

B - ESTABILIDADE

PROJECTO DE EXECUÇÃO

C.M.VIANA DO ALENTEJO

PAVILHÃO METÁLICO

Empreitada de Estruturas Metálicas

Processo de Execução

Junho 2008



» Índice

I – MEMÓRIA DESCRITIVA

II – CONDIÇÕES TÉCNICAS



I - MEMÓRIA DESCRITIVA



» Índice

»» 1. Introdução	5
»» 2. Breve Descrição	5
»» 3. Bases de cálculo	6
»»» Fundações	7
»»» Materiais estruturais	8
»»»» Obra metálica	8
»»»» Obra de betão	8
»»» Quantificação de acções	9
»»»» Acções permanentes	9
»»»» Acções variáveis	10
»»» Combinações de acções	13
»»» Métodos de cálculo e de dimensionamento	15
»»»» Generalidades	15
»»»» Estados limites últimos e de utilização	15
»»»» Coeficientes parciais de segurança para as resistências	15
»»»» Elementos estruturais	16
»»»» Dimensionamento estrutural	16
»»»» Madres da platibanda	19
»»»» Pórticos metálicos	20
»»» Resistência ao fogo	22
»»»» Obra metálica	22
»»»» Obra de betão	22
»» 4. Omissões	22
»» 5. Documentação	22
»» 6. Disposições construtivas	23
»» 7. Considerações finais	24



» Pavilhão metálico

»» 1. Introdução

Refere-se a presente memória descritiva ao projecto de execução de estruturas metálicas de dois pavilhões metálicos, que **Câmara Municipal de Viana do Alentejo**, pretende realizar, sito em **Viana do Alentejo**.

»» 2. Breve Descrição

As plantas estruturais foram concebidas de forma a satisfazer as exigências arquitectónicas impostas, devendo contudo ser verificada a compatibilidade desta especialidade com qualquer possível alteração ao projecto de arquitectura, antes da sua execução.

O pavilhão A em termos de dimensões apresenta 15.00 metros de vão por 36.00 metros de comprimento.

O pavilhão B em termos de dimensões apresenta 15.00 metros de vão por 69.34/32.70 metros de comprimento.

A estrutura metálica foi pensada para receber uma laje de piso e uma cobertura apoiada em vigas metálicas galvanizadas que se apoiam na face superior das vigas metálicas de perfil HEA apoiadas em pilares metálicos com 6.00 metros de altura afastados de 5.00 metros nas empenas de apoio e 5.00/6.00 metros nos apoios laterais.

O projecto apresentado visa contemplar de um modo equilibrado os seguintes parâmetros:

1. Simplificação técnico construtiva
2. Simplificação de montagem
3. Envolvimento aparente dos elementos estruturais e ligações.

Assim a solução adoptada é constituída pelos seguintes componentes:

- Revestimento superior constituído por: chapa autoportante, de perfil trapezoidal, em chapa perfilada pré-lacada de espessura não inferior a 0.80mm.
- Revestimento lateral da platibanda em chapa de acordo com o estipulado pela arquitectura/estabilidade.



- Vigas N de bordadura, que percorrem todo o perímetro da cobertura e são constituídas por perfil U 100x2,5mm. Estas vigas resistem às acções do vento sobre a platibanda.
- Vigas principais, em perfil de aço laminado a quente, que transmitem aos pilares as cargas provenientes da chapa de cobertura e vigas de bordadura. As vigas são do tipo HEA 160 e IPE 160.
- Vigas para apoio do piso, em perfil de aço laminado a quente, que transmitem aos pilares as cargas provenientes da laje mista composta por chapa colaborante da Haironville H59S e=0.75mm e betão C20/25 com armadura de reforço junto à alma dos perfis metálicos. As vigas são do tipo IPE 240.
- Pilares, em perfil de aço laminado a quente, ligados às fundações através de chumbadouros embecidos em sapatas de betão armado, transmitindo os esforços e momentos provenientes das vigas. Os pilares são do tipo IPE 240.
- Madres de revestimento lateral da platibanda em perfil "U" com 100mm de altura e 2,5mm de espessura.

As ligações entre os elementos estruturais serão realizadas por aparafusamento, facilitando as operações de montagem.

»» 3. Bases de cálculo

A cobertura será convenientemente contraventada de modo que se possa comportar como um diafragma tendo assim capacidade de transmitir os esforços horizontais para os pórticos transversais, ou para os pórticos longitudinais, pórticos estes que serão também convenientemente contraventados de modo a poder absorver estes esforços.

Os pilares são fornecidos com um negativo na base que aparafusa à chapa de amarração a deixar na fundação aquando da betonagem. Estas chapas devem ser deixadas correctamente niveladas e perfeitamente alinhadas.

A transmissão das cargas na base dos pilares ao solo será efectuada através de sapatas octogonais rígidas, ligadas entre si por intermédio de lintéis de fundação



A Junta de dilatação devido à diferença de temperatura, que implica uma extensão do aço de acordo com $\varepsilon = \alpha \times \Delta T$, é realizada através de libertações nas barras através de furos ovalizados.

»»» Fundações

As fundações que se apresentam foram dimensionadas com base em elementos fornecidos pelo dono de obra. Caso se verifique que a dimensão das sapatas não corresponde às necessidades deverão ser redimensionadas.

Prevê-se um solo de qualidade razoável para resistir às acções de fundação. Pelo que, o dimensionamento das mesmas foi efectuado considerando:

- Tensão admissível do solo: 250 kPa;
- Densidade aparente do solo: 20 KN/m³;
- Ângulo de atrito interno: 35°

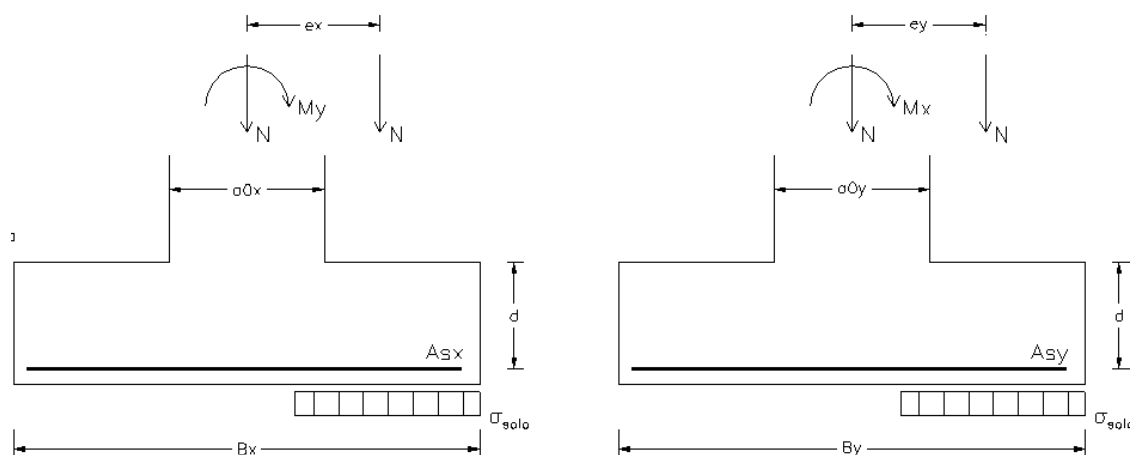
Estas características devem ser confirmadas pelo técnico responsável durante a abertura dos primeiros caboucos para a execução das respectivas fundações.

O dimensionamento das fundações foi feito com base num valor de tensão admissível em serviço de 250kPa, o que permitiu o recurso a fundações directas.

A determinação das dimensões em planta foi efectuada com base em critérios de economia e racionalidade construtiva, agrupando na medida do possível aquelas com esforços semelhantes.

As alturas das sapatas foram definidas de modo a assegurarem um comportamento rígido destas, sendo a escolha das armaduras calculada com base em modelos de escoras e tirantes típicos.

Como exemplo, tem-se os modelos de cálculo:



»»» Materiais estruturais

Preconizou-se a utilização dos seguintes materiais:

»»»» Obra metálica

Todos os perfis laminados a quente incluindo chapas, normalizados em S 275 JR (EN 10025 + A1 1994) sendo módulo de Young /módulo de Elasticidade Longitudinal $E=210\ 000\text{N/mm}^2$, módulo de Poisson/módulo de Elasticidade transversal $\nu=0,3$ e coeficiente de dilatação térmica linear $\alpha = 12E - 6/^{\circ}C$.

Soldaduras por penetração total (K) ou em cordão de ângulo envolvendo completamente os perfis.

Parafusaria classe 8.8 (EN 20898-1 e -2) ($f_{yb}=640\text{ N/mm}^2$ e $f_{ub}=800\text{N/mm}^2$)

Porcas de qualidade 8 (DIN 934) Anilhas planas de aço de dureza 200HV.

Perfis enformados a frio, normalizados em Fe E280 GD+Z (EN 10147) sendo módulo de Young /módulo de Elasticidade Longitudinal $E=210\ 000\text{N/mm}^2$, módulo de Poisson/ módulo de Elasticidade transversal $\nu=0,3$ e coeficiente de dilatação térmica linear $\alpha = 12E - 6/^{\circ}C$.

»»»» Obra de betão

Betão C30/37: lajes do piso térreo, adicionada com fibras metálicas tipo Dramix à taxa de 25kg/m^3 ;



Betão de limpeza em fundações com 150kg/m^3 ;
Betão C20/25: fundações e muros de cave;
Betão C20/25: pilares e paredes da estrutura em elevação;
Betão C20/25: lajes vigadas e lajes funjiformes da estrutura em elevação, adicionada com fibras de polipropileno aplicadas à taxa de 600g/m^3 ;
Aço A400NR (em todos os elementos);
Cofragem classe A.1 (LNEC) em fundações, quando não for possível a betonagem contra o terreno;
Cofragem classe A.2 (LNEC) na estrutura oculta para rebocar;
Cofragem classe A.3 (LNEC) na estrutura aparente.

»»» Quantificação de acções

São consideradas as acções que o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (R.S.A.) prescreve, sendo a localização do edifício na Zona A no que se refere à acção do vento, e no que se refere ao tipo das construções, pode-se considerar o terreno de Rugosidade Tipo II. Assim e de acordo com o Regulamento, o valor característico da pressão dinâmica do vento, W_k , é considerada igual a 0.90 kN/m^2 .

Considera-se que a cobertura não tem, no edifício, qualquer função no que se refere ao suporte de cargas, o qual, a existir, terá sempre de ser encarado tendo em conta os deslocamentos horizontais e verticais que a estrutura pode sofrer e que são indicados nos resultados do cálculo automático.

Assim as acções são:

»»»» Acções permanentes

Os pesos próprios dos elementos de construção foram obtidos considerando as dimensões nominais dos mesmos, os pesos volúmicos dos materiais e as disposições previstas no EC1.

Assim, admitiu-se que:

- Peso específico do betão armado: $25,0\text{ kN/m}^3$;
- Peso específico do aço: $78,5\text{ kN/m}^3$;
- Peso revestimento nos pavimentos: $1,00\text{ kN/m}^2$;
- Peso revestimento nas escadas e varandas: $1,00\text{ kN/m}^2$;
- Peso revestimento na laje de cobertura: $1,00\text{ kN/m}^2$;
- Peso paredes interiores:
 - i. Com espessura 0.15 m $1,80\text{ kN/m}^2$;



- Peso paredes exteriores:
 - i. Com espessura 0.30 m 3,00 kN/m²;
- Peso próprio da chapa de revestimento: 0,20 kN/m²;

»»»» Acções variáveis

Vão ser consideradas como acções variáveis as acções devidas à sobrecarga, vento, Neve e Sismo.

Sobrecarga (Q) na cobertura ($\psi_0=0; \psi_1=0; \psi_2=0$), no pavimento ($\psi_0=0.7; \psi_1=0.6; \psi_2=0.4$)

Na determinação das sobrecargas em coberturas considerou-se que a concentração de pessoas não é o elemento preponderante, tendo-se adoptado os seguintes valores:

- Sobrecarga nos pavimentos: 3,00 kN/m²;
- Sobrecarga nas escadas e acessos: 3,00 kN/m²;
- Sobrecarga nos terraços não acessíveis: 1,00 kN/m²;
- Sobrecarga na cobertura: 0,30 kN/m²; e /ou 1.0 kN

Pressão do vento (W) ($\psi_0=0,6; \psi_1=0,2; \psi_2=0$)

Considerou-se a acção do vento actuando na perpendicular aos paramentos verticais e à cobertura uma vez que esta situação é a mais desfavorável na actuação desta força. O valor característico da pressão dinâmica do vento é igual a 0.90 kN/m², função da zona da rugosidade do solo, do tipo de ocupação e dos coeficientes de pressão exterior e interior. Os valores dos coeficientes de pressão foram calculados tendo em conta as relações geométricas do edifício, a inclinação da vertente da cobertura, a direcção do vento e consoante se trate de edifício fechado ou aberto.

$$\theta = 6^\circ$$

Considerou-se: vento frontal (V1) e lateral (V2).

Solução:

a) Pressão dinâmica do vento

- Pressão dinâmica q:

$$q = 0.90 \text{ KN/m}^2$$

b) Coeficientes de pressão e forma, externos, para as paredes laterais e frontais

$$a = 36.00\text{m}$$

$$b = 15.00\text{m}$$

$$h = 6\text{m}$$

$$h/b = 0,40 \leq 1/2$$

$$3/2 < a/b = 2,4 \leq 4$$

$$\alpha = 0^\circ: A = +0,7; B = -0,25; C = -0,6; D = -0,6$$

$$\alpha = 90^\circ: A = -0,5; B = -0,5; C = +0,7; D = -0,1$$

, de acordo com o Quadro-I.I, do R.S.A.

c) Coeficientes de pressão e forma, externos, para a cobertura

$$h_1 = 1,5\text{m}$$

$$b = 36.0\text{m}$$

$$h = 6.0\text{m}$$

$$h_1/b = 0,1$$

$$\alpha = 0^\circ: E, F = -0,9; G, H = -0,8; I, J = -0,5$$

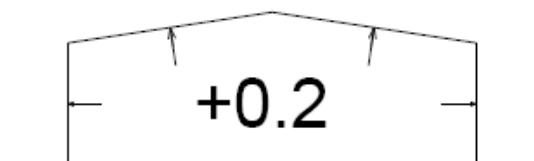
$$\alpha = 90^\circ: E, G, I = -0,8; F, H, J = -0,6$$

, de acordo com o Quadro I-IV, do R.S.A.

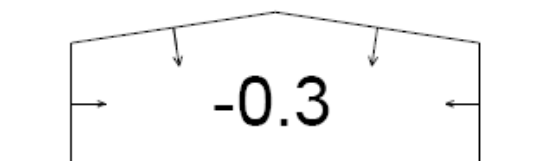
d) Pressão interna

Para efeito de cálculo, desprezamos a possibilidade de abertura dominante em qualquer face e que é geralmente o mais usado para pavilhão desde que as aberturas não sejam exageradas, logo:

$$C_{pi} = +0.2 \text{ ou } C_{pi} = -0.3 \text{ (adoptado o mais nocivo)}$$



$$C_{pi} = +0.2$$



$$C_{pi} = -0.3$$



e) Coeficientes de pressão para dimensionamento de madres de platibanda, telhas e ancoragens

Fachadas: acções locais -1,0

, de acordo com o Quadro I-I, do R.S.A.

Cobertura: acções locais: $L_1=-1,6$; $L_2=-1,8$

, de acordo com o Quadro I-IV, do R.S.A.

f) Coeficientes de pressão para estrutura principal (pórticos)

Para o dimensionamento da estrutura principal, adopta-se a combinação entre as pressões externas e internas mais crítica.

Obs.: Para o cálculo de um pórtico isolado, multiplica-se esses coeficientes pela pressão dinâmica q e pela distância entre os pórticos d .

Carga: Coeficiente $\times q \times d$ [KN/m]

Para o contraventamento, adopta-se os valores das pressões actuando perpendicularmente aos pórticos, ou seja, neste caso, $\alpha = 0^\circ$.

Neve (S) ($\psi_0=0,6$; $\psi_1=0,3$; $\psi_2=0$)

$$S_{wk} = 0.0 \text{KN/m}^2$$

$$\mu = 0.80$$

Sismo (E) ($\psi_0=0,6$; $\psi_1=0,3$; $\psi_2=0$)

Foram tidas em conta as cargas de solitação sísmica, em referência à zona de montagem da nave, de acordo com o Eurocode 8.

Variações de temperatura e retracção ($\psi_0=0,6$; $\psi_1=0,5$; $\psi_2=0,3$)

Variações uniformes de temperatura $\pm 15^\circ\text{C}$ (estruturas de betão armado não protegidas)

Variações uniformes de temperatura $+35^\circ\text{C}$ e -25°C (estruturas metálicas não protegidas)

Variações uniformes de temperatura $\pm 10^\circ\text{C}$ (estruturas metálicas protegidas)

Variações diferenciais de temperatura $+17,8^\circ\text{C}/+2,1^\circ\text{C}$

Retracção do Betão: considerou-se que, para determinação dos esforços actuantes, os efeitos finais da retracção são equivalentes aos de um abaixamento lento e uniforme de temperatura de 15°C .



No entanto não se toma em consideração ao adoptar-se disposições construtivas adequadas, tais como juntas de dilatação e o tipo de estrutura.

»»» Combinações de acções

As combinações de acções são feitas de acordo com o que o EC1 prescreve.

Aos E.L.U. DE RESISTÊNCIA - determinação dos esforços de cálculo actuantes
- Combinações fundamentais (em geral):

$$S_d = \sum_{i=1}^n \gamma_{Gi} S_{Gik} + \gamma_q [S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} S_{Qjk}]$$

ou

$$S_d = \sum_{i=1}^n S_{Gik} + \gamma_q \times S_{Ek} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} S_{Qjk} \text{ quando a acção fundamental for o sismo.}$$

Quadro resumo de combinações (aos E.L.U.)

Combinação	S_G	$S_{Q,cob}$	$S_{Q,pav}$	S_W	S_S	S_E
1	1.35	1.50	1.05	0.90	0.90	0.00
2	1.35	1.50	1.05	0.00	0.90	0.00
3	1.35	0.00	1.50	0.90	0.90	0.00
4	1.35	0.00	1.50	0.00	0.90	0.00
5	1.35	0.00	1.05	1.50	0.90	0.00
6	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00
7	1.35	0.00	1.05	0.90	1.50	0.00
8	1.35	0.00	1.05	0.00	1.50	0.00
9	1.00	0.00	0.40	0.00	±1.50	0.00

Aos E.L.UTILIZAÇÃO

- De muito curta duração - combinação rara (ou característica)
Utilizada para deslocamentos horizontais e fundações

$$S_d = \sum_{i=1}^n S_{Gim} + S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} S_{Qjk}$$

- De curta duração - combinação frequente
Utilizada para deformação por flexão

$$S_d = \sum_{i=1}^n S_{Gim} + \psi_1 \times S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} S_{Qjk}$$

- De longa duração - combinação quase permanente
Utilizada para não afectar o aspecto e as condições de utilização (pavimentos)

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

Quadro resumo de combinações (aos E.L.S.)

Combinação	S_G	$S_{Q,cob}$	$S_{Q,pav}$	S_W	S_S	S_E
1	1.00	0.00	0.60	0.20	0.30	0.00
2	1.00	0.00	0.60	0.00	0.30	0.00
3	1.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.00	0.60	1.00	0.30	0.00
6	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
7	1.00	0.00	0.60	0.20	1.00	0.00
8	1.00	0.00	0.60	0.00	1.00	0.00

Em que:

S_{Gik} – esforço resultante de uma acção permanente, tomada com o seu valor característico;

S_{Q1k} – esforço resultante da acção variável considerada como acção de base da combinação, tomada com o seu valor característico;

S_{Qjk} – esforço resultante de uma acção variável distinta da acção de base, tomada com o seu valor característico;



γ_{gi} – coeficiente parcial de segurança relativo às acções permanentes;
 γ_q – coeficiente parcial de segurança relativo às acções variáveis;
 $\psi_{0j}, \psi_{1j}, \psi_{2j}$ – coeficientes Ψ correspondentes à acção variável de ordem j .
 $\gamma_g = 1.35$ ou 1.00 (conforme mais desfavorável)
 $\gamma_q = 1.50$ ou 1.00

»»» Métodos de cálculo e de dimensionamento

»»»» Generalidades

O Cálculo foi efectuado usando modelo de comportamento adequado (complementados, se necessário, por ensaios) envolvendo todas as variáveis relevantes. Os modelos são suficientemente precisos para permitir prever o comportamento estrutural, tendo em atenção a qualidade esperada da execução e a fiabilidade das informações em que se baseia o projecto em causa.

Os possíveis desvios em relação às direcções ou posições admitidas para as acções e casos de carga relevantes foram tomadas em consideração.

Nenhum estado limite relevante será excedido.

»»»» Estados limites últimos e de utilização

No estado limite de rotura, ou de deformação excessiva de uma secção, de um elemento ou de uma ligação (excluindo a fadiga), deve verificar-se: $S_d \leq R_d$

No estado limite de estabilidade devido a efeitos de segunda ordem, deve verificar-se que a instabilidade não ocorre a não ser quando as acções excedem o seu valor de cálculo de todas as propriedades estruturais.

Nos casos correntes $\delta_{máx} = L/200$ para coberturas e $\delta_{máx} = L/200$ para pisos, sendo $\delta_{máx}$ = flecha máxima no estado final relativamente à recta que une os pontos.

Limites recomendados para os deslocamentos horizontais em pórticos $\delta \leq h/150$ sem aparelhos de elevação e $\delta \leq h/300$ outros.

Em pavimentos em que as pessoas se desloquem de forma cadenciada a frequência de excitação toma o valor de 5Hz. Deve verificar-se que $\delta \leq 10mm$ para combinações frequentes de acções de maneira a controlar a frequência.

»»»» Coeficientes parciais de segurança para as resistências

Resistências relacionadas com a tensão de cedência: $\gamma_{m0} = \gamma_{m1} = 1,00$

Resistências relacionadas com a tensão de rotura à tracção: $\gamma_{m2} = 1,25$

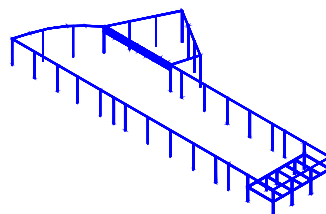
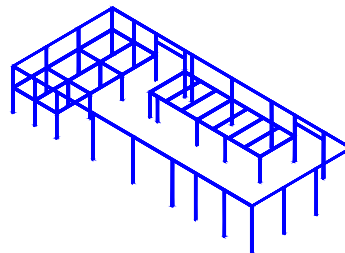
»»»» Elementos estruturais

As vigas são consideradas simplesmente apoiadas nos pilares por um sistema de aparafusamento, e recebem uma carga contínua resultante da cobertura.

Os perfis adoptados para as vigas são do tipo HEA, laminados a quente.

Os pilares metálicos a executar têm 6.00/7.50m no que diz respeito à altura, e estão encastrados na base. Os perfis considerados são do tipo IPE, laminados a quente.

»»»» Dimensionamento estrutural



O dimensionamento dos elementos estruturais foram efectuados tendo por base os esforços e deslocamentos resultantes da envolvente de solicitações provenientes das combinações de



acções verticais e horizontais. A verificação dos estados limites últimos e dos estados limites de utilização foi realizada de acordo com as prescrições do EC 3.

Para a elaboração dos modelos de cálculo que permitiram modelar o comportamento estrutural deste edifício recorreu-se ao programa de cálculo automático de elementos finitos.

O programa utiliza o método dos elementos finitos para a discretização da estrutura, sendo o cálculo estático realizado pela resolução do seguinte sistema de equações lineares:

$$KU = R$$

Sendo:

K - matriz de rigidez;

U - vector dos deslocamentos;

R - vector das cargas;

A análise dinâmica é feita através da resolução do seguinte sistema de equações de equilíbrio dinâmico, que relaciona o movimento do solo com a resposta da estrutura:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = M\ddot{u}_g$$

Sendo:

M - matriz de massas;

C - matriz do amortecimento;

K - matriz de rigidez;

\ddot{u}_g - aceleração do solo;

\ddot{u} , \dot{u} e u - aceleração, velocidade e deslocamento da estrutura, respectivamente;

O referido programa resolve o sistema de equações utilizando o método da sobreposição dos modos para um espectro de resposta aproximado.

A curva de aceleração do solo é introduzida sob a forma de uma tabela que relaciona a aceleração espectral com o período.

A excitação do solo pode ocorrer em três direcções: duas no plano horizontal e perpendiculares entre si, e a terceira na vertical desse plano.



A determinação dos esforços e dos deslocamentos máximos é feita calculando as respostas modais associadas às direcções principais de excitação e a resposta total, correspondente à soma das respostas associadas às três direcções, por combinação quadrática.

A análise estrutural foi realizada recorrendo-se a modelos globais elástico lineares constituídos por elementos finitos de barra com 6 GL por nó e por elementos finitos de laje de 4 nós com 6 GL por nó, modelados tridimensionalmente.

Em termos de condições de apoio consideraram-se os pilares rotulados.

Para a determinação dos esforços relativos ao sismo, foi realizada uma análise dinâmica, tendo-se, de forma a modelar o mais fidedignamente a estrutura, considerado as suas massas distribuídas ao longo dos vários tipos de elementos finitos utilizados na modelação.

A análise dinâmica tridimensional é, com os meios de cálculo actualmente disponíveis, a que melhor consegue modelar a realidade do comportamento estrutural face às diferentes acções regulamentares.

Atendendo ao facto desta estrutura se poder considerar uma estrutura em pórtico adoptou-se um coeficiente de comportamento para a determinação de esforços sísmicos de 2.50. Refira-se que a consideração deste coeficiente se destina a corrigir os efeitos da acção dos sismos obtidos por uma análise linear de modo a transformá-los nos valores que se obteriam numa análise não linear. O coeficiente de comportamento, de acordo com a regulamentação Portuguesa, é função do tipo de estrutura, sua ductilidade e esforços e deformações a que aquela está sujeita.

A partir da análise destes modelos, obtiveram-se os esforços com que se realizou este Projecto de Execução.

Os elementos estruturais como pilares, lajes e vigas foram dimensionados recorrendo-se aos processos tradicionais e comumente utilizados.

Da análise tridimensional feita conclui-se que a acção do vento é significativamente mais desfavorável que a acção do sismo.

Para aferição do modelo e da própria solução estrutural analisou-se a sua resposta não só às solicitações estáticas mas também às dinâmicas.

»»»» Madres da platibanda

O dimensionamento das madres da fachada foi feito para um afastamento entre madres de 1.25m, através de um modelo de cálculo simples de viga contínua.

As acções consideradas correspondem ao peso próprio das madres, ao peso próprio da cobertura, e à acção local do vento exercida na fachada. O quadro seguinte resume as acções utilizadas no cálculo.

Acções	Valores (kN/m ²)
p.p. madres + chapas + parafusaria	0.10 KN/m
p.p. cobertura (chapas) + 5% sobreposição + 5% para elementos de fixação.	0.20 KN/m ²
Sobrecarga de utilização	0.30 KN/m ² ou 1 KN
Vento e Neve	0.90 KN/m ² e 0.00KN/m ²

Os valores da acção do vento resultam do produto W_k (0.9) pela soma do coeficiente de pressão exterior (-1.5) e do coeficiente de pressão interior (+0.2). Este valor foi multiplicado pelo afastamento entre madres.

Sendo a acção condicionante o vento para a cobertura e para a fachada obteve-se a combinação:

Vento: $1.5 \times Q_w$

$$M_{Ed,max} = P \times l^2 / 12 < M_{cy,Rd}$$

$$W_{eff,y} > M_{Ed,max} \times 1.1 / f_y$$

$$V_{Ed,max} = P \times L$$

$$A_v > V_{Ed,max} \times 1.1 \times 3^{0.5} / f_y$$

O perfil escolhido foi o U de abas compostas com 100 mm de altura 2.5 mm de espessura e 50 mm de aba. (ver peças desenhadas).

A flecha para as CP + Q_s

$$1 \times P \times L^4 / (184,6 \times EI) < L/200$$

»»»» Pórticos metálicos

Verificação ao Estado Limite Último

Foram verificadas a resistência das secções transversais, a resistência dos elementos, a resistência das ligações, a estabilidade da estrutura e o equilíbrio estático.

A resistência das secções transversais foi feita verificando a tracção, compressão, flexão simples, flexão composta, flexão desviada e esforço transversal garantido que os esforços actuantes eram inferiores aos esforços resistentes da secção. Foi também verificada a resistência à encurvadura dos elementos comprimidos, a encurvadura por flexão (varejamento), a resistência à encurvadura lateral dos elementos sujeitos a uma combinação de esforços de flexão e tracção e de flexão e compressão.

Para a verificação dos elementos estruturais ao estado limite último foi criada uma folha de cálculo que, para cada um dos tipos de perfis utilizados, calculava a resistência das secções transversais brutas aos esforços simples e a resistência das secções transversais à encurvadura por compressão e flexão recorrendo para tal às formulações do EC3. Os valores dos esforços obtidos das análises estáticas e dinâmicas efectuadas, eram então comparados com as resistências das secções transversais, garantindo que os esforços actuantes eram inferiores aos esforços resistentes fazendo-se ainda a verificação à flexão composta desviada, à encurvadura por flexo-tracção e por flexo-compressão.

$$\text{Resistência aos esforços axiais de tracção} - N_{t,Ed} \leq N_{t,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$\text{Resistência à flexão} - M_{Ed} \leq M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$\text{Resistência ao esforço Transverso} - V_{Ed} \leq V_{Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}}$$

$$\text{Flexão composta Desviada} - \left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N.V.yrd}} \right)^2 + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N.V.zrd}} \right)^1 \leq 1$$

$$\text{Resistência à encurvadura por Compressão simples} - N_{Ed} \leq N_{b,Rd} = \chi \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$\text{Resistência à encurvadura por flexão simples} - M_{Ed} \leq M_{b,Rd} = \chi_{LT} \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{M0}}$$



Verificação da resistência à encurvadura por flexão com compressão –

$$\frac{1.00M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M1}}} + \frac{1.50M_{z.Ed}}{\frac{W_{pl,z} \times f_y}{\gamma_{M1}}} + \frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}}} \leq 1$$

Verificação da resistência à encurvadura por flexão com tracção:

$$M_{eff.Sd} = W_{com} \times \sigma_{com.Ed} \leq \chi_{LT} \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{M0}}, W_{com} = W_{el} \text{ e } \sigma_{com} = \frac{M_{Ed}}{W_{com}} - 0.8 \times \frac{N_{t.Ed}}{A}$$

Verificação aos Estados Limites de Utilização

Os estados limites de utilização foram verificados garantindo que os deslocamentos obtidos das combinações raras de acções eram inferiores a L/200 (cobertura) e L/300 (laje) nos elementos horizontais e nos elementos verticais inferiores a h/150 ou h/300 conforme a situação.

Em pavimentos em que as pessoas se desloquem de forma cadenciada a frequência de excitação toma o valor de 5Hz. Deve verificar-se que $\delta \leq 10mm$ para combinações frequentes de acções de maneira a controlar a frequência.

Verificou-se que a combinação rara de acções tendo como acção de base o vento a soprar na direcção 90° era a combinação mais condicionante para as várias estruturas.

Ligações

As ligações foram calculadas para resistirem aos esforços actuantes obtidos nas análises efectuadas para as combinações de acções utilizadas nos Estados Limites Últimos.

As ligações soldadas são todas realizadas em oficina com soldaduras de penetração total. As ligações aparafusadas das colunas às vigas e entre vigas dos pórticos principais são ligações com parafusos, as restantes ligações também são aparafusadas.

Fundações

As fundações são directas tendo-se admitido uma tensão admissível do solo $\sigma_{adm} = 250 \text{ kN/m}^2$ em serviço (combinações raras).

O dimensionamento das armaduras das sapatas foi efectuado recorrendo a um modelo simples de escoras e tirantes. Foi considerado o peso dos lintéis de fundação e das sapatas para contabilização do esforço axial na base da fundação. Os valores da tensão de contacto no solo obtidos das combinações de acções consideradas estão dentro dos limites aceitáveis para este tipo de solo (inferiores a 250 kN/m²).

»»» Resistência ao fogo

»»»» Obra metálica

No que diz respeito à segurança estrutural à acção do fogo, a estabilidade será assegurada durante 30 minutos adoptando um estado limite para a combinação de acções de acidente em que o fogo é a acção base. Para a estrutura metálica isto será garantido através da aplicação de rebouco de argamassa com espessura não inferior a 3cm, enquanto nas estruturas em betão armado foram adoptados recobrimentos que permitem a satisfação deste requisito.

»»»» Obra de betão

Serão considerados os recobrimentos e disposições construtivas necessárias de modo a garantir uma resistência ao fogo de pelo menos 90 minutos a todos os elementos em betão armado.

»» 4. Omissões

Em tudo o omissos nesta memória deverá seguir-se todas as boas regras da construção metálica e regulamentação existente.

»» 5. Documentação

Na elaboração do projecto agora apresentado foram respeitadas as normas e legislação em vigor, nomeadamente:

- **RSA** - Regulamento de segurança e acções para estruturas de edifícios e pontes (Decreto lei n.º 235/85 de 31 de Maio);
- **REAE** - Regulamento de aço para edifícios;
- **NP ENV 1992** - Eurocódigo 2 – Projectos de Estruturas de betão;
- **NP ENV 1993** - Eurocódigo 3 – Projectos de estruturas de aço;



- **NP ENV 1994** - Eurocódigo 4 – Projectos de Estruturas de mistas aço-betão;
- **NP EN 10025 + A1(1994)** - Produtos laminados a quente em aços de construção não ligados. Condições técnicas de fornecimento;
- **REBAP** - Regulamento de estruturas de betão armado e pré-esforçado pontes (Decreto lei n.º 349/C/83 de 30 de Julho);
- **NP ENV 206** - Betão – Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade.

Tem-se ainda em consideração as recomendações dos seguintes documentos:

- **LNEC E 378** - Betões. Guia para utilização de ligantes hidráulicos;
- **CEB-FIP MODEL CODE 1990**, do Comité Euro_International du Beton;
- [prEN 1990: 2001] **EN 1990**: Basis of Structural Design, Eurocode 0, European Pre-Standard, CEN, Brussels, 2001.
- [prEN 1992-1-1: 1992] **ENV 1992-1-1**: Design of Concrete Structures, Eurocode 2, European Pre-Standard, CEN, Brussels, 1992.
- [prEN 1993-1-1: 2003] **EN 1993-1-1** – Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1.1: General Rules, General Rules and Rules for Buildings, European Pre-Standard, CEN, Brussels, 2003.
- [prEN 1993-1-2: 2002] **EN 1993-1-2** - Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1.2: General Rules, Structural Fire Design, European Norm, CEN, Brussels 2002.
- [prEN 1993-1-3: 2002] **EN 1993-1-3** - Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1.3: General Rules, Supplementary Rules for Cold-formed Thin Gauge Members and Sheeting, European Standard, CEN, Brussels, 2002.
- [prEN 1993-1-8: 2003] **EN 1993-1-8** - Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1.8: Design of Joints, European Standard, CEN, Brussels, 2003.
- [prEN 1993-1-9: 2002] **EN 1993-1-9** - Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1.9: Fatigue Strength of Steel Structures, European Standard, CEN, Brussels, 2002.
- [prEN 1998-1, 2001] **EN 1998-1** - Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, European Pre-Standard, CEN, Brussels, 2001.
- [prEN 14509, 2002] Self-supporting double skin metal façade insulating sandwich panels – Factory made products -Specification, draft, CEN, Brussels 2002.

»» 6. Disposições construtivas

Foram adoptadas as disposições construtivas prescritas nos capítulos X e XI do REBAP relativas aos vários elementos estruturais de betão armado.



São adoptadas as disposições de “execução e montagem” e de “garantia de qualidade” contempladas no REAE (Cap. V e VI) respectivamente e do EC3, relativas aos vários elementos estruturais metálicos. Os desenhos de fabrico e de montagem são da exclusiva responsabilidade do empreiteiro e devem ser apresentados atempadamente à fiscalização, antes do início da sua fabricação.

»» 7.Considerações finais

Caso o Adjudicatário pretenda propor uma alternativa ao projecto, esta terá de ser aprovada pelo Dono de Obra e pelos responsáveis pelos projectos de arquitectura e Engenharias.

Portugal, 2 de Julho de 2008.

O Técnico Responsável pela Execução do Projecto



II – CONDIÇÕES TÉCNICAS



» Índice

»» Introdução.....	27
» 1. Betões.....	28
»» 1.1 Betão de limpeza	28
»» 1.2 Betão C20/25 aço e cofragem	29
»» 1.3 Pavimentos térreos interiores	38
»» 1.4 Betão ciclópico.....	40
» 2. Estruturas metálicas	41
»» 2.1 Estruturas Metálicas	41
» 3. Diversos.....	66
»» 3.1 Revestimento superior.....	66
»» 3.2 Revestimento lateral	67
»» 3.3 Rufos e Caleiras	68
»» 3.4 Tubos de queda.....	69
»» 3.5 Ralos de pinha.....	70



»» Introdução

As condições técnicas estão elaboradas por fichas e em íntima ligação com os Mapas de Trabalhos e Quantidades.

Assim o Empreiteiro deverá estabelecer o preço para cada artigo dos Mapas de Trabalhos e Quantidades e ver a correspondente ficha de forma a considerar no estabelecimento desse preço os trabalhos abrangidos por cada artigo constante das descrições feitas nestas fichas.

Paralelamente deverá certificar-se "in situ" da amplitude dos trabalhos que as peças desenhadas e escritas deste processo por si só não sejam esclarecedoras.

Decorrerão em simultâneo com esta empreitada, as empreitadas de Construção Civil, instalações Eléctricas, instalações Mecânicas e alguns fornecimentos. O empreiteiro estará condicionado na execução de alguns trabalhos e submeter-se-á à coordenação da fiscalização.



» 1. Betões

»» 1.1 Betão de limpeza

1. A dosagem deste betão será de 180Kg de cimento por m³.
2. Os agregados terão dimensões apropriadas aos elementos da obra a que se destinam e serão submetidos à aprovação da *Fiscalização* que poderá determinar a realização de estudos granulométricos em **Laboratório Oficial**.
3. A fabricação do betão será feita por meios mecânicos e a sua colocação em obra por vibração.
4. Este tipo de betão será empregue na regularização dos leitos de fundação.



»» 1.2 Betão C20/25 aço e cofragem

Este artigo inclui a execução de um trabalho composto de betão, armaduras e cofragem.

A. Betões B25

Generalidades

1. Todos os betões terão granulometria e quantidade de água de amassadura que garantam, a par de consistência apropriada, as resistências fixadas.
2. O empreiteiro obriga-se a mandar estudar a granulometria dos betões em **Laboratório Oficial**, depois de aprovados pela *Fiscalização* os inertes a usar, supondo-se, para este efeito que o custo dos ensaios está englobado no preço dos betões.
3. No caso de os materiais inertes propostos pelo empreiteiro e aprovados pela *Fiscalização* mostrarem, no estudo granulométrico a realizar não possuírem características que permitam atingir completamente os fins em vista, deverá o empreiteiro propor novos inertes e obtida a sua aprovação pela *Fiscalização*, promover a realização de novos ensaios granulométricos em **Laboratório Oficial**.
4. Poderão ser usados plastificantes ou aceleradores de presa, do tipo que a *Fiscalização* aprovar, a fim de aumentar ou acelerar o endurecimento dos betões, mas sem redução nas dosagens previstas nem alteração dos preços estabelecidos para os mesmos betões.
5. os betões das fundações e de todas as peças em contacto com o terreno, nomeadamente paredes e pilares até 1,0m acima do piso térreo levarão um aditivo hidrófugo com dosagem recomendada pelo fabricante.

O tipo de aditivo deverá ser submetido à aprovação da *Fiscalização*.

No preço do betão serão incluídos os aditivos a utilizar.

6. No decorrer da obra, o empreiteiro promoverá por sua conta e a *Fiscalização* o entender necessário, a colheita de betões e a realização de ensaios em **Laboratório Oficial**, efectuados sobre cubos de 20cm de aresta e com idade de 28 dias, de modo a obter um valor característico da tensão de rotura igual ou superior ao valor indicado da classe.



Preparação

1. Os betões serão fabricados com as dosagens previstas de cimento, areia e brita. Os materiais inertes poderão ser doseados em peso e volumetricamente, mas o cimento será sempre em peso, devendo procurar-se fazer amassaduras de saco inteiro. A amassadura, de preferência mecânica, será feita misturando aqueles elementos em seco e juntando-se depois água, de forma que a mistura tenha consistência normalmente plástica, homogénea e de cor uniforme. O tempo de trabalho das betoneiras, em cada amassadura deverá durar pelo menos 2 minutos.
2. A consistência da massa deve ser quanto possível a de terra húmida e a quantidade de água necessária, será determinada por ensaios de modo que se consiga uma trabalhabilidade compatível com a resistência desejada e com os processos de aperto adoptados para o betão.
3. O betão deverá ser aplicado logo após o seu fabrico, para o que se fará apenas a quantidade suficiente para cada betonagem, não devendo em geral utilizar-se o betão que tenha sido fabricado há mais de uma hora.
4. Enquanto se não fizer a betonagem, dever-se-á proteger o betão que estiver no amassadouro contra a acção do sol, chuva ou ventos.

Não deverá ser permitido o emprego de betão que tenha sofrido começo de presa no amassadouro ou na betoneira, ainda que remolhado.

Betão pré-fabricado

1. Os diversos elementos de betão pré-fabricados a utilizar na obra deverão ser executados com a maior perfeição, de preferência por firma especializada neste género de trabalho ou pelo próprio empreiteiro, desde que seja reconhecido pela *Fiscalização*, que este dispõe do equipamento apropriado e que conhece a técnica da execução destes trabalhos.
2. O betão a utilizar será de granulometrias finas com dosagem de cerca de 400Kg de cimento por metro cúbico e o cimento ser de coloração clara.



3. Exige-se a execução dos elementos em moldes de construção muito rígida de forma a conseguir-se e a manter as secções constantes dos desenhos de pormenor.
4. A vibração será cuidada para que se obtenem elementos com uma boa compactidade, vibração esta que de preferência será transmitida às cofragens.
5. As tolerâncias de dimensões, em relação às dimensões teóricas do projecto são de $\pm 2\text{mm}$ e não poderão apresentar nem sinais de torção ou flechas superiores a $1/300$ do seu comprimento.
6. As superfícies e arestas não deverão apresentar sinais de choque, tais como mossas, riscos, fissuras, arestas quebradas, etc., e o acabamento superficial visto muito liso, tipo afagado e sem manchas.
7. Nas zonas de ligações, executadas no local, durante o assentamento das peças, utilizar-se-á pasta de cimento com a mesma coloração do betão pré-fabricado e o trabalho será feito com o maior esmero, molhando muito bem as peças a ligar, de forma a não se verificarem posteriormente sinais de retracção das argamassas.
8. Nos elementos pré-fabricados de betão que constituem remates de guarnecimento de vãos ou molduras, vulgarmente designadas por elementos tipo gracifer, as dimensões e disposições deverão respeitar as indicações genéricas do projecto.
9. O empreiteiro deverá apresentar à Fiscalização a forma das peças e todas as disposições de vãos ou molduras, bem como as referentes as ligações e fixações e estanquicidade das juntas.

Betonagem

1. Dispor-se-á a betoneira de modo que o transporte seja o mais reduzido possível, e este deve efectuar-se de tal modo que evite a desagregação dos elementos de betão, sendo necessário tornar a mistura-lo em caso contrário.
2. O betão será lançado nos moldes por camadas com espessura de 15cm e apiloado com vibrações apropriadas, para que fique o mais compacto possível e não deixe vazios no interior da massa, junto dos moldes, ou em volta das armaduras.



Antes de se lançar uma nova camada deve verificar-se se a anterior está bem apiloada e se encontra ainda fresca.

3. No caso particular das vigas, a betonagem far-se-á avançando desde os topos, levando-a em toda a altura, procurando-se que à frente siga bastante leitada para que não se produza desagregação e a mesma esorra ao longo dos moldes.
4. Não se deverá fazer a betonagem a temperaturas inferiores a 0°C, a não ser em casos excepcionais em que deverão tomar-se precauções para proteger o betão contra o frio durante a sua fabricação, transporte, moldagem e período de endurecimento, que não deve ser inferior a 72 horas.
5. Desde que o betão comece a fazer presa e até que tenha atingido um grau de endurecimento suficiente devem evitar-se as pancadas, choques e vibrações nas respectivas peças e protegê-lo contra a acção das geadas e contra uma secagem rápida pelo vento ou pelo sol, conservando-se humedecido por qualquer meio durante oito dias pelo menos.
6. Sempre que for necessário deverá proceder-se à betonagem das peças por uma só vez, mas, caso se torne necessário interromper a betonagem, torna-se indispensável fixar com antecedência as juntas de construção a fazer, as quais serão previstas nos locais que tiverem menor influência para a resistência da peça.
7. Durante o tempo de presa do betão não deverá permitir-se aplicar cargas ou trânsito às peças fabricadas.

Cura

1. O endurecimento do betão deve-se a reacções químicas entre o cimento e a água. Essas reacções, em condições favoráveis de temperatura e humidade, são rápidas a princípio e tornam-se mais lentas com o tempo. Portanto, a dureza e também a estanquicidade melhoram com a idade do betão e tanto mais que as condições sejam favoráveis a uma contínua hidratação do cimento. Esta é lenta a temperaturas baixas e praticamente nula a temperaturas próximas da geada.
2. O betão pode conservar-se húmido por vários processos entre os quais a rega ou o seu revestimento com uma camada protectora para conservação da humidade.



Quando o betão é conservado húmido pela rega deve-se tomar cuidado para impedir que ele seque entre aplicações de água. Alternância entre secura e humidade são prejudiciais e conduzem ao aparecimento de fendas.

Em superfícies planas como os pavimentos usa-se, com frequência, para manter o teor de humidade, serapilheira ou areia molhada.

3. Se as temperaturas demasiado baixas retardam ou anulam a hidratação do cimento, as altas temperaturas aumentam o perigo de fender o betão devido à contracção térmica.

O rápido arrefecimento do betão, no final da cura, também deve ser evitado. Temperaturas bastante elevadas no interior da massa em relação à superfície podem originar tensões bastante fortes provocando o aparecimento de fendas no betão.

A temperatura deverá variar entre 5 e 27°C.

4. Devem-se tomar providencias para manter o betão em cura pelo menos durante os cinco primeiros dias depois de colocado em obra, excepto para betões rápidos (que atingem elevada resistência em pouco tempo) em que a cura será de pelo menos 2 dias.

Quando a temperatura do ar ambiente for abaixo de 5°C, todo o betão colocado em obra deve ter a temperatura entre 21 e 27°C. Não deverá descer dos 21° durante pelo menos os 3 primeiros dias, de 2 dias nos betões rápidos, ou do tempo necessário para assegurar a cura do betão.

Impermeabilização com emulsão asfáltica

1. O preço do betão a aplicar em muros de suporte e paredes em contacto com o terreno inclui os trabalhos e fornecimentos necessários à impermeabilização dos mesmos.
2. Será aplicada uma pintura alifática, hidrófuga, do tipo **FLINTKOTE** ou equivalente sobre as superfícies de betão, limpa de sujidades, gesso, cal e gordura, em duas demãos cruzadas, a pincel ou à pistola.



Não deve haver também ocós ou gretas que comprometam a eficácia impermeabilizante da pintura, evitando-se, por outro lado, superfícies polidas que possam produzir falhas de aderência.

A segunda demão só deve ser aplicada após completa secagem da demão anterior.

3. O produto deve penetrar profundamente nos poros do betão, protegendo a superfície contra a humidade, corrosão química da água, terrenos ácidos ou alcalinos.

B. Armaduras

1. As armaduras a empregar nos diferentes elementos de betão armado serão do tipo **A 400 NR** e terão as secções previstas no projecto, colocadas rigorosamente conforme os desenhos indicam. As armaduras serão dobradas a frio, com máquinas apropriadas, devendo seguir-se em tudo o preceituado no **R.E.B.A.P.**.
2. Durante a execução das betonagens, deverão evitar-se o mais possível a deformação e o deslocamento das armaduras. Os calços a utilizar para este efeito poderão ficar incorporados quando sejam dos mesmos materiais constituintes e a sua inclusão não interfira na estabilidade dos elementos.

As armaduras podem ser utilizadas por prolongamento recto ou curvo, por laços ou por dispositivos mecânicos especiais.

Para varões de aderência normal dever-se-á utilizar apenas amarrações com gancho, excepto se aqueles estiverem sempre sujeitos à compressão, caso em que convirá usar amarrações rectas.

Para os varões de alta aderência devem ser utilizadas amarrações rectas, excepto se os varões estiverem sempre sujeitos à tracção, caso em que permite a utilização de ganchos ou cotovelos.

As emendas de varões realizar-se-ão sempre por sobreposição (**artºs 84º e 85º do R.E.B.A.P.**) e serão bem amarrados com arame recozido, por forma a garantir suficiente rigidez e resistência a deformações por choque ou vibrações. Nas armaduras de redes electrosoldadas as sobreposições serão pelo menos três malhas ou 35cm na direcção da armadura de distribuição.



C. Cofragens

1. Os moldes terão de satisfazer o especificado no **Regulamento de betão de ligantes hidráulicos**, no **regulamento de betão armado** e neste *Caderno de Encargos*.
2. Os moldes para as diferentes partes da obra deverão ser montados com solidez e perfeição de forma a que fiquem rígidos durante a betonagem e possam ser facilmente desmontados, sem pancadas nem vibrações.
3. Os moldes serão metálicos ou de madeira, em contraplacado ou em tábua. Neste último caso, serão em pinho, utilizando-se exclusivamente na sua confecção tábuas de largura constante, aplainada, tiradas de linha e sambladas a meia madeira, para não permitir a fuga de calda de cimento através das juntas e para conferir às superfícies de betão acabamento perfeitamente regular.

As tábuas deverão ter espessura uniforme, com o mínimo de 2,5cm, para evitar a utilização de cunhas ou calços e os quadros de suporte não ficarão afastados mais de 0,5m. No caso de emprego de contraplacado de madeira convirá que a superfície seja tratada por forma a facilitar a desmoldagem e permitir mais reaplicações; a sua espessura mínima será de 2cm.

4. Todas as superfícies dos moldes deverão ser pintados ou protegidas, antes da colocação das armaduras, com produto apropriado, previamente aceite pela Fiscalização para evitar aderências do betão, prejudicial ao seu bom aspecto.
5. Se as superfícies de betonagem não ficarem perfeitas, poder-se-à admitir, excepcionalmente, a sua correcção, se não houver perigo para resistências e se o defeito for facilmente suprimido por reboco ou por outra forma que a Fiscalização determinar, sempre à custa do empreiteiro.
6. O Empreiteiro obriga-se a estudar cuidadosamente a estereotomia dos moldes das superfícies vistas, submetendo os seus estudos à apreciação da Fiscalização, que poderá impor a sua limitação, tanto para satisfazer os requisitos da forma exigida pelo aspecto geral das obras como por razões de estabilidade. O estudo aqui estipulado conterá indicações de pormenor relativas à disposição das juntas, das emendas, das pregações e disposições das tábuas, etc., tendo em vista o desejado por efeito estético.



No caso particular de superfícies em betão aparente, a cofragem deve ser completamente desempenada, e com uma disposição regradada das juntas entre elementos, por forma a respeitar definições geométricas pormenorizadas nos desenhos.

7. O Empreiteiro submeterá, ainda, à Fiscalização, o projecto dos moldes a utilizar nas restantes superfícies, incluindo a verificação da sua estabilidade.
8. A reaplicação dos moldes carece de prévia aprovação da Fiscalização que, para a dar poderá exigir do empreiteiro reparações que, a seu juízo, forem tidas por convenientes.
9. Os moldes e as respectivas estruturas de montagem deverão garantir a perfeita reprodução das formas e dimensões representadas no projecto de execução.
10. Os moldes serão sempre estanques e indeformáveis e apresentarão as faces interiores perfeitamente lisas, limpas e húmidas de modo a assegurar superfícies de betão bem desempenadas, contínuas e sem rebarbas ou ressaltos.
11. Prevêem-se os seguintes moldes:
 - a) **Moldes grosseiros** - destinados a superfícies não vistas; podem ser formados por madeiras não aplainadas mas estanques, admitindo-se a tolerância de 2cm na implantação e pequenas irregularidades na superfície.
 - b) **Moldes normais** - de madeira ou metálicos; apresentarão superfícies interiores bem desempenadas e sem irregularidades localizadas, admitindo-se a tolerância de 1cm na sua implantação.
 - c) **Moldes especiais** - executados com madeiras aplainadas ou revestidas de contraplacado, de chapa metálica ou de outro material, de modo a obter um paramento completamente liso e bem desempenado, com a tolerância máxima de 0,5cm.
 - d) **Moldes para efeitos decorativos** - realizados com tábuas e painéis, com uma disposição regradada das juntas entre elementos por forma a respeitar definições geométricas pormenorizadas em desenhos de execução.



D. Descofragem

1. A desmoldagem somente deve ser realizada quando o betão tiver adquirido resistência suficiente não só para que seja satisfeita a segurança em relação à rotura das peças desmoldadas, mas ainda para que não se verifiquem deformações excessivas, tanto a curto como a longo prazo.
2. As operações de desmoldagem devem ser conduzidas com os necessários cuidados, e nos prazos estabelecidos no **artº 135 do R.E.B.A.P.**.

E. Cimbres, cavaletes e andaimes

1. O *Empreiteiro* submeterá a prévia aprovação da *Fiscalização* o projecto das estruturas de sustentação dos moldes de betonagem. É obrigação do empreiteiro o fornecimento e montagem de todas as estruturas auxiliares necessárias ao bom andamento e adequada execução da obra, bem como de todas as plataformas e passadiços para o pessoal, satisfazendo em tudo as normas em vigor, nomeadamente no que respeita à segurança. Os encargos inerentes à execução de todas essas estruturas de sustentação dos moldes, andaimes e estruturas auxiliares, são por conta do empreiteiro, ficando também responsável pela sua eficiência, manutenção, e pela segurança do pessoal.
2. No caso de serem metálicos, os cavaletes e andaimes serão calculados e executados de acordo com o especificado no **Regulamento de estruturas metálicas para edifícios**, e neste Caderno de Encargos.
3. No caso de serem de madeira, os cavaletes e andaimes serão calculados e executados tendo em atenção que as peças não deverão ser submetidas a tensões superiores às seguintes:

Flexão.....	120Kgf/cm ²
Compressão paralela às fibras.....	90Kgf/cm ²
Compressão normal às fibras, quando sobre toda a largura.....	24Kgf/cm ²
Compressão parcial normal às fibras.....	36Kgf/cm ²
Corte.....	12Kgf/cm ²



»» 1.3 Pavimentos térreos interiores

1. Encontram-se compreendidos neste artigo todos os trabalhos e fornecimentos necessários à sua boa execução e aplicação, salientando-se:
 - 1.1. A abertura e a compactação da caixa, e a carga, transporte e compactação dos produtos de escavação.
 - 1.2. O fornecimento e execução do enrocamento.
 - 1.3. O fornecimento e execução do massame propriamente dito.
 - 1.4. A abertura e tapamento de roços para passagem de canalizações ou tubagens de qualquer espécie.
 - 1.5. O fornecimento e aplicação da betonilha e de hidrofugantes tipo "Diatomite".
 - 1.6. O afagamento superficial da betonilha.
2. Entre as várias condições a que deve obedecer o trabalho indicado, salientam-se:
 - 2.1. O trabalho começa pela abertura da caixas, que deverá ser batida a maço e regularizada.
 - 2.2. Seguidamente colocar-se-á uma camada de enrocamento de pedra arrumada à mão com uma espessura média de 0,15 m.
 - 2.3. A seguir lança-se uma camada de massame, que deverá ser apiloada e regularizada, de modo a ficar com a espessura de 0,12 m depois da realização desse trabalho.
 - 2.4. A pedra da camada de enrocamento será limpa, rija e de dimensões não superiores a 0,10 m.
 - 2.5. A betonilha será assente sobre o massame e a sua espessura não será inferior a 0,03m.



- 2.6. A betonilha será de cimento e areia, ao traço 1:3, com associação de 5 % de Diatomite ou similar, em relação ao peso de cimento.
 - 2.7. A areia a empregar deverá ter uma granulometria contínua (grãos grossos e grãos finos) e deverá ser especialmente lavada.
 - 2.8. Na execução da betonilha procurar-se-á obter a maior compactação da argamassa batendo-a durante o seu assentamento.
 - 2.9. Acabamento da betonilha com cimento queimado à colher ou afagado segundo as especificações do projecto.
 - 2.10. Na execução do massame e betonilha, devem ser previstas juntas de retracção de modo a constituir painéis com as dimensões aproximadas de 5x5m.
 - 2.11. O massame e a betonilha devem ficar desligados dos elementos estruturais que confinam com eles.
- 3.** Quando for previsto um revestimento tipo mosaico, este substituirá o acabamento a betonilha.



»» 1.4 Betão ciclópico

1. Este tipo de betão será executado com pedras grossas com a dimensão máxima de 0,16m, convenientemente envolvidas por betão magro de 240Kg de cimento, 610 litros de areia e 1000 litros de brita.

As pedras grossas deverão ficar distribuídas na massa do betão de modo a que o intervalo entre duas pedras vizinhas e entre estas e as paredes do cabouco ou superfície de cofragem não seja inferior a 0,05m para permitir e facilitar o enchimento desses intervalos com betão magro.

2. O betão ciclópico deverá ser executado em camadas cuja compactação será obtida por meio de apiloamento com maços apropriados ou de vibradores, de acordo com as indicações da Fiscalização.
3. A proporção da mistura a adoptar na execução do betão ciclópico será, em volume, de 70% de betão magro para 30% de pedra grossa por cada m³ de betão posto em obra.

» 2. Estruturas metálicas

»» 2.1 Estruturas Metálicas

1. Aços em parafusos

1.1. Objectivo

A presente *Especificação Técnica* tem por objectivo fixar as características mecânicas dos aços em parafuso.

1.2. Características mecânicas

1.2.1. Os aços em parafusos deverão possuir as características indicadas no quadro seguinte:

	Corrente
Tensão de rotura mínima, Kgf/mm ²	37
Tensão limite convencional de proporcionalidade a 0,2 % mínima Kgf/mm ²	21
Extensão após rotura mínima - %	25
Número de dureza Rockwell	HBR

1.2.2. As características mecânicas acima indicadas serão determinadas em ensaios nos próprios parafusos ou dos provetes deles extraídos.

- Os ensaios de tracção, de dureza *Brinell* e de dureza *Rockwell* serão realizados de acordo com o preceituado nas **Normas Portuguesas NP-105, NP-106 e NP-141**, respectivamente.

1.2.3. Os parafusos de aço de características diferentes das indicadas na presente especificação só poderão ser utilizados desde que tais características sejam convenientemente justificadas.



1.3. Ligações rebitadas

Na execução de ligações rebitadas respeitar-se-ão as seguintes condições:

- a) A rebitação deve ser executada por meios mecânicos, somente podendo efectuar-se a rebitação manual em casos especialmente justificados.
- b) No início da cravação os rebites devem estar ao rubro claro; terminada a operação, devem estar ainda ao rubro sombrio.
- c) Os rebites, depois de cravados, devem preencher completamente os furos e apresentar cabeças bem enformadas e centradas em relação ao corpo dos rebites;
- d) Os rebites que ficarem soltos ou defeituosos devem ser substituídos.

1.4. Ligações aparafusadas correntes

Na execução de ligações aparafusadas correntes respeitar-se-ão as seguintes condições:

- a) O roscado dos parafusos deve sobressair pelo menos um filete das respectivas porcas;
- b) O aperto dos parafusos deve ser o suficiente para garantir a eficiência das ligações, tendo-se em atenção que um aperto exagerado produz estados de tensão desfavoráveis nos parafusos;
- c) Os parafusos serão, em geral, munidos de anilhas, em cuja espessura deve terminar a parte roscada. Só se poderá dispensar o uso de anilhas desde que as ligações sejam pouco importantes e se verifique que a zona lisa da arreigada do parafuso é suficiente para transmitir à chapa os esforços a que o parafuso está sujeito;
- d) No caso de as superfícies sobre as quais se faz o aperto dos parafusos não serem normais ao eixo destes, devem colocar-se anilhas de cunha, de modo que o aperto não introduza esforços secundários nos parafusos;
- e) Sempre que se verifiquem condições que possam conduzir ao desaperto dos parafusos em serviço, por exemplo vibrações, devem utilizar-se dispositivos que impeçam esse desaperto, tais como anilhas de mola ou contraporcas.



1.5. Ligações aparafusadas pré-esforçadas

a) Preparação das superfícies de atrito

A preparação das superfícies de atrito é efectuada na fábrica ou no estaleiro, por decapagem a jacto de areia (quartzo cristalino, seco, tamanho de grão 0,7/1.2 mm, projectado a 7 bar) ou a granalha de ferro (humatite tratada de arestas vivas com dureza HVI entre 685 e 785 N) mm² e pelo menos 75% dos grãos, de tamanho compreendido entre 0,3 e 0,5 mm.

A verificação do estado de preparação será feita pela *Fiscalização* que deverá verificar também que os furos foram desbastados com a fresa.

A pedido da *Fiscalização* poderão ser exigidas ao *Adjudicatário* seis amostras destinadas a verificar o coeficiente de deslizamento e que são preparadas simultaneamente com os elementos correspondentes da obra.

O *Fiscal* assiste ao aperto dos parafusos, o qual será efectuado por duas vezes (a 70% e depois a 100% do momento de aperto) e verifica os momentos aplicados.

As amostras serão ensaiadas à tracção pelo menos 3 dias depois do aperto. No estaleiro, as superfícies em contacto são limpas de poeiras e da flor da ferrugem, com uma escova metálica macia.

O emprego de escovas rotativas é proibido. A acção da escova não deve diminuir a rugosidade.

Não é necessário fazer desaparecer a cor da ferrugem. Por outro lado, as superfícies devem estar isentas de óleo, de tinta ou de outras substâncias que reduzam o coeficiente de deslizamento.

b) Armazenamento dos parafusos

Os parafusos são armazenados ao abrigo das intempéries.

c) Ligação das peças



As superfícies a ligar são secas à chama.

Os parafusos devem ser limpos antes de colocados, para eliminar o excesso de lubrificante.

As peças são mantidas em posição por parafusos de alta resistência ligeiramente apertados, de tal maneira que se obtenha a coincidência dos furos.

d) Colocação de parafusos em obra

Depois da verificação do ajustamento das peças a ligar, será colocada a totalidade dos parafusos de alta resistência da ligação e apertados a 70% do momento do aperto definitivo (ver quadro I).

O *Empreiteiro* assegura-se que todos os parafusos estão apertados a 70% marcando-os a giz, por exemplo.

O aperto dos parafusos será efectuado com chave de choque ou com chave dinamométrica.

O encosto das superfícies em contacto será verificado visualmente, na periferia e nos furos de ligação.

Em caso de necessidade, um aperto suplementar será aplicado aos parafusos nas zonas onde o encosto pareça duvidoso.

e) Estanquicidade das juntas

A ligação será protegida contra a humidade pela aplicação de uma camada de minio de chumbo consistente em toda a periferia das juntas, das porcas, das manilhas e da cabeça dos parafusos, ou de mastique de minio nas ranhuras onde a água se possa acumular.

f) Protecção das juntas durante a montagem

A fim de evitar a entrada de água nas juntas, as operações referidas nas alíneas c), d) e e) devem ser efectuadas no mesmo dia, se possível. No caso de intempérie (chuva, por



exemplo), se todas as operações não poderem ser terminadas no mesmo dia, o local de trabalho deverá ser convenientemente protegido.

g) Aperto definitivo dos parafusos

O aperto definitivo (a 100%) de uma união não será realizado, enquanto todos os parafusos da união não estiver colocada e apertados a 70%.

Os apertos a 70% e a 100% são realizados obrigatoriamente com o mesmo tipo de chave, seja a chave de choque seja a chave dinamométrica.

Os parafusos serão apertados sempre pela ordem. O aperto começará pelos parafusos centrais e será executado no sentido dos ponteiros do relógio. O *Empreiteiro* assegura-se, por marca a giz, de que todos os parafusos estão apertados a 100%.

Na medida do possível, as uniões do mesmo tipo serão apertados pela mesma equipe, com a mesma chave, para um mesmo diâmetro de parafuso.

Os parafusos de diâmetro diferente serão apertados com o auxílio de uma outra chave.

Quando é realizado com uma chave dinamométrica, é efectuado progressivamente, sem pancadas e sem retrocessos.

h) Regulação das chaves de choque

A regulação das chaves de choque é efectuada pelo *Empreiteiro*, com a presença do *Fiscal*, apertando alguns parafusos directamente nas uniões das peças.

O *Empreiteiro* assegura-se do bom funcionamento da chave de choque, efectuando em cada recomeço de serviço (em princípio duas vezes por dia) a verificação da regulação, por ocasião dos primeiros apertos.

A regulação é corrigida, se necessário, por tentativas, e considera-se em condições se obtém bom resultado sobre uma série de 30 parafusos.



i) O processo de verificação do aperto é o seguinte:

Marcação da posição inicial da porca e da cabeça do parafuso (referência em relação a uma aresta da porca).

Desaperto da porca de 1/12 de colta, mantendo imóvel a cabeça do parafuso. Aplicação do momento de aperto (quadro 1) com chave dinamométrica, correctamente aferida, mantendo a cabeça do parafuso imóvel e fazendo o aperto progressivamente, sem pancadas e sem retrocesso. Verificação da não rotação da cabeça do parafuso. Comparação da posição da paragem da porca com a posição inicial.

O aperto considera-se correcto quando a aresta da porca se imobiliza numa zona compreendida entre 8 mm antes e 1 mm depois da referência inicial feita na anilha. No entanto, se a porca se imobiliza antes da sua posição inicial, deverá ser levada a esta posição por um aperto suplementar.

j) Controlo do aperto

O controlo do aperto dos parafusos é efectuado pelo *Empreiteiro*, aplicando o processo indicado em i), menos 3 dias após a sua realização. O controlo é efectuado sobre 5% ou 20% do número de parafusos de cada união, conforme o aperto é efectuado com chave de choque ou chave dinamométrica.

Quando uma deficiência de aperto de um parafuso é detectada, verificam-se os parafusos vizinhos. No caso de deficiência sistemática, reapertam-se todos os parafusos da união, mantendo fixas as cabeças. Se o reaperto é realizado com chave de choque, verifica-se previamente a sua aferição.

Se o aperto é feito com chave dinamométrica, deverá ser precedido de um pequeno desaperto da porca.

Quando se procede ao controlo, no caso da porca se imobilizar antes da posição inicial de referência, será conduzida a esta posição por um aperto suplementar.

QUADRO I

Valores mínimos dos momentos de aperto segundo o R.E.A.E.

Diâmetro (mm)	Parafusos 8.8		Pasafusos 10.9	
	Aperto 70% (mkg)	Aperto 100% (mkg)	Aperto 70% (mkg)	Aperto 100% (mkg)
12	4.5	6.5	6.5	9.1
16	1.5	16.5	16.5	23.5
20	22	32	32	45
22	31	44	44	63
24	39	56	55	79
27	58	83	82	117
30	79	112	110	157

2. Soldadura

2.1. Introdução

O objectivo da presente especificação é o definir e impôr um conjunto de exigências técnicas referentes à soldadura, a serem observadas pelo montador quer na pré-fabricação, quer na montagem.

O carácter impositivo desta especificação não implica, de modo algum, uma diminuição das responsabilidades do montador.

Ao cliente reserva-se o direito de, em adicional, vir a impôr novas exigências técnicas e/ou especificações, como resultantes seja da evolução técnica, seja da análise de problemas práticos no decorrer das montagens, seja ainda da necessidade de se aumentar a segurança.

O montador obriga-se a:

- facultar acesso e elementos à *Fiscalização*, seja no referente aos trabalhos na área de fabrico e/ou estaleiro, seja no referente aos trabalhos realizados fora das referidas áreas.



- manter informada a *Fiscalização* do andamento e progresso dos trabalhos, requisitando a presença e/ou os serviços daquela entidade, sempre que necessário, com uma antecedência mínima de 48 horas.
- garantir à *Fiscalização* todos os meios materiais e humanos necessários à respectiva actuação (nomeadamente no referente à movimentação de pessoas e materiais, à instalação de andaimes, etc).

2.2. Materiais de adição (de acordo com os materiais de base).

Considerando que o material de base é sempre o aço ao carbono, os materiais de adição depositados, seja por eléctrodos revestidos, seja por outro qualquer processo de soldadura, devem ter as seguintes características:

- Carga de ruptura..... 4 Kg/ mm²
- Alongamento.....22%
- Índice de pureza S 0,04%
P 0,04%

2.3. Recepção dos materiais de adição

A *Fiscalização* se entender conveniente procederá aos ensaios análise e verificação quer dos materiais de adição quer dos eléctrodos e varetas, de acordo com as especificações do **"ASME CODE SECTION II - PART C"**.

2.4. Processos de soldadura

Os construtores deverão considerar que, para cada um dos tipos de materiais base, poderão ser utilizados os seguintes processos de soldadura:

- a) aço ao carbono
soldadura por arco eléctrico (com eléctrodos revestidos)
soldadura por arco TIG
soldadura oxiacetilénica

- b) aço ao carbono para baixas temperaturas
soldadura por arco TIG



c) aço ao carbono galvanizado
soldadura por arco eléctrico (com eléctrodos revestidos)
"soudobrasage" (que não é propriamente processo de soldadura), com gás decapante
processo "Gasflux"

Os construtores poderão considerar, com prévia autorização da *Fiscalização*, qualquer processo de soldadura semi-automática ou "MAG".

2.4.1. Preparação das extremidades para soldar

Não é imposta qualquer especificação no referente à preparação das extremidades das peças a soldar- chanfros- no sentido de possibilitar ao montador a utilização do seu procedimento normal, em situações idênticas (soldadura).

As extremidades poderão ser preparadas quer pela utilização de meios mecânicos, quer por oxi-corte.

No caso de se utilizar o oxi-corte deverá sempre rebarbar-se e rectificar a superfície cortada, removendo-se toda e qualquer escória ou carepa da referida superfície.

Em todos os materiais cortados com pré-aquecimento (mesma temperatura que para a soldadura) deverá ser eliminada a zona afectada termicamente, removendo-se para o efeito, um mínimo de 3 mm de material em cada uma das zonas cortadas.

Todas as picadas deverão ser do tipo penetração. A utilização de outro qualquer tipo de picada implica que o montador terá de proceder a um controle qualitativo por ultrasons, na tubagem de suporte da picada, perto da soldadura, de modo a certificar-se da não existência de incrustações.

2.5. Inspeção das Soldaduras

Todas as soldaduras devem ser sujeitas a um controle que, conforme referido no **"ASME CODE SECTION V E VIII"**, passará:

- pelo exame visual dos chanfros, das folgas, etc.



- pelo controle da sequência das soldaduras, (sequência esta, incluindo a numeração das costuras, a ser convenientemente estabelecida entre o montador e a entidade inspectora).
- pela verificação dos pré-aquecimentos e, se os houver, da qualidade dos tratamentos térmicos.

Do mesmo modo, e após a soldadura, cada conjunto deverá ser sujeita a um exame visual, à verificação da compacidade.

O exame visual das soldaduras deverá revelar:

- um reforço soldado regular, de largura constante, com uma espessura normal entre 1 a 3 mm, mas nunca superior a 4 mm.
- a não existência de fendas, fissuras ou poros.
- que a penetração não apresenta descontinuidades locais excedendo 30 mm e, em profundidade, irregularidades excedendo 3 mm.
- que cada uma das descontinuidades não excede 0,5 mm em profundidade, nem o seu comprimento total excede 40 mm num comprimento de soldadura de 300 mm.
- que o número de poros superficiais é inferior a 5% (se o número de poros superficiais for superior a esta percentagem, a soldadura deve ser sempre sujeita a um exame radiográfico).

2.6. Especificações - Tipo dos processos de soldadura

Resumem-se de seguida as especificações recomendadas pelo *Instituto de Soldadura e Qualidade* para os diferentes processos de soldadura abrangidos pela presente especificação.

- 2.6.1. Especificações do Processo de Soldadura de Aços ao Carbono Grupo P-1 com Passe de Raíz efectuado com o Processo de Soldadura a Arco TIG e os seguintes com o Processo de Soldadura a Arco com Eléctrodos Revestidos.



- a) **Processo** : a soldadura será feita pelo processo de soldadura a arco TIG, na primeira passagem, e pelo processo de soldadura a arco com eléctrodos revestidos nas passagens seguintes.
- b) **Metais de Base**: os metais de base deverão estar de acordo com as especificações da AMERICAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERS (ASME) -"BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE" - Section IX- "Welding Qualifications", os quais são encontrados na tabela Q.W- 422, referente aos materiais do grupo P-1.
- c) **Metais de Adição**: os metais de adição deverão estar de acordo com as especificações AWS-SFA 5.1.-69 e SFA 5.2.-69 (ASME CODE SECTION II -PART C).

As varetas para soldadura TIG deverão estar de acordo com o grupo F-6 da tabela Q.W-432, e a análise química do metal fundido de acordo com o grupo A-1 , da tabela Q.W-442 (ASME CODE SECTION IX).

Os eléctrodos destinados à soldadura a arco com eléctrodos revestidos deverão estar de acordo com o grupo F-4 da tabela Q.W-432 e a análise química de acordo com o grupo A-1 da tabela Q.W (ASME CODE SECTION IX).

- d) **Posição** : a qualificação do processo de soldadura será feita na posição 6 G. A qualificação nesta posição qualificará o processo para todas as posições.
- e) **Cobre-junta** : na qualificação do processo de soldadura não deverá ser utilizado cobre-junta.
- f) **Gás de Protecção** : o gás de protecção deverá ser o Argon a 89,995%.O débito deverá variar entre 12 e 16 l/min.
- g) **Processo de soldadura** : a junta deverá ser feita em multipasses e com arco simples. A qualificação do processo deverá ser feita segundo ASME CODE SECTION IX.
- h) **Espessura do metal de base** : a gama de espessuras qualificadas, sendo função da espessura de exame, deverá estar de acordo com a tabela Q.W-451.

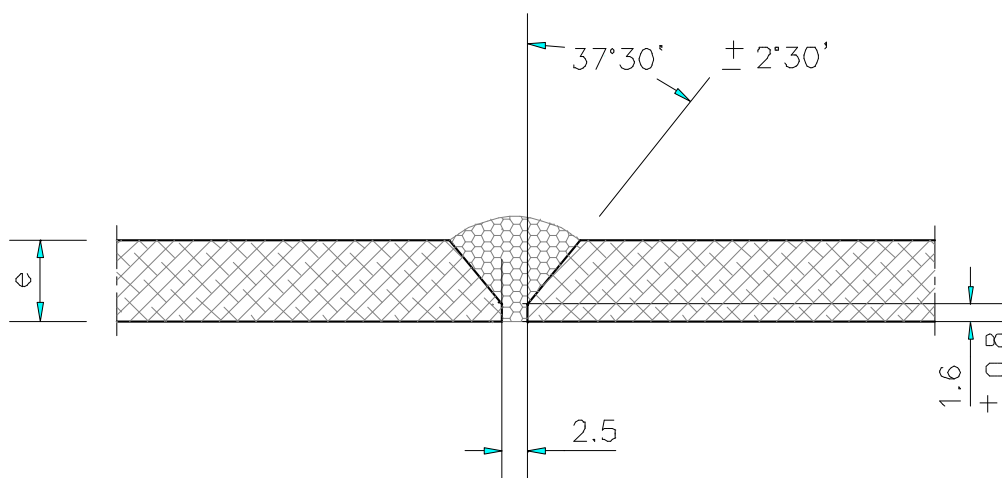
i) **Características eléctricas** : para o processo de soldadura a arco TIG, a corrente utilizada deverá ser contínua, polaridade directa, i.o.,o polo negativo ligado à tocha e o polo positivo ao metal de base.

Para o processo de soldadura a arco com eléctrodos revestidos, a corrente deverá ser contínua, polaridade inversa.

nº de passagem	nº de passagem	Ø do eléct.	amperes	voltagem
1	R.660	2 mm	50-80 A	15 - 20 V
2 e seg	E.7018	2.15 mm	120-150 A	19 - 22 V

NOTA: O eléctrodo refractário a usar no processo TIG e de Tu e Tu Teoriado.

j) **Junta do provete de exame:** a junta do provete de exame deverá ser a indicada.



k) **Aspecto de Soldadura** : a soldadura deverá ser executada de forma a apresentar-se isenta de bordos queimados .

l) **Limpeza** : toda a escória deverá ser retirada após a execução de cada passe e antes da execução do passe seguinte.

m) **Defeitos** : não serão admissíveis fissuras ou poros superficiais, os quais deverão ser eliminados antes da execução dos passes seguintes.



n) **Estufagem dos Eléctrodos** : os eléctrodos base deverão ser introduzidos em estufas à temperatura de 350°C, durante duas horas, antes da sua utilização, ou a 200°C durante oito horas.

2.6.2. Especificações do processo de soldadura manual eléctrico, com eléctrodos revestidos, de aço ao carbono grupo P-1

a) **Processo** : a soldadura será efectuada pelo processo de soldadura eléctrica a arco com eléctrodos revestidos.

b) **Metais de Base** : os metais de base deverão estar de acordo com a especificação para materiais colocados no grupo 1 da tabela Q.W-422, do ASME CODE SECTION IX.

c) **Metais de Adição** : os metais de adição deverão estar de acordo com as especificações AWS-SFA 5.1.-69 (ASME CODE SECTION II-PART C).

O passe de raiz será executado com eléctrodos AXS-E 6010/6011 e os seguintes com eléctrodos AXS-E 7018 ou AWS-E 7016.

d) **Posição** : a qualificação do processo de soldadura será feita na posição 5 G, segundo o ASME CODE SECTION IX.

e) **Cobre-junta** : na qualificação do processo de soldadura não deverá ser utilizada cobre-junta.

f) **Processo de Soldadura**: a junta soldada deverá ser feita em multipasses, com arco simples.

g) **Espessura do metal base** : a gama de espessuras qualificadas sendo função de espessura de exame, deverá estar de acordo com a tabela Q.W-451.

h) **Características Eléctricas** : a corrente a utilizar deverá ser superior, polaridade inversa, i.o., o polo positivo ligado ao eléctrodo e polo negativo ligado à peça.

i) **Aspecto de soldadura** : a soldadura deverá ser executada de forma a apresentar-se isenta de bordos queimados.



- j) **Limpeza** : toda a escória deverá ser retirada após a execução de cada passe e antes da execução do passe seguinte.
- k) **Defeitos** : não serão admissíveis fissuras ou poros superficiais, os quais deverão ser eliminados antes da execução dos passes seguintes.
- l) **Estufamento dos Eléctrodos** : os eléctrodos básicos deverão ser introduzidos em estufas à temperatura de 350°C, durante duas horas, antes da sua utilização, ou a 200°C, durante oito horas.

2.6.3. Parecer sobre a soldadura de aço ao carbono galvanizado

A técnica de soldadura a arco com eléctrodos revestidos de aço ou carbono galvanizado não difere sensivelmente da técnica utilizada para a do aço ao carbono não revestido.

Em geral, podem ser aplicados os mesmos métodos e os mesmos princípios.

Limitar-nos-emos a acentuar as variantes próprias do emprego do aço ao carbono galvanizado. A soldadura do aço ao carbono galvanizado é sempre acompanhada de uma volatilização de zinco na zona da soldadura.

Esta volatilização pode originar um certo número de porosidades, cuja importância é função do tipo de junta, e por outro lado da espessura de zinco. É recomendável, portanto, e antes de tudo, soldar com pequenos passes e fracas intensidades, a fim de vaporizar fracas quantidades de zinco.

Em soldadura topo-a-topo, a folga deverá ser um pouco maior para o aço ao carbono galvanizado que para o aço ao carbono revestido, para facilitar a penetração. Com o mesmo fim, é necessário diminuir de 10 a 20% as velocidades de soldadura e animar o eléctrodo de um movimento de vaivém (passo de peregrino).

A soldadura de ângulo é de uma execução mais delicada, devido à presença do zinco sobre as faces em contacto com o banho de fusão.

As precauções aconselhadas em junta topo-a-topo deverão ser aumentadas. A velocidade de avanço deve ser ainda mais reduzida e à recomendada uma certa folga entre as superfícies.



O metal de adição deverá ser aço macio e, para o caso presente, eléctrodos do tipo AWS-E 7018 ou E-7016. O arco deve ser muito curto.

Os diâmetros aconselhados são para os dois primeiros passes 2,5 mm e para os seguintes 3,15 mm. É interdito utilizar maiores diâmetros.

Deve ser sempre efectuada a reconstrução da camada de zinco que poderá ser feita quer por metalização, quer por pintura.

3. Pinturas

3.1. Generalidades

Esta especificação cobre as exigências técnicas, os métodos a adoptar e os materiais usados na limpeza, protecção de superfícies e pintura.

O *Empreiteiro* deverá satisfazer a todas as condições requeridas para assegurar a protecção mais apropriada e efectiva das instalações e respectivos equipamentos e, a este respeito, considerar os requisitos aqui especificados como mínimos. Sempre que o *Empreiteiro* tiver conhecimento de alternativas que sejam mais apropriadas, ou quando os desenvolvimentos técnicos mais recentes ultrapassarem as imposições técnicas das Secções 4 e 5, deverá submeter essas alternativas ao *Cliente* para apreciação. Ter-se-à sempre em conta a disponibilidade dos materiais necessários à protecção das superfícies no mercado nacional.

Independentemente dos sistemas de pintura e protecção final que venha a ser acordado, o *Empreiteiro* não deixará de ter a total responsabilidade pelos trabalhos por si efectuados.

Deverão ser aplicadas todas as práticas recomendadas mais recentes e as últimas edições das *Normas e Códigos*.

3.2. Condições gerais e imposições técnicas

O trabalho deverá ser efectuada de forma a constituir uma protecção de superfície eficiente e duradoira das instalações.

Todo o trabalho será efectuada sob *Fiscalização* do *Cliente*.



O *Empreiteiro* submeterá para aprovação ao *Cliente* as suas especificações de pintura e protecção Anti-Corrosiva. O *Empreiteiro* tomará particular atenção, e familiarizar-se-á com as condições atmosféricas e de operação locais ao seleccionar os métodos e materiais a usar na protecção das superfícies.

Nenhuma limpeza ou aplicação de camada será feita quando as condições locais tenham possibilidade de afectar estas operações.

O *Empreiteiro* será responsável por providenciar todos os materiais e equipamentos de protecção necessários a evitar a contaminação dos revestimentos e a minimizar atrasos devidos às condições locais.

Qualquer trabalho que não satisfaça totalmente a *Especificação* e/ou se verificar que é defeituoso será reparado pelo *Empreiteiro* por sua conta e risco.

3.2.1. Armazenamento e manuseamento

Os materiais de pintura serão armazenados pelo *Empreiteiro* em estrito acordo com as instruções do fabricante. Os materiais de pintura usados antes de expirar a validade de armazenamento. Todos os regulamentos de segurança, deverão ser respeitados, especialmente no que respeita ao perigo de incêndio. Todo o material em aço, quer seja protegido com primário nas oficinas e entregue no local para armazenagem, quer seja limpo e protegido com primário no local antes da montagem, deverá ser colocado em cavaletes apropriados, peças de madeira ou outro material apropriado, de forma a assegurar-se que fique pelo menos 300 mm acima do nível do solo.

3.2.2. Equipamento de Empreiteiro

O *Empreiteiro* providenciará para que sejam observadas todas as normas de segurança para protecção dos seus trabalhadores e restante pessoal de estaleiro.

O equipamento necessário, tal como ventiladores, máscaras de protecção, redes etc., será fornecida pelo *Empreiteiro*. Todo o equipamento deverá obedecer aos respectivos códigos de segurança e regulamentos e assegurar que seja produzido trabalho eficiente e alta qualidade. O *Empreiteiro* será responsável pela recolha e eliminação de todas as taras, latas, trapos sujos e outros desperdícios que tenham sido por si utilizados.



3.2.3. Material de pintura

Os materiais de pintura serão entregues nas taras originais não violados, com o nome de marca do fabricante e designação da cor, instruções de armazenamento e manuseamento. O conjunto de material de pintura para um sistema particular de pintura especificada será fornecido por um só fabricante que garantirá a compatibilidade e qualidade dos materiais de pintura. Será submetida ao *Cliente* uma lista dos materiais de pintura a aplicar. Para sistemas de pintura com múltiplas camadas cada uma deverá ter uma cor diferente.

3.2.4. Preparação dos materiais de pintura

As tintas deverão ser já misturadas de origem sempre que possível. Sistemas de camadas duplas ou múltiplas poderão ser misturadas no local e os agentes diluidores, se aplicáveis, serão adicionados tendo em atenção as instruções do *Fabricante*.

A mistura e homogeneização dos materiais de pintura deverão ser feitas por colher accionada mecânicamente ou por agitador electro-mecânico. Após a mistura de tintas, será a mistura transferida para uma tara limpa para assegurar que não restem pigmentos em repouso no fundo da mesma.

O equipamento individual dos pintores deverá ser de boa qualidade e a sua manutenção deverá ser devidamente assegurada. A limpeza do equipamento deverá ser regularmente efectuada em cada intervalo de trabalho.

3.2.5. Aplicações

Os métodos de aplicação de tintas mais comuns são: à trincha, por rolo e pela utilização do equipamento de pulverização por pressão de ar. A selecção do método de aplicação depende da superfície a ser pintada. O processo de aplicação não poderá alterar a qualidade da tinta. As instruções do *Fabricante* deverão regular a escolha do método de aplicação das tintas. Em geral, antes da aplicação das diferentes camadas de tinta, a limpeza das superfícies será sujeita à *Fiscalização*.

Nenhum material ou camada poderá ser aplicado em superfícies contendo gorduras, areias, óleos ou produtos de corrosão de qualquer tipo. Todas as superfícies deverão estar secas antes da pintura ou da limpeza por jacto de areia. Todas as superfícies contaminadas



deverão ser limpas com água potável e escovilhão de cerdas ou com solvente ou detergente apropriado determinado pelo tipo de contaminação.

Todas as superfícies limpas deverão ser recobertas dentro de quatro horas após a limpeza. Os furos brocados deverão ser esmerilados para ficar sem rugosidades e as aparas removidas. Todas as soldaduras expostas e acessíveis deverão ser esmeriladas, limpas de escórias e pingos de solda removidas antes de serem tratadas com jacto de areia ou de proceder à pintura. O aço embebido em betão não será pintado a não ser que haja outra determinação em contrário. As superfícies de união por parafusos deverão receber duas camadas de primário. As zonas com pintura danificada deverão ser devidamente limpas. Os pontos de ferrugem e qualquer outra matéria prejudicial deverão ser removidos. A aplicação pontual de primário deverá ser feita de modo que a camada aplicada se sobreponha pelo menos 25 mm além das áreas danificadas.

A aplicação pontual de primário compreenderá cada uma das camadas anteriores e começará directamente sobre a superfície devidamente preparada. Quando fôr permitido o envelhecimento da pintura de uma camada antes da aplicação do acabamento, deverá lixar-se levemente e lavar com água potável utilizando uma escova de cerdas antes da nova aplicação. Todas as porcas e parafusos usados na montagem serão desengordurados e pintados a primário antes da fixação sempre que possível.

Nenhum aço poderá ser pintado quando a superfície de aço a tratar exceda a temperatura de 400°C. Nenhum recobrimento ou pintura poderá ser efectuada quando a temperatura ambiente fôr inferior a 5°C ou a humidade relativa superior a 80%, ou ainda quando a temperatura das camadas inferiores estiverem a menos de 5°C da temperatura do ponto de orvalho.

Todas as superfícies com camadas inferiores deverão ser aprovadas antes da aplicação da camada seguinte.

Quando houver que aplicar 2 camadas do mesmo material, cada camada terá uma cor francamente diferente. Com o fim de se obter uniformidade da cor poderão ser aplicadas duas camadas de acabamento da mesma cor.

O *Empreiteiro* será responsável por todos os danos que possam, ocorrer por protecção inadequada e reparará e/ou substituirá as partes danificadas por sua conta e risco.



Quando o *Empreiteiro* tiver que pintar superfícies que receberam primário ou foram pintadas por outrem, não será isento da sua total responsabilidade pela pintura completa.

Antes da pintura final da instalação / equipamento, o *Empreiteiro* reparará qualquer dano na pintura que possa ter ocorrido durante o transporte e/ou montagem.

O *Empreiteiro* garantirá a protecção contra a corrosão por um período de cinco (5) anos a partir da inspecção final e aceitação pelo *Cliente* a não ser que algo seja especificado em contrário.

3.2.6. - Precauções de Segurança

O *Empreiteiro* armazenará as tintas e todo o outro material de pintura numa área bem ventilada e protegida de chamas, faíscas, luz solar directa e calor excessivo.

Todas as pinturas serão feitas sob rigorosos regulamentos de "Não Fumar" e as áreas respectivas serão claramente delimitadas com guardas e placas de aviso.

Todas as escadas e andaimes necessários para acesso deverão ser construídas rigidamente e capazes de suportar quatro vezes o peso de todos os materiais equipamento e pessoal necessário à execução dos trabalhos.

A pintura por pulverização não é permitida em áreas de trabalho onde se estejam a fazer soldaduras e/ou nas proximidades das áreas em que haja chama nua ou calor excessivo ou alta temperatura.

Após a sua utilização o *Empreiteiro* será o responsável pela remoção do local de pintura e estaleiro de todos os materiais tais como, taras usadas, trapos, latas de tinta, trinchas e todo o tipo de desperdícios de sua utilização.

3.3. Preparação das superfícies

3.3.1. Decapagem por jacto abrasivo

Todas as soldaduras deverão estar isentas de escórias, inclusões de escórias e poros. As áreas adjacentes deverão estar isentas de pingos de solda que deverão ser removidas por



esmerilamento ou por raspagem. Todos os depósitos de óleo e massa serão removidos antes da decapagem usando os solventes apropriados.

No caso de furos deverá ter-se em especial atenção a remoção das rebarbas e gorduras.

A decapagem por jacto abrasivo deverá ser efectuada usando equipamento apropriado ao fim em vista.

Quando possível, a decapagem a jacto deverá ser feita numa oficina adequada ao fim em vista. Quando a decapagem for feita no estaleiro e ao ar livre, não poderá ser feita em condições de tempo adversas.

O ar a utilizar no jacto deverá ser isento de óleo. Nas linhas de ar deverão utilizar-se filtros de humidade apropriados por forma a assegurar que o ar seja seco. Serão efectuados testes para verificação destas condições.

A limpeza a jacto poderá ser feita usando areia, pó abrasivo vegetal, grenalha de aço ou arame cortado.

O uso de areia deverá ter em conta as exigências das autoridades sanitárias locais. Independentemente do material usado no jacto, este deverá estar isento de matérias estranhas tais como argila, humus, cloretos e betumes, e o tamanho da partícula será de 250 a 2,000 micron.

Em todos os casos as partículas de abrasivo e poeiras deverão ser removidas da superfície limpa.

As superfícies deverão estar isentas de óleo, massa, ferrugem ou outros depósitos antes de serem pintadas. Quando aplicável poderá ser feita a limpeza por vácuo. Todas as superfícies limpas a jacto com a excepção do recobrimento de juntas e superfícies que deverão ficar sem pintura para soldadura no estaleiro, deverão ser recobertas com o primário dentro de quatro horas após a decapagem. Em nenhum caso poderão ficar por pintar de um dia para o outro as superfícies decapadas. Deverão ser tomados todos os cuidados necessários à protecção adequada de partes maquinadas ou por qualquer outra parte que não requeira decapagem e pintura.

A decapagem em estaleiro só será permitida em locais aprovados pelo Cliente.



3.3.2. Limpeza com escova de arame

Antes da limpeza com escova de arame todas as soldaduras deverão estar isentas de escórias, inclusões de escórias e poros.

As áreas adjacentes deverão estar limpas de pingos de solda que deverão ser removidos por solventes apropriados antes da utilização da escova de arame. No caso de furos deverá ter-se em especial atenção as rebarbas e gorduras.

Após o desgorduramento, todas as superfícies em aço deverão ser raspadas e passadas à escova de arame para remover todas as crostas, ferrugem e matérias prejudiciais.

O *Empreiteiro* poderá utilizar escovas de arame manuais, desde que o nível de acabamento exigido seja atingido. Sempre que necessário, será usado escovamento mecânico.

Finalmente as superfícies serão sopradas para limpeza usando ar comprimido seco e isento de óleo para remover poeiras e matérias soltas.

3.4. Exigências Especiais

3.4.1. Estruturas metálicas. Preparação de superfícies

O esquema de pintura será:

- Limpeza Sa 2,5
- 1 x Primário epoxy de zinco 50 μ

A estrutura metálica exposta leva o seguinte acabamento:

- 2 x poliuretano de 2 componentes (2 x 40 μ)

A pintura final a dar à estrutura metálica será a côr de acordo com projecto de arquitectura.



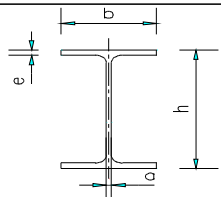
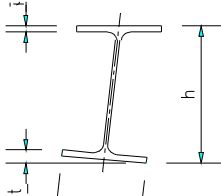
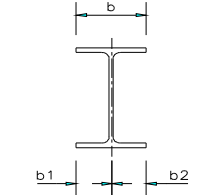
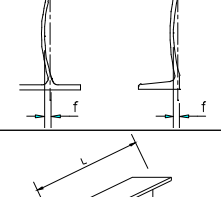
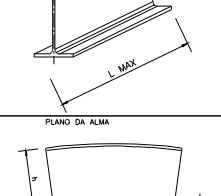
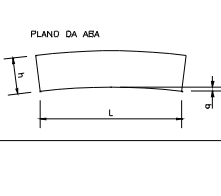

4. Tolerância de fabricação e montagem de estruturas

4.1. Objectivo

A presente *Especificação Técnica* tem como objectivo definir as tolerâncias de fabricação e recepção e montagem de materiais para a construção de estruturas metálicas.

4.2. Tolerância de Perfis Laminados

As tolerâncias admitidas estão explicitadas no seguinte quadro:

Designação	Dimensão nominal (mm)	Tolerância (mm)	Figura
Altura h A altura é medida no sentido da alma	80 < h < 120 120 < h < 180 180 < h < 400 400 < h < 500 500 < h < 600	± 2 + 3 - 2 ± 3 ± 4 ± 5	
Largura b	80 < h < 120 120 < h < 180 180 < h < 360 360 < h < 600	± 2 + 3 - 2 ± 3 ± 4	
Espessura da alma	80 < h < 120 120 < h < 270 270 < h < 600	± 0,5 ± 0,75 ± 1	
Espessura das abas "e"	80 < h < 120 120 < h < 270 270 < h < 600	± 1 ± 1,5 ± 2	
Defeito de esquadria "t"	80 < h < 120 120 < h < 600	t < 1 t < 1,5% de b	
Defeito de simetria $S = \frac{b1 - b2}{2}$	h < 120 120 < h < 270	s < 1,5 s < 2,5 s < 3,5	
Encurvatura da alma "f"	h < 100 100 < h < 200 200 < h < 400 400 < h	f < 0,5 f < 1 f < 1,5 f < 2	
Comprimento L L corresponde ao maior comprimento utilizável do perfil, supondo as extremidades cortadas em esquadria. Nos casos de tolerância reduzidas. Os dois comprimentos L e L máximos	Tolerâncias		
	correntes ± 50 +100 0 0 -100	reduzidas ± 25 ± 10 ± 5	
Defeito do empeno "q". A flecha "q" é medida no comprimento L no plano da lama e no plano da aba.	Empeno normal		
	h < 80 80 < h < 180 180 < h < 360 h < 360	q < 0,40% L q < 0,30% L q < 0,15% L q < 0,10% L	

4.3. Tolerâncias para Corte

4.3.1. As medições das peças serão feitas com fita métrica metálica de exactidão não menor que 0,1 mm em cada metro.

4.3.2. As tolerâncias nos comprimentos das peças serão as definidas na tabela seguinte:

Comprimento em m/m	Tolerância em m/m
até 1.000	± 2
de 1.001 a 3.000	± 3
de 3.001 a 6.000	± 4
de 6.001 a 10.000	± 5
de 10.001 a 15.000	± 6
de 15.001 a 25.000	± 8
mais de 25.000	± 10

4.4. Tolerância na Verticalidade das Colunas

A tolerância na verticalidade das colunas será o menor dos seguintes valores ou 20 m/m

4.5. Diversos

Nesta designação encontram-se englobados todos os trabalhos referentes à empreitada e a que se não fizeram referências especiais.

A sua execução deverá ser esmerada e de acordo com as peças desenhadas e as normas de boa técnica.

* Unico - Tudo o que no presente *Caderno de Encargos* esteja omissa será regulado pelas boas regras de construção e da legislação em vigor.

5. Estrutura metálica "E.M."

5.1. Descrição do capítulo

Encontram-se compreendidos no preço destes artigos todos os trabalhos e fornecimentos necessários à sua boa execução e aplicação salientando-se de entre eles os que abaixo se indicam:

- O fornecimento e assentamento dos perfis e chapa.

- O acabamento com metalização e pintura.
- Os cortes e remates necessários.

5.2. Condições técnicas

Entre as várias *Condições Técnicas* a que deve obedecer ao trabalho indicado, mencionam-se como merecendo especial referência os que abaixo se indicam:

- a) A estrutura de ferro será realizada pelos perfis do projecto e chapa metálica, em acordo com os desenhos de pormenor.
- b) As uniões entre perfis e chapas serão soldadas por soldadura de eficiência comprovada e seguindo as boas técnicas que estes trabalhos impõe.
- c) Todos os elementos de ferro serão tratados conforme especificado no item 3.4.
- d) Será encargo do *Empreiteiro* apresentar os resultados de ensaios e verificações realizados pelo *ISQ (Instituto de Soldadura e Qualidade)* ou *Rinave* sobre a qualidade dos tratamentos e soldaduras empregues na estrutura, caso seja fabricada em território Português.

Deverá o *Empreiteiro* apresentar 3 relatórios, um em fase de montagem, outro em fase de metalização e um outro em fase de obra.



» 3. Diversos

»» 3.1 Revestimento superior

Está incluído neste artigo o fornecimento e montagem de camada de cobertura constituída por: camada de cobertura em perfil trapezoidal com espessura não inferior a 0,80mm e altura não inferior a 90mm à cor RAL de acordo com elementos de arquitectura, apoiada em vigas metálicas galvanizadas, contínuas, constituídas por perfis tipo U 200 com 2.50mm de espessura em chapa perfilada.



»» 3.2 Revestimento lateral

Revestimento lateral em alvenaria e chapa galvanizada e lacada em perfil trapezoidal com espessura não inferior a 0,6mm e altura não inferior a 30mm.

No preço deste artigo, deverá o empreiteiro atender à existência da platibanda de acordo com as peças desenhadas.



»» 3.3 Rufos e Caleiras

Neste artigo estão incluídos todos os trabalhos necessários à execução e fornecimento de todas as caleiras e rufos de acordo com as peças desenhadas.

Caleira simples com 1.25mm de espessura.

Rufo de acabamento em chapa de aço quinada e lacada à cor RAL de acordo com elementos de arquitectura.



»» 3.4 Tubos de queda

Inclui-se neste artigo o fornecimento e a colocação dos tubos de queda para águas pluviais.

Estes tubos serão em PVC e com os diâmetros indicados nas peças desenhadas referente a esta especialidade.

Inclui-se todos os acessórios necessários, abraçadeiras, ligações curvas, etc.



»» 3.5 Ralos de pinha

Os tubos de queda destinados exclusivamente à condução de águas pluviais, terão nas suas extremidades superiores ralos de pinha, com dimensão adequada aos tubos onde se inserem e solidez que garanta a sua eficácia e durabilidade.

A área útil dos ralos de pinha deverá ser igual ou superior a 1.5 vezes a área da secção dos respectivos tubos de queda.

O adjudicatário deverá apresentar especificações técnicas, bem como documentos de homologação, para uma correcta apreciação técnica da proposta e aprovação por parte da Fiscalização.

Portugal, Coimbra, 29 de Abril de 2008



Fe³⁺ – Sociedade Portuguesa de Projectos, Lda

rua cidade poitiers 171 a/b | 3000 – 108 Coimbra – Portugal | ☎ 00 351 239 49 61 74 | 📠 00 351 239 49 61 74
vlemos.lemos@gmail.com