

CÂMARA MUNICIPAL DE FELGUEIRAS

PRAÇA DA REPÚBLICA - FELGUEIRAS

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE EXECUÇÃO DA BENEFICIAÇÃO / AMPLIAÇÃO DA USF
HYGEIA DA LIXA
(TRAVESSA DO CICLO – LIXA - FELGUEIRAS)

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA – PROJETO DE ESTABILIDADE

GEP - A. Matos Ferreira Unip. Lda.

I – DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A presente memória descritiva e justificativa, refere-se à elaboração do Projeto de Execução de Estabilidade. A estrutura foi desenvolvida tendo como base o projeto de arquitetura. Neste documento são apresentados os aspetos gerais da conceção e das soluções estruturais adotadas bem como das metodologias a seguir no desenvolvimento do projeto.

Na conceção estrutural que foi estabelecida procurou-se enquadrar os aspetos mais relevantes associados aos aspetos funcionais e arquitetónicos previstos no projeto de arquitetura, assim como questões de durabilidade e manutenção. Neste contexto, a ampliação a realizar será executada em estrutura de betão armado constituída por vigas e pilares devidamente assentes sob sapatas de fundação, travadas entre si por vigas e lintéis de fundação.

As lajes aligeiradas previstas foram calculadas com base nas tabelas de cálculos de lajes FAPREL.

Os muros exteriores serão também executados em betão armado, assentes sob sapatas contínuas

As escolhas estão pormenorizadamente descritas nas tabelas de lajes anexas, onde se pode verificar o cumprimento do articulado do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (Decreto-Lei nº349-C/83 de 30 de Julho). No caso de outras lajes serem adotadas, deve-se ter em consideração os esforços atuantes bem como as flechas admissíveis.

Foi considerada uma tensão amissível de 200kPa, para o dimensionamento das fundações.

II - PARÂMETROS CONSIDERADOS E MATERIAIS USADOS NA CONSTITUIÇÃO DA ESTRUTURA

Considerando a regulamentação específica em vigor, nomeadamente: R.E.B.A.P. e o R.B.L.H

Parâmetros	Unidades	Valor Adotado
<u>Capacidade de Carga do Terreno</u> (Medida / considerada por inspeção direta)	(MPa)	0.20
Betão	--	B (30)
Aço	--	A500 NR

Rede Electrossoldada	--	A500 EL
Existência de Nível Freático	(m) Acima da Cota de Fundação	--

ACÇÕES

As ações consideradas no dimensionamento dos elementos resistentes seguem as imposições do Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (R.S.A.), do Eurocódigo 1 e das particularidades da obra.

HIPÓTESES DAS AÇÕES

No presente cálculo foram consideradas as seguintes ações: (RSA - Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes - Art.6 e o EC3)

- **Ações Permanentes (G):** Aquelas que assumem valores constantes durante o período de vida da estrutura, tais como o peso próprio da estrutura, impulsos de terras ou ações de elementos fixos. O programa considera todas as ações introduzidas em hipótese 0 como ações permanentes.

O programa considera as ações introduzidas na hipótese 0 em todas as combinações que realiza.

- **Ações Variáveis (Q):** Aquelas que assumem valores com uma variação significativa relativamente ao seu valor médio durante a vida da estrutura, tais como sobrecargas, ações de vento, ações de sismo, variações de temperatura, neve... O programa permite introduzir as ações variáveis nas seguintes hipóteses de ação:

- *Sobrecargas de utilização*
- *Ação do vento*
- *Ação do sismo*
- *Sobrecargas móveis de aplicação não simultânea*
- *Ação da temperatura*
- *Ação da neve (simultaneamente com as restantes hipóteses)*

CRITÉRIOS DE QUANTIFICAÇÃO DE AÇÕES

As Ações quantificam-se pelos seus valores característicos, e no caso das Ações variáveis, pelos seus valores reduzidos ou representativos, segundo o RSA - Art.6. e o EC3.

O programa considera um único valor característico para cada ação permanente. O EC3 permite utilizar dois valores característicos, um superior e outro inferior quando se preveja que ações permanentes variem durante a vida da estrutura.

O programa permite a definição de três coeficientes de combinação que permitem considerar três valores reduzidos das ações variáveis:

- Ψ_0 Valor raro
- Ψ_1 Valor frequente.
- Ψ_2 Valor quase permanente

Ações Verticais

Para a determinação dos pesos próprios das estruturas, foram adotados os pesos específicos dos materiais. Tendo-se em consideração as formas geométricas dos referidos elementos.

Peso próprio da estrutura:

Elementos em betão armado	25.00 kN/m ³
Elementos em aço	78.00 kN/m ³

Restantes cargas permanentes:

Revestimentos nas coberturas não acessíveis	0.25 kN/m ²
---	------------------------

Ações horizontais

→ Vento

A ação do vento foi quantificada de acordo com o R.S.A. adotando-se a pressão correspondente à zona e com a rugosidade aerodinâmica em questão.

→ Sismo

O programa efetua um cálculo dinâmico para quantificação da ação sismo.

São consideradas as quatro zonas sísmicas A, B, C e D, referidas no RSA - Art. 28, para determinar o valor do coeficiente de sismicidade, segundo RSA - Art. 29.2.

O programa considera diferentes tipos de terreno, Tipos I, II e III segundo o RSA - Art. 29.2.

O valor de coeficiente de comportamento é obtido pelo REBAP - Art. 33.1 em função do tipo de estrutura:

- *Pórtico* 2,5
- *Mista pórtico - parede* 2,0
- *Parede* 1,5

O programa considera três tipos de coeficientes de amortecimento (2, 5 e 10%).

Não se considera a opção de ductilidade melhorada.

Para efeitos de avaliação de ações sísmicas, a estrutura é modelada como um conjunto de barras com as massas concentradas nos nós. Esta modelação é aceitável para a maioria das situações, ainda que em alguns casos (ação do sismo vertical numa viga bastante comprida carregada uniformemente, por exemplo) não é correto transacionar as ações aos nós. Consideram-se só os nós situados sobre o plano cujo movimento na direção de estudo não estiver restringido mediante um apoio. Ou seja, considera-se que toda a estrutura sob o plano se desloca solidariamente com o terreno durante o sismo.

Utiliza-se uma análise modal espectral. Este método permite estudar estruturas de praticamente qualquer topologia, incluindo estruturas espaciais, e com consideração da ação sísmica vertical. Este método consta, fundamentalmente, dos seguintes passos:

1) Obtenção, para cada direção de sismo a considerar, dos valores e vetores próprios do sistema de equações.

$$[[K] - \omega^2 [M]] \cdot \{\Phi\} = 0$$

onde:

K: Matriz de rigidez na direção considerada

ω : Frequência angular de excitação (raiz quadrada do valor próprio)

M: Matriz de massa da estrutura

Φ : Vetor próprio

2) Obtenção, para cada modo de vibração e cada direção, da aceleração imposta a cada ponto da estrutura, utilizando para tal uma função de "resposta espectral".

3) Obtenção de um conjunto de ações estáticas equivalentes da estrutura, nos diferentes modos e direções de vibração (recorde-se que uma força é igual à massa vezes a aceleração).

4) Combinação, para cada direção, dos deslocamentos, rotações e esforços obtidos nos diferentes modos de vibração para obter os deslocamentos, rotações e esforços ponderados de cada direção do sismo.

REPARTIÇÃO DAS AÇÕES HORIZONTAIS VENTO E SISMOS

As ações horizontais vento e sismo foram distribuídas de acordo com o R.S.A., proporcionalmente à rigidez dos diferentes elementos de contraventamento tendo em conta a sua posição em planta.

COMBINAÇÕES DE AÇÕES

O programa considera diferentes combinações de ações conforme se verifique a segurança em relação a cada um dos estados limites, conforme RSA - Art.7 e o EC3 - Art.2.3.2.2.

Para os estados limites últimos (E.L.U.) consideram-se duas combinações de ações:

- Combinações Fundamentais: Consideram-se as ações permanentes e as ações variáveis.
- Combinações Acidentais: Consideram-se as ações permanentes, as ações variáveis e as acidentais.

Para a verificação da segurança em relação aos estados limites de utilização ou de serviço (E.L.S.), consideram-se três combinações de ações:

- Combinações raras: Estados limites de muito curta duração.
- Combinações frequentes: Estados limites de curta duração.
- Combinações quase permanentes: Estados limites de longa duração.

O programa realiza de forma automática combinações com as ações introduzidas, segundo os critérios do RSA - Art.9, 12 e do EC3 - Art.2.3.2.2, 2.3.3.2.

III – ANALISE ESTRUTURAL

As combinações a considerar no cálculo são as estipuladas no Regulamento de Segurança e Ações (RSA) e são as mais desfavoráveis para os Estados Limites a considerar.

Os coeficientes de segurança γ_g e γ_q , considerados respetivamente para ações permanentes e variáveis, foram os seguintes:

Peso próprio da estrutura $\gamma_g = 1.35$ ou 1.00

Restantes cargas permanentes $\gamma_g = 1.35$ ou 1.00

Ações variáveis $\gamma_q = 1.50$ ou 0.00

Consideraram-se as seguintes combinações fundamentais para verificação dos E.L.U. de Resistência Estrutural:

i) Combinação fundamental:

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gi,k} + \gamma_q \left[S_{Qi,k} + \sum_{j=2}^m \psi_{0j} S_{Qj,k} \right]$$

ii) No caso da ação variável de base ser a ação sísmica

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + S_{Ed} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} S_{Qjk}$$

em que:

S_{Gik} – esforços resultantes de ações permanentes consideradas com os seus valores característicos;

S_{Qik} – esforço resultante da “ação variável base” tomada com o seu valor característico;

S_{Qjk} – esforços resultantes das restantes ações variáveis tomadas com os seus valores característicos;

S_{Ed} – esforço resultante da ação de sismo para o período de retorno de referência, tomada com o seu valor de cálculo;

γ_{gi} – coeficiente de segurança relativo às ações permanentes;

γ_q – coeficiente de segurança relativo às ações variáveis;

ψ_{0j}, ψ_{2j} – coeficientes ψ correspondentes à ação variável de ordem j .

VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

Neste estudo foram efetuados cálculos de verificação das secções propostas, apresentando as peças, quando solicitadas aos valores da combinação mais desfavorável, níveis de segurança superiores aos regulamentados.

A segurança em relação aos Estados Limites Últimos foi feita em termos de esforços com base na condição:

$$S_d \leq R_d$$

em que S_d e R_d designam respetivamente os valores de dimensionamento do esforço atuante e do esforço resistente.

Na análise de esforços, considera-se um modelo tridimensional de comportamento global em que as deformações se produzem em regime de elasticidade perfeita com redistribuição de esforços. Na análise das secções de betão armado utilizou-se uma lei constitutiva não linear, definida pelo diagrama parábola-retângulo.

Na obtenção dos esforços e na verificação da segurança das secções foram utilizados programas de cálculo automático. Para obter os esforços de cálculo mais desfavoráveis foram considerados os coeficientes de combinação de ações regulamentares.

REGULAMENTAÇÃO

O presente projeto foi elaborado de acordo com a regulamentação portuguesa em vigor, complementada por outras normativas ou recomendações, com prioridade para os Eurocódigos:

RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (Decreto-Lei nº 235/83 de 31 de Maio);

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (Decreto-Lei nº 349- C/83 de 30 de Julho);

Betão – Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade – NP EN 206-1;

Eurocódigo – Bases para o projecto de estruturas – EN 1990

Eurocódigo 1 – Bases de cálculo e acções em estruturas – EN 1991;

Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão – EN 1992;

Eurocódigo 7 – Projecto geotécnico – EN 1997;

Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas sismo-resistentes – EN 1998;

Betões – Metodologia Prescritiva para uma Vida Útil de Projecto de 50 e 100 Anos Face às Acções Ambientais – Especificação LNEC E464;

Execução de estruturas de betão. Parte 1: Regras gerais – NP ENV 13670-1.

OMISSÕES

Em tudo o omissos na presente memória descritiva e justificativa foi respeitado o constante no Regulamento de Segurança e Acções em Edifícios e Pontes (RSA) e no Eurocódigo 2, bem como na restante legislação e regulamentação em vigor aplicável.

IV – CÁLCULO

Todos os trabalhos serão executados em conformidade com os regulamentos em vigor e de acordo com as boas normas de construção.

Em anexo apresentam-se as verificações de conformidade dos elementos estruturais, nomeadamente de fundações, pilares, muros, paredes, vigas, lajes aligeiradas de vigotas pré-esforçadas e escadas. Bem como o modelo estrutural com os diagrama de momentos, de esforço transversal e deformada.

CÁLCULOS

1. DADOS GERAIS DA ESTRUTURA

Projeto: Estrutura - USF Lixa

Chave: Est_USF Lixa

2. NORMAS CONSIDERADAS

Betão: REBAP

Aços enformados: MV110

Aços laminados e compostos: REAE

Categorias de utilização

2. Privado (Habitações, Hotéis)

3. Colectivo sem concentração especial

3. AÇÕES CONSIDERADAS

3.1 Verticais

Planta	Sobrecarga		Revest.paredes (kN/m ²)
	Categoria	Valor (kN/m ²)	
Cobertura	3	2.0	1.5
Piso 0	3	2.0	1.5
Fundação 2	3	2.0	1.5
Fundação	---	0.0	0.0

3.2 Vento

NP EN 1991-1-4 (2005)

Eurocódigo 1: Acções em Estruturas.

Parte 1-4: Acções Gerais - Acções de vento.

Documento Nacional de Aplicação para Portugal (NP EN 1991-1-4/NA (2010)

Zona: A (27 m/s)

Sem coeficiente direcciona

Categoria do terreno: III

Período de retorno (anos): 50

Direcção transversal (X)

Tipo de terreno: Plano

Direcção longitudinal (Y)

Tipo de terreno: Plano

Larguras de banda		
Plantas	Largura de banda Y (m)	Largura de banda X (m)
Em todas as plantas	9.60	25.60

Não se realiza análise dos efeitos de 2ª ordem

Coeficientes de Cargas

+X: 0.95 -X:0.95

+Y: 0.95 -Y:0.00

Cargas de vento			
Planta	Vento +X (kN)	Vento -X (kN)	Vento Y (kN)
Cobertura	13.278	-13.278	38.950
Piso 0	0.000	0.000	0.000
Fundação 2	0.000	0.000	0.000

3.3 Sismo

Norma utilizada: RSA. (Dinâmica)

Segundo R.S.A. (Modal Espectral)

Método de cálculo: Análise modal espectral (RSA. (Dinâmica), Artigo 30.2)

3.3.1 Dados gerais de sismo

Caracterização da localização

Zona sísmica (RSA. (Dinâmica), Artigo 28): D

Tipo de terreno (RSA. (Dinâmica), Artigo 29.2): Solos duros

Sistema estrutural

h: Ductilidade (RSA. (Dinâmica), Artigo 30.3)

h : 2.50

Amortecimento (RSA. (Dinâmica), 12.3)

x : 5

Parâmetros de cálculo

Número de modos de vibração que intervêm na análise: Automático, até atingir uma percentagem exigida de massa deslocada (90 %)

Fracção de sobrecarga

: 0.50

Fracção de sobrecarga de neve

: 0.50

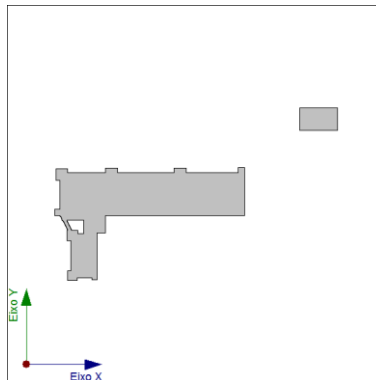
Não se realiza a análise dos efeitos de 2ª ordem

Critério de armadura a aplicar por ductilidade: Ductilidade normal

Direcções de análise

Acção sísmica segundo X

Acção sísmica segundo Y



Projecção em planta da obra

3.4 Acções de carga

Automáticas	Peso próprio Revestimentos e paredes Sobrecarga (Utilização 2) Sobrecarga (Utilização 3) Sismo X 1 Sismo X 2 Sismo Y 1 Sismo Y 2 Vento +X exc.+ Vento +X exc.- Vento -X exc.+ Vento -X exc.- Vento +Y exc.+ Vento +Y exc.- Vento -Y exc.+ Vento -Y exc.-
-------------	---

3.5 Diagramas de pressões sobre muros

Impulsos do terreno			
Referência	Hipótese	Descrição	Muro
Impulso por Defeito	Revestimentos e paredes	Com maciço terroso: Cota -3.00 m Ângulo do talude 0.00 Graus Densidade aparente 18.00 kN/m³ Densidade submersa 11.00 kN/m³ Ângulo atrito interno 30.00 Graus Evacuação por drenagem 100.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m²	M1, M2, M3

3.6 Listagem de cargas

Cargas especiais introduzidas (em kN, kN/m e kN/m²)

Grupo	Hipótese	Tipo	Valor	Coordenadas
Piso 0	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(4.66,4.72) (2.65,4.72)
	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(2.54,4.99) (2.54,8.14)
	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(2.77,8.45) (4.38,8.45)
	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(3.68,8.67) (3.68,9.65)
	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(4.43,9.96) (1.86,9.96)
	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(1.55,10.57) (1.55,13.70)
	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(1.84,13.97) (5.86,13.97)
	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(6.27,13.92) (12.10,13.92)
	Revestimentos e paredes	Linear	6.50	(12.55,13.95) (17.78,13.95)

4. ESTADOS LIMITE

E.L.U. Betão	REBAP
E.L.U. Betão em fundações	
Tensões sobre o terreno	Acções características
Deslocamentos	

5. SITUAÇÕES DE PROJETO

Para as distintas situações de projecto, as combinações de acções serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- **Combinações fundamentais**

- **Com coeficientes**

- **Sem coeficientes**

- **Combinações sísmicas**

- **Com coeficientes**

- **Sem coeficientes**

- Em que:

G_k Acção permanente

P_k Acção de pré-esforço

Q_k Acção variável

A_E Acção sísmica

g_G Coeficiente parcial de segurança das acções permanentes

g_P Coeficiente parcial de segurança da acção de pré-esforço

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

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

g_{A_E} Coeficiente parcial de segurança da acção sísmica

$\gamma_{p,1}$ Coeficiente de combinação da acção variável principal

$\gamma_{a,i}$ Coeficiente de combinação das acções variáveis de acompanhamento

5.1 Coeficientes parciais de segurança (g) e coeficientes de combinação (y)

Para cada situação de projecto e estado limite os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Betão: REBAP

E.L.U. Betão em fundações: REBAP

Combinações fundamentais (Sem sismo)				
	Coeficientes parciais (g)		Coeficientes (y)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (γ_p)	Acompanhamento (γ_a)
Permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q - Utilização 2)	0.000	1.500	1.000	0.400
Sobrecarga (Q - Utilização 3)	0.000	1.500	1.000	0.700
Vento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.400

Combinações fundamentais (Com sismo)				
	Coeficientes parciais (g)		Coeficientes (γ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (γ _p)	Acompanhamento (γ _a)
Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Utilização 2)	0.000	1.000	0.200	0.200
Sobrecarga (Q - Utilização 3)	0.000	1.000	0.400	0.400
Vento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.500	1.500	1.000	0.000

Tensões sobre o terreno

Acções variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais (g)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Utilização 2)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Utilização 3)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciais (g)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Utilização 2)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Utilização 3)	0.000	1.000
Vento (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

Deslocamentos

Acções variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais (g)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Utilização 2)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Utilização 3)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciais (g)	

	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Utilização 2)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Utilização 3)	0.000	1.000
Vento (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

5.2 Combinações

■ Nomes das acções

PP	Peso próprio
RP	Revestimentos e paredes
Qa (2)	Sobrecarga (Utilização Privado (Habitações, Hotéis))
Qa (3)	Sobrecarga (Utilização Colectivo sem concentração especial)
V(+X exc.+)	Vento +X exc.+
V(+X exc.-)	Vento +X exc.-
V(-X exc.+)	Vento -X exc.+
V(-X exc.-)	Vento -X exc.-
V(+Y exc.+)	Vento +Y exc.+
V(+Y exc.-)	Vento +Y exc.-
V(-Y exc.+)	Vento -Y exc.+
V(-Y exc.-)	Vento -Y exc.-
SisX 1	Sismo X 1
SisX 2	Sismo X 2
SisY 1	Sismo Y 1
SisY 2	Sismo Y 2

■ E.L.U. Betão

■ E.L.U. Betão em fundações

Comb.	PP	RP	Qa (2)	Qa (3)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SisX 1	SisX 2	SisY 1	SisY 2
1	1.000	1.000														
2	1.500	1.500														
3	1.000	1.000	1.500													
4	1.500	1.500	1.500													
5	1.000	1.000		1.500												
6	1.500	1.500		1.500												
7	1.000	1.000	0.600	1.500												
8	1.500	1.500	0.600	1.500												
9	1.000	1.000	1.500	1.050												
10	1.500	1.500	1.500	1.050												
11	1.000	1.000			1.500											
12	1.500	1.500			1.500											
13	1.000	1.000	0.600		1.500											
14	1.500	1.500	0.600		1.500											
15	1.000	1.000		1.050	1.500											
16	1.500	1.500		1.050	1.500											
17	1.000	1.000	0.600	1.050	1.500											
18	1.500	1.500	0.600	1.050	1.500											
19	1.000	1.000	1.500		0.600											
20	1.500	1.500	1.500		0.600											
21	1.000	1.000		1.500	0.600											
22	1.500	1.500		1.500	0.600											

Comb.	PP	RP	Qa (2)	Qa (3)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SisX 1	SisX 2	SisY 1	SisY 2
23	1.000	1.000	0.600	1.500	0.600											
24	1.500	1.500	0.600	1.500	0.600											
25	1.000	1.000	1.500	1.050	0.600											
26	1.500	1.500	1.500	1.050	0.600											
27	1.000	1.000				1.500										
28	1.500	1.500				1.500										
29	1.000	1.000	0.600			1.500										
30	1.500	1.500	0.600			1.500										
31	1.000	1.000		1.050		1.500										
32	1.500	1.500		1.050		1.500										
33	1.000	1.000	0.600	1.050		1.500										
34	1.500	1.500	0.600	1.050		1.500										
35	1.000	1.000	1.500			0.600										
36	1.500	1.500	1.500			0.600										
37	1.000	1.000		1.500		0.600										
38	1.500	1.500		1.500		0.600										
39	1.000	1.000	0.600	1.500		0.600										
40	1.500	1.500	0.600	1.500		0.600										
41	1.000	1.000	1.500	1.050		0.600										
42	1.500	1.500	1.500	1.050		0.600										
43	1.000	1.000					1.500									
44	1.500	1.500					1.500									
45	1.000	1.000	0.600				1.500									
46	1.500	1.500	0.600				1.500									
47	1.000	1.000		1.050			1.500									
48	1.500	1.500		1.050			1.500									
49	1.000	1.000	0.600	1.050			1.500									
50	1.500	1.500	0.600	1.050			1.500									
51	1.000	1.000	1.500				0.600									
52	1.500	1.500	1.500				0.600									
53	1.000	1.000		1.500			0.600									
54	1.500	1.500		1.500			0.600									
55	1.000	1.000	0.600	1.500			0.600									
56	1.500	1.500	0.600	1.500			0.600									
57	1.000	1.000	1.500	1.050			0.600									
58	1.500	1.500	1.500	1.050			0.600									
59	1.000	1.000						1.500								
60	1.500	1.500						1.500								
61	1.000	1.000	0.600					1.500								
62	1.500	1.500	0.600					1.500								
63	1.000	1.000		1.050				1.500								
64	1.500	1.500		1.050				1.500								
65	1.000	1.000	0.600	1.050				1.500								
66	1.500	1.500	0.600	1.050				1.500								
67	1.000	1.000	1.500					0.600								
68	1.500	1.500	1.500					0.600								
69	1.000	1.000		1.500				0.600								
70	1.500	1.500		1.500				0.600								
71	1.000	1.000	0.600	1.500				0.600								
72	1.500	1.500	0.600	1.500				0.600								
73	1.000	1.000	1.500	1.050				0.600								
74	1.500	1.500	1.500	1.050				0.600								
75	1.000	1.000							1.500							
76	1.500	1.500							1.500							
77	1.000	1.000	0.600						1.500							
78	1.500	1.500	0.600						1.500							
79	1.000	1.000		1.050					1.500							
80	1.500	1.500		1.050					1.500							
81	1.000	1.000	0.600	1.050					1.500							
82	1.500	1.500	0.600	1.050					1.500							
83	1.000	1.000	1.500						0.600							
84	1.500	1.500	1.500						0.600							
85	1.000	1.000		1.500					0.600							
86	1.500	1.500		1.500					0.600							
87	1.000	1.000	0.600	1.500					0.600							

Comb.	PP	RP	Qa (2)	Qa (3)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SisX 1	SisX 2	SisY 1	SisY 2
88	1.500	1.500	0.600	1.500					0.600							
89	1.000	1.000	1.500	1.050					0.600							
90	1.500	1.500	1.500	1.050					0.600							
91	1.000	1.000								1.500						
92	1.500	1.500								1.500						
93	1.000	1.000	0.600							1.500						
94	1.500	1.500	0.600							1.500						
95	1.000	1.000		1.050						1.500						
96	1.500	1.500		1.050						1.500						
97	1.000	1.000	0.600	1.050						1.500						
98	1.500	1.500	0.600	1.050						1.500						
99	1.000	1.000	1.500							0.600						
100	1.500	1.500	1.500							0.600						
101	1.000	1.000		1.500						0.600						
102	1.500	1.500		1.500						0.600						
103	1.000	1.000	0.600	1.500						0.600						
104	1.500	1.500	0.600	1.500						0.600						
105	1.000	1.000	1.500	1.050						0.600						
106	1.500	1.500	1.500	1.050						0.600						
107	1.000	1.000									1.500					
108	1.500	1.500									1.500					
109	1.000	1.000	0.600								1.500					
110	1.500	1.500	0.600								1.500					
111	1.000	1.000		1.050							1.500					
112	1.500	1.500		1.050							1.500					
113	1.000	1.000	0.600	1.050							1.500					
114	1.500	1.500	0.600	1.050							1.500					
115	1.000	1.000	1.500								0.600					
116	1.500	1.500	1.500								0.600					
117	1.000	1.000		1.500							0.600					
118	1.500	1.500		1.500							0.600					
119	1.000	1.000	0.600	1.500							0.600					
120	1.500	1.500	0.600	1.500							0.600					
121	1.000	1.000	1.500	1.050							0.600					
122	1.500	1.500	1.500	1.050							0.600					
123	1.000	1.000										1.500				
124	1.500	1.500										1.500				
125	1.000	1.000	0.600									1.500				
126	1.500	1.500	0.600									1.500				
127	1.000	1.000		1.050								1.500				
128	1.500	1.500		1.050								1.500				
129	1.000	1.000	0.600	1.050								1.500				
130	1.500	1.500	0.600	1.050								1.500				
131	1.000	1.000	1.500									0.600				
132	1.500	1.500	1.500									0.600				
133	1.000	1.000		1.500								0.600				
134	1.500	1.500		1.500								0.600				
135	1.000	1.000	0.600	1.500								0.600				
136	1.500	1.500	0.600	1.500								0.600				
137	1.000	1.000	1.500	1.050								0.600				
138	1.500	1.500	1.500	1.050								0.600				
139	1.000	1.000											-1.500			
140	1.000	1.000	0.200										-1.500			
141	1.000	1.000		0.400									-1.500			
142	1.000	1.000	0.200	0.400									-1.500			
143	1.000	1.000											1.500			
144	1.000	1.000	0.200										1.500			
145	1.000	1.000		0.400									1.500			
146	1.000	1.000	0.200	0.400									1.500			
147	1.000	1.000												-1.500		
148	1.000	1.000	0.200											-1.500		
149	1.000	1.000		0.400										-1.500		
150	1.000	1.000	0.200	0.400										-1.500		
151	1.000	1.000												1.500		
152	1.000	1.000	0.200											1.500		

Comb.	PP	RP	Qa (2)	Qa (3)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SisX 1	SisX 2	SisY 1	SisY 2
153	1.000	1.000		0.400										1.500		
154	1.000	1.000	0.200	0.400										1.500		
155	1.000	1.000													-1.500	
156	1.000	1.000	0.200												-1.500	
157	1.000	1.000		0.400											-1.500	
158	1.000	1.000	0.200	0.400											-1.500	
159	1.000	1.000													1.500	
160	1.000	1.000	0.200												1.500	
161	1.000	1.000		0.400											1.500	
162	1.000	1.000	0.200	0.400											1.500	
163	1.000	1.000														-1.500
164	1.000	1.000	0.200													-1.500
165	1.000	1.000		0.400												-1.500
166	1.000	1.000	0.200	0.400												-1.500
167	1.000	1.000														1.500
168	1.000	1.000	0.200													1.500
169	1.000	1.000		0.400												1.500
170	1.000	1.000	0.200	0.400												1.500

■ Tensões sobre o terreno

■ Deslocamentos

Comb.	PP	RP	Qa (2)	Qa (3)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SisX 1	SisX 2	SisY 1	SisY 2
1	1.000	1.000														
2	1.000	1.000	1.000													
3	1.000	1.000		1.000												
4	1.000	1.000	1.000	1.000												
5	1.000	1.000			1.000											
6	1.000	1.000	1.000		1.000											
7	1.000	1.000		1.000	1.000											
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000											
9	1.000	1.000				1.000										
10	1.000	1.000	1.000			1.000										
11	1.000	1.000		1.000		1.000										
12	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000										
13	1.000	1.000					1.000									
14	1.000	1.000	1.000				1.000									
15	1.000	1.000		1.000			1.000									
16	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000									
17	1.000	1.000						1.000								
18	1.000	1.000	1.000					1.000								
19	1.000	1.000		1.000				1.000								
20	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000								
21	1.000	1.000							1.000							
22	1.000	1.000	1.000						1.000							
23	1.000	1.000		1.000					1.000							
24	1.000	1.000	1.000	1.000					1.000							
25	1.000	1.000								1.000						
26	1.000	1.000	1.000							1.000						
27	1.000	1.000		1.000						1.000						
28	1.000	1.000	1.000	1.000						1.000						
29	1.000	1.000									1.000					
30	1.000	1.000	1.000									1.000				
31	1.000	1.000		1.000							1.000					
32	1.000	1.000	1.000	1.000								1.000				
33	1.000	1.000											1.000			
34	1.000	1.000	1.000										1.000			
35	1.000	1.000		1.000										1.000		
36	1.000	1.000	1.000	1.000									1.000			
37	1.000	1.000												-1.000		
38	1.000	1.000	1.000											-1.000		
39	1.000	1.000		1.000										-1.000		
40	1.000	1.000	1.000	1.000										-1.000		
41	1.000	1.000												1.000		

Comb.	PP	RP	Qa (2)	Qa (3)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SisX 1	SisX 2	SisY 1	SisY 2
42	1.000	1.000	1.000										1.000			
43	1.000	1.000		1.000									1.000			
44	1.000	1.000	1.000	1.000									1.000			
45	1.000	1.000												-1.000		
46	1.000	1.000	1.000											-1.000		
47	1.000	1.000		1.000										-1.000		
48	1.000	1.000	1.000	1.000										-1.000		
49	1.000	1.000												1.000		
50	1.000	1.000	1.000											1.000		
51	1.000	1.000		1.000										1.000		
52	1.000	1.000	1.000	1.000										1.000		
53	1.000	1.000													-1.000	
54	1.000	1.000	1.000												-1.000	
55	1.000	1.000		1.000											-1.000	
56	1.000	1.000	1.000	1.000											-1.000	
57	1.000	1.000													1.000	
58	1.000	1.000	1.000												1.000	
59	1.000	1.000		1.000											1.000	
60	1.000	1.000	1.000	1.000											1.000	
61	1.000	1.000														-1.000
62	1.000	1.000	1.000													-1.000
63	1.000	1.000		1.000												-1.000
64	1.000	1.000	1.000	1.000												-1.000
65	1.000	1.000														1.000
66	1.000	1.000	1.000													1.000
67	1.000	1.000		1.000												1.000
68	1.000	1.000	1.000	1.000												1.000

6. DADOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS E PLANTAS

Grupo	Nome do grupo	Planta	Nome planta	Altura	Cota
3	Cobertura	3	Cobertura	4.80	4.80
2	Piso 0	2	Piso 0	2.00	0.00
1	Fundação 2	1	Fundação 2	4.20	-2.00
0	Fundação				-6.20

7. DADOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PAREDES E MUROS

7.1 Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Âng: ângulo do pilar em graus sexagésimais

Dados dos pilares

Referência	Coord(P.Fixo)	GI- GF	Vinculação exterior	Âng.	Ponto fixo	Altura de apoio
P1	(23.22, 19.95)	0-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. esq.	0.30
P2	(26.62, 19.95)	0-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. dir.	0.90
P3	(23.22, 18.53)	0-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. inf. esq.	0.95
P4	(26.61, 18.53)	0-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. inf. dir.	0.90
P5	(1.45, 14.05)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. esq.	0.50
P6	(5.95, 14.05)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. esq.	0.50
P7	(12.19, 14.05)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. esq.	0.50
P8	(18.22, 14.05)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. dir.	0.50
P9	(1.45, 10.16)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. inf. esq.	0.50

Referência	Coord(P.Fixo)	GI- GF	Vinculação exterior	Âng.	Ponto fixo	Altura de apoio
P10	(5.99, 10.16)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. inf. esq.	0.50
P11	(12.24, 10.16)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. inf. esq.	0.50
P12	(18.22, 10.16)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. inf. dir.	0.50
P13	(2.45, 8.55)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. esq.	0.50
P14	(4.82, 8.55)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. dir.	0.50
P15	(2.45, 4.61)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. inf. esq.	0.50
P16	(4.82, 4.81)	1-3	Com vinculação exterior	0.0	Can. sup. dir.	0.50

7.2 Muros

- As coordenadas dos vértices inicial e final são absolutas.
- As dimensões estão expressas em metros.

Dados geométricos do muro

Referência	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensões Esquerda+Direita=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de betão armado	0-2	(26.46, 18.68)	(26.46, 19.85)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M2	Muro de betão armado	0-2	(23.37, 19.85)	(26.47, 19.85)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M3	Muro de betão armado	0-2	(23.37, 18.68)	(23.37, 19.85)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M4	Muro de betão armado	0-2	(23.32, 18.68)	(26.51, 18.68)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3

Sapata do muro

Referência	Sapata do muro
M1	Sapata contínua: 2.100 x 0.900 Consolas: esq.:0.00 dir.:1.80 altura:0.90
M2	Sapata contínua: 0.850 x 0.300 Consolas: esq.:0.55 dir.:0.00 altura:0.30
M3	Sapata contínua: 2.150 x 0.950 Consolas: esq.:1.85 dir.:0.00 altura:0.95
M4	Sapata contínua: 0.800 x 0.300 Consolas: esq.:0.25 dir.:0.25 altura:0.30

8. DIMENSÕES, COEFICIENTES DE ENCASTRAMENTO E COEFICIENTES DE ENCURVADURA PARA CADA PISO

P1, P2						
Planta	Dimensões (cm)	Coeficiente de encastramento		Coeficiente de encurvadura		Coeficiente de rigidez axial
		Ext.Superior	Ext.Inferior	X	Y	
3	30x20	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
2	30x20	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
1	30x20	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

P4, P3						
Planta	Dimensões (cm)	Coeficiente de encastramento		Coeficiente de encurvadura		Coeficiente de rigidez axial
		Ext.Superior	Ext.Inferior	X	Y	
3	20x30	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
2	20x30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
1	20x30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

P12, P11, P10, P9, P13, P15						
Planta	Dimensões (cm)	Coeficiente de encastramento		Coeficiente de encurvadura		Coeficiente de rigidez axial
		Ext.Superior	Ext.Inferior	X	Y	
3	20x30	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
2	20x30	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

P16, P14, P5, P6, P7, P8						
Planta	Dimensões (cm)	Coeficiente de encastramento		Coeficiente de encurvadura		Coeficiente de rigidez axial
		Ext.Superior	Ext.Inferior	X	Y	
3	30x20	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
2	30x20	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

9. LISTAGEM DE LAJES

Tipos de lajes consideradas

Nome	Descrição
l1 - v3 - BN40x20-25	LAJE DE VIGOTAS DE BETÃO Altura da abobadilha: 20 cm Espessura camada de compressão: 5 cm Entre-eixos: 60 cm Abobadilha: Genérica Largura do nervo: 12 cm Volume de betão: 0.103 m³/m² Peso próprio: 3.20 kN/m² (Simples), 3.94 kN/m² (Dupla) Incremento da largura da nervura: 3 cm Verificação da flecha: Como vigota pré-esforçada Rigidez fissurada: 50 % rigidez bruta

10. LAJES E ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

- Tensão admissível em combinações fundamentais: 0.200 MPa
- Tensão admissível em combinações acidentais: 0.300 MPa

11. MATERIAIS UTILIZADOS

11.1 Betão

Elemento	Betão	f_{ck} (MPa)	g_c	Tamanho máximo do agregado (mm)	E_c (MPa)
Vigas e lajes de fundação	B30 (C25/30)	25	1.50	15	30500
Elementos de fundação	B30 (C25/30)	25	1.50	15	30500
Lajes	B30 (C25/30)	25	1.50	15	30500
Pilares e paredes	B20 (C16/20)	16	1.50	15	27500
Muros	B20 (C16/20)	16	1.50	15	27500

11.2 Aços por elemento**11.2.1 Aços em varões**

Elemento	Aço	f_{yk} (MPa)	g_s
Todos	A400	400	1.15

11.2.2 Aços em perfis

Tipo de aço para perfis	Aço	Limite elástico (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
Aço enformado	Fe 360	235	206
Aço laminado	Fe 360	235	206