



ESTRUTURA ENVOLVENTE AO AUDITÓRIO JOSÉ AFONSO, SETÚBAL

PROJECTO DE EXECUÇÃO

ESTABILIDADE

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA



FEVEREIRO 2018

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	2
2	DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO.....	3
3	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL	4
4	CRITÉRIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO	6
4.1	SEGURANÇA ESTRUTURAL - REGULAMENTAÇÃO	6
4.2	ACÇÕES	6
4.3	MATERIAIS ESTRUTURAIS	8
5	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	9
5.1	MODELOS DE CÁLCULO	9
5.1.1	<i>Pórticos A, B, C e D</i>	<i>9</i>
5.1.2	<i>Pórticos E, F e G.....</i>	<i>10</i>
5.2	FUNDAÇÕES INDIRECTAS.....	10
5.3	PILARES DE BETÃO ARMADO	12
5.4	ELEMENTOS DE ESTRUTURA METÁLICA	14



1 INTRODUÇÃO

A presente Memória Descritiva refere-se ao Projecto de Execução de Estabilidade no âmbito da Construção dos Painéis Estruturais e Decorativos do Auditório José Afonso, em Setúbal e cujo Dono de Obra é a Câmara Municipal de Setúbal.

Para a elaboração deste projecto foram consultados os seguintes elementos:

- Peças desenhadas do Projecto de Arquitectura;
- Estudo Micrometeorológico na Envolvente do Auditório José Afonso;
- Relatório Geotécnico do local de implantação do Parque de Estacionamento no Largo José Afonso;
- Projecto de Execução das Estruturas existentes.



Figura 1 – Localização do Auditório José Afonso, em Setúbal.

2 DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

O Auditório José Afonso, em Setúbal, propriedade da Câmara Municipal, é um espaço público dedicado à realização de espetáculos ao ar livre. Este espaço é frequentemente afectado por episódios de ventos de Norte de forte intensidade, conduzindo a efeitos de canalização do escoamento através do pórtico, elemento constituinte do Auditório.

Por forma a atenuar estes efeitos, foi proposta a execução de painéis estrategicamente dispostos, com um intuito funcional, mas também estético.

Estes painéis serão executados em aço Corten e em vidro laminado e estarão dispostos em vários pórticos (A a G, ver Figura 2), sendo suportados por uma estrutura metálica, cuja fundação será do tipo indirecta e efectuada através de micro-estacas (pórticos A a D) ou assente na estrutura existente (E a G).

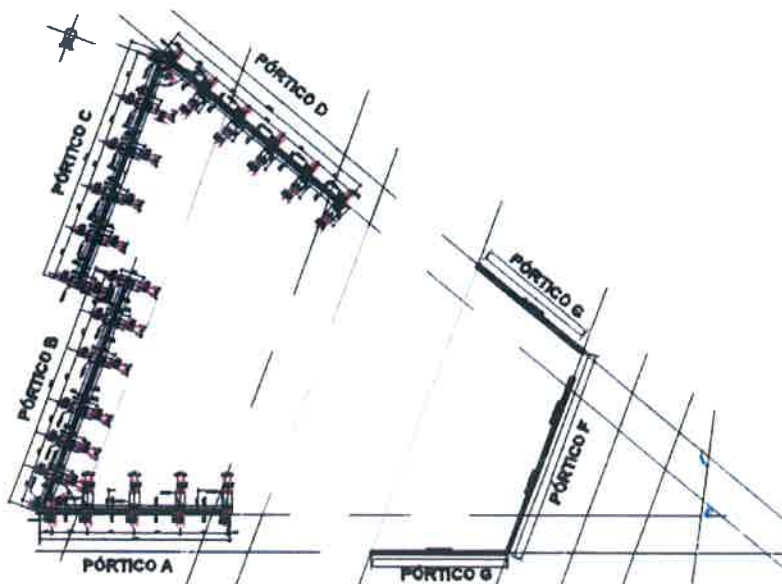


Figura 2 - Planta da Intervenção.

Os muros em betão armado que serão também executados nos pórticos A a D apresentarão fundações do tipo directas, em sapatas corridas, ligadas também aos maciços das micro-estacas.

Adicionalmente, será executada uma nova escada/rampa de acesso ao Auditório, em betão armado, junto ao Pórtico G.

3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL

O suporte dos painéis em aço Corten será efectuado, como já foi dito, através de pórticos em estrutura metálica. Esta estrutura é constituída por perfis HEA 500 como montantes com aproximadamente 11.00m de altura, afastados cerca de 4.90m e perfis RHS 250x150x8 como elementos horizontais de suporte e travamento. Na base dos montantes metálicos serão executados pilares em betão armado de 0.90x0.70m, que servem o propósito de transferir as cargas para as fundações.

Para as fundações destes pórticos adoptaram-se micro-estacas com tubos metálicos TM80 Φ 114.3 e espessura 7.0 mm, na base de cada elemento, equipadas com válvula de anti-retorno no comprimento de selagem com injeção IRS. A distribuição das cargas entre os elementos metálicos e as micro-estacas é garantida através da execução de maciços em betão armado, com 2.40x1.20x1.00m.

Os muros em betão armado que ligam os pórticos A a D apresentam aproximadamente 3.00m de altura e 0.30m de espessura. As suas fundações são do tipo directo, em sapatas com 1.20x0.40m, ao longo de todo o desenvolvimento dos mesmos, ligando nas extremidades aos maciços das micro-estacas. Abaixo apresenta-se um pórtico tipo (A a D), onde é perceptível o desenvolvimento da estrutura:

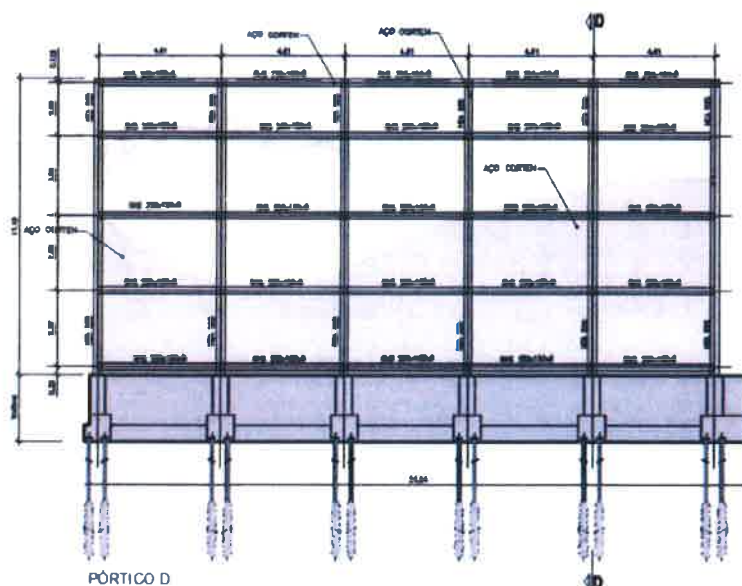


Figura 3 – Pórtico tipo (A a D).

Relativamente aos pórticos E a G, a sua estrutura também será metálica, por forma a suportar os painéis em vidro laminado, com aproximadamente 3.00m de altura. A estrutura existente servirá de suporte à nova estrutura, sendo ligada a esta através de buchas. Os perfis utilizados nestes pórticos serão SHS 250x250x10, tanto para montantes como para elementos horizontais e de travamento da estrutura.

Abaixo apresenta-se um pórtico tipo (E a G), onde é perceptível o desenvolvimento da estrutura:

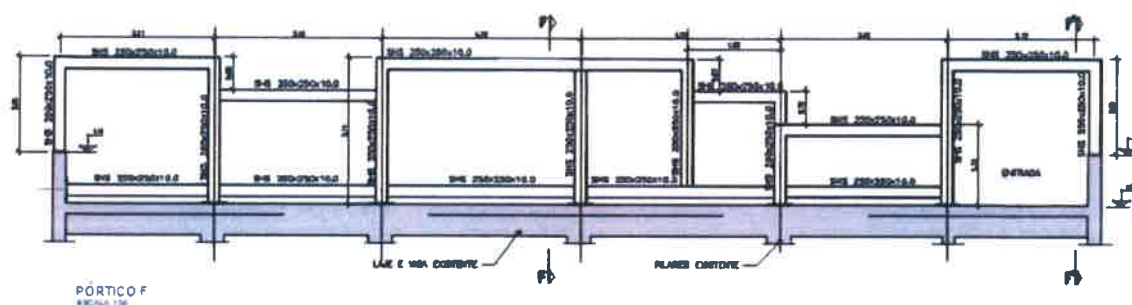


Figura 4 – Pórtico tipo (E a G).

A nova escada/rampa de acesso ao Auditório será executada em betão armado, com 0.20m de espessura e assentará sobre terreno devidamente compactado, ligando ainda numa das extremidades ao muro existente de betão armado.

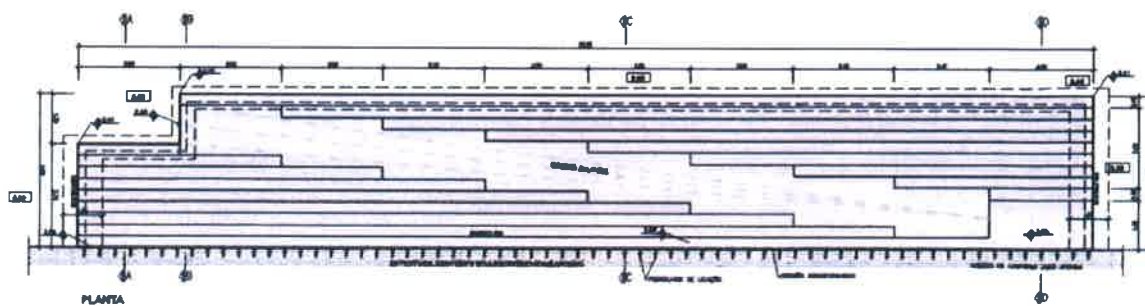


Figura 5 – Desenvolvimento da nova escada/rampa.

[Handwritten signature]

4 CRITÉRIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO

4.1 SEGURANÇA ESTRUTURAL - REGULAMENTAÇÃO

Na análise, verificação e dimensionamento das estruturas adoptaram-se os critérios de verificação de segurança aos Estados Limites Últimos e de Utilização preconizados na regulamentação portuguesa de estruturas:

- EN 1990:2009 Eurocódigo – Bases para o projecto de estruturas;
- EN 1991-1-1:2009 Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-1: Acções gerais;
- EN 1991-1-4:2010 Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-4: Acções do Vento;
- EN 1991-1-5:2009 Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-5: Acções Térmicas;
- EN 1992-1-1:2010 Eurocódigo 2 – Projecto de estruturas de betão – Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios;
- EN 1993-1-1:2010 Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço – Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios;
- EN 1993-1-8:2010 Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço – Parte 1-8: Projecto de ligações;
- EN 1998-1:2010 Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência ao sismo – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios.

4.2 ACÇÕES

As acções permanentes e variáveis são quantificadas a partir dos valores que constam no R.S.A. Resumem-se, a seguir, as acções consideradas neste estudo:

- Acções Permanentes

Elementos de betão armado

$$\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$$

Elementos de aço

$$\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

- Acção Sísmica

A determinação dos esforços da acção sísmica é feita por análise dinâmica, por espectros de resposta, em modelo matemático e em conformidade com o Eurocódigo. Para tal, consideram-se os seguintes parâmetros:

- Zona Sísmica: Sismo I (zona 1.3), Sismo II (zona 2.3);
- Terreno Tipo C;
- Coeficiente de amortecimento $\xi = 2\%$;
- Coeficiente de comportamento $\eta = 2,0$.

- Acção do Vento

Foi considerada a acção do vento sobre a estrutura do edifício, conforme o estipulado no Eurocódigo 1, tendo sido aplicados os factores de forma e pressão dinâmicas do vento mais adequados à situação em causa.

- Temperatura

As variações de temperatura foram consideradas tendo em conta as disposições regulamentares, a localização e exposição dos elementos:

Elementos metálicos

+25.5°C, -20°C



4.3 MATERIAIS ESTRUTURAIS

Os materiais estruturais adoptados na estrutura estão indicados no quadro seguinte, de acordo com as designações do Eurocódigo:

MATERIAIS				
BETÃO (NF EN 206-1)	Classe	Exposição	Racobrimento mínimo (cm)	Classe de Consolidação
Regularização	C12/15	X0	—	>S2
Sapatas e Elementos Enterrados	C30/37	XC2	4,0	>S3
Pilares e Paredes	C30/37	XC3	3,5	>S3
Vigas e Lajes	C30/37	XC3	3,5	>S3
AÇO		CLASSE		
Armaduras Ordinárias	A500NR			
Perfis e Chapas	S275 JR (Fe+30B)			
Clumbedores	Cl. 8.8			
Parafusos, Porcas e Anilhas	Cl. 8.8			

MATERIAIS MICRO-ESTACAS				
CALDA DE CIMENTO				
CIMENTO			A/C	
TIPO	Classe de Resistência	Resistência aos 7 dias (MPa)	Solagem	Injeção
CEM I	42,5R	27,0	<0,45	<0,55
AÇO				
TIPO	TM-80			
f _{yd} (MPa)	680,0			

Figura 6 – Quadros de materiais.

Lisboa, Fevereiro de 2018



Pedro Inácio C. Neto Rebelo

(Eng.º Civil – O.E. 10 488)

Projectista

5 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Os critérios adoptados na verificação da segurança da estrutura no que respeita à quantificação e à combinação das acções tiveram como princípio as bases definidas no Eurocódigo 1.

A verificação dos elementos estruturais baseou-se nos Eurocódigos 2 (betão armado) e 3 (estruturas metálicas), nomeadamente no que se refere à verificação aos estados limites.

Todos os elementos foram analisados de forma a verificarem os estados limites últimos e de utilização, de acordo com as exigências regulamentares.

5.1 MODELOS DE CÁLCULO

Os pórticos foram analisados com o auxílio do programa de cálculo tridimensional de elementos finitos, SAP2000v15. Os modelos visam recriar, ainda que de forma simplificada, a estrutura a executar no local.

A partir da análise destes modelos, obtiveram-se os esforços com que se realizaram as verificações estruturais.

5.1.1 PÓRTICOS A, B, C E D



Figura 7 - Vista 3D da modelação (pórticos A a D).

5.1.2 PÓRTICOS E, F E G

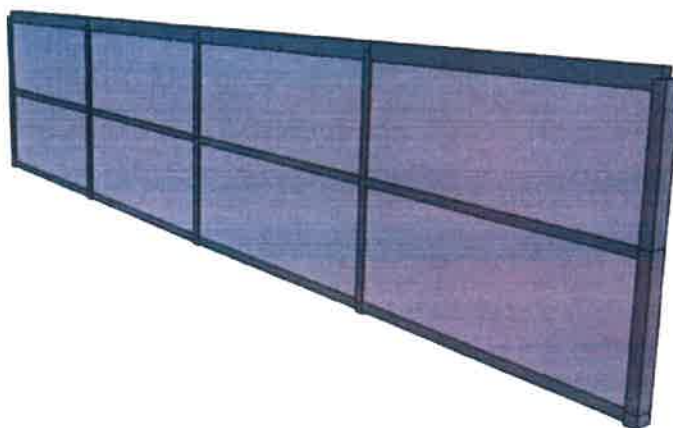


Figura 8 - Vista 3D da modelação (pórticos E a G).

5.2 FUNDAÇÕES INDIRECTAS

De acordo com os resultados obtidos através do modelo de cálculo dos pórticos A a D, os esforços máximos na base dos pilares são os seguintes:

$$N_{sd} = 648 \text{ kN}$$

$$N_{serviço} = 442 \text{ kN}$$

Tendo por base a micro-estaca escolhida, tubos metálicos TM80 Φ 114.3 e espessura 7.0 mm, cuja carga axial máxima de cedência é de 1321 kN (superior ao esforço actuante). A carga axial de serviço limite é de 755 kN, superior também à actuante.

O comprimento do bolbo de selagem das micro-estacas pode ser estimado pela seguinte expressão:

$$L_{min} = N f_s / (\pi D_s q_s)$$



Onde:

N - esforço axial de serviço

f_s - factor de segurança 2,0

D_s - diâmetro médio do bolbo de selagem obtido por majoração do diâmetro de furação, sendo neste caso 0,20.

q_s - parâmetro do atrito unitário, obtido a partir dos ábacos de Bustamante e Doix, dependente da natureza, consistência ou compacidade do solo e do tipo de injeção utilizado. Neste caso, adoptou-se $q_s = 150$ kPa.

Como tal,

$$L_{\min} = 442 \times 2 / (\pi \times 0,20 \times 150) = 9.38\text{m}$$

Adoptou-se então $L=10.00\text{m}$, com 4.00m livres, perfazendo um comprimento total de 14.00m por micro-estaca.



5.3 PILARES DE BETÃO ARMADO

Os pilares de betão armado na base de cada montante metálico apresentam os seguintes esforços, obtidos através do modelo de cálculo:

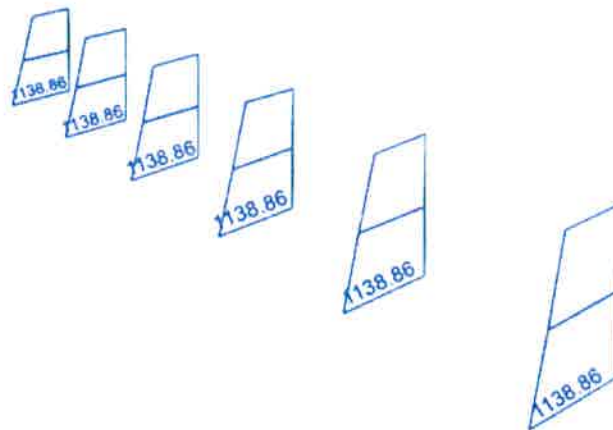


Figura 9 – Momento flector máximo na base dos pilares (pórticos A a D, kN.m).

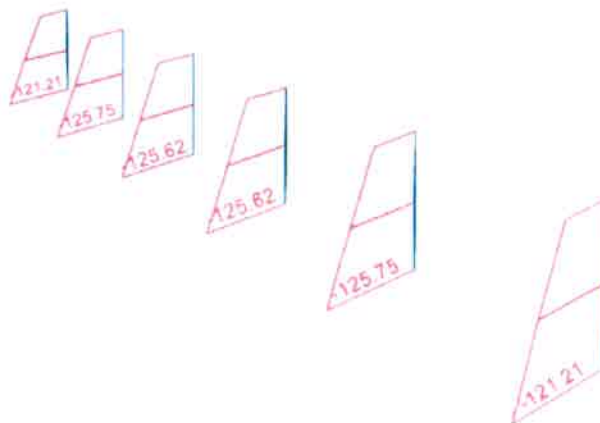


Figura 10 – Esforço axial máximo na base dos pilares (pórticos A a D, kN).



Figura 11 – Armadura requerida para os pilares (pórticos A a D, cm²).

Os pilares apresentam 18Φ25, perfazendo um total de 88.38 cm², superior à armadura mínima requerida.

5.4 ELEMENTOS DE ESTRUTURA METÁLICA

No que toca à estrutura metálica, esta foi verificada utilizando o pós-processador do programa SAP2000v15, através de rácios esforço actuante vs capacidade resistente (rácio P-M). Os resultados obtidos são os seguintes, para os dois modelos de cálculo considerados:

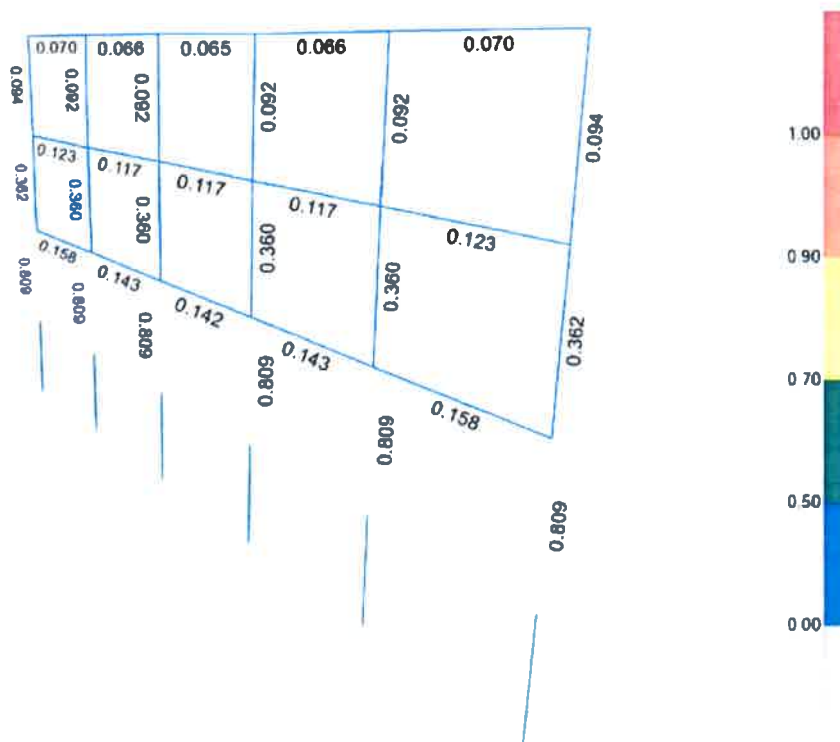


Figura 12 – Rácio P-M (pórticos A a D).

Assinatura

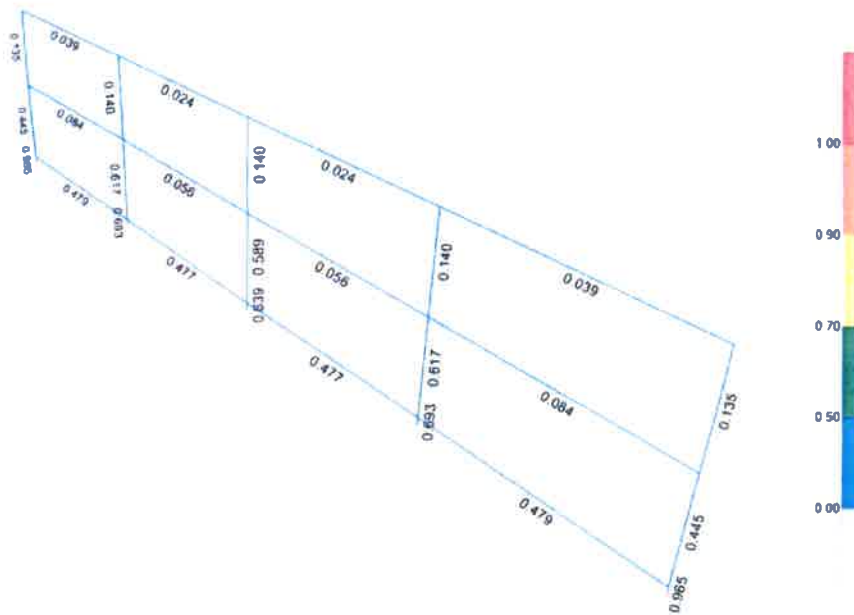


Figura 13 – Rácio P-M (pórticos E a G).

Relativamente às deformações resultantes, considerou-se a acção do vento como condicionante (situação mais desfavorável), estando os resultados obtidos apresentados de seguida:

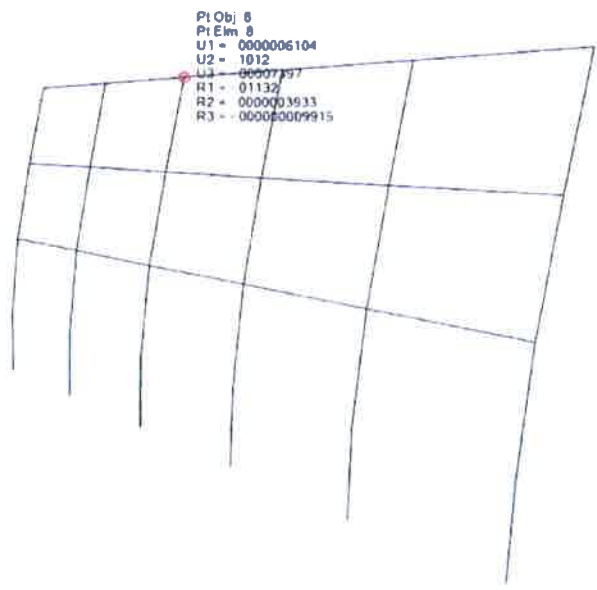


Figura 14 – Deformação máxima devido à acção do vento = 10.12 cm (pórticos A a D).

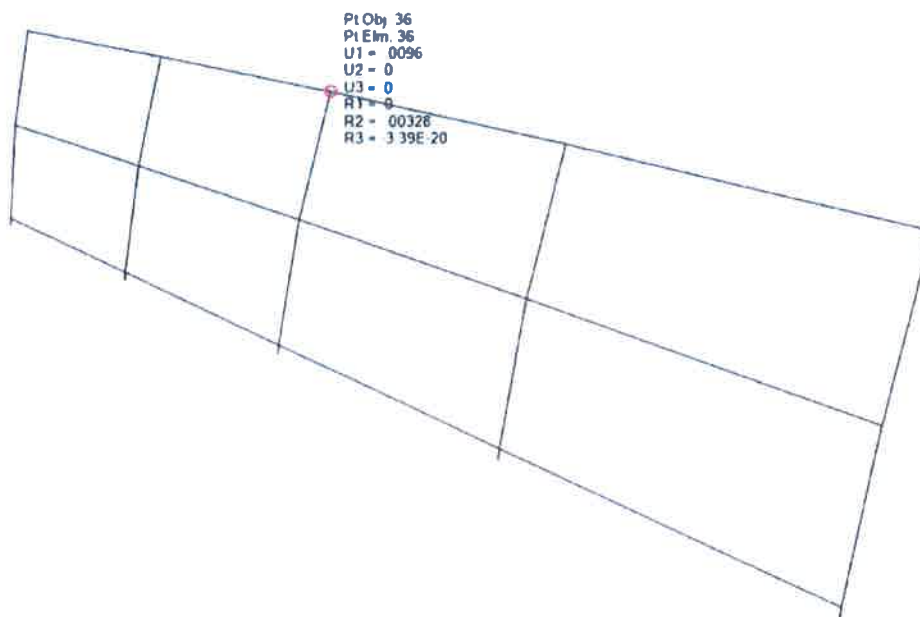


Figura 15 – Deformação máxima devido à acção do vento = 0.96 cm (pórticos E a G).

Os resultados apresentados respeitam os limites regulamentares para este tipo de estruturas. Contudo, face aos valores obtidos, torna-se necessário tomar medidas preventivas na colocação dos painéis, em especial os de vidro, para que na presença de ventos fortes não quebrem. As fixações dos painéis, em todos os pórticos, deverão permitir que a estrutura metálica deforme instantaneamente sem colocar em causa a integridade dos restantes materiais.

