tf,m] 1- Distr. PMax= 1.30 PMin= 1.30

- - - - - A R M A D U R A S ( F L E X A O E C I S A L H A M E N T O ) - - -
FLEXAO-| E S Q U E R D A | M E I O D O V A O | D I R E I T A
| M.[-] = 0.0 tf* m | M.[+] Max= 5.5 tf* m - Abcis.= 291 | M.[-] = 0.0 tf*
m
[tf,cm] | As = 0.53 -SRAS- [ 2 B 6.3mm] | AsL= 0.00 ----- Flecha= 1.9 | As = 0.53 -SRAS- [
2 B 6.3mm]
| AsL= 0.00 ----- x/d =0.00 | As = 3.35 -SRAS- [ 3 B 12.5mm ] | AsL= 0.00 -----
x/d =0.00
| Grampos Esq.= 2B 6.3mm x/dMx=0.45 | Arm.Lat.=[2 X 3 B 6.3mm] - LN= 6.2 | Grampos Dir.= 2B
6.3mm x/dMx=0.45
| Fle.Adm= 1.9
[tf,cm] | Bit.Fiss.= 3.2 M[-]Min= 135.8 | Bit.Fiss.= 1.7 M[+]Min= 135.8 | Bit.Fiss.= 3.2 M[-
]Min= 135.8
[cm2 ] | Asapo[+]= 1.12 | Asapo[+]= 1.12

```



	MEMORIAL DE CÁLCULO										Código: REL-001			
											Rev. 00			
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA										Página: 115 / 117			
											Data: 23/02/23			

CISALHAMENTO- E M [tf,cm]	Xi	Xf	Vsd	VRd2	MdC	Ang.	Asw[C]	Aswmin	Asw[C+T]	Bit	Esp	NR	AsTrt	AsSus	M E N S A G		
	0.-	572.	5.30	43.16	1	45.	0.0	1.7	1.7	5.0	22.5	2	0.0	0.0			
REAC. APOIO -	No.	Maximos	Minimos	Largura	DEPEV	Morte	Nome	M.I.Mx	M.I.Mn						Pilares:		
0	0	1	3.783	3.783	0.10	0.00	1	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0		
0	0	2	3.783	3.783	0.10	0.00	1	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0		

4.2.4 LAJES ALVEOLARES PROTENDIDAS

Foram consideradas para os passeios, varandas, arquibancadas e cabeceiras as lajes pré-moldadas alveolares. Estas peças podem apresentar mudanças de seção e disposição dos cabos de cordoalha conforme a empresa fornecedora.

4.2.4.1 Materiais

fck do concreto = 40MPa

fck de desprotensão = 21MPa

cobrimento = 2,5cm

fator a/c < 0,45

4.2.4.2 Esforços solicitantes

$q = \text{Peso próprio} + \text{Sobrecarga Capeamento} + \text{Sobrecarga acidental}$

$$q = 0,285 + 0,15 + 0,50 = 0,935 \text{ tf/m}$$

$$Mk = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{0,935 \cdot 10^2}{8} = 11,69 \text{ tf.m} \implies 11.690 \text{ kgf.m}$$

$$Vk = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{0,935 \cdot 10}{2} = 4,68 \text{ tf} \implies 4.680 \text{ kgf}$$

Sendo:


q = Carga distribuída (tf/m)

L = Comprimento máximo do elemento (m);

Mk = Momento fletor característico (tf.m);

Vk = Esforço cortante característico (tf).



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 116 / 117
		Data: 23/02/23

4.2.4.3 Verificação conforme tabela de fabricação da laje

Tabela 63 - Tabela de Verificação LP20.

LP20 (comprimento máximo = 12m)				
SEM CAPA			CAPA 5cm	
LAJE LP20	fck da laje 30 MPa		LAJE LP20	fck da laje 30 MPa
Nº CORDOALHAS	M máx (kgf.m)	V máx (kgf)	Nº CORDOALHAS	fck da capa 30 MPa
7 x 12,7mm	8.400	4.952	7 x 12,7mm	M máx (kgf.m) 11.900
5 x 12,7mm	6.340	4.075	5 x 12,7mm	V máx (kgf) 6.087
7 x 9,5mm	4.970	3.580	7 x 9,5mm	8.850
5 x 9,5mm	3.500	3.094	5 x 9,5mm	5.023
			7 x 9,5mm	6.930
			5 x 9,5mm	4.425
				4.960
				3.837

Sendo assim, conforme Tabela 63, foi previsto a laje alveolares do tipo LP20, com a configuração de 7 cabos de cordoalha de 12,70mm.

4.2.5 LAJES MACIÇAS PARA AS TRAVESSIAS T1 E T2

4.2.5.1 Materiais

fck do concreto = 40MPa

cobrimento = 3,0cm


4.2.5.2 Esforços solicitantes

$q = \text{Peso próprio} + \text{Sobrecarga accidental}$

$$q = 0,30 + 0,50 = 0,80 \text{ tf/m}$$

$$Mk += \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{0,800 \cdot 2^2}{8} = 0,4 \text{ tf.m} \implies 400 \text{ kgf.m}$$



	MEMORIAL DE CÁLCULO	Código: REL-001
		Rev. 00
	PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – INFRA-ESTRUTURA E SUPER-ESTRUTURA	Página: 117 / 117
		Data: 23/02/23

$$Mk = \frac{q \cdot L^2}{2} = \frac{0,800 \cdot 0,5^2}{2} = 0,1 \text{ tf.m} \implies 100 \text{ kgf.m}$$

Sendo:

q = Carga distribuída (tf/m)

L = Comprimento máximo do elemento (m);

Mk+ = Momento fletor característico positivo (tf.m);

Mk- = Momento fletor característico negativo (tf.m);

4.2.5.3 Cálculo do As

DADOS DO CONCRETO $f_{ck} = 40$ MPa $\gamma_c = 1,4$ DADOS GEOMÉTRICOS $b_w = 100$ cm $h = 12$ cm $d' = 3,5$ cm $\ell_x = 200$ cm (menor lado) $\ell_y = 30000$ cm (maior lado)	DADOS DO AÇO CA - 50 $\gamma_s = 1,15$ ESFORÇOS $M_{k,positivo} = 0,4$ tf.m/m $M_{k,negativo} = 0,1$ tf.m/m $\gamma_f = 1,4$	ARMADURA POSITIVA LAJE ARMADA EM UMA DIREÇÃO $\ell_y / \ell_x = 150,00$ $A_{s,princ.} = 2,28$ cm ² /m $A_{s,min} = 2,28$ cm ² /m $A_{s,secun.} = 1,14$ cm ² /m ARMADURA NEGATIVA $A_{s,neg.} = 2,28$ cm ² /m $A_{s,min} = 2,28$ cm ² /m	ALOJ. ARM. PRINCIPAL <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bitola</th> <th>Esp.</th> <th>cm²/barra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>C / 9</td><td>0,20</td></tr> <tr><td>6,3</td><td>C / 14</td><td>0,32</td></tr> <tr><td>8</td><td>C / 22</td><td>0,50</td></tr> <tr><td>10</td><td>C / 35</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>C / 55</td><td>1,25</td></tr> <tr><td>16</td><td>C / 87</td><td>2,00</td></tr> <tr><td>20</td><td>C / 138</td><td>3,15</td></tr> </tbody> </table>	Bitola	Esp.	cm ² /barra	5	C / 9	0,20	6,3	C / 14	0,32	8	C / 22	0,50	10	C / 35	0,80	12,5	C / 55	1,25	16	C / 87	2,00	20	C / 138	3,15
Bitola	Esp.	cm ² /barra																									
5	C / 9	0,20																									
6,3	C / 14	0,32																									
8	C / 22	0,50																									
10	C / 35	0,80																									
12,5	C / 55	1,25																									
16	C / 87	2,00																									
20	C / 138	3,15																									
CÁLCULO DA ARMADURA MÍNIMA Critérios F&A: $A_{s,min,adot} = 2,28$ cm ² /m $\rho_{adotado} = 0,190\%$ Momento Mínimo NBR-6118 (somente para efeito comparativo): $M_{d,min} = 0,88$ tf.m/m $x_{min} = 0,54$ cm $A_{s,min} = 2,43$ cm ² /m $\rho_{min} = 0,203\%$		CÁLCULO DA ARMADURA PRINCIPAL $x_{pos} = 0,34$ cm $x_{neg} = 0,09$ cm $x/d_{pos} = 0,04$ $x/d_{neg} = 0,01$ DOMÍNIO 2 DOMÍNIO 2 $A_{s,pos,calc} = 1,54$ cm ² /m $A_{s,neg,calc} = 0,38$ cm ² /m $x_{lim} = 3,40$ cm $x/d_{lim} = 0,40$																									
		ALOJ. ARM. SECUNDÁRIA <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bitola</th> <th>Esp.</th> <th>cm²/barra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>C / 17</td><td>0,20</td></tr> <tr><td>6,3</td><td>C / 27</td><td>0,32</td></tr> <tr><td>8</td><td>C / 44</td><td>0,50</td></tr> <tr><td>10</td><td>C / 70</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>C / 109</td><td>1,25</td></tr> </tbody> </table>		Bitola	Esp.	cm ² /barra	5	C / 17	0,20	6,3	C / 27	0,32	8	C / 44	0,50	10	C / 70	0,80	12,5	C / 109	1,25						
Bitola	Esp.	cm ² /barra																									
5	C / 17	0,20																									
6,3	C / 27	0,32																									
8	C / 44	0,50																									
10	C / 70	0,80																									
12,5	C / 109	1,25																									
		ALOJ. ARM. NEGATIVA <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bitola</th> <th>Esp.</th> <th>cm²/barra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6,3</td><td>C / 14</td><td>0,32</td></tr> <tr><td>8</td><td>C / 22</td><td>0,50</td></tr> <tr><td>10</td><td>C / 35</td><td>0,80</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>C / 55</td><td>1,25</td></tr> <tr><td>16</td><td>C / 87</td><td>2,00</td></tr> <tr><td>20</td><td>C / 138</td><td>3,15</td></tr> </tbody> </table>		Bitola	Esp.	cm ² /barra	6,3	C / 14	0,32	8	C / 22	0,50	10	C / 35	0,80	12,5	C / 55	1,25	16	C / 87	2,00	20	C / 138	3,15			
Bitola	Esp.	cm ² /barra																									
6,3	C / 14	0,32																									
8	C / 22	0,50																									
10	C / 35	0,80																									
12,5	C / 55	1,25																									
16	C / 87	2,00																									
20	C / 138	3,15																									

Charles José Reis Hipólito

CREA SC 28.968-8/D

