

Projeto de ESTABILIDADE e Contenção Periférica



TOPO NORTE
MUNICÍPIO DE LEIRIA

PROJETO DE EXECUÇÃO

NOTA DE CÁLCULO
TORRE NASCENTE - CORPO 4

PROJETO DE ESTABILIDADE E CONTENÇÃO PERIFÉRICA

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

REQUERENTE: Câmara Municipal de Leiria

TIPO DE OBRA: Topo Norte – CORPO 4 (Torre Nascente)

LOCALIZAÇÃO DA OBRA: Arrabalde d'Aquém - Leiria

PROJETO: Estabilidade - Execução

ÍNDICE

1	Introdução.....	1
2	Intervenção Estrutural Proposta	1
3	Ações.....	2
3.1	Ações Permanentes	2
3.1.1	Pesos Próprios.....	2
3.1.2	Restantes Ações Permanentes	3
3.1.3	Ação Estática das Terras	3
3.2	Ações Variáveis	4
3.2.1	Sobrecargas de Utilização.....	4
3.2.2	Ação Variável do Vento.....	4
3.2.3	Temperatura	4
3.2.4	Retração	5
3.2.5	Sismo	5
3.2.5.1	Ação Sísmica	5
3.2.5.2	Acréscimo de Impulso Sísmico	7
3.2.6	Notas Finais.....	7
4	Combinações de Ações.....	7
4.1	Estados Limites Últimos.....	7
4.2	Estados Limites de Utilização	9
5	Critérios para a Verificação Estrutural.....	9
5.1	Regulamentação	9
5.2	Modelos de Cálculo	10
6	Verificação da Segurança dos Elementos de Betão Armado	13
6.1	Lajes de Piso e Lajes de Escadas	13
6.1.1	Esforços de Flexão	13
6.1.2	Esforço Transverso.....	17

6.1.3	Controlo da Deformação	17
6.1.4	Controlo da Vibração	19
6.1.5	Reforço Estrutural de Lajes.....	20
6.1.6	Dimensionamento de Lajes de Escadas (E12)	20
6.1.7	Reforço Estrutural de Lajes.....	21
6.2	Vigas	21
6.2.1	Flexão	22
6.2.2	Esforço Transverso.....	23
6.2.3	Controlo da Deformação	24
6.2.4	Reforço Estrutural de Vigas	24
6.3	Pilares.....	24
6.4	Fundações	24
6.5	Verificação da Segurança ao Fogo.....	25
6.5.1	Introdução.....	25
6.5.2	Paredes	26
6.5.3	Lajes	27
6.5.4	Vigas	27
6.5.5	Pilares.....	28
7	Verificação da Segurança dos Elementos da Estrutura Metálica	28
7.1	Verificação dos Estados Limites Últimos	28
7.1.1	Verificação da Secção à Tração	29
7.1.2	Verificação da Secção à Compressão	29
7.1.3	Verificação da Secção à Encurvadura.....	29
7.1.4	Verificação da Secção à Flexão Simples	30
7.1.5	Verificação da Secção à Encurvadura Lateral.....	30
7.1.6	Verificação da Secção à Flexão Composta com Compressão	30
7.1.7	Verificação da Secção à Flexão Desviada	31

7.1.8	Verificação da Secção à Flexão Desviada	31
7.1.9	Verificação da Secção à Flexão com Esforço Transverso	31
7.1.10	Verificação da Secção ao Esforço Transverso	31
7.2	Verificação dos Estados Limites de Serviço	32
7.2.1	Deslocamento verticais.....	32
7.2.2	Deslocamentos horizontais	32
8	Referências	33
9	Anexos.....	1
9.1	Combinações de ações	1
9.2	Modos de Vibração e Massas Participativas	2
9.3	Verificação Estrutural de Lajes de Piso e Dimensionamento de Escadas em Betão Armado ..	3
9.4	Verificação Estrutural de Vigas de Betão Armado	4
9.5	Dimensionamento dos Perfis Metálicos.....	5
9.5.1	Vigas e Escadas	2
9.5.2	Pilares.....	5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Plantas estruturais existentes do edifício da Torre Nascente	1
Figura 2 – Plantas estruturais com intervenção proposta para o CORPO 4 (Torre Nascente)	2
Figura 3 – Modelo estrutural da CORPO 4 (Torre Nascente)	11
Figura 4 – Modos de Vibração da CORPO 4 (Torre Nascente)	12
Figura 5 – Distribuição de momentos fletores e torsões nas lajes do CORPO 4 (Torre Nascente)	16
Figura 6 – Deformações absolutas nas lajes da CORPO 4 (Torre Nascente)	18
Figura 7 – Distribuição de esforços e deformações na Laje de Escadas E12	21
Figura 8 – Secções tipo das vigas de bordadura da Torre Poente	22

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Pesos específicos dos materiais	2
Tabela 2 – Peso das restantes cargas permanentes adotado na CORPO 4 (Torre Nascente)	3
Tabela 3 – Ações variáveis do CORPO 4 (Torre Nascente)	4
Tabela 4 – Peso Próprio das divisórias amovíveis	4
Tabela 5 - Parâmetros considerados para o cálculo dos espectros de resposta (NP EN 1998-1)	6
Tabela 6 – Coeficientes impulso em condições sísmicas	7
Tabela 7 – Coeficientes de Segurança	8
Tabela 8 – Coeficientes ψ adotados	9
Tabela 9 – Frequências Próprias, Períodos e Fatores de Participação Modal	11
Tabela 10 – Verificação da flecha na laje do PISO 1	19
Tabela 11 – Verificação das vibrações na laje do PISO 1	19
Tabela 12 – Resistência ao fogo padrão mínima dos elementos estruturais	25
Tabela 13 – Resistência ao fogo padrão mínima dos elementos estruturais envolventes de locais de risco C, C+ e F	25

Tabela 14 – Resistência ao fogo padrão de paredes resistentes	26
Tabela 15 – Resistência ao fogo padrão para lajes fungiformes maciças	27
Tabela 16 – Resistência ao fogo padrão para as vigas de betão armado	28
Tabela 17 – Valores recomendados para os limites dos deslocamentos verticais	32

1 INTRODUÇÃO

Refere-se a presente Nota de Cálculo ao projeto de Estabilidade e Verificação Estrutural relativo à obra de Reabilitação e Reforço do Piso 0 e Piso 1 da **CORPO 4 (Torre Nascente)** do edifício do Topo Norte do Estádio Municipal de Leiria a construir em Arrabalde d'Aquém, freguesia e concelho de Leiria, cujo processo de licenciamento e execução foi requerido pelo Município de Leiria.

Trata-se de um edifício com 3 caves destinadas a estacionamento e 7 pisos acima do solo destinados no futuro a repartição de finanças, com os Piso 0 e 1 afetos ao presente projeto, pisos esses destinados a um ginásio. O edifício apresenta uma estrutura fungiforme, com bandas sobre os pilares, com um núcleo central de escadas e elevadores, e vigas de bordadura. Na Figura 1 é ilustrada uma planta tipo com a solução estrutural existente.

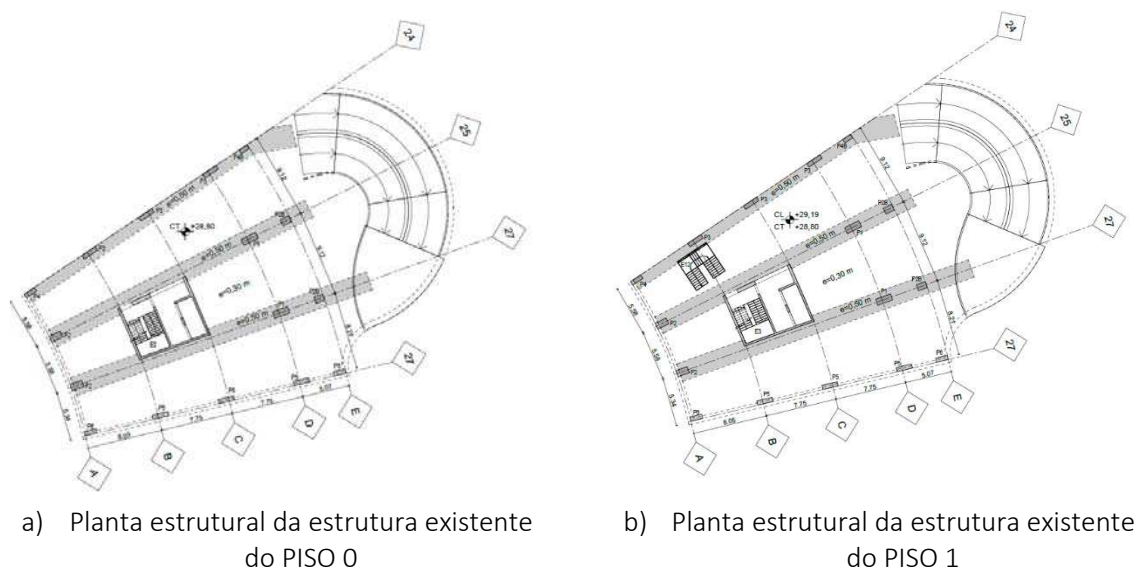
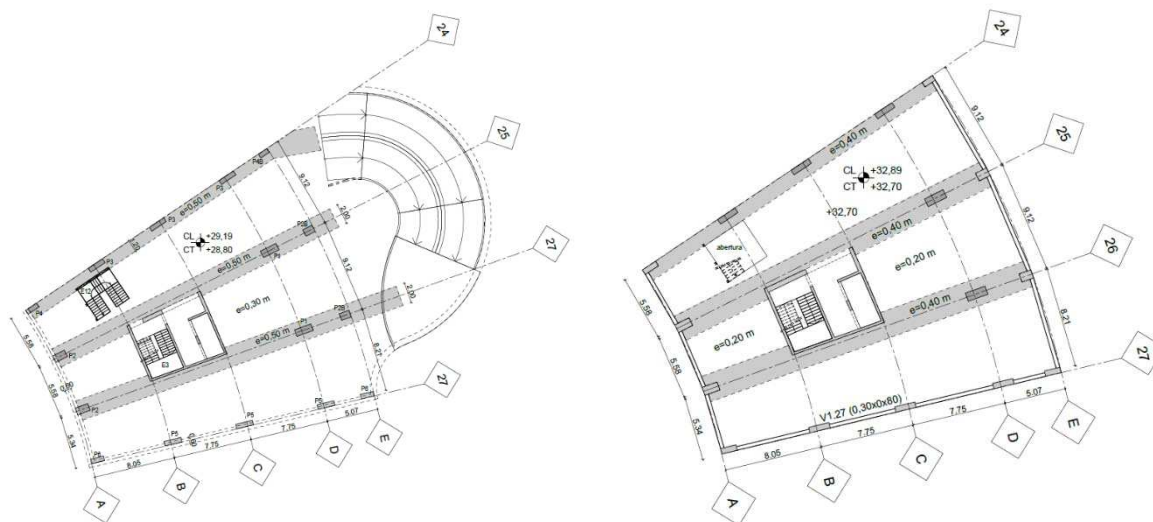


Figura 1 – Plantas estruturais existentes do edifício da Torre Nascente

2 INTERVENÇÃO ESTRUTURAL PROPOSTA

Para o projeto em análise as alterações estruturais são muito reduzidas contemplando apenas a execução de uma escada em betão armado (escada E12) com arranque ao nível do Piso 0 (cota 28,75) assente em estrutura metálica e nos pisos existentes, e uma abertura na laje do Piso 1 (cota 32,70) para receber essas escadas. Estas intervenções não alteram o comportamento global do edifício.



a) Planta estrutural proposta - PISO 0

b) Planta estrutural proposta - PISO 1

Figura 2 – Plantas estruturais com intervenção proposta para o CORPO 4 (Torre Nascente)

3 AÇÕES

A quantificação de ações foi efetuada de acordo com as normas portuguesas e europeias nomeadamente: NP EN 1991-1-1:2009; NP EN 1991-1-4:2010; NP EN 1991-1-5:2009; NP EN 1997-1:2010; NP EN 1998-1:2010; e NP EN 1998-5:2010.

3.1 AÇÕES PERMANENTES

3.1.1 PESOS PRÓPRIOS

O peso próprio dos elementos estruturais foi calculado com base nas suas características geométricas e nos seus pesos volúmicos e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Pesos específicos dos materiais

Material	Peso Específico [kN/m³]
Betão Armado	25,00
Betão Celular	6,00
Batão leve	12,00
Aço	78,00
Terras (saturado)	20,00
Terras (submerso)	10,00
Água	10,00

3.1.2 RESTANTES AÇÕES PERMANENTES

As restantes cargas permanentes incluem os revestimentos de pisos e tetos, as paredes exteriores e equipamentos fixos. Os revestimentos foram quantificados com base nos pormenores fornecidos no projeto de arquitetura. Os valores apurados para estas ações são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Peso das restantes cargas permanentes adotado na CORPO 4 (Torre Nascente)

Zona	Descrição	Peso (kN/m²)
Piso 0 a 1	Paredes exteriores: fachada envidraçada	0,50
	Paredes exteriores em alvenaria	2,70
	Paredes interiores em alvenaria	1,55
	Revestimento de piso	1,20

3.1.3 AÇÃO ESTÁTICA DAS TERRAS

Na determinação da ação estática da terra foram considerados coeficientes de impulso de terras em repouso, considerando uma estrutura de contenção com deslocamentos condicionados, calculado pela teoria de Rankine de acordo com a seguinte expressão:

$$K_0 = (1 - \sin\phi') \cdot (1 + \sin\beta) \quad (1)$$

em que:

ϕ' – ângulo de atrito interno (em termos de tensões efetivas);

β - inclinação do terrapleno.

Para a determinação do coeficiente de impulso em repouso foi considerado um ângulo de atrito interno de 30° e um terrapleno horizontal.

A pressão das terras e da água foi calculada de acordo com as seguintes expressões:

$$\sigma_h = K_0 \cdot \gamma_{sat} \cdot H \text{ Terras acima do nível freático} \quad (2)$$

$$\sigma_h = K_0 \cdot \gamma' \cdot H \text{ Terras abaixo do nível freático} \quad (3)$$

$$\sigma_{hw} = \gamma_w \cdot h_w \text{ pressão da água} \quad (4)$$

em que:

γ_{sat} - peso volúmico do solo saturado;

γ' - peso volúmico do solo submerso;

γ_w - peso volúmico da água;

H - altura da estrutura de contenção acima da base de escavação;

h_w - altura da água

3.2 AÇÕES VARIÁVEIS

3.2.1 SOBRECARGAS DE UTILIZAÇÃO

A definição das ações variáveis teve em conta a utilização da estrutura, a sua geometria e a localização da estrutura no território Nacional. A sua quantificação foi efetuada com base no estabelecido na norma NP EN 1991 -1 -1:2009. Na Tabela 3 são apresentados os valores das sobrecargas considerados.

Tabela 3 – Ações variáveis do CORPO 4 (Torre Nascente)

Piso	Categoria	Utilização específica	Valor característico da ação [kN/m²]
Piso -3 a -1	Categoria F	Estacionamento	2,50
Piso 0 e 1	Categoria C4	Ginásio	5,00
	-	Escadas	5,00

O peso próprio das paredes divisórias amovíveis, foi considerado como uma carga uniformemente distribuída adicionada às sobrecargas dos pavimentos de acordo com a clausula 6.3.1.2 (7) da NP EN 1991-1:2009 nos pisos em que estas paredes são utilizadas.

Tabela 4 – Peso Próprio das divisórias amovíveis

Zona	Descrição	Peso
Torre Poente	Paredes divisórias amovíveis	0,80 kN/m²

Além destas sobrecargas foi considerada uma sobrecarga uniformemente distribuída, de valor igual a 5 kN/m², a atuar nos arruamentos adjacentes.

3.2.2 AÇÃO VARIÁVEL DO VENTO

Os efeitos da ação do vento não foram considerados para a verificação estrutural da Torre Nascente.

3.2.3 TEMPERATURA

Tal como no projeto inicial não foram consideradas as ações térmicas para a estrutura de betão.

Para as novas estruturas metálicas as ações térmicas foram quantificadas segundo a norma NP EN 1991-5:2009, tendo em conta a localização do edifício, os materiais utilizados, exposição destes elementos e pormenorização estrutural (juntas de dilatação).

A variação uniforme de temperatura é dada por:

$$\Delta T_U = T - T_0 \text{ onde } T = T_{med}; T_0 = T_{ini}, \text{ sendo } T = (T_{in} + T_{out}) / 2 \quad (5)$$

Contudo, como os elementos em estrutura metálica estão em ambiente exclusivamente interior, considera-se que $T = T_{in}$.

Os valores de T_{in} diferem consoante se trate de inverno ou de verão. Assim, os valores de T_{in} são:

- Inverno: 18°C;
- Verão: 25°C.

O valor de T_0 , temperatura inicial de um elemento estrutural, é 15°C.

Assim, os valores da variação uniforme a considerar nos elementos estruturais metálicos são:

- Inverno: $18 - 15 = 3^\circ\text{C}$;
- Verão: $25 - 15 = 10^\circ\text{C}$.

3.2.4 RETRAÇÃO

Para a verificação da segurança estrutural esta ação não foi considerada por se tratar de um edifício existente construído em 2003.

3.2.5 SISMO

3.2.5.1 AÇÃO SÍSMICA

A ação sísmica foi considerada de acordo com o disposto na norma portuguesa Eurocódigo 8, Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios.

O edifício localiza-se no concelho de Leiria pertencendo à zona sísmica 1.5 para um sismo do tipo 1 e na zona 2.4 para um sismo do tipo 2 respetivamente sismos de magnitude elevada a uma maior distância focal e sismos de magnitude moderada e pequena distância focal sendo ambas as hipóteses tidas em conta no dimensionamento. Foi considerado que as fundações assentam num solo do tipo B, uma classe de importância III e um coeficiente de amortecimento de 5% para estruturas de betão armado.

O comportamento não linear das secções de betão armado foi tido em conta com a adoção de um coeficiente de comportamento. Tratando-se de um edifício corrente, adotou-se para as direções horizontais um coeficiente de comportamento de 2.0 (ductilidade normal).

Consideram-se ambas as hipóteses de Ação Sísmica: Ação Sísmica Tipo 1 e Ação Sísmica Tipo 2.

Considerou-se igualmente a redução da rigidez dos elementos de betão armado em 50 % através da redução para metade do módulo de elasticidade.

Os dados que serviram de base à quantificação da ação do sismo são os indicados na Tabela 5.

Na determinação das forças incidentes na estrutura, resultantes da Ação Sísmica, foi realizada uma Análise Dinâmica por espectro de resposta baseado no princípio da sobreposição modal (método Combinação Quadrática Completa) tendo-se considerado a ação horizontal e vertical do sismo. Foram consideradas as três combinações seguintes para o cálculo dos esforços:

$$E_{Edx} "+" 0,30E_{Edy} "+" 0,30E_{Edz} \quad (6)$$

$$0,30E_{Edx} "+" E_{Edy} "+" 0,30E_{Edz} \quad (7)$$

$$0,30E_{Edx} "+" 0,30E_{Edy} "+" E_{Edz} \quad (8)$$

em que:

E_{Edx} – esforços de cálculo devidos à aplicação da ação sísmica segundo o eixo horizontal X;

E_{Edy} – esforços de cálculo devidos à aplicação da ação sísmica segundo o eixo horizontal Y;

E_{Edz} – esforços de cálculo devidos à aplicação da componente vertical da ação sísmica de cálculo.

Tabela 5 - Parâmetros considerados para o cálculo dos espectros de resposta (NP EN 1998-1)

Localidade	Leiria
Tipo de Terreno	B
Classe de Importância	III
Coefficiente de comportamento [q]	2
Coefficiente de amortecimento [ξ]	5 %

		Sismo Tipo 1	Sismo Tipo 2
Zona Sísmica		1.5	2.4
Coefficiente de Importância	γ_I	1.45	1.25
Aceleração máxima na base	a_{gR}	0.60 m/s ²	1.10 m/s ²
Aceleração à superfície do terreno	a_g	0.87 m/s ²	1.38 m/s ²
Aceleração à superfície do terreno na direção vertical	a_{vg}	0.65 m/s ²	1.31 m/s ²
Coefficiente de correção do amortecimento	η	1.00	
Componente horizontal	T_B	0.10	0.10
	T_C	0.60	0.25
	T_D	2.00	2.00
	S	1.35	1.31
Componente vertical	T_B	0.05	
	T_C	0.25	0.15
	T_D	1.00	
	S	1.00	

3.2.5.2 ACRÉSCIMO DE IMPULSO SÍSMICO

O acréscimo de impulso sísmico foi calculado com base nas prescrições do Eurocódigo 8- parte 5. A Tabela 6 apresenta os parâmetros adotados e a os valores obtidos dos coeficientes de impulso em condições sísmicas para cada um dos tipos de ação sísmica.

Tabela 6 – Coeficientes impulso em condições sísmicas

CÁLCULO DO ACRÉSCIMO DE IMPULSO SÍSMICO (Mononobe-Okabe)												
Peso volúmico do solo										$\gamma =$	20.0	[kN/m³]
Ângulo de atrito do solo										$\varnothing' =$	30.0	[°]
Ângulo de atrito solo-paramento										$\delta =$	0.0	[°]
Ângulo do paramento do muro com a vertical										$\lambda =$	0.0	[°]
Ângulo do terrapleno inclinado com a horizontal										$\beta =$	0.0	[°]
Altura do paramento										$h =$	3.3	[m]
Sismo	a_g [m/s²]	g [m/s²]	α	r	S	a_{vg}/a_g	k_h	k_v	θ	K_a	K_{as}	ΔK_{as}
Tipo 1	0.87	9.81	0.089	1.0	1.35	0.75	0.12	0.06	6.45	0.333	0.406	0.097
									7.26		0.416	0.058
Tipo 2	1.38		0.140		1.31	0.95	0.18	0.09	9.52		0.447	0.154

3.2.6 NOTAS FINAIS

A utilização prevista no projeto de arquitetura para o CORPO 4 (Torre Nascente) não agrava na sua generalidade os valores das ações consideradas no projeto inicial. Os valores adotados para as restantes cargas permanentes consideradas neste projeto para os pisos 0 e 1 são inferiores. De igual modo, e atendendo às categorias de utilização os valores das sobrecargas consideradas para os pisos 0 e 1 são 1 kN/m² superiores comparativamente às consideradas no projeto inicial.

4 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações utilizadas, foram as necessárias para verificar os Estados Limites Últimos (ELU) e os Estados Limites de Utilização (ELS) de acordo com as prescrições da NP EN 1990:2009.

4.1 ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

- Combinação de ações para situações de projeto persistentes ou transitórias (combinações fundamentais):

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (9)$$

- Combinação de ações para situações de projeto sísmicas

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (10)$$

- Combinação de ações para situações de projeto acidentais

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A + (\psi_{1,1} \text{ ou } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (11)$$

em que:

$\gamma_{G,j}$ – Coeficiente parcial relativo à ação permanente j ;

$G_{k,j}$ – Valor característico da ação permanente j ;

$\gamma_{Q,1}$ – Coeficiente parcial relativo à ação variável de base;

$Q_{k,1}$ – Valor característico da ação variável de base da combinação 1;

$\gamma_{Q,i}$ – Coeficiente parcial relativo à ação variável i ;

$\psi_{0,i}$ – Coeficiente para a determinação do valor de combinação de uma ação variável i ;

$Q_{k,i}$ – Valor característico da ação variável acompanhante i ;

A_{Ed} – Valor de cálculo de uma ação sísmica;

A – Valor de cálculo da ação de acidente (Fogo);

P – Valor representativo de uma ação de pré-esforço;

$\psi_{1,i}$ – Coeficiente para a determinação do valor frequente de uma ação variável i .

$\psi_{2,i}$ – Coeficiente para a determinação do valor quase-permanente de uma ação variável i .

Foram consideradas as hipóteses de carregamento mais desfavoráveis, para se obter os esforços para verificação da segurança aos Estados Limites Últimos que se encontram indicados na nota de cálculo.

Os coeficientes de segurança γ_{Gi} e γ_{Qi} considerados, respetivamente, para ações permanentes e ações variáveis, consoante a sua atuação seja favorável ou desfavorável são os indicados na Tabela 7.

Tabela 7 – Coeficientes de Segurança

Ações	Desfavoráveis	Favorável
Peso próprio dos materiais	1,35	1,00
Restantes cargas permanentes	1,35	1,00
Pré-esforço	1,10	0,90
Variáveis	1,50	0,00
Sismo	1,00	1,00
Acidentais	1,00	1,00

Os valores adotados para os coeficientes para a determinação do valor de combinação (ψ_0), do valor frequente (ψ_1) e quase permanente (ψ_2) de uma ação variável são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Coeficientes ψ adotados

Ação	Descrição	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecargas				
Categoria C	Zonas de reunião de pessoas	0,7	0,7	0,6
Categoria F	Zonas de tráfego	0,7	0,7	0,6

4.2 ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO

As combinações a considerar para os Estados Limites de Utilização são as seguintes.

- Combinação de ações quase-permanente:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (12)$$

- Combinação frequente:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (13)$$

- Combinação de ações característica:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (14)$$

em que:

$G_{k,j}$ – Valor característico da ação permanente j ;

$Q_{k,1}$ – Valor característico da ação variável de base da combinação 1;

$Q_{k,i}$ – Valor característico da ação variável acompanhante i ;

P – Valor representativo de uma ação de pré-esforço;

$\psi_{0,i}$ – Coeficiente para a determinação do valor de combinação de uma ação variável i ;

$\psi_{1,i}$ – Coeficiente para a determinação do valor frequente de uma ação variável i ;

$\psi_{2,i}$ – Coeficiente para a determinação do valor quase-permanente de uma ação variável i .

5 CRITÉRIOS PARA A VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

5.1 REGULAMENTAÇÃO

A verificação da segurança dos elementos estruturais obedeceu na sua generalidade aos princípios e requisitos de segurança e de utilização da estrutura de acordo com as bases para o seu projeto e verificação da segurança definidos nos seguintes Eurocódigos:

- NP EN 1990:2009, Eurocódigo — Bases para o projeto de estruturas;

- NP EN 1991 -1 -1:2009, Eurocódigo 1 — Ações em estruturas — Parte 1 -1: Ações gerais — Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios;
- NP EN 1991 -1 -2:2010, Eurocódigo 1 — Ações em estruturas — Parte 1 -2: Ações gerais — Ações em estruturas expostas ao fogo;
- NP EN 1991 -1 -3:2009, Eurocódigo 1 — Ações em estruturas — Parte 1 -3: Ações gerais — Ações da neve;
- NP EN 1991 -1 -4:2010, Eurocódigo 1 — Ações em estruturas — Parte 1 -4: Ações gerais — Ações do vento;
- NP EN 1991 -1 -5:2009, Eurocódigo 1 — Ações em estruturas — Parte 1 -5: Ações gerais — Ações térmicas;
- NP EN 1997 -1:2010, Eurocódigo 7 — Projeto geotécnico — Parte 1: Regras gerais;
- NP EN 1998 -1:2010, Eurocódigo 8 — Projeto de estruturas para resistência aos sismos — Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios;
- NP EN 1998 -5:2010, Eurocódigo 8 — Projeto de estruturas para resistência aos sismos — Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos.

Em relação ao Betão Armado foram considerados os princípios definidos, no Eurocódigo 2:

- NP EN 1992-1-1:2010, Eurocódigo 2: Projecto de estruturas de betão, Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios;
- NP EN 1992-1-2:2010, Eurocódigo 2: Projecto de estruturas de betão, Parte 1-2: Regras Gerais. Verificação da resistência ao fogo.

Em relação às estruturas Metálicas foram considerados os princípios definidos no Eurocódigo 3:

- NP EN 1993-1-1:2010, Eurocódigo 3: Projeto de estruturas de aço. Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios;
- NP EN 1993 -1 -2:2010, Eurocódigo 3 — Projeto de estruturas de aço — Parte 1 -2: Regras gerais — Verificação da resistência ao fogo;
- NP EN 1993-1-8:2010, Eurocódigo 3: Projecto de estruturas de aço. Parte 1-8: Projecto de Ligações.

5.2 MODELOS DE CÁLCULO

Foi considerado um modelo de análise tridimensional tendo-se obtido os esforços através de um programa de elementos finitos (Robot Structural Analysis Professional, licença nº 570-52067258).

A determinação dos esforços atuantes teve em conta as condições de equilíbrio e a compatibilidade de deformações. O desempenho da estrutura e a sua análise foi realizado com base num modelo numérico

constituído por elementos de barra, no caso de vigas, e por elementos finitos no caso das lajes e paredes de contenção. A geometria da malha de elementos finitos foi definida com base na distribuição de esforços limitando a sua máxima dimensão a 1/8 do vão, tendo-se adotado malhas com máxima dimensão iguais ou inferiores a 1,0 m, com refinamentos nas zonas dos capiteis.

Nas fundações foram considerados apoios simples nos pilares e paredes resistentes e encastramento na parede de contenção (parede moldada) considerando uma ficha superior a 3 vezes a sua largura.

Considerou-se igualmente que a estrutura está bloqueada na direção circunferencial ao nível dos pisos enterrados.

Os efeitos produzidos pelas ações nos elementos estruturais, considerando os vários cenários de carregamento, foram quantificados admitindo um comportamento elástico linear nos materiais envolvidos e no caso da análise sísmica foi tido em conta o comportamento não linear dos materiais tendo-se adotado um coeficiente de comportamento igual a 2.

Na Figura 3 exemplifica-se o modelo estrutural considerado para a determinação dos esforços e avaliação estrutural do edifício.

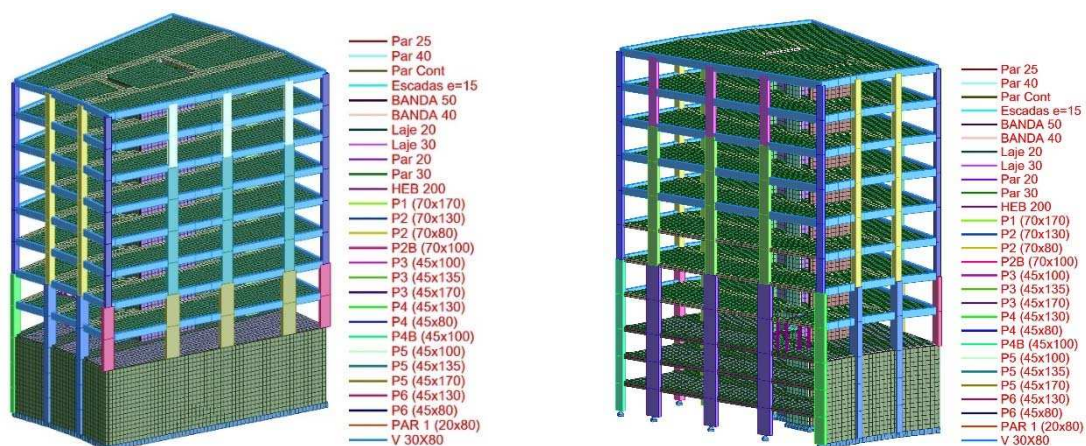


Figura 3 – Modelo estrutural da CORPO 4 (Torre Nascente)

Os valores das frequências próprias (considerando metade da rigidez dos elementos estruturais de betão armado) correspondentes aos três primeiros modos de vibração em cada uma das direções e os fatores de participação modal obtidos são os indicados na Tabela 9.

Tabela 9 – Frequências Próprias, Períodos e Fatores de Participação Modal

CORPO	Modo de Vibração	Frequência f [Hz]	Período T (s)	Fatores de Participação Modal (%)					
				% acumulada			% do respetivo modo		
				X-X	Y-Y	Z-Z	X-X	Y-Y	Z-Z
CORPO 4	1	0.73	1.37	31.64	9.38	0.00	31.64	9.38	0.00
	2	0.87	1.15	51.65	42.27	0.01	20.01	32.89	0.01
	7	4.51	0.22	70.72	70.68	18.24	0.15	0.00	18.08

Na Figura 4 são ilustrados os 3 primeiros modos de vibração resultantes da análise modal efetuada.

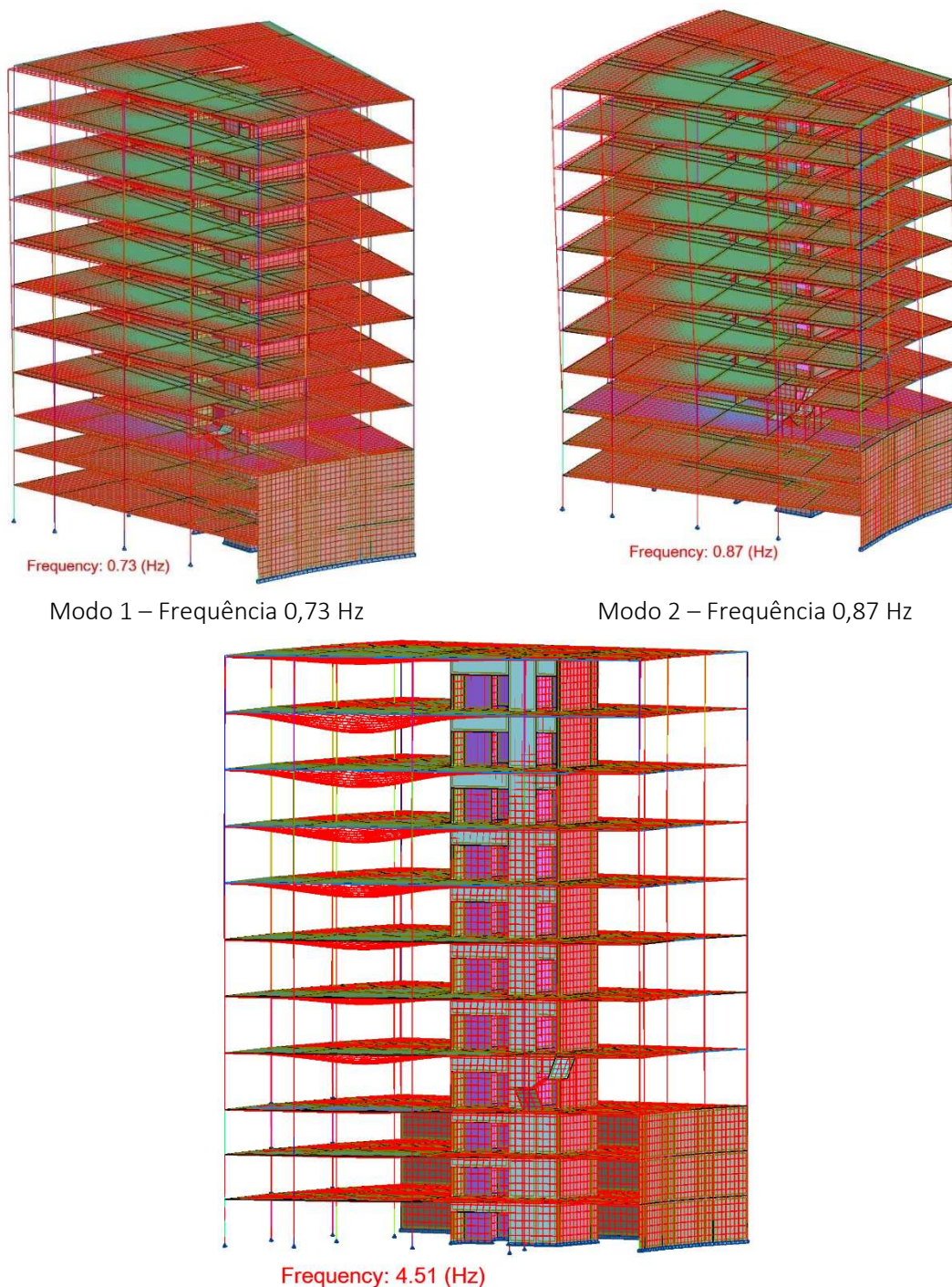


Figura 4 – Modos de Vibração da CORPO 4 (Torre Nascente)

Os primeiros modos de vibração são predominantemente modos de translação na direção X e Y respetivamente. No Anexo 9.2 são apresentados os resultados dos modos de vibração.

6 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DOS ELEMENTOS DE BETÃO ARMADO

A verificação da segurança dos elementos estruturais obedeceu na sua generalidade aos princípios e requisitos de segurança e de utilização definidos no Eurocódigo 2 - Projecto de estruturas de betão, Parte 1-1 e Parte 1-2 (Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios; Parte 1-2: Regras Gerais. Verificação da resistência ao fogo)

A verificação da segurança estrutural, e o dimensionamento das armaduras dos novos elementos de betão armado, foi realizada em relação aos Estados Limites Últimos (Resistência e de Encurvadura) e aos Estados Limites de Utilização (Deformação, Fendilhação e Vibração).

Os esforços foram obtidos com recurso a um programa de cálculo automático (Robot Structural Analysis Professional). Foram consideradas as combinações regulamentares para as situações de carga mais desfavoráveis.

6.1 LAJES DE PISO E LAJES DE ESCADAS

A verificação da segurança das lajes foi realizada com base nos esforços de cálculos obtidos no modelo numérico, nos desenhos de pormenor de lajes e na distribuição de armaduras adotadas que constam do projeto inicial da autoria da PROENGEL.

6.1.1 ESFORÇOS DE FLEXÃO

A verificação da segurança ao Estado Limite Último de Flexão das lajes de escadas e de piso, foi realizada com a seguinte condição:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (15)$$

em que:

M_{Ed} - Valor de cálculo do momento atuante;

M_{Rd} - valor de cálculo do momento resistente.

A determinação da capacidade resistente das secções das lajes à flexão baseou-se nas seguintes hipóteses:

- As secções mantêm-se planas após deformação;
- Aderência perfeita entre o aço e o betão envolvente;
- O betão tem uma resistência nula à tração;
- Para o betão comprimido a utilização do diagrama parábola-retângulo;

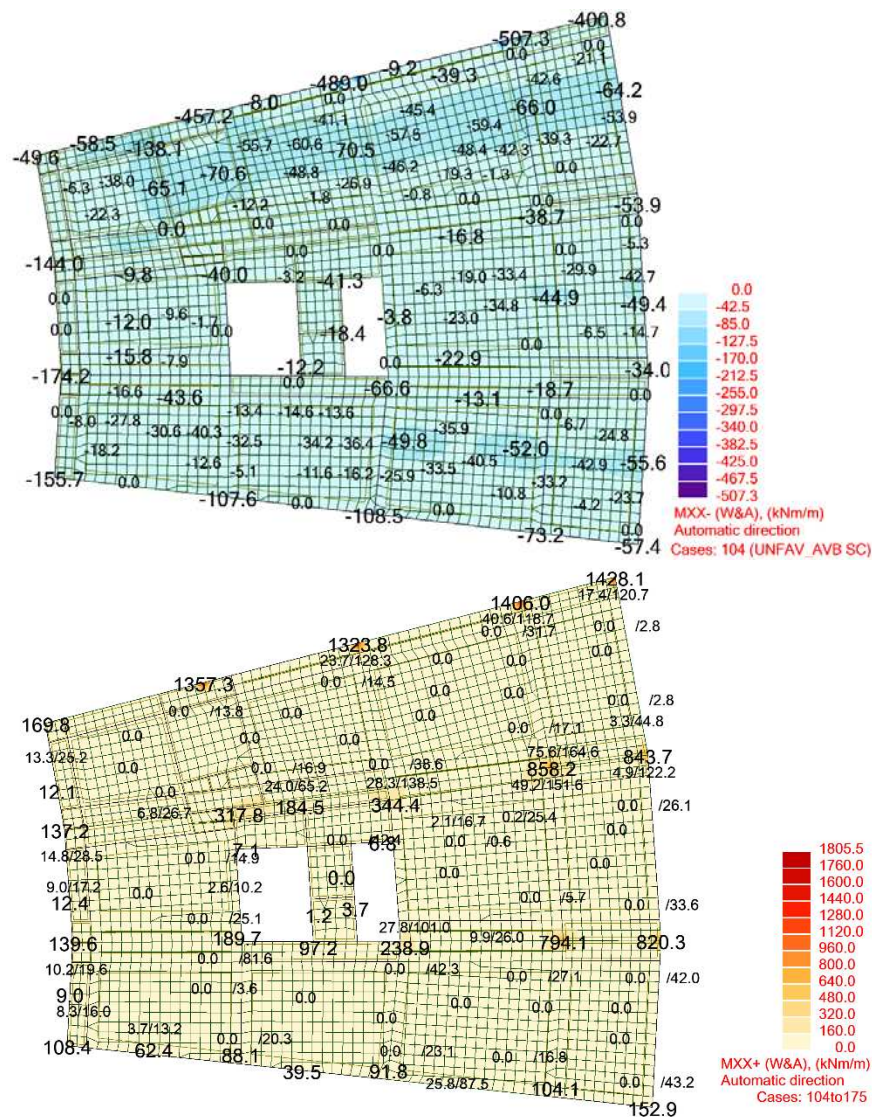
- Para o aço a utilização de um diagrama bilinear sem endurecimento, diagrama elasto-plástico perfeito.

Considerou-se para os momentos de dimensionamento, os momentos em cada uma das direções acrescidos do momento torsor (em módulo) de acordo com as seguintes expressões:

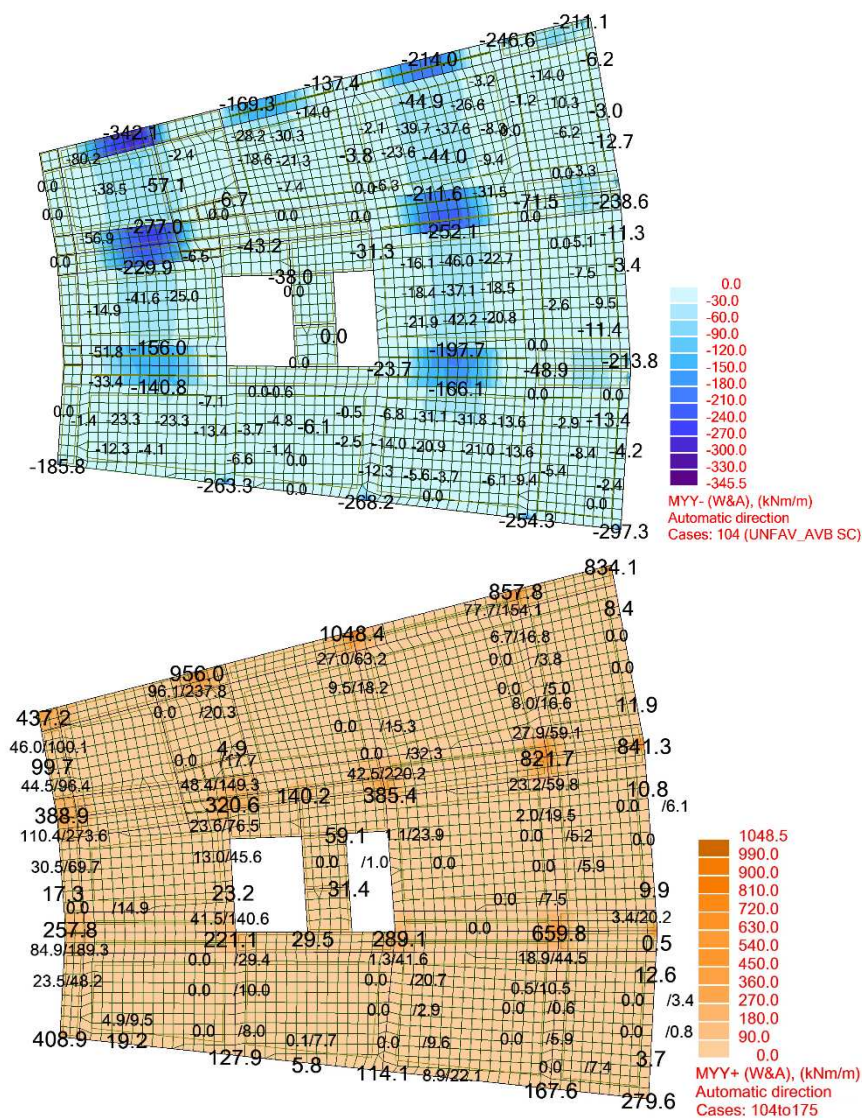
$$\begin{cases} m_{Ed, \text{fletor}} = m_{Ed} + |m_{Ed, \text{torsor}}| & \text{para } m_{E, XY} \geq 0 \\ m_{Ed, \text{fletor}} = m_{Ed} - |m_{Ed, \text{torsor}}| & \text{para } m_{E, XY} \leq 0 \end{cases} \quad (16)$$

Tratando-se de lajes betonadas monoliticamente com os apoios, os momentos de cálculo para a verificação das seções foram obtidos à face do pilar, de acordo com as prescrições do Eurocódigo 2.

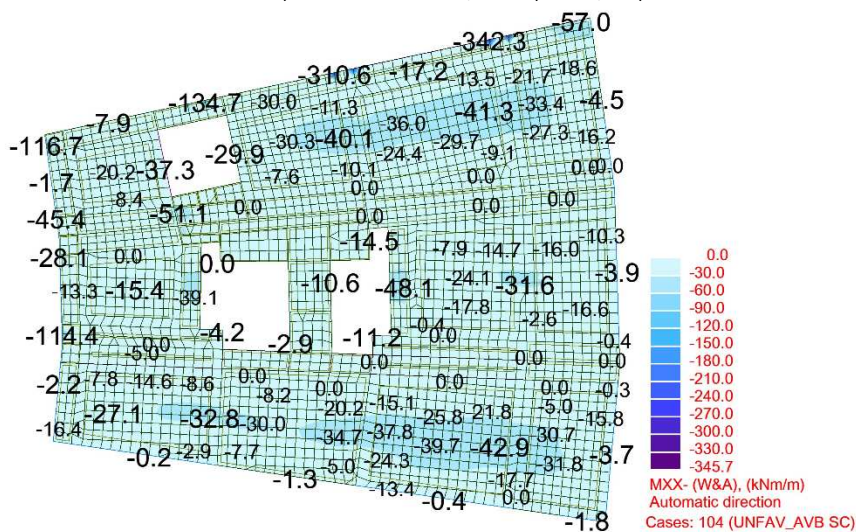
Nas figuras seguintes são apresentados a distribuição dos momentos fletores e torsores obtidos, nas lajes do Piso 0 e Piso 1.

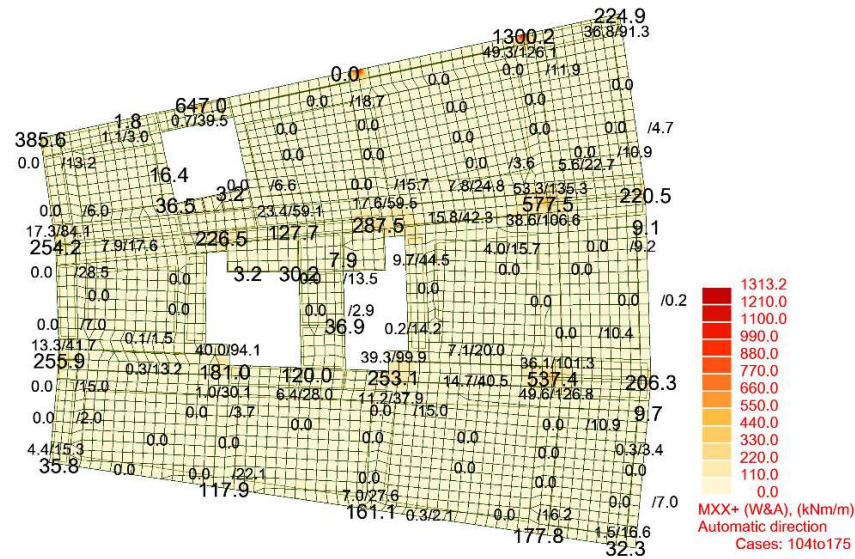


a) PISO 0 - MEd,XX + |MED,XY|

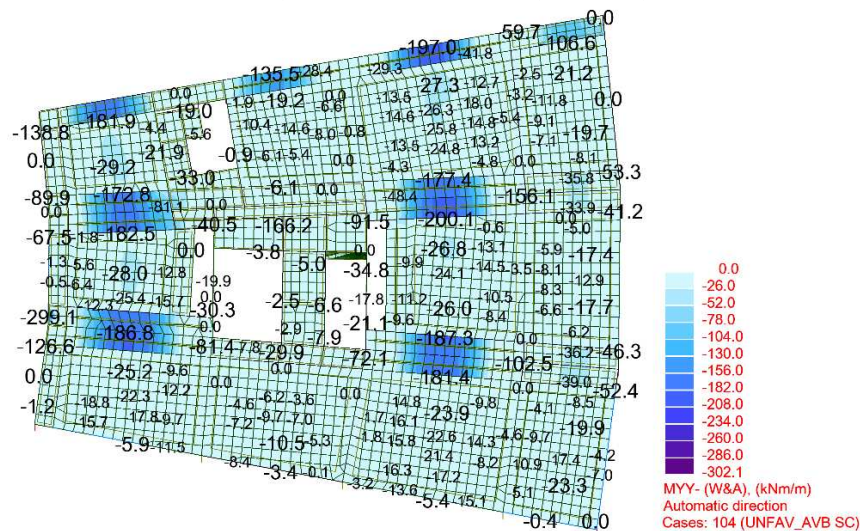


b) PISO 0 - MEd,YY + |MEd,XY|





c) PISO 1 - MED,XX + |MED,XY|



d) PISO 1 - MED,YY + |MED,XY|

Figura 5 – Distribuição de momentos fletores e torsões nas lajes do CORPO 4 (Torre Nascente)

Os cálculos efetuados encontram-se no Anexo 9.3.

6.1.2 ESFORÇO TRANSVERSO

A verificação da segurança ao Estado Limite Último de Esforço Transverso das lajes de escadas e de piso, foi realizada com a seguinte condição:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad (17)$$

em que:

V_{Ed} - valor de cálculo do esforço transverso atuante;

$V_{Rd,c}$ - valor de cálculo do esforço transverso resistente sem armadura específica.

A verificação da segurança foi efetuada considerando elementos sem armadura de esforço transverso de acordo com as seguintes expressões:

$$V_{Ed} \leq \max \begin{cases} V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \\ V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \end{cases} \quad (18)$$

em que:

$C_{Rd,c}=0.12$; $k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2.0$ com d em mm; $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$

$\rho_l = A_{sl} / (b_w d) \leq 0,02$ percentagem de armadura de tração na direção considerada;

A_{sl} área da armadura de tração prolongada de um comprimento $\geq (l_{bd}+d)$ para além da secção em análise;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$ valores das tensões normais no betão;

N_{Ed} esforço normal na secção devido às ações aplicadas ou ao pré-esforço

f_{ck} – valor característico da tensão de rotura à compressão do betão;

b_w menor dimensão da secção transversal;

d altura útil da secção

Os cálculos efetuados encontram-se no Anexo 9.3.

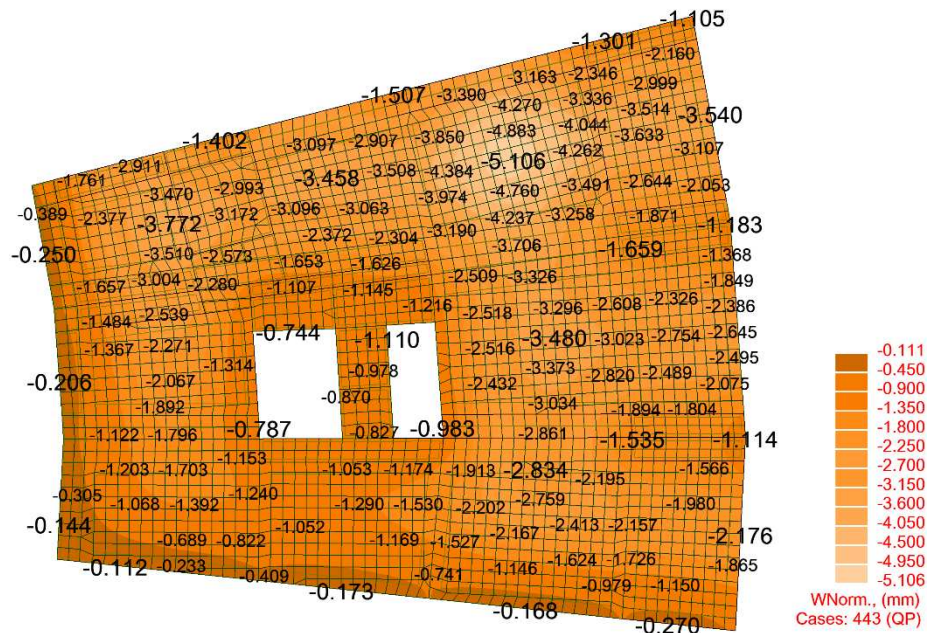
6.1.3 CONTROLO DA DEFORMAÇÃO

A alteração de uso proposta no projeto de arquitetura altera as condições de serviço do Piso 0 e Piso 1.

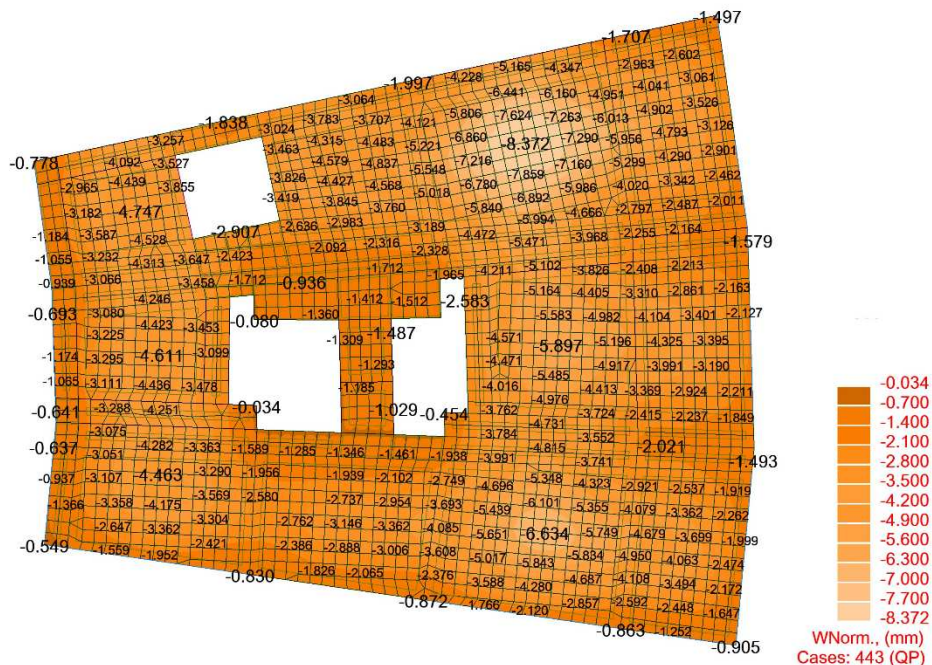
O controlo das flechas a longo prazo foi realizado de uma forma simplificada considerando o efeito da fluência $\delta_{\infty} \leq \delta_{elastico} (1 + \varphi)$. Foi considerado um coeficiente de fluência de 2.5.

Para as flechas que ocorram após a alteração de uso do edifício considerou-se um limite da deformação $\delta_{\infty} \leq L / 500$ para ações quase-permanentes.

Na Figura 6 é ilustrado o mapa dos valores das deformações máximas absolutas nas lajes de cada um dos corpos do edifício.



a) PISO 0



b) PISO 1

Figura 6 – Deformações absolutas nas lajes da CORPO 4 (Torre Nascente)

O deslocamento elástico máximo absoluto verifica-se no painel de laje do Piso 1 entre os alinhamentos C e D e os alinhamentos 24 e 25 e tem um valor de 8,374 mm. O deslocamento elástico relativo, considerando a deformação dos apoios, é de 2,964 mm.

Tabela 10 – Verificação da flecha na laje do PISO 1

PISO	Painel		$\delta_{c,abs.}$	$\delta_{c,abs.}$	δ_{∞}	$L_{menor}/500$	Verificação
	L_{menor} (m)	L_{maior} (m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
1	7,75	8,00	8,374	2,964	10,370	15,500	OK

Os valores estimados da flecha a longo prazo para a laje do piso 1 da CORPO 4 (Torre Nascente) encontram-se dentro dos limites regulamentares.

6.1.4 CONTROLO DA VIBRAÇÃO

Está previsto no projeto de arquitetura um espaço destinado a um ginásio com a utilização do piso 0 (cota 28,75) e do piso 1 (cota 32.70). A estimativa inicial da frequência natural do pavimento foi obtida considerando a deformação devida ao peso próprio (e restantes cargas permanentes) através da seguinte expressão (ref. Projeto HIVOSS):

$$f \geq \frac{18}{\sqrt{\delta_{m\acute{a}x}(mm)}} \quad (19)$$

em que:

$\delta_{m\acute{a}x}$ – deslocamento máximo devido ao peso próprio, em mm.

tendo-se obtido para o piso 1 um valor de 7.81 Hz considerando uma deformação de 4.70 mm.

Para caracterizar as vibrações neste piso adotou-se o valor “One-step RMS” (OS-RMS₉₀), ref. Projeto HIVOSS, correspondente à vibração causada no pavimento por peões. Com base neste valor, foi classificado o pavimento e a sua adequabilidade para o uso proposto. Para o cálculo da frequência considerou-se um painel de laje simplesmente apoiado e um amortecimento de 3%. Na Tabela 11 são apresentados os valores das características modais para a verificação das vibrações.

Tabela 11 – Verificação das vibrações na laje do PISO 1

Laje		Cargas (kN/m ²)	Massa Total (kg)	Massa Modal (kg)	Frequência (Hz)	OS- RMS90 (mm/s)	Classe	Obs.
B(m)	L(m)							
7,75	8,00	7,95	49290	12323	9,02	0,12	B	Adequado

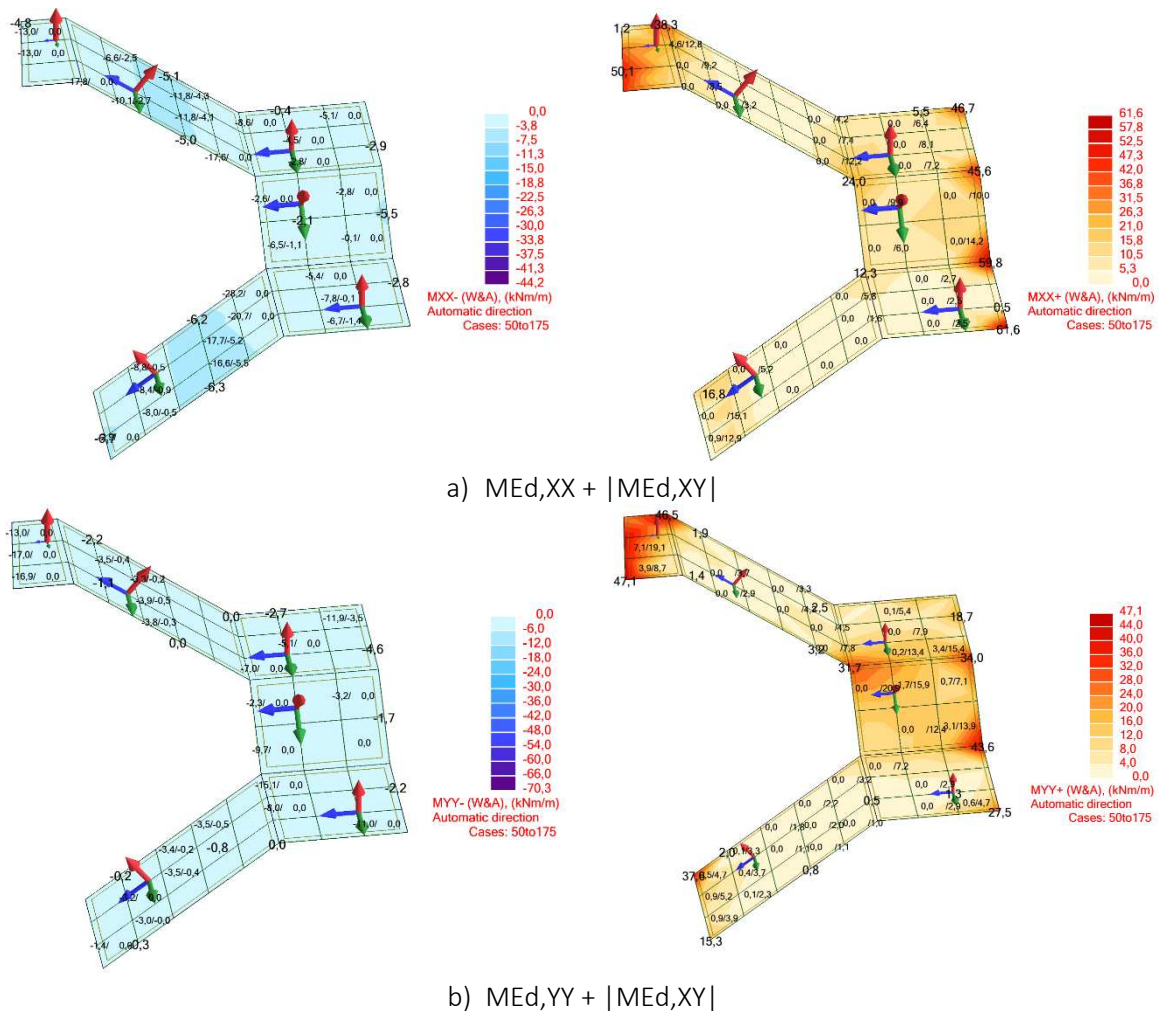
Considerou-se ser a classe B (ref. Projeto HIVOSS) aceitável para salas de dança e satisfeitos os requisitos de conforto para este pavimento.

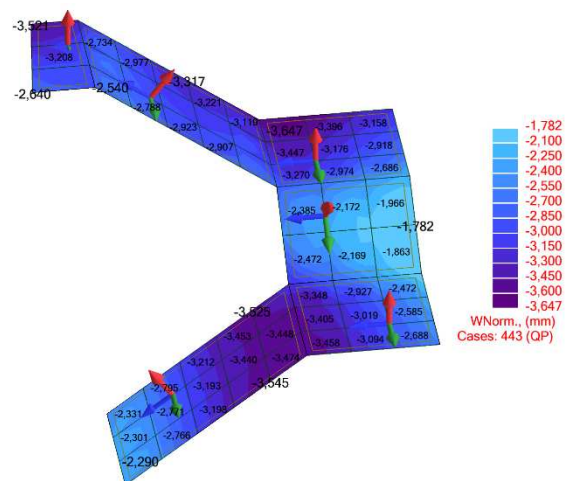
6.1.5 REFORÇO ESTRUTURAL DE LAJES

Com base na verificação estrutural efetuada não é necessário o reforço de lajes do piso 0 e 1 do CORPO 4.

6.1.6 DIMENSIONAMENTO DE LAJES DE ESCADAS (E12)

No CORPO 4 Está prevista no projeto de arquitetura um espaço destinado a um ginásio com a utilização do piso 0 (cota 28,75) e do piso 1 (cota 32.7). Para o acesso ao piso 1 será executada uma escada (E12) com uma estrutura mista, com uma laje em betão armado apoiada em perfis metálicos e nos pisos existentes. A ligação da laje aos pisos existentes será realizada com conetores metálicos conforme pormenor das peças desenhadas. Nas figuras seguintes são apresentados a distribuição dos esforços e deformações obtidos na laje de escadas.





c) Deformações

Figura 7 – Distribuição de esforços e deformações na Laje de Escadas E12

O dimensionamento das escadas E12 encontra-se no Anexo 9.3.

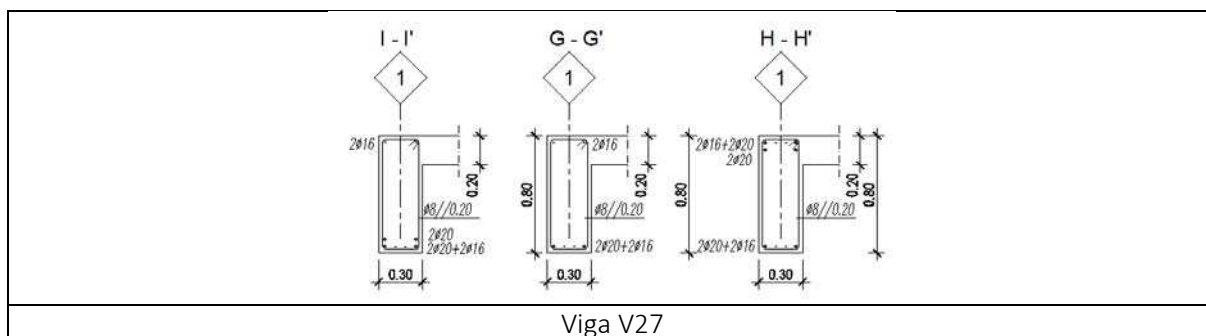
6.1.7 REFORÇO ESTRUTURAL DE LAJES

Com base na verificação estrutural efetuada não é necessário o reforço de lajes do CORPO 4.

6.2 VIGAS

A verificação das vigas foi realizada para os Estados Limites Últimos de Flexão e de Esforço Transverso com base nas prescrições do Eurocódigo 2, tendo em conta a geometria da secção, e o momento de cálculo para as situações de carregamento mais desfavoráveis. A envolvente de momentos fletores e de esforços transversos foi obtida da modelação efetuada no programa de elementos finitos para cada um dos corpos do edifício para as situações de carregamento mais desfavoráveis.

Na Figura 8 são apresentadas as secções tipo das vigas de bordadura existentes.



Viga V27

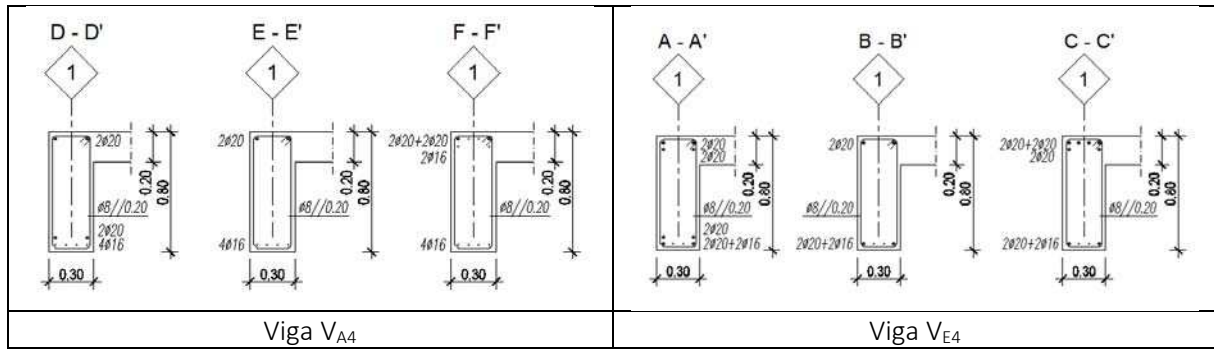


Figura 8 – Secções tipo das vigas de bordadura da Torre Poente

6.2.1 FLEXÃO

A verificação da segurança ao Estado Limite Último de Flexão das vigas, foi realizada com base na seguinte condição:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (20)$$

em que:

M_{Ed} - Valor de cálculo do momento atuante;

M_{Rd} - valor de cálculo do momento resistente.

A determinação da capacidade resistente das secções das lajes à flexão baseou-se nas seguintes hipóteses:

- As secções mantêm-se planas após deformação;
- Aderência perfeita entre o aço e o betão envolvente;
- O betão tem uma resistência nula à tração;
- Para o betão comprimido a utilização do diagrama parábola-retângulo;
- Para o aço a utilização de um diagrama bilinear sem endurecimento, diagrama elasto-plástico perfeito.

Para vigas sem rigidez de torção o Momento Fletor resistente foi determinado com base nas seguintes expressões:

$$\omega = \frac{A_{sl,F}}{b \cdot d} \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \rightarrow \begin{cases} k = 1.235\omega \\ \mu = \omega(1 - 0.514\omega) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = k \cdot d \\ M_{Rd} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \end{cases} \quad (21)$$

em que:

ω é a percentagem mecânica das armaduras;

- μ momento fletor reduzido;
- b menor dimensão da secção transversal;
- d altura útil da secção;
- A_{sl} área da armadura de tração;
- f_{yd} valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço
- f_{ck} – valor característico da tensão de rotura à compressão do betão;

Com base na formulação anterior e na envolvente de esforços, correspondentes as combinações mais desfavoráveis, foi verificada a segurança para as secções mais condicionantes considerando todas as disposições construtivas do EC2.

A verificação estrutural efetuada encontra-se no Anexo 9.4.

6.2.2 ESFORÇO TRANSVERSO

Na verificação da segurança ao Estado Limite Último de Esforço Transverso considerou-se um modelo de viga fendilhada, com base no modelo simplificado da treliça de *Morsch* adotado na NP EN 1992-1.

Nas vigas sem rigidez de torção e para elementos com armadura de esforço transverso constituída por estribos verticais, o valor resistente do esforço transverso é dado pelo menor dos seguintes valores:

$$V_{Rd} \leq \begin{cases} \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta \\ b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \tan \theta) \end{cases} \quad (22)$$

em que:

A_{sw} – área total da secção transversal das armaduras de esforço transverso;

s – espaçamento longitudinal dos estribos;

f_{ywd} – valor de cálculo da tensão de cedência das armaduras de esforço transverso.

$$v_1 = 0.6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

θ - ângulo de inclinação das escoras de betão. Neste projeto o valor adotado foi de 45º.

Com base na formulação anterior e na envolvente de esforços, correspondentes as combinações mais desfavoráveis, foi realizada a verificação da segurança para as secções mais condicionantes considerando todas as disposições construtivas do Eurocódigo 2.

A verificação estrutural efetuada encontra-se no Anexo 9.4.

6.2.3 CONTROLO DA DEFORMAÇÃO

A alteração de uso proposta no projeto de arquitetura não altera na generalidade as condições de serviço do edifício existente. Admitiu-se que as deformações a longo prazo devidas ao peso próprio da estrutura não afetam os elementos não estruturais a executar.

O controlo das flechas a longo prazo foi realizado de uma forma simplificada considerando o efeito da fluência $\delta_{\infty} \leq \delta_{elastico} (1 + \varphi)$. Foi considerado um coeficiente de fluência de 2.5.

Para as flechas que ocorram após a alteração de uso do edifício considerou-se um limite da deformação $\delta_{\infty} \leq L / 500$ para ações quase-permanentes.

6.2.4 REFORÇO ESTRUTURAL DE VIGAS

Com base na verificação estrutural efetuada não é necessário o reforço de vigas do CORPO 4.

6.3 PILARES

A utilização prevista no projeto de arquitetura para a Torre Nascente não agrava na sua generalidade os valores das ações consideradas no projeto inicial. A alteração de uso proposta para este corpo não agrava as cargas transmitidas aos pilares não sendo necessário o seu reforço.

6.4 FUNDAÇÕES

As fundações existentes na Torre Nascente são fundações superficiais, constituídas por sapatas isoladas (Sapata S1), sapatas combinadas (S9 e S12), sapatas contínuas (S3) e sapatas únicas (S15) no caso do núcleo de escadas. Todas as fundações estão implantadas à cota 19.70.

A alteração de uso proposta para este corpo não agrava as cargas transmitidas às fundações não sendo necessário o seu reforço.

6.5 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA AO FOGO

6.5.1 INTRODUÇÃO

No projeto de SCIE foram estabelecidas as Utilizações Tipo e as Categoria de Riscos associadas ao projeto em estudo, CORPO 4 (Torre Nascente), tendo sido estabelecida para a resistência ao fogo padrão mínima dos elementos estruturais os que constam na Tabela 12.

Tabela 12 – Resistência ao fogo padrão mínima dos elementos estruturais

UT	Categoria de Risco		Função do elemento estrutural
	1ª	2ª	
III, IV, VI, VII, VIII, IX	R 30	R 60	Apenas Suporte
	REI 30	REI 60	Suporte e Compartimentação

No caso das envolventes de locais de risco do tipo C, C agravado (definido no projeto de SCIE de C+) e do tipo F, os pavimentos e as paredes resistentes deverão apresentar uma classe de resistência ao fogo padrão mínima indicadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Resistência ao fogo padrão mínima dos elementos estruturais envolventes de locais de risco C, C+ e F

Elemento de construção	Local de Risco		
	C	C+	F
Pavimentos e paredes resistentes	REI 60	REI 90	REI 90

Para os elementos estruturais de betão armado será considerada uma verificação com base em medidas prescritivas e com base em métodos de cálculo simplificados de acordo com os requisitos prescritos na norma NP EN 1992-1-2, considerando os diferentes tipos de elementos, os níveis máximos dos esforços em situação de incêndio, as dimensões e recobrimentos mínimos dos elementos, a sua exposição ao fogo e as diferentes zonas da estrutura.

Para os elementos estruturais em que é possível aplicar uma abordagem prescritiva, foram verificados nos elementos existentes os requisitos das dimensões mínimas e a distância da face dos elementos exposta ao fogo ao eixo das armaduras longitudinais. No entanto, os recobrimentos mínimos das armaduras exigidos para a classe de exposição ambiental adotada no projeto inicial garantem na generalidade dos casos este requisito.

Os valores de cálculo dos esforços atuantes foram determinados com base nas combinações de ações correspondentes de acordo com o estipulado na norma NP EN 1992-1 e EN1992-1-2. Foram consideradas as hipóteses de carregamento mais desfavoráveis para se obter os esforços para Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos.

Para garantir a função de resistência destes elementos além das espessuras / larguras mínimas ($e_{\min} / b_{\min}$) foram considerados os valores mínimos da distância das faces dos elementos expostos ao fogo e o centro de gravidade das armaduras longitudinais (distância a). É igualmente necessário considerar outra variável relacionada com o nível do esforço atuante (η), que relaciona o esforço axial para situação de incêndio e o seu valor para estados limites últimos. O valor de η pode aproximadamente considerar-se igual ao valor de (μ_{fi}). Para as ações consideradas neste projeto, e para a situação mais desfavorável (pisos de escritórios) o valor de μ_{fi} calculado pela expressão (23) é igual a:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_{k,1}} = \frac{7 + 0.7 \cdot 4}{1.35 \cdot 7 + 1.5 \cdot 4} = 0.634 \quad (23)$$

Para as verificações seguintes foi considerado um valor de $\eta=0.7$ situação mais conservativa.

6.5.2 PAREDES

Estes elementos têm na estrutura uma função de suporte e compartimentação e deverão ser na generalidade da classe de resistência ao fogo REI 60 e REI 90. Apenas no Piso 0 nos núcleos de escadas E1 e E2 que dão acesso ao piso de estacionamento as paredes resistentes têm uma classe de resistência ao fogo de REI90.

Na Tabela 14 são apresentados os valores mínimos dos valores de $e_{\min} / a$ para paredes resistentes em função do nível do esforço axial atuante tendo-se considerado a parede exposta de 2 lados.

Tabela 14 – Resistência ao fogo padrão de paredes resistentes

Local	Resistência ao fogo $\eta=0.7$	NP EN 1992-1-2 $e_{\min} / a$ (mm)	Existente e / a (mm)	Obs
Paredes (Núcleo E3)	REI 60	130/10	200/30	Verifica
			250/30	Verifica
			300/30	Verifica
			400/30	Verifica
Paredes (Núcleo E3)	REI 90	140/25	200/30	Verifica
			250/30	Verifica
			300/30	Verifica
			400/30	Verifica

$e_{\min}$ - espessura mínima; a - distância das faces dos elementos expostos ao fogo e o centro de gravidade das armaduras transversais

Para a classe de resistência ao fogo requerida as paredes resistentes satisfazem os requisitos da regulamentação aplicável. O recobrimento mínimo adotado para a classe de exposição considerada, especificado no projeto inicial, é condicionante.

6.5.3 LAJES

O edifício da Torre Nascente apresenta uma estrutura fungiforme com lajes fungiformes maciças ($e=0,20\text{m}$; $e=0,25\text{m}$; $e=0,30\text{m}$), bandas ($0,40\text{m}$; $0,50\text{m}$) e vigas de bordadura.

Estes elementos têm na estrutura uma função de suporte e compartimentação e deverão ser da classe de resistência ao fogo REI 60, e no núcleo E3 na caixa de escadas do Piso 0 uma classe de resistência ao fogo REI 90.

Na Tabela 15 são apresentados os valores mínimos a adotar e os existentes para as lajes fungiformes maciças e lajes de escadas de acordo com a prescrição da NP EN 1992-1-2.

Tabela 15 – Resistência ao fogo padrão para lajes fungiformes maciças

Designação	Resistência ao fogo padrão	NP EN 1992-1-2 $e_{\min}/a$ (mm)	Existente e/a (mm)	Obs
Lajes de Piso	REI 60	180/15	200/36	Verifica
Lajes de escadas	REI 60	80/20	200/38	Verifica
	REI 90	100/30	200/38	Verifica

$e_{\min}$ - espessura mínima; a - distância das faces dos elementos expostos ao fogo e o centro de gravidade das armaduras longitudinais da camada mais inferior

Para além dos valores mínimos tabelados, e de acordo com as peças desenhadas existentes, a pormenorização de armaduras cumpre as disposições construtivas exigidas pela NP EN 1992-1-1. Neste contexto e de acordo com os desenhos de pormenor das armaduras das lajes fungiformes do projeto inicial, verifica-se que pelo menos 20% da armadura superior total em cada direção sobre os apoios intermédios, é prolongada ao longo de todo o vão na faixa sobre os pilares, cumprindo assim as disposições construtivas para a classe de resistência ao fogo igual a REI 90.

Para a classe de resistência ao fogo requerida as lajes do edifício em estudo cumprem os requisitos da regulamentação aplicável.

6.5.4 VIGAS

A Torre Nascente apresenta vigas de bordadura, de secção $0,30 \times 0,80 \text{ m}^2$, nos alinhamentos A e E (V_A e V_E) e 27 (V_{27}). Todas as vigas de betão armado existentes são vigas contínuas. Foi considerada a situação mais desfavorável em situação de incêndio que considera as vigas expostas às ações de incêndio em 3 faces.

Na Figura 8 (ver Secção 6.2) são apresentadas as secções tipo das vigas de bordadura existentes.

Na Tabela 16 são apresentados os valores mínimos da largura a respeitar para as vigas de betão armado para a resistência ao fogo padrão e a geometria existente.

Tabela 16 – Resistência ao fogo padrão para as vigas de betão armado

Viga	Resistência ao fogo padrão	Secção (m ²)	NP EN 1992-1-2 b _{min} /a (mm)	Existente b / a (mm)	Obs
Armaduras ordinárias (varões Ø16, Ø20 e Ø25)					
contínua	R 60	0,30×0,80	300/25	300/50	Verifica

b_{min} - largura mínima; a - distância das faces dos elementos expostos ao fogo e o centro de gravidade das armaduras longitudinais

De acordo com os desenhos de pormenor do projeto inicial as disposições de armaduras garantem a capacidade resistente destes elementos em situação de incêndio, nomeadamente a distância e as percentagens mínimas da armadura a dispensar sobre os apoios tendo em conta a redistribuição de esforços adotada.

Neste corpo não foi realizado a Verificação da Segurança ao Fogo das vigas através do Método da Isotérmica de 500°C. Este método foi utilizado na Verificação da Segurança ao Fogo nas vigas do CORPO 1 e verificou-se que estas apresentavam uma elevada reserva de segurança em relação a esta ação.

Tratando-se de um corpo com a mesma solução estrutural e com os elementos estruturais de geometria equivalente considera-se que para a classe de resistência ao fogo requerida as vigas deste corpo cumprem os requisitos da regulamentação aplicável.

6.5.5 PILARES

Para cada uma das secções de pilares adotadas neste projeto foram consideradas as diferentes zonas do edifício, os respetivos locais e categorias de risco.

A solução estrutural do CORPO 4, a geometria e as armaduras adotadas dos pilares são iguais às do CORPO 1. De acordo com os cálculos efetuados no CORPO 1 em todos os pilares verifica-se uma reserva de resistência superior a 50% em relação a esta ação, tendo-se assumido o mesmo para os pilares deste corpo.

7 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DOS ELEMENTOS DA ESTRUTURA METÁLICA

7.1 VERIFICAÇÃO DOS ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

Os coeficientes parciais de segurança considerados foram os seguintes:

$$\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1.0$$

7.1.1 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À TRAÇÃO

Para os elementos sujeitos à tração, o valor de cálculo do esforço de tração N_{Ed} em cada secção transversal deve satisfazer:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} \quad (24)$$

em que $N_{t,Rd}$ corresponde ao valor de cálculo de resistência à tração da secção transversal.

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (25)$$

, em que $N_{pl,Rd}$ corresponde ao valor de cálculo de resistência plástica da secção bruta.

7.1.2 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À COMPRESSÃO

Para os elementos sujeitos à compressão, o valor de cálculo do esforço de compressão N_{Ed} em cada secção transversal deve satisfazer:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd} \quad (26)$$

Em que $N_{c,Rd}$ corresponde ao valor de cálculo da resistência à compressão da secção transversal.

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (27)$$

, em que $N_{pl,Rd}$ corresponde ao valor de cálculo da resistência plástica da secção bruta.

7.1.3 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À ENCURVADURA

O valor de cálculo da resistência à curvatura de um elemento comprimido deverá ser considerado como:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot \beta_A \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \quad (28)$$

, em que $\beta_A = 1$ para as secções transversais de Classe 1, 2 ou 3.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + [\Phi^2 - \bar{\lambda}^2]^{0.5}} \leq 1 \quad (29)$$

$$\Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] \quad (30)$$

$$\bar{\lambda} = \left(\frac{\lambda}{\lambda_1} \right) \cdot \beta_A^{0.5} \quad (31)$$

$$\lambda_1 = 93.9 \times \varepsilon \quad (32)$$

, em que χ corresponde ao fator redução para o modo de encurvadura relevante.

7.1.4 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À FLEXÃO SIMPLES

Para as secções transversais de classe 1 e 2, o critério a satisfazer na ausência do esforço transversal é:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (33)$$

, em que $M_{pl,Rd}$ corresponde ao valor de cálculo do momento resistente plástico da secção bruta.

7.1.5 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À ENCURVADURA LATERAL

Foi efetuada a verificação à encurvadura lateral de vigas devendo os elementos satisfazer a seguinte condição:

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd} = \frac{\chi_{lt} \cdot \beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad (34)$$

$\beta_w = 1$ para as secções transversais de Classe 1, 2 ou 3.

$$\chi = \frac{1}{\Phi_{LT} + [\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2]^{0.5}} \leq 1 \quad (35)$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] \quad (36)$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \left[\frac{\beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}} \right]^{0.5} \quad (37)$$

7.1.6 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À FLEXÃO COMPOSTA COM COMPRESSÃO

Foi efetuada a verificação à flexão composta com compressão, devendo os elementos satisfazer as seguintes condições:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad (38)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad (39)$$

em que:

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ e $M_{z,Ed}$ são os valores de cálculo do esforço de compressão e dos momentos máximos no elemento, respetivamente, em relação aos eixos y-y e z-z;

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$ são os momentos devidos ao deslocamento do eixo neutro;

χ_y e χ_z são os coeficientes de redução devidos à encurvadura por flexão;

χ_{LT} é o coeficiente de redução devido à encurvadura por lateral;

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} são fatores de interação.

7.1.7 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À FLEXÃO DESVIADA

A verificação também foi efetuada à flexão desviada pela secção transversal em análise. Esta é dada por:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1 \quad (40)$$

7.1.8 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À FLEXÃO DESVIADA

A verificação também foi efetuada à flexão desviada pela secção transversal em análise. Esta é dada por:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{Nz,Rd}} \right]^\beta \leq 1$$

7.1.9 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO À FLEXÃO COM ESFORÇO TRANSVERSO

Quando o valor de V_{Ed} excede 50%, do valor de cálculo da resistência plástica ao esforço transversal $V_{pl,Rd}$, o valor de cálculo reduzido do momento resistente plástico da secção é obtido do seguinte modo:

$$M_{v,Rd} = \frac{\left(W_{pl,y} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \leq M_{c,Rd} \quad (41)$$

7.1.10 VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO AO ESFORÇO TRANSVERSO

O valor de cálculo do esforço transversal V_{Ed} , em cada secção transversal deve satisfazer:

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} \quad (42)$$

, em que $V_{pl,Rd}$ corresponde ao valor de cálculo da resistência plástica ao esforço transversal dado por:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad (43)$$

, em que A_v corresponde à área de corte.

7.2 VERIFICAÇÃO DOS ESTADOS LIMITES DE SERVIÇO

7.2.1 DESLOCAMENTO VERTICAIS

Os valores recomendados para os deslocamentos verticais em edifícios são os indicados na tabela abaixo, tendo-se:

$$\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0 \quad (44)$$

em que:

δ_{max} – flecha no estado final relativamente à linha reta que une os apoios;

δ_0 – contra-flecha da viga no estado não carregado;

δ_1 – variação da flecha da viga devida às ações permanentes imediatamente após a sua aplicação;

δ_2 – variação da flecha da viga devida à ação variável de base associada aos valores de combinação das restantes ações variáveis (combinações características).

Na Tabela 17 são apresentados os valores recomendados para os limites dos deslocamentos verticais.

Tabela 17 – Valores recomendados para os limites dos deslocamentos verticais

Condições	Limites	
	δ_{max}	δ_2
Coberturas em geral	L/200	L/250
Coberturas utilizadas frequentemente por pessoas, para além do pessoal de manutenção	L/250	L/300
Pavimentos em geral	L/250	L/300
Pavimentos e coberturas que suportem rebocos ou outros acabamentos frágeis ou divisórias não flexíveis	L/250	L/350
Pavimentos que suportem colunas (a não ser que o deslocamento tenha sido incluído na análise global para o estado limite último)	L/400	L/500
Quando δ_{max} possa afetar o aspeto do edifício	L/250	-

Nota: No caso geral, L representa o vão da viga. No caso de vigas em consola, L representa duas vezes o vão real da consola.

7.2.2 DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS

Os valores recomendados para os deslocamentos horizontais no topo das colunas para as combinações características são os seguintes:

- Pórticos sem aparelhos de elevação: $h/150$
- Outros edifícios de um só piso: $h/300$
- Em edifícios de vários pisos:
 - Em cada piso: $h/300$
 - Na estrutura globalmente: $h_0/500$

, em que:

h – altura da coluna ou do piso;

h_0 – altura da estrutura.

8 REFERÊNCIAS

projeto de verificação estrutural e dimensionamento foram seguidas as prescrições da Regulamentação Portuguesa e normas Europeias em vigor, e bibliografia especializada, nomeadamente:

- RSA, Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes, Decreto-Lei nº 235/85, de 31 de Maio.
- REBAP, Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, Decreto-lei nº 349-C/93, de 30 de Julho.
- NP EN 1990:2009, Eurocódigo 0: Bases para o projecto de estruturas, Termo de Homologação nº 516/2009, de 29 de dezembro, INSTITUTO PORTUGUÊS DE QUALIDADE.
- NP EN 1991-1:2009, Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-1: Acções gerais, Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios, Termo de Homologação nº 517/2009, de 29 de dezembro, INSTITUTO PORTUGUÊS DE QUALIDADE.
- NP EN 1991 -1 -2:2010, Eurocódigo 1 — Acções em estruturas — Parte 1 -2: Acções gerais — Acções em estruturas expostas ao fogo, Termo de Homologação nº 44/2010, de 9 de março, INSTITUTO PORTUGUÊS DE QUALIDADE.
- NP EN 1991 -1 -3:2009, Eurocódigo 1 — Acções em estruturas — Parte 1 -3: Acções gerais — Acções da neve, Termo de Homologação nº 521/2009, de 29 de dezembro, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1991 -1 -4:2010, Eurocódigo 1 — Acções em estruturas — Parte 1 -4: Acções gerais — Acções do vento, Termo de Homologação nº 67/2009, de 19 de março, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1991 -1 -5:2009, Eurocódigo 1 — Acções em estruturas — Parte 1 -5: Acções gerais — Acções térmicas, Termo de Homologação nº 522/2009, de 29 de dezembro, Instituto Português De Qualidade.

- NP EN 1992-1:2010, Eurocódigo 2: Projeto de estruturas de betão. Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios, Termo de Homologação nº 27/2010, de 11 de fevereiro, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1992-1-2:2010, Eurocódigo 2: Projecto de estruturas de betão, Parte 1-2: Regras Gerais. Verificação da resistência ao fogo, Termo de Homologação nº 45/2010, de 9 de março, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1993-1-1:2010, Eurocódigo 3: Projeto de estruturas de aço. Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios, Termo de Homologação nº 27/2010, de 11 de fevereiro, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1993 -1 -2:2010, Eurocódigo 3 — Projeto de estruturas de aço — Parte 1 -2: Regras gerais — Verificação da resistência ao fogo, Termo de Homologação nº 51/2010, de 11 de março, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1993-1-8:2010, Eurocódigo 3: Projecto de estruturas de aço. Parte 1-8: Projecto de Ligações, Termo de Homologação nº 75/2010, de 26 de março, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1997-1:2010, Eurocódigo 7: Projecto geotécnico. Parte 1: Regras gerais, Termo de Homologação nº 52/2010, de 11 de março, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1998-1:2010, Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios, Termo de Homologação nº 23/2010, de 23 de março, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 1998-5:2010, Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspectos geotécnicos, Termo de Homologação nº 64/2010, de 17 de março, Instituto Português De Qualidade.
- NP EN 206:2007, *Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção, e conformidade*, Termo de Homologação nº 225/2007, de 28 de junho.
- NP ENV 13670-1:2007, *Execução de estruturas em betão. Parte 1: Regras gerais*, Termo de Homologação nº 226/2007, de 7 de março, 2007.
- Especificação E 464:2005, Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projecto de 50 e de 100 anos face às acções ambientais, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Especificação E 465:2005, Metodologias para estimar as propriedades de desempenho do betão que permitem satisfazer a vida útil de projecto de estruturas de betão armado ou pré-esforçado sob exposições ambientais XC e XS, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Especificação E 217:1968, *Fundações Directas Correntes*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- “Tabelas Técnicas”, J.S. Brazão Farinha e A. Correia dos Reis, Edições Técnicas E.T.L., Lda, 1996.
- SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering*: Springer, 2002, Society of Fire Protection Engineers.

- HIVOSS, "Human induced vibration of steel structures, Research Fund for Coat \& Steel, European Comission, 2008.
- ISO 834 -Fire-resistance tests – Elements of building construction.
- Decreto-Lei 220/2008 de 12 de novembro.
- Decreto-Lei 224/2015 de 9 de outubro.
- Portaria nº 1532/2008 de 29 de dezembro.
- Portaria 302 e 303-2019 de 12 de setembro.
- Fib, Design and use of externally bonded fiber reinforced polymer reinforcement (FRP EBR) for reinforced concrete structures, fédération internationale du béton (fib), 2001
- FRP_Lamella, Design program for flexural and shear strengthening according to Eurocode 2

Leiria, 24-09-2025

O Técnico,

Nuno Almeida

Eng. Civil

9 ANEXOS

9.1 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

AÇÕES E COMBINAÇÕES

Case	Case name	Nature
1	PP	Structural
2	RCP_Paredes Divisórias 1	Structural
3	RCP_Paredes Divisórias 2	Structural
4	RCP_Paredes Divisórias 3	Structural
5	RCP_Paredes Exteriores 1	Structural
6	RCP_Paredes Exteriores 2	Structural
7	RCP_Paredes Exteriores 3	Structural
8	RCP_Revest Cobertura 1	Structural
9	RCP_Revest Cobertura 2	Structural
10	RCP_Painéis Solares	Structural
11	RCP_Equip. AVAC	Structural
12	RCP_Equip. Som	Structural
13	RCP_Equip. Iluminação	Structural
14	RCP_Equip. Portões	Structural
15	RCP_Equip. Diversos	Structural
16	RCP_Revest Pavimento 1	Structural
17	RCP_Revest Pavimento 2	Structural
18	RCP_Revest Pavimento 3	Structural
19	RCP_Diversos 1	Structural
20	RCP_Diversos 2	Structural
21	TERRAS	Structural
22	ÁGUA	Structural
23	ACRÉSCIMO IMP SÍSMICO	Structural
24	SC_Pavimento Cat.C1	Category C
25	SC_Pavimento Cat.B	Category B
26	SC_CC3_Pavimento	Category C
27	SC_Bancadas	Category C
28	SC_Garagem Cat.F	Category F
29	SC_Escadas Cat.B	Category B
30	SC_Escadas Cat.C1	Category C
31	SC_Cargas horizontais-Guarda corpos Cat.C1	Category C
32	SC_Cobertura	Category H
33	W0 (XX)	wind
34	W180 (-XX)	wind
35	W90 (YY)	wind
36	W270 (-YY)	wind
37	TEMP (+)	temperature
38	TEMP (-)	temperature
39	Pré-Esforço	Structural
40	RETRAÇÃO	Structural
41	NEVE <1000	snow
42	NEVE >1000	snow
43	MODAL	
44	Sismo Tipo1 Direction_X	seismic
45	Sismo Tipo1 Direction_Y	seismic
46	Sismo Tipo1 Direction_Z	seismic
47	Sismo Tipo 2 Direction_X	seismic
48	Sismo Tipo 2 Direction_Y	seismic
49	Sismo Tipo 2 Direction_Z	seismic

Combinations	Name	Analysis type	Combination type	Definition
50 (C)	FAV_SÓ PERMANENTES	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00$
51 (C)	FAV_AVB SC	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50$
52 (C)	FAV_AVB SC_SC Garagem	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05$
53 (C)	FAV_AVB SC_W0	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+33*0.90$
54 (C)	FAV_AVB SC_W180	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+34*0.90$
55 (C)	FAV_AVB SC_W90	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+35*0.90$
56 (C)	FAV_AVB SC_W270	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+36*0.90$
57 (C)	FAV_AVB SC_SC Garagem+W0	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05+33*0.90$
58 (C)	FAV_AVB SC_SC Garagem+W180	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05+34*0.90$
59 (C)	FAV_AVB SC_SC Garagem+W90	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05+35*0.90$
60 (C)	FAV_AVB SC_SC Garagem+W270	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05+36*0.90$
61 (C)	FAV_AVB SC Garagem	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50$
62 (C)	FAV_AVB SC Garagem_SC	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05$
63 (C)	FAV_AVB SC Garagem_W0	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+33*0.90$
64 (C)	FAV_AVB SC Garagem_W180	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+34*0.90$
65 (C)	FAV_AVB SC Garagem_W90	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+35*0.90$
66 (C)	FAV_AVB SC Garagem_W270	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+36*0.90$
67 (C)	FAV_AVB SC Garagem_SC+W0	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+33*0.90$
68 (C)	FAV_AVB SC Garagem_SC+W180	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+34*0.90$
69 (C)	FAV_AVB SC Garagem_SC+W90	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+35*0.90$
70 (C)	FAV_AVB SC Garagem_SC+W270	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+36*0.90$
71 (C)	FAV_AVB SC COB	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+32*1.50$
72 (C)	FAV_AVB SC COB_SC	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05$
73 (C)	FAV_AVB SC COB_SC Garagem	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+32*1.50+28*1.05$
74 (C)	FAV_AVB SC COB_W0	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+32*1.50+33*0.90$
75 (C)	FAV_AVB SC COB_W180	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+32*1.50+34*0.90$
76 (C)	FAV_AVB SC COB_W90	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+32*1.50+35*0.90$
77 (C)	FAV_AVB SC COB_W270	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+32*1.50+36*0.90$
78 (C)	FAV_AVB SC COB_SC+SC Garagem	Linear Combination	ULS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+1$

111 (C)	UNFAV_AVB SC_SC Garagem+W180	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05+34*0.90
112 (C)	UNFAV_AVB SC_SC Garagem+W90	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05+35*0.90
113 (C)	UNFAV_AVB SC_SC Garagem+W270	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05+36*0.90
114 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50
115 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_SC	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05
116 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_W0	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+33*0.90
117 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_W180	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+34*0.90
118 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_W90	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+35*0.90
119 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_W270	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+36*0.90
120 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_SC+W0	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+33*0.90
121 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_SC+W180	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+34*0.90
122 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_SC+W90	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+35*0.90
123 (C)	UNFAV_AVB SC Garagem_SC+W270	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+36*0.90
124 (C)	UNFAV_AVB SC COB	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50
125 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05
126 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC Garagem	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+28*1.05
127 (C)	UNFAV_AVB SC COB_W0	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+33*0.90
128 (C)	UNFAV_AVB SC COB_W180	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+34*0.90
129 (C)	UNFAV_AVB SC COB_W90	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+35*0.90
130 (C)	UNFAV_AVB SC COB_W270	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+36*0.90
131 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC+SC Garagem	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31+28)*1.05
132 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC+W0	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+33*0.90
133 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC+W180	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+34*0.90
134 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC+W90	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+35*0.90
135 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC+W270	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31)*1.05+36*0.90
136 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC+SC Garagem+W0	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31+28)*1.05+33*0.90
137 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC+SC Garagem+W180	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*1.50+(24+25+26+27+29+30+31+28)*1.05+34*0.90
138 (C)	UNFAV_AVB SC COB_SC+SC Garagem+W90	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+32*

173 (C)	(CQC)	Sismo Tipo 2_-0.3X-Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29)*0.30+47*-0.15+48*-0.50+49*0.15
174 (C)	(CQC)	Sismo Tipo 2_-0.3X+0.3Y+Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29)*0.30+(47+48)*0.15+49*0.50
175 (C)	(CQC)	Sismo Tipo 2_+0.3X+0.3Y-Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29)*0.30+(47+48)*0.15+49*-0.50
176 (C)		RARA_SÓ PERMANENTES	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00
177 (C)		RARA_AVB SC	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00
178 (C)		RARA_AVB SC_SC Garagem	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+28*0.70
179 (C)		RARA_AVB SC_W0	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+33*0.60
180 (C)		RARA_AVB SC_W180	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+34*0.60
181 (C)		RARA_AVB SC_W90	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+35*0.60
182 (C)		RARA_AVB SC_W270	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+36*0.60
183 (C)		RARA_AVB SC_SC Garagem+W0	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+28*0.70+33*0.60
184 (C)		RARA_AVB SC_SC Garagem+W180	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+28*0.70+34*0.60
185 (C)		RARA_AVB SC_SC Garagem+W90	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+28*0.70+35*0.60
186 (C)		RARA_AVB SC_SC Garagem+W270	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+28*0.70+36*0.60
187 (C)		RARA_AVB SC Garagem	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00
188 (C)		RARA_AVB SC Garagem_SC	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*0.70
189 (C)		RARA_AVB SC Garagem_W0	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+33*0.60
190 (C)		RARA_AVB SC Garagem_W180	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+34*0.60
191 (C)		RARA_AVB SC Garagem_W90	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+35*0.60
192 (C)		RARA_AVB SC Garagem_W270	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+36*0.60
193 (C)		RARA_AVB SC Garagem_SC+W0	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*0.70+33*0.60
194 (C)		RARA_AVB SC Garagem_SC+W180	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*0.70+34*0.60
195 (C)		RARA_AVB SC Garagem_SC+W90	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*0.70+35*0.60
196 (C)		RARA_AVB SC Garagem_SC+W270	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+28)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*0.70+36*0.60
197 (C)		RARA_AVB SC COBERTURA	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00
198 (C)		RARA_AVB SC COBERTURA_SC	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*0.70
199 (C)		RARA_AVB SC COBERTURA_SC Garagem	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+28*0.70
200 (C)		RARA_AVB SC COBERTURA_W0	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+33*0.60
201 (C)		RARA_AVB SC COBERTURA_W180	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+34*

235 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 1_-X+0.3Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+45+46)*0.30+44*-1.00
236 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 1_-X-0.3Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+46)*0.30+44*-1.00+45*-0.30
237 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 1_0.3X+Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23+45)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+44+46)*0.30
238 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 1_0.3X+Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23+45)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+46)*0.30+44*-0.30
239 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 1_+0.3X-Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+44+46)*0.30+45*-1.00
240 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 1_0.3X-Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+46)*0.30+44*-0.30+45*-1.00
241 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 1_+0.3X+0.3Y+Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23+46)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+44+45)*0.30
242 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 1_+0.3X+0.3Y-Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+44+45)*0.30+46*-1.00
243 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_+X+0.3Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23+47)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+48+49)*0.30
244 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_+X-0.3Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23+47)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+49)*0.30+48*-0.30
245 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_-X+0.3Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+48+49)*0.30+47*-1.00
246 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_-X-0.3Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+49)*0.30+47*-1.00+48*-0.30
247 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_+0.3X+Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+47+49)*0.30+48*0.50
248 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_0.3X+Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23+48)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+49)*0.30+47*-0.30
249 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_+0.3X-Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+47+49)*0.30+48*-1.00
250 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_0.3X-Y+0.3Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+49)*0.30+47*-0.30+48*-1.00
251 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_+0.3X+0.3Y+Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23+49)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+47+48)*0.30
252 (C) (CQC)	FUND_Sismo Tipo 2_+0.3X+0.3Y-Z	Linear Combination	ULS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+47+48)*0.30+49*-1.00
253 (C)	RARA_AVB SC_TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+37*0.60
254 (C)	RARA_AVB SC_TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+38*0.60
255 (C)	RARA_AVB SC_SC Garagem+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+28*0.70+37*0.60
256 (C)	RARA_AVB SC_SC Garagem+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+28*0.70+38*0.60
257 (C)	RARA_AVB SC_W0+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+(33+37)*0.60
258 (C)	RARA_AVB SC_W0+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)*1.00+(33+38)*0.60
259 (C)	RARA_AVB SC_W180+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+1

297	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_WO+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(33+37)*0.60
298	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_WO+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(33+38)*0.60
299	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_W180+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(34+37)*0.60
300	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_W180+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(34+38)*0.60
301	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_W90+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(35+37)*0.60
302	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_W90+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(35+38)*0.60
303	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_W180+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(36+37)*0.60
304	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_W180+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(36+38)*0.60
305	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+37*0.60
306	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+38*0.60
307	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+W0+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+(33+37)*0.60
308	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+W0+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+(33+38)*0.60
309	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+W180+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+(34+37)*0.60
310	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+W180+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+(34+38)*0.60
311	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+W90+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+(35+37)*0.60
312	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+W90+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+(35+38)*0.60
313	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+W270+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+(36+37)*0.60
314	(C)	RARA_AVB SC COBERTURA_SC+SC Garagem+W270+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+32)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31+28)*0.70+(36+38)*0.60
315	(C)	RARA_AVB W0_TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+33)*1.00+37*0.60
316	(C)	RARA_AVB W0_TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+33)*1.00+38*0.60
317	(C)	RARA_AVB W180_TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+34)*1.00+37*0.60
318	(C)	RARA_AVB W180_TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+34)*1.00+38*0.60
319	(C)	RARA_AVB W90_TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+35)*1.00+37*0.60
320	(C)	RARA_AVB W90_TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+35)*1.00+38*0.60
321	(C)	RARA_AVB W270_TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+36)*1.00+37*0.60
322	(C)	RARA_AVB W270_TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+36)*1.00+38*0.60
323	(C)	RARA_AVB W0_SC+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+33)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*0.70+37*0.60
324	(C)	RARA_AVB W0_SC+TEMP(-)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+33)*1.00+(24+25+26+27+29+30+31)*0.70+38*0.60
325	(C)	RARA_AVB W0_SC Garagem+TEMP(+)	Linear Combination	SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+1

[illegible]

421 (C)	ACID_AVB TEMP(+)	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+37*0.50$
422 (C)	ACID_AVB TEMP(-)	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+38*0.50$
423 (C)	ACID_AVB SC_SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+26+27+30+31)*0.70+(25+29)*0.50+28*0.60$
424 (C)	ACID_AVB SC Garagem_SC	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+28*0.70+(24+26+27+30+31)*0.60+(25+29)*0.30$
425 (C)	ACID_AVB W0_SC	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+33*0.20+(24+26+27+30+31)*0.60+(25+29)*0.30$
426 (C)	ACID_AVB W0_SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+33*0.20+28*0.60$
427 (C)	ACID_AVB W0_SC+SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+33*0.20+(24+26+27+30+31+28)*0.60+(25+29)*0.30$
428 (C)	ACID_AVB W180_SC	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+34*0.20+(24+26+27+30+31)*0.60+(25+29)*0.30$
429 (C)	ACID_AVB W180_SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+34*0.20+28*0.60$
430 (C)	ACID_AVB W180_SC+SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+34*0.20+(24+26+27+30+31+28)*0.60+(25+29)*0.30$
431 (C)	ACID_AVB W90_SC	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+35*0.20+(24+26+27+30+31)*0.60+(25+29)*0.30$
432 (C)	ACID_AVB W90_SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+35*0.20+28*0.60$
433 (C)	ACID_AVB W90_SC+SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+35*0.20+(24+26+27+30+31+28)*0.60+(25+29)*0.30$
434 (C)	ACID_AVB W270_SC	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+36*0.20+(24+26+27+30+31)*0.60+(25+29)*0.30$
435 (C)	ACID_AVB W270_SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+36*0.20+28*0.60$
436 (C)	ACID_AVB W270_SC+SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+36*0.20+(24+26+27+30+31+28)*0.60+(25+29)*0.30$
437 (C)	ACID_AVB TEMP(+)_SC	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+37*0.50+(24+26+27+30+31)*0.60+(25+29)*0.30$
438 (C)	ACID_AVB TEMP(+)_SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+37*0.50+28*0.60$
439 (C)	ACID_AVB TEMP(+)_SC+SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+37*0.50+(24+26+27+30+31+28)*0.60+(25+29)*0.30$
440 (C)	ACID_AVB TEMP(-)_SC	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+38*0.50+(24+26+27+30+31)*0.60+(25+29)*0.30$
441 (C)	ACID_AVB TEMP(-)_SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+38*0.50+28*0.60$
442 (C)	ACID_AVB TEMP(-)_SC+SC Garagem	Linear Combination	FIRE	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+38*0.50+(24+26+27+30+31+28)*0.60+(25+29)*0.30$
443 (C)	QP	Linear Combination	SLS	$(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39)*1.00+(24+26+27+30+31+28)*0.60+(25+29)*0.30$

9.2 MODOS DE VIBRAÇÃO E MASSAS PARTICIPATIVAS

TN_CORPO 4_MODOS DE VIBRAÇÃO

Case	Mode	Frequency (Hz)	Period (sec)	Rel.mas.UX (%)	Rel.mas.UY (%)	Rel.mas.UZ (%)	Cur.mas.UX (%)	Cur.mas.UY (%)	Cur.mas.UZ (%)	Total mass UX (kg)	Total mass UY (kg)	Total mass UZ (kg)
43	1	0.75	1.32	31.64	9.38	0	31.64	9.38	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	2	0.86	1.16	51.65	42.27	0.01	20.01	32.89	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	3	1.16	0.87	55.62	57.21	0.01	3.98	14.95	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	4	2.68	0.37	59.41	59.07	0.02	3.79	1.85	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	5	3.52	0.28	67.3	65.86	0.13	7.89	6.79	0.11	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	6	4.13	0.24	70.57	70.67	0.16	3.27	4.81	0.03	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	7	4.51	0.22	70.72	70.68	18.24	0.15	0	18.08	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	8	4.76	0.21	71.55	71.45	18.93	0.83	0.77	0.68	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	9	4.88	0.21	71.57	71.46	18.94	0.01	0.01	0.02	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	10	4.88	0.2	71.58	71.46	18.95	0.01	0.01	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	11	4.91	0.2	71.58	71.46	18.97	0	0	0.03	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	12	4.94	0.2	71.62	71.6	19	0.04	0.13	0.03	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	13	5	0.2	71.63	71.61	39.66	0	0.01	20.66	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	14	5.08	0.2	71.64	71.61	39.76	0.02	0	0.09	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	15	5.1	0.2	71.65	71.61	39.84	0.01	0	0.09	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	16	5.24	0.19	71.65	71.63	40.22	0	0.02	0.38	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	17	5.36	0.19	71.69	71.63	40.49	0.03	0	0.27	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	18	5.52	0.18	71.73	71.63	44.6	0.04	0	4.11	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	19	5.54	0.18	71.74	71.64	47.02	0.01	0.01	2.42	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	20	5.55	0.18	71.75	71.67	48.9	0.01	0.03	1.88	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	21	5.57	0.18	71.75	71.71	50.42	0	0.04	1.52	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	22	5.57	0.18	71.78	71.72	50.95	0.03	0.01	0.53	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	23	5.59	0.18	71.8	71.73	51.15	0.02	0.02	0.2	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	24	5.59	0.18	71.8	71.74	51.17	0	0	0.02	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	25	5.75	0.17	71.8	71.77	51.63	0	0.03	0.46	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	26	5.81	0.17	71.8	71.77	51.63	0	0	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	27	5.83	0.17	71.81	71.8	51.83	0	0.03	0.2	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	28	5.86	0.17	71.81	71.8	52.56	0	0	0.73	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	29	5.87	0.17	71.81	71.8	52.57	0	0	0.02	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	30	5.88	0.17	71.81	71.8	52.58	0	0	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	31	5.88	0.17	71.81	71.8	52.58	0	0	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	32	5.88	0.17	71.81	71.8	52.59	0	0	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	33	6.01	0.17	71.83	71.81	53.89	0.02	0.01	1.3	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	34	6.18	0.16	71.86	71.84	54.56	0.04	0.03	0.67	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	35	6.24	0.16	71.88	71.84	54.56	0.02	0	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	36	6.29	0.16	71.88	71.85	56.11	0	0.01	1.55	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	37	6.33	0.16	71.91	71.85	56.11	0.03	0	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	38	6.36	0.16	71.94	71.86	56.13	0.03	0.01	0.03	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	39	6.41	0.16	71.96	71.86	56.33	0.02	0	0.2	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	40	6.44	0.16	72.04	71.86	57.09	0.08	0	0.76	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	41	6.46	0.15	72.05	71.86	57.12	0.01	0	0.02	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	42	6.5	0.15	72.05	71.87	59.1	0	0.01	1.99	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	43	6.52	0.15	72.05	71.87	59.23	0	0	0.13	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	44	6.55	0.15	72.05	71.87	59.33	0	0	0.1	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	45	6.59	0.15	72.16	71.93	62.7	0.1	0.06	3.37	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	46	6.65	0.15	72.48	72.13	62.7	0.32	0.2	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	47	6.71	0.15	72.95	72.36	62.93	0.48	0.23	0.23	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	48	6.72	0.15	73	72.37	63.08	0.04	0.01	0.15	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	49	6.75	0.15	73.27	72.55	63.13	0.28	0.18	0.06	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	50	6.77	0.15	73.27	72.56	63.21	0	0.01	0.08	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	51	6.8	0.15	73.31	72.58	63.22	0.03	0.02	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	52	6.9	0.15	73.7	72.98	63.25	0.39	0.4	0.03	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	53	6.94	0.14	73.74	72.98	64.17	0.04	0	0.92	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	54	6.98	0.14	73.9	73.08	64.2	0.16	0.1	0.02	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	55	7	0.14	73.98	73.12	64.21	0.08	0.04	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	56	7.02	0.14	74	73.33	64.21	0.02	0.21	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	57	7.04	0.14	74.11	73.39	64.34	0.11	0.06	0.13	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	58	7.07	0.14	74.16	73.63	64.35	0.05	0.24	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	59	7.1	0.14	74.24	73.88	64.36	0.08	0.25	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	60	7.12	0.14	74.26	73.89	64.37	0.02	0.01	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	61	7.14	0.14	74.26	73.89	64.47	0.01	0	0.11	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	62	7.18	0.14	74.63	75.65	64.53	0.37	1.76	0.05	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	63	7.21	0.14	74.63	75.66	64.57	0	0.01	0.04	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	64	7.23	0.14	74.67	75.71	64.75	0.03	0.06	0.18	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	65	7.25	0.14	74.67	75.72	64.85	0	0	0.1	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	66	7.29	0.14	74.68	75.75	65.05	0.01	0.03	0.2	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	67	7.39	0.14	74.68	75.8	65.07	0	0.05	0.02	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	68	7.42	0.13	74.7	75.88	65.68	0.01	0.08	0.6	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	69	7.44	0.13	74.7	75.89	65.71	0	0.01	0.03	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	70	7.47	0.13	74.7	75.91	65.72	0	0.02	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	71	7.52	0.13	74.71	75.98	65.96	0.01	0.07	0.24	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	72	7.57	0.13	74.71	76.03	65.99	0	0.05	0.03	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	73	7.6	0.13	74.72	76.23	66.12	0.01	0.2	0.13	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	74	7.63	0.13	74.72	76.26	66.13	0	0.03	0.01	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	75	7.65	0.13	74.75	76.26	66.19	0.02	0	0.06	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	76	7.69	0.13	74.75	76.26	66.19	0	0	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	77	7.71	0.13	74.75	76.26	66.23	0	0	0.04	20954748.58	21024071.69	21047179.15

TN_CORPO 4_MODOS DE VIBRAÇÃO

43	78	7.73	0.13	74.75	76.27	66.23	0	0	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	79	7.75	0.13	74.91	76.37	66.23	0.15	0.1	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	80	7.78	0.13	74.92	76.38	66.4	0.01	0.01	0.17	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	81	7.79	0.13	74.99	76.47	66.44	0.07	0.09	0.04	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	82	7.8	0.13	75	76.47	66.59	0	0	0.15	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	83	7.81	0.13	75	76.48	66.63	0	0.01	0.05	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	84	7.82	0.13	75.04	76.53	67.04	0.03	0.05	0.4	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	85	7.83	0.13	75.04	76.53	67.42	0	0	0.38	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	86	7.85	0.13	75.04	76.54	67.46	0	0.01	0.04	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	87	7.93	0.13	75.15	76.56	67.65	0.12	0.02	0.18	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	88	8.01	0.12	75.64	76.67	67.67	0.49	0.11	0.02	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	89	8.02	0.12	75.86	76.7	67.67	0.21	0.03	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	90	8.04	0.12	75.86	76.7	67.92	0.01	0	0.25	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	91	8.06	0.12	75.91	76.72	68.01	0.05	0.02	0.09	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	92	8.07	0.12	75.96	76.73	71.17	0.05	0.01	3.16	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	93	8.08	0.12	75.98	76.74	71.17	0.02	0.01	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	94	8.11	0.12	75.99	76.75	71.18	0.01	0.02	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	95	8.14	0.12	76.19	76.83	71.52	0.2	0.08	0.35	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	96	8.17	0.12	77.23	77.32	71.77	1.04	0.49	0.24	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	97	8.21	0.12	77.24	77.33	72.06	0	0	0.29	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	98	8.23	0.12	77.31	77.4	72.06	0.07	0.08	0	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	99	8.29	0.12	77.44	77.41	72.13	0.13	0.01	0.07	20954748.58	21024071.69	21047179.15
43	100	8.31	0.12	77.46	77.41	72.71	0.01	0	0.58	20954748.58	21024071.69	21047179.15

9.3 VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL DE LAJES DE PISO E DIMENSIONAMENTO DE ESCADAS EM BETÃO ARMADO

TN_CORPO 4_VERIFICAÇÃO DA ARMADURA DAS LAJES

Betão	f_{ck}	f_{cd}	f_{ctm}	c_{nom}	Aço	f_{yk}	f_{yd}
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(cm)		(MPa)	(MPa)
C30/37	30.0	20.0	2.9	3.00	A500 NR	500	435

Direção Circunferencial - Direção XX																		
Dados				Geometria			Armaduras						Momento Resistente			Momento Atuar	Verificação	
LAJE / ZONA			CASO	A _{s,ef,Total}	b	h	d	Armadura base	A _{s,ef}	Reforço	A _{s,ef,Reforço}	A _{s,ef,Total}	ρ	ω	μ	M _{Rd,XX}	M _{Ed,XX} + M _{Ed,XY}	M _{Ed,XX} ≤ M _{Rd,XX}
				(cm²/m)	(m)	(m)	(m)	(cm²/m)	(cm²/m)		(%)	(kNm/m)	(kNm/m)			(cm²/m)		
PISO 0	al 24 al 25; al 26 al 27 (vão)	al A al B	104	INFERIOR	1.00	0.30	0.262	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.51	0.111	0.105	143.9	65.1	Verifica
		al B al C	104	INFERIOR	1.00	0.30	0.262	Ø16//0.125	16.08	-	0.00	16.08	0.61	0.133	0.124	170.6	70.5	Verifica
		al C al D	104	INFERIOR	1.00	0.30	0.262	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.51	0.111	0.105	143.9	59.4	Verifica
		al D al E	104	INFERIOR	1.00	0.25	0.212	Ø16//0.10	20.11	-	0.00	20.11	0.95	0.206	0.184	165.7	66.0	Verifica
	al 24	al A	104	INFERIOR	1.00	0.30	0.262	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.51	0.111	0.105	143.9	40.0	Verifica
		al B,C,D	104	INFERIOR	1.00	0.30	0.262	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.51	0.111	0.105	143.9	44.9	Verifica
		al E	104	INFERIOR	1.00	0.25	0.212	Ø16//0.10	20.11	-	0.00	20.11	0.95	0.206	0.184	165.7	53.9	Verifica
		al A	105	SUPERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.20	5.65	Ø12//0.20	5.65	11.30	0.44	0.095	0.091	120.6	-50.0	Verifica
		al B,C,D	105	SUPERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.20	5.65	Ø12//0.20	5.65	11.30	0.44	0.095	0.091	120.6	-100.0	Verifica
		al E	105	SUPERIOR	1.00	0.25	0.208	Ø12//0.20	5.65	Ø12//0.20	5.65	11.30	0.54	0.118	0.111	96.0	-85.0	Verifica
	al 25 e al 26	al A	156	SUPERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.20	5.65	Ø16//0.20	10.05	15.70	0.61	0.132	0.123	164.1	-130.0	Verifica
		al B,C,D	156	SUPERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.20	5.65	Ø16//0.20	10.05	15.70	0.61	0.132	0.123	164.1	-130.0	Verifica
		al E	156	SUPERIOR	1.00	0.25	0.208	Ø12//0.20	5.65	Ø16//0.20	10.05	15.70	0.75	0.164	0.150	130.0	-115.0	Verifica
	al 27	al A al E	105	SUPERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.20	5.65	-	0.00	5.65	0.22	0.048	0.046	61.8	-45.0	Verifica

Direção Radial - Direção YY																			
Dados				Geometria			Armaduras						Momento Resistente		Momento Atuar		Verificação		
LAJE / ZONA			CASO	Armadura	b	h	d	Armadura	A _{s,ef}	Armaduras		A _{s,ef,Reforço}	A _{s,ef,Total}	ρ	ω	μ	M _{Rd,YY}	M _{Ed,yy} + M _{Ed,xy}	M _{Ed,YY} ≤ M _{Rd,YY}
				(m)	(m)	(m)	base	(cm²/m)	Reforço	(cm²/m)	(cm²/m)	(%)	(kNm/m)	(kNm/m)			(cm²/m)		
PISO 0	BANDA al 24	al A al B	105	INFERIOR	1.20	0.50	0.450	8Ø20	25.13	4Ø20	12.57	37.70	0.84	0.152	0.140	680.1	342.1	Verifica	
		al A	105	SUPERIOR	1.20	0.50	0.450	10Ø20	31.42	9Ø16	18.10	49.52	1.10	0.199	0.179	869.6	-598.2	Verifica	
		al B al D	105	INFERIOR	1.20	0.50	0.450	8Ø20	25.13	-	0.00	25.13	0.47	0.101	0.096	466.1	345.0	Verifica	
		al B, C,D	105	SUPERIOR	1.20	0.50	0.450	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	1.11	0.240	0.211	1023.6	-850.0	Verifica	
		al E	105	INFERIOR	1.20	0.50	0.450	8Ø20	25.13	-	0.00	25.13	0.47	0.101	0.096	466.1	277.0	Verifica	
		al E	105	SUPERIOR	1.20	0.50	0.450	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	1.11	0.240	0.211	1023.6	-731.0	Verifica	
	BANDA al 25 e 26	al A al B	105	INFERIOR	2.00	0.50	0.450	12Ø20	37.70	7Ø20	21.99	59.69	0.66	0.144	0.133	1081.3	200.0	Verifica	
		al A		SUPERIOR	2.00	0.50	0.450	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	0.66	0.144	0.133	1081.3	-500.0	Verifica	
		al C al D	105	INFERIOR	2.00	0.50	0.450	12Ø20	37.70	7Ø20	21.99	59.69	0.66	0.144	0.133	1081.3	250.0	Verifica	
				SUPERIOR	2.00	0.50	0.450	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	0.66	0.144	0.133	1081.3	-850.0	Verifica	
		al E	105	INFERIOR	2.00	0.50	0.450	12Ø20	37.70	-	18.10	55.80	0.62	0.135	0.125	1016.1	270.0	Verifica	
				SUPERIOR	2.00	0.50	0.450	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	0.66	0.144	0.133	1081.3	-700.0	Verifica	
	al 24 al 25 e al 26 al 27 (vão)	al A al B	105	INFERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.15	7.54	-	0.00	7.54	0.29	0.064	0.061	81.8	47.7	Verifica	
		al B al C	105	INFERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.15	7.54	-	0.00	7.54	0.29	0.064	0.061	81.8	44.6	Verifica	
		al C al D	105	INFERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.15	7.54	-	0.00	7.54	0.29	0.064	0.061	81.8	47.8	Verifica	
		al D al E	105	INFERIOR	1.00	0.30	0.258	Ø12//0.15	7.54	-	0.00	7.54	0.29	0.064	0.061	81.8	35.0	Verifica	

TN_CORPO 4_VERIFICAÇÃO ARMADURAS NAS LAJES

Betão	f_{ck}	f_{cd}	f_{ctm}	c_{nom}	Aço	f_{yk}	f_{yd}
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(cm)		(MPa)	(MPa)
C30/37	30.0	20.0	2.9	3.00	A500 NR	500	435

Direção Circunferencial - Direção XX																		
Dados				Geometria			Armaduras					Momento Resistente			Momento Atuante		Verificação	
LAJE / ZONA			CASO	A _{s,ef,Total} (cm²/m)	b (m)	h (m)	d (m)	Armadura base	A _{s,ef} (cm²/m)	Reforço	A _{s,ef,Reforço} (cm²/m)	A _{s,ef,Total} (cm²/m)	ρ (%)	ω	μ	M _{Rd,XX} (kNm/m)	M _{Ed,XX} + M _{Ed,XY} (kNm/m)	M _{Ed,XX} ≤ M _{Rd,XX} (cm²/m)
PISO 1	al 24 al 25; al 26 al 27 (vão)	al A al B	104	INFERIOR	1.00	0.20	0.162	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.83	0.180	0.163	85.7	37.3	Verifica
		al B al C	104	INFERIOR	1.00	0.20	0.162	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.83	0.180	0.163	85.7	40.2	Verifica
		al C al D	104	INFERIOR	1.00	0.20	0.162	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.83	0.180	0.163	85.7	42.9	Verifica
		al D al E	104	INFERIOR	1.00	0.20	0.162	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.83	0.180	0.163	85.7	34.4	Verifica
	al 24	al A	104	INFERIOR	1.00	0.20	0.162	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.83	0.180	0.163	85.7	50.0	Verifica
		al B,C,D	104	INFERIOR	1.00	0.20	0.162	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.83	0.180	0.163	85.7	50.0	Verifica
		al E	104	INFERIOR	1.00	0.20	0.162	Ø16//0.15	13.40	-	0.00	13.40	0.83	0.180	0.163	85.7	50.0	Verifica
		al A	104	SUPERIOR	1.00	0.20	0.158	Ø12//0.20	5.65	Ø12//0.20	5.65	11.30	0.72	0.155	0.143	71.4	-50.0	Verifica
		al B,C,D	104	SUPERIOR	1.00	0.20	0.158	Ø12//0.20	5.65	Ø12//0.20	5.65	11.30	0.72	0.155	0.143	71.4	-50.0	Verifica
		al E	104	SUPERIOR	1.00	0.20	0.158	Ø12//0.20	5.65	Ø12//0.20	5.65	11.30	0.72	0.155	0.143	71.4	-50.0	Verifica
	al 25 e al 26	al A	156	SUPERIOR	1.00	0.20	0.158	Ø12//0.20	5.65	Ø16//0.20	10.05	15.70	0.99	0.216	0.192	95.9	-85.0	Verifica
		al B,C,D	156	SUPERIOR	1.00	0.20	0.158	Ø12//0.20	5.65	Ø16//0.20	10.05	15.70	0.99	0.216	0.192	95.9	-85.0	Verifica
		al E	156	SUPERIOR	1.00	0.20	0.158	Ø12//0.20	5.65	Ø16//0.20	10.05	15.70	0.99	0.216	0.192	95.9	-85.0	Verifica

Direção Radial - Direção YY																		
Dados				Geometria			Armaduras						Momento Resistente			Momento Atuale	Verificação	
LAJE / ZONA			CASO	Armadura	b (m)	h (m)	d (m)	Armadura base	A _{s,ef} (cm²/m)	Reforço	A _{s,ef,Reforço} (cm²/m)	A _{s,ef,Total} (cm²/m)	ρ (%)	ω	μ	M _{Rd,YY} (kNm/m)	M _{Ed,YY} + M _{Ed,XY} (kNm/m)	M _{Ed,YY} ≤ M _{Rd,YY} (cm²/m)
PISO 1	BANDA al 24	al A al B	105	INFERIOR	1.20	0.40	0.350	8Ø20	25.13	4Ø20	12.57	37.70	1.08	0.195	0.176	516.2	200.0	Verifica
		al A	105	SUPERIOR	1.20	0.40	0.350	10Ø20	31.42	9Ø16	18.10	49.52	1.41	0.256	0.223	654.3	-598.2	Verifica
		al B al D	160	INFERIOR	1.20	0.40	0.350	8Ø20	25.13	-	0.00	25.13	0.60	0.130	0.121	356.8	250.0	Verifica
		al B, C, D	105	SUPERIOR	1.20	0.40	0.350	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	1.42	0.309	0.260	764.1	-650.0	Verifica
		al E	105	INFERIOR	1.20	0.40	0.350	8Ø20	25.13	-	0.00	25.13	0.60	0.130	0.121	356.8	120.0	Verifica
	BANDA al 25 e 26	al E	105	SUPERIOR	1.20	0.40	0.350	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	1.42	0.309	0.260	764.1	-650.0	Verifica
		al A al B	105	INFERIOR	2.00	0.40	0.350	12Ø20	37.70	7Ø20	21.99	59.69	0.85	0.185	0.168	821.8	200.0	Verifica
		al A	160	SUPERIOR	2.00	0.40	0.350	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	0.85	0.185	0.168	821.8	-650.0	Verifica
		al C al D	105	INFERIOR	2.00	0.40	0.350	12Ø20	37.70	7Ø20	21.99	59.69	0.85	0.185	0.168	821.8	250.0	Verifica
		al C e al D	160	SUPERIOR	2.00	0.40	0.350	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	0.85	0.185	0.168	821.8	-650.0	Verifica
		al E	105	INFERIOR	2.00	0.40	0.350	12Ø20	37.70	-	18.10	55.80	0.80	0.173	0.158	773.5	270.0	Verifica
		al E	105	SUPERIOR	2.00	0.40	0.350	10Ø20	31.42	9Ø20	28.27	59.69	0.85	0.185	0.168	821.8	-700.0	Verifica
	al 24 al 25 e al 26 al 27 (vão)	al A al B	105	INFERIOR	1.00	0.20	0.156	Ø16//0.30	6.70	Ø12//0.30	3.77	10.47	0.67	0.146	0.135	65.7	33.0	Verifica
		al B al C	105	INFERIOR	1.00	0.20	0.156	Ø16//0.30	6.70	Ø12//0.30	3.77	10.47	0.67	0.146	0.135	65.7	27.3	Verifica
		al C al D	105	INFERIOR	1.00	0.20	0.156	Ø16//0.30	6.70	Ø12//0.30	3.77	10.47	0.67	0.146	0.135	65.7	47.8	Verifica
		al D al E	105	INFERIOR	1.00	0.20	0.156	Ø16//0.30	6.70	Ø12//0.30	3.77	10.47	0.67	0.146	0.135	65.7	35.0	Verifica

DIMENSIONAMENTO DAS LAJES DE ESCADAS

LAJE ESCADAS E12 - GINÁSIO - CORPO 4

Betão	C30/37		Aço	A500 NR
fck	fcd	fctm	fyk	fyd
(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
30.0	20.0	2.9	500	435

E.L.U. Flexão - Armaduras Longitudinais																	
Zona		CASO		b	h	M _{Ed}	μ	ω	A _{s,min}	A _{s,máx}	A _{s,cal}	Armadura	A _{s,ef}	Reforço	A _{s,ef,Reforço}	A _{s,ef,Total}	
				(m)	(m)	(m)	(kNm/m)		(cm²/m)	(cm²/m)	(cm²/m)	base	(cm²/m)		(cm2/m)	(cm2/m)	
Laje Escadas E12	1º Lanço_Vão	104 : UNFAV_AVB SC		1.00	0.15	0.113	18.0	0.070	0.073	1.70	60.00	3.80	Ø12//0.15		7.54	0.00	7.54
	1º Lanço_Patamar	160 : Sismo Tipo 1_0.3X+Y+0.3Z		1.00	0.15	0.113	-12.0	0.047	0.048	1.70	60.00	2.50	Ø10//0.15		5.24	0.00	5.24
	1º Lanço_Apoio	160 : Sismo Tipo 1_0.3X+Y+0.3Z		1.00	0.15	0.113	-53.0	0.208	0.235	1.70	60.00	12.23	Ø10//0.15	Ø12//0.15	5.24	7.54	12.78
	2º Lanço_Vão	104 : UNFAV_AVB SC		1.00	0.15	0.113	7.0	0.027	0.028	1.70	60.00	1.44	Ø10//0.15		5.24	0.00	5.24
	2º Lanço_Patamar	160 : Sismo Tipo 1_0.3X+Y+0.3Z		1.00	0.15	0.113	-25.0	0.098	0.103	1.70	60.00	5.37	Ø10//0.15	Ø10//0.15	5.24	10.48	
	3º Lanço_Vão	104 : UNFAV_AVB SC		1.00	0.15	0.113	12.0	0.047	0.048	1.70	60.00	2.50	Ø12//0.15		7.54	0.00	7.54
	3º Lanço_Patamar	160 : Sismo Tipo 1_0.3X+Y+0.3Z		1.00	0.15	0.113	-20.0	0.078	0.082	1.70	60.00	4.24	Ø10//0.15		5.24	0.00	5.24

E.L.U. Flexão - Armaduras Distribuição														
Zona		CASO		b	h	d	M _{Ed}	μ	ω	A _{s,min}	A _{s,máx}	A _{s,cal}	A _{s,ef}	Armadura base
				(m)	(m)	(m)	(kNm/m)			(cm²/m)	(cm²/m)	(cm²/m)	(cm²/m)	
Laje E1	Arm Distribuição			1.00	0.15	0.113	-2.4	0.009	0.009	1.70	60.00	0.49	3.93	Ø10//0.20
	Arm Distribuição			1.00	0.15	0.113	3.6	0.014	0.014	1.70	60.00	0.74	3.93	Ø10//0.20

E.L.U. Esforço Transverso												
Zona		CASO		b	h	d	V _{Ed}	k	Asl	ρ _L	V _{Rd,c}	Verificação
				(m)	(m)	(m)	(kN/m)		(cm²/m)		(kN/m)	
Laje E1	Apoio patamar	52 : UNFAV_AVB SC		1.00	0.15	0.113	78.00	2.00	12.78	0.011	87.80	OK - Não é necessária armadura específica de esforço transverso

Deformação de Lajes - Combinação Quase Permanente							
Laje	Tramo	h	Vão	uz	uz,∞	ulim	Verif
		(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	
1º Lanço	Vão	0.15	4.00	1.500	5.250	8.000	Verifica
2º Lanço	Vão	0.15	4.00	1.300	4.550	8.000	Verifica

Resistência ao Corte na ligação Betão novo - Betão existente					
V _{Ed}	f _{yd}	Armadura base	A _{s,ef}	V _{pl,Rd}	Verificação
(kN/m)	(MPa)		(cm²/m)	(kN/m)	
50	275	Ø12//0.20	5.65	57.11	Verifica

9.4 VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL DE VIGAS DE BETÃO ARMADO

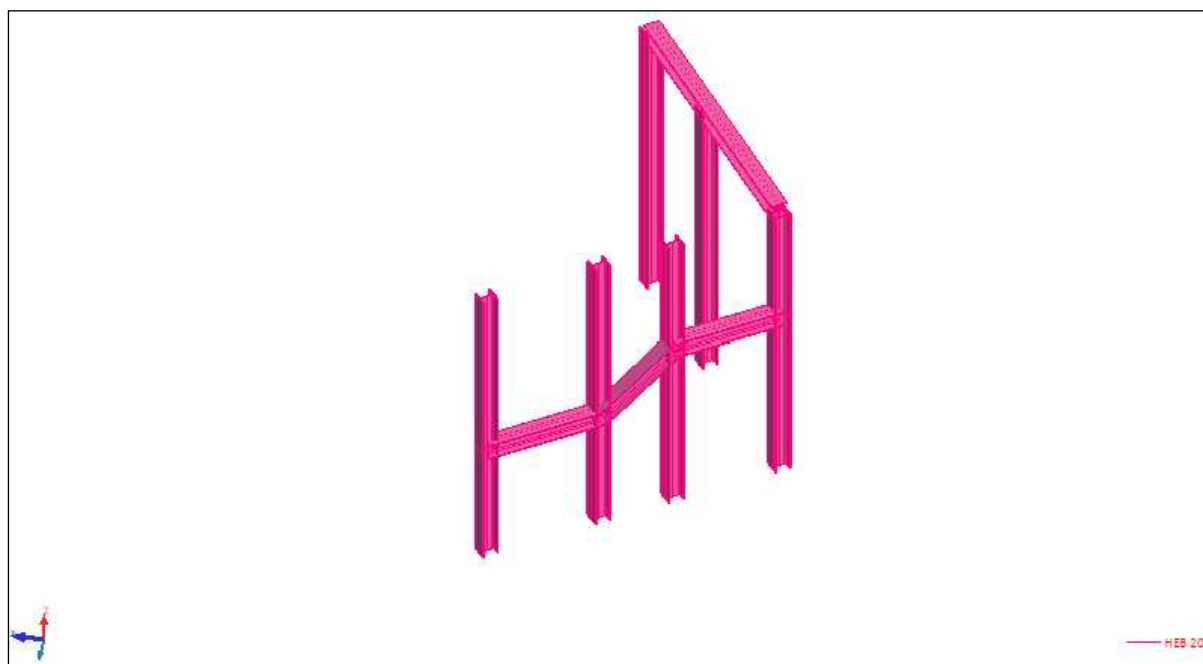
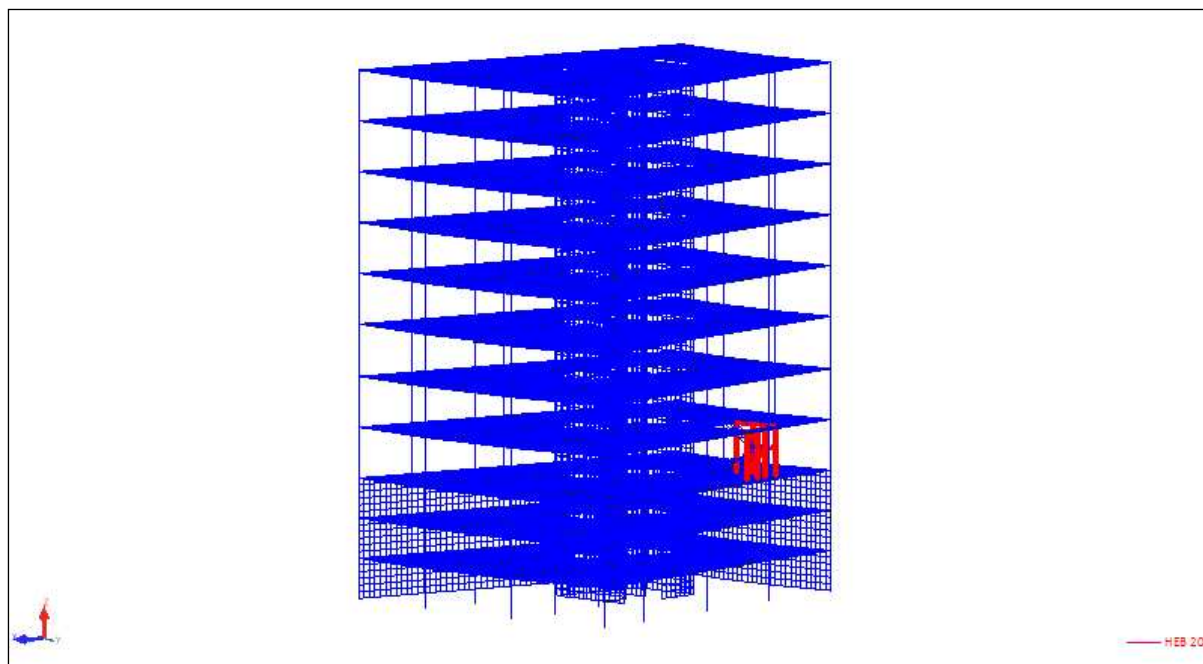
TN_CORPO 4_VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DE VIGAS DE BETÃO ARMADO

Betão (C 30/37)					Aço (S500 NR S0)		Parâmetros				
f _{ck}	f _{cd}	f _{ctm}	c _{nom}	c _{nom} (XS1)	f _{yk}	f _{yd}	Ø	Ø _w	Ø	colØ	
(MPa)	(MPa)	(MPa)	cm	cm	(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)	(")		
30	20.0	2.9	3.0	4.5	500	435	1.6	2.0	30	1.73	

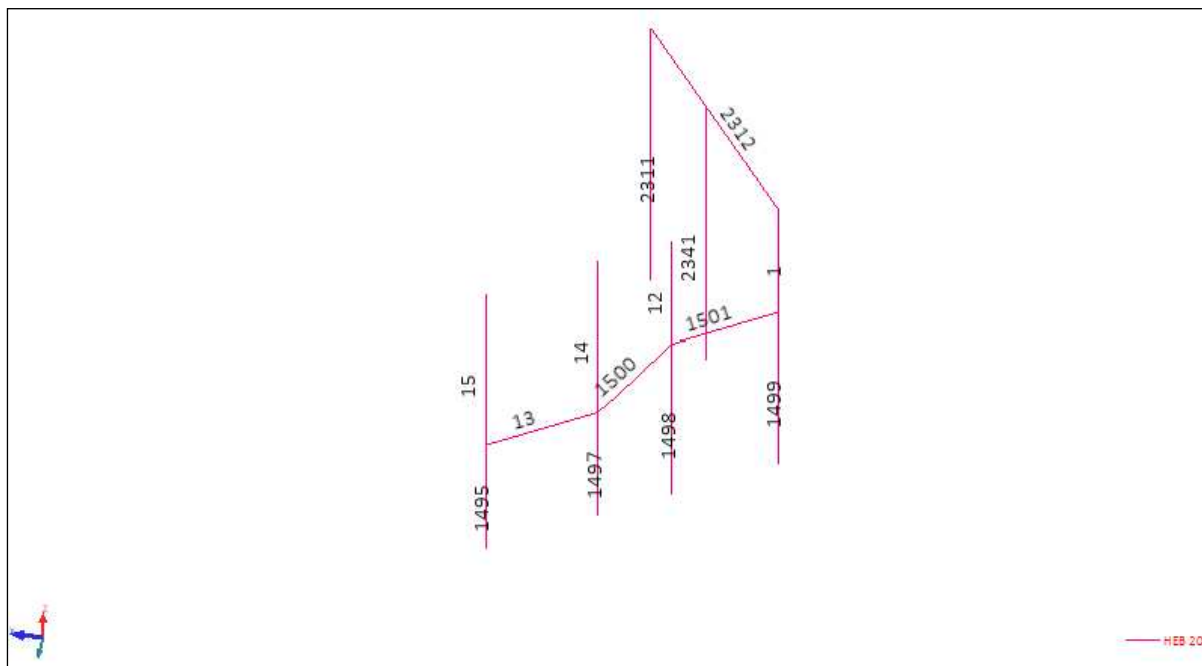
CORPO 1 - Verificação da Resistência ao Estado Limite Último de Flexão																				CORPO 1 - Verificação do Estado Limite Último de Esforço Transverso											
alimentação	Viga	Vãos	Tramo	I	SECCÃO			Armadura Efetiva (A_{seff})												OBS	CASO	OBS.									
				(m)	b	h	d	Varões	A_s (cm²)	ρ (%)	ω	x	x (m)	x/d	Reestruturação x 100(%)	μ	M_{seff} (kNm)	M_{Rd} (kNm)	CASO				V_{seff} (kN)	V_{Rd} (kN)							
A	V1.A4	3	1	5.54	Vão	E-E"	0.30	0.80	0.746	4016+2020	14.32	0.64	0.139	0.172	0.172	Sim	0.129	431.3	173.4	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	921.1	253.9	100.0	156 159 160	Verifica	
			2	5.54	Vão	D-D"	0.30	0.80	0.753	2020+2016	10.30	0.46	0.099	0.122	0.092	0.122	Sim	0.094	319.9	222.5	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	929.4	256.1	100.0	156 159 160	Verifica
			2	5.54	Apóio	F-F"	0.30	0.747	0.747	4016+2020	18.85	0.84	0.183	0.226	0.226	0.199	0.066	554.4	265.8	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	921.9	254.1	230.0	156 159 160	Verifica	
			1	9.21	Vão	B-B"	0.30	0.80	0.748	2020+2016+2020	16.59	0.74	0.161	0.199	0.148	0.199	0.148	0.148	494.7	141.3	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	923.1	254.4	100.0	156 159 160	Verifica
E	V1.E5	3	2	9.21	Vão	A-A"	0.30	0.80	0.753	2020+2016	10.30	0.46	0.099	0.122	0.092	0.122	Sim	0.094	319.9	158.1	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	929.4	256.1	100.0	156 159 160	Verifica
			2	9.21	Apóio.súp	C-C"	0.30	0.80	0.747	4020+2020	18.85	0.84	0.183	0.226	0.169	0.226	Sim	0.166	554.4	345.7	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	921.9	254.1	230.0	156 159 160	Verifica
27	V1.27	4	1	8.05	Apóio.inf	I-I"	0.30	0.80	0.748	2020+2016+2020	16.59	0.74	0.161	0.199	0.148	0.199	Sim	0.148	494.7	109.0	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	923.1	254.4	100.0	156 159 160	Verifica
			3	8.05	Apóio.súp	G-G"	0.30	0.80	0.753	2020+2016	10.30	0.46	0.099	0.122	0.092	0.122	Sim	0.094	319.9	109.0	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	929.4	256.1	100.0	156 159 160	Verifica
			3	8.05	Vão	H-H"	0.30	0.80	0.748	2020+2016+2020	16.59	0.74	0.161	0.199	0.148	0.199	Sim	0.148	494.7	-321.8	156 159 160	Verifica	08/0.20	2.51	2	5.02	923.1	254.4	223.0	156 159 160	Verifica
Deformação elástica máxima é 0.821 mm no 1º tramo da Viga V1.E5 do Piso 1. Deformação a longo prazo 2.87 mm																															

9.5 DIMENSIONAMENTO DOS PERFIS METÁLICOS

Na figura abaixo apresentam-se os elementos metálicos que existem no Corpo 4:



Na figura abaixo apresenta-se a numeração das barras dos elementos metálicos que existem no Corpo 4:



9.5.1 VIGAS E ESCADAS

HEB 200

PROJETO DE AÇO

CÓDIGO: EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TIPO DE ANÁLISE: Verificação de membro

GRUPO DE CÓDIGO:

MEMBRO: 2312 Viga apoio_2312 **PONTO:** 3
2.03 m

COORDENADAS: $x = 0.57 L =$

CARGAS:

Caso de carga atuante: 105 UNFAV_AVB SC_SC Garagem
 $(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22)*1.35+39*1.30+(24+25+26+27+29+30+31)*1.50+28*1.05$

MATERIAL:

S 275 (S 275) $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



PARÂMETROS DA SECÇÃO: HEB 200

$h=20.0 \text{ cm}$

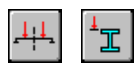
$gM0=1.00$

$gM1=1.00$

b=20.0 cm	Ay=66.02 cm ²	Az=24.83 cm ²	Ax=78.08 cm ²
tw=0.9 cm	Iy=5696.18 cm ⁴	Iz=2003.37 cm ⁴	Ix=61.40 cm ⁴
tf=1.5 cm	Wply=642.58 cm ³	Wplz=305.82 cm ³	

FORÇAS INTERNAS E CAPACIDADES:

N,Ed = 0.9 kN	My,Ed = 1.7 kN*m	Mz,Ed = 0.8 kN*m	Vy,Ed = -124.1 kN
Nc,Rd = 2147.2 kN	My,Ed,max = 7.0 kN*m	Mz,Ed,max = 0.8 kN*m	Vy,T,Rd = 1048.0 kN
Nb,Rd = 1412.0 kN	My,c,Rd = 176.7 kN*m	Mz,c,Rd = 84.1 kN*m	Vz,Ed = -351.1 kN
	My,V,Rd = 165.8 kN*m	MN,z,Rd = 84.1 kN*m	Vz,T,Rd = 394.2 kN
	Mb,Rd = 148.2 kN*m		Tt,Ed = -0.0 kN*m
			Classe da Secção = 1

**PARÂMETROS DE FLAMBAGEM LATERAL:**

z = 1.00	Mcr = 426.9 kN*m	Curva,LT - b	XLT = 0.81
Lcr,upp=3.55 m	Lam_LT = 0.64	fi,LT = 0.78	XLT,mod = 0.84

PARÂMETROS DE FLAMBAGEM:

Em torno do eixo y:

Ly = 3.55 m	Lam_y = 0.48
Lcr,y = 3.55 m	Xy = 0.89
Lamy = 41.56	kyy = 1.00



Em torno do eixo z:

Lz = 3.55 m	Lam_z = 0.81
Lcr,z = 3.55 m	Xz = 0.66
Lamz = 70.09	kyz = 0.70

FÓRMULAS DE VERIFICAÇÃO:**Verificação de resistência de Secção:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.8)$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.12 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.89 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Verificação de estabilidade global de membro:

$\Lambda_{y,y} = 41.56 < \Lambda_{y,max} = 210.00$ $\Lambda_{z,z} = 70.09 < \Lambda_{z,max} = 210.00$ ESTÁVEL

$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))

$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.05 < 1.00$
(6.3.3.(4))

$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.03 < 1.00$
(6.3.3.(4))

DESLOCAMENTOS DE LIMITE



Deflexões (SISTEMA LOCAL):

$u_y = 0.006 \text{ mm} < u_{y,max} = L/250.00 = 14.200 \text{ mm}$ Verificado

Caso de carga atuante: 177 RARA_AVB SC
(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)
*1.00

$u_z = 0.449 \text{ mm} < u_{z,max} = L/250.00 = 14.200 \text{ mm}$ Verificado

Caso de carga atuante: 177 RARA_AVB SC
(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)
*1.00



Deslocamentos (SISTEMA GLOBAL): Não analisados

Secção OK !!!

9.5.2 PILARES

HEB 200

PROJETO DE AÇO

CÓDIGO: EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TIPO DE ANÁLISE: Verificação de membro

GRUPO DE CÓDIGO:

MEMBRO: 1497 Pilar apoio_1497 **PONTO:** 3
1.55 m

COORDENADAS: x = 1.00 L =

CARGAS:

Caso de carga atuante: 237 FUND_Sismo Tipo 1_0.3X+Y+0.3Z
(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+23+45)*1.00+(24+27+28+30+31)*0.60+(25+26+29+44+46)*0.30

MATERIAL:

S 275 (S 275) $f_y = 275.00$ MPa

**PARÂMETROS DA SECÇÃO: HEB 200**

h=20.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=20.0 cm	Ay=66.02 cm ²	Az=24.83 cm ²	Ax=78.08 cm ²
tw=0.9 cm	Iy=5696.18 cm ⁴	Iz=2003.37 cm ⁴	Ix=61.40 cm ⁴
tf=1.5 cm	Wply=642.58 cm ³	Wplz=305.82 cm ³	

FORÇAS INTERNAS E CAPACIDADES:

N _{Ed} = 36.2 kN	My _{Ed} = -20.4 kN*m	Mz _{Ed} = 24.9 kN*m	Vy _{Ed} = 5.3 kN
N _{c,Rd} = 2147.2 kN	My _{Ed,max} = -20.4 kN*m	Mz _{Ed,max} = 24.9 kN*m	Vy _{T,Rd} = 1046.3 kN
N _{b,Rd} = 1980.1 kN	My _{c,Rd} = 176.7 kN*m	Mz _{c,Rd} = 84.1 kN*m	Vz _{Ed} = 14.8 kN
	MN _{y,Rd} = 176.7 kN*m	MN _{z,Rd} = 84.1 kN*m	Vz _{T,Rd} = 393.8 kN
	Mb _{Rd} = 176.7 kN*m		Tt _{Ed} = 0.0 kN*m
			Classe da Secção = 1

**PARÂMETROS DE FLAMBAGEM LATERAL:**

$z = 0.00$	$M_{cr} = 3473.1 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Curva,LT - b	$X_{LT} = 0.99$
$L_{cr,low} = 1.55 \text{ m}$	$\lambda_{m_LT} = 0.23$	$f_{i,LT} = 0.53$	$X_{LT,mod} = 1.00$

PARÂMETROS DE FLAMBAGEM:

Em torno do eixo y:



Em torno do eixo z:

$L_y = 1.55 \text{ m}$	$\lambda_{m_y} = 0.21$	$L_z = 1.55 \text{ m}$	$\lambda_{m_z} = 0.35$
$L_{cr,y} = 1.55 \text{ m}$	$X_y = 1.00$	$L_{cr,z} = 1.55 \text{ m}$	$X_z = 0.92$
$\lambda_{my} = 18.15$	$k_{zy} = 0.41$	$\lambda_{mz} = 30.60$	$k_{zz} = 0.78$

FÓRMULAS DE VERIFICAÇÃO:**Verificação de resistência de Secção:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.12 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.30 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.31 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Verificação de estabilidade global de membro:

$$\lambda_{my} = 18.15 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{mz} = 30.60 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTÁVEL}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.12 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.27 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.30 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

DESLOCAMENTOS DE LIMITE**Deflexões (SISTEMA LOCAL):** Não analisados**Deslocamentos (SISTEMA GLOBAL):**

$$v_x = 0.425 \text{ mm} < v_{x,max} = L/300.00 = 5.167 \text{ mm} \quad \text{Verificado}$$

Caso de carga atuante: 178 RARA_AVB SC_SC Garagem
 $(1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31) \cdot 1.00 + 28 \cdot 0.70$

$$v_y = 0.807 \text{ mm} < v_{y,max} = L/300.00 = 5.167 \text{ mm} \quad \text{Verificado}$$

Caso de carga atuante: 178 RARA_AVB SC_SC Garagem
 (1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19+20+21+22+39+24+25+26+27+29+30+31)
 *1.00+28*0.70

Secção OK !!!