



Cliente **INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL - INSS**

Obra **LAJE DO BARRILETE E RESERVATÓRIO**

Local **ELEVADO - UNIDADE RIO VERDE**

Título **RIO VERDE - GO**

Data **MEMORIAL DESCRIPTIVO E DE CÁLCULO**

12 de Setembro de 2023

Resp. Técnicos **Eng. Civil Carlos Eduardo Rocha de Assis CREA-GO 11.941/D**

Eng. Civil Lucas Ziliotto Viero CREA-GO 29.110/V

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | NORMAS UTILIZADAS | 3 |
| 3 | MEMORIAL DE CÁLCULO..... | 4 |
| 3.1 | DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO | 4 |
| 3.2 | MODELO DA EDIFICAÇÃO | 5 |
| 3.3 | ANÁLISE ESTRUTURAL | 5 |
| 3.4 | PARÂMETRO DE DURABILIDADE | 7 |
| 3.5 | AÇÕES E COMBINAÇÕES | 8 |
| 3.6 | DEFORMAÇÕES | 11 |
| 3.7 | MEMORIAL DE CÁLCULO DAS VIGAS | 13 |
| 3.8 | MEMORIAL DE CÁLCULO DOS PILARES | 15 |
| 3.9 | MEMORIAL DE CÁLCULO DAS LAJES | 18 |
| 3.10 | QUANTITATIVOS | 19 |
| 3.11 | RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL | 21 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 28 |

1 OBJETIVO

O presente memorial descritivo e de cálculo tem por objetivo complementar o projeto de reforço e recuperação estrutural entregue e estabelecer os parâmetros, normas e as recomendações utilizadas para o dimensionamento da estrutura de cobertura da mesa de elevadores da unidade do INSS, situado em Rio Verde – GO, de modo a suprir às necessidades da contratante, em observância das normas técnicas ditadas pela ABNT e pela legislação vigente.

Em caso de dúvida ou omissões durante a execução destas estruturas, será atribuição da Hirata e Associados, fixar, indicar ou especificar, aquilo que julgar necessário para que as estruturas de concreto atendam os Estados Limites Último (ELU) e Serviço (ELS), bem como os requisitos de uso e durabilidade.

2 NORMAS UTILIZADAS

O presente projeto seguiu as recomendações das seguintes normas:

- NBR 6118 – PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO;
- NBR 6120 – CARGAS PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES;
- NBR 14931 – EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO;
- NBR 7480 – AÇO DESTINADO A ARMADURAS PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO – ESPECIFICAÇÃO;
- NBR 8681 – AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS – PROCEDIMENTO.

3 MEMORIAL DE CÁLCULO

3.1 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A edificação da unidade do INSS Rio Verde/GO é composta por 1 subsolo, 1 pavimento térreo, 3 pavimentos tipo e ático (mesa de motores + reservatório) possuindo altura total de aproximadamente 20,63. A edificação possui idade aproximada entre 40 (quarente) e 45 (quarenta e cinco) anos. Cabe destacar, que o objeto deste contrato é apenas a laje de cobertura do Ático (mesa de motores + reservatório).

a) Projetos

Foi disponibilizado o projeto estrutural incompleto da edificação para elaboração deste trabalho, sendo as pranchas listadas abaixo:

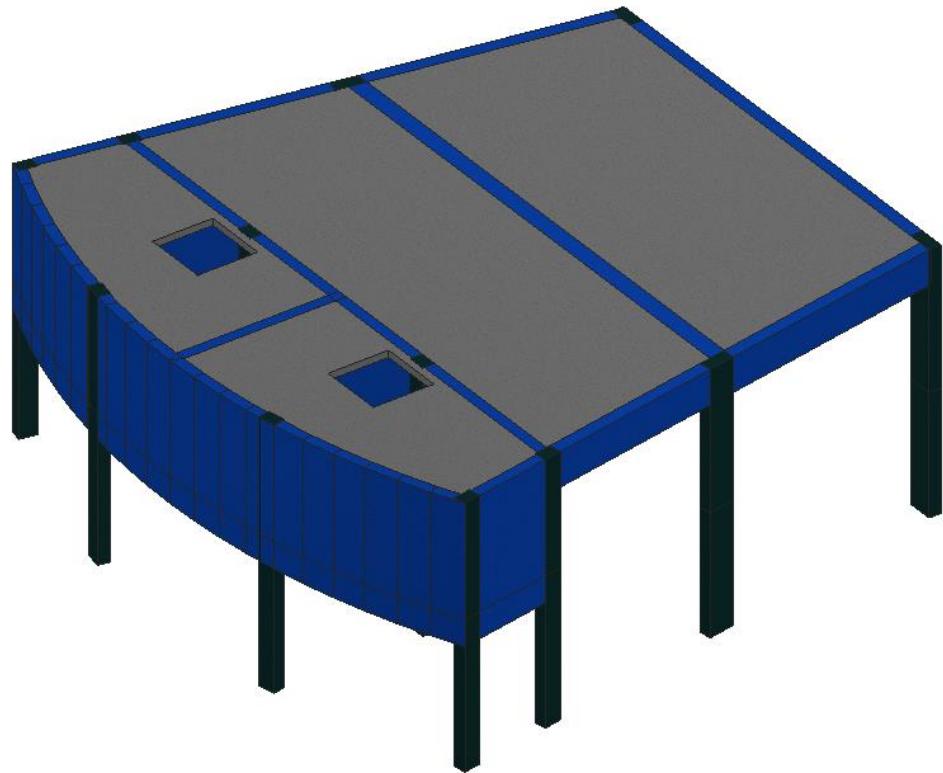
- PRACHA 13;
- PRANCHA 7;
- PRANCHA 8;
- PRANCHA 22;
- PRANCHA 27;
- RVD_PJORIGINAL_FL 9;
- RVD_PJORIGINAL_FL 28 e;
- RVD_PJORIGINAL_FL 29.

Desta forma, levantamento complementares e ensaios foram realizados durante a vistoria *in loco* para viabilizar o desenvolvimento do trabalho.

3.2 MODELO DA EDIFICAÇÃO

Para realização da análise estrutural da edificação foi modelo o trecho da mesma, objeto deste contrato, conforme Figura 1.

Figura 1 – Modelo estrutural.



Fonte – Dos autores.

3.3 ANÁLISE ESTRUTURAL

Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V23.9.20.

a) Modelo Estrutural

O edifício foi modelado por um pórtico espacial único, composto por elementos que simulam vigas, pilares e lajes da estrutura.

Os efeitos oriundos das ações verticais e horizontais nas vigas, pilares e lajes serão calculados com o pórtico espacial único.

Tratamento especial para vigas de transição e que suportam tirantes pode ter sido considerado e são apontados no item 'Critérios de projeto'. A flexibilização das ligações viga-pilar, a separação de modelos específicos para análises ELU e ELS e os coeficientes de não-linearidade física também são apontados a seguir.

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

Os esforços obtidos dos modelos estruturais dos pavimentos foram utilizados para o dimensionamento das lajes à flexão e cisalhamento.

No modelo de pórtico foram incluídos todos os elementos principais da estrutura, ou seja, pilares e vigas, além da consideração do diafragma rígido formado nos planos de cada pavimento (lajes). A rigidez à flexão das lajes foi desprezada na análise de esforços horizontais (vento).

Os pórticos espaciais foram modelados com todos os pavimentos do edifício, para a avaliação dos efeitos das ações horizontais e os efeitos de redistribuição de esforços em toda a estrutura devido aos carregamentos verticais.

As cargas verticais atuantes nas vigas e pilares do pórtico foram extraídas de modelos de grelha de cada um dos pavimentos.

Foram utilizados dois modelos de pórtico espacial em cada etapa construtiva: um específico para análises de Estado Limite Último - ELU e outro para o Estado Limite de Serviço - ELS. As características de cada um destes modelos são apresentadas a seguir.

b) Concreto

A seguir são apresentados os valores de fck utilizados para cada um dos elementos estruturais, para cada um dos pavimentos:

| Pavimento | Lajes (MPa) | Vigas (MPa) | Pilares (MPa) |
|------------------------------|-------------|-------------|---------------|
| TOPO DO RESERVATORIO | 25 | 25 | 25 |
| FUNDO DO RESERVATORIO | 25 | 25 | 25 |

c) Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

| | AlfaE | Ecs (MPa) | Eci(MPa) |
|-----|-------|-----------|----------|
| C25 | 0,9 | 21735 | 25200 |

d) Aço de armadura passiva

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

| Tipo de barra | Es (MPa) | fyk (MPa) | Massa específica (kgf/m³) | n1 |
|---------------|----------|-----------|---------------------------|------|
| CA-25 | 210000 | 250 | 7850 | 1,00 |
| CA-50 | 210000 | 500 | 7850 | 2,25 |
| CA-60 | 210000 | 600 | 7850 | 1,40 |

3.4 PARÂMETRO DE DURABILIDADE

Consiste na capacidade de a estrutura resistir a influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

a) Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto: I I- Moderada.

b) Cobrimentos gerais

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente.

A seguir são apresentados os valores de cobrimento utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

| <i>Elemento Estrutural</i> | <i>Cobrimento (cm)</i> |
|--|------------------------|
| <i>Lajes convencionais (superior / inferior)</i> | 2,0 / 2,0 |
| <i>Vigas</i> | 2,5 |
| <i>Pilares</i> | 2,5 |

3.5 AÇÕES E COMBINAÇÕES

Nos itens em sequência, serão apresentados as cargas e ações de cálculo utilizados para análise e dimensionamento da estrutura.

a) Carregamentos

Abaixo são discriminados os carregamentos utilizados por pavimento. As cargas apresentadas foram obtidas do modelo dos pavimentos e não apresentam o peso próprio dos elementos que dependem de sua geometria.

| <i>Pavimento</i> | <i>Permanente (tf/m²)</i> | <i>Accidental (tf/m²)</i> |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>TOPO DO RESERVATORIO</i> | 0,15 | 0,10 |
| <i>FUNDO DO RESERVATORIO*</i> | 0,15 | 0,15 |

* Além das cargas especificadas, considerou-se também na região da laje do fundo do reservatório a carga pelo peso de água reservado.

b) TRRF

Para cálculo utilizou-se TRRF de 60 minutos.

c) Resumo de combinações no modelo estrutural

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

| <i>Tipo</i> | <i>Descrição</i> | <i>N. Combinações</i> |
|-----------------------|--|------------------------------|
| <i>ELU1</i> | Verificações de estado limite último - Vigas e lajes | 4 |
| <i>ELU2</i> | Verificações de estado limite último - Pilares e fundações | 4 |
| <i>FOGO</i> | Verificações em situação de incêndio | 2 |
| <i>ELS</i> | Verificações de estado limite de serviço | 4 |
| <i>COMBFLU</i> | Cálculo de fluência (método geral) | 2 |
| <i>LAJEPRO</i> | Combinações p/ flechas em lajes protendidas | 0 |

d) Lista de combinações no modelo estrutural

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Figura 2 – Lista de combinações.

ELU1/PERM/PP+PERM
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/PERM/PP_V+PERM_V
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

Fonte – Dos autores.

e) Modelo ELU

O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais.

Nos elementos de concreto moldado in-loco foram utilizados os coeficientes de não linearidade física conforme apresentados na tabela a seguir:

| <i>Elemento estrutural Moldado in-loco</i> | <i>Coef. NLF</i> |
|--|------------------|
| <i>Pilares</i> | 0,80 |
| <i>Vigas</i> | 0,40 |
| <i>Lajes</i> | 0,30 |

O módulo de elasticidade utilizado no modelo foi o secante, de acordo com o fck do elemento estrutural (já apresentado anteriormente).

f) Modelo ELS

O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento do edifício. Neste modelo a inércia utilizada para os elementos estruturais foi a bruta.

g) Esforço de cálculo

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

No dimensionamento das armaduras das vigas é utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao grupo ELU1. Para o dimensionamento de armaduras dos pilares são utilizadas todas as hipóteses de solicitações (combinações do grupo ELU2); neste conjunto de combinações são aplicadas as reduções de sobrecarga, caso o projeto esteja utilizando este artifício.

3.6 DEFORMAÇÕES

Nos itens subsequentes são apresentadas as flechas máximas obtidas nos pavimentos.

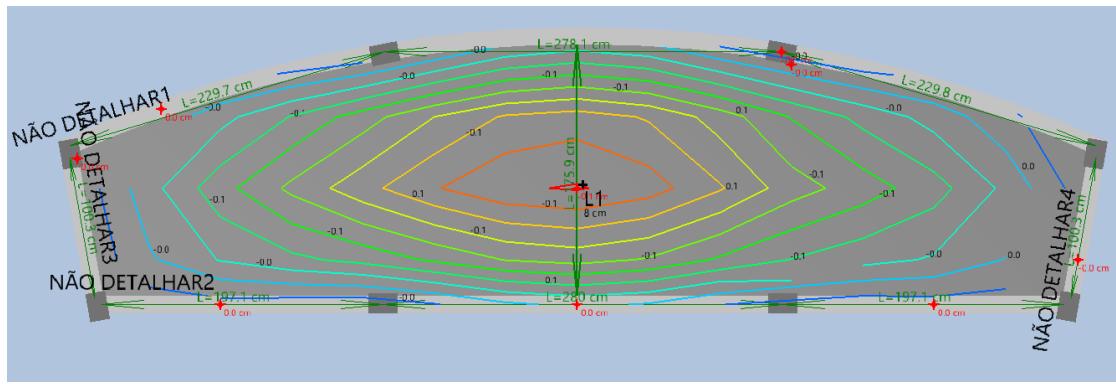
a) Tabela de flechas máximas por pavimento

| Pavimento | Análise | Caso | Laje | Flecha máxima (cm) | Flecha limite (cm) |
|------------------------|---------|------|------|--------------------|--------------------|
| TOPO DO RESERVATORIO | Linear | 14 | 4 | -0.5 | 0.6 |
| FUNDO DO RESERVAOTORIO | Linear | 14 | 1 | -0.1 | 0.6 |

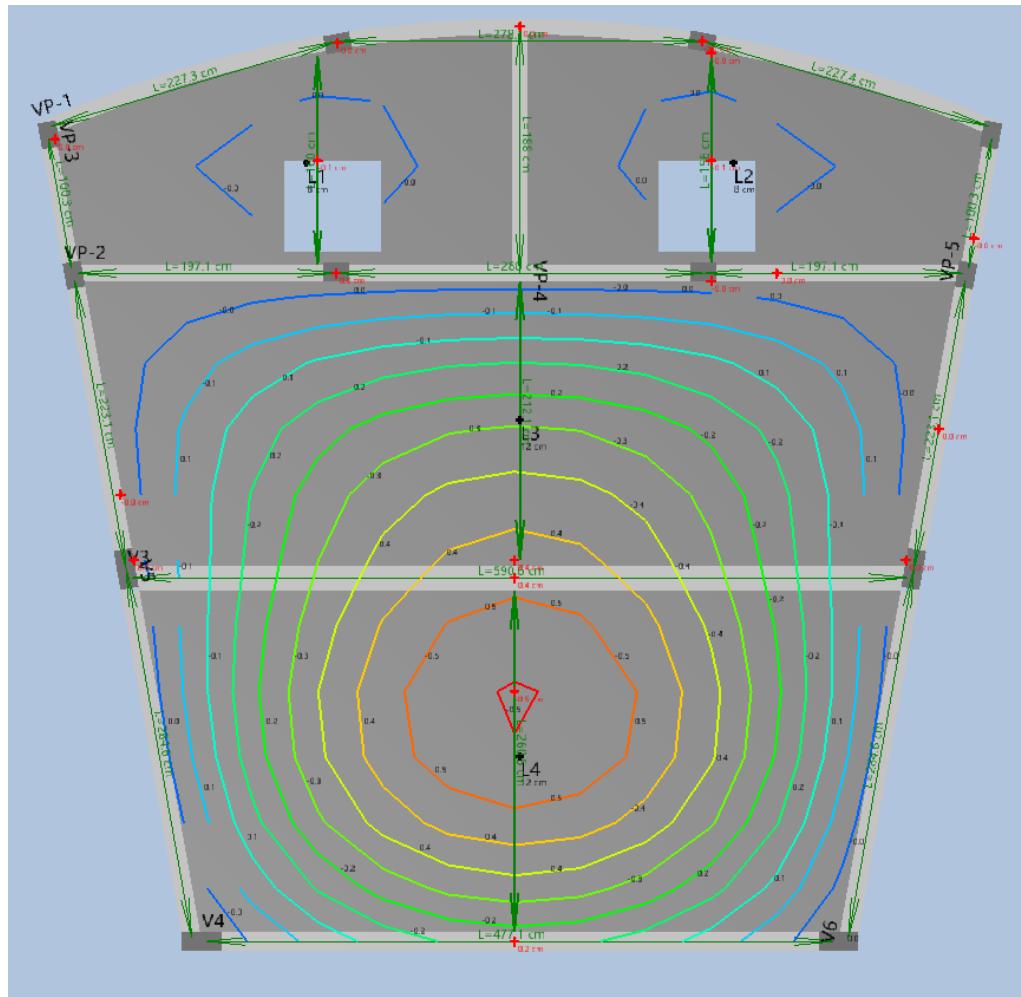
b) Gráfico de flechas máximas por pavimento

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

Figura 3 – Gráfico de deformação fundo reservatório.



Fonte – Dos autores.
Figura 4 – Gráfico de deformação topo reservatório.



Fonte – Dos autores.

3.7 MEMORIAL DE CÁLCULO DAS VIGAS

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento das vigas:

a) Legenda

```

G E O M E T R I A
Eng.E : Engastamento a Esquerda / Eng.D : Engastamento a Direita / Repet : Repeticoes
NAnd : N.de Andares / Red V Ext : Reducao de Cortante no Extremo / Fat.Alt : Fator de Alternancia de Cargas
Cob : Cobrimento / TpS : Tipo da Secao / BCs : Mesa Colaborante Superior
BCi : Mesa Colaborante Inferior / Esp.LS : Espessura Laje Superior / Esp.LI : Espessura Laje Infetior
FSp.Ex : Distancia Face Superior Eixo / FLt.Ex : Distancia Face Lateral ao Eixo / Cob/S : Cobrim/Cobr.superior adicional
C A R G A S
MESq : Momento Adicional Esquerda / MDir : Momento Adicional a Direita / Q : Cortante Adicional (valor unico)
A R M A D U R A S - F L E X A O
SRAS : Secao Retangular Armad.Simples / SRAD : Secao Retangular Armad.Dupla / STAS : Secao Te Armadura Simples
STAD : Secao Te Armadura Dupla / x/d : Profund. relativa da Linha Neutra / x/dMx : Profund. relativa da LN Maxima
AsL : Armadura de Compressao / Bit.de Fiss.: Bitola de fissuracao / Asapo : Armadura e/d que chega no extremo
A R M A D U R A S - C I S A L H A M E N T O
MdC : Modelo de Calculo (I ou II) / Ang. : Angulo da biela de compressao / Aswmin : Armad.transv.minima-cisalhamento
Asw[C+T] : Arm.tran.calculada cisalh+torcao / Bit : Bitola selecionada / Esp : Espacamento selecionado
NR : Numero de ramos do estribo / AsTrt : Armadura transversal de Tirante / AsSus : Armadura transversal-Suspensao
A R M A D U R A S - T O R C A O
%dT : % limite de TRd2 para desprezar o M de torcao (Tsd) / he : Espessura do nucleo de torcao
b-nuc : Largura do nucleo / h-nuc : Altura do nucleo
Asw-1R : Armadura de torcao calculada para 1 Ramo de estribo / AswmNR : Armad.transv.minima-torcao p/NR estribos selecionado
AsL-b : Armadura longitudinal de torcao no lado b / AsL-h : Armadura longitudinal de torcao no lado h
Comdia : Valor da compressao diagonal (cisalhamento+torcao) / AdPla : Capacida/ adaptacao plastica no vao - S[sim] N[nao]
R E A C O E S D E A P O I O
DEPEV : Distancia do eixo do pilar ao eixo efetivo de apoio -viga / Morte :Codigo se pilar morre / segue / vigas
M.I.Mx : Momento Imposto Maximo / M.I.Mn : Momento Imposto Minimo

```

b) V3

```

Viga= 3 V3
Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Sim /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 0.0 CM
----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
Vao= 1 /L= 5.98 /B= 0.19 /H= 0.50 /BCs= 1.39 /BCi= 0.00 /TpS= 2 /Esp.LS= 0.12 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.25 /FLt.Ex= 0.10 [M]
--Solicitacões provenientes de modelo de grelha e/ou portico 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.[-] = 0.3 tf* m | M.[+] Max= 6.0 tf* m - Abcis.= 298 | M.[-] = 0.3 tf* m
[tf,cm] | As = 0.00 ----- [ 0 B ----mm] | AsL= 0.00 ----- | As = 0.00 ----- [ 0 B ----mm]
| AsL= 0.00 ----- x/d =0.00 | As = 4.46 -STAS- [ 4 B 12.5mm ] | AsL= 0.00 ----- x/d =0.00
| Grampos Esq.= 2B 8.0mm x/dMx=0.45 | Arm.Lat.=[2 X -- B --- mm] - LN= 1.1 | Grampos Dir.= 2B 8.0mm x/dMx=0.45
| CG= 4.7 | | CG= 4.7
[tf,cm] | M[-]Min = 240.1 BCs= 39. | M[+]Min = 218.1 | M[-]Min = 240.1 BCs= 39.
[cm2] | Asapo[+]= 1.49 | | CG= 5.1 | Asapo[+]= 1.49

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.- 583. 5.32 37.71 1 45. 0.0 1.9 1.9 5.0 20.0 2 0.0 0.0
T O R C A O- Xi Xf Tsd TRd2 %dT he b-nuc h-nuc Asw-1R AswMnNR Asl-mn Asl-b Asl-h ComDia AdPla M E N S A G E M
[tf,cm] 0.- 583. 0.01 2.31 5 6.9 10.1 41.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.15 N
REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
1 3.796 3.214 0.14 0.00 1 P10 0.00 0.00 10 0 0 0 0 0
2 3.726 3.155 0.14 0.00 1 P14 0.00 0.00 14 0 0 0 0 0

```

c) V4

Viga= 4 V4 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Sim /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 0.0 CM

| G E O M E T R I A E C A R G A S | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Vao= 1 /L= 4.79 /B= 0.14 /H= 0.40 /BCs= 0.62 /BCi= 0.00 /TpS= 8 /Esp.LS= 0.12 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.20 /FLt.Ex= 0.07 [M] | | | | | | | | | | | | | | | |
| --Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pôrtico 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.[-] = 0.7 tf* m M.[+] Max= 1.5 tf* m - Abcis.= 239 M.[-] = 0.7 tf* m | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] As = 0.00 ----- [0 B ----mm] AsL= 0.00 ----- As = 0.00 ----- [0 B ----mm] | | | | | | | | | | | | | | | |
| AsL= 0.00 ----- x/d = 0.00 As = 1.74 -STAS- [3 B 10.0mm] AsL= 0.00 ----- x/d = 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| x/dMx=0.45 Arm.Lat.=[2 X -- B --- mm] - LN= 0.8 x/dMx=0.45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CG= 5.2 CG= 5.2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] M[-]Min = 120.4 BCs= 30. M[+]Min = 95.5 M[-]Min = 120.4 BCs= 30. | | | | | | | | | | | | | | | |
| [cm2] Asapo[+]= 0.50 CG= 5.2 Asapo[+]= 0.58 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus MENSAGEM | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] 0.- 455. 2.19 21.72 1 45. 0.0 1.4 1.4 5.0 22.0 2 0.0 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| T O R C A O- Xi Xf Tsd TRd2 %dT he b-nuc h-nuc Asw-1R AswMnNR Asl-mn Asl-b Asl-h ComDia AdPla MENSAGEM | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] 0.- 455. 0.02 0.66 5 5.1 5.1 31.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.13 N | | | | | | | | | | | | | | | |
| REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares: | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1.565 1.344 0.30 0.03 1 P21 0.00 0.00 21 0 0 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 1.563 1.342 0.30 0.03 1 P22 0.00 0.00 22 0 0 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | |

d) V5

Viga= 5 V5 Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Sim /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 0.0 CM

| G E O M E T R I A E C A R G A S | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Vao= 1 /L= 2.85 /B= 0.14 /H= 0.40 /BCs= 0.35 /BCi= 0.00 /TpS= 5 /Esp.LS= 0.12 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.20 /FLt.Ex= 0.07 [M] | | | | | | | | | | | | | | | |
| --Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pôrtico 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.[-] = 0.1 tf* m M.[+] Max= 0.9 tf* m - Abcis.= 96 M.[-] = 0.4 tf* m | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] As = 0.00 ----- [0 B ----mm] AsL= 0.00 ----- As = 1.31 -SRAS- [2 B 10.0mm] | | | | | | | | | | | | | | | |
| AsL= 0.00 ----- x/d = 0.00 As = 1.28 -STAS- [2 B 10.0mm] AsL= 0.00 ----- x/d = 0.09 | | | | | | | | | | | | | | | |
| x/dMx=0.45 Arm.Lat.=[2 X 1 B 5.0mm] - LN= 0.8 x/dMx=0.45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CG= 5.0 CG= 4.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] M[-]Min = 86.4 BCs= 19. M[+]Min = 86.7 M[-]Min = 135.7 BCs= 35. | | | | | | | | | | | | | | | |
| [cm2] Asapo[+]= 0.42 CG= 4.0 Asapo[+]= 0.31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus MENSAGEM | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] 0.- 266. 1.12 21.72 1 45. 0.0 1.4 1.4 5.0 22.0 2 0.0 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| T O R C A O- Xi Xf Tsd TRd2 %dT he b-nuc h-nuc Asw-1R AswMnNR Asl-mn Asl-b Asl-h ComDia AdPla MENSAGEM | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] 0.- 266. 0.04 0.66 5 5.1 5.1 31.1 0.3 1.4 0.5 0.0 0.2 0.09 N | | | | | | | | | | | | | | | |
| ----- G E O M E T R I A E C A R G A S ----- | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vao= 2 /L= 2.24 /B= 0.14 /H= 0.40 /BCs= 0.31 /BCi= 0.00 /TpS= 5 /Esp.LS= 0.12 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.20 /FLt.Ex= 0.07 [M] | | | | | | | | | | | | | | | |
| --Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pôrtico 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.[-] = 0.6 tf* m M.[+] Max= 0.8 tf* m - Abcis.= 151 M.[-] = 0.0 tf* m | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] As = 1.16 -SRAS- [2 B 10.0mm] AsL= 0.00 ----- As = 0.00 ----- [0 B ----mm] | | | | | | | | | | | | | | | |
| AsL= 0.00 ----- x/d = 0.08 As = 1.17 -STAS- [2 B 10.0mm] AsL= 0.00 ----- x/d = 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| x/dMx=0.45 Arm.Lat.=[2 X -- B --- mm] - LN= 1.0 x/dMx=0.45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CG= 4.0 CG= 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] M[-]Min = 122.9 BCs= 31. M[+]Min = 84.4 M[-]Min = 83.1 BCs= 18. | | | | | | | | | | | | | | | |
| [cm2] Asapo[+]= 0.29 CG= 4.0 Asapo[+]= 0.39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CISALHAMENTO- Xi Xf Vsd VRd2 MdC Ang. Asw[C] Aswmin Asw[C+T] Bit Esp NR AsTrt AsSus MENSAGEM | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] 0.- 202. 1.20 21.72 1 45. 0.0 1.4 1.4 5.0 22.0 2 0.0 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| T O R C A O- Xi Xf Tsd TRd2 %dT he b-nuc h-nuc Asw-1R AswMnNR Asl-mn Asl-b Asl-h ComDia AdPla MENSAGEM | | | | | | | | | | | | | | | |
| [tf,cm] 0.- 202. 0.01 0.66 5 5.1 5.1 31.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.06 N | | | | | | | | | | | | | | | |
| REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPEV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares: | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 0.582 0.504 0.14 0.00 1 P21 0.00 0.00 21 0 0 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 1.634 1.415 0.30 0.03 1 P10 0.00 0.00 10 0 0 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 0.092 0.081 0.20 0.00 1 P5 0.00 0.00 5 0 0 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | |

e) V6

```
Viga= 6 V6
Eng.E=Nao /Eng.D=Nao /Repet= 1 /NAnd= 1 /Red V Ext=Sim /Fat.Alt=1.00 /Cob/S=3.0 0.0 CM
----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
Vao= 1 /L= 2.85 /B= 0.14 /H= 0.40 /BCs= 0.35 /BCi= 0.00 /TpS= 8 /Esp.LS= 0.12 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.20 /FLT.Ex= 0.07 [M]
--Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pôrtico 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.[-] = 0.0 tf* m | M.[:] Max= 0.9 tf* m - Abcis.= 96 | M.[-] = 0.4 tf* m
[tf,cm] | As = 0.00 ----- [ 0 B ---mm] | AsL= 0.00 ----- | As = 1.28 -SRAS- [ 2 B 10.0mm] | AsL= 0.00 ----- x/d = 0.09
| AsL= 0.00 ----- x/d = 0.00 | As = 1.25 -STAS- [ 2 B 10.0mm ] | AsL= 0.00 ----- x/d = 0.45
| x/dMx=0.45 | Arm.Lat.=[2 X -- B --- mm] - LN= 0.8 | x/dMx=0.45
| CG= 5.0 | CG= 4.0
[tf,cm] | M[-]Min = 86.4 BCs= 19. | M[+]Min = 86.7 | M[-]Min = 135.7 BCs= 35.
[cm2 ] | Asapo[+]= 0.42 | CG= 4.0 | Asapo[+]= 0.31
----- C I S A L H A M E N T O -----
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.- 266. 1.17 21.72 1 45. 0.0 1.4 1.4 5.0 22.0 2 0.0 0.0
----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
Vao= 2 /L= 2.24 /B= 0.14 /H= 0.40 /BCs= 0.31 /BCi= 0.00 /TpS= 8 /Esp.LS= 0.12 /Esp.LI= 0.00 FSp.Ex= 0.20 /FLT.Ex= 0.07 [M]
--Solicitações provenientes de modelo de grelha e/ou pôrtico 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.[-] = 0.5 tf* m | M.[:] Max= 0.8 tf* m - Abcis.= 151 | M.[-] = 0.0 tf* m
[tf,cm] | As = 1.16 -SRAS- [ 2 B 10.0mm] | AsL= 0.00 ----- | As = 0.00 ----- [ 0 B ---mm]
| AsL= 0.00 ----- x/d = 0.08 | As = 1.17 -STAS- [ 2 B 10.0mm ] | AsL= 0.00 ----- x/d = 0.00
| x/dMx=0.45 | Arm.Lat.=[2 X -- B --- mm] - LN= 1.0 | x/dMx=0.45
| CG= 4.0 | CG= 5.0
[tf,cm] | M[-]Min = 122.9 BCs= 31. | M[+]Min = 84.4 | M[-]Min = 83.1 BCs= 18.
[cm2 ] | Asapo[+]= 0.29 | CG= 4.0 | Asapo[+]= 0.39
----- C I S A L H A M E N T O -----
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.- 202. 1.03 21.72 1 45. 0.0 1.4 1.4 5.0 22.0 2 0.0 0.0
----- G E O M E T R I A E C A R G A S -----
T O R C A O- Xi Xf Tsd TRd2 %dT he b-nuc h-nuc Asw-1R AswMnNR Asl-mn Asl-b Asl-h ComDia AdPla M E N S A G E M
[tf,cm] 0.- 202. 0.02 0.66 5 5.1 5.1 31.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.08 N
----- R E A C . A P O I O -----
REAC. APOIO - No. Maximos Minimos Largura DEPPSV Morte Nome M.I.Mx M.I.Mn Pilares:
1 0.438 0.384 0.14 0.00 1 P22 0.00 0.00 22 0 0 0 0 0
2 1.550 1.345 0.30 0.03 1 P14 0.00 0.00 14 0 0 0 0 0
3 0.085 0.074 0.20 0.00 1 P9 0.00 0.00 9 0 0 0 0 0
```

3.8 MEMORIAL DE CÁLCULO DOS PILARES

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento dos pilares:

a) Legenda

Nota A

Este carregamento listado é, dentre os inúmeros carregamentos analisados, o que provocou a seleção desta armadura em primeiro lugar. Não necessariamente, este carregamento é o que necessita a maior quantidade de armadura na seção, pois o dimensionamento é feito de forma indireta, por verificação. Exemplificando, temos duas configurações de armaduras válidas para o lance, uma correspondendo a 17 cm² e outra a 20 cm². Um carregamento inicial necessitou de 18 cm² e, por esta razão foi selecionada a configuração de 20 cm² como a definitiva. Outros carregamentos posteriores necessitaram, por exemplo, de 19 cm², 19.5 cm² (sempre inferiores aos 20 cm²), mas a listagem com o carregamento mais desfavorável foi feita com aquele que necessitou os 18 cm², pois foi o primeiro a requisitar os 20 cm². A pesquisa do carregamento exato que provoca maior armadura na seção não é realizada automaticamente para não aumentar de forma significativa o tempo de processamento. Se o usuário quiser calcular a real necessidade de armadura para um carregamento específico, ele poderá fazê-lo facilmente no Editor de Esforços e Armaduras, comando do próprio TQS Pilar.

Nota A

Este carregamento listado é, dentre os inúmeros carregamentos analisados, o que provocou a seleção desta armadura em primeiro lugar. Não necessariamente, este carregamento é o que necessita a maior quantidade de armadura na seção, pois o dimensionamento é feito de forma indireta, por verificação. Exemplificando, temos duas configurações de armaduras válidas para o lance, uma correspondendo a 17 cm² e outra a 20 cm². Um carregamento inicial necessitou de 18 cm² e, por esta razão foi selecionada a configuração de 20 cm² como a definitiva. Outros carregamentos posteriores necessitaram, por exemplo, de 19 cm², 19.5 cm² (sempre inferiores aos 20 cm²), mas a listagem com o carregamento mais desfavorável foi feita com aquele que necessitou os 18 cm², pois foi o primeiro a requisitar os 20 cm². A pesquisa do carregamento exato que provoca maior armadura na seção não é realizada automaticamente para não aumentar de forma significativa o tempo de proces-

samento. Se o usuário quiser calcular a real necessidade de armadura para um carregamento específico, ele poderá fazê-lo facilmente no Editor de Esforços e Armaduras, comando do próprio TQS Pilar.

Legenda

SEL = Quantidade Efetiva de Barras na Secao
Nb = Quantidades de Barras Dimensionadas na Secao
NbH = Numero de Barras lado H
NbB = Numero de Barras lado B

b) P10

c) P14

```

PILAR:P14                                         Esforço de Cálculo do Dimensionamento
num. 10

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
LANCE B(cm) H(cm) ROS SEL BITL BITE Nb Nbh NbB AS(cm) RO ASnec | LBDALM   LAMBDA | Fnd (tf)   Mxd (tf,cm)   Myd (tf,cm)
|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|
| Mezanino .....|.....|.....|
|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|.....|
L. 2 **AVISO*.....PÉ-DIREITO DUPLO.....*

VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS
Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN GmavM
3.0           25.0    1.15      1.40        8.00     0.40       1.40   1.40   1.40   1.40
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37
50            A        2.0      15.0       1   1
1o Andar .....|.....|.....|
L. 1 **AVISO*.....PÉ-DIREITO DUPLO.....*

L. 1 14.0 30.0 0.7 4 10.0 5.0 4 2 0 3.14 0.7 1.68| 77.3 65.3 | 10.2 37.6 0.0
| 12.5 5.0 4 2 0 4.91 1.2 1.68|
| 16.0 6.3 4 2 0 8.04 1.9 1.68|
| 20.0 8.0 4 2 0 12.57 3.0 1.68|
| 25.0 8.0 4 2 0 19.63 4.7 1.68|
VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 11/09/23 - 20:05:43 Sub-projeto: 0010.SUB
Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN GmavM
3.0           25.0    1.15      1.40        8.00     0.40       1.75   1.75   1.40   1.40
TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37
50            A        2.0      15.0       1   1
Fundacao

```

d) P21

e) P22

```

PILAR:P22                                         Esforço de Cálculo do Dimensionamento
num. 12
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
LANCE B(cm) H(cm) ROS SEL BITL BITE Nb NbH NbB AS(cm) RO ASnec | LBDALM   LAMBDA | FNd (tf)   Mxd (tf,cm)   Myd (tf,cm)
| . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . |
| Mezanino . . . . . | . . . . . |
L. 2 **AVISO*.....PÉ-DIREITO DUPLO.....*
| VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS
| Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN Gmavm
| 3.0          25.0    1.15      1.40        8.00     0.40       1.40   1.40   1.40   1.40
| TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37
| 50           A        2.0      15.0       1       1
| 1o Andar . . . . . | . . . . .
L. 1 **AVISO*.....PÉ-DIREITO DUPLO.....*
| L. 1 14.0 30.0 0.7 4 10.0 5.0 4 2 0 3.14 0.7 1.68| 70.2 67.8 | 4.3 16.7 0.0
| 12.5 5.0 4 2 0 4.91 1.2 1.68| | CASO PÓRTICO = 9 (COMBINAÇÃO= 1)
| 16.0 6.3 4 2 0 8.04 1.9 1.68| | **VER NOTA (A)**
| 20.0 8.0 4 2 0 12.57 3.0 1.68| |
| 25.0 8.0 4 2 0 19.63 4.7 1.68| |
| VALORES CÁLCULOS DEFINIDOS ARQUIVO CRITÉRIOS - 11/09/23 - 20:05:46 Sub-projeto: 0012.SUB
| Cobrimento[cm] fck[MPa] GamaAço GamaConcreto AsMax[%] AsMin[%] GmapN GmapM GmavN Gmavm
| 3.0          25.0    1.15      1.40        8.00     0.40       1.75   1.75   1.40   1.40
| TipoAço ClasseAço ExcMin ExcMax K12 K37
| 50           A        2.0      15.0       1       1
Fundacao
| . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . |

```

3.9 MEMORIAL DE CÁLCULO DAS LAJES

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento das lajes:

LAJE L1- Positiva - Vertical

| b(cm) | d(cm) | bf(cm) | hf(cm) | Mk(tfm) | Nk+(tf) | Nk-(tf) | As(cm²) | Perfil | Vsk(tf) | |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----|
| Situação | | | | | | | | | | |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00/m | 0.00 | 0.00 | 0.91 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.01/m | 0.00 | 0.00 | 0.91 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.20/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.20/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.20/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |

LAJE L1- Positiva - Horizontal

| b(cm) | d(cm) | bf(cm) | hf(cm) | Mk(tfm) | Nk+(tf) | Nk-(tf) | As(cm²) | Perfil | Vsk(tf) | |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----|
| Situação | | | | | | | | | | |
| 100.00 | 5.25 | 0.00 | 0.00 | 0.04/m | 0.00 | 0.00 | 0.80 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 5.25 | 0.00 | 0.00 | 0.25/m | 0.00 | 0.00 | ----- | 0.00 | OK! | |
| 100.00 | 5.25 | 0.00 | 0.00 | 0.25/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |

LAJE L2- Positiva - Vertical

| b(cm) | d(cm) | bf(cm) | hf(cm) | Mk(tfm) | Nk+(tf) | Nk-(tf) | As(cm²) | Perfil | Vsk(tf) | |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----|
| Situação | | | | | | | | | | |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00/m | 0.00 | 0.00 | 0.91 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.01/m | 0.00 | 0.00 | 0.91 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.20/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.20/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 4.25 | 0.00 | 0.00 | 0.20/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |

LAJE L2- Positiva - Horizontal

| b(cm) | d(cm) | bf(cm) | hf(cm) | Mk(tfm) | Nk+(tf) | Nk-(tf) | As(cm²) | Perfil | Vsk(tf) | |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----|
| Situação | | | | | | | | | | |
| 100.00 | 5.25 | 0.00 | 0.00 | 0.04/m | 0.00 | 0.00 | 0.80 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 5.25 | 0.00 | 0.00 | 0.25/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 5.25 | 0.00 | 0.00 | 0.25/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |

LAJE L3- Positiva - Vertical

| b(cm) | d(cm) | bf(cm) | hf(cm) | Mk(tfm) | Nk+(tf) | Nk-(tf) | As(cm²) | Perfil | Vsk(tf) | |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----|
| Situação | | | | | | | | | | |
| 100.00 | 8.19 | 0.00 | 0.00 | 0.24/m | 0.00 | 0.00 | 1.86 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 8.19 | 0.00 | 0.00 | 0.46/m | 0.00 | 0.00 | 1.86 | ----- | 0.00 | OK! |

LAJE L3- Positiva - Horizontal

| b(cm) | d(cm) | bf(cm) | hf(cm) | Mk(tfm) | Nk+(tf) | Nk-(tf) | As(cm²) | Perfil | Vsk(tf) | |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----|
| Situação | | | | | | | | | | |
| 100.00 | 9.25 | 0.00 | 0.00 | 0.44/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |

LAJE L4- Positiva - Vertical

| b(cm) | d(cm) | bf(cm) | hf(cm) | Mk(tfm) | Nk+(tf) | Nk-(tf) | As(cm²) | Perfil | Vsk(tf) | |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----|
| Situação | | | | | | | | | | |
| 100.00 | 8.19 | 0.00 | 0.00 | 0.02/m | 0.00 | 0.00 | 1.86 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 8.19 | 0.00 | 0.00 | 0.16/m | 0.00 | 0.00 | 1.86 | ----- | 0.00 | OK! |
| 100.00 | 8.19 | 0.00 | 0.00 | 0.46/m | 0.00 | 0.00 | 1.86 | ----- | 0.00 | OK! |

LAJE L4- Positiva - Horizontal

| b(cm) | d(cm) | bf(cm) | hf(cm) | Mk(tfm) | Nk+(tf) | Nk-(tf) | As(cm²) | Perfil | Vsk(tf) | |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----|
| Situação | | | | | | | | | | |
| 100.00 | 9.25 | 0.00 | 0.00 | 0.44/m | 0.00 | 0.00 | 1.31 | ----- | 0.00 | OK! |

Legenda:

b: Largura da seção

d: Altura útil

bf: Largura da mesa colaborante

hf: Altura da mesa colaborante

Mk: Momento fletor característico

Nk+: Força normal característica máxima

Nk-: Força normal característica mínima

As: Área de armadura

Perfil: Nome do perfil complementar (se houver)

Vsk: Força cortante associada a faixa (Para verificações de cisalhamento longitudinal)

Situação: Conclusão do dimensionamento (ok/não ok)

3.10 QUANTITATIVOS

A seguir são apresentados os quantitativos de materiais:

a) Forma e concreto

Figura 5 – Quantitativo de forma e concreto.

| QUANTITATIVO FORMA E CONCRETO | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| ASSUNTO | V. CONCRETO (m ³) | ÁREA FORMA (m ²) |
| Pilares | 0.50 | 10.56 |
| Vigas | 1.35 | 17.15 |
| Lajes | 3.29 | 27.44 |
| TOTAIS | 5.14 | 55.15 |

Fonte – Dos autores.

b) Aço

Figura 6 – Resumo de aço.

| AÇO | POS | BIT mm | QUANT | COMPRIMENTO | |
|---|-----|-----------|-------|-------------|-------------|
| | | | | UNIT cm | TOTAL cm |
| TOPO DO RESERVATORIO - Armadura negativa | | | | | |
| 50 | 1 | 6.3 | 66 | 140 | 9240 |
| 50 | 2 | 8 | 27 | 115 | 3105 |
| 50 | 3 | 6.3 | 34 | 120 | 4080 |
| 50 | 4 | 8 | 30 | 215 | 6450 |
| TOPO DO RESERVATORIO - Armadura positiva | | | | | |
| 50 | 1 | 8 | 4 | -VAR- | 408 |
| 60 | 2 | 5 | 15 | -VAR- | 9735 |
| 50 | 3 | 8 | 34 | 50 | 1700 |
| 50 | 4 | 8 | 30 | 230 | 6900 |
| 50 | 5 | 6.3 | 6 | -VAR- | 1128 |
| 60 | 6 | 5 | 18 | -VAR- | 10044 |
| 50 | 7 | 6.3 | 32 | 290 | 9280 |
| 50 | 8 | 6.3 | 6 | -VAR- | 1128 |
| P10 | | | | | |
| 60 | 1 | 5 | 17 | 81 | 1377 |
| 50 | 2 | 12.5 | 4 | 198 | 792 |
| P14 | | | | | |
| 60 | 1 | 5 | 17 | 81 | 1377 |
| 50 | 2 | 12.5 | 4 | 198 | 792 |
| P21 | | | | | |
| 60 | 1 | 5 | 17 | 81 | 1377 |
| 50 | 2 | 12.5 | 4 | 198 | 792 |
| P22 | | | | | |
| 60 | 1 | 5 | 17 | 81 | 1377 |
| 50 | 2 | 12.5 | 4 | 197 | 788 |
| V3 | | | | | |
| 50 | 1 | 10 | 3 | 649 | 1947 |
| 50 | 2 | 15 | 3 | 649 | 1947 |
| 60 | 3 | 5 | 30 | 127 | 3810 |
| V4 | | | | | |
| 50 | 1 | 12.5 | 2 | 549 | 1098 |
| 50 | 2 | 10 | 10 | 549 | 5490 |
| 60 | 3 | 5 | 23 | 97 | 2231 |
| V5 | | | | | |
| 60 | 1 | 5 | 2 | 518 | 1036 |
| 50 | 2 | 10 | 2 | 530 | 1060 |
| 50 | 3 | 10 | 2 | 530 | 1060 |
| 50 | 4 | 10 | 4 | 120 | 480 |
| 60 | 5 | 5 | 2 | 120 | 240 |
| 60 | 6 | 5 | 25 | 97 | 2425 |
| V6 | | | | | |
| 50 | 1 | 10 | 2 | 530 | 1060 |
| 50 | 2 | 10 | 2 | 530 | 1060 |
| 50 | 3 | 10 | 4 | 120 | 480 |
| 60 | 4 | 5 | 25 | 97 | 2425 |

| RESUMO DE AÇO | | | | | |
|-----------------|-----------|------------|-------------|--|----|
| AÇO | BIT mm | COMPR m | PESO kgf | | |
| 60 | 5 | 375 | | | 58 |
| 50 | 6.3 | 249 | | | 61 |
| 50 | 8 | 186 | | | 73 |
| 50 | 10 | 126 | | | 78 |
| 50 | 12.5 | 43 | | | 41 |
| 50 | 16 | 19 | | | 31 |
| Peso Total 60 = | | | 58 kgf | | |
| Peso Total 50 = | | | 284 kgf | | |

Fonte – Dos autores.

3.11 RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Na região do reservatório que será preservada, deverá ser executada a recuperação estrutural dos pontos que apresentem manifestações patológicas, conforme especificado nos itens subsequentes.

a) Recuperação de fissuras

Em peças de concreto armado que apresentem fissuras, deverá ser seguido o seguinte procedimento de recuperação:

- Limpeza de toda a superfície de concreto da peça, ao longo das fissuras existentes, com jato de ar comprimido. As mesmas deverão estar livres de partículas soltas, pinturas, desmoldantes, contaminações de graxas, óleos, pó, agentes de cura, nata de cimento, argamassa ou quaisquer outros materiais contaminantes. O substrato deve estar seco no momento da aplicação. A limpeza poderá ser feita com raspagem superficial com espátula e limpeza com jato de ar comprimido (usar compressor com retentor de óleo);
- Nas fissuras com abertura inferior a 0,3mm (usar fissurometro para classificação) recomendamos apenas o calafete superficial, ao longo de toda sua extensão, usando uma resina epóxi de alta viscosidade tipo Sikadur 31 ou equivalente técnico;
- Para fissuras com abertura superior a 0,3mm deverá ser feito a injeção das mesmas por gravidade, com o uso de resina epóxi de baixíssima viscosidade, tipo Sikadur 52 ou equivalente técnico;
- Caso não seja possível fazer a injeção por gravidade, deverá ser adotado o procedimento:
 - Fazer uma pré-marcação das posições dos bicos de injeção ao longo da fissura. Serão bicos injetores de adesão com espaçamento máximo de 50cm;
 - Executar a colagem dos bicos injetores com um adesivo à base de resina epóxi de alta viscosidade tipo Sikadur 31 ou equivalente técnico;

- Em seguida, deve-se colmatar o restante da fissura com um adesivo à base de resina epóxi de alta viscosidade tipo Sikadur 31 ou equivalente técnico;
- Para injeção das fissuras com abertura maior que 0,3mm deverá ser usado um adesivo epóxi de baixíssima viscosidade tipo Sikadur 52 ou equivalente técnico. O adesivo só poderá ser aplicado após 8 horas (no mínimo) da colmatação da fissura e colagem dos bicos;
- Após a preparação do produto (conforme indicação do fabricante), fazer a aplicação do adesivo sob pressão, utilizando pistola injetora ou bomba;
- Após 24 horas da injeção da resina, fazer a retirada dos bicos e do excesso de material de colmatação e dar acabamento superficial utilizando uma lixadeira com rebolo adiamantado.

b) Recuperação de Pilares

Os pilares indicados deverão ser recuperados com argamassa polimérica onde houver início do processo de corrosão em algumas armaduras, gerando pontos localizados e superficiais de desplacamento do concreto. os procedimentos da recuperação estão descritos abaixo:

- Primeiramente, deve-se isolar os pilares à serem recuperados;
- Com régua e lápis, demarcar sobre a peça estrutural, a região a ser reparada;
- Retirar toda sujeira e limpar bem a região demarcada;
- Com auxilio de ferramentas tipo picola, talhadeira, ponteiro e marreta, fazer o apicoamento da superfície da peça, retirando todo o concreto deteriorado até atingir o concreto SÃO, e deixando-a rugosa e coesa, propiciando boas condições de aderência. Cuidado especial para não afetar a armadura deverá ser tomado. Nesses pilares deverá ser retirado o concreto deteriorado em pontos localizados da peça, onde houve o início

do processo de corrosão em algumas armaduras, gerando pontos localizados e superficiais de desplacamento do concreto;

- Caso necessário, a área demarcada deverá ser ampliada;
- Retirar todo o pó com o auxílio de ar comprimido e lavar a área preparada com lavadora de pressão;
- Limpar as armaduras corroídas com escova de aço ou método semelhante (jateamento de água com alta pressão) e após a limpeza, verificar, sempre, o percentual de perda de seção das armaduras longitudinais;
- Após a limpeza da armadura corroída e com o substrato umidecido, aplicar um inibidor de corrosão sobre as armaduras existentes e ponte de aderência, na região do reparo, em duas demãos. Poderá ser usada a argamassa polimérica NAFUFILL (MC BAUCHEMIE) ou equivalente, que contém inibidor de corrosão e ponte de aderência já incorporada na argamassa em toda a região do reparo. Esse processo será único. Deve-se tomar o cuidado para evitar a formação de um filme de água na superfície do concreto antes da aplicação. O acabamento final do pilar será dado com a própria argamassa de reparo. **IMPORTANTE GARANTIR UM COBRIMENTO MÍNIMO DE 2.5 CM PARA AS ARMADURAS.**
- Curar bem a região do reparo por meio de cura úmida ou membrana de cura (Adesivo acrílico diluído em água - relação 1:2). Aspergir a membrana sobre o local reparado com ARGAMASSA POLIMÉRICA, logo após o término do serviço. O produto deverá ser aplicado sobre a superfície do reparo, com pulverizador, para não danificar a superfície.
- Usar equipamentos de segurança, principalmente óculos e máscaras de proteção.

c) Recuperação de vigas

As vigas deverão ser recuperadas com argamassa polimérica, onde houver início do processo de corrosão em algumas armaduras, gerando pontos localizados e superficiais de desplacamento do concreto. os procedimentos da recuperação estão descritos abaixo:

- Primeiramente, deve-se isolar as vigas à serem recuperados;
- Com régua e lápis, demarcar sobre a peça estrutural, a região a ser reparada;
- Retirar toda sujeira e limpar bem a região demarcada;
- Com auxilio de ferramentas tipo picola, talhadeira, ponteiro e marreta, fazer o apicoamento da superfície da peça, retirando todo o concreto deteriorado até atingir o concreto SÃO, e deixando-a rugosa e coesa, propiciando boas condições de aderência. Cuidado especial para afetar a armadura, deverá ser tomado. Nessas vigas deverá ser retirado o concreto deteriorado em pontos localizados da peça, onde houve o inicio do processo de corrosão em algumas armaduras, gerando pontos localizados e superficiais de desplacamento do concreto;
- Caso necessário, a área demarcada deverá ser ampliada;
- Retirar todo o pó com o auxílio de ar comprimido e lavar a área preparada com lavadora de pressão;
- Limpar as armaduras corroídas com escova de aço e após a limpeza. Verificar, sempre, o percentual de perda de seção das armaduras lontitudinais;
- Após a limpeza da armadura corroída e com o substrato umidecido, aplicar um inibidor de corrosão sobre as armaduras existentes e ponte de aderência, na região do reparo, em duas demãos. Poderá ser usada a argamassa polimérica NAFUFILL (MC BAUCHEMIE) ou equivalente, que contém inibidor de corrosão ponte de aderência já incorporada na argamassa em toda a região do reparo. Esse processo será único. Deve-se tomar o cuidado para evitar a formação de um filme de água na superfície do concreto antes da aplicação. O acabamento final do viga será dado com a própria

argamassa de reparo. IMPORTANTE GARANTIR UM COBRIMENTO MÍNIMO DE 2.5 CM PARA AS ARMADURAS.

- Curar bem a região do reparo por meio de cura úmida ou membrana de cura (Adesivo acrílico diluído em água - relação 1:2). Aspergir a membrana sobre o local reparado com ARGAMASSA POLIMÉRICA, logo após o término do serviço. O produto deverá ser aplicado sobre a superfície do reparo, com pulverizador, para não danificar a superfície.
- Usar equipamentos de segurança, principalmente óculos e máscaras de proteção.

d) Recuperação de lajes

As lajes indicadas deverão ser recuperadas com argamassa polimérica, onde apresentarem problemas com corrosão de armaduras mais acentuados, abrangendo grande parte da peça e mais profundos, sem perda de seção da armadura. os procedimentos da recuperação estão descritos abaixo:

- Primeiramente, deve-se isolar as lajes à serem recuperados;
- Antes de qualquer intervenção, deverão ser posicionadas escoras na laje que está sendo recuperada;
- Com régua e lápis, demarcar sobre a peça estrutural, a região a ser reparada;
- Retirar toda sujeira e limpar bem a região demarcada;
- Com auxilio de ferramentas tipo picola, talhadeira, ponteiro e marreta, fazer o apicoamento da superfície da peça, retirando todo o concreto deteriorado até atingir o concreto SÃO, e deixando-a rugosa e coesa, propiciando boas condições de aderência. Cuidado especial para afetar a armadura, deverá ser tomado. Nessas lajes deverá ser retirado o concreto deteriorado em pontos localizados da peça, apresentarem problemas com corrosão de armaduras mais acentuados, abrangendo grande parte da peça e mais profundos;

- Caso necessário, a área demarcada deverá ser ampliada;
- Retirar todo o pó com o auxílio de ar comprimido e lavar a área preparada com lavadora de pressão;
- Limpar as armaduras corroídas com escova de aço e após a limpeza. Verificar, sempre, o percentual de perda de seção das armaduras lontitudinais;
- Após a limpeza da armadura corroída e com o substrato umidecido, aplicar um inibidor de corrosão sobre as armaduras existentes e ponte de aderência, na região do reparo, em duas demãos. Poderá ser usada a argamassa polimérica NAFUFILL CR (MC BAUCHEMIE) ou equivalente, que contém inibidor de corrosão e ponte de aderência já incorporada na argamassa em toda a região do reparo. Esse processo será único. Deve-se tomar o cuidado para evitar a formação de um filme de água na superfície do concreto antes da aplicação. O acabamento final da laje será dado com a própria argamassa de reparo. **IMPORTANTE GARANTIR UM COBRIMENTO MÍNIMO DE 2,0 CM PARA AS ARMADURAS.** Caso seja utilizado uma argamassa que não contenha inibidor de corrosão e ponte de aderência incorporada em sua composição, poderá ser utilizada executando em etapas distintas. A ponte de aderência deverá ser composta por traço em volume de 3 parte de cimento : 2 partes de adesivo acrílico : 1 parte de água.
- Curar bem a região do reparo por meio de cura úmida ou membrana de cura (Adesivo acrílico diluído em água - relação 1:2). Aspergir a membrana sobre o local reparado com ARGAMASSA POLIMÉRICA, logo após o término do serviço. O produto deverá ser aplicado sobre a superfície do reparo, com pulverizador, para não danificar a superfície.
- Usar equipamentos de segurança, principalmente óculos e máscaras de proteção.

e) Tabela de equivalência de produtos

Os produtos especificados anteriormente nos procedimentos, podem ser substituídos pelos seus equivalentes técnicos. Como exemplo, segue tabela de algumas marcas com equivalentes técnicos.

Figura 7 – Tabela de equivalência de produtos.

| TABELA DE EQUIVALÊNCIA DE PRODUTOS | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------|---------------|
| MARCA PRODUTO | PENETRON | SIKA | VIAPOL | BASF | MC BAUCHEMIE |
| INIBIDOR DE CORROSÃO | – | SIKATOP 108 ARMATEC | VIAPLUS FERROPROTEC | EMACO P22 | ZENTREFIX KMH |
| ADESIVO ACRÍLICO | SELF LEVELING PRIMER | SIKA CHAPISCO PLUS | VIAPOL KZ ACRÍLICO | RHEOMIX 104 | – |
| GROUT | GROUT HP | SIKA GROUT | VIAPOL VIAGRAUTE | MASTERFLOW 350 | EMCEKRETE 40 |
| ARMAGASSA POLIMÉRICA | PATCHLINE SM | SIKA MONOTOP 622 BR | EUCOREPAIR VI 60 | EMACO 88 CI | NAFUFILL |

Fonte – Dos autores.

f) Estimativa de quantidade

Para execução da recuperação, apresenta-se a tabela de estimativa de gasto de materiais.

Figura 8 – Tabela de estimativa de material

| ESTIMATIVA DE PRODUTOS | |
|-----------------------------|-------------------|
| PRODUTO | QUANTIDADE |
| ADESIVO ACRÍLICO | 1 BALDE DE 18 L |
| ARMAGASSA POLIMÉRICA | 15 SACOS DE 25 kg |
| INIBIDOR DE CORROSÃO | 5 CONJ. DE 4 kg |
| EPOXI SIKADUR 52 OU SIMILAR | 12 kg |
| EPOXI SIKADUR 31 OU SIMILAR | 12 CONJ. DE 1 kg |

Fonte – Dos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo presente documento, é apresentado o memorial descritivo e de cálculo das estruturas de concreto armado da laje de cobertura do reservatório do INSS unidade Rio Verde/GO. Nele, são apresentados os critérios de projetos utilizados bem como os parâmetros estabelecidos para dimensionamento das referidas estruturas.

Por fim, destaca-se de todas as estruturas dimensionadas atendem as normas especificadas.

Goiânia, 12 de setembro de 2023.

CARLOS EDUARDO ROCHA DE ASSIS
Eng. Civil CREA GO 11.941/D

LUCAS ZILIOOTTO VIERO
Eng. Civil CREA GO 29.110/V